



วิทยานิพนธ์

ประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวม (TSP) และ
ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) โดยการฉีดละอองน้ำ
แรงดันสูงบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้ากรุงเทพมหานคร

EFFICIENCY OF TSP AND PM_{10} REDUCTION BY HIGH
PRESSURE WATER SPRAYING UNDER THE BANGKOK
MASS TRANSIT SYSTEM (BTS) STATION

นางสาวชลาลัย รุ่งเรือง

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2551



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิทยาศาสตรบัณฑิต)

ปริญญา

วิทยาศาสตรบัณฑิต

วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง ประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวม (TSP) และ
ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) โดยการฉีดละอองน้ำแรงดันสูง
บริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้ากรุงเทพมหานคร

Efficiency of TSP and PM_{10} Reduction by High Pressure Water Spraying under
the Bangkok Mass Transit System (BTS) Station

นามผู้วิจัย นางสาวชลาลัย รุ่งเรือง

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์สามัคคี บุญยะวัฒน์, Ph.D.)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรัตน์ บัวเลิศ, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(ศาสตราจารย์เกษม จันทร์แก้ว, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์วินัย อัจฉริยะ, M.A.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวม (TSP) และฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) โดยการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงบริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้ากรุงเทพมหานคร

Efficiency of TSP and PM_{10} Reduction by High Pressure Water Spraying under
the Bangkok Mass Transit System (BTS) Station

โดย

นางสาวชลาลัย รุ่งเรือง

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร้งสิ่งแวดล้อม)

พ.ศ. 2551

ชลาชัย รุ่งเรือง 2551: ประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวม (TSP) และ ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) โดยการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงบริเวณใต้สถานี รถไฟฟ้ากรุงเทพมหานคร ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตรสิ่งแวดล้อม) สาขา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์สามัคคี บุญยะวัฒน์, Ph.D. 103 หน้า

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) และฝุ่นละอองแขวนลอยรวม (TSP) บริเวณทางเดินเท้าใต้สถานีรถไฟฟ้า สะพานควายโดยการฉีดละอองน้ำแรงดันสูง และศึกษารูปแบบการฉีดละอองน้ำที่มีผลต่อประสิทธิภาพ การลดความเข้มข้นฝุ่นละออง โดยทำการเก็บข้อมูลความเข้มข้นฝุ่นละอองทุก ๆ 3 ชั่วโมง จำนวน 6 จุด เก็บตัวอย่างบริเวณสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายด้วยเครื่องมือเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10} Hi-Volume Sampler) และเครื่องมือเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองแขวนลอยรวม (TSP Hi-Volume Sampler) ทำการศึกษาระหว่างวันที่ 31 มกราคม ถึง 8 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550

ผลการศึกษาพบว่า การฉีดละอองน้ำแรงดันสูงใต้สถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ในช่วงที่มีลมพัด มาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ มีประสิทธิภาพในการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนและฝุ่นละอองแขวนลอยรวมบริเวณทางเดินเท้าทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของสถานีรถไฟฟ้า เฉลี่ยร้อยละ 47 และร้อยละ 37 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามจากการตรวจวัดความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน พบว่ายังคงมีค่าเกินมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไป โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 173 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และมีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวมเท่ากับ 292 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

รูปแบบการฉีดละอองน้ำที่มีประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองสูงสุดคือ การฉีด ละอองน้ำตลอดเวลา รองลงมาคือการเปิด-ปิดละอองน้ำทุก 10 นาที และทุก 5 นาทีตามลำดับ ซึ่งมี ประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนเฉลี่ยร้อยละ 52 ร้อยละ 46 และ ร้อยละ 43 ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวมเฉลี่ยร้อยละ 42 ร้อยละ 36 และร้อยละ 32 ตามลำดับ ดังนั้นบริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้าสะพานควายจึงควรทำการฉีดละออง น้ำแรงดันสูงตลอดเวลา โดยเฉพาะในช่วงที่ประชาชนใช้พื้นที่ทางเดินเท้าใต้สถานีรถไฟฟ้า เป็นจำนวนมาก

Chalalai Rungruang 2008: Efficiency of TSP and PM₁₀ Reduction by High Pressure Water Spraying under the Bangkok Mass Transit System (BTS) Station. Master of Science (Environmental Science), Major Field: Environmental Science, College of Environment. Thesis Advisor: Associate Professor Samakkee Boonyawat, Ph.D.
103 pages.

The objectives of this research were to study efficiency of PM₁₀ and TSP reduction at footpath under the Saphan-Khwai BTS station by high pressure water spraying, and to study the effect of water spraying patterns on PM₁₀ and TSP reduction. PM₁₀ and TSP concentration sample was collected every 3 hours of 6 sampling sites at Saphan-Khwai BTS station by using PM₁₀ Hi-Volume Sampler as well as TSP Hi-Volume Sampler between January 31 to February 8, 2007.

The results showed that high pressure water spraying under the Saphan-Khwai BTS station when the wind direction come from northeast had the average reduction efficiency of PM₁₀ and TSP at footpath in the southeast of station were 47% and 37%, respectively. However, the PM₁₀ concentrations still exceed the National Ambient Air Quality Standard, with average PM₁₀ and TSP concentrations were 173 $\mu\text{g.m}^{-3}$ and 292 $\mu\text{g.m}^{-3}$, respectively.

The pattern of spraying high pressure water all time show that the highest reduction efficiency of PM₁₀ and TSP, then spraying every 10 minutes and 5 minutes, respectively. Such patterns of spraying can reduce PM₁₀ concentrations, in average, 52%, 46% and 43%, respectively, while can reduce TSP concentrations, in average, 42%, 36% and 32%, respectively. The results can be concluded that the Saphan-Khwai BTS station should be spray high pressure water all time, especially during rush hours that had many people use the footpath under the Bangkok Mass Transit System (BTS) station.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

____ / ____ / ____

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ดร. สามัคคี บุญยะวัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักและผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร. สุรัตน์ บัวเลิศ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ช่วยเหลือในการกำหนดขอบเขตการวิจัย วางแผนการวิจัย ตลอดจนให้คำปรึกษา แนะนำ และตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ดร. วสิน อิงคพัฒนากุล ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร. ประภัสสรา นิละคุปต์ ประธานการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำและแก้ไขเพิ่มเติมเพื่อความถูกต้องสมบูรณ์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอกราบขอบพระคุณศาสตราจารย์ดร. เกษม จันทรแก้ว และอาจารย์กิตติชัย ดวงมาลย์ที่ให้คำปรึกษาแนะนำ ช่วยเหลือในการทำวิจัย ขอขอบคุณคุณคุณจารุวัฒน์ พ่วงสุข คุณศิริโสภา เลาหบุตร ตลอดจนเพื่อน ๆ น้อง ๆ จากวิทยาลัยสิ่งแวดล้อมที่ให้ความช่วยเหลือในการทำวิจัยในทุก ๆ ด้าน

และด้วยความดีหรือประโยชน์อันเนื่องมาจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ขอบแต่คุณพ่อสุชาติ คุณแม่สายสวาท ตลอดจนคุณชวดี คุณสาธินี คุณศรัณยา รุ่งเรือง และคุณบุญโฮม ภิญโญชาติ ที่คอยช่วยเหลือให้กำลังใจ และให้การสนับสนุนในทุกด้าน จนทำให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ชลาลัย รุ่งเรือง

ธันวาคม 2550

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(5)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
สมมติฐานการวิจัย	3
ขอบเขตการศึกษา	3
การตรวจเอกสาร	5
อุปกรณ์และวิธีการ	28
อุปกรณ์	28
วิธีการ	32
ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล	43
สรุปและข้อเสนอแนะ	86
สรุป	86
ข้อเสนอแนะ	88
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	91
ภาคผนวก	95
ประวัติการศึกษา	103

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ระยะเวลาและความเร็วในการตกตัวของฝุ่นละอองขนาดต่างๆ	14
2	ช่วงเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่าง	40
3	ทิศทางลมและจำนวนครั้ง(ร้อยละ)ที่พบพัดผ่านบริเวณใต้โครงสร้างสถานี รถไฟฟ้าสะพานควาย ระหว่างวันที่ 31 มกราคม- 8 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550	44
4	ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน เมื่อไม่มีการฉีดละอองน้ำ แรงดันสูง ได้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ในช่วงที่มีลมพัดมาจาก ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	56
5	การลดลงของความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในสภาวะปกติ ใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศ ตะวันออกเฉียงเหนือ	58
6	ความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวม เมื่อไม่มีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงได้ โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศ ตะวันออกเฉียงเหนือ	59
7	การลดลงของความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวม ในสภาวะปกติใต้ โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศ ตะวันออกเฉียงเหนือ	60
8	สัดส่วนระหว่างความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนต่อฝุ่น ละอองแขวนลอย ในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	61
9	ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน เมื่อไม่มีการฉีดละอองน้ำ แรงดันสูง ได้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ในช่วงที่มีลมพัดมาจาก ทิศตะวันตกเฉียงใต้	63
10	ความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวม เมื่อไม่มีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงได้ โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันตก เฉียงใต้	65

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
11	สัดส่วนระหว่างความเข้มข้นฟลูออรีนขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนต่อฟลูออรีนอะลูมิเนียม ในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้	67
12	ความเข้มข้นฟลูออรีนขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน เมื่อมีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงได้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้ามหานคร ในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	70
13	ความเข้มข้นฟลูออรีนอะลูมิเนียมรวม เมื่อมีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงได้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้ามหานคร ในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	73
14	ความเข้มข้นฟลูออรีนขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน เมื่อมีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูง ได้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้ามหานคร ในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้	75
15	ความเข้มข้นฟลูออรีนอะลูมิเนียมรวม เมื่อมีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงได้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้ามหานคร ในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้	78
16	ประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฟลูออรีนขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนโดยการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงได้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้ามหานคร	80
17	ประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฟลูออรีนอะลูมิเนียมรวมโดยการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงได้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้ามหานคร	80
18	เปรียบเทียบความเข้มข้นฟลูออรีนขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนและฟลูออรีนอะลูมิเนียมรวมในพื้นที่ทางเดินเท้า เมื่อมีการฉีดละอองน้ำและไม่มีการฉีดละอองน้ำได้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้ามหานคร	82
19	ความเข้มข้นฟลูออรีนขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนและฟลูออรีนอะลูมิเนียมรวมเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ในแต่ละรูปแบบการฉีดละอองน้ำแรงดันสูง	85

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
20	การลดลงของความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนและฝุ่นละอองแขวนลอยรวมในพื้นที่ทางเดินเท้าใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายเมื่อมีการฉีดละอองน้ำ และไม่มีการฉีดละอองน้ำใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า	87
ตารางผนวกที่		
1	ผลการตรวจวัดความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนบริเวณสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายระหว่างวันที่ 31 มกราคมถึง 9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550	97
2	ผลการตรวจวัดความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวมบริเวณสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายระหว่างวันที่ 31 มกราคมถึง 9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550	100

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 ระบบภาวะมลพิษทางอากาศ	5
2 กลไกการเกิดและการหมุนเวียนออกจากอากาศจำแนกตามขนาดอนุภาคฝุ่นละออง	7
3 ความเร็วของการตกสะสมแบบแห้งทั้งหมด (Total dry deposition velocity)	15
4 ประสิทธิภาพการชนระหว่างอนุภาคฝุ่นกับหยดน้ำฝน $E(D_r, d_p)$ ที่เส้นผ่าศูนย์กลางของอนุภาคฝุ่น(d_p)และหยดน้ำฝน(D_r)ขนาดต่างๆ	18
5 การเพิ่มขึ้นของขนาดอนุภาคฝุ่นละออง เมื่อความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศเพิ่มขึ้น	22
6 เปรียบเทียบโอกาสในการชนกันระหว่างอนุภาคฝุ่นกับขนาดหยดละอองน้ำ	23
7 หัวฉีดละอองน้ำแรงดันสูงที่ติดตั้งได้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้ากรุงเทพมหานคร	24
8 แนวโน้มการสะสมตัวของฝุ่นละอองบริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้ากรุงเทพมหานคร	25
9 เครื่องมือเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองแขวนลอยรวม	28
10 เครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน	29
11 เครื่องวัดความเร็วและทิศทางลม	30
12 กระดาษกรองชนิด Glass fiber filter	30
13 กระดาษบันทึกอัตราการไหลของอากาศ	31
14 ตัววัดความชื้น	31
15 เครื่องชั่งน้ำหนักแบบละเอียด 0.0001 กรัม	32
16 ลักษณะโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย	33
17 จุดเก็บตัวอย่างบริเวณสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย	34
18 การติดตั้งเครื่องมือเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองบริเวณสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย	38
19 ระบบฉีดน้ำแรงดันสูงที่ประกอบด้วยหัวฉีด (Nozzle) จำนวน 4 แถว	39
20 ทิศทางลมที่พบ(ร้อยละ)ในช่วงเวลาต่างๆ บริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพาน ควายระหว่างวันที่ 31 มกราคม ถึง 8 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550	44

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
21	ทิศทางลมบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้ามหานครที่พัฒมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือในลักษณะพัดพาโดยตรง (ลักษณะทิศทางลมของวันที่ 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 เวลา 5.00-8.00 น.)	46
22	ทิศทางลมบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้ามหานครที่พัฒมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือในลักษณะปั่นป่วน (ลักษณะทิศทางลมของวันที่ 4 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 เวลา 11.00-14.00 น.)	47
23	ทิศทางลมบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้ามหานครที่พัฒมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ในลักษณะพัดพาโดยตรง (ลักษณะทิศทางลมของวันที่ 6 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 เวลา 17.00-20.00 น.)	49
24	ทิศทางลมบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้ามหานครที่พัฒมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ในลักษณะปั่นป่วน (ลักษณะทิศทางลมของวันที่ 4 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 เวลา 8.00-11.00 น.)	50
25	ลักษณะการเคลื่อนที่ของมวลอากาศใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้ามหานครเมื่อมีลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	52
26	ลักษณะการเคลื่อนที่ของมวลอากาศใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้ามหานครเมื่อมีลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้	53
27	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน เมื่อไม่มีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้ามหานคร ในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	56
28	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวม เมื่อไม่มีการฉีดละอองน้ำใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้ามหานคร ในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	59
29	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน เมื่อไม่มีการฉีดละอองน้ำ บริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้ามหานคร ในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้	63

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
30	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวม เมื่อไม่มีการฉีดละอองน้ำได้ โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียง ใต้	65
31	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน เมื่อมีการฉีดละอองน้ำ แรงดันสูงได้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศ ตะวันออกเฉียงเหนือ	70
32	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวม เมื่อมีการฉีดละอองน้ำ แรงดันสูงได้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศ ตะวันออกเฉียงเหนือ	73
33	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน เมื่อมีการฉีดละอองน้ำ แรงดันสูงได้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศ ตะวันตกเฉียงใต้	75
34	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวม เมื่อมีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงได้ โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียง ใต้	78
35	เปรียบเทียบการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนและฝุ่น ละอองแขวนลอยรวมในพื้นที่ทางเดินเท้า เมื่อมีการฉีดละอองน้ำ และไม่มีการฉีด ละอองน้ำแรงดันสูงได้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย	82
36	ประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนและฝุ่น ละอองแขวนลอยรวมตามรูปแบบการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงได้โครงสร้างสถานี รถไฟฟ้าสะพานควาย	83
37	ค่าเฉลี่ยความชื้นที่มีอยู่จริงในอากาศ(มิลลิบาร์)ที่ช่วงเวลาต่าง ๆ ในแต่ละวันที่มี การฉีดละอองน้ำแรงดันสูงทุก 10 นาที และทุก 5 นาที	84

**ประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวม (TSP) และ
ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน (PM₁₀) โดยการฉีดละอองน้ำแรงดันสูง
บริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้ากรุงเทพมหานคร**

**Efficiency of TSP and PM₁₀ Reduction by High Pressure Water Spraying under
the Bangkok Mass Transit System (BTS) Station**

คำนำ

ปัญหามลพิษทางอากาศที่สำคัญของกรุงเทพมหานครคือฝุ่นละออง ซึ่งมีสาเหตุหลักมาจากการก่อสร้าง และการคมนาคมขนส่งของยานพาหนะประเภทต่าง ๆ ที่ปัจจุบันมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่พื้นที่ผิวการจราจรยังคงเท่าเดิม จึงเป็นเหตุให้เกิดสภาพการจราจรติดขัดและเกิดปัญหามลพิษทางอากาศตามมา การแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศโดยการจัดสร้างระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพมหานคร(รถไฟฟ้ามหานคร) สามารถช่วยลดปัญหามลพิษทางอากาศลงได้ในระดับหนึ่ง (กรมควบคุมมลพิษ, 2548) แต่ด้วยลักษณะโครงสร้างขนาดใหญ่บริเวณสถานีบริการรถไฟฟ้า ซึ่งมีความสูงจากพื้นถนนประมาณ 6-8 เมตร และยังถูกขนาบด้วยอาคารพาณิชย์ตลอดความยาวของสถานี กอปรกับแนวเส้นทางเดินรถไฟฟ้าได้ซ้อนทับกับถนนที่มีการจราจรคับคั่ง จึงทำให้บริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้ามีการถ่ายเทอากาศต่ำส่งผลต่อการเก็บกักและสะสมของฝุ่นละออง จากการตรวจวัดความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน บริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย และอารีย์ ซึ่งมีลักษณะโครงสร้างสถานีแบบเปิด หรือมีโครงสร้างขนาดใหญ่ครอบคลุมพื้นที่ผิวการจราจรพบว่า มีความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนเฉลี่ย 24 ชั่วโมงเท่ากับ 166 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 144 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ (สำนักสิ่งแวดล้อม, 2550) ซึ่งเกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศที่กำหนดให้ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนควรมีค่าไม่เกิน 120 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จากความเข้มข้นฝุ่นละอองใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าดังกล่าวอาจทำให้เกิดปัญหาสุขภาพอนามัยแก่ผู้สัญจรและประชาชนที่อยู่ใกล้เคียงได้

ดังนั้นจึงมีแนวคิดในการควบคุมและลดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนรวมทั้งฝุ่นละอองแขวนลอยรวมบริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้าด้วยการฉีดละอองน้ำแรงดันสูง เพื่อให้อนุภาคฝุ่นที่ฟุ้งกระจายรวมตัวกับหยดละอองน้ำ และความชื้น ทำให้อนุภาคฝุ่นมีมวลเพิ่มขึ้นและตกลงสู่พื้นล่างตามแรงโน้มถ่วงโลก ทั้งนี้เพื่อช่วยลดผลกระทบจากฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนและผู้สัญจรไปมา

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) และฝุ่นละอองแขวนลอยรวม (TSP) บริเวณทางเดินเท้าภายใต้สถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย โดยการฉีดละอองน้ำแรงดันสูง
2. เพื่อศึกษารูปแบบการฉีดละอองน้ำที่มีผลต่อประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน และฝุ่นละอองแขวนลอยรวม

สมมติฐานการวิจัย

1. การฉีดละอองน้ำแรงดันสูงบริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย สามารถลดความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน และฝุ่นละอองแขวนลอยรวม บริเวณทางเดินเท้าใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าได้
2. รูปแบบของการฉีดละอองน้ำตลอดเวลาสามารถลดความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน และฝุ่นละอองแขวนลอยรวมได้สูงสุด และต่ำสุดในรูปแบบการฉีดละอองน้ำแบบเปิด-ปิดละอองน้ำทุก 5 นาที

ขอบเขตการศึกษา

1. การศึกษาประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน และฝุ่นละอองแขวนลอยรวม บริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ได้กำหนดรูปแบบการฉีดละอองน้ำแรงดันสูง 3 รูปแบบคือ
 - 1.1 เปิดละอองน้ำตลอดเวลา ในช่วงเวลากลางวัน หรือช่วงที่สัมพันธ์กับมลสารตั้งแต่เวลา 05.00 – 20.00 น. และปิดละอองน้ำในช่วงเวลากลางคืน ตั้งแต่เวลา 20.00 - 05.00 น.
 - 1.2 เปิด-ปิดละอองน้ำทุก 5 นาทีในช่วงเวลากลางวัน หรือช่วงที่สัมพันธ์กับมลสาร ตั้งแต่เวลา 05.00 – 20.00 น. และปิดละอองน้ำในช่วงเวลากลางคืน ตั้งแต่เวลา 20.00 - 05.00 น.

1.3 เปิด-ปิดละอองน้ำทุก 10 นาที ในช่วงเวลากลางวัน หรือช่วงที่สัมพันธ์กับมลสาร ตั้งแต่เวลา 05.00 – 20.00 น. และปิดละอองน้ำในช่วงเวลากลางคืน ตั้งแต่เวลา 20.00 - 05.00 น.

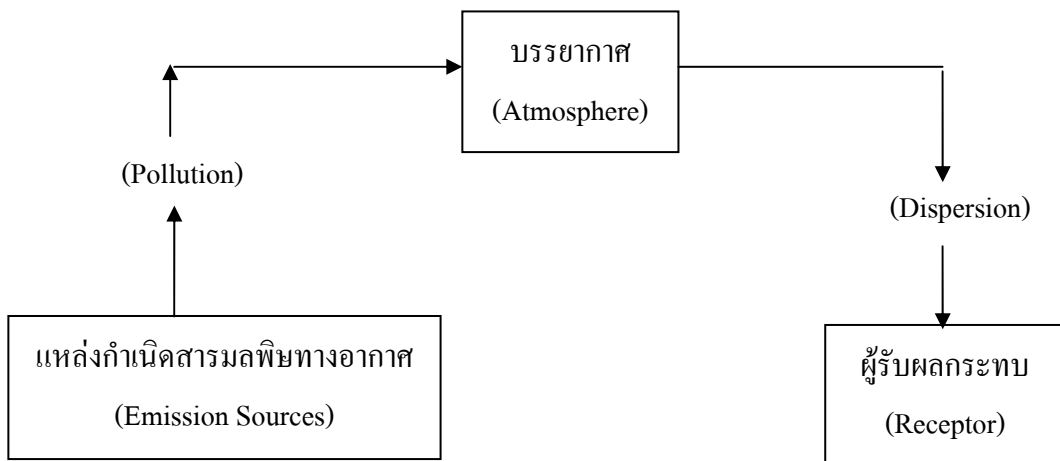
2. จุดเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน และฝุ่นละอองแขวนลอยรวมได้ กำหนดตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างตามการเคลื่อนที่ของมวลอากาศได้ โครงสร้างสถานีรถไฟ สะพานควาย ในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งเป็นทิศทางหลักในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา

การตรวจเอกสาร

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองโดยการฉีดละอองน้ำแรงดันสูง และรูปแบบการฉีดละอองน้ำที่เหมาะสมเพื่อลดความเข้มข้นฝุ่นละอองบริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้ามหานครที่ศึกษาประกอบด้วย ลักษณะฝุ่นละออง การหมุนเวียนมลสารออกจากอากาศ และการดักจับฝุ่นด้วยละอองน้ำเป็นต้น มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ภาวะมลพิษทางอากาศ

ภาวะมลพิษทางอากาศ (Air pollution) หมายถึงภาวะของอากาศซึ่งมีสารเจือปนอยู่ปริมาณมากพอ และเป็นระยะเวลานานพอที่ทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพอนามัยของคน สัตว์ พืช และวัสดุต่างๆ ภาวะมลพิษทางอากาศ ประกอบด้วย ส่วนประกอบ 3 ส่วนที่มีความสัมพันธ์กัน คือ แหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศ (Emission sources) อากาศหรือบรรยากาศ (Atmosphere) และผู้รับผลกระทบ (Receptor) ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ระบบภาวะมลพิษทางอากาศ

ที่มา: นภาพรและแสงสันต์ (2544)

2. อนุภาคฝุ่นละออง

อนุภาคฝุ่นละออง (Particulate matter) หมายถึงอนุภาคที่เป็นของแข็งหรือของเหลวที่แขวนลอยอยู่ในอากาศหรือก๊าซ แต่ไม่รวมถึงเมฆและหมอกซึ่งเป็นลักษณะอนุภาคเช่นเดียวกัน ฝุ่นละอองที่มีอยู่ในอากาศรอบๆตัวเรามีขนาดตั้งแต่ 0.001 ไมครอน ซึ่งเป็นกลุ่มของโมเลกุลมองด้วยตาเปล่าไม่เห็นไปจนถึงขนาดใหญ่กว่า 500 ไมครอน ซึ่งเป็นฝุ่นทรายขนาดใหญ่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ฝุ่นละอองที่แขวนลอยอยู่ในอากาศได้นานมักเป็นฝุ่นละอองขนาดเล็ก (มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 1 ไมครอน) เนื่องจากมีความเร็วในการตกตัวต่ำและหากมีแรงกระทำจากภายนอกเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น การไหลเวียนของอากาศ กระแสลมจะทำให้แขวนลอยอยู่ในอากาศได้นานขึ้น ส่วนฝุ่นละอองขนาดใหญ่ (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10-100 ไมครอน) อาจแขวนลอยอยู่ในอากาศได้เพียง 2-3 นาที (योगิ, 2547)

อนุภาคฝุ่นละอองในบรรยากาศมีแหล่งกำเนิดที่แตกต่างกัน และเคลื่อนตัวอยู่ตลอดเวลา (Dynamic system) ตามสภาพทางภูมิอากาศและลักษณะทางอุตุนิยมวิทยา โดยในขณะที่อยู่ในบรรยากาศฝุ่นละอองอาจทำปฏิกิริยาเคมีต่อกันหรือเกิดปฏิกิริยากับสิ่งแวดล้อมในบรรยากาศ ทำให้เกิดความซับซ้อนของโครงสร้างมากขึ้น จึงทำให้อนุภาคฝุ่นละอองมีรูปร่าง ความหนาแน่น องค์ประกอบทางเคมี การเกาะตัวกัน และโครงสร้าง หรือลักษณะที่แตกต่างกันไป

3. ลักษณะของฝุ่นละออง

ลักษณะที่สำคัญของอนุภาคฝุ่นละออง ได้แก่ ประเภทของฝุ่นละออง ขนาดอนุภาค และคุณสมบัติของฝุ่นละอองมีรายละเอียดดังนี้

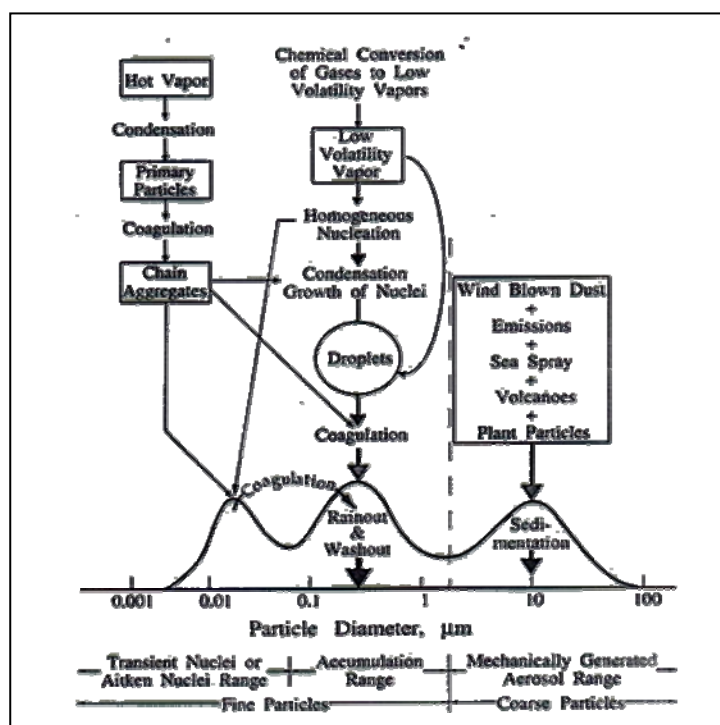
3.1 ประเภทของฝุ่นละออง

อนุภาคฝุ่นละอองในบรรยากาศอาจแยกได้เป็น 2 ประเภทตามลักษณะการเกิด คือ ฝุ่นละอองปฐมภูมิ (Primary particle) เป็นฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นและแพร่กระจายจากแหล่งกำเนิดสู่บรรยากาศโดยตรงและฝุ่นละอองทุติยภูมิ (Secondary particle) ซึ่งเป็นฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นภายหลังโดยปฏิกิริยาต่างๆในบรรยากาศ เช่น การรวมตัวของฝุ่นละอองปฐมภูมิด้วยกัน หรือการรวมตัวกับ

ก๊าซ ของเหลว หรือของแข็งด้วยปฏิกิริยาทางฟิสิกส์ หรือปฏิกิริยาเคมีแสง (Photochemical reaction) (Thad, 2004)

3.2 ขนาดอนุภาคฝุ่นละออง

ขนาดของอนุภาคฝุ่นละออง (Particle size) หมายถึงเส้นผ่าศูนย์กลาง (Diameter) ของอนุภาคมลสารมีหน่วยเป็นไมครอน ขนาดอนุภาคฝุ่นละอองสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทตามขนาดอนุภาค แหล่งกำเนิด และคุณสมบัติทางกายภาพ คือฝุ่นหยาบ (Coarse particulate matter) หมายถึงอนุภาคฝุ่นละอองที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 2.5 ไมครอน และฝุ่นละเอียด (Fine particulate matter) หมายถึงอนุภาคที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่า 2.5 ไมครอน โดยฝุ่นละอองแต่ละขนาด มีกลไกการเกิดและการหมุนเวียนออกจากอากาศที่แตกต่างกันไป ดังแสดงในภาพที่ 2 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 2 กลไกการเกิดและการหมุนเวียนออกจากอากาศจำแนกตามขนาดอนุภาคฝุ่นละออง
ที่มา: John and Spyros (1998)

3.2.1 ฝุ่นหยาบ

ฝุ่นหยาบ คืออนุภาคฝุ่นละอองที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 2.5 ไมครอน ส่วนมากเป็นฝุ่นละอองปฐมภูมิที่ถูกปลดปล่อยออกสู่บรรยากาศโดยตรง และไม่เกิดปฏิกิริยาเคมี ส่วนมากมักเกิดจากกระบวนการเชิงกล (Mechanism process) เช่นฝุ่นจากการกัดกร่อนหน้าดิน ฝุ่นจากท่อไอเสีย ฝุ่นหยาบส่วนใหญ่จะมีขนาดระหว่าง 2.5 ถึง 10 ไมครอนโดยมักแขวนลอยอยู่ในอากาศได้นาน ส่วนฝุ่นหยาบขนาดมากกว่า 10 ไมครอนหมุนเวียนออกจากอากาศได้โดยการตกลงสู่พื้นอย่างรวดเร็วตามแรงโน้มถ่วงโลก (Sedimentation)

3.2.2 ฝุ่นละเอียด

ฝุ่นละเอียด คืออนุภาคฝุ่นละอองที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ส่วนมากเกิดจากการเปลี่ยนแปลงจากก๊าซไปเป็นอนุภาค ฝุ่นละเอียดถูกแบ่งได้เป็นฝุ่นละออง 2 ช่วงขนาด ดังนี้

ก. ฝุ่นละอองแบบ Aiken nuclei คืออนุภาคฝุ่นละอองที่มีขนาดระหว่าง 0.005 ถึง 0.1 ไมครอน ประกอบด้วยฝุ่นละอองปฐมภูมิที่เกิดจากการควบแน่นของก๊าซ หรือไอระเหยในสถานะที่มีอุณหภูมิสูงในกระบวนการเผาไหม้ และปลดปล่อยสู่บรรยากาศโดยตรง เนื่องจากฝุ่นละอองแบบ Aiken nuclei สามารถรวมตัวกัน (Cogulation) กลายเป็นอนุภาคขนาดใหญ่ได้ จึงทำให้ในบรรยากาศมักพบฝุ่นละอองขนาดนี้ไม่มากนักเมื่อเทียบกับฝุ่นละอองขนาดอื่น ๆ ในบรรยากาศ

ข. ฝุ่นละอองแบบ Accumulation คืออนุภาคฝุ่นละอองที่มีขนาดระหว่าง 0.1 ถึง 2.5 ไมครอน เกิดจากการควบแน่นของไอระเหย และเกิดจากการรวมตัวกันของฝุ่นละอองแบบ Aiken nuclei อนุภาคฝุ่นละอองนี้สามารถเคลื่อนย้ายออกจากอากาศได้โดยเข้าไปเป็นแกนกลางให้น้ำเกาะแล้วรวมตัวอยู่ในเมฆ เรียกว่า Rain out หรือถูกชะล้างโดยฝนเอาอนุภาคฝุ่นในบรรยากาศลงมา เรียกว่า Wash out (John and Spyros, 1998)

สำหรับการตรวจวัดความเข้มข้นของอนุภาคฝุ่นละอองในบรรยากาศ โดยทั่วไปจะแบ่งการตรวจวัดออกเป็น 3 ช่วงขนาด ตามข้อกำหนดของ US. EPA ได้แก่

ฝุ่นละอองแขวนลอยรวม (Total Suspended Particulate, TSP) คือฝุ่นละอองที่มีอนุภาคนาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เกิน 100 ไมครอน ฝุ่นละอองแขวนลอยรวมที่พบบริเวณเขตเมืองโดยทั่วไปเป็นฝุ่นละอองปฐมภูมิ เกิดจากกระบวนการเผาไหม้เชื้อเพลิงจากการจราจร และฝุ่นละอองจากการก่อสร้าง และฝุ่นดินจากพื้นถนนที่ลอยขึ้นสู่อากาศอีกครั้ง (Resuspended particulate) ส่วนฝุ่นละอองทุติยภูมิเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบซัลเฟต ในโตรเจน และก๊าซอื่นให้อยู่ในรูปอนุภาค เนื่องจากฝุ่นละอองแขวนลอยรวมมีอันตรายต่อสุขภาพน้อยกว่าเมื่อเทียบกับฝุ่นละอองขนาดเล็ก ปัจจุบัน US. EPA จึงได้ยกเลิกค่ามาตรฐานฝุ่นละอองแขวนลอยรวม และได้กำหนดค่ามาตรฐานฝุ่นขนาดเล็ก 2 ชนิด คือ ฝุ่นละอองที่มีขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) และ ฝุ่นละอองที่มีขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$)

ฝุ่นละอองที่มีขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน คือฝุ่นละอองที่มีอนุภาคนาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่าหรือเท่ากับ 10 ไมครอน ประกอบด้วยสารหลายชนิดและมีองค์ประกอบธาตุที่แตกต่างกัน โดยมีแหล่งกำเนิดมาจากธรรมชาติ เช่น ฝุ่นดิน ฝุ่นจากละอองไอทะเล และมาจากกิจกรรมมนุษย์ เช่น การเผาไหม้ของเครื่องยนต์ การเผาของเสียจากเกษตรกรรม ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในเขตกรุงเทพมหานคร ส่วนใหญ่เกิดขึ้นจากกระบวนการเผาไหม้ของยานพาหนะประเภทต่างๆ เช่นรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน ดีเซล ซึ่งมีปริมาณธาตุคาร์บอนอินทรีย์ และคาร์บอนอินทรีย์ในปริมาณสูง (สมพงษ์, 2547) ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนนี้มีบทบาทสำคัญที่ทำให้เกิดปัญหาสุขภาพ เนื่องจากสามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจส่วนลึกได้ (Respirable particulate)

ฝุ่นละอองที่มีขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน คือฝุ่นละอองที่มีอนุภาคนาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่าหรือเท่ากับ 2.5 ไมโครเมตร เป็นอนุภาคของแข็งหรือกึ่งแข็งในสภาพกึ่งระเหย (Semi-volatile) สภาพระเหย (Volatile) ประกอบด้วยฝุ่นละอองปฐมภูมิเกิดจากการควบแน่นของก๊าซหรือไอระเหยในสภาวะที่มีอุณหภูมิสูงในกระบวนการเผาไหม้ และปลดปล่อยออกสู่บรรยากาศโดยตรง จากนั้นเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างอนุภาค หรือการรวมตัวกัน (Coagulation) เป็นฝุ่นละอองทุติยภูมิ

3.4 คุณสมบัติของฝุ่นละออง

คุณสมบัติของฝุ่นละอองขึ้นอยู่กับขนาดของฝุ่นละอองโดยคุณสมบัติของฝุ่นละอองที่สำคัญมีดังนี้

3.4.1 การรวมตัวและการแพร่

อนุภาคฝุ่นละอองในบรรยากาศสามารถเกาะติดกันเมื่อสัมผัสกันโดยเรียกว่า กระบวนการรวมตัว (Coagulation process) ซึ่งนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงขนาดและปริมาตร กลไกสำคัญสำหรับการรวมตัวของอนุภาคฝุ่นคือ การเคลื่อนไหวแบบบราวน์เนียน ปรากฏการณ์นี้เป็นสาเหตุให้อนุภาคฝุ่นที่มีรัศมีเล็กกว่า 0.1 ไมครอนในอากาศมีจำนวนลดลงอย่างรวดเร็ว อนุภาคฝุ่นที่มีรัศมีเล็กกว่า 0.1 ไมครอนนี้มีค่าสัมประสิทธิ์การแพร่และอัตราการรวมตัวสูง ส่วนอนุภาคฝุ่นที่มีรัศมีมากกว่า 0.3 ไมครอนมีค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ที่น้อยกว่ามาก จึงทำหน้าที่หลักเสมือนตัวจับ (Acceptor) อนุภาคฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า กล่าวโดยสรุปคือ อนุภาคฝุ่นขนาดเล็กส่วนใหญ่ถูกกำจัดโดยกระบวนการรวมตัวซึ่งขึ้นกับการแพร่ (Diffusion) แล้วกลายเป็นอนุภาคขนาดใหญ่ ทั้งนี้โดยทั่วไปกำหนดให้อนุภาคฝุ่นที่แขวนลอยในอากาศ เมื่อสัมผัสกันแล้วสามารถเกาะติดกันได้เสมอ นั่นคือมีประสิทธิภาพการชน (Collision efficiency) เท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนอนุภาคฝุ่นขนาดใหญ่ถูกกำจัดโดยกระบวนการตกตะกอน (Sedimentation) ตามแรงโน้มถ่วงโลก (ศิริกัลยา และคณะ, 2542)

3.4.2 ประจุไฟฟ้า

อนุภาคฝุ่นละอองในอากาศได้รับประจุไฟฟ้าสถิตย์ได้โดยกลไกต่างๆ ทำให้เกิดการถ่ายเทอิเล็กตรอนไปในผิวของอนุภาค หรือออกจากผิวของอนุภาค ทำให้อนุภาคมีประจุไฟฟ้าเป็นลบและบวก ตามลำดับ (ศิริวรรณ, 2543)

3.4.3 การดูดและคายความชื้น

ฝุ่นละอองที่เป็นอนุภาคของแข็งมักเป็นสารประเภท hygroscopic กล่าวคือสามารถดูดและคายความชื้นได้ โดยเมื่อฝุ่นละอองในอากาศดูดความชื้นมีผลให้มวลของฝุ่นละอองเพิ่มขึ้นและมีมวลลดลงเมื่อคายความชื้น ซึ่งฝุ่นละอองที่มีสมบัติเป็น hygroscopic มักมีองค์ประกอบทางเคมีที่ละลายน้ำได้ เช่น: สารอนินทรีย์ที่ละลายน้ำได้ (ซัลเฟต ไนเตรต แอมโมเนียม โซเดียม คลอไรด์) และสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้ เป็นต้น โดยพบว่าหากความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศอยู่ระหว่าง 60-85% อนุภาคฝุ่นที่มีสมบัติเป็น hygroscopic จะมีขนาดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (Tsai and Kuo, 2005)

4. แหล่งกำเนิดของฝุ่นละออง

ฝุ่นละอองที่แขวนลอยฟุ้งกระจายอยู่ในบรรยากาศทั่วไปนั้นอาจเกิดได้จากแหล่งกำเนิดโดยตรงแล้วแพร่กระจายสู่บรรยากาศจากแหล่งกำเนิดนั้น หรืออาจเกิดจากการรวมตัวของฝุ่นละอองด้วยกัน หรือรวมตัวกับก๊าซ หรือรวมตัวกับของเหลว หรือรวมกับของแข็ง ด้วยปฏิกิริยาเคมี หรือปฏิกิริยาเคมีแสง (Photochemical reaction) ทำให้เกิดเป็นอนุภาคขึ้น แหล่งที่มาของฝุ่นละอองในบรรยากาศ โดยทั่วไปแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

4.1 ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ

ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นจากกระบวนการทางธรรมชาติแบ่งเป็นฝุ่นละอองที่มาจากเปลือกโลก (Crustal aerosol) เกิดจากการกักร่อนของลมต่อเปลือกโลกซึ่งอาจเป็นพื้นดิน ทรายหรือหินเป็นต้น โดยฟุ้งกระจายไปตามกระแสลม เราเรียกฝุ่นละอองที่เกิดจากการฟุ้งกระจายของดินนี้ว่า ฝุ่นละอองแบบ Continental และฝุ่นละอองที่มีแหล่งกำเนิดจากน้ำทะเล เกิดจากการที่น้ำทะเลกระเซ็นเป็นฝอยลอยขึ้นในอากาศเนื่องจากลมและคลื่น และมีการระเหยเป็นอนุภาคเล็กๆ ของเกลือแทรกตัวอยู่ในบรรยากาศ เราเรียกฝุ่นละอองแบบนี้ว่า ฝุ่นละอองแบบ Maritime

4.2 ฝุ่นละอองที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์

ฝุ่นละอองที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ก็มีอันตรายต่อสุขภาพมากกว่าฝุ่นที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ โดยมักเป็นฝุ่นละอองที่เกิดจากชุมชนเมืองเรียกว่า ฝุ่นละอองแบบ Urban ในเขตกรุงเทพมหานครแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองที่สำคัญมาจากไอเสียจากรถยนต์ดีเซล มอเตอร์ไซค์ และการเผาไหม้ของชีวมวลร้อยละ 60-70 และฝุ่นละอองจากการก่อสร้างร้อยละ 5 (พงษ์เสวต, 2545) มีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 การคมนาคมขนส่ง

การคมนาคมขนส่งทำให้เกิดฝุ่นละอองจากการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิงของยานพาหนะหรือรถประเภทต่าง ๆ ได้แก่ เครื่องยนต์ดีเซลที่ปล่อยควันดำ ซึ่งประกอบด้วยอนุภาคคาร์บอนจำนวนมากเกิดจากการสันดาปไม่สมบูรณ์ของน้ำมันดีเซล หรือการปล่อยควันขาวซึ่งเป็น

ละอองไอของน้ำมันหล่อลื่น นอกจากนี้การขนส่งหิน ดินทราย ซีเมนต์ หรือวัตถุอื่น ๆ ที่ไม่ได้คลุมด้วยผ้าใบ หรือถนนสกปรก สามารถทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองในอากาศได้เช่นกัน ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนที่อยู่ใกล้เคียง โดยเฉพาะในบริเวณที่มีการถ่ายเทอากาศไม่ดี หรือมีลักษณะเหมือนที่เก็บกักมลสาร เช่น บริเวณภายใต้โครงสร้างสถานีรถไฟ ดังการศึกษาอิทธิพลของสิ่งก่อสร้างต่อการกระจายตัวของฝุ่นละอองบริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้าของปารีส(2546) พบว่าบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้ามีการสะสมของฝุ่นละอองมากกว่าบริเวณนอกโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า โดยมีปริมาณความเข้มข้นฝุ่นละอองบริเวณใต้โครงสร้างสถานี และนอกโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าเท่ากับ 5.8×10^6 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรต่อวัน และ 4.5×10^6 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรต่อวันตามลำดับ และการศึกษาความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) และ 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) บริเวณสถานีรถไฟฟ้าพระโขนงของสมพงษ์(2547) ยังพบว่า บริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้าพระโขนงซึ่งมีลักษณะโครงสร้างแบบปิด มีความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนและ 2.5 ไมครอนมากที่สุด รองลงมาคือบริเวณชั้น 2 และชั้น 3 ของสถานีตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนและ 2.5 ไมครอนบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าในวันทำงาน (วันจันทร์ และวันอังคาร) สูงถึง 102.4 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรและ 58.2 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศที่กำหนดให้ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนและ 2.5 ไมครอน ควรไม่เกิน 120 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรและ 65 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรตามลำดับ ทั้งนี้พบว่าลักษณะสถานีและองค์ประกอบของธาตุในฝุ่นละอองจากบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนส่วนใหญ่มาจากเครื่องยนต์เบนซินและดีเซล

4.2.2 การก่อสร้าง

การก่อสร้างหลายชนิดมักมีการเปิดหน้าดินก่อนการก่อสร้าง ซึ่งทำให้เกิดฝุ่นได้ง่าย เช่น อาคารสิ่งก่อสร้าง การปรับปรุงสาธารณูปโภค การก่อสร้างอาคารสูงทำให้ฝุ่นปูนซีเมนต์ถูกลมพัดออกจากอาคาร หรือการรื้อถอนทำลายอาคารหรือสิ่งก่อสร้างเป็นต้น

5. ผลกระทบของฝุ่นละอองต่อสุขภาพมนุษย์

ฝุ่นละอองมีผลต่อร่างกายมากน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับชนิดของฝุ่น ปริมาณที่ได้รับ ระยะเวลาที่สัมผัส ความแข็งแรงของสุขภาพหรือภูมิคุ้มกันของคนที่สูดเข้าไป อนุภาคฝุ่นละออง

ในบรรยากาศสามารถดูดซับและหักเหแสงได้ ทำให้ลดความสามารถในการมองเห็น ทักษะวิสัยในการมองเห็นไม่ดี ฝุ่นละอองยังทำให้เกิดโรคในระบบทางเดินหายใจ โรคระบบหัวใจและหลอดเลือด ทั้งนี้ระดับความรุนแรงของอาการป่วยจะเปลี่ยนแปลงตามปริมาณของฝุ่นละอองที่ได้รับ โดยพบว่าอัตราการเข้ารักษาตัวในโรงพยาบาลด้วยโรคระบบทางเดินหายใจ โรคหัวใจและหลอดเลือดสูงขึ้นเมื่อได้รับฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในปริมาณมาก และมีโอกาสป่วยมากขึ้นในสถานที่ที่ไม่มีเครื่องปรับอากาศ โดยผู้ที่อยู่อาศัยในที่ที่มีฝุ่นละอองมากมีโอกาสป่วยเป็นโรคในระบบทางเดินหายใจเฉียบพลันได้สูงเป็นสองเท่าของผู้ที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่มีฝุ่นละอองน้อย (ปาริย์และคณะ, 2548) และจากการศึกษาผลกระทบของฝุ่นละอองต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนเขตกรุงเทพมหานครของกรมควบคุมมลพิษ(2544) พบว่า ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในกรุงเทพมหานครปัจจุบัน อาจทำให้คนในกรุงเทพมหานครเสียชีวิตก่อนวัยอันควรจากการสัมผัสระยะสั้นกับฝุ่นละอองในอากาศภายนอกอาคารถึง 400-500 รายในแต่ละปี

อย่างไรก็ตามในธรรมชาติมีกระบวนการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองลง เช่นกระบวนการตกสะสม หรือกระบวนการจมของมลสาร ซึ่งช่วยให้มลสารในอากาศลดลง และช่วยลดผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อสุขภาพอนามัย

6. การหมุนเวียนอนุภาคมลสารออกจากอากาศ

อนุภาคมลสารชนิดหนึ่ง ๆ ที่ถูกปล่อยออกจากแหล่งกำเนิด จะฟุ้งกระจายและต้องลอยอยู่ในอากาศชั่วระยะเวลาหนึ่ง ก็จะหมุนเวียนออกจากอากาศไปยังตัวกลางอื่น ๆ หรือเปลี่ยนไปเป็นมลสารตัวอื่นโดยปฏิกิริยาเคมีในอากาศ กระบวนการหมุนเวียนอนุภาคมลสารออกจากอากาศเรียกว่ากระบวนการจม (Sink process) กระบวนการหมุนเวียนอนุภาคมลสารออกจากอากาศที่สำคัญได้แก่การตกตัวของมลสารตามแรงโน้มถ่วงโลก การตกสะสมแบบแห้ง (Dry deposition) และการตกสะสมแบบเปียก (Wet depositon) อธิบายได้ดังนี้

6.1 การตกตัวของมลสารด้วยแรงโน้มถ่วง

อนุภาคมลสารที่มีขนาดใหญ่สามารถตกสู่พื้นได้ด้วยแรงโน้มถ่วง (Sedimentation) ในขณะที่อนุภาคขนาดเล็กจะแขวนลอยอยู่ในอากาศได้นาน และอาจหมุนเวียนออกจากอากาศได้โดยการชนกับพื้นผิววัตถุ และโดยการรวมตัว (Coagulation) กับอนุภาคอื่นๆ ให้ได้อนุภาคที่มี

ขนาดใหญ่ขึ้นแล้วตกสู่พื้นด้วยแรงโน้มถ่วง ความเร็วในการตกสู่พื้นของอนุภาคมลสาร หรือเรียกว่า ความเร็วในการตกตัว (Terminal setting velocity) ค่าความเร็วนี้กำหนดโดยสมดุลระหว่างแรงโน้มถ่วง และแรงต้านทานซึ่งเกิดจากแรงเสียดลากเชิงแอโรไดนามิก (Areodynamic Drag) โดยความเร็วในการตกตัวของมลสารสามารถคำนวณได้โดยสมการที่ (1) สมการของอากาศพลศาสตร์ที่เรียกว่า Stoke's Law (Jacobson, 1999)

$$u_t = \frac{gd^2(\rho_p - \rho_a)}{18\mu} \quad (1)$$

โดยที่	u_t	=	ความเร็วสุดท้ายที่ตกถึงพื้นดิน (cm/s)
	g	=	ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงโลก (981 cm/s ²)
	d	=	เส้นผ่าศูนย์กลางของฝุ่น (cm)
	ρ_p	=	ความหนาแน่นของฝุ่น (g/cm ³)
	ρ_a	=	ความหนาแน่นของอากาศ (1.2 x 10 ⁻³ g/cm ³)
	μ	=	ความหนืดของอากาศ (1.81 x 10 ⁻⁴ g/cm/s)

จากสมการดังกล่าว ความเร็วของการตกตัวของฝุ่นละอองขนาดต่างๆที่อุณหภูมิ 0 °C ความดัน 760 มิลลิเมตรปรอท และฝุ่นละอองมีความหนาแน่น 1 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ระยะเวลาและความเร็วในการตกตัวของฝุ่นละอองขนาดต่างๆ

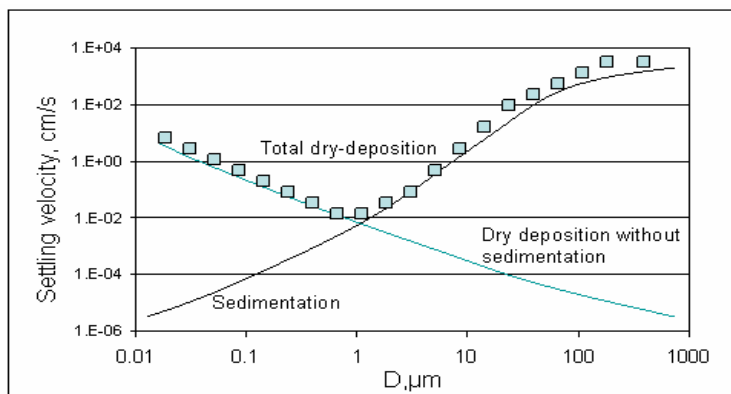
ฝุ่นละอองที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง (ไมครอน)	ความเร็วในการตกตัว (เมตร/วินาที)	เวลาที่ใช้ในการตกลงสู่พื้น ที่ระยะความสูง 1 กิโลเมตร
0.1	8 x 10 ⁻⁷	36 ปี
1.0	4 x 10 ⁻⁵	328 วัน
10	3 x 10 ⁻³	3.6 วัน
100	0.25	1.1 ชั่วโมง
1000	3.0	4 นาที

ที่มา: คัดแปลงจากปวีณา (2546) และ Jacobson (1999)

6.2 การตกสะสมแบบแห้ง

การตกสะสมแบบแห้ง (Dry Deposition หรือ Fall out) เป็นกระบวนการที่มลสารหมุนเวียนออกจากอากาศโดยตรง โดยมลสารไม่มีการรวมตัวกับน้ำฟ้า (Precipitation) เช่น ฝน หิมะ ลูกเห็บ เมฆ เป็นต้น แต่มลสารถูกกำจัดออกจากอากาศโดยการตกลงสู่พื้นตามแรงโน้มถ่วงโลกในอนุภาคมลสารขนาดใหญ่กว่า 20 ไมครอน หรือเกิดการชนของอนุภาคละเอียด (Impaction) ขนาด 2 ถึง 20 ไมครอนกับพื้นผิววัสดุ หรือการแพร่แบบบราวน์เนียน (Brownian diffusion) ของอนุภาคมลสารขนาดเล็กกว่า 0.05 ไมครอน อนุภาคขนาดเล็กมีการเคลื่อนที่แบบบราวน์เนียน (Brownian motion) เพราะถูกชนโดยโมเลกุลของอากาศที่อยู่รอบๆ การเคลื่อนที่แบบบราวน์เนียนนี้ทำให้อนุภาคขนาดเล็กมีความเร็วในการเกาะติดพื้นผิวสูง เกิดการหมุนเวียนมลสารออกจากอากาศได้

ความเร็วของการหมุนเวียนมลสารออกจากอากาศโดยกระบวนการตกสะสมแบบแห้ง ประกอบด้วยความเร็วจากการตกตัวของมลสารเนื่องจากแรงโน้มถ่วงโลก (Sedimentation velocity) และความเร็วที่ไม่ได้มาจากการตกตัวของมลสารเนื่องจากแรงโน้มถ่วง (Dry deposition without sedimentation velocity) (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 ความเร็วของการตกสะสมแบบแห้งทั้งหมด (Total dry deposition velocity)

ที่มา: Jacobson (1999)

อนุภาคมลสารที่มีขนาดเล็กกว่า 1 ไมครอน ความเร็วของการตกสะสมแบบแห้งเป็นความเร็วเนื่องมาจากการแพร่แบบบราวน์เนียนมากกว่าการตกตัวเนื่องจากแรงโน้มถ่วง ส่วน

อนุภาคมลสารขนาดมากกว่า 1 ไมครอน ความเร็วของการตกสะสมแบบแห้งเป็นความเร็วอันเนื่องมาจากแรงโน้มถ่วงโลก โดยมีผลมากขึ้นเมื่ออนุภาคมีขนาดใหญ่ขึ้น ในขณะที่อนุภาคมลสารขนาดประมาณ 1 ไมครอนความเร็วของการตกสะสมแบบแห้งเป็นความเร็วเนื่องมาจากแรงโน้มถ่วงโลกและการแพร่แบบบราวน์เนียนเท่า ๆ กัน (Jacobson, 1999)

6.3 การตกสะสมแบบเปียก

การตกสะสมแบบเปียก (Wet Deposition) เป็นกระบวนการที่มลสารหมุนเวียนออกไปจากอากาศ โดยมลสารมีการรวมตัวกับน้ำฟ้า สำหรับในกรณีการรวมตัวระหว่างมลสารกับน้ำฝนสามารถแบ่งวิธีการรวมตัวกันออกเป็น 2 ลักษณะคือ

6.3.1 ตกเป็นฝน (Rainout หรือ In-cloud scavenging)

กระบวนการที่มลสารในอากาศรวมตัวกับก้อนเมฆโดยอาจเป็นแกนกลาง (เช่น อนุภาคของอนุภาค) ให้น้ำมารวมตัวกันกลายเป็นก้อนเมฆ หรือมีเมฆเกิดขึ้นก่อน แล้วมลสารเข้าไปรวมกับก้อนเมฆภายหลัง การรวมตัวของมลสารกับเมฆแบบหลังนี้เกิดได้ดีขึ้นเมื่อมีการไหลเวียนของกระแสอากาศในแนวตั้ง (Vertical mixing) โดยกระแสอากาศพัดเอามลสารขึ้นไปรวมตัวกับชั้นบนของเมฆ เมื่อเมฆกลายเป็นฝน ทำให้มลสารที่รวมตัวกับก้อนเมฆตกลงมาพร้อมกับน้ำฝน กระบวนการนี้จัดว่าเป็นกระบวนการรวมตัวที่เกิดขึ้นก่อนฝนตก (In-cloud process)

6.3.2 ล้างด้วยฝน (Washout หรือ Below-cloud scavenging)

กระบวนการนี้เกิดเนื่องจากน้ำฝนที่ตกผ่านชั้นบรรยากาศชนกับอนุภาคฝุ่นที่อยู่ในบรรยากาศ แล้วจับเอาอนุภาคฝุ่นเข้าไป จากนั้นพาอนุภาคฝุ่นออกจากบรรยากาศลงพื้นผิวโลกพร้อมน้ำฝน ซึ่งเกิดขึ้นได้ดีกับอนุภาคที่มีขนาดมากกว่า 2 ไมครอน แต่อนุภาคที่มีขนาดในช่วง 0.1-2 ไมครอนจะได้รับผลเพียงเล็กน้อย สำหรับกระบวนการนี้จัดได้ว่าเป็นกระบวนการรวมตัวที่เกิดขึ้นหลังฝนตก (Below-cloud process) (ศิริกฤทธิ, 2547)

ประสิทธิภาพในการกำจัดฝุ่นละอองออกจากบรรยากาศของกระบวนการสะสมแบบเปียกด้วยวิธีการรวมตัวกับน้ำฝนนี้ สามารถคำนวณได้จากสัมประสิทธิ์การรวมตัวของอนุภาค

มลสารกับน้ำฝน หรือ Scavenging coefficient ($\Lambda(d_p)$) ซึ่งบอกถึงอัตราการเคลื่อนย้ายมลสารออกจากอากาศโดยการชะด้วยน้ำฝน ดังสมการที่ (2) (Bruno, 2007)

$$\Lambda(d_p) = \frac{3}{2} \frac{E(D_r, d_p) J}{D_r} \quad (2)$$

โดยที่	$\Lambda(d_p)$	=	Scavenging coefficient (s^{-1})
	D_r	=	เส้นผ่าศูนย์กลางกลางของหยดน้ำฝน (m)
	d_p	=	เส้นผ่าศูนย์กลางกลางของอนุภาคมลสาร (m)
	$E(D_r, d_p)$	=	ประสิทธิภาพการชนระหว่างอนุภาคฝุ่นกับหยดน้ำฝน (Collision efficiency)
	J	=	ความแรงของฝน (Rain intensity ; J) (mm/hr)

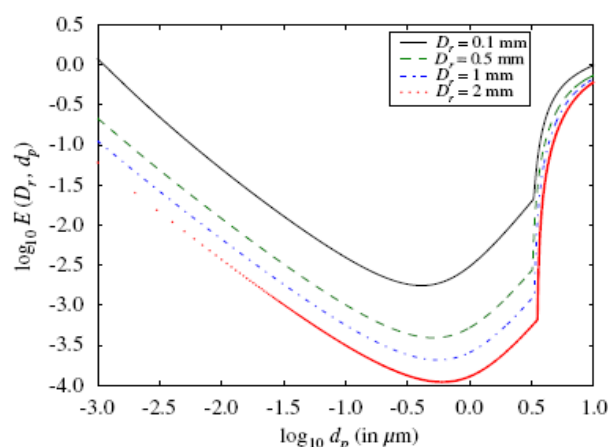
จากสมการที่ (2) การกำจัดมลสารออกจากบรรยากาศด้วยวิธีการรวมตัวกับน้ำฝนหรือ Scavenging coefficient ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพการชนระหว่างอนุภาคฝุ่นกับหยดน้ำฝน $E(D_r, d_p)$ เป็นสำคัญ โดยเกี่ยวข้องกับกลไกหลักในการจับฝุ่นของหยดน้ำฝน 3 กลไกคือ

การกระทบด้วยแรงเฉื่อย (Inertial Impaction) โดยเมื่อกระแสอากาศเข้าใกล้หยดน้ำที่ระยะทางหนึ่งก่อนถึงหยดน้ำ กระแสอากาศมีการไหลเบี่ยงเบนออกไปรอบๆหยดน้ำโดยพาอนุภาคฝุ่นขนาดเล็กเคลื่อนที่ไปตามไปด้วย ส่วนอนุภาคฝุ่นขนาดใหญ่ซึ่งมีแรงเฉื่อยมากไม่เคลื่อนที่ไปตามกระแสอากาศที่ไหลเบี่ยงเบนออกไป แต่เคลื่อนที่ตรงไปกระทบกับหยดน้ำและถูกหยดน้ำจับไว้ในที่สุด กลไกนี้เกิดขึ้นได้ดีในอนุภาคขนาดใหญ่กว่า 2 ไมครอน

การสกัดกั้นโดยตรง (Direct Interception) แม้ว่าอนุภาคฝุ่นขนาดเล็กเคลื่อนที่ตามกระแสอากาศที่ไหลเบี่ยงเบนไปรอบๆหยดน้ำก็ตาม อนุภาคฝุ่นขนาดเล็กเหล่านี้มีโอกาสเข้าสัมผัส และเกาะติดกับหยดน้ำได้ด้วยกลไกการสกัดกั้นโดยตรง หากว่าจุดศูนย์กลางของอนุภาคฝุ่นซึ่งเคลื่อนที่ไปกับกระแสก๊าซอยู่ห่างจากผิวของหยดน้ำเป็นระยะทางน้อยกว่ารัศมีของอนุภาคฝุ่นนั้น

การแพร่แบบบราวน์เนียน (Brownian Diffusion)อนุภาคฝุ่นที่มีขนาดเล็กมาก ๆ ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เกิน 0.1 ไมครอน และแขวนลอยอยู่ในกระแสน้ำอากาศ มีการเคลื่อนที่แบบซิกแซกที่เรียกว่า Brownian Motion เนื่องจากถูกชนด้วยโมเลกุลของอากาศที่อยู่รอบ ๆ การเคลื่อนที่แบบซิกแซกนี้เองทำให้อนุภาคฝุ่นขนาดเล็กเคลื่อนที่เบี่ยงเบนออกจากกระแสน้ำอากาศที่กำลังไหลผ่านไปรอบ ๆ หยดน้ำ ส่งผลให้อนุภาคฝุ่นละอองสัมผัสหยดน้ำได้

ทั้งนี้ประสิทธิภาพการชนระหว่างอนุภาคฝุ่นกับหยดน้ำฝนมีค่าต่ำ เมื่ออนุภาคฝุ่นมีเส้นผ่าศูนย์กลางอยู่ระหว่าง 0.2-2.0 ไมครอนเนื่องจากกลไกการจับฝุ่นต่าง ๆ มีข้อจำกัดในขนาดอนุภาคช่วงนี้ และยังมีค่าต่ำเมื่อเส้นผ่าศูนย์กลางของหยดน้ำฝนมีค่าสูง (ภาพที่ 4) ซึ่งส่งผลให้ Scavenging coefficient มีค่าต่ำตามไปด้วย (Bruno, 2007)



ภาพที่ 4 ประสิทธิภาพการชนระหว่างอนุภาคฝุ่นกับหยดน้ำฝน $E(D_r, d_p)$ ที่เส้นผ่าศูนย์กลางของอนุภาคฝุ่น (d_p) และหยดน้ำฝน (D_r) ขนาดต่างๆ

ที่มา : Bruno (2007)

7. อุปกรณ์ดักจับฝุ่น

อุปกรณ์ที่ใช้ดักจับเก็บอนุภาคฝุ่นมีมากมายหลายประเภท ทั้งนี้ขึ้นกับลักษณะของการทำงานและความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์ สามารถสรุปอุปกรณ์ดักจับฝุ่นได้ดังนี้

7.1. ห้องตกตะกอนที่ใช้แรงโน้มถ่วงของโลก (Settling Chamber)

มีลักษณะเป็นห้อง(Chamber) ที่ขยายใหญ่เพื่อให้อนุภาคมลสารมีความเร็วลดลงและตกด้วยแรงโน้มถ่วง ห้องตกตะกอนนี้ใช้สำหรับแยกอนุภาคมลสารขนาดใหญ่ประมาณ 40-60 ไมครอน เนื่องจากประสิทธิภาพในการแยกอนุภาคมลสารต่ำ จึงมักใช้เป็นเครื่องทำความสะอาดในขั้นแรก

7.2. เครื่องแยกที่ใช้แรงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal Separators) หรือไซโคลน (Cyclone)

เป็นเครื่องมือสำหรับแยกอนุภาคมลสารขนาดใหญ่ออกจากอากาศโดยใช้แรงหนีศูนย์กลาง ซึ่งเกิดจากการทำให้กระแสอากาศหมุนวน(Vortex) โดยมีหลักการทำงานคือให้อากาศเคลื่อนที่เข้าสู่ไซโคลนทางส่วนบนของเครื่อง ในแนวสัมผัสด้วยความเร็วประมาณ 20 ถึง 30 เมตรต่อวินาที เมื่ออากาศผ่านเข้ามาในไซโคลนจะเกิดกระแสวนขึ้น ทำให้เกิดแรงหนีศูนย์กลางเหวี่ยงอนุภาคมลสารไปยังผนังไซโคลน แล้วตกลงด้วยแรงโน้มถ่วง สำหรับกระแสวนเมื่อเคลื่อนลงถึงส่วนล่างของไซโคลนจะหมุนวนกลับเป็นกระแสวนที่เล็กกว่าเดิม และเคลื่อนที่ขึ้นไปตามตัวไซโคลนออกไปทางท่อออกที่อยู่ส่วนบนของไซโคลนต่อไป

7.3. เครื่องสัมผัสแบบเปียก (Wet scrubber)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ของเหลวดักจับฝุ่น หรืออนุภาคขนาดเล็กอย่างมีประสิทธิภาพ และจับก๊าซมลพิษจากกระแสอากาศได้ในขณะเดียวกัน โดยฉีดของเหลวเป็นละอองฝอยเข้าสู่กระแสอากาศ หรือให้กระแสอากาศไหลผ่านฟิล์มของเหลวด้วยความเร็วสูง หรือไหลผ่านชั้นวัสดุที่มีของเหลวเคลือบที่ผิว เมื่ออนุภาคเคลื่อนที่ใกล้ละอองหรือหยดน้ำจะสัมผัสกับละอองน้ำด้วยกลไกหลัก 3 กลไก คือ การกระทบเนื่องจากความเฉื่อย การสกัดกั้น และการแพร่ สำหรับหยดน้ำที่จับอนุภาคไว้จะถูกแยกออกจากกระแสก๊าซโดยแรงโน้มถ่วง หรือโดยแรงเหวี่ยง ขั้นตอนในการดักฝุ่นด้วยสกรับเบอร์มี 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่หนึ่งอนุภาคจะสัมผัสและดักจับด้วยหยดของเหลวหรือฟิล์มของเหลว ขั้นตอนที่สองเครื่องดักละอองน้ำที่ติดบนเครื่องสกรับเบอร์แยกหยดของเหลวออกจากกระแสก๊าซ และขั้นตอนสุดท้ายคือการบำบัดของเหลวที่จับฝุ่น(น้ำเสีย) ก่อนระบายทิ้ง

7.4. เครื่องกรองใย (Fabric Filter) หรือ ถุงกรอง (Bag Filter)

เป็นเครื่องมือสำหรับดักฝุ่นละอองได้อย่างมีประสิทธิภาพสูง โดยเฉพาะฝุ่นละอองขนาด 0.2 ถึง 0.5 ไมครอน มีหลักการทำงานคือ ให้อากาศเสียผ่านเข้าไปในห้อง ซึ่งมีถุงกรองจำนวนมาก อนุภาคมลสารขนาดเล็กจะถูกดักผ่านถุงกรอง และจะตกลงสู่พื้นล่าง โดยส่วนใหญ่การจับอนุภาคเกิดขึ้นในมวลของอนุภาคที่สะสมเป็นเค้กอยู่บนถุงกรอง แผ่นกรองโดยมากจะทำให้เป็นรูปถุงหรือหลอดกลม จึงเรียกว่า Bag Filter วัสดุที่ใช้จะเป็นผ้าฝ้าย โพลีโพรพิลีน ไนลอน เทฟลอน ใยแก้ว เป็นต้น

7.5. เครื่องตกตะกอนไฟฟ้าสถิตย์ (Electrostatic Precipitation)

เป็นเครื่องมือที่ใช้แรงไฟฟ้าในการแยกอนุภาคออกจากกระแสอากาศ โดยมีหลักการคือ ใส่ประจุไฟฟ้าให้กับอนุภาค แล้วผ่านอนุภาคที่มีประจุไฟฟ้าเข้าไปในสนามไฟฟ้าสถิตย์ อนุภาคเหล่านี้จะเคลื่อนที่เข้าหาและถูกเก็บบนแผ่นเก็บซึ่งมีศักย์ไฟฟ้าตรงกันข้าม อนุภาคที่เกาะติดजूไฟฟ้าหรือแผ่นเก็บเหล่านี้สามารถเอาออกได้โดยการเคาะให้หลุดและหล่นไปยังถุงพักด้านล่าง หรือโดยการสั่น เครื่องตกตะกอนไฟฟ้าสถิตย์นี้มีประสิทธิภาพสูงในการกำจัดอนุภาคฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 1 ไมครอน

สำหรับวิธีที่เหมาะสมในการควบคุมและกำจัดฝุ่นละอองในพื้นที่โล่งคือ การกำจัดฝุ่นด้วยการฉีดพ่นละอองน้ำ เพราะพื้นที่โล่งการควบคุมทิศทางเคลื่อนที่ของอากาศเป็นไปได้ยาก ทำให้การควบคุมฝุ่นโดยวิธีสร้างระบบดูดอากาศเพื่อส่งผ่านฝุ่นไปยังถุงกรองหรือหอสเปรย์ไม่สามารถกระทำได้นอกจากนี้วิธีนี้ยังเป็นวิธีที่ประหยัด และมีความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์สูง (สุชาดา, 2542)

8. การกำจัดฝุ่นละอองแบบฉีดละอองน้ำในพื้นที่โล่ง

การกำจัดฝุ่นละอองด้วยการฉีดละอองน้ำเป็นการใช้ของเหลวในการควบคุม ลด และกำจัดฝุ่นละอองที่แขวนลอยอยู่ในอากาศ (Airborne dust) หรือกำจัดฝุ่นละอองที่แหล่งกำเนิดโดยตรง โดยเป็นวิธีการให้ความชื้นโดยใช้น้ำ หรืออาจมีการเติมสารประกอบควบคุมฝุ่น (dust control

compound) เช่นสารประเภทโพลิเมอร์เหลว (Polymer emulsion) เพื่อให้อนุภาคฝุ่นยึดเกาะกันแน่นมากขึ้น โดยการกำจัดฝุ่นละอองด้วยละอองน้ำมีกระบวนการที่เกี่ยวข้องดังนี้ (กมล, 2540)

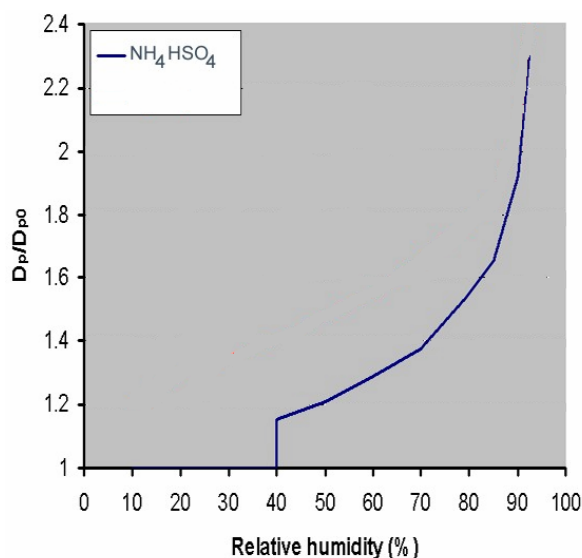
8.1 กระบวนการกำจัดฝุ่นละอองโดยละอองน้ำ

8.1.1. การกักขัง (Confinement) ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นเหนือบริเวณพื้นที่กำเนิดฝุ่นด้วยม่านความชื้น

8.1.2. การทำให้ฝุ่นละอองมีมวลเพิ่มขึ้นโดยการสัมผัสโดยตรงระหว่างอนุภาคฝุ่นละอองกับหยดละอองน้ำ หรือสัมผัสในรูปของความชื้นโดยอาศัยกลไกการออสโมซิส ทั้งนี้ฝุ่นละอองที่สามารถรวมตัวกับหยดละอองน้ำหรือความชื้นได้ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละออง

8.1.3 การจับเป็นกลุ่มก้อน (Formation of agglomerate) โดยการรวมตัวกันระหว่างอนุภาคฝุ่นด้วยตัวเองและหยดละอองน้ำ ทำให้อนุภาคฝุ่นมีน้ำหนักเกินกว่าแขวนลอยในอากาศ จึงตกตัวลงสู่พื้นล่าง นำไปสู่การลดลงของความเข้มข้นฝุ่นละออง

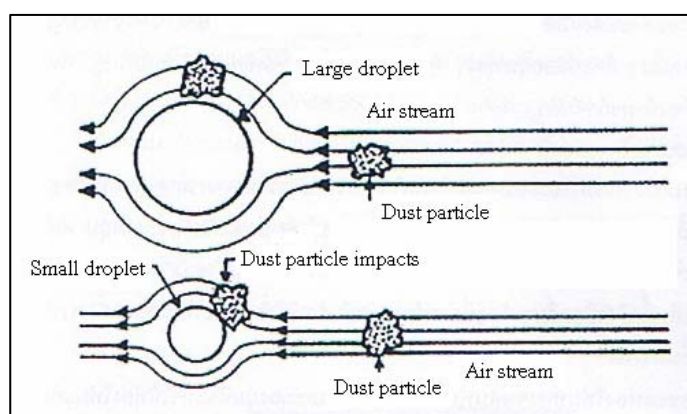
สำหรับในบรรยากาศฝุ่นละอองที่สามารถเพิ่มขนาดอนุภาคโดยการดูดความชื้นในอากาศได้ เรียกว่าฝุ่นละอองมีสมบัติเป็น hygroscopic โดยการเพิ่มขึ้นของขนาดอนุภาคฝุ่นมีความสัมพันธ์กับความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ ดังพบว่าเมื่อความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 40 อนุภาคฝุ่นละอองของแอมโมเนียมไบซัลเฟต (NH_4HSO_4) มีค่าอัตราส่วนระหว่างขนาดอนุภาคฝุ่นที่ความชื้นสัมพัทธ์ใด ๆ ต่อขนาดอนุภาคฝุ่นในสภาวะอากาศแห้ง (D_p/D_{p0}) มากกว่า 1 ซึ่งแสดงถึงฝุ่นละอองแอมโมเนียมไบซัลเฟต (NH_4HSO_4) สามารถเพิ่มขนาดอนุภาคฝุ่นละอองได้เมื่อความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 40 (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 การเพิ่มขึ้นของขนาดอนุภาคฝุ่นละออง เมื่อความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศเพิ่มขึ้น
ที่มา: ดัดแปลงจาก Seinfeld (1998)

ฝุ่นละอองที่มีสมบัติเป็น hygroscopic มักเป็นฝุ่นละอองประเภทเกลืออนินทรีย์ (Inorganic salt) เช่น แอมโมเนียมไนเตรด แอมโมเนียมซัลเฟต แอมโมเนียมไบซัลเฟต และโซเดียมคลอไรด์ หรือมักมีองค์ประกอบทางเคมีที่สามารถละลายน้ำได้ ได้แก่ สารอนินทรีย์ที่ละลายน้ำได้ เช่น คลอไรด์ ไนเตรด ซัลเฟต โซเดียม แอมโมเนียม เป็นต้น และสารอินทรีย์คาร์บอนที่ละลายน้ำได้ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสารอินทรีย์ทุติยภูมิที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันระหว่างไอโซนกับโมโนเทอร์ปีน (Monoterpenes) ที่มาจากเขม่าไอเสีย ทำให้เกิดการสร้างประจุ หรือขั้วบนผิวอนุภาคฝุ่น (Polar surface group) เช่น กลุ่มคาร์บอกซิเลต (Decesari *et al*, 2002) โดยพบว่าสารอินทรีย์ในอากาศซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากกระบวนการเผาไหม้เชื้อเพลิง ยานพาหนะ หรือผลของปฏิกิริยา Photochemical reaction ประมาณร้อยละ 15-67 เป็นสารอินทรีย์ที่สามารถละลายน้ำได้ (Chen and Lee, 1999) ส่วนฝุ่นละอองที่มีสมบัติเป็น Non- hygroscopic หรือฝุ่นละอองที่มีสมบัติไม่เปียกน้ำ ได้แก่ ฝุ่นละอองจากดิน ฝุ่นที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง และสารอินทรีย์ทุติยภูมิบางชนิด (Kerminen, 1996) ทั้งนี้ในการกำจัดฝุ่นละอองที่มีสมบัติเป็น Non- hygroscopic นิยมเติมสารลดแรงตึงผิวของหยดน้ำเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดฝุ่นละออง เช่น สารประเภทโพลิเมอร์จำพวก อะคริลิกไวนิลอะซิเตต (Acrylic Vinyl Acetate Polymer) เป็นต้น (กรมควบคุมมลพิษ, 2543)

ในการควบคุมฝุ่นละอองอย่างมีประสิทธิภาพจำเป็นต้องทราบถึงขนาดอนุภาคฝุ่นละอองที่สนใจ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการกำหนดขนาดหยดละอองน้ำสำหรับฉีดพ่น โดยหยดละอองน้ำขนาดเท่ากันหรือใกล้เคียงกับอนุภาคฝุ่นมีโอกาสในการเข้าชนกับอนุภาคฝุ่นมากกว่าหยดละอองน้ำที่มีขนาดใหญ่ เพราะหยดละอองน้ำขนาดใหญ่มีแรงตึงผิวสูงเป็นผลให้อนุภาคฝุ่นไหลรอบหยดละอองน้ำ ทำให้เกิดการชนกันได้น้อย(ภาพที่ 6) (กรมควบคุมมลพิษ, 2543) อย่างไรก็ตาม หยดละอองน้ำที่มีขนาดเล็ก มีความเร็วในการตกตัวต่ำ (เช่นหยดละอองน้ำขนาด 10 ไมครอนมีความเร็วในการตกตัวเท่ากับ 7.87×10^{-3} เมตรต่อวินาที) สามารถถูกพัดลอยไปตามลมได้ง่าย นอกจากนี้อนุภาคฝุ่นกับหยดละอองน้ำที่ชนกันและเกาะรวมตัวกันแล้วก็สามารถถูกพัดลอยไปตามลมได้เช่นกัน จึงอาจทำให้พบการลดลงของฝุ่นละอองในบริเวณอื่นนอกเหนือจากบริเวณที่มีการฉีดละอองน้ำ(สุชาติ, 2542)



ภาพที่ 6 เปรียบเทียบโอกาสในการชนกันระหว่างอนุภาคฝุ่นกับขนาดหยดละอองน้ำ
ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2543)

เนื่องจากขนาดอนุภาคฝุ่นละอองบริเวณแนวเส้นทางเดินรถไฟฟ้ากรุงเทพมหานครหรือรถไฟฟ้าบีทีเอส ส่วนใหญ่เป็นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนโดยมีสัดส่วนของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนกระจายอยู่ในฝุ่นละอองแขวนรวมเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 64 (กิตติชัย, 2548) และเนื่องจากฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนมีความเร็วในการตกตัวต่ำ กอปรกับมีอันตรายต่อสุขภาพมากกว่าฝุ่นละอองขนาดใหญ่ ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าจึงถือเป็นมลพิษที่ต้องควบคุม ทั้งนี้การควบคุมหรือลดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนอย่างมีประสิทธิภาพจำเป็นต้องใช้หยดละอองน้ำขนาดเท่ากับหรือใกล้เคียงกับ

อนุภาคฝุ่น โดยระบบที่สามารถผลิตหยดละอองน้ำให้มีขนาดเล็กมากขนาดประมาณ 10 ไมครอนได้ ได้แก่ระบบฉีดละอองน้ำแรงดันสูง มีรายละเอียดดังนี้

8.2 ระบบฉีดละอองน้ำแรงดันสูงบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้ากรุงเทพมหานคร

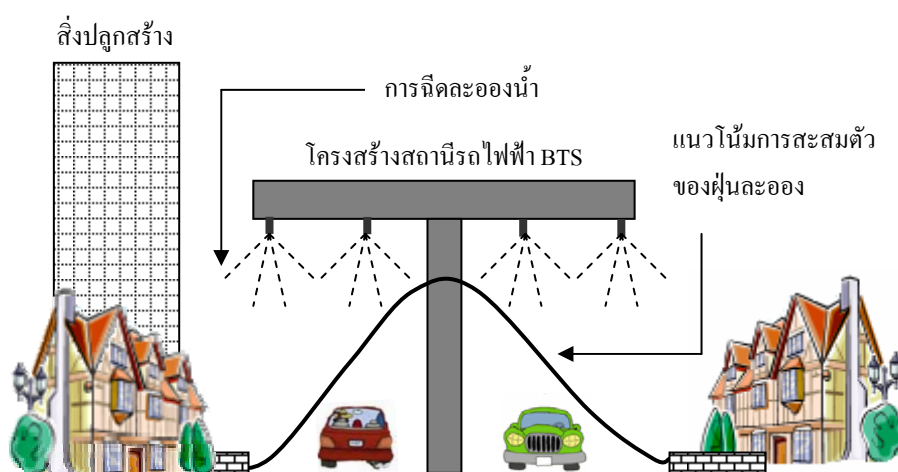
ระบบฉีดละอองน้ำแรงดันสูงเป็นระบบที่มีการอัดอากาศความดันสูง เพื่อไล่น้ำให้ผ่านรูขนาดเล็ก(Orifice) ของหัวฉีดที่ออกแบบพิเศษให้สามารถผลิตละอองน้ำที่มีขนาดเล็กและกระจายตัวได้มาก ซึ่งในการศึกษาประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองบริเวณสถานีรถไฟฟ้ากรุงเทพมหานครนี้ได้ใช้ระบบฉีดละอองน้ำที่มีแรงดันอากาศ 1,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เพื่อดันน้ำให้ผ่านรูขนาดประมาณ 10 ไมครอน โดยแต่ละหัวฉีดมีอัตราการใช้น้ำเท่ากับ 0.02 แกลลอนต่อนาทีหรือประมาณ 75 มิลลิลิตรต่อนาที ระบบนี้ถูกออกแบบโดยบริษัทมาสเตอร์คูล อินเตอร์เนชั่นแนลจำกัด มีลักษณะหัวฉีดละอองน้ำดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 หัวฉีดละอองน้ำแรงดันสูงที่ติดตั้งใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้ากรุงเทพมหานคร

ในการติดตั้งระบบฉีดละอองน้ำแรงดันสูงนี้ได้กำหนดให้มีการติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำที่ระยะห่างระหว่างหัวฉีด 2 เมตร ทั้งนี้เนื่องจากจากการศึกษาเบื้องต้นเพื่อเปรียบเทียบการลดลงของความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนที่ระยะห่างระหว่างหัวฉีดละอองน้ำ 1.0 เมตร 1.5 เมตร และ 2.0 เมตร พบว่าการฉีดละอองน้ำที่ระยะห่างระหว่างหัวฉีดละอองน้ำ 2 เมตรสามารถลดความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนได้สูงสุดโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 21 ซึ่งเป็นเพราะระยะห่างระหว่างหัวฉีด 2 เมตรให้รัศมีการฉีดละอองน้ำในแต่ละหัวฉีดไม่ชนกัน หยด

ละอองน้ำจึงกระจายตัวได้ดีไม่รวมตัวกลายเป็นหยดละอองขนาดใหญ่เกินกว่าเข้าจับกับอนุภาคฝุ่น ซึ่งต่างจากการฉีดละอองน้ำที่ระยะห่างระหว่างหัวฉีดละอองน้ำ 1 เมตรและ 1.5 เมตร ที่มีรัศมีการฉีดละอองน้ำชนกัน ทำให้หยดละอองน้ำรวมตัวกลายเป็นหยดละอองขนาดใหญ่ ส่งผลให้การลดความเข้มข้นฝุ่นละอองมีประสิทธิภาพต่ำหรือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 5 และร้อยละ 3 ตามลำดับ จากผลการศึกษาดังกล่าวจึงกำหนดได้ให้มีการติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำที่ระยะห่างระหว่างหัวฉีด 2 เมตร โดยได้ทำการติดตั้งระบบฉีดละอองน้ำทั้ง 2 ฟังการจราจร ฟังละ 2 แนวซึ่งประกอบด้วย แนวการฉีดละอองน้ำริมพื้นที่ทางเดินเท้า และแนวการฉีดละอองน้ำริมพื้นที่เกาะกลางถนน รวมมีการติดตั้งระบบฉีดละอองน้ำทั้งสิ้น 4 แนว แม้ว่าในการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองด้วยการฉีดละอองน้ำบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า มีจุดมุ่งหมายหลักในการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองในพื้นที่ทางเดินเท้าเพราะเป็นพื้นที่ที่ประชาชนใช้ในการดำเนินกิจกรรม แต่เนื่องจากบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้ามีการสะสมของฝุ่นละอองสูงในพื้นที่เกาะกลางถนน และค่อย ๆ ลดลงในพื้นที่การจราจรของทั้งสองฝั่ง(ภาพที่ 8) ทั้งนี้เป็นผลจากพื้นที่เกาะกลางถนนเป็นพื้นที่ที่ไม่ได้รับอิทธิพลจากการวิ่งของรถ จึงทำให้มีสภาพอากาศนิ่ง อากาศถ่ายเทต่ำ นำไปสู่การคั่งค้างและสะสมตัวของมลสารซึ่งต่างจากพื้นที่การจราจรทั้งสองฝั่งที่ได้รับอิทธิพลจากความเร็วในการวิ่งของรถ จึงทำให้อากาศมีการถ่ายเท มลสารสามารถกระจายตัวได้ดี ดังนั้นเพื่อลดการสะสมตัวของฝุ่นละอองในพื้นที่เกาะกลางถนน และเพื่อลดความเข้มข้นฝุ่นละอองที่อาจถูกพัดตามลมให้เข้าหาพื้นที่ทางเดินเท้า จึงได้ทำการติดตั้งระบบฉีดละอองน้ำแรงดันสูงตามแนวพื้นที่เกาะกลางถนนด้วย



ภาพที่ 8 แนวโน้มการสะสมตัวของฝุ่นละอองบริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้ากรุงเทพมหานคร

9. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ประโพธิ (2540) ได้ศึกษาปริมาณฝุ่นละออง การกระจายขนาดของฝุ่นละอองจากการก่อสร้างและความถี่ในการฉีดละอองน้ำที่เหมาะสม เพื่อลดปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นจากการสร้างถนน โดยการศึกษาได้ตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองที่ฟุ้งกระจายจากถนนที่ระดับความสูงต่างๆ คือ 1.5 เมตร 2.5 เมตร และ 3.5 เมตร บริเวณขอบถนนพบว่าก่อนฉีดน้ำมีอัตราการปล่อยฝุ่นละอองรวม (TSP) 1.73 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวินาที ความเข้มข้นของฝุ่นละอองรวมเฉลี่ย 24 ชั่วโมงรวมเท่ากับ 0.387 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อทำการควบคุมฝุ่นด้วยการฉีดละอองน้ำในอัตรา 0.76 ลิตรต่อตารางเมตร วันละ 5 ครั้ง ทำให้ความเข้มข้นของฝุ่นละอองรวมในบรรยากาศผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไป โดยมีประสิทธิภาพการลดฝุ่นดังนี้ ฉีดละอองน้ำจำนวน 3, 4 และ 5 ครั้งต่อวัน ประสิทธิภาพการลดฝุ่นมีค่า 35.3 เปอร์เซ็นต์ 60.1 เปอร์เซ็นต์ และ 75.2 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

ปวีณา (2546) ทำการศึกษาจำนวน ขนาด และการกระจายตัวของฝุ่นละอองตามลักษณะโครงสร้างของสถานีรถไฟฟ้ากรุงเทพมหานคร(รถไฟฟ้าบีทีเอส) โดยแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ สถานีรถไฟฟ้าที่มีโครงสร้างแบบเปิด (สถานีรถไฟฟ้าช่องนนทรี) โครงสร้างแบบปิด (สถานีรถไฟฟ้าพระโขนง) และโครงสร้างแบบกึ่งปิด (สถานีรถไฟฟ้าพญาไท) พบว่า จำนวนอนุภาคฝุ่นละออง และปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร บริเวณจุดเก็บตัวอย่างได้สถานีรถไฟฟ้ามีค่ามากกว่าบริเวณนอกสถานีรถไฟฟ้า และสถานีที่มีโครงสร้างแบบปิดมีค่ามากกว่าสถานีรถไฟฟ้าที่มีโครงสร้างแบบกึ่งปิด และโครงสร้างแบบเปิด ตามลำดับ และที่ระดับความสูง 3.0 เมตร มีปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร มากกว่าที่ระดับ 1.5 และ 0.5 เมตร และจากการทดลองพบว่า ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรมีทิศทางการเคลื่อนที่ในแนวตั้ง โดยอนุภาคที่มีขนาดใหญ่กว่าจะตกตามแรงโน้มถ่วงของโลกได้เร็วกว่าอนุภาคที่มีขนาดเล็ก

สมพงษ์ และวัลลภา (2544) พบว่าความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนเฉลี่ย 24 ชั่วโมง บริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้าพญาไท ศาลาแดง และสยาม มีค่าเท่ากับ 142 ± 12.6 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร 127 ± 14.3 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 115 ± 5.7 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยระดับความดังของเสียง 24 ชั่วโมงเท่ากับ 78 เดซิเบล(เอ) 76.9 เดซิเบล(เอ) และ 81.7 เดซิเบล(เอ)ตามลำดับ จากผลการตรวจวัดแสดงถึงมลพิษทางอากาศประเภทฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนและระดับความดังของเสียงบริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้ามี

ค่าสูงเกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไป (ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนควรมีค่าไม่เกิน 120 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) และค่ามาตรฐานระดับความดังของเสียงในบริเวณพื้นที่ทั่วไป(ระดับความดังของเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมงควรมีค่าไม่เกิน 70 เดซิเบล(เอ))

สมพงษ์ (2547) ทำตรวจวัดการกระจายตัวของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 และ 10 ไมครอน บริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า บริเวณชั้น 2 และบริเวณชั้น 3 ของสถานีรถไฟฟ้าชองนนทรี พญาไท และพระโขนงพบว่า ฝุ่นละอองทั้งสองขนาดมีความเข้มข้นฝุ่นละอองลดลงตามระดับความสูงที่เพิ่มขึ้น โดยบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้ามีความเข้มข้นฝุ่นละอองมากที่สุด รองลงมาคือบริเวณชั้น 2 และ 3 ของสถานีตามลำดับ และเมื่อพิจารณาการกระจายตัวของฝุ่นละอองตามลักษณะโครงสร้างสถานีจากเปอร์เซ็นต์การลดลงของความเข้มข้นฝุ่นละอองในบริเวณชั้น 2 และชั้น 3 ของสถานีเทียบกับความเข้มข้นของฝุ่นละอองใต้สถานีรถไฟฟ้าพบว่า สถานีรถไฟฟ้าชองนนทรีซึ่งมีโครงสร้างของสถานีไม่ครอบคลุมพื้นผิวการจราจร และมีระยะห่างระหว่างสถานีกับอาคารมากกว่าสถานีอื่น มีการแพร่กระจายของฝุ่นละอองขนาดเล็กทั้งสองขนาดในแนวระดับมากกว่าสถานีรถไฟฟ้าพญาไท และพระโขนงที่มีโครงสร้างของสถานีครอบคลุมพื้นผิวการจราจรทั้งหมด และมีระยะห่างระหว่างสถานีกับอาคารน้อย ซึ่งแสดงถึงสถานีรถไฟฟ้าพญาไท และพระโขนงมีลักษณะเหมือนกล่องเก็บกักมลสาร จึงทำให้มีการแพร่กระจายของฝุ่นละอองในแนวระดับน้อย และจากการวิเคราะห์ลักษณะของสัญญาณและองค์ประกอบของธาตุพบว่า แหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองบริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้ามาจากเครื่องยนต์ดีเซลและเบนซิน โดยมีธาตุคาร์บอน ออกซิเจน ซัลเฟอร์เป็นองค์ประกอบหลัก

ส่วนการศึกษาในต่างประเทศของ Richard (1976) พบว่าการฉีดละอองน้ำเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับควบคุมปริมาณฝุ่นภายในโรงโม่หิน บริเวณจุดถ่ายโอน (Transfer Point) หรือบริเวณสายพานลำเลียงหินหลังขั้นตอนการคัดขนาดหินซึ่งเป็นบริเวณที่มีการฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองสูง เนื่องจากเป็นวิธีการที่มีค่าใช้จ่ายต่ำและสะดวกกว่าวิธีการควบคุมปริมาณฝุ่นโดยการฉีดสารดีเทอร์โฟม ถึงแม้วิธีการฉีดละอองน้ำมีประสิทธิภาพในการควบคุมปริมาณฝุ่นไม่สูงเท่ากับวิธีการฉีดสารดีเทอร์โฟม แต่สูงพอที่ใช้ในการควบคุมปริมาณฝุ่นบริเวณจุดถ่ายโอนได้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เครื่องมือเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองแขวนลอยรวม (TSP Hi-Volume Sampler)

เครื่องมือเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองแขวนลอยรวม(ภาพที่ 9) ใช้หลักการกรอง(Filtration) โดยดูดอากาศผ่านกระดาษกรองในอัตรา 40-60 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที ทำให้ฝุ่นละอองที่แขวนลอยในอากาศถูกกรองอยู่บนกระดาษกรองขนาด 8 x 10 ตารางนิ้วที่สามารถดักฝุ่นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระหว่าง 0.1-100 ไมครอนได้



ภาพที่ 9 เครื่องมือเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองแขวนลอยรวม

2. เครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM₁₀ Hi-Volume Sampler)

เครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน(ภาพที่ 10) มีพื้นฐานการทำงานเหมือนเครื่องมือเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองแขวนลอยรวม โดยอาศัยหลักการของการชน (impaction) และการตกลงสู่พื้น(setting chamber) ทำให้ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนเท่านั้นที่ตกอยู่บนกระดาษกรอง



ภาพที่ 10 เครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน

3. เครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางลม (Sonic Anemometer: RMYoung)

เครื่องวัดความเร็วลมและทิศทางลม(ภาพที่ 11) ใช้หลักการการตรวจวัดคลื่นเสียงที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของอากาศ



ภาพที่ 11 เครื่องวัดความเร็วและทิศทางลม

4. กระดาษกรองชนิด Glass fiber filter ขนาด 8 x 10 ตารางนิ้ว

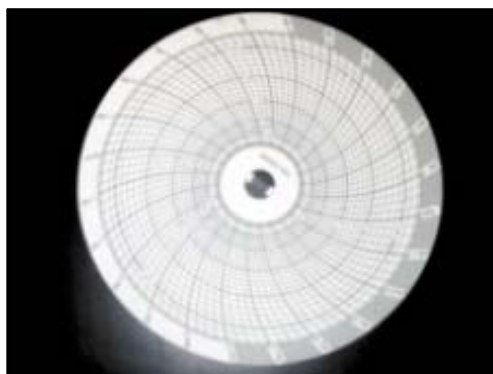
กระดาษกรองชนิด Glass fiber filter ขนาด 8 x 10 ตารางนิ้ว(ภาพที่ 12) เนื้อกระดาษกรองทำจากใยแก้วละเอียด ใช้สำหรับดักจับอนุภาคฝุ่นที่ถูกดูดเข้ามาโดยเครื่องมือเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง



ภาพที่ 12 กระดาษกรองชนิด Glass fiber filter

5. กระดาษบันทึกอัตราการไหลของอากาศ (Flow chart)

กระดาษบันทึกอัตราการไหลของอากาศ หรือกระดาษกราฟวงกลม(ภาพที่ 13) ใช้สำหรับบันทึกอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านเข้าสู่กระดษกรองชนิด Glass fiber filter



ภาพที่ 13 กระดาษบันทึกอัตราการไหลของอากาศ

6. ตู้ดูดความชื้น (Desiccators cabinets)

ตู้ดูดความชื้น(ภาพที่ 14)ใช้สำหรับดูดความชื้นกระดษกรองทั้งก่อนและหลังเก็บตัวอย่างภายในตู้มีซิลิกาเจลสำหรับดูดความชื้น และมีอุปกรณ์สำหรับวัดความชื้นสัมพัทธ์(Hygrometer) ติดตั้งอยู่ด้วย



ภาพที่ 14 ตู้ดูดความชื้น

7. เครื่องชั่งน้ำหนักแบบละเอียด 0.0001 กรัม (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง)

เครื่องชั่งน้ำหนักแบบละเอียด 0.0001 กรัม (ภาพที่ 15) ใช้สำหรับชั่งน้ำหนักกระดาษกรอง ก่อนและหลังเก็บตัวอย่าง



ภาพที่ 15 เครื่องชั่งน้ำหนักแบบละเอียด 0.0001 กรัม

วิธีการ

1. การกำหนดพื้นที่ศึกษาและจุดเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง

ในการศึกษานี้ได้ทำการศึกษาที่บริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย เนื่องจากมีโครงสร้างสถานีแบบปิด กล่าวคือ มีโครงสร้างสถานีครอบคลุมพื้นที่ผิวการจราจรทั้งสองฝั่งถนน และยังถูกขนาบด้วยอาคารพาณิชย์และสิ่งก่อสร้างตลอดความยาวของสถานี ส่งผลให้ถนนใต้สถานีรถไฟฟ้ามีลักษณะกีดขวางการกระจายตัวของฝุ่นละอองทั้งในแนวดิ่งและแนวระดับ หรือมีลักษณะเป็นที่เก็บกักมลสาร (ภาพที่ 16) ซึ่งจากการตรวจวัดความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน และฝุ่นละอองแขวนลอยรวม บริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ในปีพ.ศ. 2548 พบว่ามีความเข้มข้นฝุ่นละอองเฉลี่ย 24 ชั่วโมงเท่ากับ 244 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 433 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ (วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2548) ซึ่งเกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศที่กำหนดให้ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน และฝุ่นละอองแขวนลอยรวมควรมีค่าไม่เกิน 120 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 330 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรตามลำดับ และเนื่องจากสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายอยู่ใกล้กับที่ทำการ

ของบริษัทระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพ จำกัด(มหาชน) ซึ่งสะดวกแก่การติดต่อและประสานงาน ระหว่างการดำเนินการศึกษา จากเหตุผลดังกล่าวจึงกำหนดให้บริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า สะพานควายเป็นพื้นที่ศึกษาประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองโดยการฉีดละอองน้ำ แรงดันสูง



ภาพที่ 16 ลักษณะโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย

การศึกษานี้ได้แบ่งพื้นที่ศึกษาบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายออกเป็น 3 บริเวณคือ บริเวณด้านนอกโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า บริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าที่มีการติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำแรงดันสูง และบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าที่ไม่มีการติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำแรงดันสูง โดยในแต่ละบริเวณได้กำหนดตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองบริเวณละ 2 ตำแหน่ง คือจุดเก็บตัวอย่างในตำแหน่งพื้นที่เกาะกลางถนน และในตำแหน่งพื้นที่ทางเดินเท้าฝั่งขาเข้าอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิ หรือทางด้านทิศตะวันออกของโครงสร้างสถานี ทั้งนี้การกำหนดตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองได้พิจารณาจากการเคลื่อนที่ของมวลอากาศใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า สะพานควาย เมื่อมีลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งเป็นทิศทางลมหลักในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา รวมจุดเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในการศึกษานี้มีทั้งสิ้น 6 จุดเก็บตัวอย่างดังภาพที่ 17 โดยมีรายละเอียดของสภาพพื้นที่ศึกษาดังนี้



ภาพที่ 17 จุดเก็บตัวอย่างบริเวณสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย

- หมายเหตุ ★ เครื่องมือตรวจวัดความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวม
และเครื่องมือตรวจวัดความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน
● เครื่องตรวจวัดทางอุตุนิยมวิทยา

1.1 สภาพพื้นที่ศึกษาบริเวณสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย

สถานีรถไฟฟ้าสะพานควายมีทิศทางการวางตัวในแนวทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (ภาพที่ 17) โครงสร้างสถานีกว้างประมาณ 22 เมตร ยาวประมาณ 120 เมตร และสูงจากพื้นถนนถึงชั้นสองของสถานีประมาณ 5.5 เมตร ลักษณะโครงสร้างสถานีก่อคลุมพื้นที่ผิวการจราจรทั้ง 2 ฝั่งถนนซึ่งมีการจราจรค่อนข้างหนาแน่นตลอดทั้งวัน โดยเฉพาะในช่วงโมงเร่งด่วนช่วงเช้าเวลา 7.00 - 9.00 น. และช่วงเย็นเวลา 16.00 - 19.00 น. ลักษณะพื้นที่ทั้ง 2 ข้างของโครงสร้างสถานีถูกล้อมรอบไปด้วยอาคารพาณิชย์และสิ่งปลูกสร้างต่าง ๆ อย่างหนาแน่น โดยทางทิศตะวันตกของโครงสร้างสถานีมีระยะห่างระหว่างตัวอาคารกับโครงสร้างสถานีประมาณ 6.45 เมตร และทางทิศตะวันออกมีระยะห่าง 3.50 เมตร สำหรับพื้นที่ศึกษาในแต่ละบริเวณ คือบริเวณด้านนอกโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า บริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าที่มีการติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำแรงดันสูง และบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าที่ไม่มีการติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำแรงดันสูงมีสภาพพื้นที่ดังนี้

1.1.1 บริเวณด้านนอกโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย

บริเวณด้านนอกโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายอยู่ทางทิศเหนือของโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า พื้นที่โดยรอบทั้ง 2 ฝั่งถนนมีป้ายรอรถโดยสารประจำทาง และอาคารพาณิชย์ บริเวณนี้มีจุดเก็บตัวอย่าง 2 จุด ซึ่งตั้งอยู่ห่างจากโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าประมาณ 5 เมตร ได้แก่

ก. จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ตั้งอยู่บนพื้นที่ทางเดินเท้าริมถนนพหลโยธินฝั่งขาเข้าอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิ โดยตั้งอยู่ห่างจากป้ายรอรถโดยสารประจำทางประมาณ 3 เมตร บริเวณดังกล่าวเป็นบริเวณที่มีประชาชนใช้เป็นเส้นทางเดินผ่านเพื่อโดยสารรถไฟฟ้าและรถโดยสารประจำทางจำนวนมาก

ข. จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 ตั้งอยู่ตรงข้ามจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 บริเวณพื้นที่เกาะกลางถนนพหลโยธินฝั่งขาเข้าอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิ พื้นที่โดยรอบทั้ง 2 ฝั่งถนนมีป้ายรอรถโดยสารประจำทาง และอาคารพาณิชย์ขนาดตลอดแนวพื้นที่ถนน

1.1.2 บริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ที่มีการติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำแรงดันสูง

บริเวณที่มีการติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำแรงดันสูงใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าอยู่ห่างจากบริเวณด้านนอกโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าประมาณ 40 เมตร โดยทำการติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำทั้ง 2 ฝั่งถนนตลอดความยาวประมาณ 30 เมตร สภาพพื้นที่ถูกล้อมรอบไปด้วยอาคารและสิ่งปลูกสร้างต่างๆ โดยทางด้านทิศตะวันตกของโครงสร้างสถานีมียลักษณะเป็นช่องว่างอาคารขนาดใหญ่ซึ่งเป็นถนนทางเข้าพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติสามเสนใน ส่วนทางด้านทิศตะวันออกเป็นอาคารพาณิชย์สูง 3 ชั้นวางตัวตลอดแนวโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า บริเวณนี้มีจุดเก็บตัวอย่าง 2 จุด ได้แก่

ก. จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 ตั้งอยู่บนพื้นที่ทางเดินเท้า ในบริเวณที่มีการติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำแรงดันสูง ทางทิศตะวันออกของโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า โดยตั้งอยู่หน้าอาคารพาณิชย์

สำหรับพักอาศัยและค้าขายสูง 3 ชั้น ถัดไปเป็นถนนแคบทางเข้าโรงแรม กิจกรรมบริเวณดังกล่าวจึงเป็นย่านพักอาศัย และมีประชาชนใช้เป็นเส้นทางเดินผ่าน

ข. จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 ตั้งอยู่ตรงข้ามจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 บนพื้นที่เกาะกลางถนน ในบริเวณที่มีการติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำแรงดันสูงใต้โครงสร้างสถานีรถไฟ โดยทางด้านตะวันตกของพื้นที่มีลักษณะเปิดโล่ง โดยเป็นช่องว่างระหว่างอาคารชั้นเดียวของที่ทำกรไประณีย์สามเสนในกับสถานีบริการน้ำมัน กิจกรรมโดยรอบบริเวณมีประชาชนใช้เส้นทางเป็นจำนวนมากเนื่องจากมีทั้งสถานีราชการ สถานีบริการต่างๆ และที่พักอาศัย

1.1.3 บริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟสะพานควาย ที่ไม่มีการติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำแรงดันสูง

บริเวณที่ไม่มีการติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำแรงดันสูงใต้โครงสร้างสถานีรถไฟ มีความยาวประมาณ 30 เมตร โดยอยู่ถัดมาจากบริเวณที่มีการติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำ และอยู่ทางใต้สุดของโครงสร้างสถานีรถไฟ สภาพพื้นที่ถูกล้อมรอบด้วยอาคารพาณิชย์เช่นเดียวกับบริเวณที่มีการฉีดละอองน้ำ โดยทางด้านทิศตะวันตกเป็นอาคารที่ทำกรไประณีย์สามเสนใน ถัดไปเป็นทางเข้าออกที่จอดรถของที่ทำกรไประณีย์และอาคารพาณิชย์สูง 3 ชั้น ส่วนด้านทิศตะวันออกเป็นอาคารพาณิชย์สูง 3 ชั้น วางตัวตลอดแนวโครงสร้างสถานีรถไฟ บริเวณนี้มีจุดเก็บตัวอย่าง 2 จุดได้แก่

ก. จุดเก็บตัวอย่างที่ 5 ตั้งอยู่บนพื้นที่ทางเดินเท้า ในบริเวณที่ไม่มีการติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำแรงดันสูง ทางทิศตะวันออกของโครงสร้างสถานี โดยตั้งอยู่ข้างตู้โทรศัพท์สาธารณะด้านหน้าอาคารพาณิชย์สำหรับพักอาศัยและค้าขายสูง 3 ชั้น ถัดไปเป็นทางเข้าโรงแรมและบันไดขึ้นลงสถานีรถไฟ กิจกรรมบริเวณดังกล่าวจึงเป็นย่านพักอาศัย และมีประชาชนใช้เป็นเส้นทางเดินผ่าน

ข. จุดเก็บตัวอย่างที่ 6 ตั้งอยู่ตรงข้ามจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 บนพื้นที่เกาะกลางถนน ในบริเวณพื้นที่ที่ไม่มีการติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำแรงดันสูง ใต้โครงสร้างสถานีรถไฟ พื้นที่โดยรอบเป็นอาคารพาณิชย์สำหรับพักอาศัยและค้าขายสูง 3 ชั้น กิจกรรมโดยรอบบริเวณจึงมีประชาชนใช้เส้นทางเป็นจำนวนมากเพื่อโดยสารรถไฟ และกิจกรรมการพักอาศัย

ทั้งนี้ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างได้ทำการติดตั้งเครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองแขวนลอยรวม(TSP Hi-Volume Sampler) และเครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน(PM₁₀ Hi-Volume Sampler) อย่างละ 1 เครื่องต่อ 1 จุดเก็บตัวอย่าง และได้ติดตั้งเครื่องมือตรวจวัดทางอุตุนิยมวิทยา ในพื้นที่ทางเดินเท้าของแต่ละบริเวณพื้นที่ศึกษารวม 3 จุด ดังภาพที่ 18

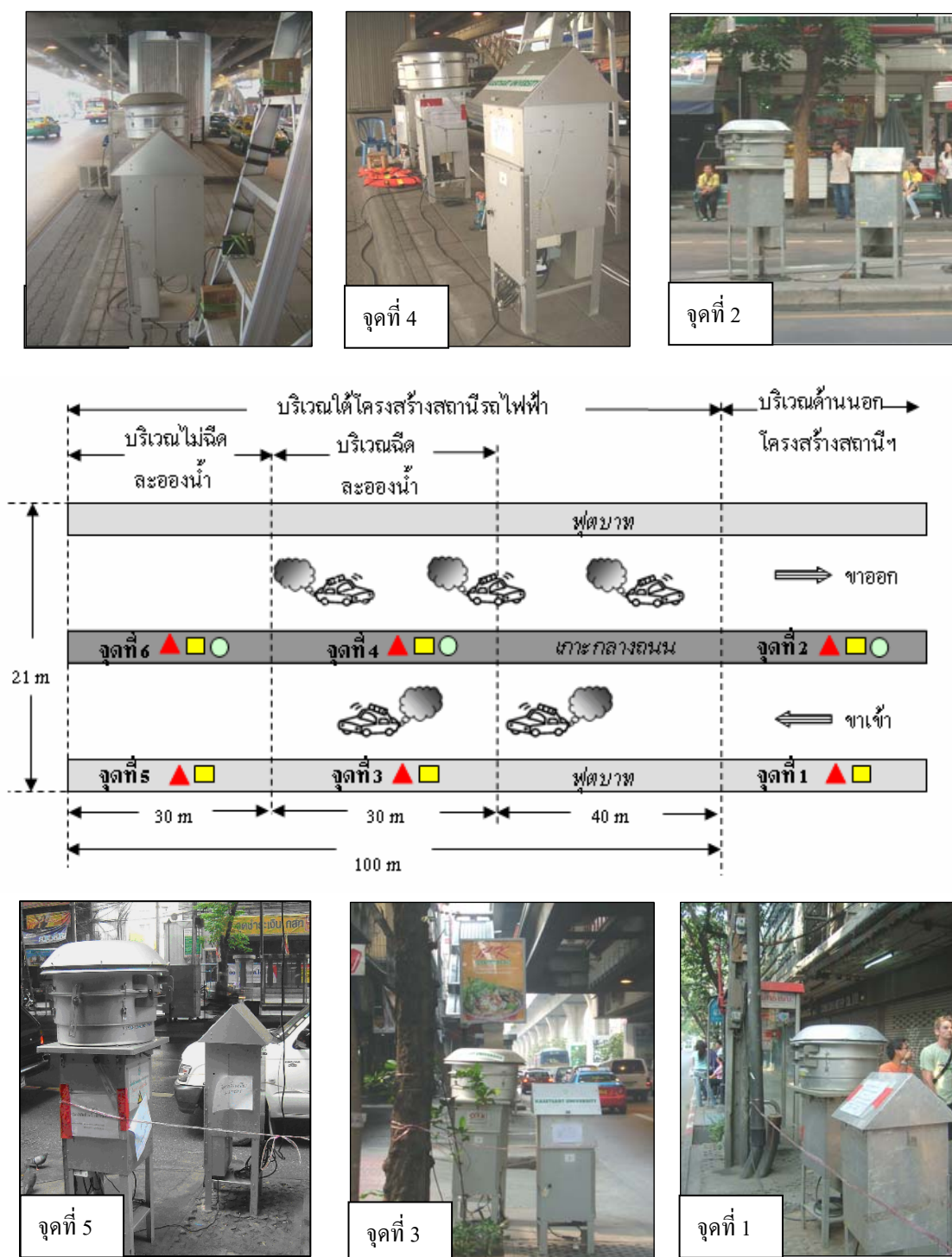
2. การเตรียมอุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง

2.1 การเตรียมกระดาศกรองสำหรับเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง

นำกระดาศกรอง Glass fiber filter ขนาด 8 x 10 ตารางนิ้ว ที่สะอาดและไม่ชำรุด ไปอบไล่ความชื้นในตู้ดูดความชื้น (Desiccators cabinets) เป็นเวลาอย่างน้อย 8 ชั่วโมง โดยให้ระดับความชื้นมีค่าอยู่ในช่วง 30-50 %R.H.เมื่อครบกำหนดนำกระดาศกรองมาชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักแบบละเอียด 0.0001 กรัม บันทึกค่าน้ำหนักกระดาศกรองที่ชั่งได้ ทำซ้ำเช่นเดิมจนน้ำหนักกระดาศกรองคงที่ โดยให้มีความคลาดเคลื่อนได้ ± 0.0005 มิลลิกรัม

2.2 การเตรียมเครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง

ปรับเทียบอัตราการไหลอากาศของเครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองด้วย Standard orifice ที่ผ่านการตรวจสอบความถูกต้องแล้ว (Certified orifice) โดยกำหนดอัตราการไหลอากาศของเครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองที่ 40 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที



ภาพที่ 18 การติดตั้งเครื่องมือเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองบริเวณสถานีรถไฟสะพานควาย

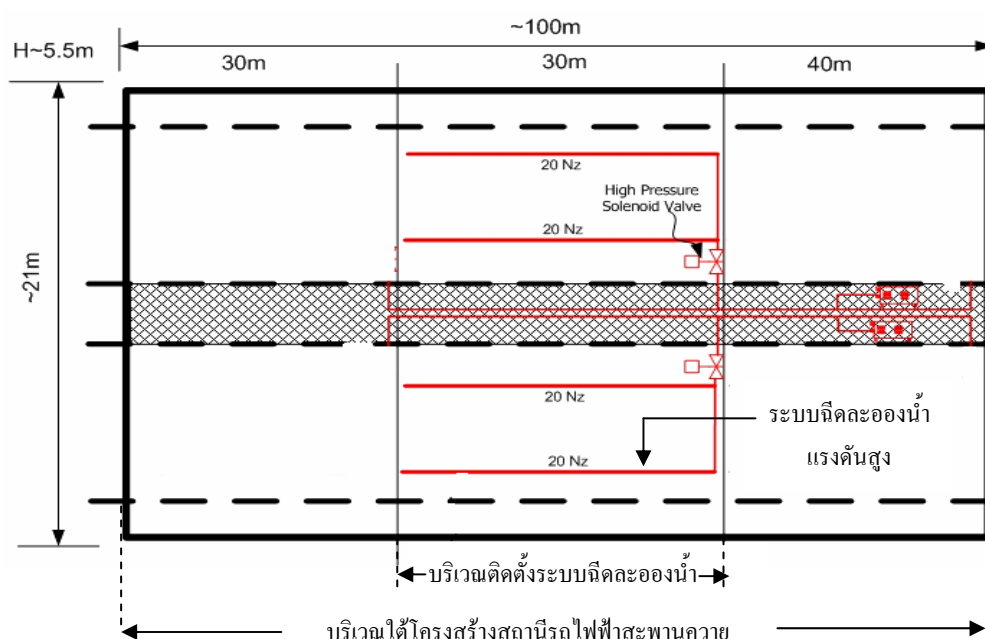
หมายเหตุ ▲ คือ เครื่องมือเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน (PM₁₀)

■ คือ เครื่องมือเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองแขวนลอยรวม (TSP)

● คือ เครื่องมือตรวจวัดทางอุตุนิยมวิทยา

3. การศึกษาประสิทธิภาพการลดฝุ่นละอองแขวนลอยรวม (TSP) และฝุ่นขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) โดยการฉีดละอองน้ำแรงดันสูง

3.1 ติดตั้งระบบฉีดละอองน้ำแรงดันสูงจำนวน 4 แถว ซึ่งมีระยะห่างระหว่างหัวฉีด 2 เมตร ภายใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย(สูงจากพื้นผิวการจราจร 5.5 เมตร) โดยใช้แรงดันน้ำ 1,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว มีขนาดหยดละอองน้ำประมาณ 10 ไมครอน และใช้ปริมาณน้ำเท่ากับ 6 ลิตรต่อนาที(ภาพที่ 19)



ภาพที่ 19 ระบบฉีดน้ำแรงดันสูงที่ประกอบด้วยหัวฉีด (Nozzle) จำนวน 4 แถว

3.2 ทำการฉีดละอองน้ำในบริเวณที่มีการติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำแรงดันสูง โดยกำหนดระยะเวลาการเปิด-ปิดละอองน้ำใน 3 รูปแบบ ทำการศึกษารูปแบบละ 3 วัน รวมเวลาในการศึกษาทั้งสิ้น 9 วันต่อเนื่องตั้งแต่วันที่ 31 มกราคม ถึง 8 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 รูปแบบของระยะเวลาการเปิด-ปิดละอองน้ำมีดังนี้

3.2.1 วันที่ 31 มกราคม ถึง 2 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ทำการฉีดละอองโดยเปิดละอองน้ำตลอดเวลาของช่วงเวลากลางวัน หรือช่วงที่สัมพันธ์กับมลสารตั้งแต่เวลา 5.00 – 20.00 น. และปิดละอองน้ำในช่วงเวลากลางคืน ตั้งแต่เวลา 20.00 - 5.00 น.

3.2.2 วันที่ 3 กุมภาพันธ์ ถึง 5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ทำการฉีดละอองโดยเปิด-ปิด ละอองน้ำทุก 5 นาทีในช่วงเวลากลางวัน หรือช่วงที่สัมพันธ์กับมลสารตั้งแต่เวลา 5.00 – 20.00 น. และปิดละอองน้ำในช่วงเวลากลางคืน ตั้งแต่เวลา 20.00 - 5.00 น.

3.2.3 วันที่ 6 กุมภาพันธ์ ถึง 8 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 ทำการฉีดละอองโดยเปิด-ปิด ละอองน้ำทุก 10 นาที ในช่วงเวลากลางวัน หรือช่วงที่สัมพันธ์กับมลสารตั้งแต่เวลา 5.00 – 20.00 น. และปิดละอองน้ำในช่วงเวลากลางคืน ตั้งแต่เวลา 20.00 - 5.00 น.

3.3 เก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนและฝุ่นละอองแขวนลอยรวมในทุก พื้นที่ศึกษา โดยใช้เครื่องมือ TSP Hi-Volume Sampler และ PM₁₀ Hi-Volume Sample

3.4 ทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองทั้ง 3 รูปแบบของระยะเวลาการเปิด-ปิดละอองน้ำ โดย กำหนดให้มีการเปลี่ยนกระดวยกรองเพื่อเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองทุกๆ 3 ชั่วโมง มีช่วงเวลาการเก็บ ตัวอย่างแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ช่วงเวลาที่ทำกรเก็บตัวอย่าง

วันที่เก็บ ตัวอย่าง	ช่วงเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่าง						
	05.00 - 08.00 น.	08.00 - 11.00 น.	11.00 - 14.00 น.	14.00 - 17.00 น.	17.00 - 20.00 น.	20.00 - 24.00 น.	24.00- 05.00 น.
31 ม.ค. – 2 ก.พ. 2550	← เปิดละอองน้ำตลอดเวลา →					← ปิดละอองน้ำ →	
3 - 5 ก.พ. 2550	← เปิดละอองน้ำทุก 5 นาที →					← ปิดละอองน้ำ →	
6 - 8 ก.พ. 2550	← เปิดละอองน้ำทุก 10 นาที →					← ปิดละอองน้ำ →	

3.5 นำกระดวยกรองหลังการเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง มาหาความเข้มข้นของฝุ่นละออง (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรของอากาศ)

3.6 คำนวณประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นของฝุ่นละออง(ร้อยละ) ในแต่ละช่วงเวลา การเก็บตัวอย่างโดยคำนวณจาก

$$\frac{\text{ผลต่างความเข้มข้นฝุ่นละออง(บริเวณที่ไม่ได้รับผลเมื่อฉีดละอองน้ำ-ได้รับผลเมื่อฉีดละอองน้ำ)} \times 100}{\text{ความเข้มข้นฝุ่นละอองบริเวณที่ไม่ได้รับผลเมื่อฉีดละอองน้ำ}}$$

4. การหาความเข้มข้นฝุ่นละอองในบรรยากาศ

4.1 นำกระดวยกรองหลังเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองใส่ในตู้ดูดความชื้น และชั่งน้ำหนัก กระดวยกรองด้วยวิธีการเช่นเดียวกับการเตรียมกระดวยกรองก่อนเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง

4.2 ระหว่างการเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง อัตราการไหลของอากาศได้ถูกบันทึกในกระดวย บันทึกอัตราการไหลของอากาศ(Flow chart)โดยเครื่องวัดอัตราการไหล และอ่านค่าอัตราการไหล ของอากาศที่ได้ แล้วคำนวณหาค่าปริมาตรอากาศที่ไหลผ่านกระดวยกรองในช่วงเวลาทำการเก็บ ตัวอย่าง

4.3 คำนวณความเข้มข้นฝุ่นละออง (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

$$\text{ความเข้มข้นฝุ่นละออง (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)} = \frac{(B - A) \times 10^6}{V}$$

โดยที่ A = น้ำหนักกระดวยกรองก่อนเก็บตัวอย่าง (กรัม)
 B = น้ำหนักกระดวยกรองหลังเก็บตัวอย่าง (กรัม)
 V = ปริมาตรอากาศ (ลูกบาศก์เมตร)
 = อัตราการไหลอากาศ (ลูกบาศก์เมตรต่อนาที) x เวลาที่ใช้เก็บ ตัวอย่าง (นาที)

5. การเก็บข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา

ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาที่ทำการศึกษาประกอบด้วย ความเร็วลม(เมตรต่อวินาที) ทิศทางลม (องศา) อุณหภูมิ(องศาเซลเซียส) และความชื้นสัมพัทธ์(เปอร์เซ็นต์) โดยใช้เครื่อง Sonic Anemometer ในการเก็บข้อมูลโดยทำการบันทึกข้อมูลทุก 5 นาที

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลความเข้มข้นฝุ่นละอองในช่วงเวลาที่มีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้ามาคำนวณหาประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝุ่นละออง แล้วเปรียบเทียบกับการลดลงของความเข้มข้นฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นตามกลไกธรรมชาติ ในช่วงที่ไม่มีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า ตลอดจนเปรียบเทียบประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองตามรูปแบบการฉีดละอองน้ำดังนี้

6.1 ศึกษาความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวมและฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน ตามลักษณะทิศทางลม เมื่อไม่มีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย โดยนำข้อมูลความเข้มข้นฝุ่นละอองในช่วงเวลากลางคืนซึ่งไม่มีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูง ระหว่างเวลา 20.00-5.00 น. วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นฝุ่นละออง และการลดลงของความเข้มข้นฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นตามสภาพธรรมชาติบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า

6.2 ศึกษาความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวมและฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน ตามลักษณะทิศทางลม เมื่อมีการฉีดละอองน้ำบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย โดยนำข้อมูลความเข้มข้นฝุ่นละอองในช่วงเวลากลางวันซึ่งมีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูง ระหว่างเวลา 5.00-20.00 น. มาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นฝุ่นละออง และการลดลงของความเข้มข้นฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า

6.3 ศึกษาประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวมและฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนโดยการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ตามลักษณะทิศทางลม โดยนำข้อมูลความเข้มข้นฝุ่นละอองในช่วงเวลากลางวันซึ่งมีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูง มาคำนวณหาประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝุ่นละออง(ร้อยละ)

6.4 ศึกษาประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวมและฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนตามรูปแบบการเปิด-ปิดละอองน้ำ โดยนำประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝุ่นละออง มาจำแนกประสิทธิภาพตามรูปแบบการเปิด-ปิดละอองน้ำ ซึ่งได้แก่ การเปิดละอองน้ำตลอดเวลา การเปิด-ปิดละอองน้ำทุก 5 นาที และ 10 นาที เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองในแต่ละรูปแบบการเปิด-ปิดละอองน้ำ

ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

การศึกษาประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวม (TSP) และฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) โดยการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้ากรุงเทพมหานครนี้ได้ดำเนินการศึกษาที่สถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย เนื่องจากมีโครงสร้างสถานีแบบปิดจึงส่งต่อการเก็บกักฝุ่นละอองบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า โดยได้แบ่งพื้นที่ศึกษาบริเวณสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายออกเป็น 3 บริเวณ คือบริเวณด้านนอกโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า บริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าที่มีการติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำแรงดันสูง และบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าที่ไม่มีการติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำแรงดันสูง ทำการศึกษาตรวจวัดข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาประกอบด้วยความเร็วลม ทิศทางลม อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ และทำการศึกษาตรวจวัดความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวมและฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนในแต่ละบริเวณพื้นที่ศึกษา แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปศึกษาประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวม และฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนโดยการฉีดละอองน้ำแรงดันสูง มีผลการศึกษาดังนี้

1. ลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาบริเวณพื้นที่ศึกษา

เนื่องจากสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายมีทิศทางการวางตัวตามแนวทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และมีลักษณะโครงสร้างสถานีครอบคลุมพื้นที่ผิวการจราจรรอบกับมีอาคารและสิ่งก่อสร้างขนาดเล็กตลอดความยาวของสถานี จึงทำให้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้ามีลักษณะคล้ายอุโมงค์ หรือท่อลมที่มีลมพัดเข้าและออกอยู่ตลอดเวลา จากการพิจารณาทิศทางลมบริเวณสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ซึ่งได้แก่ ทิศทางลมบริเวณด้านนอกโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า ทิศทางลมบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าที่มีการติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำ และทิศทางลมบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าที่ไม่มีการติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำ ระหว่างวันที่ 31 มกราคม- 8 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 โดยแบ่งการพิจารณาทิศทางลมตามช่วงเวลาการเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง สามารถจำแนกทิศทางลมที่พัดผ่านบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายได้ดังนี้

1.1 ลมที่พัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

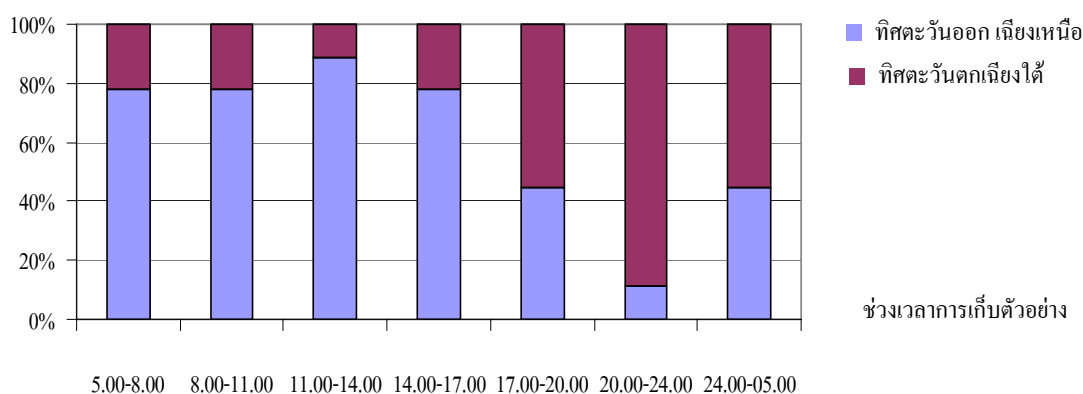
ทิศทางลมนี้ทำให้มีลมพัดเข้าสู่ใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าจากทางเหนือ โดยจากจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 63 ตัวอย่าง พบลมที่พัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือจำนวน 38 ตัวอย่าง

หรือร้อยละ 60 ของจำนวนตัวอย่างทั้งหมด (ตารางที่ 3) และมักพบในช่วงเช้าถึงบ่าย ระหว่างเวลา 5.00 น. ถึง 17.00 น. (ภาพที่ 20) โดยสามารถจำแนกลักษณะการพัดพาของลมที่พัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือได้เป็น 2 ลักษณะดังนี้

ตารางที่ 3 ทิศทางลมและจำนวนครั้ง(ร้อยละ)ที่พบพัดผ่านบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า สะพานควายระหว่างวันที่ 31 มกราคม ถึง 8 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550

ทิศทางลม	ลักษณะทิศทางลม	จำนวนครั้งที่พบ (ร้อยละ)
ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	ลักษณะพัดพาโดยตรง	27
	ลักษณะปั่นป่วน	33
	รวม	60
ทิศตะวันตกเฉียงใต้	ลักษณะพัดพาโดยตรง	29
	ลักษณะปั่นป่วน	11
	รวม	40

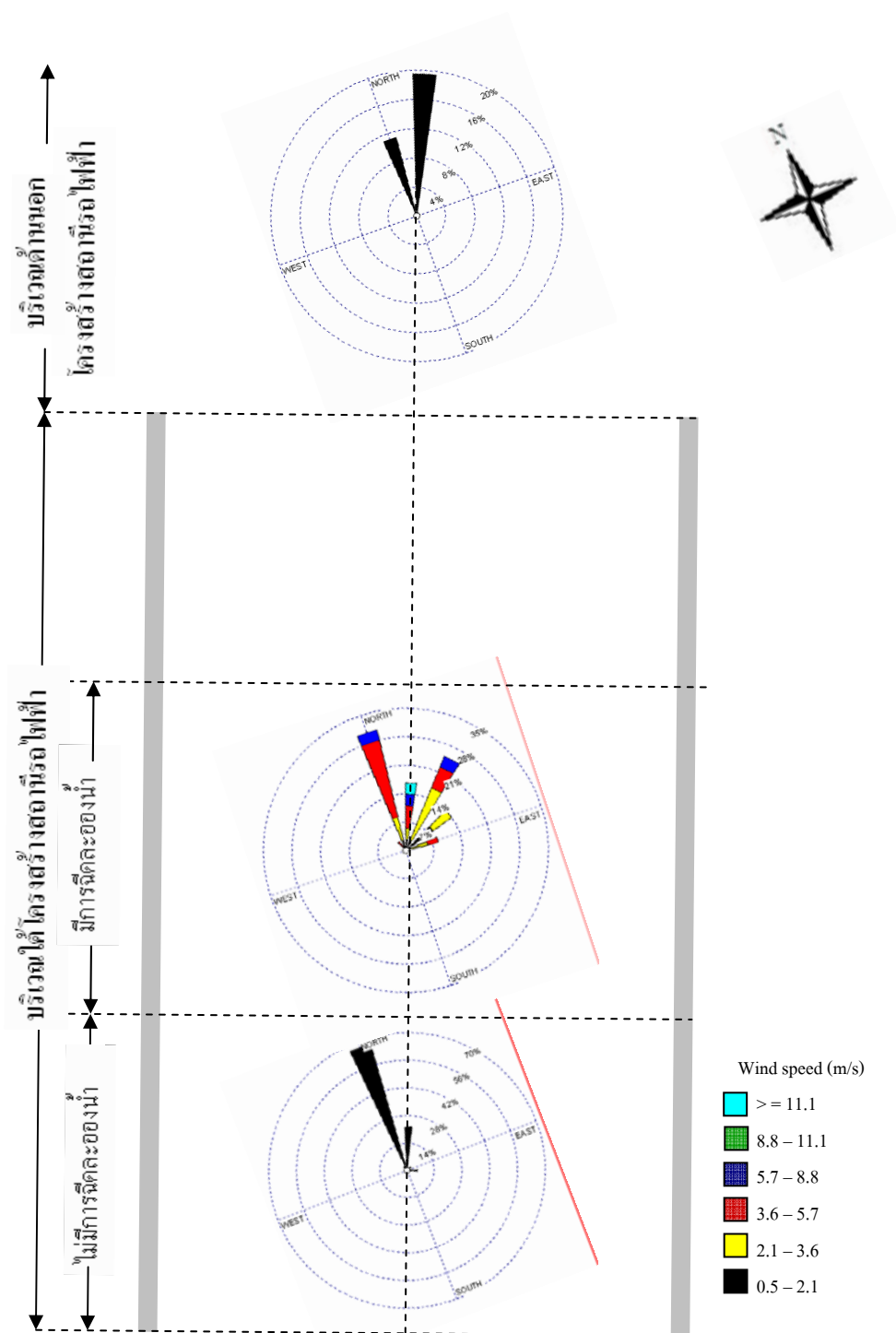
ทิศทางลมที่พบ (ร้อยละ)



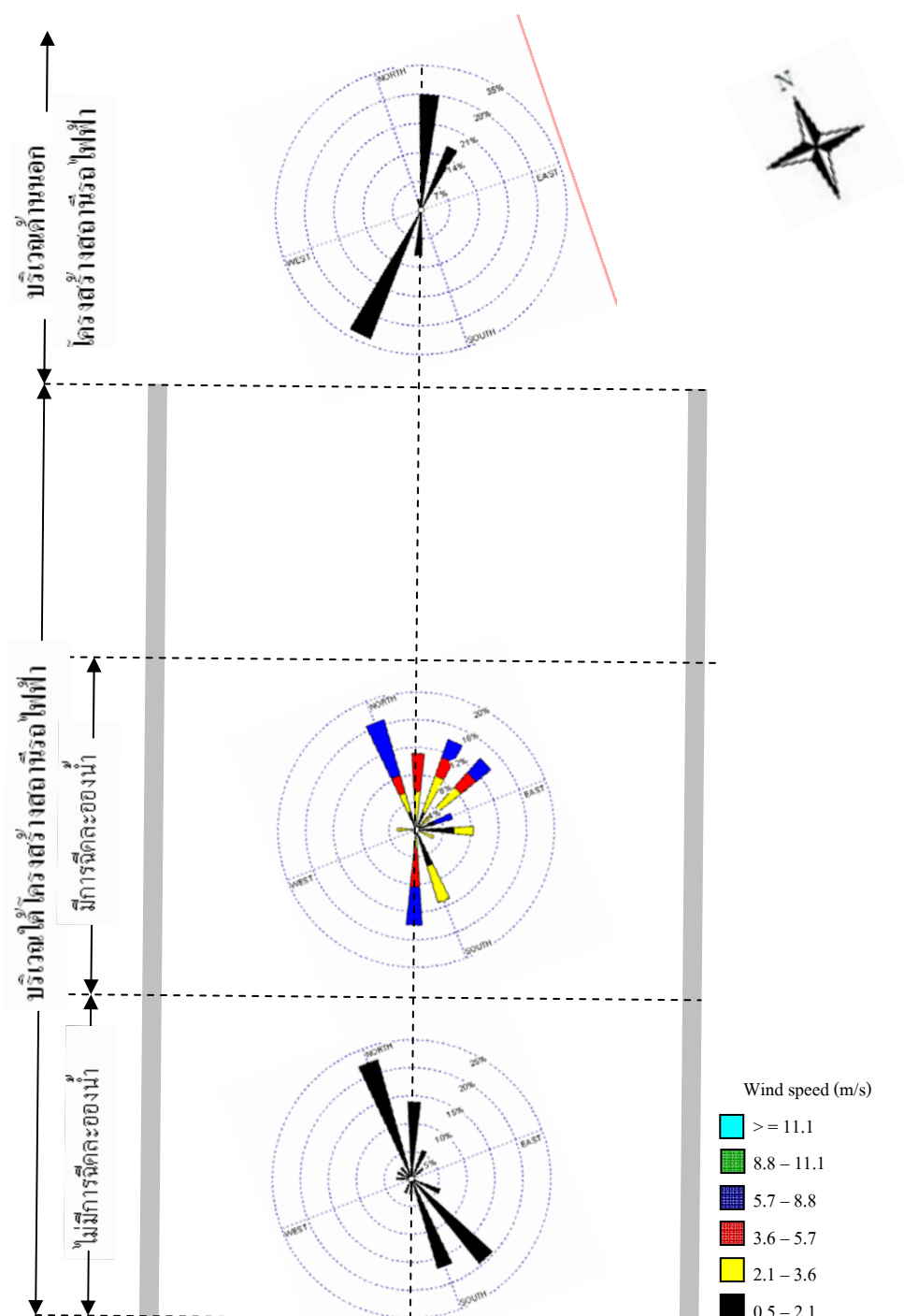
ภาพที่ 20 ทิศทางลมที่พบ(ร้อยละ)ในช่วงเวลาต่างๆ บริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า สะพานควายระหว่างวันที่ 31 มกราคม ถึง 8 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550

1.1.1 ลมที่พัฒมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือในลักษณะพัดพาโดยตรง เป็นลักษณะการพัดพาของลมที่ทุกจุดตรวจวัดทางอุตุนิยมวิทยา มีทิศทางลมที่พัฒมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือโดยไม่มีลมพัฒมาจากทิศทางอื่น (ภาพที่ 21) ทำให้ตลอดความยาวของโครงสร้างสถานีรถไฟซึ่งมีลักษณะคล้ายอุโมงค์ มีลมพัดเข้ามาจากทางเหนือและออกทางใต้ของสถานีโดยภายในไม่มีการปั่นป่วนของลม พบลักษณะทิศทางลมเช่นนี้ร้อยละ 27 ของตัวอย่างทั้งหมด(ตารางที่ 3) และมีความเร็วลมเฉลี่ยบริเวณนอกโครงสร้างสถานีรถไฟ บริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟที่มีการติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำ และบริเวณที่ไม่มีการติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำเท่ากับ 0.7 เมตรต่อวินาที 3.8 เมตรต่อวินาที และ 0.9 เมตรต่อวินาทีตามลำดับ

1.1.2 ลมที่พัฒมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือในลักษณะปั่นป่วน เป็นลักษณะการพัดพาของลมที่ทุกจุดตรวจวัดทางอุตุนิยมวิทยามีลักษณะทิศทางลมกระจัดกระจาย แต่ส่วนใหญ่เป็นลมที่พัฒมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (ภาพที่ 22) ทำให้ตลอดความยาวของโครงสร้างสถานีรถไฟซึ่งมีลักษณะคล้ายอุโมงค์มีลมพัดเข้ามาจากทางเหนือและออกทางใต้ของสถานีโดยภายในมีการปั่นป่วนของลมเกิดขึ้น พบลักษณะทิศทางลมเช่นนี้ร้อยละ 33 ของตัวอย่างทั้งหมด(ตารางที่ 3) และมีความเร็วลมเฉลี่ยบริเวณนอกโครงสร้างสถานีรถไฟ บริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟที่มีการติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำ และบริเวณที่ไม่มีการติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำเท่ากับ 0.8 เมตรต่อวินาที 3.3 เมตรต่อวินาที และ 0.9 เมตรต่อวินาทีตามลำดับ



ภาพที่ 21 ทิศทางลมบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟสะพานควายที่พัฒมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือในลักษณะพัดพาโดยตรง (ลักษณะทิศทางลมของวันที่ 1 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 เวลา 5.00-8.00 น.)



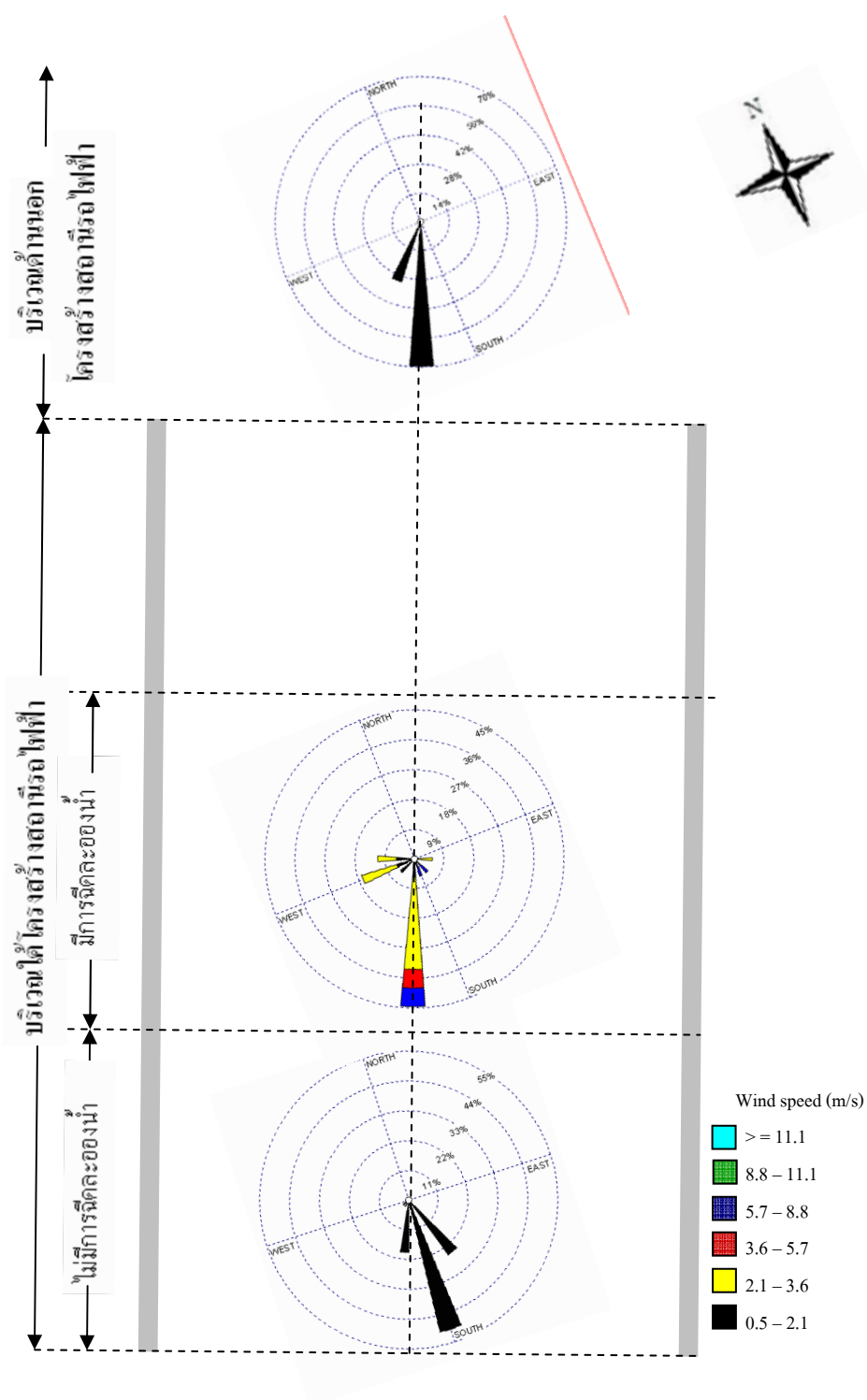
ภาพที่ 22 ทิศทางลมบริเวณใต้โครงสร้างสถานีไฟฟ้าสะพานควายที่พัฒมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือในลักษณะปั่นป่วน (ลักษณะทิศทางลมของวันที่ 4 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 เวลา 11.00-14.00 น.)

1.2 ลมที่พัฒมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้

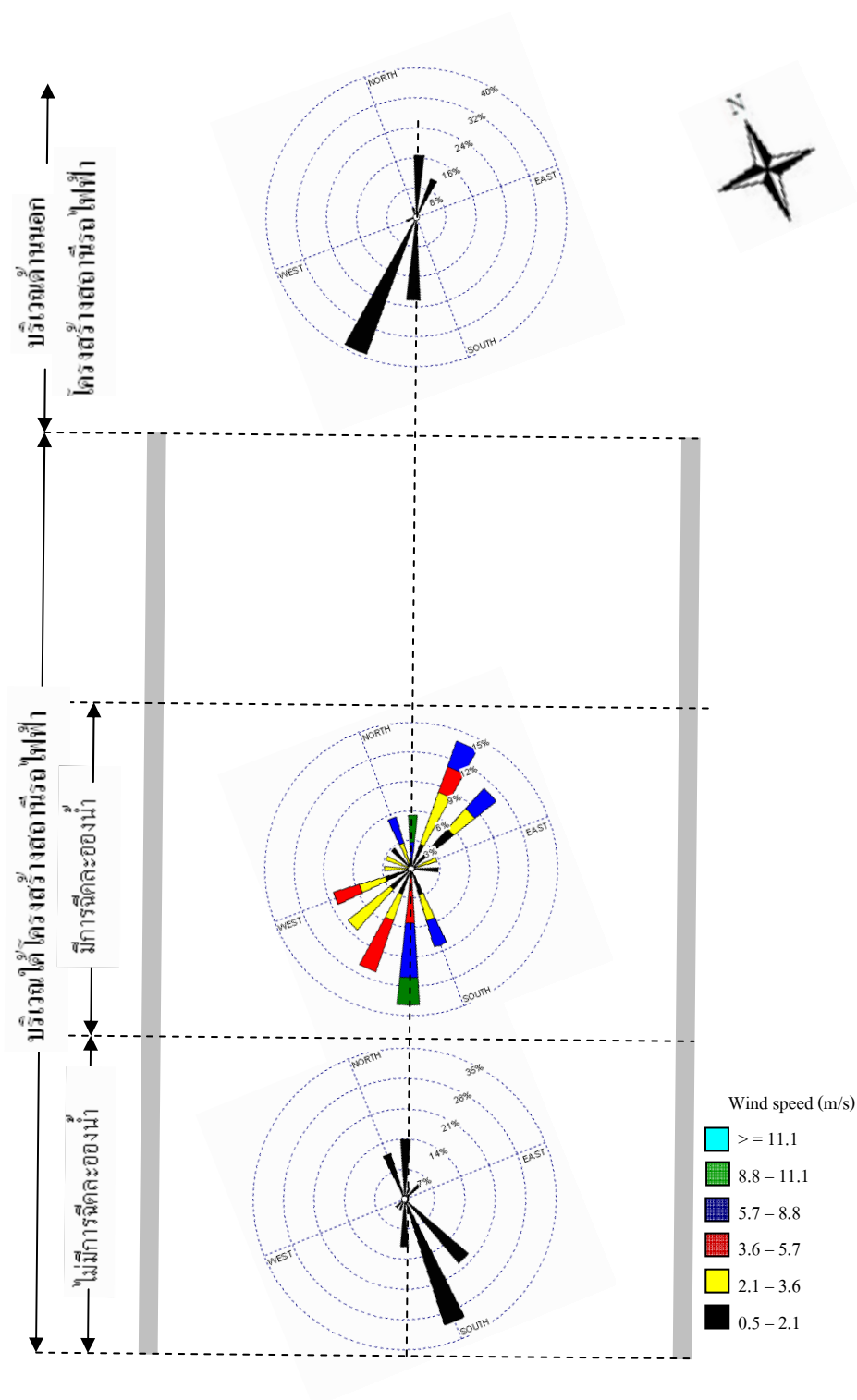
ทิศทางลมนี้ทำให้มีลมพัดเข้าสู่ใต้โครงสร้างสถานีรถไฟจากทางใต้ โดยจากจำนวนทั้งหมด 63 ตัวอย่าง พบลมที่พัฒมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้จำนวน 25 ตัวอย่างหรือประมาณร้อยละ 40 ของตัวอย่างทั้งหมด และมักพบในช่วงเย็นถึงเช้ามืด ระหว่างเวลา 17.00 น. ถึง 5.00 น. โดยสามารถจำแนกลักษณะการพัดพาของลมที่พัฒมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ออกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

1.2.1 ลมที่พัฒมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ในลักษณะพัดพาโดยตรง เป็นลักษณะการพัดพาของลมที่ทุกจุดตรวจวัดทางอุตุนิยมวิทยามีทิศทางลมที่พัฒมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ โดยที่ไม่มีลมพัดมาจากทิศทางอื่น(ภาพที่ 23) ทำให้ตลอดความยาวของโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าซึ่งมีลักษณะคล้ายอุโมงค์ มีลมพัดเข้ามาจากทางใต้และออกทางเหนือโดยภายในไม่มีการปั่นป่วนของลม พบลักษณะทิศทางลมเช่นนี้ร้อยละ 29 ของตัวอย่างทั้งหมด และมีความเร็วลมเฉลี่ยบริเวณนอกโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า บริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าที่มีการติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำ และบริเวณที่ไม่มีการติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำเท่ากับ 1.3 เมตรต่อวินาที 3.6 เมตรต่อวินาที และ 1.1 เมตรต่อวินาทีตามลำดับ

1.2.2 ลมที่พัฒมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ในลักษณะปั่นป่วน เป็นลักษณะการพัดพาของลมที่ทุกจุดตรวจวัดทางอุตุนิยมวิทยาบริเวณสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายมีทิศทางลมกระจัดกระจาย แต่ส่วนใหญ่เป็นลมที่พัฒมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้(ภาพที่ 24) ทำให้ตลอดความยาวของโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าซึ่งมีลักษณะคล้ายอุโมงค์ มีลมพัดเข้ามาจากทางใต้และออกทางเหนือโดยภายในมีการปั่นป่วนของลมเกิดขึ้น พบลักษณะทิศทางลมเช่นนี้ร้อยละ 11 ของตัวอย่างทั้งหมด และมีความเร็วลมเฉลี่ยบริเวณนอกโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า บริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าที่มีการติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำ และบริเวณที่ไม่มีการติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำเท่ากับ 1.1 เมตรต่อวินาที 3.8 เมตรต่อวินาที และ 1.0 เมตรต่อวินาทีตามลำดับ



ภาพที่ 23 ทิศทางลมบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟสะพานควายที่พัฒนามาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ในลักษณะพัดพาโดยตรง (ลักษณะทิศทางลมของวันที่ 6 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 เวลา 17.00-20.00 น.)



ภาพที่ 24 ทิศทางลมบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟสะพานควายที่พัฒนามาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ในลักษณะปั่นป่วน (ลักษณะทิศทางลมของวันที่ 4 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 เวลา 8.00-11.00 น.)

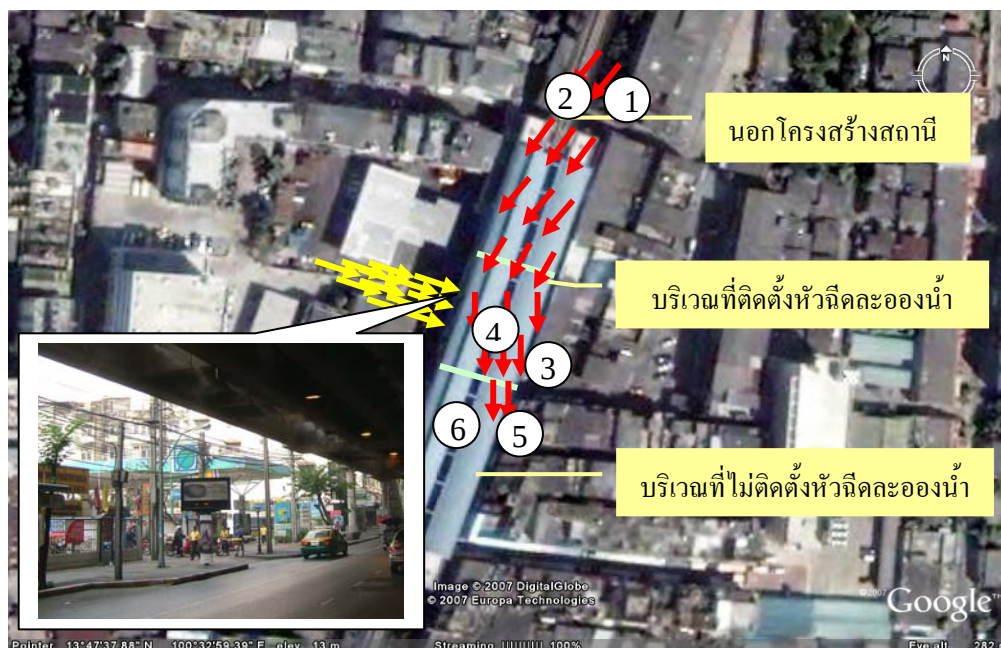
จากทิศทางลมบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายพบว่า มีทิศทางลมหลักพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ทั้งนี้เนื่องจากระยะเวลาที่ทำการศึกษาคือระหว่างวันที่ 31 มกราคม - 8 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 อยู่ในช่วงฤดูหนาวทำให้ได้รับอิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือโดยมีทิศทางมากในช่วงเช้า ส่วนช่วงบ่ายลมทะเลจากทางทิศใต้มีทิศทางมากกว่า จึงทำให้บริเวณใต้โครงสร้างสถานีมักพบลมที่พัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือมากในช่วงเช้าถึงบ่าย และพบลมที่พัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ในช่วงเย็น

2. ลักษณะการเคลื่อนที่ของมวลอากาศบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย

จากทิศทางลมที่พบบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย 2 ทิศทางคือลมที่พัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือและลมที่พัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ ทิศทางลมดังกล่าวทำให้มวลอากาศบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้ามีการเคลื่อนที่ในลักษณะที่แตกต่างกันซึ่งมีผลต่อบริเวณที่ได้รับผลจากการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงดังนี้

2.1 ลักษณะการเคลื่อนที่ของมวลอากาศใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย เมื่อมีลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

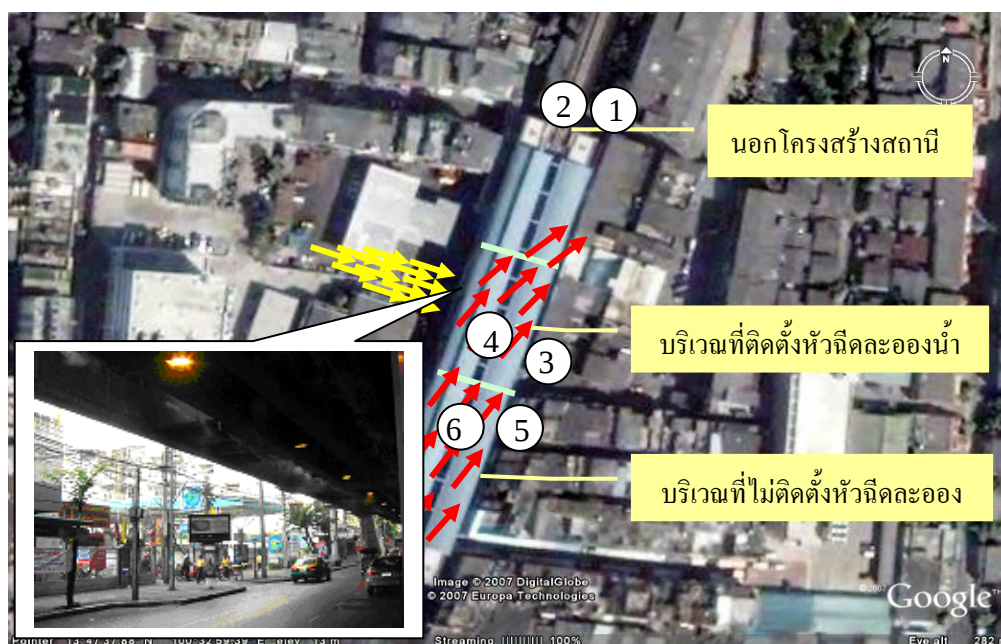
ลมที่พัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือในลักษณะพัดพาโดยตรงและในลักษณะปั่นป่วน มีผลให้บริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายมีมวลอากาศเคลื่อนที่มาจากทางเหนือของโครงสร้างสถานี และเนื่องจากได้รับอิทธิพลจากลมที่พัดเข้ามาจากช่องว่างอาคารทางทิศตะวันตกของโครงสร้างสถานี จึงทำให้มวลอากาศในบริเวณที่มีการติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำเบี่ยงเบนทิศทางการเคลื่อนที่จากจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 เข้าหาพื้นที่ทางเดินเท้าในทิศตะวันออกเฉียงใต้ของสถานีหรือบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 และจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 ตามลำดับ(ภาพที่ 25) จากการเคลื่อนที่ของมวลอากาศบริเวณที่มีการติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำดังกล่าว เป็นผลให้หยดละอองน้ำจากการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าถูกพัดพาให้เคลื่อนที่ไปตามมวลอากาศ ทำให้บริเวณที่ได้รับผลจากการฉีดละอองน้ำในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ คือ พื้นที่ทางเดินเท้าทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า



ภาพที่ 25 ลักษณะการเคลื่อนที่ของมวลอากาศใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย เมื่อมีลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

2.2 ลักษณะการเคลื่อนที่ของมวลอากาศใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย เมื่อมีลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้

ลมที่พัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ในลักษณะพัดพาโดยตรงและในลักษณะปั่นป่วน มีผลให้บริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายมีมวลอากาศเคลื่อนที่มาจากทางใต้ของโครงสร้างสถานี และเนื่องจากได้รับอิทธิพลจากลมที่พัดเข้ามาจากช่องว่างอาคารทางทิศตะวันตกของโครงสร้างสถานี จึงทำให้มวลอากาศบริเวณที่มีการติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำเบี่ยงเบนทิศทางการเคลื่อนที่จากจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 เข้าหาพื้นที่ทางเดินเท้าในทิศตะวันออกเฉียงเหนือของสถานี หรือบริเวณทางเหนือของจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 (ภาพที่ 26) จากการเคลื่อนที่ของมวลอากาศบริเวณที่มีการติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำดังกล่าว เป็นผลให้หยดละอองน้ำจากการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าถูกพัดพาให้เคลื่อนที่ไปตามมวลอากาศ ทำให้บริเวณที่ได้รับผลจากการฉีดละอองน้ำในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ คือ พื้นที่ทางเดินเท้าทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า



ภาพที่ 26 ลักษณะการเคลื่อนที่ของมวลอากาศใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย เมื่อมีลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้

3. ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน และฝุ่นละอองแขวนลอยรวม ตามลักษณะทิศทางลม เมื่อไม่มีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย

เนื่องจากมวลอากาศใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายในบริเวณที่มีการติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำได้รับอิทธิพลจากลมที่พัดเข้ามาจากช่องว่างอาคารทางทิศตะวันตกของโครงสร้างสถานี จึงทำให้มวลอากาศมีการเบี่ยงเบนทิศทางการเคลื่อนที่ จากการเคลื่อนที่ในแนวนานกับโครงสร้างสถานีเป็นการเคลื่อนเข้าหาพื้นที่ทางเดินเท้าของโครงสร้างสถานี โดยแต่ละทิศทางลมมีการเคลื่อนที่ของมวลอากาศเข้าหาพื้นที่ทางเดินเท้าในตำแหน่งที่แตกต่างกันคือ ในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงเหนือ มวลอากาศมีการเคลื่อนที่เข้าหาพื้นที่ทางเดินเท้าทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของโครงสร้างสถานี ส่วนในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ มวลอากาศมีการเคลื่อนที่เข้าหาพื้นที่ทางเดินเท้าทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของโครงสร้างสถานี จากการเคลื่อนที่ของมวลอากาศดังกล่าวมีผลให้ในแต่ละทิศทางลมมีความเข้มข้นฝุ่นละอองที่แตกต่างกัน การศึกษาวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อทราบถึงการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน และฝุ่นละอองแขวนลอยรวมตามลักษณะทิศทางลม ตลอดจนศึกษาแนวโน้มการลดลงของความเข้มข้นฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นตามกลไกธรรมชาติในสภาวะปกติเมื่อไม่มีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงใต้

โครงสร้างสถานีรถไฟฟาสะพานควาย เพื่อเป็นข้อมูลอ้างอิงสำหรับเปรียบเทียบกับผลการลดลงของความเข้มข้นฝุ่นละอองเมื่อมีการฉีดละอองน้ำต่อไป โดยข้อมูลที่ใช้ในการศึกษานี้ได้ใช้ข้อมูลจากการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนและฝุ่นละอองแขวนลอยรวม ในช่วงที่ไม่มีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงได้โครงสร้างสถานีรถไฟฟาสะพานควายระหว่างเวลา 20.00-5.00 น. ซึ่งทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองใน 2 ช่วงเวลาคือช่วงเวลาระหว่าง 20.00-24.00 น. และ 24.00-5.00 น. ทำการศึกษาทั้งสิ้น 9 วัน ตั้งแต่วันที่ 31 มกราคม-8 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 รวมมีจำนวนตัวอย่างฝุ่นละอองในการพิจารณา 18 ตัวอย่าง .ในการศึกษานี้ได้แบ่งออกเป็น 2 ช่วงตามทิศทางลมที่พบ คือ ช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ แยกอธิบายได้ดังนี้

3.1 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน และฝุ่นละอองแขวนลอยรวม เมื่อไม่มีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงได้โครงสร้างสถานีรถไฟฟาสะพานควาย ในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

บริเวณสถานีรถไฟฟาสะพานควาย เมื่อไม่มีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงระหว่างเวลา 20.00-5.00 น. ของวันที่ 31 มกราคม – 8 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 พบลมที่พัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือจำนวน 5 ตัวอย่างหรือร้อยละ 28 มีความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน และฝุ่นละอองแขวนลอยรวมดังนี้

3.1.1 ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน

บริเวณด้านนอกโครงสร้างสถานีรถไฟฟาสะพานควายในพื้นที่ทางเดินเท้า(จุดเก็บตัวอย่างที่ 1) มีความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนอยู่ในช่วง 120 - 257 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 182 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และพื้นที่เกาะกลางถนน(จุดเก็บตัวอย่างที่ 2) มีความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนอยู่ในช่วง 93 - 294 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 186 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

บริเวณใต้โครงสร้างสถานีที่มีการติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำในพื้นที่ทางเดินเท้า(จุดเก็บตัวอย่างที่ 3) มีความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนอยู่ในช่วง 121 - 278 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 195 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และพื้นที่เกาะกลาง

ถนน(จุดเก็บตัวอย่างที่ 4) มีความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนอยู่ในช่วง 126 - 290 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 217 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

บริเวณใต้โครงสร้างสถานีที่ไม่มีการติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำในพื้นที่ทางเดินเท้า (จุดเก็บตัวอย่างที่ 5) มีความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนอยู่ในช่วง 128 - 272 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 174 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และพื้นที่เกาะกลางถนน (จุดเก็บตัวอย่างที่ 6) มีความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนอยู่ในช่วง 101 - 249 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 187 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร รายละเอียดดังตารางที่ 4 และภาพที่ 27

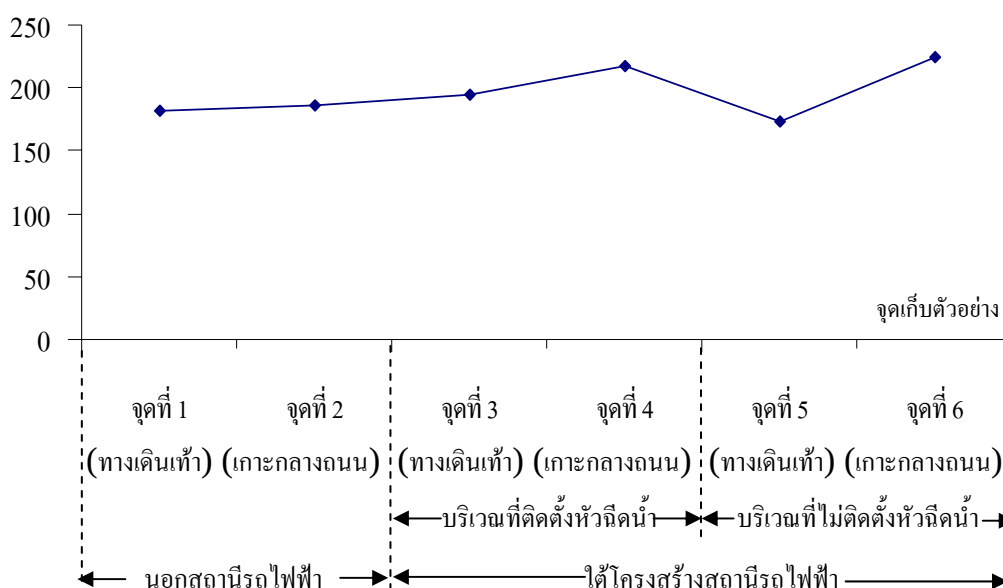
จากความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนบริเวณสถานีรถไฟฟ้า สะพานควายในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือพบว่า บริเวณด้านนอกโครงสร้าง สถานีรถไฟฟ้าในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 ซึ่งตั้งอยู่บริเวณพื้นที่เกาะกลางถนน(186 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) มีความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนใกล้เคียงกับจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ซึ่งตั้งอยู่บริเวณพื้นที่ทางเดินเท้า(182 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) โดยมีความเข้มข้นฝุ่นละอองสูงกว่าเพียงเล็กน้อย ซึ่งมีสาเหตุมาจากพื้นที่ทางเดินเท้ามีอากาศถ่ายเทดีกว่าพื้นที่เกาะกลางถนน เพราะได้รับอิทธิพลจากการเคลื่อนที่ของรถจึงมีการสะสมของฝุ่นละอองต่ำ

ส่วนความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายพบว่า การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นฝุ่นละอองเป็นผลมาจากการเคลื่อนที่ของมวลอากาศใต้โครงสร้างสถานี โดยในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือใต้โครงสร้าง สถานีจะมีมวลอากาศเคลื่อนที่มาจากทางเหนือพัดผ่านมายังจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 ซึ่งตั้งอยู่ในพื้นที่เกาะกลางถนนบริเวณที่ติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำ โดยบริเวณนี้ได้รับอิทธิพลจากลมที่พัดเข้ามาจากช่องว่างอาคารทางทิศตะวันตกของโครงสร้างสถานี จึงทำให้มวลอากาศจากจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 เคลื่อนที่เข้าหาพื้นที่ทางเดินเท้าในจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 และจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 ตามลำดับ ก่อนเคลื่อนที่ออกสู่นอกโครงสร้างสถานีต่อไป

ตารางที่ 4 ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน เมื่อไม่มีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูง ได้
โครงสร้างสถานีรถไฟสะพานควาย ในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

บริเวณพื้นที่ศึกษา	จุดเก็บตัวอย่าง	PM ₁₀ (µg/m ³)	
		ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย
ด้านนอก	จุดที่ 1 ทางเดินเท้า	120 - 257	182
โครงสร้างสถานีรถไฟ	จุดที่ 2 เกาะกลางถนน	93 - 294	186
ใต้โครงสร้างสถานีรถไฟ	จุดที่ 3 ทางเดินเท้า	121 - 278	195
(บริเวณที่ติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำ)	จุดที่ 4 เกาะกลางถนน	126 - 290	217
ใต้โครงสร้างสถานีรถไฟ	จุดที่ 5 ทางเดินเท้า	101 - 249	174
(บริเวณที่ไม่ติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำ)	จุดที่ 6 เกาะกลางถนน	137 - 302	225

ความเข้มข้น PM₁₀ (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)



ภาพที่ 27 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน เมื่อไม่มีการฉีดละอองน้ำ
แรงดันสูงใต้โครงสร้างสถานีรถไฟสะพานควาย ในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศ
ตะวันออกเฉียงเหนือ

จากลักษณะการเคลื่อนที่ของมวลอากาศเมื่อมีลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือดังกล่าว มีผลให้บริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้ามีการสะสมของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนสูงสุดในจุดเก็บตัวอย่างที่ 6 ซึ่งตั้งอยู่ในพื้นที่เกาะกลางถนน บริเวณที่ไม่ติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำ โดยมีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนเท่ากับ 225 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ทั้งนี้เป็นเพราะบริเวณนี้อยู่นอกแนวการเคลื่อนที่ของมวลอากาศ จึงทำให้มีการถ่ายเทอากาศต่ำและเกิดการกักตัวของมลสาร ส่วนความเข้มข้นฝุ่นละอองบริเวณที่อยู่ตามแนวการเคลื่อนที่ของมวลอากาศใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าซึ่งพัดจากจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 เข้าหาจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 และจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 ตามลำดับ พบว่ามีแนวโน้มความเข้มข้นฝุ่นละอองลดลงตามระยะการเคลื่อนที่ของมวลอากาศ โดยมีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 และจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 เท่ากับ 217 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร 195 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรและ 174 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรตามลำดับ ทั้งนี้การลดลงของความเข้มข้นฝุ่นละอองเป็นผลมาจากการเจือจางความเข้มข้นฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า และการตกตัวของอนุภาคฝุ่นละอองตามกลไกธรรมชาติ กล่าวคืออิทธิพลจากลมที่พัดเข้ามาจากช่องว่างอาคารทางทิศตะวันตกของโครงสร้างสถานี ทำให้แนวการเคลื่อนที่ของมวลอากาศใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าพัดพาเอาฝุ่นละอองให้เคลื่อนที่เข้าหาพื้นที่ทางเดินเท้า หรือบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 และ 5 ซึ่งทั้งสองจุดเก็บตัวอย่างตั้งอยู่ใกล้กับถนนแคบเข้าซอย จึงทำให้บริเวณดังกล่าวมีลักษณะคล้ายรูระบายอากาศที่ช่วยเจือจางความเข้มข้นฝุ่นละอองบริเวณใต้โครงสร้างสถานีให้ลดลง กอปรกับโดยธรรมชาติอนุภาคฝุ่นมีการเคลื่อนตัวแบบบราวน์เนียนทำให้มีการชนกันและเกิดการรวมตัวกันระหว่างอนุภาคฝุ่นละอองด้วยกันเอง กลายเป็นอนุภาคที่มีขนาดใหญ่และมีความเร็วในการตกตัวสูงขึ้น อนุภาคฝุ่นจึงมีการตกตัวลงสู่พื้นล่างในบริเวณที่มวลอากาศเคลื่อนที่ผ่านเป็นผลให้จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 และ 5 มีความเข้มข้นฝุ่นละอองลดลงตามลำดับ

จากความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนดังกล่าวแสดงถึง ในสภาวะปกติความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายสามารถลดลงได้ตามกลไกธรรมชาติ โดยบริเวณที่มีความเข้มข้นฝุ่นละอองลดลงคือพื้นที่ทางเดินเท้าของจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 และ 5 ทั้งนี้การลดลงของความเข้มข้นฝุ่นละอองในบริเวณดังกล่าวเป็นผลมาจากอิทธิพลของลมที่พัดเข้ามาจากช่องว่างอาคารทางทิศตะวันตกของโครงสร้างสถานีที่ทำให้ในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้ามีแนวการเคลื่อนที่ของมวลอากาศเบี่ยงเบนเข้าหาพื้นที่ทางเดินเท้าของจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 และ จุดเก็บ

ตัวอย่างที่ 5 ตามลำดับ ซึ่งนำไปสู่การตกตัวของอนุภาคฝุ่นละอองลงสู่พื้นล่างในบริเวณดังกล่าว ทำให้พื้นที่ทางเดินเท้าของจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 และ 5 มีความเข้มข้นฝุ่นละอองลดลงจากพื้นที่เกาะกลางถนนของจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ได้รับฝุ่นละอองจากการเคลื่อนที่ของมวลอากาศใต้โครงสร้างสถานีเฉลี่ยร้อยละ 5 และร้อยละ 14 ตามลำดับ รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การลดลงของความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในสถานะปกติได้
โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

การเปรียบเทียบ	การลดลงของ PM ₁₀ (ร้อยละ)	
	ค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุด	เฉลี่ย
จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 (เกาะกลางถนน บริเวณที่ติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำ)	2 - 6	5
จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 (ทางเดินเท้า บริเวณที่ติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำ)		
จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 (เกาะกลางถนน บริเวณที่ติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำ)	7 - 20	14
จุดเก็บตัวอย่างที่ 5 (ทางเดินเท้า บริเวณที่ไม่ติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำ)		

3.1.2 ความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวม

บริเวณด้านนอกโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าในพื้นที่ทางเดินเท้า (จุดเก็บตัวอย่างที่ 1) มีความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวมอยู่ในช่วง 186 - 467 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 304 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และพื้นที่เกาะกลางถนน (จุดเก็บตัวอย่างที่ 2) มีความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวมอยู่ในช่วง 117 - 477 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 321 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

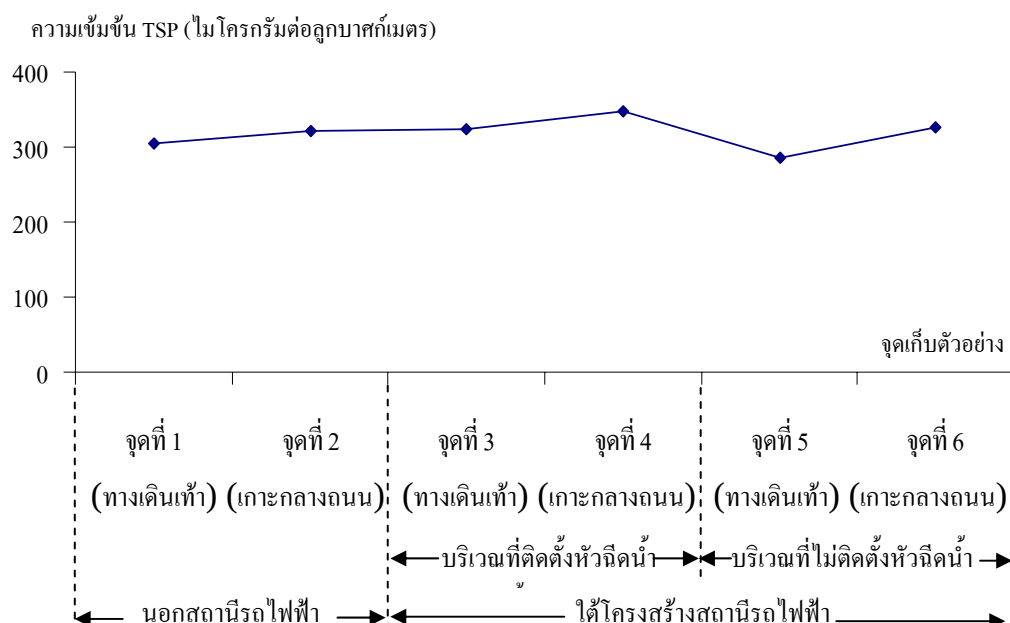
บริเวณใต้โครงสร้างสถานีที่มีการฉีดละอองน้ำในพื้นที่ทางเดินเท้า จุดเก็บตัวอย่างที่ 3) มีความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวมอยู่ในช่วง 178 - 455 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 295 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และพื้นที่เกาะกลางถนน (จุดเก็บตัวอย่างที่ 4) มีความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวมอยู่ในช่วง 169 - 463 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 349 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

บริเวณใต้โครงสร้างสถานีที่ไม่มีการฉีดละอองน้ำในพื้นที่ทางเดินเท้า (จุดเก็บตัวอย่างที่ 5) มีความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวมอยู่ในช่วง 208 - 389 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์

เมตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 285 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และพื้นที่เกาะกลางถนน (จุดเก็บตัวอย่างที่ 6) มีความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวมอยู่ในช่วง 493 - 232 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 352 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร รายละเอียดดังตารางที่ 6 และภาพที่ 28

ตารางที่ 6 ความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวม เมื่อไม่มีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงได้
โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

บริเวณพื้นที่ศึกษา	จุดเก็บตัวอย่าง	TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
		ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย
ด้านนอก	จุดที่ 1 ทางเดินเท้า	185 - 467	304
โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า	จุดที่ 2 เกาะกลางถนน	117 - 477	321
ใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า (บริเวณที่ติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำ)	จุดที่ 3 ทางเดินเท้า	178 - 455	295.
	จุดที่ 4 เกาะกลางถนน	169 - 463	349
ใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า (บริเวณที่ไม่มีติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำ)	จุดที่ 5 ทางเดินเท้า	208 - 389	285
	จุดที่ 6 เกาะกลางถนน	232 - 493	352



ภาพที่ 28 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวม เมื่อไม่มีการฉีดละอองน้ำใต้โครงสร้าง
สถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

จากความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวมบริเวณสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย พบว่า การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวมในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างมีแนวโน้มคล้ายคลึงกับฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ทั้งนี้เป็นผลมาจากการเคลื่อนที่ของมวลอากาศได้ โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าได้อธิบายไว้ในแล้วข้างต้น โดยพบว่าความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวมมีแนวโน้มลดลงตามระยะการเคลื่อนที่ของมวลอากาศ ซึ่งเป็นผลมาจากการตกตัวของธรรมชาติของอนุภาคฝุ่นละอองตามการเคลื่อนที่ของมวลอากาศได้ โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า จึงทำให้พื้นที่ทางเดินเท้าของจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 (295 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) และจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 (285 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) มีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวมต่ำสุด โดยพื้นที่ทางเดินเท้าของจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 และ 5 มีความเข้มข้นฝุ่นละอองลดลงจากพื้นที่เกาะกลางถนนของจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ได้รับฝุ่นละอองจากการเคลื่อนที่ของมวลอากาศได้ โครงสร้างสถานีเฉลี่ยร้อยละ 4 และร้อยละ 12 ตามลำดับ รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 การลดลงของความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวม ในสภาวะปกติได้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

การเปรียบเทียบ	การลดลงของ TSP (ร้อยละ)	
	ค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุด	เฉลี่ย
จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 (เกาะกลางถนน บริเวณที่ติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำ)	2 - 8	4
จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 (ทางเดินเท้า บริเวณที่ติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำ)		
จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 (เกาะกลางถนน บริเวณที่ติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำ)	6 - 16	12
จุดเก็บตัวอย่างที่ 5 (ทางเดินเท้า บริเวณที่ไม่ติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำ)		

จากข้อมูลความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนและฝุ่นละอองแขวนลอยรวมดังกล่าว เมื่อพิจารณาสัดส่วนระหว่างความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนต่อฝุ่นละอองแขวนลอยรวม พบว่าสัดส่วนความเข้มข้นฝุ่นละอองมีค่าสูงในพื้นที่ได้ โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า ซึ่งเป็นผลมาจากลักษณะปิดกั้นการกระจายตัวของฝุ่นละอองได้ โครงสร้างสถานีทั้งในแนวตั้งและแนวนอน จึงทำให้เกิดการสะสมของฝุ่นละออง ซึ่งส่วนใหญ่เป็นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนที่มีแหล่งกำเนิดมาจากยานพาหนะ โดยพบว่าฝุ่นละอองทั้งหมดได้โครงสร้างสถานีมีสัดส่วนของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนกระจายอยู่มากกว่าร้อยละ 50 ดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 สัดส่วนระหว่างความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนต่อฝุ่นละอองแขวนลอย ในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

บริเวณพื้นที่ศึกษา	จุดเก็บตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยสัดส่วน PM_{10}/TSP
ด้านนอก	จุดที่ 1 ทางเดินเท้า	0.60 : 1
โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า	จุดที่ 2 เกาะกลางถนน	0.61 : 1
ใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า	จุดที่ 3 ทางเดินเท้า	0.67 : 1
(บริเวณที่มีการฉีดละอองน้ำ)	จุดที่ 4 เกาะกลางถนน	0.66 : 1
ใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า	จุดที่ 5 ทางเดินเท้า	0.60 : 1
(บริเวณที่ไม่มีการฉีดละอองน้ำ)	จุดที่ 6 เกาะกลางถนน	0.64 : 1

3.2 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน และฝุ่นละอองแขวนลอยรวม ในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ เมื่อไม่มีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย

บริเวณสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย เมื่อไม่มีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงระหว่างเวลา 20.00-5.00 น. ของวันที่ 31 มกราคม – 8 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 พบลมที่พัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้จำนวน 13 ตัวอย่างหรือร้อยละ 72 มีความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน และฝุ่นละอองแขวนลอยรวมดังนี้

3.2.1 ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน

บริเวณด้านนอกโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าในพื้นที่ทางเดินเท้า (จุดเก็บตัวอย่างที่ 1) มีความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนอยู่ในช่วง 81 - 317 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 217 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และพื้นที่เกาะกลางถนน (จุดเก็บตัวอย่างที่ 2) มีความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนอยู่ในช่วง 75 - 333 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 215 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

บริเวณใต้โครงสร้างสถานีที่มีการติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำในพื้นที่ทางเดินเท้า (จุดเก็บตัวอย่างที่ 3) มีความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนอยู่ในช่วง 114 - 393

ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 266 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และพื้นที่เกาะกลางถนน (จุดเก็บตัวอย่างที่ 4) มีความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนอยู่ในช่วง 67 - 351 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 236 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

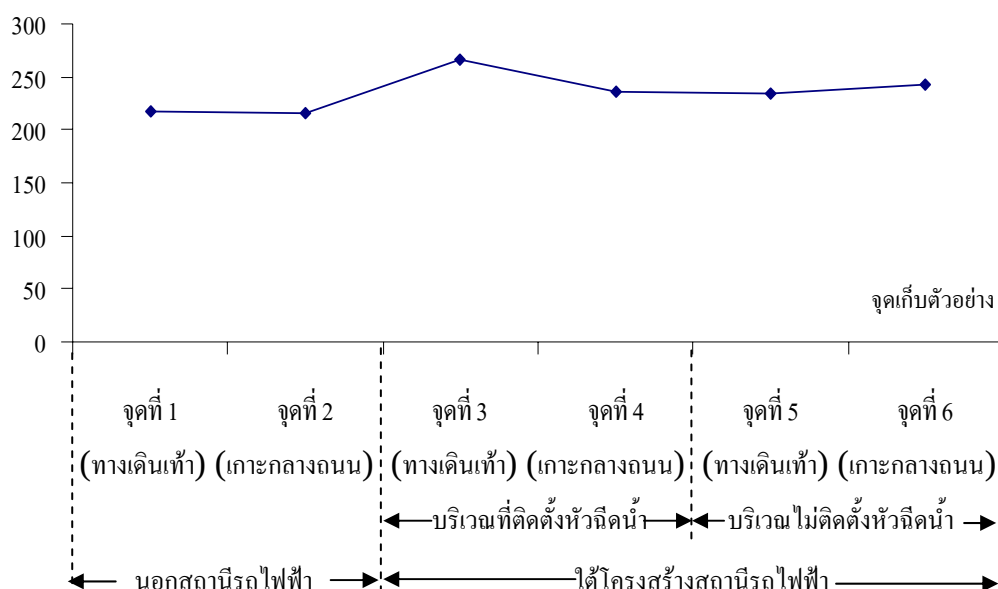
บริเวณใต้โครงสร้างสถานีที่ไม่มีการติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำในพื้นที่ทางเดินเท้า (จุดเก็บตัวอย่างที่ 5) มีความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนอยู่ในช่วง 91 - 323 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 235 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และพื้นที่เกาะกลางถนน (จุดเก็บตัวอย่างที่ 6) มีความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนอยู่ในช่วง 103 - 366 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 243 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรรายละเอียดดังตารางที่ 9 และภาพที่ 29

จากการพิจารณาความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนบริเวณสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้พบว่า การเปลี่ยนแปลงความฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนเป็นผลมาจากการเคลื่อนที่ของมวลอากาศใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า โดยในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้แนวการเคลื่อนที่ของมวลอากาศบริเวณใต้โครงสร้างสถานีมีการเคลื่อนที่เข้ามาจากทางใต้โดยพัดผ่านบริเวณพื้นที่เกาะกลางถนนของจุดเก็บตัวอย่างที่ 6 และพื้นที่ทางเดินเท้าของจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 จากนั้นพัฒมายังพื้นที่ทางเดินเท้าของจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 และพื้นที่เกาะกลางถนนของจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 ซึ่งบริเวณนี้จะได้รับอิทธิพลจากลมที่พัดเข้ามาจากช่องว่างอาคารทางทิศตะวันตก จึงทำให้มวลอากาศในจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 เบี่ยงเบนการเคลื่อนที่เข้าหาพื้นที่ทางเดินเท้าในทิศตะวันออกเฉียงเหนือของโครงสร้างสถานี หรือพื้นที่ทางเหนือของจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 ซึ่งมีได้กำหนดตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองไว้ ซึ่งจากลักษณะการเคลื่อนที่ของมวลอากาศใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าดังกล่าว เป็นผลให้พื้นที่ทางเดินเท้าของจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 มีความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนสูงสุดโดยมีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นฝุ่นละอองเท่ากับ 266 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยมีสาเหตุมาจากฝุ่นละอองซึ่งถูกพัดเข้ามาจากนอกโครงสร้างสถานีที่สะสมอยู่ในพื้นที่เกาะกลางถนนของจุดเก็บตัวอย่างที่ 6 ได้ถูกพัฒมายังพื้นที่ทางเดินเท้าของจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 จึงทำให้จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 มีความเข้มข้นฝุ่นละอองเพิ่มสูงขึ้น

ตารางที่ 9 ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน เมื่อไม่มีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูง
ได้โครงสร้างสถานีรถไฟสะพานควาย ในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้

บริเวณพื้นที่ศึกษา	จุดเก็บตัวอย่าง	PM ₁₀ (µg/m ³)	
		ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย
ด้านนอก	จุดที่ 1 ทางเดินเท้า	81 - 317	217
โครงสร้างสถานีรถไฟ	จุดที่ 2 เกาะกลางถนน	75 - 333	221
ใต้โครงสร้างสถานีรถไฟ	จุดที่ 3 ทางเดินเท้า	114 - 393	266
(บริเวณที่ติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำ)	จุดที่ 4 เกาะกลางถนน	67 - 351	236
ใต้โครงสร้างสถานีรถไฟ	จุดที่ 5 ทางเดินเท้า	91 - 323	235
(บริเวณที่ไม่ติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำ)	จุดที่ 6 เกาะกลางถนน	103 - 366	243

ความเข้มข้น PM₁₀ (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)



ภาพที่ 29 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน เมื่อไม่มีการฉีดละอองน้ำ
บริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟสะพานควาย ในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันตก
เฉียงใต้

ทั้งนี้การพิจารณาการลดลงของความเข้มข้นฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นตามกลไกธรรมชาติในสภาวะปกติได้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย เมื่อมีลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ไม่สามารถกระทำได้ เนื่องจากการตกตัวของธรรมชาติของอนุภาคฝุ่นละอองจะเกิดขึ้นตามบริเวณการเคลื่อนที่ของมวลอากาศ และหากพิจารณาการเคลื่อนที่ของมวลอากาศได้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ พบว่ามวลอากาศได้โครงสร้างสถานีได้มีการเบี่ยงเบนทิศทางการเคลื่อนที่เข้าหาพื้นที่ทางเดินเท้าในทิศตะวันออกเหนือของโครงสร้างสถานี ซึ่งบริเวณดังกล่าวมิได้มีการกำหนดตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองไว้จึงทำให้ไม่ทราบข้อมูลความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน

3.2.2 ความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวม

บริเวณด้านนอกโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าในพื้นที่ทางเดินเท้า (จุดเก็บตัวอย่างที่ 1) มีความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวมอยู่ในช่วง 156 - 487 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 342 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และพื้นที่เกาะกลางถนน (จุดเก็บตัวอย่างที่ 2) มีความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวมอยู่ในช่วง 155 - 436 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 343 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

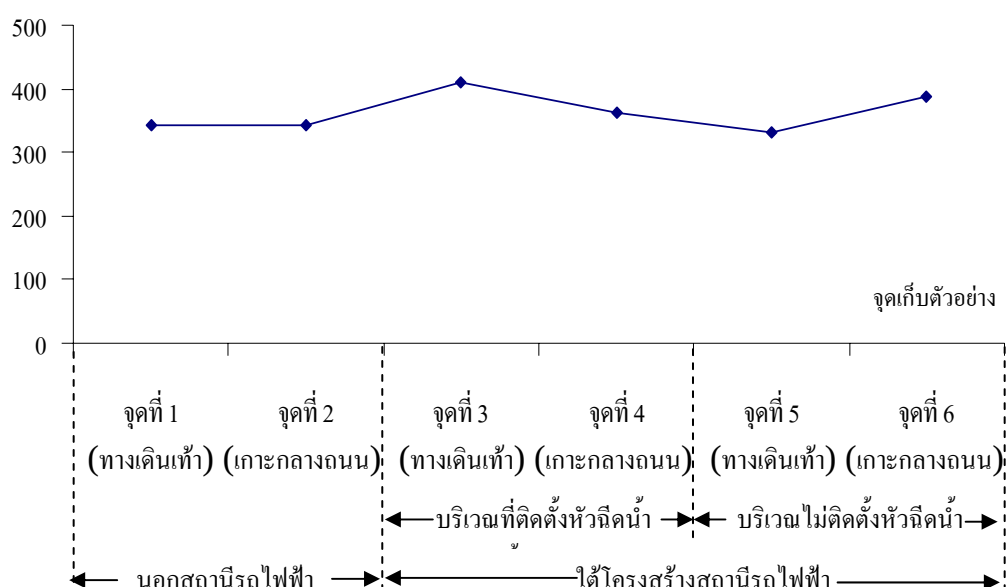
บริเวณใต้โครงสร้างสถานีที่มีการฉีดละอองน้ำในพื้นที่ทางเดินเท้า (จุดเก็บตัวอย่างที่ 3) มีความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวมอยู่ในช่วง 170 - 565 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 411 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และพื้นที่เกาะกลางถนน (จุดเก็บตัวอย่างที่ 4) มีความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวมอยู่ในช่วง 111 - 509 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 363 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

บริเวณใต้โครงสร้างสถานีที่ไม่มีการฉีดละอองน้ำในพื้นที่ทางเดินเท้า (จุดเก็บตัวอย่างที่ 5) มีความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวมอยู่ในช่วง 101 - 532 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 332 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และพื้นที่เกาะกลางถนน (จุดเก็บตัวอย่างที่ 6) มีความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวมอยู่ในช่วง 146 - 540 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 386 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร รายละเอียดดังตารางที่ 10 และภาพที่ 30

ตารางที่ 10 ความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวม เมื่อไม่มีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงใต้
โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้

บริเวณพื้นที่ศึกษา	จุดเก็บตัวอย่าง	TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
		ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย
ด้านนอก	จุดที่ 1 ทางเดินเท้า	156 - 487	342
โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า	จุดที่ 2 เกาะกลางถนน	155 - 436	343
ใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า	จุดที่ 3 ทางเดินเท้า	170 - 565	411
(บริเวณที่ติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำ)	จุดที่ 4 เกาะกลางถนน	111 - 509	363
ใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า	จุดที่ 5 ทางเดินเท้า	101 - 532	332
(บริเวณที่ไม่ติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำ)	จุดที่ 6 เกาะกลางถนน	146 - 540	386

ความเข้มข้น TSP (ไม่โครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)



ภาพที่ 30 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวม เมื่อไม่มีการฉีดละอองน้ำใต้โครงสร้าง
สถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้

จากความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวมบริเวณสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้พบว่า มีแนวโน้มความเข้มข้นฝุ่นแขวนลอยรวมในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างคล้ายคลึงกับความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน โดยพบความเข้มข้นฝุ่นละอองสูงสุดในพื้นที่ทางเดินเท้าของจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 (410 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ซึ่งมีสาเหตุมาจากฝุ่นละอองจากนอกโครงสร้างสถานที่สะสมอยู่ในพื้นที่เกาะกลางถนนของจุดเก็บตัวอย่างที่ 6 ได้ถูกกลมพัดมาสะสมยังพื้นที่ทางเดินเท้าของจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 จึงทำให้ความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวมในจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 มีค่าเพิ่มสูงขึ้น และเนื่องจากการตกตัวของธรรมชาติของอนุภาคฝุ่นละอองมักเกิดขึ้นตามบริเวณที่มวลอากาศเคลื่อนที่ผ่าน ซึ่งจากการพิจารณาการเคลื่อนที่ของมวลอากาศได้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้พบว่า ภายหลังจากมวลอากาศบริเวณที่มีการติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำได้รับอิทธิพลจากลมที่พัดเข้ามาจากช่องว่างอาคารทางตะวันตกของโครงสร้างสถานี มวลอากาศได้มีการเบี่ยงเบนการเคลื่อนที่เข้าหาพื้นที่ทางเดินเท้าทางทิศตะวันออกเหนือของโครงสร้างสถานี ดังนั้นการตกตัวของอนุภาคฝุ่นละอองตามกลไกธรรมชาติจึงควรเกิดขึ้นในบริเวณดังกล่าว แต่เนื่องจากการศึกษานี้ได้กำหนดตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองตามแนวการเคลื่อนที่ของมวลอากาศเมื่อมีลมพัดจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือเป็นหลัก จึงทำให้ไม่มีข้อมูลความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวมสำหรับใช้พิจารณาการลดลงของความเข้มข้นฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นตามกลไกธรรมชาติ

อย่างไรก็ตามข้อมูลความเข้มข้นฝุ่นละอองในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้สามารถนำมาพิจารณาพร้อมกับความเข้มข้นฝุ่นละอองในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ เพื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นฝุ่นละอองในแต่ละทิศทางลมได้ โดยเมื่อพิจารณาสัดส่วนระหว่างความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนต่อฝุ่นละอองแขวนลอยรวมในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ (ตารางที่ 11) พบว่ามีสัดส่วนระหว่างความเข้มข้นฝุ่นละอองบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสูงกว่าในช่วงที่มีลมพัดมาทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.60-0.67) ซึ่งแสดงถึง ลมที่พัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ทำให้เกิดการสะสมของฝุ่นละอองใต้โครงสร้างสถานีมากกว่าลมที่พัดมาทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ทั้งนี้มีสาเหตุจากลมที่พัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ได้พัดเอาฝุ่นละอองจากพื้นที่ในเขตเมือง ซึ่งมีการจราจรคับคั่งเข้าสู่ใต้โครงสร้างสถานี จึงเป็นผลให้ใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้ามีค่าสัดส่วนความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนต่อฝุ่นละอองแขวนลอยรวมสูงเข้าใกล้ 1 มากกว่าลมที่พัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งพัดเอาฝุ่นละอองจากพื้นที่นอกเมืองเข้าสู่ใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า

ตารางที่ 11 สัดส่วนระหว่างความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนต่อฝุ่นละอองแขวนลอย ในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้

บริเวณพื้นที่ศึกษา	จุดเก็บตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยสัดส่วน PM_{10}/TSP
ด้านนอก	จุดที่ 1 ทางเดินเท้า	0.66 : 1
โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า	จุดที่ 2 เกาะกลางถนน	0.63 : 1
ใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า	จุดที่ 3 ทางเดินเท้า	0.75 : 1
(บริเวณที่มีการฉีดละอองน้ำ)	จุดที่ 4 เกาะกลางถนน	0.69 : 1
ใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า	จุดที่ 5 ทางเดินเท้า	0.73 : 1
(บริเวณที่ไม่มีการฉีดละอองน้ำ)	จุดที่ 6 เกาะกลางถนน	0.63 : 1

4. ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน และฝุ่นละอองแขวนลอยรวม ตามลักษณะทิศทางลม เมื่อมีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย

เนื่องจากมวลอากาศใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายมิได้อยู่ในสภาวะอากาศนิ่ง แต่มีการเคลื่อนที่ของมวลอากาศตลอดเวลา ทำให้เมื่อมีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูง หยดละอองน้ำจึงถูกพัดพาให้เคลื่อนที่ไปตามมวลอากาศเป็นผลให้บริเวณที่มีการฉีดละอองน้ำได้รับผลการฉีดละอองน้ำต่ำ ทั้งนี้ในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือและทิศตะวันตกเฉียงใต้ มวลอากาศใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้ามีการเคลื่อนที่ในลักษณะที่แตกต่างกัน ซึ่งเป็นผลมาจากทางตะวันตกของโครงสร้างสถานีในบริเวณที่มีการติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำได้รับอิทธิพลจากลมที่พัดเข้ามาจากช่องว่างอาคาร จึงทำให้บริเวณที่มีการติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือมีการเคลื่อนที่ของมวลอากาศเข้าหาพื้นที่ทางเดินเท้าทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของโครงสร้างสถานี ส่วนในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้มีการเคลื่อนที่เข้าหาพื้นที่ทางเดินเท้าทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของโครงสร้างสถานี จากการเคลื่อนที่ของมวลอากาศดังกล่าวจึงทำให้ในแต่ละทิศทางลมมีพื้นที่ที่ได้รับผลจากการฉีดละอองน้ำอยู่ในบริเวณที่ต่างกัน

ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทราบถึงการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นฝุ่นละอองที่เกิดขึ้น ตลอดจนพื้นที่ที่ได้รับผลจากการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายในแต่ละทิศทางลม โดยข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาเป็นข้อมูลจากการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในช่วงที่มีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงระหว่างเวลา 5.00-20.00 น. ซึ่งได้ทำการเก็บตัวอย่าง

ฝุ่นละอองทุก ๆ 3 ชั่วโมงระหว่างวันที่ 31 มกราคม – 8 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 รวม 9 วันมีตัวอย่างในการพิจารณาทั้งสิ้น 45 ตัวอย่าง โดยในการศึกษานี้ได้แบ่งออกเป็น 2 ช่วงตามทิศทางลมที่พบ คือ ช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ มีผลการศึกษา ดังนี้

4.1 ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน และฝุ่นละอองแขวนลอยรวม เมื่อมีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงได้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

เมื่อมีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงได้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ระหว่างวันที่ 31 มกราคม – 8 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 พบลมที่พัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ มีจำนวน 33 ตัวอย่างหรือร้อยละ 73 มีความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน และฝุ่นละอองแขวนลอยรวม ดังนี้

4.1.1 ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน

บริเวณด้านนอกโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าในพื้นที่ทางเดินเท้า (จุดเก็บตัวอย่างที่ 1) มีความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนอยู่ในช่วง 140 - 402 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 246 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และพื้นที่เกาะกลางถนน (จุดเก็บตัวอย่างที่ 2) มีความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนอยู่ในช่วง 156 - 428 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 264 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

บริเวณใต้โครงสร้างสถานีที่มีการติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำในพื้นที่ทางเดินเท้า (จุดเก็บตัวอย่างที่ 3) มีความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนอยู่ในช่วง 121 - 530 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 243 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และพื้นที่เกาะกลางถนน (จุดเก็บตัวอย่างที่ 4) มีความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนอยู่ในช่วง 198 - 552 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 327 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

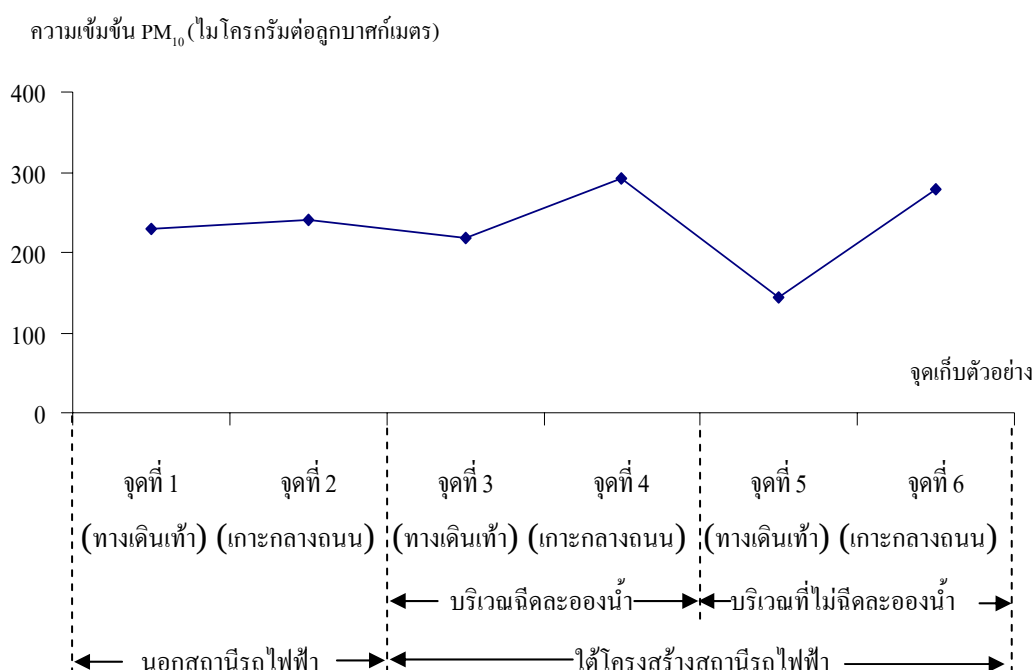
บริเวณใต้โครงสร้างสถานีที่ไม่มีการติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำในพื้นที่ทางเดินเท้า (จุดเก็บตัวอย่างที่ 5) มีความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนอยู่ในช่วง 89 - 288

ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 173 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และพื้นที่เกาะกลางถนน (จุดเก็บตัวอย่างที่ 6) มีความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนอยู่ในช่วง 164 - 429 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 295 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร รายละเอียดดังตารางที่ 12 และภาพที่ 31

จากความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนเมื่อมีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงได้ โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือพบว่า ได้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้ามีความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนต่ำสุดในพื้นที่ทางเดินเท้าของจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 และจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 โดยมีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นฝุ่นละอองเท่ากับ 243 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 173 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรตามลำดับ ซึ่งเป็นผลมาจากการตกตัวของอนุภาคฝุ่นละอองจากการฉีดละอองน้ำ กล่าวคือบริเวณที่ทำการฉีดละอองน้ำได้รับอิทธิพลจากลมที่พัดเข้ามาจากช่องว่างอาคารทางตะวันตกของโครงสร้างสถานี จึงทำให้มวลอากาศในบริเวณนี้มีการเคลื่อนที่เข้าหาพื้นที่ทางเดินเท้าทางทิศตะวันออกเฉียงใต้หรือบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 และ 5 ตามลำดับ เป็นผลให้หยดละอองน้ำ (ความเร็วในการตกตัวประมาณ 7.87×10^{-3} เมตรต่อวินาที (กมล, 2540)) และอนุภาคฝุ่นที่รวมตัวกับหยดละอองน้ำไม่สามารถตกตัวลงสู่พื้นล่างในบริเวณที่ฉีดละอองน้ำได้ แต่ได้ถูกพัดพาไปตามมวลอากาศและตกตัวลงสู่พื้นล่างในพื้นที่ทางเดินเท้าของจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 และ 5 จึงทำให้ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในจุดเก็บตัวอย่างดังกล่าวมีค่าต่ำสุด ทั้งนี้พบว่าความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 มีค่าน้อยกว่าจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์[Sig.(2-tailed) เท่ากับ 0.000] ซึ่งแสดงถึงการฉีดละอองน้ำมีผลต่อการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนได้ดีที่สุดในพื้นที่ตอนปลายการเคลื่อนที่ของมวลอากาศหรือพื้นที่ทางเดินเท้าของจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 โดยมีสาเหตุจากในขณะที่อนุภาคฝุ่นถูกพัดมาตามลมได้มีการรวมตัวกันระหว่างอนุภาคฝุ่นด้วยกันเอง และหยดละอองน้ำ ทำให้ได้อนุภาคที่มีขนาดใหญ่ขึ้นและนำไปสู่การตกตัวลงพื้นล่างตามบริเวณที่มวลอากาศเคลื่อนที่ผ่าน เป็นผลให้ความเข้มข้นฝุ่นละอองมีแนวโน้มลดลงตามระยะการเคลื่อนที่ของมวลอากาศ ดังนั้นจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 ซึ่งอยู่บริเวณปลายการเคลื่อนที่ของมวลอากาศได้ โครงสร้างสถานีจึงมีความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนต่ำสุด

ตารางที่ 12 ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน เมื่อมีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงใต้
โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

บริเวณพื้นที่ศึกษา	จุดเก็บตัวอย่าง	PM ₁₀ (µg/m ³)	
		ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย
ด้านนอก	จุดที่ 1 ทางเดินเท้า	140 - 402	246
โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า	จุดที่ 2 เกาะกลางถนน	156 - 428	264
ใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า	จุดที่ 3 ทางเดินเท้า	121 - 530	243
(บริเวณที่ติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำ)	จุดที่ 4 เกาะกลางถนน	198 - 552	327
ใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า	จุดที่ 5 ทางเดินเท้า	89 - 288	173
(บริเวณที่ไม่ติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำ)	จุดที่ 6 เกาะกลางถนน	164 - 429	295



ภาพที่ 31 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนเมื่อมีการฉีดละอองน้ำแรงดัน
สูงใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศ
ตะวันออกเฉียงเหนือ

จากความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า การฉีดละอองน้ำแรงดันสูงได้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศ ตะวันออกเฉียงเหนือ มีผลต่อการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองในพื้นที่ทางเดินเท้าทางตะวันออกเฉียงใต้ของโครงสร้างสถานี โดยพบว่าการฉีดละอองน้ำช่วยให้ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในพื้นที่ฟุตบาทของจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 (243 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) และ จุดเก็บ ตัวอย่างที่ 5 (173 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) มีความเข้มข้นฝุ่นละอองต่ำกว่าพื้นที่ต้นลมที่ได้รับ ฝุ่นละอองจากการเคลื่อนที่ของมวลอากาศได้โครงสร้างสถานีหรือจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 (327 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์[Sig.(2-tailed) เท่ากับ 0.000] นอกจากนี้การฉีดละอองน้ำยังช่วยให้พื้นที่ทางเดินเท้าในจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 มีความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนน้อยกว่าพื้นที่ทางเดินเท้าด้านนอกโครงสร้าง สถานีรถไฟฟ้า หรือจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 (246 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์[Sig.(2-tailed) เท่ากับ 0.000] ด้วย

4.1.2 ความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวม

บริเวณด้านนอกโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าในพื้นที่ทางเดินเท้า (จุดเก็บตัวอย่าง ที่ 1) มีความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวมอยู่ในช่วง 308 - 861 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 478 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และพื้นที่เกาะกลางถนน (จุดเก็บตัวอย่างที่ 2) มีความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวมอยู่ในช่วง 259 - 537 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 426 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

บริเวณใต้โครงสร้างสถานีที่มีการฉีดละอองน้ำในพื้นที่ทางเดินเท้า (จุดเก็บ ตัวอย่างที่ 3) มีความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวมอยู่ในช่วง 202 -537 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์ เมตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 345 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ และพื้นที่เกาะกลางถนน (จุดเก็บ ตัวอย่างที่ 4) มีความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวมอยู่ในช่วง 310 - 648 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์ เมตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 463 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

บริเวณใต้โครงสร้างสถานีที่ไม่มีการฉีดละอองน้ำในพื้นที่ทางเดินเท้า (จุดเก็บ ตัวอย่างที่ 5) มีความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวมอยู่ในช่วง 124 - 489 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์ เมตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 292 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และพื้นที่เกาะกลางถนน (จุดเก็บตัวอย่างที่

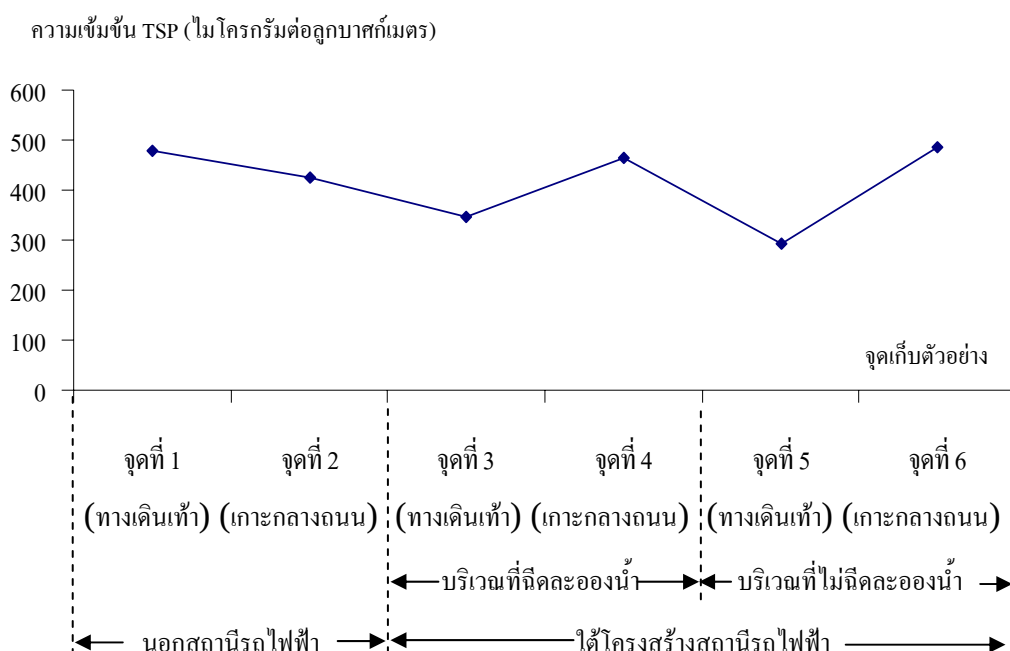
6) มีความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวมอยู่ในช่วง และ 312 - 692 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 487 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร รายละเอียดดังตารางที่ 13 และภาพที่ 32

จากความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวมเมื่อมีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือพบว่า ได้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้ามีความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวมต่ำสุด ในพื้นที่ทางเดินเท้าของจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 และจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 โดยมีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นฝุ่นละอองเท่ากับ 345 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 292 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรตามลำดับ ซึ่งเป็นผลมาจากในบริเวณที่มีฉีดละอองน้ำได้รับอิทธิพลจากลมที่พัดเข้ามาจากช่องว่างอาคารทางทิศตะวันตกของโครงสร้างสถานี จึงทำให้มวลอากาศมีเคลื่อนที่เข้าหาพื้นที่ทางเดินเท้าทางทิศตะวันออกเฉียงใต้หรือบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 และจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 ตามลำดับ ส่งผลให้อนุภาคฝุ่นที่รวมตัวกับหยดละอองน้ำ (ในรูปของความชื้น) และหยดละอองน้ำ (ความเร็วในการตกตัวประมาณ 7.87×10^{-3} เมตรต่อวินาที (กมล, 2540)) ถูกพัดพาและไปตกตัวลงตามบริเวณดังกล่าว จึงทำให้พื้นที่ทางเดินเท้าของจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 และ 5 มีความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวมต่ำสุดทั้งนี้พบว่าการฉีดละอองน้ำสามารถลดความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวมได้ดีที่สุดในบริเวณตอนปลายการเคลื่อนที่ของมวลอากาศใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าหรือพื้นที่ทางเดินเท้าของจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 เช่นเดียวกันกับความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน

จากความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวมดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าการฉีดละอองน้ำใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายเมื่อมีลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ มีผลต่อการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวมในพื้นที่ทางเดินเท้าทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของโครงสร้างสถานีเช่นเดียวกับฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน โดยพบว่าการฉีดละอองน้ำช่วยให้พื้นที่ทางเดินเท้าในจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 (345 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) และจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 (292 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) มีความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวมต่ำกว่าพื้นที่ต้นลมที่ได้รับฝุ่นละอองจากการเคลื่อนที่ของมวลอากาศใต้โครงสร้างสถานีหรือจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 (463 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ [Sig.(2-tailed) เท่ากับ 0.000] นอกจากนี้การฉีดละอองน้ำยังช่วยให้พื้นที่ทางเดินเท้าในจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 มีความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวมน้อยกว่าพื้นที่ทางเดินเท้าด้านนอกโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าหรือจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 (478 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ [Sig.(2-tailed) เท่ากับ 0.000] ด้วย

ตารางที่ 13 ความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวม เมื่อมีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

บริเวณพื้นที่ศึกษา	จุดเก็บตัวอย่าง	TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
		ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย
ด้านนอก	จุดที่ 1 ทางเดินเท้า	308 - 861	478
โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า	จุดที่ 2 เกาะกลางถนน	259 - 576	426
ใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า (บริเวณที่ติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำ)	จุดที่ 3 ทางเดินเท้า	202 - 537	345
	จุดที่ 4 เกาะกลางถนน	310 - 648	463
ใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า (บริเวณที่ไม่ติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำ)	จุดที่ 5 ทางเดินเท้า	124 - 489	292
	จุดที่ 6 เกาะกลางถนน	312 - 692	487



ภาพที่ 32 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวม เมื่อมีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

จากข้อมูลความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนและฝุ่นละอองแขวนลอยรวมดังกล่าวนี้ทำให้ทราบว่า การฉีดละอองน้ำแรงดันสูงได้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ สามารถช่วยลดความเข้มข้นฝุ่นละอองในพื้นที่ทางเดินเท้าทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของโครงสร้างสถานีได้ ซึ่งเป็นผลดีต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนที่พักอาศัยและใช้เส้นทางผ่านในบริเวณดังกล่าว

4.2 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน และฝุ่นละอองแขวนลอยรวมในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้

เมื่อมีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูง บริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายระหว่างวันที่ 31 มกราคม – 8 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550 พบลมที่พัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือในมีจำนวน 12 ตัวอย่างหรือร้อยละ 27 มีความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน และฝุ่นละอองแขวนลอยรวม ดังนี้

4.2.1 ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน

บริเวณด้านนอกโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าในพื้นที่ทางเดินเท้า (จุดเก็บตัวอย่างที่ 1) มีความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนอยู่ในช่วง 219 - 404 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 304 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และพื้นที่เกาะกลางถนน (จุดเก็บตัวอย่างที่ 2) มีความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนอยู่ในช่วง 225 - 418 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 328 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

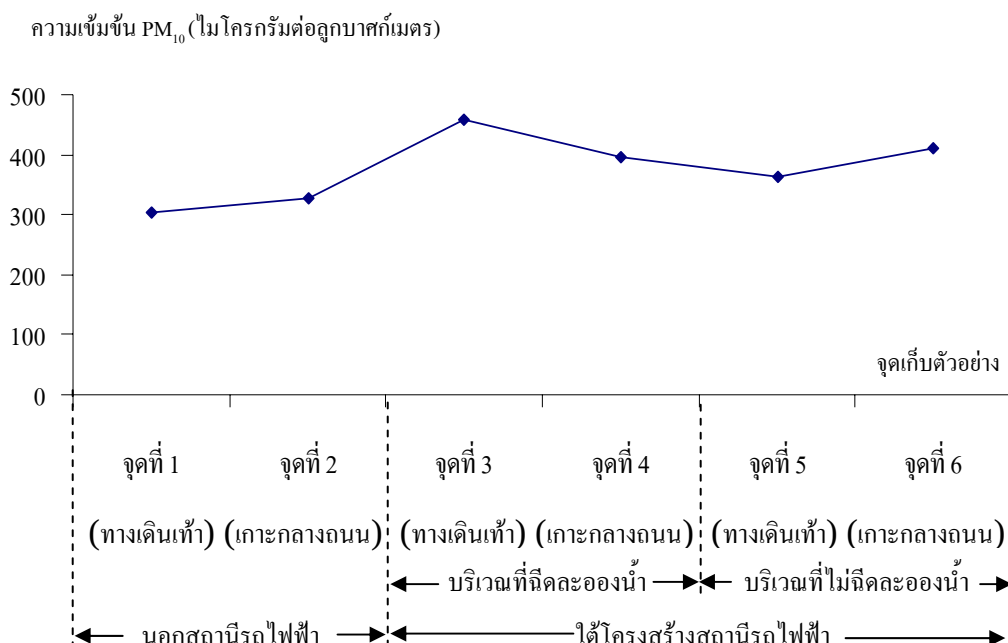
บริเวณใต้โครงสร้างสถานีที่มีการติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำในพื้นที่ทางเดินเท้า (จุดเก็บตัวอย่างที่ 3) มีความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนอยู่ในช่วง 298 - 593 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 458 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และพื้นที่เกาะกลางถนน (จุดเก็บตัวอย่างที่ 4) มีความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนอยู่ในช่วง 281 - 520 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 395 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

บริเวณใต้โครงสร้างสถานีที่ไม่มีการติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำในพื้นที่ทางเดินเท้า (จุดเก็บตัวอย่างที่ 5) มีความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนอยู่ในช่วง 242 - 481 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 363 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และพื้นที่เกาะกลาง

ถนน (จุดเก็บตัวอย่างที่ 6) มีความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนอยู่ในช่วง 273 - 524 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 411 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร รายละเอียดดังตารางที่ 14 และภาพที่ 33

ตารางที่ 14 ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน เมื่อมีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูง ได้
โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้

บริเวณพื้นที่ศึกษา	จุดเก็บตัวอย่าง	PM ₁₀ (µg/m ³)	
		ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย
ด้านนอก	จุดที่ 1 ทางเดินเท้า	219 - 404	304
โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า	จุดที่ 2 เกาะกลางถนน	225 - 418	328
ใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า (บริเวณที่ติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำ)	จุดที่ 3 ทางเดินเท้า	298 - 593	458
	จุดที่ 4 เกาะกลางถนน	281 - 520	395
ใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า (บริเวณที่ไม่ติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำ)	จุดที่ 5 ทางเดินเท้า	242 - 481	364
	จุดที่ 6 เกาะกลางถนน	273 - 524	411



ภาพที่ 33 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนเมื่อมีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้

จากการพิจารณาลักษณะการเคลื่อนที่ของมวลอากาศได้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายเมื่อมีลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้พบว่า ลมที่พัดเข้ามาจากช่องว่างอาคารทางตะวันตกของโครงสร้างสถานีมียผลให้บริเวณที่ฉีดละอองน้ำมีมวลอากาศเคลื่อนที่เข้าหาพื้นที่ทางเดินเท้าทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของโครงสร้างสถานี หรือพื้นที่ทางเดินเท้าทางเหนือของจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 จึงทำให้อนุภาคฝุ่นละอองที่รวมตัวกับหยดละอองน้ำ (ในรูปของความชื้น) และหยดละอองน้ำเองไม่สามารถตกลงบริเวณที่ทำการฉีดละอองน้ำได้ แต่ได้ถูกพัดพาและตกตัวลงตามบริเวณที่มวลอากาศเคลื่อนที่ผ่าน ทำให้บริเวณที่ได้รับผลจากการฉีดละอองน้ำ ในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ คือพื้นที่ทางเดินเท้าทางเหนือของจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 แต่เนื่องจากการศึกษาได้กำหนดตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างตามการพิจารณาแนวการเคลื่อนที่ของมวลอากาศได้ โครงสร้างสถานีเมื่อมีลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือเป็นหลัก จึงทำให้ไม่มีข้อมูลความเข้มข้นฝุ่นละอองในพื้นที่ดังกล่าว อย่างไรก็ตามหากพิจารณาแนวการเคลื่อนที่ของมวลอากาศบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าจะพบว่า จุดเก็บตัวอย่างที่สามารถได้รับผลจากการฉีดละอองน้ำได้คือจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ซึ่งตั้งอยู่ในพื้นที่ทางเดินเท้าด้านนอกโครงสร้างสถานี โดยมีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนเท่ากับ 304 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ตารางที่ 14 และภาพที่ 33) ทั้งนี้ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 มิได้มีผลมาจากการตกตัวของอนุภาคฝุ่นที่รวมตัวกับหยดละอองน้ำเพียงปัจจัยเดียว แต่ยังมีผลมาจากการเจือจางความเข้มข้นฝุ่นละอองของการถ่ายเทอากาศจากภายนอกโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าด้วย

4.2.2 ความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวม

บริเวณด้านนอกโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าในพื้นที่ทางเดินเท้า (จุดเก็บตัวอย่างที่ 1) มีความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวมอยู่ในช่วง 286 - 620 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 497 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และพื้นที่เกาะกลางถนน (จุดเก็บตัวอย่างที่ 2) มีความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวมอยู่ในช่วง 328 - 739 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 526 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

บริเวณใต้โครงสร้างสถานีที่มีการติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำในพื้นที่ทางเดินเท้า (จุดเก็บตัวอย่างที่ 3) มีความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวมอยู่ในช่วง 444 - 797 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 594 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และพื้นที่เกาะกลางถนน (จุดเก็บ

ตัวอย่างที่ 4) มีความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวมอยู่ในช่วง 352 - 650 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 523 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

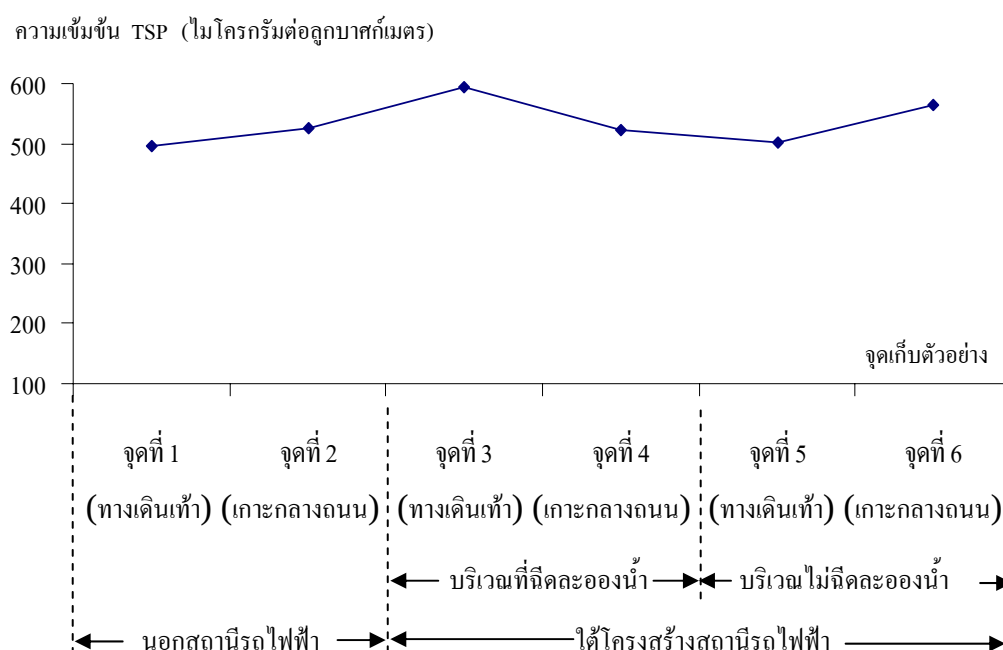
บริเวณใต้โครงสร้างสถานีที่ไม่มีการติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำในพื้นที่ทางเดินเท้า (จุดเก็บตัวอย่างที่ 5) มีความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวมอยู่ในช่วง 212 - 647 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 501 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และพื้นที่เกาะกลางถนน (จุดเก็บตัวอย่างที่ 6) มีความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวมอยู่ในช่วง 481 - 669 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 565 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร รายละเอียดดังตารางที่ 15 และภาพที่ 34

จากลักษณะการเคลื่อนที่ของมวลอากาศใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งได้อธิบายไว้แล้วในข้างต้นพบว่า พื้นที่ที่ได้รับผลการฉีดละอองน้ำ คือพื้นที่ทางเดินเท้าทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของโครงสร้างสถานี แต่เนื่องจากในบริเวณนั้นมิได้มีการกำหนดตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองไว้ เพราะการศึกษานี้ได้กำหนดตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างตามการพิจารณาการเคลื่อนที่ของมวลอากาศ เมื่อมีลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือเป็นสำคัญ จึงทำให้ไม่มีข้อมูลความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยในบริเวณดังกล่าว แต่อย่างไรก็ตามพบว่าจุดเก็บตัวอย่างที่สามารถได้รับผลจากการฉีดละอองน้ำได้คือ จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ซึ่งตั้งอยู่ในพื้นที่ทางเดินเท้าด้านนอกโครงสร้างสถานี โดยมีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นฝุ่นละอองเท่ากับ 497 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ทั้งนี้ความเข้มข้นฝุ่นละอองในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 มิได้มีผลมาจากการตกตัวของอนุภาคฝุ่นละอองที่รวมตัวกับหยดละอองน้ำเพียงปัจจัยเดียว แต่มีผลมาจากการเจือจางความเข้มข้นฝุ่นละอองของการถ่ายเทอากาศจากภายนอกโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าด้วย

จากข้อมูลเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนและฝุ่นละอองแขวนลอยรวมดังกล่าวนี้ทำให้ทราบว่า การฉีดละอองน้ำแรงดันสูงใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ สามารถช่วยลดความเข้มข้นฝุ่นละอองในพื้นที่ทางเดินเท้าทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของโครงสร้างสถานีได้ ซึ่งเป็นผลดีต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนที่พักอาศัยและใช้เส้นทางผ่านในบริเวณดังกล่าว

ตารางที่ 15 ความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวม เมื่อมีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงใต้โครงสร้างสถานีรถไฟสะพานควาย ในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้

บริเวณพื้นที่ศึกษา	จุดเก็บตัวอย่าง	TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
		ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย
ด้านนอก	จุดที่ 1 ทางเดินเท้า	286 - 620	497
โครงสร้างสถานีรถไฟ	จุดที่ 2 เกาะกลางถนน	328 - 739	526
ใต้โครงสร้างสถานีรถไฟ	จุดที่ 3 ทางเดินเท้า	444 - 797	594
(บริเวณที่ติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำ)	จุดที่ 4 เกาะกลางถนน	352 - 650	523
ใต้โครงสร้างสถานีรถไฟ	จุดที่ 5 ทางเดินเท้า	212 - 647	501
(บริเวณที่ไม่ติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำ)	จุดที่ 6 เกาะกลางถนน	481 - 669	565



ภาพที่ 34 ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวม เมื่อมีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงใต้โครงสร้างสถานีรถไฟสะพานควาย ในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้

5. ประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนและฝุ่นละอองแขวนลอยรวมบริเวณทางเดินเท้าภายใต้สถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย โดยการฉีดละอองน้ำแรงดันสูง

เนื่องจากการกำหนดตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองได้พิจารณาจากแนวการเคลื่อนที่ของมวลอากาศใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าเมื่อมีลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือเป็นสำคัญ ดังนั้นในการศึกษาประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนและฝุ่นละอองแขวนลอยรวมโดยการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย จึงได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นเฉพาะในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือเท่านั้น

จากผลการศึกษาความเข้มข้นฝุ่นละอองเมื่อมีการฉีดละอองน้ำใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือพบว่า การฉีดละอองน้ำมีผลต่อการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองตามบริเวณแนวการเคลื่อนที่ของมวลอากาศ ซึ่งอยู่ในพื้นที่ทางเดินเท้าของจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 และจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 ดังนั้นในการศึกษาประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองจึงกำหนดให้พื้นที่ดังกล่าวเป็นตัวแทนความเข้มข้นฝุ่นละอองที่ลดลงจากการฉีดละอองน้ำ และกำหนดให้พื้นที่เกาะกลางถนนของจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 ซึ่งเป็นพื้นที่ต้นลมที่ได้รับฝุ่นละอองจากการเคลื่อนที่ของมวลอากาศเป็นตัวแทนความเข้มข้นฝุ่นละอองใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย เพื่อพิจารณาว่าการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้ามีผลให้พื้นที่ทางเดินเท้าของจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 และ 5 มีความเข้มข้นฝุ่นละอองลดลงจากพื้นที่ต้นลมที่ได้รับฝุ่นละออง (จุดเก็บตัวอย่างที่ 4) มากน้อยเพียงใด ผลการศึกษามีดังนี้

5.1 ประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนบริเวณทางเดินเท้าภายใต้สถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย โดยการฉีดละอองน้ำแรงดันสูง

การฉีดละอองน้ำแรงดันสูงใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย เมื่อมีลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือมีผลให้ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนในพื้นที่ทางเดินเท้าของจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 และจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 มีความเข้มข้นฝุ่นละอองลดลงจากพื้นที่ต้นลมที่ได้รับฝุ่นละอองหรือจุดตัวอย่างที่ 4 คิดเป็นประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 29 และร้อยละ 47 ตามลำดับ (ตารางที่ 16)

ตารางที่ 16 ประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนบริเวณทางเดิน
ท่าภายใต้สถานีรถไฟสะพานควาย โดยการฉีดละอองน้ำแรงดันสูง

การเปรียบเทียบ	ประสิทธิภาพ(ร้อยละ)	
	ค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุด	เฉลี่ย
จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 (เกาะกลางถนน บริเวณที่ติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำ)	14 - 53	29
จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 (ทางเดินเท้า บริเวณที่ติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำ)		
จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 (เกาะกลางถนน บริเวณที่ติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำ)	27 - 61	47
จุดเก็บตัวอย่างที่ 5 (ทางเดินเท้า บริเวณที่ไม่ติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำ)		

5.2 ประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวม บริเวณทางเดินท่าภายใต้
สถานีรถไฟสะพานควาย โดยการฉีดละอองน้ำแรงดันสูง

การฉีดละอองน้ำแรงดันสูงได้โครงสร้างสถานีรถไฟสะพานควาย เมื่อมีลมพัดมา
จากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ มีผลให้พื้นที่ทางเดินเท้าของจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 และจุดเก็บตัวอย่างที่ 5
มีความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวมลดลงจากพื้นที่ต้นลมที่ได้รับฝุ่นละอองหรือจุดตัวอย่างที่ 4
คิดเป็นประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 26 และร้อยละ 37
ตามลำดับ(ตารางที่ 17)

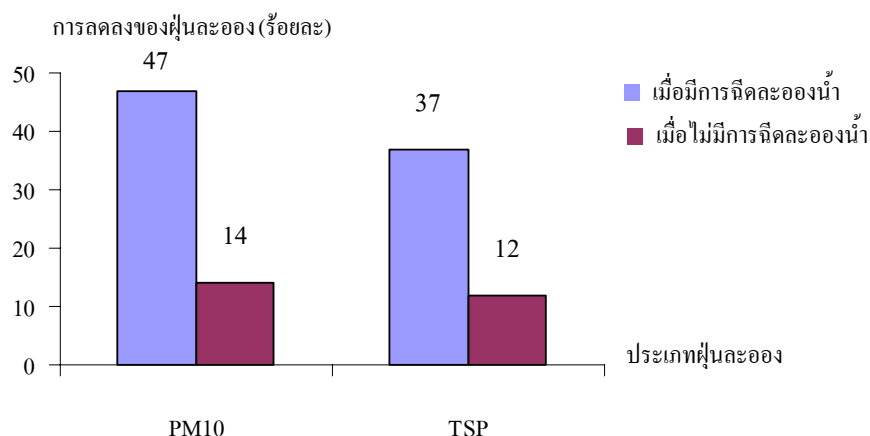
ตารางที่ 17 ประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวมบริเวณทางเดินท่าภายใต้
สถานีรถไฟสะพานควาย โดยการฉีดละอองน้ำแรงดันสูง

การเปรียบเทียบ	ประสิทธิภาพ(ร้อยละ)	
	ค่าต่ำสุด - ค่าสูงสุด	เฉลี่ย
จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 (เกาะกลางถนน บริเวณที่ติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำ)	13 - 47	26
จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 (ทางเดินเท้า บริเวณที่ติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำ)		
จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 (เกาะกลางถนน บริเวณที่ติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำ)	23 - 61	37
จุดเก็บตัวอย่างที่ 5 (ทางเดินเท้า บริเวณที่ไม่ติดตั้งหัวฉีดละอองน้ำ)		

เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน และฝุ่นละอองแขวนลอยรวมพบว่า การฉีดละอองน้ำสามารถลดความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนได้ดีกว่าฝุ่นละอองแขวนลอยรวม โดยมีสาเหตุมาจากฝุ่นละอองใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าส่วนใหญ่เป็นฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน ซึ่งพบว่ามีสัดส่วนมากกว่าร้อยละ 50 ของฝุ่นละอองทั้งหมด อนุภาคฝุ่นขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนจึงมีโอกาสรวมตัวกับหยดละอองน้ำ หรือความชื้นในอากาศได้มากกว่าอนุภาคฝุ่นละอองแขวนลอยรวม นอกจากนี้ภายหลังที่ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนรวมตัวกับหยดละอองน้ำและอนุภาคฝุ่นด้วยกันเองแล้ว อนุภาคฝุ่นจะมีขนาดใหญ่ขึ้น ทำให้มีขนาดอนุภาคอยู่ในช่วงฝุ่นละอองแขวนลอยรวม ส่งผลให้บริเวณที่ได้รับผลจากการฉีดละอองน้ำมีความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวมสูง จึงมีประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวมต่ำ

5.3 เปรียบเทียบการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนและฝุ่นละอองแขวนลอยรวมระหว่างเมื่อมีการฉีดละอองน้ำ และไม่มีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย

จากการศึกษาความเข้มข้นฝุ่นละอองเมื่อมีการฉีดละอองน้ำใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือพบว่า การฉีดละอองน้ำมีผลต่อการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองในพื้นที่เกี่ยวกับการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นตามกลไกธรรมชาติ (เมื่อไม่มีการฉีดละอองน้ำใต้โครงสร้างสถานี) หรือในพื้นที่ทางเดินเท้าทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของโครงสร้างสถานี ซึ่งเมื่อทำการเปรียบเทียบการลดลงของความเข้มข้นฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นในพื้นที่ทางเดินเท้าของจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความเข้มข้นฝุ่นละอองลดลงสูงสุดระหว่างเมื่อมีการฉีดละอองน้ำและไม่มีการฉีดละอองน้ำ พบว่าการฉีดละอองน้ำสามารถลดความเข้มข้นฝุ่นละอองในพื้นที่ทางเดินเท้าใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าได้มากกว่าการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นเองตามกลไกธรรมชาติ (เมื่อไม่มีการฉีดละอองน้ำ) โดยการฉีดละอองน้ำมีประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนและฝุ่นละอองแขวนลอยรวมในพื้นที่ทางเดินเท้าเท่ากับร้อยละ 47 และร้อยละ 37 ตามลำดับ ในขณะที่เมื่อไม่มีการฉีดละอองการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นเองตามกลไกธรรมชาติมีเพียงร้อยละ 14 และร้อยละ 12 ตามลำดับ (ภาพที่ 35)



ภาพที่ 35 เปรียบเทียบการลดลงของความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนและฝุ่นละอองแขวนลอยรวม (ร้อยละ) ในพื้นที่ทางเดินเท้า เมื่อมีการฉีดละอองน้ำและไม่มีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย

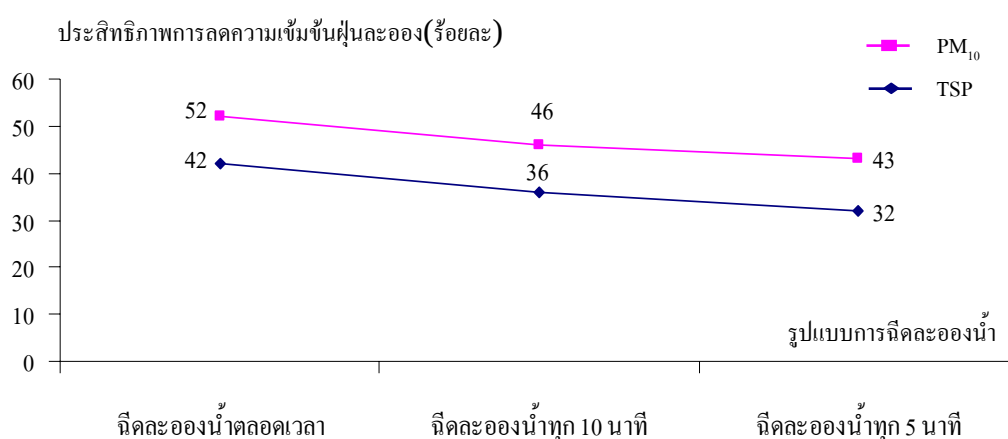
เมื่อทำการเปรียบเทียบความเข้มข้นฝุ่นละอองในพื้นที่ทางเดินเท้าของจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 ระหว่างเมื่อมีการฉีดละอองน้ำซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มิมีแหล่งกำเนิดมลสารสูง(5.00-20.00 น.) และเมื่อไม่มีการฉีดละอองน้ำซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มิมีแหล่งกำเนิดมลสารต่ำ(20.00-5.00 น.)พบว่า การฉีดละอองน้ำในช่วงเวลาที่มิมีแหล่งกำเนิดมลสารสูงสามารถลดความเข้มข้นฝุ่นละอองในพื้นที่ทางเดินเท้าใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าให้มีค่าใกล้เคียงกับช่วงเวลาที่มิมีแหล่งกำเนิดมลสารต่ำได้ โดยมีความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนในช่วงที่มีการฉีดละอองน้ำและไม่ฉีดละอองน้ำเท่ากับ 173 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรและ 174 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรตามลำดับ ความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวม ในช่วงที่มีการฉีดละอองน้ำและไม่ฉีดละอองน้ำเท่ากับ 292 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรและ 285 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรตามลำดับ ดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 เปรียบเทียบความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนและฝุ่นละอองแขวนลอยรวมในพื้นที่ทางเดินเท้า เมื่อมีการฉีดละอองน้ำและไม่มีการฉีดละอองน้ำใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย

พื้นที่ใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า	ความเข้มข้นฝุ่นละออง ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
	PM ₁₀	TSP
เมื่อมีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูง(5.00-20.00 น.)	173	292
เมื่อไม่มีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูง(20.00-5.00 น.)	174	285

6. รูปแบบการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงที่มีผลต่อประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน และฝุ่นละอองแขวนลอยรวม

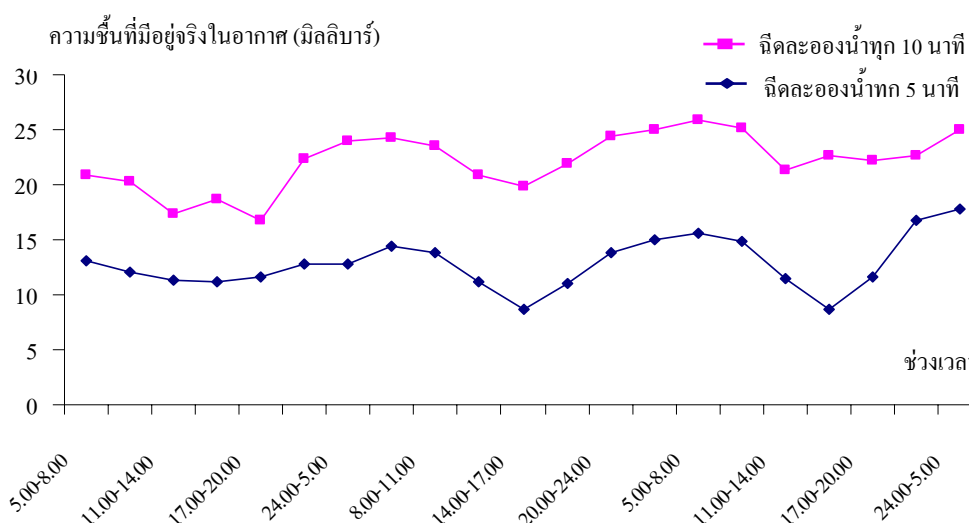
การฉีดละอองน้ำแรงดันสูงบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย มีรูปแบบการฉีดละอองน้ำ 3 รูปแบบคือ การฉีดละอองน้ำแรงดันสูงแบบเปิดละอองน้ำตลอดเวลา(ระหว่างเวลา 5.00-20.00 น.) การฉีดละอองน้ำแรงดันสูงแบบเปิด-ปิดละอองน้ำทุก 10 นาที และแบบเปิด-ปิดละอองน้ำทุก 5 นาที โดยรูปแบบการเปิดละอองน้ำตลอดเวลา รูปแบบการเปิด-ปิดละอองน้ำทุก 10 นาที และทุก 5 นาที มีค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน เท่ากับร้อยละ 52 ร้อยละ 46 และร้อยละ 43 ตามลำดับ และมีค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวมเท่ากับร้อยละ 42 ร้อยละ 36 และร้อยละ 32 ตามลำดับ ดังภาพที่ 36



ภาพที่ 36 ประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนและฝุ่นละอองแขวนลอยรวมตามรูปแบบการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย

จากประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองในแต่ละรูปแบบการฉีดละอองน้ำ พบว่ามีประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองสูงสุดเมื่อมีการฉีดละอองน้ำตลอดเวลา รองลงมาคือการฉีดละอองน้ำแบบเปิด-ปิดละอองน้ำทุก 10 นาที ซึ่งมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับการเปิด-ปิดละอองน้ำทุก 5 นาทีตามลำดับ โดยมีสาเหตุมาจากการฉีดละอองน้ำในระยะเวลาที่ยาวนานโอกาสที่อนุภาคฝุ่นสามารถสัมผัสกับหยดละอองน้ำโดยตรงจะมีมากกว่าการฉีดละอองน้ำในระยะเวลาสั้นๆ ซึ่งเมื่อพิจารณาระยะเวลาที่อนุภาคฝุ่นมีโอกาสสัมผัสกับหยดละอองในช่วงเวลา 1 ชั่วโมงของแต่ละ

รูปแบบการฉีดละอองน้ำพบว่า การฉีดละอองน้ำตลอดเวลา อนุภาคฝุ่นมีโอกาสสัมผัสกับหยดละอองน้ำที่เวลาเท่ากับ 60 นาที ในขณะที่การฉีดละอองน้ำทุก 10 นาที และทุก 5 นาทีมีเวลาเท่ากับ 30 นาที ดังนั้นจึงพบประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองสูงสุดเมื่อมีการฉีดละอองน้ำตลอดเวลา ส่วนการฉีดละอองน้ำทุก 10 นาทีมีประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองมากกว่าการฉีดละอองน้ำทุก 5 นาที เพราะการฉีดละอองน้ำทุก 10 นาที ทำให้อากาศมีเวลาได้รับไอน้ำที่นานกว่าการฉีดละอองน้ำทุก 5 นาที อากาศจึงมีการเพิ่มปริมาณไอน้ำได้มากกว่า ส่งผลให้มีความชื้นในอากาศสูงกว่า(ภาพที่ 37) และทำให้การเพิ่มมวลของอนุภาคฝุ่นเพื่อตกตัวลงสู่พื้นล่างเกิดขึ้นได้ดีกว่าการฉีดละอองน้ำทุก 5 นาที



ภาพที่ 37 ค่าเฉลี่ยความชื้นที่มีอยู่จริงในอากาศ(มิลลิกรัม)ที่ช่วงเวลาต่าง ๆ ในแต่ละวันที่มีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงทุก 10 นาที และทุก 5 นาที

และเมื่อพิจารณาความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนและฝุ่นละอองแขวนลอยรวมเฉลี่ย 24 ชั่วโมงในแต่ละรูปแบบของการฉีดละอองน้ำได้ผลดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนและฝุ่นละอองแขวนลอยรวมเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ในแต่ละรูปแบบการฉีดละอองน้ำแรงดันสูง

รูปแบบการฉีดละอองน้ำแรงดันสูง	ความเข้มข้นฝุ่นละอองเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
	PM ₁₀	TSP
การฉีดละอองน้ำแบบเปิดตลอดเวลา	171	268
การฉีดละอองน้ำแบบเปิด-ปิดทุก 10 นาที	228	357
การฉีดละอองน้ำแบบเปิด-ปิดทุก 5 นาที	269	400

จากตารางที่ 19 จะเห็นได้ว่าการฉีดละอองน้ำแบบเปิดละอองน้ำตลอดเวลาให้ผลให้ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนและฝุ่นละอองแขวนลอยรวมมีค่าต่ำสุด รองลงมาคือ การฉีดละอองน้ำแบบเปิด-ปิดละอองน้ำทุก 10 นาที และทุก 5 นาทีตามลำดับ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไปที่กำหนดให้ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนและฝุ่นละอองแขวนลอยรวมเฉลี่ย 24 ชั่วโมงมีค่าไม่เกิน 120 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 330 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรตามลำดับ พบว่าการฉีดละอองน้ำแบบเปิดละอองน้ำตลอดเวลาสามารถลดความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวมให้อยู่ในเกณฑ์ค่ามาตรฐานที่กำหนดได้ ในขณะที่การฉีดละอองน้ำรูปแบบอื่น ๆ สามารถลดความเข้มข้นฝุ่นละอองได้แต่ยังคงเกินค่ามาตรฐานที่กำหนด ดังนั้นในการฉีดละอองน้ำเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองสูงสุด ซึ่งเป็นการลดผลกระทบของฝุ่นละอองต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนที่พักอาศัยและใช้เส้นทางผ่านในบริเวณทางเดินเท้าได้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย จึงควรกำหนดให้มีการฉีดละอองน้ำตลอดเวลา

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. ประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน และฝุ่นละอองแขวนลอยรวมบริเวณทางเดินเท้าภายใต้สถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย โดยการฉีดละอองน้ำแรงดันสูง

เนื่องจากบริเวณที่มีการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายได้รับอิทธิพลจากลมที่พัดเข้ามาจากช่องว่างอาคารทางทิศตะวันตกของโครงสร้างสถานี จึงทำให้หยดละอองน้ำถูกพัดไปตามมวลอากาศ ส่งผลให้บริเวณที่มวลอากาศเคลื่อนที่ผ่านเป็นบริเวณที่ได้รับผลจากการฉีดละอองน้ำ ซึ่งในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ บริเวณที่ได้รับผลจากการฉีดละอองน้ำ คือ พื้นที่ทางเดินเท้าในทิศตะวันออกเฉียงใต้ของโครงสร้างสถานีหรือบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 และจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 โดยพบว่าการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายมีผลให้ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนและฝุ่นละอองแขวนลอยรวมในพื้นที่ทางเดินเท้าของจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 243 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรและ 345 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรตามลำดับ และพื้นที่ทางเดินเท้าของจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 173 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรและ 292 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรตามลำดับ

และจากการศึกษายังพบว่าการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายมีประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองสูงสุดในบริเวณตอนปลายการเคลื่อนที่ของมวลอากาศ หรือในพื้นที่ทางเดินเท้าของจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 โดยมีประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนและฝุ่นละอองแขวนลอยรวมเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 47 และร้อยละ 36 ตามลำดับ รองลงมาคือพื้นที่ทางเดินเท้าของจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 มีประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนและฝุ่นละอองแขวนลอยรวมเท่ากับร้อยละ 29 และร้อยละ 26 ตามลำดับ โดยการฉีดละอองน้ำสามารถลดความเข้มข้นฝุ่นละอองในพื้นที่ทางเดินเท้าใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายได้สูงกว่าการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นเองตามกลไกธรรมชาติถึงร้อยละ 20 (ตารางที่ 20) ทั้งนี้พบว่าการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย ในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้มีผลต่อการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองในพื้นที่ทางเดินเท้าในทิศตะวันออกเฉียงเหนือของโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าด้วย

ตารางที่ 20 การลดลงของความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนและฝุ่นละอองแขวนลอยรวมในพื้นที่ทางเดินเท้าได้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควาย เมื่อมีการฉีดละอองน้ำ และไม่มีการฉีดละอองน้ำได้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า

สภาพพื้นที่ได้ โครงสร้างสถานี รถไฟฟ้า	การลดลงของฝุ่นละออง(ร้อยละ)			
	พื้นที่ทางเดินเท้าจุดเก็บตัวอย่างที่ 3		พื้นที่ทางเดินเท้าจุดเก็บตัวอย่างที่ 5	
	PM ₁₀	TSP	PM ₁₀	TSP
ฉีดละอองน้ำ	29	26	47	36
ไม่ฉีดละอองน้ำ	5	4	14	12

2. รูปแบบการฉีดละอองน้ำแรงดันสูงที่มีผลต่อประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน และฝุ่นละอองแขวนลอยรวม

จากการศึกษาประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองตามรูปแบบการฉีดละอองน้ำแรงดันสูง 3 รูปแบบ คือรูปแบบการฉีดละอองน้ำแบบเปิดละอองน้ำตลอดเวลา รูปแบบการฉีดละอองน้ำแบบเปิด-ปิดละอองน้ำทุก 10 นาที และทุก 5 นาที พบว่าการฉีดละอองน้ำแบบเปิดละอองน้ำตลอดเวลา มีประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองในพื้นที่ทางเดินเท้าได้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าสะพานควายสูงสุด รองลงมาคือการฉีดละอองน้ำแบบเปิด-ปิดละอองน้ำทุก 10 นาที และทุก 5 นาทีตามลำดับ โดยมีประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนเฉลี่ยร้อยละ 52 ร้อยละ 46 และร้อยละ 43 ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวมเฉลี่ยร้อยละ 42 ร้อยละ 36 และร้อยละ 32 ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาวิจัยในขั้นต่อไป

1.1 เนื่องจากฝู้นละองบางชนิดไม่สามารถรวมตัวกับหยดละองน้ำ ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับองค์ประกอบทางเคมีของฝู้นละอง เพื่อให้ทราบถึงชนิดของฝู้นละองที่ได้รับผล และไม่ได้รับผลจากการฉีดละองน้ำ

1.2 ควรทำการศึกษาประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝู้นละองในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้หรือในช่วงฤดูร้อน เพื่อทราบถึงบริเวณที่ได้รับผลจากการฉีดละองน้ำ และประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝู้นละองที่เกิดขึ้น

1.3 ในการศึกษาประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝู้นละอง ควรทำการศึกษาแยกกันระหว่างช่วงวันทำงานและช่วงวันหยุด เนื่องจากช่วงวันทำงานมีแหล่งกำเนิดมลสารแตกต่างจากช่วงวันหยุด การรวมผลการศึกษาเข้าด้วยกันอาจทำให้ประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝู้นละองคลาดเคลื่อนได้

1.4 ควรทำศึกษารูปแบบการฉีดละองน้ำแรงดันสูงในรูปแบบอื่นเพิ่มเติม เพื่อให้ทราบถึงรูปแบบที่มีประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝู้นละองสูงสุดและมีค่าใช้จ่ายต่ำสุด ทั้งนี้ในการศึกษาควรทำการเก็บข้อมูลรูปแบบละ 7 วันเพื่อความน่าเชื่อถือของข้อมูล

1.5 ควรทำศึกษารูปแบบการวางระบบฉีดละองน้ำแรงดันสูงใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าเพิ่มเติม เช่นจำนวนแถวของระบบฉีดละองน้ำ ความสูงของระบบฉีดละองน้ำ และระยะห่างระหว่างหัวฉีดละองน้ำ เป็นต้น

2. ข้อเสนอแนะสำหรับบริษัทระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพ จำกัด (มหาชน)

2.1 การฉีดละองน้ำแรงดันสูงใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า ควรเลือกฉีดละองน้ำในช่วงเวลาที่มีการสะสมของมลสารสูงได้แก่ ช่วงที่มีสภาพอากาศคงตัว(Stable condition) หรือในช่วงโมงเร่งด่วนที่มีสภาพการจราจรติดขัด มีแหล่งกำเนิดมลสารสูง เพื่อเป็นการประหยัดค่าใช้จ่าย

2.2 การฉีดละอองน้ำแรงดันสูงได้โครงสร้างสถานีรถไฟเพื่อให้มีประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองสูงสุด ควรทำการฉีดละอองน้ำในรูปแบบการเปิดละอองน้ำตลอดเวลา ทั้งนี้ในการกำหนดรูปแบบการฉีดละอองน้ำควรคำนึงถึงความชื้นที่มีอยู่จริงในอากาศ โดยช่วงเวลาที่อากาศมีความชื้นสูง ควรทำการฉีดละอองน้ำในรูปแบบเปิด-ปิดละอองน้ำทุก 10 นาที เนื่องจากการฉีดละอองน้ำในรูปแบบดังกล่าวเพียงพอในการเพิ่มความชื้นในอากาศ เพื่อให้อนุภาคฝุ่นมีมวลเพิ่มขึ้นสำหรับตกตัวลงสู่พื้นล่าง

2.3 ในช่วงที่มีฝนตก หรือช่วงฤดูฝนไม่จำเป็นต้องฉีดละอองน้ำ เนื่องจากเป็นช่วงที่อุณหภูมิอากาศนอกโครงสร้างสถานีดักกว่าได้โครงสร้างสถานี จึงเป็นผลให้มวลอากาศได้โครงสร้างสถานีมีการเคลื่อนตัวในแนวดิ่ง และลอยออกสู่นอกโครงสร้างสถานีทางด้านบนพร้อมกับพัดพาละอองน้ำให้เคลื่อนที่ออกไปด้วย นอกจากนี้ในช่วงดังกล่าวยังเป็นช่วงที่อากาศอึมครึมด้วยไอน้ำ การฉีดละอองน้ำได้โครงสร้างสถานีจึงอาจทำให้ไอน้ำในอากาศควบแน่นกลายเป็นหยดน้ำ ส่งผลให้ประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองต่ำลง และอาจส่งผลกระทบต่อผู้ใช้เส้นทางสัญจรไปมาและผู้ใช้บริการรถไฟฟ้า

2.4 เนื่องจากการศึกษานี้ได้ทำการฉีดละอองน้ำเฉพาะในพื้นที่ตอนกลางของโครงสร้างสถานีรถไฟ จึงมีผลต่อการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองในพื้นที่ทางเดินเท้าทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของโครงสร้างสถานีรถไฟเท่านั้น อย่างไรก็ตามหากต้องการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองตลอดพื้นที่ทางเดินเท้าได้โครงสร้างสถานีควรทำการฉีดละอองน้ำตลอดแนวของโครงสร้างสถานีรถไฟ

2.5 เนื่องจากได้โครงสร้างสถานีรถไฟมีมวลอากาศเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลา จึงทำให้หยดละอองน้ำจากการฉีดละอองน้ำถูกพัดพาไปตามมวลอากาศ โดยในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือหรือในช่วงฤดูหนาวพบว่า มวลอากาศมีการเคลื่อนที่มาจากทางเหนือ และจากนั้นได้เคลื่อนที่เข้าหาพื้นที่ทางเดินเท้าในทิศตะวันออกเฉียงใต้ของโครงสร้างสถานีตามลำดับ ดังนั้นเพื่อเพิ่มหยดละอองน้ำให้สามารถลดความเข้มข้นฝุ่นละอองในพื้นที่ทางเดินเท้าได้มากขึ้น บริเวณทางเหนือของโครงสร้างสถานีจึงควรเลือกเปิดละอองน้ำตลอดเวลาหรืออาจเพิ่มความถี่ของหัวฉีดละอองน้ำให้มากขึ้น ส่วนในช่วงที่มีลมพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้หรือในช่วงฤดูร้อนพบว่า มวลอากาศมีการเคลื่อนที่มาจากทางใต้ และได้เคลื่อนที่เข้าหาพื้นที่ทางเดินเท้าในทิศตะวันออกเฉียงเหนือของโครงสร้างสถานีตามลำดับ ดังนั้นเพื่อเพิ่มหยดละอองน้ำให้สามารถลด

ความเข้มข้นฝุ่นละอองในพื้นที่ทางเดินเท้าได้มากขึ้น บริเวณทางใต้ของโครงสร้างสถานีจึงควรเลือกเปิดละอองน้ำตลอดเวลาหรืออาจเพิ่มความถี่ของหัวฉีดละอองน้ำให้มากขึ้น ทั้งนี้บริเวณตอนกลางของโครงสร้างสถานีอาจเลือกเปิดละอองน้ำทุก 10 นาทีหรือทุก 5 นาทีก็ได้

2.6 ควรทำการติดตั้งระบบเฝ้าระวังคุณภาพอากาศได้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า เพื่อให้ทราบถึงความเข้มข้นฝุ่นละออง และประสิทธิภาพการลดความเข้มข้นฝุ่นละอองได้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า สำหรับใช้เป็นข้อมูลในการตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบการฉีดละอองน้ำแรงดันสูง เพื่อนำไปสู่การซ่อมบำรุงหรือปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพการทำงานเพิ่มขึ้น

2.7 ควรมีการทำความสะอาดถนนบริเวณใต้โครงสร้างสถานีรถไฟฟ้า เช่นใช้รถดูดฝุ่นทำความสะอาดถนนเป็นประจำทุก ๆ วันโดยเฉพาะในช่วงเวลากลางคืน เพื่อลดฝุ่นละอองที่สะสมใต้โครงสร้างสถานีและฝุ่นละอองที่ลอยตัวกลับเข้าสู่อากาศภายหลังการฉีดละอองน้ำ

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กมล ชนชนพวรรณ. 2540. การพัฒนาตัวคูณอัตราการปล่อยฝุ่นละอองจากโรงโม่หิน.

วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กรมควบคุมมลพิษ. 2543. การพัฒนาและการสร้างระบบสถิติการกำจัดฝุ่นละอองจาก

อุตสาหกรรม โม่ บด และย่อยหิน. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

_____. 2544. โครงการศึกษาผลกระทบของฝุ่นละอองต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน

ในเขตกรุงเทพมหานคร. สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุม

มลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

_____. 2548. สถานการณ์และการจัดการปัญหามลพิษทางอากาศและเสียง 2547. สำนักจัดการ

คุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

กิตติชัย จำรูญ. 2548. การแพร่กระจายของฝุ่นละอองตามแนวเส้นทางโครงการระบบขนส่ง

มวลชนกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ดิเรกฤทธิ์ บัวเวช. 2547. เอกสารประกอบคำสอนวิชา มลพิษทางอากาศ (516430). ภาควิชา

วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

นภาพร พานิช และแสงสันต์ พานิช. 2544. แบบจำลองคณิตศาสตร์ด้านคุณภาพอากาศ.

สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ประโพธิ์ อุปถัมภ์. 2540. การควบคุมฝุ่นละอองจากการก่อสร้างถนน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปวีณา ทิพย์เสวต. 2546. อิทธิพลของสิ่งก่อสร้างต่อการกระจายตัวของฝุ่นละอองบริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปาริย์ ทองสนิท, บุญพล มีไชโย, พงศกร วงษ์ธิ, อภิญญา โกปริญญา และพิชญธิดา ศรีธิ. 2548. รายงานวิจัยการลดฝุ่นจากการก่อสร้างอาคารและถนนในเขตเมืองพิษณุโลก. ศูนย์วิจัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

พงษ์เสวต สุวรรณธานี. 2545. การจำแนกสัดส่วนของอนุภาคมลสารรวมทั้งหมดในพื้นที่กรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ของไย หอมนาน. 2547. การศึกษาประสิทธิภาพในการกำจัดฝุ่นของ Spray Tower. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2548. รายงานติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อม(ระยะดำเนินการ) ของระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพมหานคร). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. (เอกสารไม่ตีพิมพ์)

ศิริกัลยา สุวจิตตานนท์, วิวัฒน์ ตันตะพานิชกุล, ชิกาโอะ คานาโอกะ และ จุฑามาศ เกตุทัต. 2542. มลภาวะอากาศ. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ศิริวรรณ แก้วงาม. 2543. ลัทธิฐานและองค์ประกอบธาตุของฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมพงษ์ เลิศพุดพิศุทธิ์ และวัลลภา วิสุทธิ์สุวรรณ. 2544. การตรวจสอบมลพิษทางอากาศและเสียงบริเวณใต้รถไฟฟ้า กรุงเทพมหานคร. โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

- สมพงษ์ เลิศพุดพิศูทธิ์. 2547. การกระจายตัวของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 และ 10 ไมครอน บริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้ากรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำนักสิ่งแวดล้อม. 2550. รายงานการตรวจวัดคุณภาพอากาศและเสียงครั้งที่ 1 โครงการระบบขนส่งมวลชนขนาดใหญ่ (รถไฟฟ้าบีทีเอส). กองการจัดการคุณภาพอากาศและเสียง สำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร, กรุงเทพฯ. (เอกสารไม่ตีพิมพ์)
- สุชาดา ณรินทร์ศักดิ์ชัย. 2542. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของระบบการกำจัดฝุ่นในที่ปิดโล่ง โดยการฉีดหดยดละอองน้ำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Bruno, S. 2007. A review of parameterizations for modeling dry deposition and scavenging of radionuclides. **Atmospheric Environment** 41(13): 2683–2698.
- Chen, Y.Y. and W.W.G. Lee. 1999. Hygroscopic properties of inorganic-salt aerosol with surface-active organic compound. **Chemosphere** 38 (10): 2431-2448.
- Decesari, S., M.C. Facchini, E. Matta, M. Mircea, S. Fuzzi, A.R. Chughtai and D.M. Smith. 2002. Water soluble organic compounds formed by oxidation of soot. **Atmospheric Environment** 36: 1827-1832.
- Jacobson, Z.M. 1999. **Fundamentals of atmospheric modeling**. Cambridge University Press, USA.
- John, H. and N.P. Spyros. 1998. **Atmospheric chemistry and physics : from air pollution to climate change**. A Wiley Interscience Publication, New York.
- Kerminen, V.M. 1996. The effects of particle chemical character and atmosphere process on particle hygroscopic properties. **Aerosol Sci.** 28(1): 121-132.

- Richard, J.S. 1976. **Dust control at a transfer point using foam and water sprays**
(**Technical progress report - Bureau of Mines**). U.S. Department of The Interior,
Bureau of Mine, Washington.
- Seinfeld, J.H. 1998. **Atmospheric chemistry and physics**. John Wiley and Sons, New York.
- Thad, G. 2004. **Air quality**. 4th ed. Lewis Publishers, USA.
- Tsai, Y.I. and S.C. Kuo. 2005. PM_{2.5} aerosol water content and chemical composition
in a metropolitan and a coastal area in southern Taiwan. **Atmospheric Environment**
39: 4827-4839.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนและฝุ่นละอองแขวนลอยรวม
บริเวณสถานีรถไฟสะพานควาย

ตารางผนวกที่ 1 ผลการตรวจวัดความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอนบริเวณสถานี
รถไฟฟ้าสะพานควายระหว่างวันที่ 31 มกราคมถึง 9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550

วันที่	จุดที่	PM ₁₀ (µg/m ³)						
		5.00- 8.00	8.00- 11.00	11.00- 14.00	14.00- 17.00	17.00- 20.00	20.00- 24.00	24.00- 5.00
31/1/2550 - 1/2/2550	1	301	195	174	194	240	244	181
	2	282	180	200	256	276	301	201
	3	251	150	143	170	400	296	217
	4	325	281	210	248	281	267	226
	5	161	108	91	115	321	281	182
	6	338	234	216	208	340	281	224
1/2/2550 - 2/2/2550	1	278	195	140	155	159	257	135
	2	287	295	198	231	247	294	144
	3	236	174	133	121	177	278	138
	4	262	282	198	215	274	290	141
	5	154	119	92	89	143	249	130
	6	328	267	211	164	233	302	197
2/2/2550 - 3/2/2550	1	264	222	200	210	270	308	219
	2	311	250	215	373	302	333	200
	3	213	194	178	179	351	183	224
	4	334	250	271	307	472	312	224
	5	166	149	142	136	238	321	207
	6	310	246	250	234	302	323	248
3/2/2550 - 4/2/2550	1	299	241	213	226	325	307	208
	2	271	272	216	156	279	278	209
	3	266	243	234	237	367	393	279
	4	325	312	288	334	387	289	244
	5	168	174	146	136	271	300	236
	6	391	257	251	313	347	295	224

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

วันที่	จุดที่	PM ₁₀ (µg/m ³)						
		5.00- 8.00	8.00- 11.00	11.00- 14.00	14.00- 17.00	17.00- 20.00	20.00- 24.00	24.00- 5.00
4/2/2550 - 5/2/2550	1	392	385	341	229	323	317	265
	2	530	402	339	251	303	272	282
	3	492	505	333	158	425	376	310
	4	302	428	387	248	360	287	297
	5	409	380	250	152	331	304	268
	6	381	436	418	258	358	330	273
5/2/2550 - 6/2/2550	1	404	401	234	246	239	296	245
	2	418	405	314	254	332	337	266
	3	593	514	223	147	330	390	326
	4	465	520	387	268	386	351	219
	5	481	443	204	138	282	323	248
	6	515	491	372	292	125	366	251
6/2/2550 - 7/2/2550	1	403	329	302	341	233	129	120
	2	221	428	369	364	251	177	93
	3	530	357	532	547	422	232	121
	4	500	552	499	474	403	251	126
	5	288	278	320	446	352	182	102
	6	429	429	504	524	392	213	137
7/2/2550 - 8/2/2550	1	237	245	299	386	236	181	86
	2	231	274	236	191	331	169	75
	3	233	287	269	271	298	206	120
	4	374	398	331	355	334	169	67
	5	154	196	210	218	242	168	91
	6	335	318	286	283	273	175	105

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

วันที่	จุดที่	PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						
		5.00-	8.00-	11.00-	14.00-	17.00-	20.00-	24.00-
		8.00	11.00	14.00	17.00	20.00	24.00	5.00
8/2/2550- 9/2/2550	1	201	218	251	256	219	160	81
	2	263	261	301	264	225	189	96
	3	230	242	287	363	410	230	114
	4	310	367	349	352	321	208	108
	5	190	167	211	320	312	227	106
	6	288	338	294	360	357	222	103

ตารางผนวกที่ 2 ผลการตรวจวัดความเข้มข้นฝุ่นละอองแขวนลอยรวมบริเวณสถานีรถไฟ
สะพานควายระหว่างวันที่ 31 มกราคมถึง 9 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2550

วันที่	จุดที่	TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						
		5.00- 8.00	8.00- 11.00	11.00- 14.00	14.00- 17.00	17.00- 20.00	20.00- 24.00	24.00- 5.00
31/1/2550 - 1/2/2550-	1	532	408	372	332	448	372	290
	2	423	457	409	342	486	0	347
	3	382	252	221	235	517	477	332
	4	497	382	0	356	487	487	353
	5	338	230	180	138	212	532	303
	6	501	376	363	386	507	536	371
1/2/2550 - 2/2/2550	1	556	412	370	334	308	467	255
	2	464	533	404	381	389	477	275
	3	354	264	258	202	251	409	205
	4	470	459	310	310	326	463	169
	5	319	248	124	208	249	389	208
	6	512	455	327	312	356	493	308
2/2/2550 - 3/2/2550	1	497	429	441	392	526	325	325
	2	475	449	385	362	495	312	392
	3	330	305	296	276	422	518	307
	4	478	390	347	374	489	460	332
	5	300	198	229	205	256	467	295
	6	496	418	375	380	466	507	356
3/2/2550 - 4/2/2550	1	498	453	478	572	651	487	335
	2	429	341	312	259	448	316	303
	3	439	320	345	349	537	529	400
	4	473	430	397	461	509	440	345
	5	327	289	266	299	376	303	302
	6	517	485	399	422	535	448	369

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

วันที่	จุดที่	TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						
		5.00-	8.00-	11.00-	14.00-	17.00-	20.00-	24.00-
		8.00	11.00	14.00	17.00	20.00	24.00	5.00
4/2/2550 - 5/2/2550	1	542	620	567	414	574	430	382
	2	535	645	385	336	577	389	433
	3	488	680	476	228	680	565	388
	4	433	650	648	376	625	322	297
	5	558	638	489	254	616	452	267
	6	581	669	692	397	660	494	377
5/2/2550 - 6/2/2550	1	0	558	445	355	507	476	364
	2	739	575	476	177	541	436	337
	3	797	662	334	212	467	545	374
	4	492	646	535	400	587	509	167
	5	478	647	374	233	441	440	352
	6	518	650	563	466	608	540	345
6/2/2550 - 7/2/2550	1	704	607	523	589	397	269	185
	2	482	576	551	641	395	293	117
	3	485	515	563	658	619	365	177
	4	595	630	352	627	416	99	246
	5	326	409	444	542	482	246	168
	6	645	692	576	481	566	333	232
7/2/2550 - 8/2/2550	1	373	861	450	509	286	272	0
	2	361	474	393	451	328	225	155
	3	363	508	424	407	444	355	170
	4	488	531	624	421	452	299	111
	5	305	245	478	417	230	262	101
	6	498	578	675	520	517	312	146

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

วันที่	จุดที่	TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						
		5.00- 8.00	8.00- 11.00	11.00- 14.00	14.00- 17.00	17.00- 20.00	20.00- 24.00	24.00- 5.00
8/2/2550 - 9/2//2550	1	0	0	0	480	447	239	155
	2	323	497	488	433	410	221	166
	3	346	294	304	466	555	383	275
	4	470	522	535	535	559	365	0
	5	312	375	386	580	589	373	219
	6	509	583	571	525	536	374	242

ประวัติการศึกษา

ชื่อ –นามสกุล

ชลาลัย รุ่งเรือง

วัน เดือน ปี ที่เกิด

30 มิถุนายน 2526

สถานที่เกิด

กรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา

วท.บ. (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม) มหาวิทยาลัยศิลปากร