รายงานการวิจัยนักศึกษาระดับปริญญาตรี
การศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) ในบรรยากาศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
Study on Particulate Matter (PM_{10}) in Atmosphere, Rajabhat Maha Sarakham University

วิจิตรา ชาติทอง
สุพัตรา ภูครองแง่
นิพล เบ้าคำ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
2559
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
(งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ปีงบประมาณ 2559)

รายงานการวิจัยนักศึกษาระดับปริญญาตรี
การศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) ในบรรยากาศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
Study on Particulate Matter (PM_{10}) in Atmosphere, Rajabhat Maha Sarakham University

วิจิตรา ชาติทอง
สุพัตรา ภูครองแง่
นิพล เบ้าคำ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
2559

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

(งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ปีงบประมาณ 2559)

คณะกรรมการสอบรายงานการวิจัยสิ่งแวดล้อม ได้พิจารณางานวิจัยฉบับนี้แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามได้

คณะกรรมการการสอบ

.....ประธานกรรมการ
(อาจารย์ อังศุมา ก้านจักร)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.นุกูล กุดแถลง)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ชมภู่ เหนือศรี)

.....กรรมการและเลขานุการ
(อาจารย์ เมตตา เก่งชูวงศ์)

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อนุมัติให้รับงานวิจัยฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามได้

.....
(อาจารย์ เมตตา เก่งชูวงศ์)
ประธานกรรมการบริหารหลักสูตรสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

.....
(ผศ.ดร.มานิตย์ อัญญะโพธิ์)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2559

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่อง การศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) ในบรรยากาศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาในรายวิชาการวิจัยสิ่งแวดล้อม ซึ่งคณะผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยได้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี โดยได้รับทุนอุดหนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามและได้รับความกรุณาในการให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางการดำเนินการวิจัยเป็นอย่างดีมาโดยตลอดจากอาจารย์เมตตา เก่งชูวงศ์ อาจารย์ ดร.นุกูล กุดแถลง อาจารย์อังศุมา ก้านจักร อาจารย์ชมภู่ เหนือศรี และอาจารย์เชิดชัย สมบัติโยธา ซึ่งคณะผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณ สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามที่เป็นแหล่งให้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลต่างๆ ขอขอบคุณทางมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามที่อนุเคราะห์สถานที่ในการตั้งสถานีตรวจวัดฝุ่นละออง ขอขอบคุณสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมที่อนุเคราะห์เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ สำหรับการทำวิจัยในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา และมารดา ที่คอยอบรมสั่งสอน และให้การส่งเสริมสนับสนุนกำลังทรัพย์ในการศึกษาเล่าเรียน คุณค่าและประโยชน์ของงานวิจัยฉบับนี้ คณะผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณบิดา และมารดา ตลอดจนบูรพาจารย์ ที่มีส่วนสำคัญยิ่งในการอบรมสั่งสอนให้แก่คณะผู้วิจัยจนสำเร็จสมบูรณ์

คณะผู้วิจัย

ชื่อเรื่อง การศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) ในบรรยากาศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ผู้วิจัย วิจิตรา ชาติทอง
สุพัตรา ภูครองแง่
นิพล เบ้าคำ

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ เมตตา เก่งชูวงศ์
อาจารย์ ดร. นุกูล กุดแถลง
อาจารย์ ชมภู่ เหนือศรี

สาขาวิชา/คณะ วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม/คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ปีที่พิมพ์ 2559

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) ในบรรยากาศบริเวณที่มีการจราจรหนาแน่นภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จำนวน 7 สถานีตรวจวัด ได้แก่ สถานีที่ 1) ประตูทางเข้า-ออกมหาวิทยาลัย ฝั่งอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา (อาคาร 15) สถานีที่ 2) วงเวียนหน้าอาคารศูนย์ภาษาและคอมพิวเตอร์ (ฝั่งอาคาร 15) สถานีที่ 3) วงเวียนหน้าคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฝั่งอาคาร 10) สถานีที่ 4) ประตูทางเข้า-ออก มหาวิทยาลัยฝั่งอาคารคณะนิติศาสตร์ (อาคาร 33) สถานีที่ 5) ด้านหน้าศูนย์เด็กเล็กโรงเรียนสาธิตราชภัฏมหาสารคาม สถานีที่ 6) ด้านหน้าระหว่างอาคารสาขาวิชาสาธารณสุขชุมชนกับอาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์ และสถานีที่ 7) ด้านหน้าอาคาร 4 โดยทำการตรวจวัดในช่วงเดือน กุมภาพันธ์ ถึงเดือน มีนาคม พ.ศ. 2559 ด้วยเครื่อง High Volume Air Sampler (รุ่น 3000 ยี่ห้อ ecotech) ทำการตรวจวัดฝุ่นละออง แบบต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง จำนวน 2 วัน วันราชการ 1 วัน และวันหยุดราชการ 1 วัน นอกจากนี้ยังศึกษาปริมาณการจราจร ด้วยการใช้คนนับ (Manual Counts) ปริมาณยานพาหนะที่สัญจรผ่านจุดตรวจวัดฝุ่นละออง ในช่วงเวลาเร่งด่วนของวัน ซึ่งแบ่งออกเป็น ช่วงเช้าเวลา 07.30 – 08.30 น. และช่วงเย็นเวลา 15.30 – 16.30 น. แบ่งยานยนต์ออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ ยานยนต์ 2 ล้อยานยนต์ 3 ล้อ ยานยนต์ 4 ล้อและยานยนต์ที่มีมากกว่า 4 ล้อ

ผลการศึกษาพบว่า สถานีที่ 1) มีปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กสูงสุด 152.00 µg/m^3 รองลงมาได้แก่ สถานีที่ 6) 127.25 µg/m^3 สถานีที่ 2) 115.90 µg/m^3 สถานีที่ 5) 81.95µg/m^3 สถานีที่ 3) 77.10 µg/m^3สถานีที่ 4) 76.30µg/m^3 และต่ำที่สุดได้แก่ สถานีที่ 7) 35.05µg/m^3 ตามลำดับ โดยสถานีที่ 1) และสถานีที่ 6) มีปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กสูงกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไปของประเทศไทยที่กำหนดไว้ไม่เกิน 120 µg/m^3 สำหรับปริมาณการจราจร พบว่า สถานีที่ 3) มีจำนวนยานพาหนะเฉลี่ยสูงสุดคือ 3,338 คันต่อชั่วโมง รองลงมาได้แก่ สถานีที่ 4) 2,198 คันต่อชั่วโมง สถานีที่ 7) 2,187 คันต่อชั่วโมง สถานีที่ 2) 1,698 คันต่อชั่วโมง สถานีที่ 1) 1,383 คันต่อชั่วโมง สถานีที่ 5) 1,202 คันต่อชั่วโมง และสถานีที่ 6) 564 คันต่อชั่วโมง ตามลำดับ

Title Study on Particulate Matter (PM_{10}) in Atmosphere, Rajabhat Maha Sarakham University.

Authors Wijitta Chattong
Supattra Phukrong-ngae
Nipon Baokham

Advisors Mrs. Metta Kengchuwong
Dr. Nukool Kudthalang
Miss. Chompoo Nuasri

Department/Faculty Environmental Science/Science and Technology

University Rajabhat Maha Sarakham University

Year 2016

Abstarct

The purpose of this study was to investigate particulate matter (PM_{10}) in Atmosphere of Rajabhat Maha Sarakham University, which seven monitoring stations were selected in traffic jammed area. These seven stations are as follows: station 1) the entrance gate of campus (site of 72 Anniversary Building gate (Building 15)), station 2) the traffic circle in front of the Computer and Language Building (at the side of Building 15), station 3) the traffic circle in front of the Faculty of Science and Technology (at the side of Building 10), station 4) the entrance gate at Faculty of Law (Building 33), station 5) in front of Childcare Center's Rajabhat Maha Sarakham Demonstration School, station 6) between the front of Community Public Health Program Building and Faculty of Engineering Building, and station 7) in front of Building 4. The measurement was done during the months of February to March 2016 with High Volume Air Sampler (Model 3000 Ecotech) which measured continuously for 24-hour of two days; one working day and one holiday. In addition, there was also a traffic volume study by manual counts of vehicle traffic through the monitoring stations of PM_{10} during peak times of the day.

The counting of vehicle is divided into the morning period at 7:30 to 8:30, and the evening period at 15:30 to 16:30. The vehicles were divided into four categories, including two-wheels vehicles, three-wheels vehicles, four-wheels vehicles, and vehicles with more than four-wheels.

The results revealed that station 1) was maximum amount of PM_{10} 152.00 $\mu g/m^3$ followed by the station 6) of 127.25 $\mu g/m^3$, station 2) of 115.90 $\mu g/m^3$, station 5) of 81.95 $\mu g/m^3$, station 3) of 77.10 $\mu g/m^3$, station 4) of 76.30 $\mu g/m^3$, and the lowest at station 7) of 7 35.05 $\mu g/m^3$; respectively. PM_{10} of station 1) and station 6) was higher than the standard air quality of Thailand that was defined to 120 $\mu g/m^3$. For the volume of traffic, it was found that the station 3) has highest vehicle number of 3,338 vehicles per hour, followed by station 4) 2198 vehicles per hour, station 7) 2,187 vehicles per hour, station 2) 1,698 vehicles per hour, station 1) 1,383 vehicles per hour, station 5) 1,202 vehicles per hour, and station 6) 6,564 vehicles per hour; respectively.

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ ..... ก

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ข

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ช

สารบัญภาพ ..... ฌ

บทที่ 1 บทนำ 1

ที่มาและความสำคัญ 1

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 2

ขอบเขตการวิจัย 2

นิยามศัพท์เฉพาะ 3

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

ระยะเวลาในการศึกษา 4

สถานที่ทำการวิจัย 4

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5

มลพิษทางอากาศ 5

ฝุ่นละอองในบรรยากาศ 12

ปริมาณการจราจร 17

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 20

บทที่ 3 วิธีดำเนินการศึกษา 24

พื้นที่ศึกษา 24

การศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กในบรรยากาศ 25

การศึกษาปริมาณการจราจร 28

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิจัย 29
สภาพแวดล้อมทางกายภาพของสถานีตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดเล็ก 30
ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กในบรรยากาศ 32
ผลการศึกษาปริมาณการจราจร 34

บทที่ 5 สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ 40
สรุปผลการศึกษา 40
อภิปรายผลการศึกษา 43
ข้อเสนอแนะ 46

บรรณานุกรม 47

ภาคผนวก 50
ภาคผนวก ก ข้อมูลดิบน้ำหนักกระดาษกรอง 51
ภาคผนวก ข อุปกรณ์เครื่องมือและสถานีตรวจวัดปริมาณ
ฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM10) 53
ภาคผนวก ค วิธีการใช้เครื่อง High Volume Air Sampler
(รุ่น3000 ยี่ห้อ Ecotech) 58
ภาคผนวก ง ตัวอย่างการคำนวณหาปริมาณฝุ่นละออง 65
ภาคผนวก จ มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไปของประเทศไทย 69
ภาคผนวก ฉ ผลการศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM10 และ PM2.5 73

ประวัติผู้วิจัย 76

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 มาตรฐานฝุ่นละอองในบรรยากาศโดยทั่วไปของประเทศไทย 17

4.1 รายละเอียดสภาพแวดล้อมทางกายภาพของสถานีตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดเล็ก 30

4.2 ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) ในแต่ละสถานีตรวจวัด
ในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 33

4.3 ปริมาณยานพาหนะที่สัญจรผ่านสถานีตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10})
ในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ช่วงเวลาเร่งด่วนของวันราชการ 36

4.4 ปริมาณยานพาหนะที่สัญจรผ่านสถานีตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10})
ในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ช่วงเวลาเร่งด่วนของวันหยุดราชการ 38

5.1 สรุปผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กและปริมาณการจราจร
ในแต่ละพื้นที่ศึกษา 42

ก-1 ข้อมูลดิบน้ำหนักกระดาษกรองก่อนและหลังการตรวจวัดในแต่ละสถานี 52

จ-1 มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไปของประเทศไทย 72

ฉ-1 ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM_{10} และ $PM_{2.5}$ ในวันราชการและวันหยุดราชการ 74

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

3.1 ตำแหน่งสถานีตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) และทำการนับปริมาณการจราจรภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 25

4.1 ฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) ในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามของแต่ละสถานีตรวจวัด 34

4.2 ปริมาณยานพาหนะเฉลี่ยที่สัญจรในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามช่วงเวลาเร่งด่วนของวันราชการและวันหยุดราชการ 39

5.1 ค่าเฉลี่ยของผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กและปริมาณการจราจรในแต่ละสถานี 43

ข-1 อุปกรณ์ส่วนประกอบของเครื่องตรวจวัดฝุ่นละอองชนิด High Volume Air Sampler (รุ่น 3000 ยี่ห้อ Ecotech) 54

ข-2 อุปกรณ์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ 54

ข-3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการปรับเทียบ Calibration 54

ข-4 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็ก 55

ข-5 การติดตั้งเครื่องวัดฝุ่นละอองสถานีที่ 1: ประตูทางเข้า-ออกหน้ามหาวิทยาลัยฝั่งอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา (อาคาร 15) 55

ข-6 การติดตั้งเครื่องวัดฝุ่นละอองสถานีที่ 2: วงเวียนหน้าอาคารศูนย์ภาษาและคอมพิวเตอร์ (ฝั่งอาคาร 15) 56

ข-7 การติดตั้งเครื่องวัดฝุ่นละอองสถานีที่ 3: วงเวียนหน้าคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฝั่งอาคาร 10) 56

ข-8 การติดตั้งเครื่องวัดฝุ่นละอองสถานีที่ 4: ประตูทางเข้า-ออก มหาวิทยาลัยฝั่งอาคารคณะนิติศาสตร์ (อาคาร 33) 56

ข-9 การติดตั้งเครื่องวัดฝุ่นละอองสถานีที่ 5: ด้านหน้าศูนย์เด็กเล็กโรงเรียนสาธิตราชภัฏมหาสารคาม 57

ข-10 การติดตั้งเครื่องวัดฝุ่นละอองสถานีที่ 6: ด้านหน้าระหว่างอาคารสาขาวิชาสาธารณสุขชุมชนกับอาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์ 57

ข-11 การติดตั้งเครื่องวัดฝุ่นละอองสถานีที่ 7: ด้านหน้าอาคาร 4 57

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

มลพิษทางอากาศ เป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมในปัจจุบันที่ ปรากฏชัดเจนทั้งในเขตชุมชนขนาดใหญ่และพื้นที่พัฒนาที่มีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว จากกิจกรรมต่างๆ ที่มนุษย์สร้างขึ้นไม่ว่าจะเป็นด้านการพานิชย์ การอุตสาหกรรม การคมนาคม การจราจร หรือการก่อสร้าง โดยสารมลพิษทางอากาศที่เป็นปัญหาหลักและเกินมาตรฐาน ได้แก่ ฝุ่นละอองและก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ โดยเฉพาะฝุ่นละอองที่มาจากการจราจรที่หนาแน่นพบว่ามีค่าความเข้มข้นสูงกว่าค่ามาตรฐานประมาณ 3-5 เท่า ส่วนสารมลพิษอื่นๆได้แก่ สารตะกั่ว ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ (กรมควบคุมมลพิษ, 2558) สารมลพิษทางอากาศเหล่านี้จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนโดยตรง ตลอดจนส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และบางชนิดยังทำลายบรรยากาศชั้นโอโซนของโลกอีกด้วย

ฝุ่นละอองเป็นอนุภาคมลสารที่เป็นผลพลวงมาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงทุกชนิดรวมทั้งจากการเกิดปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เช่นภูเขาไฟระเบิด ไฟป่า การฟุ้งกระจายของดิน โดยฝุ่นละอองที่สามารถก่อให้เกิดอันตรายอย่างรุนแรงต่อสุขภาพประชาชน มักจะเป็นฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (Particulate Matter<10 μm;PM_{10}) ปกติสารมลพิษอากาศรวมทั้งฝุ่นละอองขนาดเล็กจะเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจของร่างกาย ได้ 2 ส่วน ได้แก่ระบบทางเดินหายใจส่วนบน คือ ทางช่องจมูกและหลอดลมและระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง คือ ท่อปอด (bronchial tubes) และปอด เมื่อเข้าสู่ร่างกายของมนุษย์ จะทำลายอวัยวะของระบบทางเดินหายใจโดยตรง และยังทำให้เกิดการระคายเคืองต่อตา ระคายคอ แน่นหน้าอก หายใจถี่ หลอดลมอักเสบ เกิดหอบหืด ถุงลมโป่งพองและอาจเกิดโรคระบบทางเดินหายใจ เช่น โรคหอบหืด โรคปอดบวม หลอดลมอักเสบเฉียบพลัน หลอดลมอักเสบเรื้อรัง โดยเส้นทางของฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เข้าสู่ทางเดินหายใจนั้นขึ้นอยู่กับขนาด รูปร่างและความหนาแน่น (ธิดารัตน์ พลพิบูลย์ และคณะ, 2557)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามเป็นสถาบันระดับอุดมศึกษาขนาดใหญ่ที่แต่ละปีมีจำนวนนักศึกษาเข้าศึกษาเป็นจำนวนมาก ปัจจุบันมีคณะวิชารวม 9 คณะ อาคารเรียนจำนวน 57 หลัง และด้วยเหตุสถานที่ตั้งของมหาวิทยาลัยอยู่ติดเส้นทางการจราจรสายหลักส่งผลให้มีการสัญจรของยานพาหนะเข้า-ออก มหาวิทยาลัยเป็นจำนวนมาก ประกอบกับบุคลากรและนักศึกษามีการนำยานพาหนะส่วนบุคคลมาใช้เป็นจำนวนมากขึ้น เป็นผลทำให้มีการจราจรที่หนาแน่น โดยเฉพาะในช่วงเวลาเร่งด่วนของวัน นอกจากนี้ ยังมีการก่อสร้างอาคารหลายจุดภายในมหาวิทยาลัย ทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองในบรรยากาศเพิ่มมากขึ้น คณะผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก

(PM_{10}) ในบรรยากาศ ควบคู่ไปกับการศึกษาปริมาณการจราจรซึ่งสัญจรเข้า-ออกในเขตมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม โดยผลของการศึกษาสามารถเป็นข้อมูลพื้นฐานนำไปสู่การป้องกันและลดปัญหามลพิษทางอากาศ อันเนื่องมาจากปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) ซึ่งปัญหาฝุ่นละอองดังกล่าวสามารถส่งผลกระทบโดยตรงต่อสุขภาพอนามัยและผลกระทบทางอ้อมต่อทัศนียภาพตลอดจนความเสื่อมของสินทรัพย์ในอาคารเรียน และคุณภาพของอุปกรณ์เครื่องใช้ต่างๆ ของมหาวิทยาลัยได้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1) เพื่อศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก (Particulate Matter< 10 μm; PM_{10}) ในบรรยากาศบริเวณที่มีการจราจรหนาแน่นภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

2) เพื่อศึกษาปริมาณการจราจรภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาในงานวิจัยนี้ ได้แก่ พื้นที่ในบริเวณที่มีการใช้ประโยชน์เพื่อการเรียนการสอนของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ซึ่งประกอบด้วย 9 คณะวิชา ได้แก่ คณะครุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะวิทยาการจัดการ คณะมนุษย์ศาสตร์และสังคมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีการเกษตร คณะนิติศาสตร์ คณะรัฐศาสตร์และรัฐประศาสนศาสตร์และคณะวิศวกรรมศาสตร์ โดยคณะผู้วิจัยได้กำหนดตำแหน่งสถานีตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดเล็กในบรรยากาศและศึกษาปริมาณจราจรให้ครอบคลุมพื้นที่ของการเรียนการสอนทั้ง 9 คณะวิชา ทั้งนี้สถานีตรวจวัดที่เลือกเป็นตำแหน่งที่มีการสัญจรหนาแน่นมีจำนวน 7 สถานี ดังนี้

สถานีที่ 1 ประตูทางเข้า-ออกมหาวิทยาลัย ฝั่งอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา (อาคาร 15)

สถานีที่ 2 วงเวียนหน้าอาคารศูนย์ภาษาและคอมพิวเตอร์ (ฝั่งอาคาร 15)

สถานีที่ 3 วงเวียนหน้าคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฝั่งอาคาร 10)

สถานีที่ 4 ประตูทางเข้า-ออก มหาวิทยาลัยฝั่งอาคารคณะนิติศาสตร์ (อาคาร 33)

สถานีที่ 5 ด้านหน้าศูนย์เด็กเล็กโรงเรียนสาธิตราชภัฏมหาสารคาม

สถานีที่ 6 ด้านหน้าระหว่างอาคารสาขาวิชาสาธารณสุขชุมชนกับอาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์

สถานีที่ 7 ด้านหน้าอาคาร 4

1.3.2 การศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10})

คณะผู้วิจัยจะทำการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กซึ่งเป็นฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนลงมา (Particulate Matter <10 μm; PM_{10}) ด้วยการใช้เครื่องตรวจวัดชนิด High Volume Air Sampler (ยี่ห้อ ecotech รุ่น 3000) ซึ่งแต่ละสถานีจะทำการตรวจวัดฝุ่นละออง แบบต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง จำนวน 2 วัน โดยเลือกเป็นวันราชการ 1 วัน และวันหยุดราชการ 1 วัน

1.3.3 การศึกษาปริมาณการจราจร

การศึกษาปริมาณการจราจรเป็นการนับจำนวนยานพาหนะที่ผ่านตำแหน่งสถานีตรวจวัดที่กำหนดไว้ในข้อ 1.3.1 แบบใช้คนนับ (Manual Counts) ในวันราชการ 1 วัน และวันหยุดราชการ 1 วัน ในช่วงเวลาเร่งด่วนของวัน ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ช่วงเวลา คือ ช่วงเช้าเวลา 07.30 - 08.30 น. และช่วงบ่ายเวลา 15.30 – 16.30 น. โดยแบ่งประเภทของยานพาหนะที่ทำการนับตามจำนวนล้อของยานยนต์ออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ ยานยนต์ 2 ล้อ ยานยนต์ 3 ล้อ ยานยนต์ 4 ล้อ และยานยนต์ที่มีมากกว่า 4 ล้อ

1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ

ฝุ่นละอองขนาดเล็ก หมายถึง อนุภาคที่แพร่กระจายอยู่ในอากาศโดยทั่วไป ซึ่งมีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนลงมา (Particulate Matter<10 μm; PM_{10})

ปริมาณการจราจร หมายถึง จำนวนยานพาหนะที่มีเครื่องยนต์ซึ่งสัญจรผ่านสถานีตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดเล็กภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ในช่วงเวลาที่กำหนด

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ทราบถึงปริมาณของฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) ในบรรยากาศภายในเขตมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

2) ทราบถึงปริมาณการจราจรภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ในช่วงเวลาเร่งด่วนของวัน

3) ผลจากการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กในบรรยากาศและการศึกษาปริมาณการจราจรภายในเขตมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามจะเป็นข้อมูลพื้นฐานในการนำไปสู่การป้องกันและลดปัญหามลพิษทางอากาศ อันเนื่องมาจากปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) ซึ่งสามารถส่งผลกระทบโดยตรงต่อสุขภาพอนามัยและผลกระทบทางอ้อมต่อทัศนียภาพตลอดจนความเสื่อมของสินทรัพย์ในอาคารเรียนและคุณภาพของอุปกรณ์เครื่องใช้ต่างๆ ของมหาวิทยาลัยได้

1.6 ระยะเวลาในการศึกษา

การศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กในบรรยากาศและปริมาณการจราจร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จะทำการศึกษาระหว่างเดือน กันยายน พ.ศ. 2558 - มีนาคม พ.ศ. 2559

1.7 สถานที่ทำการวิจัย

การศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กในบรรยากาศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จะทำการติดตั้งเครื่องตรวจวัดฝุ่นละอองบริเวณที่มีการจราจรหนาแน่นพร้อมนับจำนวนของยานพาหนะภายในมหาวิทยาลัย โดยปริมาณตัวอย่างฝุ่นละอองที่ได้จากการตรวจวัดจะนำมาทำการวิเคราะห์ ณ ห้องปฏิบัติการสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กในบรรยากาศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม คณะผู้วิจัยจะนำเสนอเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

2.1 มลพิษทางอากาศ

2.2 ฝุ่นละอองในบรรยากาศ

2.3 ปริมาณการจราจร

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 มลพิษทางอากาศ

2.1.1 ความหมายของมลพิษทางอากาศ

มลพิษทางอากาศ (Air Pollution) ได้มีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

นพภาพร พานิช และคณะ (2550) ให้ความหมายว่า ภาวะของอากาศที่มีสารเจือปนอยู่ในปริมาณที่มากพอและเป็นระยะเวลานานพอที่จะทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพ อนามัยของมนุษย์ สัตว์ พืช และวัสดุต่างๆ สารดังกล่าวอาจเป็นธาตุหรือสารประกอบ ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติหรือเกิดจากการกระทำของมนุษย์หรืออาจอยู่ในรูปของก๊าซ หยดของเหลวหรืออนุภาคของแข็งก็ได้ สารมลพิษอากาศหลักที่สำคัญคือ ฝุ่นละออง (Suspended Particulate Matter) ตะกั่ว (Pb) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) และก๊าซโอโซน (O_3)

ธีรภัทร์ หมื่นเทพ (2551) ให้ความหมายว่า ภาวะอากาศที่มีสารเจือปนอยู่ในปริมาณที่สูงกว่าระดับปกติเป็นเวลานานพอที่จะทำให้เกิดอันตรายแก่มนุษย์ สัตว์ พืช หรือทรัพย์สินต่างๆ อาจเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น ฝุ่นละอองจากลมพายุ ภูเขาไฟระเบิด แผ่นดินไหว ไฟไหม้ป่า เป็นต้น อากาศเสียที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติเป็นอันตรายต่อมนุษย์น้อยมากเพราะแหล่งกำเนิดอยู่ไกลและปริมาณที่เข้าสู่สภาพแวดล้อมของมนุษย์และสัตว์มีน้อยกรณีที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ ได้แก่ มลพิษจากท่อไอเสียของรถยนต์ จากโรงงานอุตสาหกรรม จากขบวนการผลิต จากกิจกรรมด้านการเกษตร จากการระเหยของก๊าซบางชนิดซึ่งเกิดจากขยะมูลฝอยและของเสีย

พัฒนา มูลพฤกษ์ (2546) ให้ความหมายว่า สภาวการณ์บรรยากาศกลางแจ้ง มีสิ่งเจือปน (Contaminant) เช่น ฝุ่นผง (Dust) ไอควัน (Flumes) ก๊าซต่างๆ (Gases) ละอองไอ (Mist) กลิ่น (Odors) ควัน (Smoke) ไอ (Vapor) ฯลฯ อยู่ในลักษณะปริมาณและระยะเวลาที่นานพอที่จะทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์หรือสัตว์หรือทำลายทรัพย์สินของมนุษย์หรือ สิ่งแวดล้อมอื่นๆ

วราวุธ เสือดี (2543) ให้ความหมายว่า การคงอยู่ของสิ่งแปดเปื้อน ตั้งแต่หนึ่งสิ่งขึ้นไปในบรรยากาศ ซึ่งมีความเข้มข้นและช่วงเวลาที่เพียงพอที่ทำให้มีผลต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ ชุมชน พืช สัตว์ ทรัพย์สินหรือรบกวนต่อการดำรงชีวิตและการพักผ่อนหย่อนใจ

เลิศชัย เจริญธัญรักษ์ (2541) ให้ความหมายว่า สภาวะของอากาศที่มีสิ่งแปลกปลอมปะปนอยู่ในปริมาณที่ทำให้คุณภาพของอากาศ ตามธรรมชาติเปลี่ยนแปลงและเสื่อมโทรมลงจนทำให้มีผลกระทบต่อมนุษย์ สัตว์และพืช ทั้งโดยทางตรงและทางอ้อม สิ่งแปลกปลอมในอากาศที่มักพบกันมาก ได้แก่ก๊าซต่างๆ ฝุ่นละออง เขม่าควัน ไอระเหยของสารพิษ ซึ่งโดยปกติแล้วอากาศอาจจะมีสิ่งเหล่านี้เจือปนอยู่บ้าง แต่การที่มีสิ่งเหล่านั้นในปริมาณมากเกินขีดจำกัดในอากาศจนทำให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์หรือสัตว์

สรุปมลพิษทางอากาศ หมายถึง สภาวะของอากาศที่มีสารเจือปนตั้งแต่หนึ่งสิ่งขึ้นไปในบรรยากาศที่มีปริมาณมากและนานพอที่ทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ พืช สัตว์ ทรัพย์สินต่างๆ ทั้งทางตรงและทางอ้อม อาจเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น ฝุ่นละอองจากลมพายุ ภูเขาไฟระเบิด ไฟไหม้ป่า ก๊าซธรรมชาติ และเกิดจากการกระทำของมนุษย์ เช่น มลพิษจากท่อไอเสียของรถยนต์ จากโรงงานอุตสาหกรรม จากกระบวนการผลิต จากการเกษตรโดยสารมลพิษในอากาศที่สำคัญ ได้แก่ ฝุ่นละออง ตะกั่ว ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนและก๊าซโอโซน เป็นต้น

2.1.2 แหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศ (สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2540)

แหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ใหญ่ๆ ดังนี้

1) แหล่งกำเนิดที่เกิดจากธรรมชาติ (Natural Sources)

เป็นแหล่งกำเนิดที่ก่อให้เกิดสารมลพิษทางอากาศตามกระบวนการทางธรรมชาติไม่มีการกระทำของมนุษย์เข้าไปเกี่ยวข้องแต่อย่างใด เช่น ภูเขาไฟระเบิดไฟป่า ทะเลและมหาสมุทรซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดของละอองเกลือ เป็นต้น

1.1) ภูเขาไฟ เป็นแหล่งที่ก่อให้เกิดมลพิษโดยทางธรรมชาติมักจะปล่อยสารมลพิษ ได้แก่ ฟลูม ควัน หรือ แก๊ส ต่างๆ เช่น SO_2, H_2S, CH_4ฯลฯ

1.2) ไฟไหม้ป่า เป็นการเกิดขึ้นโดยธรรมชาติโดยเฉพาะในฤดูร้อนซึ่งอากาศในบรรยากาศมีอุณหภูมิสูงและการเสียดสีของต้นไม้ใบหญ้าที่อยู่ในป่าทำให้เกิดการลุกไหม้เป็นไฟขึ้น สารมลพิษที่อาจปล่อยออกมาจากการเกิดไฟไหม้ป่า ได้แก่ควัน เถ้า หรือแก๊สต่างๆ เช่น CO, NO_x , HC, SO_x เป็นต้น

1.3) การเน่าเปื่อยและการหมัก การเน่าเปื่อยและการหมักสารอินทรีย์หรือสารอนินทรีย์โดยจุลินทรีย์หรือปฏิกิริยาเคมีอาจทำให้เกิดสารมลพิษออกสู่บรรยากาศ ได้แก่ ออกไซด์ของคาร์บอน แอมโมเนีย ไฮโดรเจนซัลไฟต์ เป็นต้น

1.4) การฟุ้งกระจายของดิน เมล็ดพืช สปอร์หรือเกสรของพืชอาจก่อให้เกิดการปล่อยสารมลพิษในรูปของอนุภาคของของแข็ง เช่น ฝุ่น เปลือกของเมล็ดพืช หรือการฟุ้งกระจายของน้ำทะเลหรือน้ำในมหาสมุทร อาจก่อให้เกิดมลพิษในรูปของแอโรซอล คือมีทั้งอนุภาคของของแข็งและของเหลวถูกปล่อยสู่บรรยากาศ เช่น อนุภาคของเกลือ เป็นต้น

2) แหล่งกำเนิดที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ (Man-Made Sources)

แหล่งกำเนิดที่ก่อให้เกิดสารมลพิษทางอากาศ ที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์อาจแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

2.1) แหล่งกำเนิดที่เคลื่อนที่ได้ (Mobile Sources) เป็นแหล่งสารมลพิษที่ทำให้อากาศเสียเกิดจากการคมนาคม การขนส่ง ยานพาหนะบนท้องถนนโดยเฉพาะในบริเวณที่มีการจราจรคับคั่งติดขัดมีตึกแถวอาคารสูงใหญ่ ได้แก่ การจราจร ยานพาหนะที่ใช้ในการคมนาคมทางบก ทางน้ำ ทางอากาศ ซึ่งส่วนใหญ่มาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง เพื่อใช้ในการขับเคลื่อนของเครื่องยนต์ เช่น รถยนต์ เรือยนต์ เครื่องบิน เป็นต้น

2.2) แหล่งกำเนิดที่อยู่กับที่ (Stationary Sources) เป็นแหล่งกำเนิดที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ ซึ่งสารมลพิษอากาศเกิดจากการใช้เชื้อเพลิง และเกิดจากกระบวนการผลิตต่างๆ เช่น

2.2.1 โรงงานอุตสาหกรรม: สารมลพิษทางอากาศที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรมส่วนมาก ได้แก่ ฝุ่นละออง เขม่า ควัน ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์และก๊าซพิษอื่นๆ อีกหลายชนิด ซึ่งกระบวนการผลิตต่างๆ สามารถทำให้เกิดสารมลพิษได้ดังนี้

- กระบวนการเผาไหม้ของหม้อไอน้ำ เตาเผาซึ่งมีวัตถุประสงค์ในการก่อให้เกิดพลังความร้อน เช่น เตาเผาเพิ่มความร้อน เตาเผากำจัดของเสีย นอกจากจะทำให้เกิดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) เขม่าและก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) แล้วบางครั้งก็ยังมี ไฮโดรคาร์บอน (HC) ไฮโดรเจนคลอไรด์ (HCI) และไดออกซินเกิดขึ้นอีกด้วย
- การถลุงและแปรรูปโลหะในกระบวนการถลุงแร่ เช่น การเผาและอบจะเกิดการแพร่กระจายของ ทองแดง ตะกั่ว สังกะสี แคดเมียม ปรอทและธาตุอื่นๆ ในสินแร่ ในการอบแร่ที่ปนอยู่กับกำมะถัน นอกจากจะเกิดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) เป็นจำนวนมากแล้วก็ยังมีออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) และเขม่าเกิดขึ้นอีกด้วย
- การทำงานเกี่ยวข้องกับวัตถุดิบที่มีลักษณะเป็นผง เช่น การบดวัตถุดิบ การคัดแยกการผสม แปรรูปและการขนส่งที่จะก่อให้เกิดฝุ่นละออง
- การกลั่นเชื้อเพลิงเหลว ซึ่งการใช้สารละลายและสีจะทำให้เกิดไฮโดรคาร์บอน
- การแพร่กระจายของก๊าซพิษเกิดจากการจัดการที่ขาดความระมัดระวังการกระจายของสารเคมีทาง การเกษตร เช่น ยาฆ่าแมลง ยาฆ่าหญ้า เป็นต้น
- การก่อสร้างทำให้เกิดฝุ่นละออง

2.2.2 โรงงานไฟฟ้า (การผลิตพลังงานไฟฟ้า): สารมลพิษทางอากาศที่เกิดจากโรงงานไฟฟ้าที่สำคัญ เช่น ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) และก๊าซอื่นๆ อีกหลายชนิด ซึ่งเกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงเพื่อให้ ได้กระแสไฟฟ้าออกมา

2.2.3 การใช้เชื้อเพลิงภายในบ้าน: การเผาไหม้เป็นกระบวนการที่มีความจำเป็นอย่างยิ่งในการดำรงชีวิตของมนุษย์ในการประกอบกิจกรรมประจำวันภายในบ้าน มีการเผาไหม้เชื้อเพลิงเพื่อนำพลังงานความร้อนไปใช้ประโยชน์ต่างๆ ซึ่งการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงดังกล่าว อาจก่อให้เกิดก๊าซที่ไม่พึงประสงค์หลายชนิด เช่น ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) สารประกอบไฮโดรคาร์บอนและพวกอนุภาคมลสารต่างๆ

2.2.4 กิจการค้า สถาบัน และหน่วยงานของรัฐ: การประกอบกิจการค้าหรือการดำเนินงานของสถาบันและหน่วยงานของรัฐย่อมมีการใช้เชื้อเพลิงในการเผาไหม้เพื่อก่อให้เกิดพลังงานที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในรูปต่างๆ ซึ่งอาจก่อให้เกิดสารมลพิษทางอากาศหลายชนิด เช่นเดียวกับการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงในอาคารบ้านเรือน

2.2.5 การเผาขยะมูลฝอย: การเผาขยะมูลฝอยจะก่อให้เกิดสารมลพิษทางอากาศที่สำคัญ เช่น สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) ออกไซด์ของกำมะถัน ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เป็นต้น

2.1.3 ผลกระทบจากมลพิษทางอากาศ (พิไท ตาทอง, 2546)

มลพิษทางอากาศสามารถส่งผลกระทบให้เกิดผลเสียหลายอย่าง ทั้งทางตรงที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพอนามัยของมนุษย์และทางอ้อมซึ่งทำให้สิ่งแวดล้อมรอบตัวมนุษย์เสียไป ดังนี้

1) ผลกระทบจากมลพิษทางอากาศที่ส่งผลทางตรงต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์

1.1) เกิดการเจ็บป่วยหรือการตายแบบเฉียบพลัน (Acute Sickness or Death) มีสาเหตุมาจากการที่ได้สัมผัสโดยการหายใจเอาสารมลพิษทางอากาศที่มีความเข้มข้นสูงเข้าสู่ปอดและในบรรดาผู้ที่เจ็บป่วยและตายนั้นมักจะเป็นกลุ่มผู้สูงอายุ เด็กและผู้ที่ป่วยด้วยโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจหรือโรคเกี่ยวกับหัวใจอยู่แล้วมากกว่าคนกลุ่มอื่นๆ

1.2) เกิดการเจ็บป่วยแบบเรื้อรัง (Chronic Disease) การเจ็บป่วยชนิดนี้เป็นผลเนื่องจากการได้สัมผัสกับสารมลพิษทางอากาศที่มีความเข้มข้นไม่สูงมากนักแต่ด้วยระยะเวลาที่นานมากพอที่จะทำให้เกิดปัญหาสุขภาพดังกล่าวได้ ที่พบบ่อยๆ ได้แก่ โรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจต่างๆ

1.3) เกิดการเปลี่ยนแปลงของหน้าที่ทางสรีระต่างๆ (Physiologycal Functions) ของร่างกายที่สำคัญ ได้แก่ การเสื่อมประสิทธิภาพในการทำงานทางด้านการระบายอากาศของปอด การนำพาออกซิเจนของฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง การปรับตัวให้เข้ากับความมืดของตา หรือหน้าที่อื่นๆ ของระบบประสาท เป็นต้น

1.4) เกิดอาการซึ่งไม่พึงประสงค์ต่างๆ (Untoward Symptoms) ตัวอย่างเช่น อาการระคายเคืองของอวัยวะสัมผัสต่างๆ เช่น ตา จมูก ปาก เป็นต้น

1.5) เกิดความเดือดร้อนรำคาญ (Nuisance) ตัวอย่างเช่น กลิ่น ฝุ่น ขี้เถ้า เป็นต้น ซึ่งสิ่งเหล่านี้มีผลกระทบกระเทือนต่อความเป็นอยู่และจิตใจ ซึ่งอาจรุนแรงถึงขั้นที่เป็นสาเหตุของการโยกย้ายที่อยู่อาศัยเพื่อหลีกหนีปัญหาดังกล่าวก็ได้

2) ผลกระทบจากมลพิษทางอากาศที่ส่งผลทางอ้อมซึ่งทำให้สิ่งแวดล้อมรอบตัวมนุษย์เสียไป

2.1) ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับพืช กรณีที่การเปลี่ยนแปลงอันวัดได้และทดสอบได้ของพืช ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากมลพิษทางอากาศ ก่อให้เกิดผลกระทบต่อประโยชน์ใช้สอยของพืชนั้น เช่น ดอกกล้วยไม้เป็นรอยด่าง มีสีจางลงเป็นจุดๆ เนื่องจากแก๊สอะเซทิลีน

2.2) ผลต่อสัตว์ สัตว์จะได้รับสารมลพิษเข้าสู่ร่างกายโดยการที่หายใจเอาอากาศที่มีมลพิษปะปนอยู่ด้วยเข้าสู่ร่างกายโดยตรงหรือโดยการที่สัตว์กินหญ้าหรือพืชอื่นๆ ที่มีมลพิษทางอากาศตกสะสมอยู่ด้วยปริมาณมากพอที่จะเกิดอันตรายได้ มลพิษทางอากาศที่พบว่าทำให้เกิดอันตรายต่อปศุสัตว์มากที่สุด ได้แก่ อาร์เซนิกหรือสารหนู ฟลูออรีน ตะกั่วและแคดเมียม เป็นต้น

2.3) ผลต่อวัตถุและทรัพย์สิน โดยกลไกที่ทำให้เกิดความเสียหายต่อวัตถุ ได้แก่ การขัดสีของฝุ่นทรายที่มีอยู่ในกระแสลมในบรรยากาศกับวัตถุต่างๆ เช่น อาคาร สิ่งก่อสร้างหรือสถาปัตยกรรม เป็นเวลานานก็จะทำให้วัสดุสึกกร่อน การตกตะกอนของอนุภาคมลสารลงบนพื้นผิวของวัตถุทำให้เกิดความสกปรกและวิธีการทำความสะอาดหรือกำจัดอนุภาคเหล่านั้นออกก็อาจทำให้เกิดความเสียหายได้ รวมทั้งการทำปฏิกิริยาเคมีและการกัดกร่อนระหว่างมลสารกับผิวของวัตถุก็อาจเกิดขึ้นได้ เช่น ทำให้โลหะผุกร่อน ยางและพลาสติกเปราะและแตก ผ้าเปื่อยและขาด ผิวเซรามิกส์ด้าน เป็นต้น

2.4) การบดบังแสงสว่าง สารมลพิษเหล่านี้เป็นสารพวกแอโรซอล ในรูปของหมอก ควัน หมอกผสมไอควันหรือฝุ่น มีผลทำให้ลดการมองเห็นได้ในระยะไกลเกินกว่า 8 กิโลเมตร บดบังแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ที่ส่องมายังพื้นโลกทำให้เกิดปัญหาต่างๆ ได้แก่การคมนาคมขนส่ง การบดบังทัศนียภาพ เป็นต้น

2.1.4 การป้องกันและควบคุมมลพิษทางอากาศ (ศูนย์พัฒนาทรัพยากรการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, ม.ป.ป.)

การป้องกันและควบคุมมลพิษทางอากาศ มีข้อควรคำนึงถึงในแง่ของการดำเนินการป้องกันและควบคุมให้อยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัยต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม นั่นหมายความว่า จะต้องมีมาตรฐานหรือเกณฑ์ต่างๆ ในการเปรียบเทียบผลจากการประเมินตรวจวัดว่าสูงกว่าหรือได้เกณฑ์มาตรฐาน ดังนั้นการควบคุมและป้องกันอย่างได้ผล จึงต้องแยกดำเนินการใน 2 ขั้นตอน คือ

1) การควบคุมการปล่อยสารมลพิษหรือลดการผลิตสารมลพิษจากแหล่งกำเนิด (Source Control)

สารมลพิษที่เกิดขึ้นจากแหล่งกำเนิดจะถูกควบคุมและลดปริมาณการเกิดให้น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้หรือเป็นการลดปัญหาที่จะมีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยและสภาพแวดล้อม รวมทั้งการลดค่าใช้จ่ายในการจัดหาเครื่องควบคุม ตลอดจนค่าใช้จ่ายในการดำเนินการและการบำรุงรักษา

เครื่องควบคุมในการลดสารมลพิษให้เกิดประสิทธิภาพที่ดีให้ได้ตามเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนด การควบคุมการปล่อยสารมลพิษจากแหล่งกำเนิด ได้แก่

1.1) การเปลี่ยนกระบวนการหรือวิธีการผลิต การเปลี่ยนกระบวนการหรือวิธีการผลิตมีความสำคัญต่อการลดปริมาณสารมลพิษออกสู่บรรยากาศได้เป็นอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นการเปลี่ยนวัตถุดิบ เปลี่ยนเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต เปลี่ยนเชื้อเพลิง เปลี่ยนวิธีการดำเนินการ

ก. การเปลี่ยนปฏิกิริยาเคมีเพื่อลดสารปนเปื้อน ซึ่งรวมถึงปฏิกิริยาเคมีที่ใช้ในการสันดาปเชื้อเพลิง ด้วยการเปลี่ยนชนิดของเชื้อเพลิง เพื่อผลในการเปลี่ยนแปลงปฏิกิริยาเคมีในการสันดาปเชื้อเพลิงด้วย

ข. การระเหย กระบวนการหรือวิธีการที่ต้องใช้ควบคุมการระเหย อาจจะทำให้ลดปริมาณการปล่อยสารมลพิษที่ถูกปล่อยมาจากการระเหยได้

ค. การบด ขูด ทุบ โม่ จะทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของอนุภาคของของแข็งที่เกิดจากกระบวนการดังกล่าว หากทำการบด ขูด ทุบ โม่ ในลักษณะเปียกโดยการใช้น้ำหรือน้ำมันเป็นตัวช่วยทำให้เกิดความชื้น จะช่วยป้องกันไม่ให้เกิดการฟุ้งกระจายได้

1.2) การนำสารปนเปื้อนที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตกลับไปใช้ประโยชน์เป็นการลดการปล่อยสารเจือปนออกสู่บรรยากาศ โดยมีสารปนเปื้อนหลายชนิดสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้ เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นำมาใช้ในการผลิตน้ำแข็งแห้ง ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์นำมาใช้ในการผลิตกรดกำมะถันหรือไอร้อนที่ถูกปล่อยออกมาจากปล่องระบายควัน อาจนำไปใช้เป็นพลังงานในการให้ความร้อนอื่นๆ ได้เป็นต้น

2) การควบคุมหรือกำจัดสารมลพิษที่ปล่อยออกจากแหล่งกำเนิดสู่บรรยากาศ (Emission Control)

การควบคุมสารมลพิษไม่ให้มีในบรรยากาศในปริมาณที่มากจนก่อให้เกิดอันตราย การกำหนดมาตรการที่จะเลือกใช้อุปกรณ์หรือวิธีการควบคุมป้องกันไม่ให้มีการปล่อยสารมลพิษสู่บรรยากาศนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง ได้แก่ ชนิดและปริมาณของสารมลพิษ สภาพดินฟ้าอากาศ ภูมิประเทศ เป็นต้น แต่ปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเลือกใช้วิธีการกำจัดหรือลดสารปนเปื้อน เพื่อไม่ให้ถูกปล่อยออกสู่บรรยากาศ คือ ชนิดของสารมลพิษ ซึ่งอาจแยกเป็น แอโรซอลและแก๊ส (อินทรีย์ และอนินทรีย์)

2.1) การควบคุมแอโรซอลก่อนปล่อยออกสู่บรรยากาศ

2.1.1) การลดความเร็วของอากาศเสีย เพื่อให้อนุภาคของของแข็งหรืออนุภาคของของเหลวในอากาศเสียที่มีน้ำหนักมากกว่าอากาศเกิดการตกตะกอน ให้เหลือเฉพาะส่วนที่เป็นอากาศไหลออกสู่บรรยากาศ

2.1.2) การเปลี่ยนทิศทางของอากาศเสีย เมื่ออากาศเสียถูกเปลี่ยนทิศทางอย่างรวดเร็ว อนุภาคที่มีน้ำหนักมากกว่าอากาศไหลตามอากาศที่มีน้ำหนักเบากว่าไม่ทัน

จึงแยกทิศทางการไหลออกจากอากาศและบางส่วนของอนุภาคกระทบกระแทกกับผนังของอุปกรณ์ที่ใช้ในการเปลี่ยนทิศทาง ทำให้ตกตะกอนได้เช่น ไซโคลน

2.1.3) การสกัดกั้นหรือกรองเอาอนุภาคในแอโรซอล ออกจากอากาศ โดยการปล่อยให้อากาศเสียไหลผ่านตัวกลางหรือตัวกรองที่มีขนาดโตกว่าช่องหรือรูกรอง จะทำให้อนุภาคส่วนหนึ่งถูกดักสะสมเอาไว้เช่น การใช้ถุงกรอง ฯลฯ

2.1.4) การใช้แรงดึงดูดกระแสไฟฟ้าสถิตย์ โดยการทำให้อนุภาคที่เป็นแอโรซอลแสดงอำนาจประจุไฟฟ้า แล้วใช้แรงดึงดูดที่มีประจุตรงข้ามแยกอนุภาคออกมา แล้วปล่อยให้อากาศไหลออกสู่บรรยากาศ

2.1.5) การเพิ่มน้ำหนักของอนุภาคในแอโรซอล เมื่ออนุภาคถูกเพิ่มน้ำหนักให้มากกว่า อนุภาคจะทำให้การตกตะกอนแยกตัวออกจากอากาศได้ง่าย โดยการใช้น้ำสัมผัสกับอากาศเสียทำให้อนุภาครวมกันมีขนาดใหญ่ขึ้น เช่น เครื่องเก็บอนุภาคแบบสครับเบอร์ฯลฯ

2.2) การควบคุมสารมลพิษที่เป็นก๊าซ สารมลพิษที่เป็นก๊าซจะถูกควบคุม และขจัดได้โดยการใช้ตัวกลางดูดซับเอาไว้หรือทำให้มีการสันดาปเชื้อเพลิงโดยสมบูรณ์หรือใช้วิธีการดูดซึมแก๊สไว้ในตัวกลางหรือการใช้ลดความเข้มข้นของอากาศสกปรก

2.2.1) การดูดซับแก๊ส (Adsorption) ตัวดูดซับที่นำมาใช้ในการกำจัดสารปนเปื้อนที่เป็น ก๊าซ มีหลายอย่างด้วยกัน ได้แก่ ถ่านกัมมันต์ (Activated Carbon) ซิลิกาเจล ลิเธียมคลอไรด์ อลูมินากัมมันต์ บอกไซด์กัมมันต์ เป็นต้น เมื่อตัวดูดซับอิ่มตัวแล้วก่อนนำมาใช้ใหม่ต้องนำไปฟื้นฟูสภาพ (Regenerate)

2.2.2) การสันดาปเชื้อเพลิงให้สมบูรณ์ (Completed Combustion) จะไม่ทำให้เกิดปัญหาการปล่อยสารมลพิษออกมา ไม่ว่าจะเป็นคาร์บอนมอนอกไซด์หรือออกไซด์ของไนโตรเจน หรือสารปนเปื้อนชนิดอื่นๆ

2.2.3) การดูดซึม (Absorption) โดยการใช้ตัวกลางที่เป็นของเหลวหรือของเหลวละลาย ดูดซึมเอาสารปนเปื้อนในอากาศเสียไว้ซึ่งตัวกลางที่ใช้ในการดูดซึมนิยมใช้น้ำหรือน้ำมัน

2.2.4) การทำให้เจือจาง (Dilution) โดยใช้พัดลมดูดอากาศหรือพัดลมดูดอากาศร่วมกับปล่องระบายควัน (Stack)

2.2.5) การควบแน่น (Vapor Condensers) เป็นการทำให้ก๊าซหรือไอในอากาศเสียเกิดการควบแน่นกลายเป็นของเหลว โดยการเพิ่มความดันหรือโดยการลดอุณหภูมิของก๊าซหรือไอในกระแสอากาศเสียก่อนที่จะถูกปล่อยออกสู่บรรยากาศ

2.1.5 แนวทางการแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศ (ธีรภัทร์ หมื่นเทพ, 2551)

1) กำหนดให้มีและบังคับใช้มาตรฐานคุณภาพอากาศ

2) สำรวจและตรวจสอบคุณภาพอากาศจากแหล่งกำเนิดต่างๆ เป็นประจำ

3) ลดปริมาณมลพิษทางอากาศจากแหล่งกำเนิด ทำได้โดยการเปลี่ยนชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้ การปรับปรุงกระบวนการผลิต การลดมลพิษจากยานพาหนะ

4) ใช้มาตรการทางกฎหมายเพื่อควบคุมมลพิษทางอากาศตาม พระราชบัญญัติสิ่งแวดล้อม พ.ศ.2535 พระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ.2535 เช่น ประกาศเรื่อง มาตรฐานการระบายมลพิษ ประกาศเรื่องมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ เป็นต้น

5) เผยแพร่ความรู้แก่ผู้ประกอบการและประชาชนได้รับทราบและเข้าใจเกี่ยวกับความสำคัญของอากาศบริสุทธิ์และอันตรายที่เกิดจากมลพิษทางอากาศ รวมถึงให้ทราบระเบียบ กฎเกณฑ์มาตรฐานต่างๆ ที่ทางราชการกำหนดขึ้นเพื่อควบคุมมลพิษทางอากาศและเพื่อให้ประชาชนปฏิบัติตามได้อย่างถูกต้อง

2.2 ฝุ่นละอองในบรรยากาศ

2.2.1 ความหมายของฝุ่นละออง (Particulate Matter)

สำหรับความหมายของฝุ่นละออง (Particulate Matter) ได้มีผู้ให้ความหมายต่างๆ ดังนี้

มนตรี ชุติศักดา (2557) ให้ความหมายฝุ่นละอองว่า หมายถึง ฝุ่นรวม (Total Suspended Particulate; TSP) ซึ่งเป็นฝุ่นขนาดใหญ่ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง ตั้งแต่ 100 ไมครอนลงมา และฝุ่นขนาดเล็ก (Particulate Matter with an Aerodynamic Diameter Less than or Equal to a Nominal 10 Micrometers; PM_{10}) หมายถึง ฝุ่นที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 10 ไมครอนลงมา

- $PM_{2.5}$ ตามคำจำกัดความของ US. EPA หมายถึง ฝุ่นละเอียด (Fine Particle) เป็นอนุภาคที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่า 2.5 ไมครอน มีแหล่งกาเนิดจากควันเสียของรถยนต์ โรงไฟฟ้า โรงงานอุตสาหกรรม ควันที่เกิดจากหุงต้มอาหารโดยใช้ฟืน นอกจากนี้ ก๊าซ SO_2 NO_x และสาร VOCs จะทำปฏิกิริยากับสารอื่นในอากาศทำให้เกิดเป็นฝุ่นละเอียดได้

ปิยะวดี ศรีผง และดวงรัตน์ สุขกลัด (2552) ได้ให้ความหมายฝุ่นละอองว่า หมายถึง อนุภาคของแข็งและหยดละอองของเหลวที่แขวนลอยกระจายในอากาศ อนุภาคที่กระจายในอากาศนี้บางชนิดมีขนาดใหญ่และมีสีดำจนมองเห็นเป็นเขม่าและควัน แต่บางชนิดมีขนาดเล็กมากจนมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ฝุ่นละอองที่แขวนลอยในบรรยากาศ โดยทั่วไปมีขนาดตั้งแต่ 100 ไมครอนลงมา ฝุ่นละอองสามารถก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของคน สัตว์ พืช เกิดความเสียหายต่ออาคารบ้านเรือน ทำให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญต่อประชาชน บดบังทัศน์วิสัย ทำให้เกิดอุปสรรคในการคมนาคม ขนส่ง นานาประเทศจึงได้มีการกำหนดมาตรฐานฝุ่นละออง ในบรรยากาศขึ้น สำหรับในประเทศสหรัฐอเมริกา US. EPA (United State Environmental Protection Agency) ได้มีการกำหนดค่ามาตรฐานของฝุ่นรวม

(Total Susoended Particulate) และฝุ่น PM_{10} แต่เนื่องจากมีการศึกษาวิจัย ฝุ่นขนาดเล็กนั้นจะเป็นอันตรายต่อสุขภาพมากกว่าฝุ่นรวม เนื่องจากสามารถผ่านเข้าไประบบทางเดินหายใจส่วนในและมีผลต่อสุขภาพมากกว่าฝุ่นรวม ดังนั้น US. EPA จึงได้มีการยกเลิกค่ามาตรฐานฝุ่นรวมและกำหนดค่ามาตรฐานฝุ่นขนาดเล็กเป็น 2 ชนิด คือ PM_{10} และ $PM_{2.5}$

กรมควบคุมมลพิษ (2546) ให้ความหมายฝุ่นละอองว่า หมายถึง อนุภาคที่เป็นของแข็งของเหลวที่แพร่กระจายอยู่ในอากาศโดยทั่วไปมีขนาดแตกต่างกันตั้งแต่ 0.0002 ไมครอน (ขนาดใกล้เคียงกับโมเลกุลของสสาร) จนถึงขนาด 500 ไมครอน

กองอนามัยสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร (ม.ป.ป) ได้หึความหมายฝุ่นละอองว่า หมายถึง สารที่มีความหลากหลายทางด้านกายภาพ และองค์ประกอบอาจมีสภาพเป็นของแข็งหรือของเหลวก็ได้ ฝุ่นละอองที่มีอยู่ในบรรยากาศรอบๆ ตัวเรา มีขนาดตั้งแต่ 0.002 ไมครอน (เป็นกลุ่มของโมเลกุลที่มองด้วยตาเปล่าไม่เห็นต้องใช้กล้องจุลทรรศน์ แบบอิเล็คตรอน) ไปจนถึงฝุ่นที่ขนาดใหญ่กว่า 500 ไมครอน (ฝุ่นที่มองเห็นด้วยตาเปล่ามีขนาดตั้งแต่ 50 ไมครอนขึ้นไป) ฝุ่นละอองที่แขวนลอยอยู่ในอากาศได้นานจะเป็นฝุ่นละอองขนาดเล็ก (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางต่ำกว่า 10 ไมครอน) เนื่องจากมีความเร็วในการตกตัวต่ำและจะแขวนลอยในอากาศได้นานมากขึ้น หากมีแรงกระทำจากภายนอกเข้ามามีส่วนเกี่ยวข้อง เช่น การไหลเวียนของอากาศ กระแสลม เป็นต้น ฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่ (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่า 100 ไมครอน) อาจแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศได้เพียง 2-3 นาที แต่ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กโดยเฉพาะ ขนาดเล็กกว่า 0.5 ไมครอน อาจแขวนลอยอยู่ในอากาศได้นานเป็นปีฝุ่นละอองในบรรยากาศอาจแยกได้เป็นฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นและแพร่กระจายสู่บรรยากาศจากแหล่งกำเนิดโดยตรงและฝุ่นละอองซึ่งเกิดขึ้น โดยปฏิกิริยาต่างๆ ในบรรยากาศ เช่นการรวมตัวด้วยปฏิกิริยาทางฟิสิกส์หรือปฏิกิริยาทางเคมี

สรุปฝุ่นละออง คือ อนุภาคที่เป็นของแข็งหรือของเหลวที่แขวนลอยอยู่ในอากาศ ขนาดของฝุ่นละอองมีตั้งแต่ขนาดที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าและที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า คือ มีขนาดตั้งแต่ 0.002–500 ไมครอน

2.2.2 ประเภทของฝุ่นละออง

1) ฝุ่นละอองสามารถแบ่งประเภทตามขนาดของอนุภาค ออกเป็น 3 ประเภท (วีรนุช ปุยภิรมย์, 2556) ดังนี้

1.1) ฝุ่นรวม (Total Suspended Particulate; TSP)

มีลักษณะเป็นอนุภาคของแข็งและกึ่งของแข็งที่พบในอากาศมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.005 ไมครอน ถึง 100 ไมครอน โดยทั่วไป TSP ที่เกิดจากกิจกรรมด้านอุตสาหกรรมการเผาไหม้มีทั้งที่อยู่ในรูปอนุภาคของของแข็ง เช่น ฝุ่นละอองจากวัตถุดิบ เขม่าควันและอนุภาคของของเหลวในรูปละอองไอในอากาศ เช่น ละอองไอกรดหรือละอองไอของสารเคมีต่างๆ เป็นต้น ฝุ่นรวมมักจะทำให้เกิดการระคายเคืองต่อระบบประสาทรับความรู้สึกของร่างกายซึ่งทำให้ ตา จมูก คอ เกิดการระคายเคืองและอักเสบได้

1.2) ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10})

เป็นสารมลพิษทางอากาศที่มีความสำคัญ มีลักษณะเป็นอนุภาคของแข็งและกึ่งของแข็งขนาดเล็ก ได้แก่ ฝุ่น (Dust) ควัน (Smoke) เขม่า (Soot) ประกอบด้วย มลสารหลายชนิดผสมผสานกันและมีองค์ประกอบเคมีที่แตกต่างกัน ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน เกิดจากแหล่งกำเนิดหลายชนิด ฝุ่นที่เกิดจากธรรมชาติ เช่น ฝุ่นดิน ฝุ่นละอองไอของทะเล ส่วนฝุ่นที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ได้แก่ การเผาไหม้เชื้อเพลิงจากยานพาหนะที่ใช้น้ำมันดีเซล การเผาไหม้แบบเปิด เช่น การเผาขยะ การเผาของเสียจากเกษตรกรรม ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นในอาคาร (Indoor Particle) จากกระบวนการที่ทำให้เกิดฝุ่นละออง เช่น โรงโม่หิน โรงงานปูนซีเมนต์ ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน มักเกิดขึ้นระหว่างกระบวนการเผาไหม้และรวมกับขี้เถ้าปลิว (Fly Ash) จากโรงงานไฟฟ้า ควันดำจากรถยนต์หรือเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงดีเซล ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน จากแหล่งกำเนิดเหล่านี้จะมีปริมาณคาร์บอนสูง ซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้มีบทบาทต่อร่างกายที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพ เมื่อมนุษย์ได้รับฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน เข้าสู่ร่างกายโดยการหายใจ (Respirable Particulate) และสามารถผ่านเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจส่วนลึกได้ ทำให้เกิดผลกระทบที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน แบ่งออกเป็น 2 ช่วงขนาด อนุภาคส่วนหยาบ (Course Fraction Particulate) และอนุภาคส่วนละเอียด (Fine Fraction Particle)

1.3) ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$)

เป็นอนุภาคของแข็งหรือกึ่งของแข็ง ที่อยู่ในสภาพกึ่งระเหย (Semi-Volatile) ประกอบด้วยอนุภาคส่วนละเอียดปฐมภูมิและอนุภาคส่วนละเอียดทุติยภูมิ ผสมกันอยู่ แต่ส่วนใหญ่ $PM_{2.5}$ จะเป็นอนุภาคทุติยภูมิ เกิดขึ้นในอากาศเมื่อแก๊สต่างๆ เช่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) และสารประกอบอินทรีย์ระเหย (VOC_s) ที่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงถูกเปลี่ยนรูปในอากาศโดยทำปฏิกิริยาทางเคมีและฟิสิกส์ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงวัฏภาคจากแก๊สไปอยู่ในรูปของอนุภาคที่อยู่ในอากาศทั้งอนุภาคส่วนละเอียดปฐมภูมิและอนุภาคส่วนละเอียดทุติยภูมิ มีช่วงเวลาที่อยู่ในอากาศเป็นระยะเวลายาวนานเป็นวันหรือสัปดาห์และสามารถเคลื่อนที่ไปได้ระยะไกล 100 - 1,000 กิโลเมตร โดยมีแนวโน้มที่จะเกิดการแพร่กระจายอย่างสม่ำเสมอในบริเวณเขตเมือง จึงเป็นการยากที่จะทำการสำรวจย้อนกลับไปสู่แหล่งกำเนิด

2) ฝุ่นละอองสามารถแบ่งประเภทตามคุณลักษณะทางกายภาพ ออกเป็น 2 ประเภท (สอนชัย ผาลิวงค์, 2556) ดังนี้

2.1) ฝุ่นละอองจากสารเคมี (Organic Dust) แบ่งออกเป็น

2.1.1) ฝุ่นละอองจากสารเคมีที่ไม่มีชีวิต ฝุ่นละอองชนิดนี้จะมีพิษต่อร่างกายหรือทำความระคายเคืองให้ร่างกายได้ เช่น ละอองเกสรพืชหรือหญ้า

2.1.2) ฝุ่นละอองจากสารเคมีที่มีชีวิต เช่น แบคทีเรียบางชนิดทำให้เกิดโรคในคนและสัตว์ เป็นต้น

2.2) ฝุ่นละอองจากสารอนินทรีย์ (Inorganic Dust) เช่น Fine Dust ที่เกิดจากการบดหิน Hematite Dust ที่เกิดจากโรงงานหลอมโลหะและ Asbestos Dust เป็นต้น

2.2.3 แหล่งกำเนิดของฝุ่นละออง (กรมควบคุมมลพิษ, 2546)

แหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองในบรรยากาศ โดยทั่วไปแบ่งเป็น 2 ประเภท

1) ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ ได้แก่ ดิน ทราย หิน ละอองไอน้ำ เขม่าควันจากไฟป่าและละอองเกลือจากน้ำทะเล

2) ฝุ่นละอองที่เกิดจากกิจกรรมที่มนุษย์สร้างขึ้น ได้แก่ จากการคมนาคมขนส่งและการจราจร เช่น ฝุ่นดิน ทราย ที่ฟุ้งกระจายขณะรถวิ่ง และเขม่า

- จากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ดีเซล เป็นต้น
- จากการก่อสร้าง เช่น การก่อสร้างอาคาร ถนนและการรื้อถอน เป็นต้น
- จากการประกอบการอุตสาหกรรม เช่น การทำปูนซีเมนต์ การโม่บดหรือย่อยหิน เป็นต้น

2.2.4 ผลกระทบจากฝุ่นละออง (ศราวุฒิ สมภักดี, 2547)

ฝุ่นละอองส่งผลทำให้เกิดผลเสียหลายอย่าง ทั้งทางตรงที่ส่งผลต่อสุขภาพนามัยของมนุษย์และทางอ้อมที่ส่งผลให้สิ่งแวดล้อมรอบตัวมนุษย์เสียไป

1) ผลกระทบจากฝุ่นละอองที่ส่งผลทางตรงต่อสุขภาพของมนุษย์

ฝุ่นละอองมีผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์มากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณที่ได้รับสัมผัส ฝุ่นละอองเมื่อเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจจะตกค้างอยู่ภายในก่อให้เกิดการระคายเคือง ซึ่งหากได้รับเป็นระยะเวลานานติดต่อกัน ฝุ่นละอองจะสะสมในเนื้อเยื่อปอดจนเกิดเป็นพังผืดได้ โดยเฉพาะ $PM_{2.5}$ จะเป็นอันตรายต่อสุขภาพ เพราะสามารถแทรกตัวลึกเข้าไปถึงระบบทางเดินหายใจส่วนล่างมีความสามารถฝังตัวอยู่ในถุงลมปอดมากที่สุด ทำให้ความสามารถในการทำงานของปอดลดลง หายใจลำบาก เหนื่อยง่ายและก่อให้เกิดโรคระบบทางเดินหายใจซึ่งกลุ่มเสี่ยงที่ได้รับผลกระทบจากฝุ่นละอองได้ง่าย ได้แก่ เด็ก ผู้สูงอายุและผู้ที่มีโรคประจำตัวเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ เช่น ผู้ป่วยโรคปอด ไข้หวัดใหญ่และโรคหอบหืด เป็นต้น ส่วนฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่กว่า 15 ไมครอนขึ้นไป จะถูกดักจับไว้ที่ระบบทางเดินหายใจส่วนต้นในส่วนของจมูกคอทำให้เกิดการระคายเคืองและอักเสบได้ ซึ่งปกติฝุ่นละอองจะถูกขับออกมาพร้อมกับเสมหะดังนั้นฝุ่นละอองแต่ละชนิดจะส่งผลต่อสุขภาพของมนุษย์มากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของฝุ่นละอองที่มนุษย์ได้รับสัมผัสด้วย

2) ผลกระทบจากฝุ่นละอองที่ส่งผลทางอ้อมต่อสิ่งแวดล้อมรอบตัวมนุษย์

- ผลกระทบต่อระยะที่สามารถมองเห็นได้ (Visibility) ได้แก่ กลุ่มหมอกควัน (Smog) ที่มักมีสีน้ำตาลเนื่องจากมีแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ปริมาณสูง จากท่อไอเสียรถยนต์มีผลอย่างมากต่อการมองเห็น ฝุ่นละอองทุกขนาดในอากาศมีผลโดยตรงต่อการปิดกั้นทางเดินของแสงถ้ามีปริมาณสูง จะทำให้ระยะการมองเห็นลดลง ฝุ่นละอองขนาดเล็กหรือฝุ่นละอองลอยมีคุณสมบัติ

ในการดูดกลืนและหักเหแสง เช่น ในวันที่มีหมอกจัด ที่ระยะไกลเรามาสามารถมองเห็นแสงจากไฟหน้ารถยนต์ที่แล่นมาสวนทางมา แต่เมื่อหมอกจางลงและมีการกระเจิงของแสง ช่วยทำให้มองเห็นตัวรถ

- ผลกระทบต่อวัสดุ อนุภาคฝุ่นละอองแขวนลอยในบรรยากาศที่ตกกลับตามแรงดึงดูดของโลกแล้วเกาะติดวัตถุและสิ่งก่อสร้างต่างๆ ทำให้เกิดความสกปรกเลอะเทอะ นอกจากนี้อนุภาคของฝุ่นละอองแขวนลอยยังมีคุณสมบัติในการดูดซับโลหะ สารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ไว้ที่ผิวอนุภาคหรือจากชนิดของอนุภาคฝุ่นละอองเองที่เป็นชนิดที่มีสภาพเป็นกรดหรือมีองค์ประกอบทางเคมีที่เป็นอันตราย เมื่อเกาะติดผิววัตถุหรือสิ่งก่อสร้างจึงสามารถทำให้ เกิดความสกปรก การสึกกร่อนหรือเกิดปฏิกิริยาทางเคมี ทำให้อาคารผุกร่อนได้

- ผลกระทบต่อพืชและระบบนิเวศ ฝุ่นละอองทำให้การเจริญเติบโตของพืชชะงัก หรืออาจตายได้ เนื่องจากไปขัดขวางการหายใจของพืชและทำให้ประสิทธิภาพการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชลดลง อนุภาคฝุ่นละอองที่ปิดปากใบยังทำให้เกิดการสะสมความร้อนไว้ภายในมาก จึงมีส่วนเร่งหรือขัดขวางการเจริญเติบโตของพืชได้และถ้ามีสารพิษอื่นที่ติดมากับละอองลอย เช่น โลหะหนัก ผงปูนซีเมนต์ หรือซิลิกา ก็ยิ่งจะทำให้พืชได้รับอันตรายจากสารพิษนั้นด้วย นอกจากมลพิษทางอากาศจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชแล้วยังมีผลกระทบต่อความหลากหลายทางชีวภาพและระบบนิเวศอีกด้วย

2.2.5 การตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศ

หลักการตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศ ใช้วิธีการตรวจวัดตามระบบกราวิเมตริก (Gravimetric) ซึ่งเป็นระบบที่เก็บตัวอย่างอากาศโดยดูดอากาศผ่านแผ่นกรองแล้วหาน้ำหนักฝุ่นจากแผ่นกรอง โดยเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศชนิดไฮโวลุม (High Volume Air Sampler) (กรมควบคุมมลพิษ, 2546) ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้หาความเข้มข้นของฝุ่นละอองในอากาศ โดยอากาศจำนวนหนึ่งที่ทราบปริมาตรแน่นอนถูกดูดผ่านกระดาษกรองชนิด Glass Micro Fiber Filter ที่ทราบน้ำหนักแน่นอนแล้วชั่งหาน้ำหนักกระดาษกรองภายหลังจากการดูดอากาศดังกล่าว ภายใต้การควบคุมผลต่างของน้ำหนักกระดาษกรองทั้ง 2 จะเป็นน้ำหนักของฝุ่นละอองในปริมาตรของอากาศที่ถูกดูด วิธีนี้เหมาะสำหรับการเก็บตัวอย่างปริมาณมากและยังสามารถใช้หาสารปนเปื้อนอื่นๆ เช่น พวกโลหะหนักต่างๆ ด้วย แต่มีข้อเสีย คือ ต้องคอยเปลี่ยน Filter ตามกำหนดเวลา และการชั่งน้ำหนักของกระดาษกรอง ซึ่งความชื้นมีผลเป็นอย่างมาก

ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างอากาศจะถูกดูดผ่านกระดาษกรอง Glass Micro Fiber Filter ที่ทราบพื้นที่ที่แน่นอน โดยเครื่องดูดอากาศที่มีอัตราเร็วของการดูดอากาศคงที่ระหว่าง 1.1-1.7 ลบ.ม./นาที ฝุ่นละอองที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระหว่าง 0.1-100 ไมโครเมตร จะถูกกรองที่กระดาษกรอง ความเข้มข้นของฝุ่นละอองในอากาศมีหน่วย ไมโครกรัม/ลบ.ม. หาได้จากน้ำหนักฝุ่นในอากาศ หารด้วยปริมาตรของอากาศที่ถูกดูด อากาศจะถูกดูดเป็นเวลา 24 ชม. ในสภาวะปกติ ถ้าอากาศมีความเข้มข้นของฝุ่นมาก ให้ลดเวลาลงเหลือประมาณ 6-8 ชม.

2.2.6 มาตรฐานฝุ่นละอองในบรรยากาศโดยทั่วไปของประเทศไทย (กรมควบคุมมลพิษ, 2546)

ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 24 พ.ศ. 2547 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป ได้กำหนดรายละเอียดแสดงใน ตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 มาตรฐานฝุ่นละอองในบรรยากาศโดยทั่วไปของประเทศไทย

ประเภทของฝุ่นละออง	ค่าเฉลี่ย 24 ชม.	ค่าเฉลี่ย 1 ปี
ฝุ่นละอองรวมหรือฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 100 ไมครอน (TSP)	จะต้องไม่เกิน 0.33 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร	จะต้องไม่เกิน 0.10 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10})	จะต้องไม่เกิน 0.12 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร	จะต้องไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$)	จะต้องไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร	จะต้องไม่เกิน 0.025 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ, 2546.

2.3 ปริมาณการจราจร

2.3.1 ความหมายปริมาณการจราจร

สำหรับความหมายของปริมาณการจราจรได้มีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

สรุเมศวร์ พิริยะวัฒน์ (2551) ได้ให้ความหมายปริมาณการจราจรว่า หมายถึง จำนวนยวดยานที่เคลื่อนที่ผ่านตำแหน่งอ้างอิงบนถนน ช่องจราจรหรือทิศทางจราจรในช่วงเวลาที่กำหนด โดยทั่วไปมีหน่วยเป็น คันต่อหน่วยเวลา เช่น คันต่อวันหรือคันต่อชั่วโมง เป็นต้น

วัฒนวงศ์ รัตนวราห์ (2551) ได้ให้ความหมายปริมาณการจราจรว่า หมายถึง จำนวนพาหนะที่แล่นผ่านจุดใดจุดหนึ่งหรือช่วงหนึ่งของช่วงถนนในช่วงเวลาที่กำหนด

สรุปปริมาณการจราจร หมายถึง จำนวนยานพาหนะที่วิ่งผ่านในช่วงเวลาหนึ่งที่กำหนด โดยปริมาณการจราจรมีหน่วยเป็น คัน/วัน หรือ คัน/ชั่วโมง เป็นต้น

2.3.2 การศึกษาปริมาณการจราจร (ปาจรีย์ ทองสนิทและบุญพล มีไชโย, 2548)

การศึกษาปริมาณการจราจร นับว่าเป็นข้อมูลที่สำคัญทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ เป็นการรวบรวมข้อมูลจำนวนยวดยานและคนเดินเท้าในบริเวณหนึ่งและรวมถึงลักษณะของการกระจายจราจรตามวัน เวลาและสัดส่วนของยวดยานต่างๆ ด้วย คำจำกัดความของคำที่ใช้ด้านปริมาณจราจรมีดังต่อไปนี้

AADT (Average Annual Daily Traffic) หมายถึง ปริมาณการจราจรโดยเฉลี่ยต่อวันตลอดทั้งปี เป็นจำนวนยวดยานที่แล่นผ่านจุดหนึ่งจุดใดของทางหลวงตลอดปีหารด้วยจำนวนวันในปีนั้น

ADT (Average Daily Traffic) หมายถึง ปริมาณการจราจรเฉลี่ยต่อวัน ซึ่งเป็นจำนวนยวดยานที่แล่นผ่านจุดใดจุดหนึ่งของทางหลวงในเวลาเกินกว่า 1 วัน แต่ไม่เกิน 1 ปี หารด้วยจำนวนวันที่ทำการสำรวจ

PHV (Peak Hour Volumes) หมายถึง ปริมาณจราจรต่อชั่วโมงที่สูงสุดของวันหรือในช่วงเวลาครึ่งวัน คือ ช่วงเช้าก่อนเที่ยงและช่วงบ่ายหลังเที่ยง

VPD (Vehicle Per Day) หมายถึง จำนวนยวดยานเป็นจำนวนต่อวัน

PCU (Passenger Car Unit) หมายถึง หน่วยนับของยวดยานเมื่อเทียบกับรถยนต์นั่ง (Passenger Car) เช่น ยวดยานขนาดตั้งแต่ 6 ล้อขึ้นไป จะเทียบได้เท่ากับ 2 PCU โดยเฉลี่ย ส่วนรถจักรยานยนต์เท่ากับ 1/3 PCU หน่วยของปริมาณการจราจรต่างๆ โดยใช้ค่าเทียบเท่ารถยนต์นั่งส่วนบุคคล (Passenger Car Equivalent, PCE)

2.3.3 วิธีการสำรวจปริมาณการจราจร (กมลวรรณ หมายปาน และคณะ; 2544)

การสำรวจปริมาณการจราจร หมายถึง การนับจำนวนรถที่แล่นผ่านบริเวณที่กำหนดและในระยะเวลาที่กำหนด สำหรับการสำรวจปริมาณการจราจรตามถนนสายต่างๆ นั้นสามารถทำได้หลายวิธี

1. การสำรวจโดยใช้วิธีคนนับ (Manual Counts)

การสำรวจปริมาณการจราจรโดยวิธีนี้เป็นวิธีที่สะดวกและง่ายต่อการศึกษาปริมาณการจราจร ผู้สำรวจเพียงแต่นับปริมาณรถที่แล่นผ่านพร้อมกับทำเครื่องหมายหรือสัญลักษณ์ลงบนกระดาษบันทึก เช่น นับรถจำนวน 5 คัน หรืออาจจะมีเครื่องมือช่วยนับรถ (Traffic Counter)

การศึกษาปริมาณการจราจรโดยใช้วิธีคนนับไม่เหมาะสมกับถนนที่มีปริมาณการจราจรหนาแน่นเนื่องจากอาจเกิดปัญหาความผิดพลาดในการนับและบางครั้งไม่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศในบางฤดูกาล หรือในช่วงบางเวลา เช่นเวลากลางคืน เป็นต้น การนับรถโดยใช้วิธีนี้จะเสียค่าใช้จ่ายมากในกรณีที่ต้องการสำรวจข้อมูลเป็นระยะเวลานาน เนื่องจากใช้แรงงานมาก

2. เครื่องนับอัตโนมัติ (Automatic Counters)

การใช้เครื่องนับรถแบบอัตโนมัติที่ใช้ทั่วไปมีอยู่ 2 แบบใหญ่ๆ ดังนี้

1) แบบสัมผัสโดยตรงกับยานพาหนะ (Contact Type) โดยเครื่องนับรถจะต่อเข้ากับตัวจับสัญญาณ (Detector) ซึ่งอาจติดตั้งอยู่ใต้หรือบนผิวจราจรก็ได้ เมื่อรถวิ่งผ่าน Detector สัญญาณจะถูกส่งเข้าเครื่องนับและทำการบันทึกข้อมูลไว้

2) แบบไม่สัมผัสกับยานพาหนะ (Non-Contact Type) สำหรับวิธีนี้ตัวจับสัญญาณจะไม่อยู่บนถนน แต่จะติดตั้งไว้บริเวณใดบริเวณหนึ่งนอกพื้นที่ถนน ที่สามารถมองเห็นสภาพการจราจรได้ดี ซึ่งตัวจับสัญญาณชนิดนี้มีราคาแพง โดยทั่วไปมักจะใช้เป็น กล้องวีดีทัศน์ กล้องถ่ายรูป หรือเรดาห์ เป็นต้น ดังนั้นการนำมาใช้งานก็ต่อเมื่อมีความจำเป็นที่ต้องเก็บข้อมูลอย่างละเอียดและเป็นเวลานาน

2.3.4 ประโยชน์ของข้อมูลปริมาณจราจร

ข้อมูลปริมาณจราจรนั้น สามารถนำไปใช้ประโยชน์ทางด้านวิศวกรรมการทางได้ดังต่อไปนี้

1) เพื่อการวางแผนโครงข่ายของระบบทางหลวง
2) เพื่อการออกแบบทางแยก
3) เพื่อพิจารณากำหนดความสำคัญก่อน - หลัง
4) เพื่อการออกแบบชั้นความหนาของผิวทาง
5) เพื่อศึกษาแนวโน้มการเจริญเติบโตของปริมาณจราจร
6) เพื่อศึกษาความเหมาะสมทางเศรษฐกิจของการก่อสร้างและบูรณะทางหลวงหรือถนน
7) เพื่อติดตั้งเครื่องหมายควบคุมการจราจรและอำนวยความสะดวก เพื่อความปลอดภัยในการจราจร
8) เพื่อคำนวณอัตราการเกิดอุบัติเหตุ
9) เพื่อการแบ่งประเภทของรถ
10) การวางแผนระบบควบคุมการจราจร
11) การออกแบบระบบการจราจร
12) การคาดคะเนปริมาณการจราจร

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

รจนา ประพาศพงษ์ และคณะ (2558) ได้ศึกษาปริมาณฝุ่นละอองและปริมาณการจราจรในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ซึ่งในการศึกษาปริมาณฝุ่นละอองรวมหรือปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดไม่เกิน 100 ไมครอนลงมาและปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน จะทำการเก็บตัวอย่างแบบต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง ของวันที่ทางมหาลัยมีการเรียนการสอน โดยจะใช้เครื่องเก็บตัวอย่างอากาศชนิด High Volume Air Sampler นอกจากนี้ยังมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณการจราจรที่มีการสัญจรในมหาลัยวิทยาราชภัฏมหาสารคาม โดยได้ทำการเก็บตัวอย่าง ทั้งหมด 5 จุด ได้แก่ จุดที่ 1 ประตูทางเข้า-ออกมหาวิทยาลัย ฝั่งอาคารคณะนิติศาสตร์ (อาคาร 33) จุดที่ 2 ด้านข้างอาคารสำนักงานครุศาสตร์ (อาคาร 7) จุดที่ 3 ด้านข้างสะพานห้วยคะคาง ฝั่งอาคารมนุษยศาสตร์ และสังคมศาสตร์ (อาคาร 3) จุดที่ 4 ด้านข้างสนามอรุณปรีดีดิลก (สนาม 3) จุดที่ 5 ประตูทางเข้า-ออกมหาวิทยาลัย ฝั่งอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา (อาคาร 15)

ผลจากการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดที่มีขนาดใหญ่กว่า 10 ไมครอน แต่ไม่เกิน 100 ไมครอน พบว่า มีค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละออง 24 ชั่วโมง อยู่ในช่วง 89.5-339.9 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งเกินมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไปในประเทศไทยที่กำหนดไว้ไม่เกิน 330 ไมโครกรัมต่อลูกต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อเรียงลำดับค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองจากมากไปน้อย พบว่า จุดที่ 5 มีค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองมากที่สุด มีค่าเท่ากับ 339.9 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร รองลงมา ได้แก่ จุดที่ 1 มีปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยเท่ากับ 126.4 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จุดที่ 4 มีปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ย เท่ากับ 101.9 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จุดที่ 2 มีปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยเท่ากับ 93.8 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จุดที่ 3 มีปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยเท่ากับ 89.5 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ

ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) พบว่ามีค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละออง 24 ชั่วโมง อยู่ในช่วง 56.6-114.7 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งในการตรวจวัดพบว่า ทั้ง 5 จุดมีค่าไม่เกินมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยายโดยทั่วไปในประเทศไทยได้กำหนดไว้ไม่เกิน 120 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อเรียงลำดับปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยจากมากไปน้อย พบว่าทั้ง 5 จุด มีค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองมากที่สุด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 114.7 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร รองลงมาได้แก่ จุดที่ 4 มีปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยเท่ากับ 96.2 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จุดที่ 3 มีปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยเท่ากับ 77.8 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จุดที่ 1 มีปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยเท่ากับ 75.9 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จุดที่ 2 มีปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยเท่ากับ 56.6 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ

ผลจากการนับจำนวนยานพาหนะในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามพบว่า ผลการสำรวจปริมาณการจราจรโดยเฉลี่ยในชั่วโมงเร่งด่วน ในจุดที่ 5 มีจำนวนยานพาหนะเฉลี่ยมากที่สุด คือ 2,584 คันต่อชั่วโมง รองลงมาได้แก่ จุดที่ 1 มีจำนวนยานพาหนะเฉลี่ย คือ 1,820 คันต่อชั่วโมง จุดที่ 4 มีจำนวนยานพาหนะเฉลี่ย คือ 1,069 คันต่อชั่วโมง จุดที่ 3 มีจำนวนยานพาหนะเฉลี่ย คือ 820 คันต่อชั่วโมง และจุดที่ 2 มีจำนวนยานพาหนะเฉลี่ย คือ 119 คันต่อชั่วโมง ตามลำดับ

นันทพร สุพันธนา และคณะ (2557) ได้ศึกษาปริมาณฝุ่นละอองและปริมาณการจราจรบริเวณหน้าสถานศึกษาในเขตเทศบาลเมืองมหาสารคาม งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณฝุ่นละอองและปริมาณการจราจรหน้าสถานศึกษาในเขตเทศบาลเมืองมหาสารคาม โดยในการศึกษาปริมาณฝุ่นละอองได้ทำการตรวจวัดฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) และฝุ่นละอองรวม (TSP) ซึ่งได้ทำการเก็บตัวอย่างต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง ติดต่อกัน 2 วันในแต่ละพารามิเตอร์ ด้วยเครื่อง High Volume Air Sampler ในส่วนของการศึกษาปริมาณการจราจรเป็นการนับจำนวนยานพาหนะที่มีเครื่องยนต์ทุกประเภทในช่วงเวลาเร่งด่วน (ช่วงเช้าเวลา 07.00–08.30 น. และช่วงเย็นเวลา 15.00–16.30 น.) ของวันราชการ โดยมีสถานศึกษาที่ทำการเก็บตัวอย่างจำนวน 7 ตำแหน่ง ได้แก่ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม โรงเรียนหลักเมือง บริเวณหน้าโรงเรียนอนุบาลมหาสารคาม โรงเรียนเทศบาลบูรพาพิทยาคาร โรงเรียนเทศบาลศรีสวัสดิ์วิทยา โรงเรียนผดุงนารีและวิทยาลัยอาชีวศึกษามหาสารคาม

ผลการตรวจวัดฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) ทั้งหมด 7 แห่ง พบว่ามีค่าเฉลี่ย 42.02 – 190.52 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรโดยพื้นที่ศึกษาที่มีค่าเฉลี่ยเกินมาตรฐาน ได้แก่ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 190.52 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โรงเรียนผดุงนารี 135.2 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร วิทยาลัยอาชีวศึกษามหาสารคาม 132.12 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไปของประเทศไทย ที่กำหนดให้มีค่าไม่เกิน 120 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ส่วนพื้นที่อื่นๆ มีค่าเฉลี่ยดังนี้ โรงเรียนอนุบาลมหาสารคาม 104.48 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โรงเรียนเทศบาลศรีสวัสดิ์วิทยา 92.18 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โรงเรียนเทศบาลบรูพาพิทยาคาร 43.02 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรและโรงเรียนหลักเมือง 42.02 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ สำหรับผลการตรวจวัดฝุ่นละอองรวม (TSP) ทั้ง 7 แห่ง พบว่า มีค่าเฉลี่ย 92.30 – 223.22 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยพื้นที่ศึกษาที่มีค่าสูงสุดคือ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 223.22 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไปของประเทศไทย ที่กำหนดให้มีค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ไม่เกิน 330 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ส่วนพื้นที่ศึกษาอื่นๆ มีค่าเฉลี่ยดังนี้ โรงเรียนผดุงนารี 217.26 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โรงเรียนเทศบาลศรีสวัสดิ์วิทยา 208.34 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โรงเรียนอนุบาลมหาสารคาม 169.65 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โรงเรียนเทศบาลบรูพาพิทยาคาร 169.65 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร วิทยาลัยอาชีวศึกษามหาสารคาม 130.95 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โรงเรียนหลักเมือง 92.30 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรตามลำดับ

ผลการสำรวจปริมาณการจราจรโดยเฉลี่ยในชั่วโมงเร่งด่วนในราชการ พบว่าหน้ามหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามมีจำนวนยานพาหนะสูงสุดคือ 2,008 คันต่อชั่วโมง รองลงได้แก่ วิทยาลัยอาชีวศึกษามหาสารคาม จำนวน 1,000 คันต่อชั่วโมง โรงเรียนอนุบาลมหาสารคาม จำนวน 1,116 คันต่อชั่วโมง โรงเรียนผดุงนารี จำนวน 944 คันต่อชั่วโมง โรงเรียนเทศบาลศรีสวัสดิ์วิทยา จำนวน 972 คันต่อชั่วโมง โรงเรียนกลักเมือง จำนวน 856 คันต่อชั่วโมง และโรงเรียนเทศบาลบรูพาพิทยาคาร จำนวน 822 คันต่อชั่วโมง ตามลำดับ

ปาจรีย์ ทองสนิท และบุญพล มีไชโย (2548) ได้ศึกษาปริมาณจราจรและปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) ในอากาศริมถนนเขตมหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก เก็บตัวอย่างฝุ่นโดยเครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่น High Volume Air Sampler จากบริเวณริมถนนในเขตมหาวิทยาลัยนเรศวร 2 จุดคือบริเวณสี่แยก คณะมนุษย์ศาสตร์และสี่แยกบริเวณหอพักหญิง เดือนมกราคม 2548 พบว่า บริเวณเขตมหาวิทยาลัยนเรศวร มีปริมาณ PM_{10} สูงกว่ามาตรฐานที่ 120 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร อัตราส่วนปริมาณฝุ่นภายในต่อภายนอกอาคาร (I/O rate) บริเวณสี่แยกคณะมนุษย์ศาสตร์และสี่แยกบริเวณหอพักหญิง เท่ากับ 0.21 และ 0.38 ตามลำดับ เมื่อนำตัวอย่างมาวิเคราะห์หาปริมาณคาร์บอนทั้งหมด (Total carbon; TC) และคาร์บอนอินทรีย์ (Organic Carbon; OC) โดยเครื่องวิเคราะห์คาร์บอนไฮโดรเจน ไนโตรเจน ซัลเฟอร์และออกซิเจน ปริมาณคาร์บอนธาตุ (Element Carbon; EC) ได้จากการคำนวณจาก TC และ OC พบว่าบริเวณสี่แยกคณะมนุษย์ศาสตร์และบริเวณสี่แยกหอพักหญิงมีปริมาณ TC, OC, และ EC เท่ากับ 65.10, 29.14, 35.97 และ 60.33,34.11,33.63 ตามลำดับ จากการสำรวจปริมาณจราจรพบว่าในวันทำงาน มีปริมาณสูงกว่าในวันหยุดเสาร์-อาทิตย์ ทั้ง 2 จุด สำรวจพบสัดส่วนของรถมอเตอร์ไซด์ รถยนต์ รถบรรทุกขนาดเล็กและขนาดใหญ่ใกล้เคียงกันและมีการใช้รถจักรยานยนต์มากที่สุด ถึงร้อยละ 71-81

กุลธิดา ตระสินธุ์ (2547) ได้ศึกษาระดับฝุ่นละอองในการเดินทางและการจราจรในเขตเทศบาลนครราชสีมาและปริมาณฝุ่นที่ได้รับ รวมทั้งประเมินความเสี่ยงของประชากรกลุ่มต่างๆ โดยเก็บตัวอย่างความเข้มข้นของฝุ่นรวม (TSP) และฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) ในรถประจำทางปรับอากาศ รถประจำทางไม่ปรับอากาศ รถประจำทางขนาดเล็ก และรถยนต์เก็บข้อมูลรูปแบบการเดินทางโดยใช้แบบสอบถาม จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศที่แต่ละบุคคลได้รับในช่วงเวลาการเดินทางโดยใช้แบบจำลองการได้รับมลพิษจากการหายใจ

ผลการวิจัยพบว่า ถ้าความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่น PM_{10} ในรถประจำทางปรับอากาศ รถประจำทางไม่ปรับอากาศ รถประจำทางขนาดเล็กและรถยนต์มีค่า 144, 56, 30 และ 89 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรตามลำดับ สำหรับฝุ่นรวมมีค่า 306, 188, 51 และ 170 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรตามลำดับ การเปรียบเทียบระดับกลุ่มพบว่ากลุ่มเด็กมีค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นที่ได้รับมากกว่ากลุ่มผู้ใหญ่อย่างมีนัยสำคัญ กลุ่มผู้ใหญ่เพศชายมีค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นที่ได้รับสูงกว่าเพศหญิง กลุ่มพนักงานขับรถ

ประจำทางปรับอากาศได้รับปริมาณฝุ่นสูงกว่าอาชีพอื่นที่ศึกษาและได้รับปริมาณฝุ่น PM_{10} มากกว่าปริมาณที่อ้างอิง

ศราวุฒิ สมภักดี (2547) ได้ศึกษาปริมาณฝุ่นละอองแขวนลอย (TSP) ในบรรยากาศบริเวณสถาบันราชภัฏจันทรเกษม โดยทำการเก็บตัวอย่างเดือนละ 7 วัน ตลอด 24 ชั่วโมง มีการตรวจวัดอุณหภูมิ ปริมาณรถยนต์ที่สัญจรผ่านจุดเก็บตัวอย่าง แล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติหาค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) และค่าสัมประสิทธิ์สัมพันธ์ (Correlation Coefficient) ผลการศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นละอองแขวนลอยรวมในเดือนธันวาคม มกราคม และพฤศจิกายน มีปริมาณฝุ่นแขวนลอยเฉลี่ย 323.41 $\mu g/m^3$ 300.81 $\mu g/m^3$ และ 257.94 $\mu g/m^3$ ปริมาณฝุ่นละอองแขวนลอยรวมทั้ง 3 เดือนไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปริมาณรถยนต์เฉลี่ยที่สัญจรผ่านจุดเก็บทั้ง 3 เดือน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 0.01 และค่าความสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่นละอองแขวนลอยรวม กับปริมาณรถยนต์แต่ละชนิดมีผลไปในทางบวกซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.71, 0.15 และ 0.14 ส่วนปริมาณฝุ่นแขวนลอยกับอุณหภูมิ มีค่าความสัมพันธ์เป็นลบคือ 30.43

บทที่ 3
วิธีดำเนินการศึกษา

การศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) ในบรรยากาศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม คณะผู้วิจัย ได้ดำเนินการศึกษาดังนี้

3.1 พื้นที่ศึกษา

3.2 การศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กในบรรยากาศ

3.3 การศึกษาปริมาณการจราจร

3.1 พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาในงานวิจัยนี้ ได้แก่ พื้นที่ในบริเวณที่มีการใช้ประโยชน์เพื่อการเรียนการสอนของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ซึ่งประกอบด้วย 9 คณะวิชา ได้แก่ คณะครุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะวิทยาการจัดการ คณะมนุษย์ศาสตร์และสังคมศาสตร์ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีการเกษตร คณะนิติศาสตร์ คณะรัฐศาสตร์และรัฐประศาสนศาสตร์ และคณะวิศวกรรมศาสตร์ โดยคณะผู้วิจัยได้กำหนดตำแหน่งสถานีตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดเล็กในบรรยากาศและศึกษาปริมาณจราจรให้ครอบคลุมพื้นที่ของการเรียนการสอนทั้ง 9 คณะวิชา ทั้งนี้สถานีตรวจวัดที่เลือกเป็นตำแหน่งที่มีการสัญจรหนาแน่นมีจำนวน 7 สถานี ดังนี้

สถานีที่ 1 ประตูทางเข้า-ออกมหาวิทยาลัย ฝั่งอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา (อาคาร 15)

สถานีที่ 2 วงเวียนหน้าอาคารศูนย์ภาษาและคอมพิวเตอร์ (ฝั่งอาคาร 15)

สถานีที่ 3 วงเวียนหน้าคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฝั่งอาคาร 10)

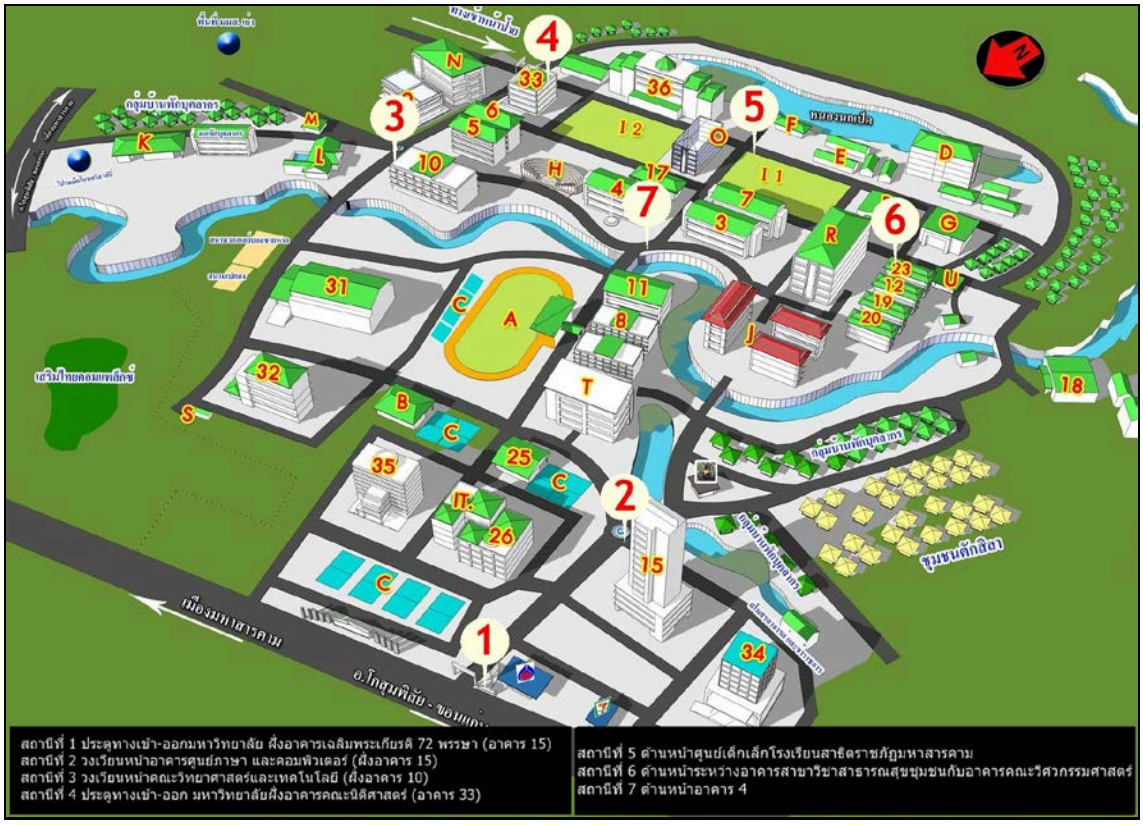
สถานีที่ 4 ประตูทางเข้า-ออก มหาวิทยาลัยฝั่งอาคารคณะนิติศาสตร์ (อาคาร 33)

สถานีที่ 5 ด้านหน้าศูนย์เด็กเล็กโรงเรียนสาธิตราชภัฏมหาสารคาม

สถานีที่ 6 ด้านหน้าระหว่างอาคารสาขาวิชาสาธารณสุขชุมชนกับอาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์

สถานีที่ 7 ด้านหน้าอาคาร 4

รายละเอียดบริเวณสถานีตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดเล็ก ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ตำแหน่งสถานีตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) และทำการนับปริมาณการจราจรภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ที่มา : แผนที่มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 2559 อ้างอิงจาก http://english-hs.rmu.ac.th/images/images-en/maps.jpg

3.2 การศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กในบรรยากาศ

การศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก ซึ่งเป็นฝุ่นละอองที่มีขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (Particulate Matters <10 µm; PM_{10}) ในบรรยากาศ คณะผู้วิจัยจะทำการตรวจวัดโดยใช้วิธีการวัดตามระบบกราวิเมตริก (Gravimetric) ซึ่งเป็นระบบที่ตรวจวัดอากาศโดยดูดอากาศผ่านแผ่นกรองแล้วหาน้ำหนักฝุ่นละอองจากแผ่นกรองด้วยเครื่องตรวจวัดอากาศชนิดไฮโวลุม (High Volume Air Sampler) ยี่ห้อ (Ecotech) รุ่น 3000 โดยในแต่ละสถานีจะทำการตรวจวัดฝุ่นละออง แบบต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง จำนวน 2 วัน โดยเลือกเป็นวันราชการ 1 วัน และวันหยุดราชการ 1 วัน

3.2.1 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศ

1) เครื่องตรวจวัดฝุ่นละอองชนิด High Volume Air Sampler รุ่น 3000 ยี่ห้อ Ecotech พร้อมแบบบันทึกน้ำหนักกระดาษกรอง
2) กระดาษกรองชนิด Quaze Fiber Filter ขนาด 8×10 นิ้ว
3) ปากคีบ (Forcep)

4) โถดูดความชื้น (Desiccator)

5) ตู้อบ (Incubator)

6) เครื่องชั่งแบบละเอียด 4 ตำแหน่ง

7) ถุงซิบสำหรับใส่กระดาษกรอง

8) ถุงมือชนิดไวนิล ไม่มีแป้ง (Vinyl Non Powdered Gloves)
สำหรับหยิบจับกระดาษ กรอง

9) หัวคัดขนาดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10})

3.2.2 ขั้นตอนการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กในบรรยากาศ

1) เตรียมกระดาษกรองที่จะใช้ตรวจวัด โดยนำเข้าตู้อบที่อุณหภูมิประมาณ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อไล่ความชื้นออกจากกระดาษ

2) จากนั้นนำกระดาษกรองใส่ตู้ดูดความชื้นอีกประมาณ 30 นาที แล้วนำกระดาษมาชั่งน้ำหนักโดยมีความชื้นได้ ± 5% ชั่งกระดาษกรองด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่งและบันทึกน้ำหนักกระดาษกรอง ทำการบันทึกน้ำหนักกระดาษกรองก่อนเก็บกระดาษกรองเพื่อใช้ตรวจวัดฝุ่นละอองลงในถุงซิบเพื่อป้องกันความชื้น

3) ตั้งเครื่องตรวจวัดฝุ่นละอองให้ใกล้ถนนมากที่สุดแล้วทำการ Calibrate เครื่องตรวจวัดฝุ่นละออง (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ค)

4) นำกระดาษกรองที่ทราบน้ำหนักออกจากถุงซิบใส่ในเครื่องตรวจวัดฝุ่นละอองในตำแหน่งที่วางกระดาษด้วยปากคีบ โดยวางกระดาษกรองทางด้านหยาบให้หงายขึ้น

5) ตั้งเวลาเดินเครื่องที่เมนูการตั้งค่า โดยกำหนดให้มีการตรวจวัด แบบต่อเนื่องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

6) บันทึกอัตราการไหลของอากาศ จากข้อมูลที่แสดงบนบันทึกบนหน้าจอของเครื่องตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดเล็ก

7) ปิดฝาครอบหัวเครื่องตรวจวัด (ฝาครอบรูปทรงคล้ายเห็ด) ให้สนิทแล้วเดินเครื่อง เครื่องจะเริ่มทำงาน และปิดการทำงานเองตามเวลาที่มีการตั้งไว้

8) เมื่อกำหนดเวลา 24 ชั่งโมงแล้วเปิดฝาเครื่องตรวจวัดฝุ่นละอองเพื่อนำกระดาษกรองที่มีตัวอย่างฝุ่นละอองไปทำการอบไล่ความชื้นก่อนแล้วจึงดำเนินการชั่งน้ำหนักกระดาษกรอง (วิธีการเหมือนข้อ 1-2) บันทึกน้ำหนักของกระดาษกรองหลังจากตรวจวัด

9) คำนวณหาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก ตามวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลในข้อ 3.2.3

3.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก (กรมควบคุมมลพิษ, 2546)

ในการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณฝุ่นละอองมี 3 ขั้นตอนดังนี้

1) ปรับค่าอัตราการไหลของอากาศบันทึกได้จากเครื่องขณะที่ทำการตรวจวัด (Q) ให้เป็นปริมาตรอากาศมาตรฐาน (V) ที่สภาวะมาตรฐาน โดยคำนวณจากสมการที่ 1 ได้ดังนี้

$V_{std} = Q \times t$ ..... (1)

V_{std} = ปริมาตรอากาศมาตรฐาน มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง

Q_{std} = อัตราการไหลเวียนของอากาศที่บันทึกไว้จากเครื่อง High Volume Air Sampler มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง โดยหาได้จากอัตราการไหลของอากาศมาตรฐานตามที่ระบุไว้ในคู่มือการใช้เครื่อง High Volume Air Sampler ยี่ห้อ Ecotech รุ่น 3000 ซึ่งกำหนดให้มีค่า 67.8 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง สำหรับ PM_{10} และ $PM_{2.5}$

t = เวลาในการตรวจวัด มีหน่วยเป็นชั่วโมง

2) คำนวณหาปริมาณฝุ่นละออง โดยคำนวณจากสูตรที่ 2 ดังสมการ

$$W = \frac{(W_f - W_i)}{V_{std}} \times 10^6 \quad \text{.....(2)}$$

W = ปริมาณของฝุ่นละออง มีหน่วยเป็นไมโครกรัม (µg)

W_f = น้ำหนักกระดาษกรองหลังตรวจวัด มีหน่วยเป็นกรัม (g)

W_i = น้ำหนักกระดาษกรองก่อนตรวจวัด มีหน่วยเป็นกรัม (g)

V_{std} = ปริมาตรอากาศมาตรฐานจากสมการที่ 1 มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร (m^3)

10^6 = การแปลงหน่วยจากกรัมเป็นไมโครกรัม (µg)

3) นำค่าที่ได้จากการคำนวณไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไป ตามประกาศของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 24 พ.ศ. 2547

3.3 การศึกษาปริมาณการจราจร

การศึกษาปริมาณการจราจรในแต่ละสถานีตรวจวัดภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม คณะผู้วิจัยจะใช้วิธีการศึกษาโดยการใช้คนนับ (Manual Counts) โดยแบ่งประเภทพาหนะตามจำนวนล้อของยานยนต์ออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ ยานยนต์ 2 ล้อ ยานยนต์ 3 ล้อ ยานยนต์ 4 ล้อ และยานยนต์ที่มีมากกว่า 4 ล้อ

ข้อมูลปริมาณการจราจรในแต่ละสถานีที่กำหนด จะทำการเก็บข้อมูลในวันราชการ 1 วัน และวันหยุดราชการ 1 วัน โดยเป็นช่วงเวลาเร่งด่วนของวัน 2 ช่วงเวลา คือ ช่วงเช้า เวลา 07.30 - 08.30 น. และช่วงบ่ายเวลา 15.30 - 16.30 น. ทั้งนี้คณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเก็บข้อมูลดังกล่าวในช่วงเวลาเดียวกับการตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดเล็ก มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) เตรียมแบบฟอร์มการศึกษาปริมาณการจราจร พร้อมทั้งปากกาหรือดินสอเพื่อใช้ในการบันทึกจำนวนยานพาหนะตามประเภทที่กำหนด

2) แบ่งคนนับปริมาณยานพาหนะที่มีการสัญจรเคลื่อนที่เข้าบริเวณที่ทำการศึกษาในช่วงเวลาที่กำหนดและจดบันทึกลงในแบบฟอร์มสำรวจ

3.3.1 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณจราจร

ค่าเฉลี่ย

สูตรการหาค่าเฉลี่ย

$$\overline{X} = \frac{\sum x}{n}$$

เมื่อ $\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมทั้งหมดของความถี่ที่ศึกษา

n แทน ผลรวมทั้งหมดของความถี่ซึ่งมีค่าเท่ากับจำนวนข้อมูลทั้งหมด

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) และปริมาณการจราจรในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ซึ่งได้กำหนดตำแหน่งศึกษาจำนวน 7 สถานี โดยครอบคลุมพื้นที่การใช้ประโยชน์เพื่อการเรียนการสอนของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ดังนี้

สถานีที่ 1 ประตูทางเข้า-ออกมหาวิทยาลัย ฝั่งอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา (อาคาร 15)

สถานีที่ 2 วงเวียนหน้าอาคารศูนย์ภาษาและคอมพิวเตอร์ (ฝั่งอาคาร 15)

สถานีที่ 3 วงเวียนหน้าคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฝั่งอาคาร 10)

สถานีที่ 4 ประตูทางเข้า-ออก มหาวิทยาลัยฝั่งอาคารคณะนิติศาสตร์ (อาคาร 33)

สถานีที่ 5 ด้านหน้าศูนย์เด็กเล็กโรงเรียนสาธิตราชภัฏมหาสารคาม

สถานีที่ 6 ด้านหน้าระว่างอาคารสาขาวิชาสาธารณสุขชุมชนกับอาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์

สถานีที่ 7 ด้านหน้าอาคาร 4

โดยคณะผู้วิจัยได้ทำการตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดเล็ก ระหว่างเดือน กุมภาพันธ์ – มีนาคม พ.ศ. 2559 และทำการนับจำนวนยานพาหนะที่ผ่านตำแหน่งสถานีตรวจวัดฝุ่นละอองเพื่อเก็บข้อมูลปริมาณการจราจรด้วยวิธีแบบใช้คนนับ (Manual Counts) ในช่วงเช้าเวลา 07.30 - 08.30 น. และช่วงบ่ายเวลา 15.30 - 16.30 น. ของวันราชการ 1 วัน และวันหยุดราชการ 1 วัน ในช่วงเวลาเร่งด่วนของวัน คณะผู้วิจัยได้นำเสนอผลการศึกษาตามลำดับดังนี้

4.1 สภาพแวดล้อมทางกายภาพของสถานีตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดเล็ก

4.2 ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก

4.3 ผลการศึกษาปริมาณการจราจร

4.1 สภาพแวดล้อมทางกายภาพของสถานีตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดเล็ก

สถานีตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดเล็ก ทั้ง 7 สถานี มีสภาพแวดล้อมทางกายภาพ ดังรายละเอียดที่แสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 รายละเอียดสภาพแวดล้อมทางกายภาพของสถานีตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดเล็ก

สถานีตรวจวัด	ภาพสภาพแวดล้อม	สภาพแวดล้อมทางกายภาพ
สถานีที่ 1: ประตูทางเข้า-ออกมหาวิทยาลัย ฝั่งอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา (อาคาร 15)		ด้านหน้าสถานีตรวจวัดติดกับถนนนครสวรรค์เป็นทางเข้า-ออกมหาวิยาลัย ด้านทิศตะวันออกเป็นบริเวณตึกศูนย์ภาษาฯ และด้านทิศตะวันตกเป็นปั๊มน้ำมัน ปตท.
สถานีที่ 2: วงเวียนหน้าอาคารศูนย์ภาษาและคอมพิวเตอร์ (ฝั่งอาคาร 15)		ด้านหน้าสถานีตรวจวัด อยู่ด้านทิศตะวันออกเป็นอาคารศูนย์ภาษาและสนามฟุตซอล และด้านทิศตะวันตกเป็นพื้นที่อาคาร 15 ชั้น บริเวณที่จอดรถจักรยานยนต์
สถานีที่ 3 : วงเวียนหน้าคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฝั่งอาคาร 10)		ด้านหน้าสถานีตรวจวัด เป็นวงเวียน ด้านทิศตะวันออกติดกับสระว่ายน้ำ ป้อมยาม และด้านทิศตะวันตกติดกับอาคาร 10
สถานีที่ 4: ประตูทางเข้า-ออก มหาวิทยาลัยฝั่งอาคารคณะนิติศาสตร์ (อาคาร 33)		ด้านหน้าสถานีตรวจวัด อยู่ด้านทิศตะวันออกของถนนเข้า-ออกมหาวิทยาลัย (ร้าน Milk Me Coffee.) ด้านทิศใต้ ตรงข้ามอาคารศิลปะ ตึกภูมิปัญญา และด้านทิศตะวันตกติดอาคารคณะนิติศาสตร์

ตารางที่ 4.1 รายละเอียดสภาพแวดล้อมทางกายภาพของสถานีตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดเล็ก (ต่อ)

สถานีที่ 5: ด้านหน้าศูนย์เด็กเล็กโรงเรียนสาธิตราชภัฏมหาสารคาม		ด้านหน้าสถานีตรวจวัด มีการก่อสร้างอาคารเรียน ด้านทิศตะวันตกติดกับศูนย์เด็กเล็กโรงเรียนสาธิตราชภัฏมหาสารคาม
สถานีที่ 6: ด้านหน้าระหว่างอาคารสาขาวิชาสาธารณสุขชุมชนกับอาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์		ด้านหน้าสถานีตรวจวัด ตรงข้ามโรงอาหารสาธิต โดยด้านทิศตะวันออก ติดกับอาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งเป็นถนนไปอาคารคณะครุศาสตร์และคณะมนุษย์ศาสตร์และด้านทิศตะวันตกติดกับอาคารสาขาวิชาสาธารณสุขซึ่งเป็นถนนไปบ้านพักครู
สถานีที่ 7 : ด้านหน้าอาคาร 4		ด้านหน้าสถานีตรวจวัดเป็นถนนสามแยกตรงข้ามกับสะพานข้ามห้วยคะคางไปอาคารศูนย์การศึกษาพิเศษ โดยด้านทิศตะวันออกติดกับอาคาร 4 เวทีกลางแจ้งและด้านทิศตะวันตกตรงข้ามกับอาคาร 3 ไปทางหอพักนักศึกษาในมหาวิทยาลัย

4.2 ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กในบรรยากาศ

ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก (Particulate Matter <10 μm; PM_{10})

ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) หรือฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนลงมา (Particulate Matter <10 μm; PM_{10}) พื้นที่การใช้ประโยชน์เพื่อการเรียนการสอนในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จำนวน 7 สถานี โดยแต่ละสถานีได้มีการตรวจวัดแบบต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง จำนวน 2 วัน เป็นวันราชการ 1 วัน และวันหยุดราชการ 1 วัน ซึ่งผลการตรวจวัด เป็นดังต่อไปนี้

- สถานีที่ 1 ประตูทางเข้า-ออกมหาวิทยาลัย ฝั่งอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา (อาคาร 15) โดยทำการตรวจวัดในวันที่ 4-5 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2559 พบว่ามีปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก 152.4 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรในวันราชการ (4 มี.ค. 59) และ 151.6 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรในวันหยุดราชการ (5 มี.ค. 59) ปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยมีค่า 152 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

- สถานีที่ 2 วงเวียนหน้าอาคารศูนย์ภาษาและคอมพิวเตอร์ (ฝั่งอาคาร 15) โดยทำการตรวจวัดในวันที่ 6-7 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2559 พบว่ามีปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก 113.5 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรในวันหยุดราชการ (6 มี.ค. 59) และ 118.3 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรในวันราชการ (7 มี.ค. 59) ปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยมีค่า 115.9 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

- สถานีที่ 3 วงเวียนหน้าคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฝั่งอาคาร 10) โดยทำการตรวจวัดในวันที่ 28-29 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 พบว่ามีปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก 63.9 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรในวันหยุดราชการ (28 ก.พ. 59) และ 90.3 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรในวันราชการ (29 ก.พ. 59) ปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยมีค่า 77.1 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

- สถานีที่ 4 ประตูทางเข้า-ออก มหาวิทยาลัยฝั่งอาคารคณะนิติศาสตร์ (อาคาร 33) โดยทำการตรวจวัดในวันที่ 19-20 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 พบว่ามีปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก 93.2 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรในวันราชการ (19 ก.พ.59) และ 59.4 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรในวันหยุดราชการ (20 ก.พ. 59) ปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยมีค่า 76.3 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

- สถานีที่ 5 ด้านหน้าศูนย์เด็กเล็กโรงเรียนสาธิตราชภัฏมหาสารคาม โดยทำการตรวจวัดในวันที่ 11-12 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2559 พบว่ามีปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก 126.4 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรในวันราชการ (11 มี.ค. 59) และ 37.5 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรในวันหยุดราชการ (12 มี.ค. 59) ปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยมีค่า 81.95 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

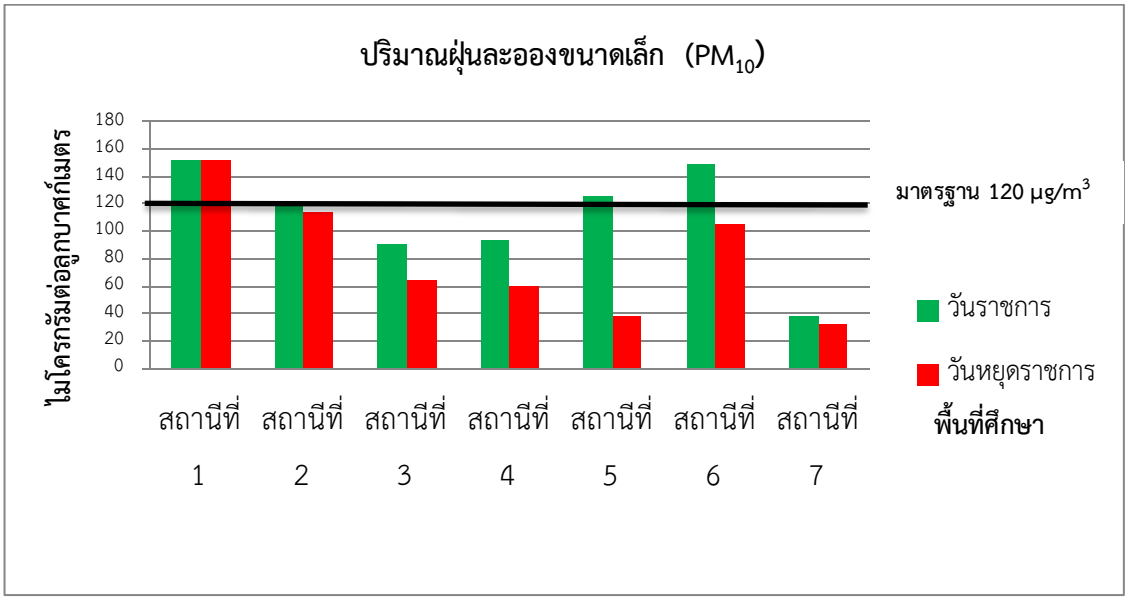
- สถานีที่ 6 ด้านหน้าระหว่างอาคารสาขาวิชาสาธารณสุขชุมชนกับอาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์ โดยทำการตรวจวัดในวันที่ 22-23 เดือน ภุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 พบว่ามีปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก 105.5 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรในวันหยุดราชการ (22 ก.พ. 59) และ 149.0 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรในวันราชการ (23 ก.พ. 59) มีปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยมีค่า 127.25 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

- สถานีที่ 7 ด้านหน้าอาคาร 4 โดยทำการตรวจวัดในวันที่ 26-27 เดือน ภุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 พบว่ามีปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก 37.9 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรในวันราชการ (26 ก.พ. 59) และ 32.2 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรในวันหยุดราชการ (27ก.พ.59) ปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยมีค่า 35.05 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

รายละเอียดผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กในบรรยากาศแสดงดังตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.1

ตารางที่ 4.2 ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) ในแต่ละสถานีตรวจวัดในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

สถานีตรวจวัด	วันราชการ		วันหยุดราชการ		ค่าเฉลี่ย PM_{10} ($\mu g/m^3$)
	ว/ด/ป	PM_{10} ($\mu g/m^3$)	ว/ด/ป	PM_{10} ($\mu g/m^3$)	
สถานีที่ 1 : ประตูทางเข้า-ออกมหาวิทยาลัย ฝั่งอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา (อาคาร 15)	4/03/59	152.4	5/03/59	151.6	152
สถานีที่ 2 : วงเวียนหน้าอาคารศูนย์ภาษาและคอมพิวเตอร์ (ฝั่งอาคาร 15)	7/03/59	118.3	6/03/59	113.5	115.9
สถานีที่ 3 : วงเวียนหน้าคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฝั่งอาคาร 10)	29/02/59	90.3	28/02/59	63.9	77.1
สถานีที่ 4 : ประตูทางเข้า-ออกมหาวิทยาลัยฝั่งอาคารคณะนิติศาสตร์ (อาคาร 33)	19/02/59	93.2	20/02/59	59.4	76.3
สถานีที่ 5 : ด้านหน้าศูนย์เด็กเล็กโรงเรียนสาธิตราชภัฏมหาสารคาม	11/03/59	126.4	12/03/59	37.5	81.95
สถานีที่ 6 : ด้านหน้าระหว่างอาคารสาขาวิชาสาธารณสุขชุมชนกับอาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์	23/02/59	149.0	22/02/59	105.5	127.25
สถานีที่ 7 : ด้านหน้าอาคาร 4	26/02/59	37.9	27/02/59	32.2	35.05



ภาพที่ 4.1 ฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) ในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามของแต่ละสถานีตรวจวัด

4.3 ผลการศึกษาปริมาณการจราจร

การศึกษาปริมาณการจราจรในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม เป็นการนับจำนวนยานพาหนะที่มีการสัญจรผ่านแต่ละสถานีในช่วงเวลาเร่งด่วนของวันที่มีตรวจวัดฝุ่นละออง โดยจะแบ่งออกเป็น 2 ช่วงเวลา คือ ช่วงเช้าเวลา 07.30 - 08.30 น. และช่วงบ่าย 15.30 - 16.30 น. ของวันราชการ 1 วันและวันหยุดราชการ 1 วัน ซึ่งข้อมูลจำนวนยาพาหนะเฉลี่ยที่เกิดจากการจราจรในแต่ละช่วงเวลา จะเป็นข้อมูลปริมาณการจราจรในแต่ละชั่วโมง มีหน่วยเป็นคันต่อชั่วโมง โดยคณะผู้วิจัยแบ่งประเภทพาหนะตามจำนวนล้อของยานยนต์ออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ ยานยนต์ 2 ล้อ ยานยนต์ 3 ล้อ ยานยนต์ 4 ล้อ และยานยนต์ที่มีมากกว่า 4 ล้อ ผลการศึกษาการนับจำนวนยานพาหนะประเภทต่างๆ เป็นดังนี้

4.3.1 ปริมาณการจราจรในวันราชการ

ผลการศึกษาปริมาณการจราจรในวันราชการ เป็นดังนี้

- สถานีที่ 1 ประตูทางเข้า-ออกมหาวิทยาลัย ฝั่งอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา (อาคาร 15) พบว่าจำนวนยานพาหนะทุกประเภทใน เวลา 07.30 - 08.30 น. มีจำนวน 737 คันต่อชั่วโมง และ 15.30 - 16.30 น. มีจำนวน 990 คันต่อชั่วโมง เมื่อคำนวณปริมาณเฉลี่ยของยานพาหนะทั้ง 2 ช่วงเวลา มีค่าเฉลี่ย 864 คันต่อชั่วโมง โดยจำนวนยานพาหนะที่พบมากที่สุด ยานยนต์ 4 ล้อ มีจำนวน 953 คันต่อชั่วโมง รองลงมาได้แก่ ยานยนต์ 2 ล้อ 764 คันต่อชั่วโมง ยานยนต์ 3 ล้อ 5 คันต่อชั่วโมง และยานยนต์มากกว่า 4 ล้อ มี 5 คันต่อชั่วโมง ตามลำดับ

- สถานีที่ 2 วงเวียนหน้าอาคารศูนย์ภาษาและคอมพิวเตอร์ (ฝั่งอาคาร 15) พบว่า จำนวนยานพาหนะทุกประเภทในเวลา 07.30 - 08.30 น. มีจำนวน 1,204 คันต่อชั่วโมง และ 15.30 - 16.30 น. มีจำนวน 2,312 คันต่อชั่วโมง เมื่อคำนวณปริมาณเฉลี่ยของยานพาหนะทั้ง 2 ช่วงเวลา มีค่าเฉลี่ย 1,758 คันต่อชั่วโมง โดยจำนวนยานพาหนะที่พบมากที่สุด ยานยนต์ 2 ล้อ มีจำนวน 2,524 คันต่อชั่วโมง รองลงมา ยานยนต์ 4 ล้อ 969 คันต่อชั่วโมง ยานยนต์ 3 ล้อ 13 คันต่อชั่วโมง และยานยนต์มากกว่า 4 ล้อ มี 10 คันต่อชั่วโมง ตามลำดับ

- สถานีที่ 3 วงเวียนหน้าคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฝั่งอาคาร 10) พบว่าจำนวนยานพาหนะทุกประเภทในเวลา 07.30 - 08.30 น. มีจำนวน 1,812 คันต่อชั่วโมงและ 15.30 - 16.30 น. มีจำนวน 3,245 คันต่อชั่วโมง เมื่อคำนวณปริมาณเฉลี่ยของยานพาหนะทั้ง 2 ช่วงเวลา มีค่าเฉลี่ย 2,529 คันต่อชั่วโมง โดยจำนวนยานพาหนะที่พบมากที่สุด ยานยนต์ 2 ล้อ มีจำนวน 3,470 คันต่อชั่วโมง รองลงมา ยานยนต์ 4 ล้อ 1,560 คันต่อชั่วโมง ยานยนต์ 3 ล้อ 19 คันต่อชั่วโมง และยานยนต์มากกว่า 4 ล้อ มี 8 คันต่อชั่วโมง ตามลำดับ

- สถานีที่ 4 ประตูทางเข้า-ออก มหาวิทยาลัยฝั่งอาคารคณะนิติศาสตร์ (อาคาร 33) พบว่าจำนวนยานพาหนะทุกประเภทในเวลา 07.30 - 08.30 น. มีจำนวน 1,626 คันต่อชั่วโมง และ 15.30 - 16.30 น. มีจำนวน 1,527 คันต่อชั่วโมง เมื่อคำนวณปริมาณเฉลี่ยของยานพาหนะทั้ง 2 ช่วงเวลา มีค่าเฉลี่ย 1,577 คันต่อชั่วโมง โดยจำนวนยานพาหนะที่พบมากที่สุด ยานยนต์ 2 ล้อ มีจำนวน 1,785 คันต่อชั่วโมง รองลงมา ยานยนต์ 4 ล้อ 1,354 คันต่อชั่วโมง ยานยนต์มากกว่า 4 ล้อ 8 คันต่อชั่วโมง และยานยนต์ 3 ล้อ มี 6 คันต่อชั่วโมง ตามลำดับ

- สถานีที่ 5 ด้านหน้าศูนย์เด็กเล็กโรงเรียนสาธิตราชภัฏมหาสารคาม พบว่าจำนวนยานพาหนะทุกประเภทในเวลา 07.30 - 08.30 น. มีจำนวน 1,044 คันต่อชั่วโมง และ 15.30 - 16.30 น. มีจำนวน 1,057 คันต่อชั่วโมง เมื่อคำนวณปริมาณเฉลี่ยของยานพาหนะทั้ง 2 ช่วงเวลา มีค่าเฉลี่ย 1,051 คันต่อชั่วโมง โดยจำนวนยานพาหนะที่พบมากที่สุด ยานยนต์ 2 ล้อ มีจำนวน 1,251 คันต่อชั่วโมง รองลงมา ยานยนต์ 4 ล้อ 836 คันต่อชั่วโมง ยานยนต์มากกว่า 4 ล้อ 9 คันต่อชั่วโมง และยานยนต์ 3 ล้อ มี 5 คันต่อชั่วโมง ตามลำดับ

- สถานีที่ 6 ด้านหน้าระหว่างอาคารสาขาวิชาสาธารณสุขชุมชนกับอาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์ พบว่าจำนวนยานพาหนะทุกประเภทในเวลา 07.30 - 08.30 น. มีจำนวน 555 คันต่อชั่วโมง และ 15.30 - 16.30 น. มีจำนวน 504 คันต่อชั่วโมง และเมื่อคำนวณปริมาณเฉลี่ยของยานพาหนะทั้ง 2 ช่วงเวลา มีค่าเฉลี่ย 530 คันต่อชั่วโมง โดยจำนวนยานพาหนะที่พบมากที่สุด ยานยนต์ 2 ล้อ มีจำนวน 689 คันต่อชั่วโมง รองลงมา ยานยนต์ 4 ล้อ 363 คันต่อชั่วโมง ยานยนต์ 3 ล้อ 6 คันต่อชั่วโมง และยานยนต์มากกว่า 4 ล้อ มี 1 คันต่อชั่วโมง ตามลำดับ

- สถานีที่ 7 ด้านหน้าอาคาร 4 พบว่าจำนวนยานพาหนะทุกประเภทใน เวลา 07.30 - 08.30 น. มีจำนวน 1,294 คันต่อชั่วโมง และ 15.30 - 16.30 น. มีจำนวน 1,670 คันต่อชั่วโมง และเมื่อคำนวณปริมาณเฉลี่ยของยานพาหนะทั้ง 2 ช่วงเวลา มีค่าเฉลี่ย 1,482 คันต่อชั่วโมง โดยจำนวนยานพาหนะที่พบมากที่สุด ยานยนต์ 2 ล้อ มีจำนวน 1,876 คันต่อชั่วโมง รองลงมา ยานยนต์ 4 ล้อ 1,067 คันต่อชั่วโมง ยานยนต์ 3 ล้อ 18 คันต่อชั่วโมง และยานยนต์มากกว่า 4 ล้อ มี 3 คันต่อชั่วโมง ตามลำดับ

รายละเอียดปริมาณยานพาหนะแสดงดังตารางที่ 4.3 และภาพที่ 4.2

ตารางที่ 4.3 ปริมาณยานพาหนะที่สัญจรผ่านสถานีตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) ในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ช่วงเวลาเร่งด่วนของวันราชการ

สถานีตรวจวัด	วันราชการ (ว/ด/ป)	ช่วงเวลา	จำนวนยานพาหนะ (คัน/ชม.)					ค่าเฉลี่ย (คัน/ชม.)
			2 ล้อ	3 ล้อ	4 ล้อ	>4 ล้อ	รวม	
สถานีที่ 1 : ประตูทางเข้า-ออกมหาวิทยาลัย ฝั่งอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา (อาคาร 15)	4/03/59	07.30-08.30 น.	289	4	441	3	737	864
		15.30-16.30 น.	475	1	512	2	990	
สถานีที่ 2 : วงเวียนหน้าอาคารศูนย์ภาษาและคอมพิวเตอร์ (ฝั่งอาคาร 15)	7/03/59	07.30-08.30 น.	804	5	388	7	1,204	1,758
		15.30-16.30 น.	1,720	8	581	3	2,312	
สถานีที่ 3 : วงเวียนหน้าคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฝั่งอาคาร 10)	29/02/59	07.30-08.30 น.	1,094	14	702	2	1,812	2,529
		15.30-16.30 น.	2,376	5	858	6	3,245	
สถานีที่ 4 : ประตูทางเข้า-ออกมหาวิทยาลัยฝั่งอาคารคณะนิติศาสตร์ (อาคาร 33)	19/02/59	07.30-08.30 น.	949	5	669	3	1,626	1,577
		15.30-16.30 น.	836	1	685	5	1,527	
สถานีที่ 5 : ด้านหน้าศูนย์เด็กเล็กโรงเรียนสาธิตราชภัฏมหาสารคาม	11/03/59	07.30-08.30 น.	587	3	453	1	1,044	1,051
		15.30-16.30 น.	664	2	383	8	1,057	
สถานีที่ 6 : ด้านหน้าระหว่างอาคารสาขาวิชาสาธารณสุขชุมชนกับอาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์	23/02/59	07.30-08.30 น.	349	3	202	1	555	530
		15.30-16.30 น.	340	3	161	0	504	
สถานีที่ 7 : ด้านหน้าอาคาร 4	26/02/59	07.30-08.30 น.	779	10	503	2	1,294	1,482
		15.30-16.30 น.	1,097	8	564	1	1,670	

4.3.2 ปริมาณการจราจรในวันหยุดราชการ

ผลการศึกษาปริมาณการจราจรในวันหยุดราชการ เป็นดังนี้

- สถานีที่ 1 ประตูทางเข้า-ออกมหาวิทยาลัย ฝั่งอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา (อาคาร 15) พบว่าจำนวนยานพาหนะทุกประเภทใน เวลา 07.30 - 08.30 น. มีจำนวน 377 คันต่อชั่วโมง และ 15.30 - 16.30 น. มีจำนวน 661 คันต่อชั่วโมง และเมื่อคำนวณปริมาณเฉลี่ยของยานพาหนะทั้ง 2 ช่วงเวลา มีค่าเฉลี่ย 519 คันต่อชั่วโมง โดยจำนวนยานพาหนะที่พบมากที่สุด ยานยนต์ 4 ล้อ มีจำนวน 625 คันต่อชั่วโมง รองลงมาได้แก่ ยานยนต์ 2 ล้อ 395 คันต่อชั่วโมง ยานยนต์ 3 ล้อ 11 คันต่อชั่วโมง และยานยนต์มากกว่า 4 ล้อ มี 7 คันต่อชั่วโมง ตามลำดับ

- สถานีที่ 2 วงเวียนหน้าอาคารศูนย์ภาษาและคอมพิวเตอร์ (ฝั่งอาคาร 15) พบว่าจำนวนยานพาหนะทุกประเภทใน เวลา 07.30 - 08.30 น. มีจำนวน 492 คันต่อชั่วโมงและ 15.30 - 16.30 น. มีจำนวน 1,087 คันต่อชั่วโมง และเมื่อคำนวณปริมาณเฉลี่ยของยานพาหนะทั้ง 2 ช่วงเวลา มีค่าเฉลี่ย 790 คันต่อชั่วโมง โดยจำนวนยานพาหนะที่พบมากที่สุด ยานยนต์ 2 ล้อ มีจำนวน 926 คันต่อชั่วโมง รองลงมา ยานยนต์ 4 ล้อ 638 คันต่อชั่วโมง ยานยนต์มากกว่า 4 ล้อ 8 คันต่อชั่วโมง และยานยนต์ 3 ล้อ มี 7 คันต่อชั่วโมง ตามลำดับ

- สถานีที่ 3 วงเวียนหน้าคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฝั่งอาคาร 10) พบว่าจำนวนยานพาหนะทุกประเภทใน เวลา 07.30 - 08.30 น. มีจำนวน 351 คันต่อชั่วโมงและ 15.30 - 16.30 น. มีจำนวน 1,268 คันต่อชั่วโมง และเมื่อคำนวณปริมาณเฉลี่ยของยานพาหนะทั้ง 2 ช่วงเวลา มีค่าเฉลี่ย 810 คันต่อชั่วโมง โดยจำนวนยานพาหนะที่พบมากที่สุด ยานยนต์ 2 ล้อ มีจำนวน 1,072 คันต่อชั่วโมง รองลงมา ยานยนต์ 4 ล้อ 524 คันต่อชั่วโมง ยานยนต์ 3 ล้อ 20 คันต่อชั่วโมง และยานยนต์มากกว่า 4 ล้อ มี 3 คันต่อชั่วโมง ตามลำดับ

- สถานีที่ 4 ประตูทางเข้า-ออก มหาวิทยาลัยฝั่งอาคารคณะนิติศาสตร์ (อาคาร 33) พบว่าจำนวนยานพาหนะทุกประเภทใน เวลา 07.30 - 08.30 น. มีจำนวน 514 คันต่อชั่วโมงและ 15.30 - 16.30 น. มีจำนวน 729 คันต่อชั่วโมง และเมื่อคำนวณปริมาณเฉลี่ยของยานพาหนะทั้ง 2 ช่วงเวลา มีค่าเฉลี่ย 622 คันต่อชั่วโมง โดยจำนวนยานพาหนะที่พบมากที่สุด ยานยนต์ 2 ล้อ มีจำนวน 733 คันต่อชั่วโมง รองลงมา ยานยนต์ 4 ล้อ 495 คันต่อชั่วโมง ยานยนต์มากกว่า 4 ล้อ 8 คันต่อชั่วโมง และยานยนต์ 3 ล้อ มี 7 คันต่อชั่วโมง ตามลำดับ

- สถานีที่ 5 ด้านหน้าศูนย์เด็กเล็กโรงเรียนสาธิตราชภัฏมหาสารคาม พบว่าจำนวนยานพาหนะทุกประเภทใน เวลา 07.30 - 08.30 น. มีจำนวน 126 คันต่อชั่วโมงและ 15.30 - 16.30 น. มีจำนวน 177 คันต่อชั่วโมง และเมื่อคำนวณปริมาณเฉลี่ยของยานพาหนะทั้ง 2 ช่วงเวลา มีค่าเฉลี่ย 152 คันต่อชั่วโมง โดยจำนวนยานพาหนะที่พบมากที่สุด ยานยนต์ 2 ล้อ มีจำนวน 179 คันต่อชั่วโมง รองลงมา ยานยนต์ 4 ล้อ 113 คันต่อชั่วโมง ยานยนต์มากกว่า 4 ล้อ 7 คันต่อชั่วโมง และยานยนต์ 3 ล้อ มี 4 คันต่อชั่วโมง ตามลำดับ

- สถานีที่ 6 ด้านหน้าระหว่างอาคารสาขาวิชาสาธารณสุขชุมชนกับอาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์พบว่าจำนวนยานพาหนะทุกประเภทใน เวลา 07.30 - 08.30 น. มีจำนวน 24 คันต่อชั่วโมง และ 15.30 - 16.30 น. มีจำนวน 44 คันต่อชั่วโมง และเมื่อคำนวณปริมาณเฉลี่ยของยานพาหนะทั้ง 2 ช่วงเวลา มีค่าเฉลี่ย 34 คันต่อชั่วโมง โดยจำนวนยานพาหนะที่พบมากที่สุด ยานยนต์ 2 ล้อ มีจำนวน 56 คันต่อชั่วโมง รองลงมา ยานยนต์ 4 ล้อ 11 คันต่อชั่วโมง ยานยนต์มากกว่า 4 ล้อ 1 คันต่อชั่วโมง และยานยนต์ 3 ล้อ ไม่มี ตามลำดับ

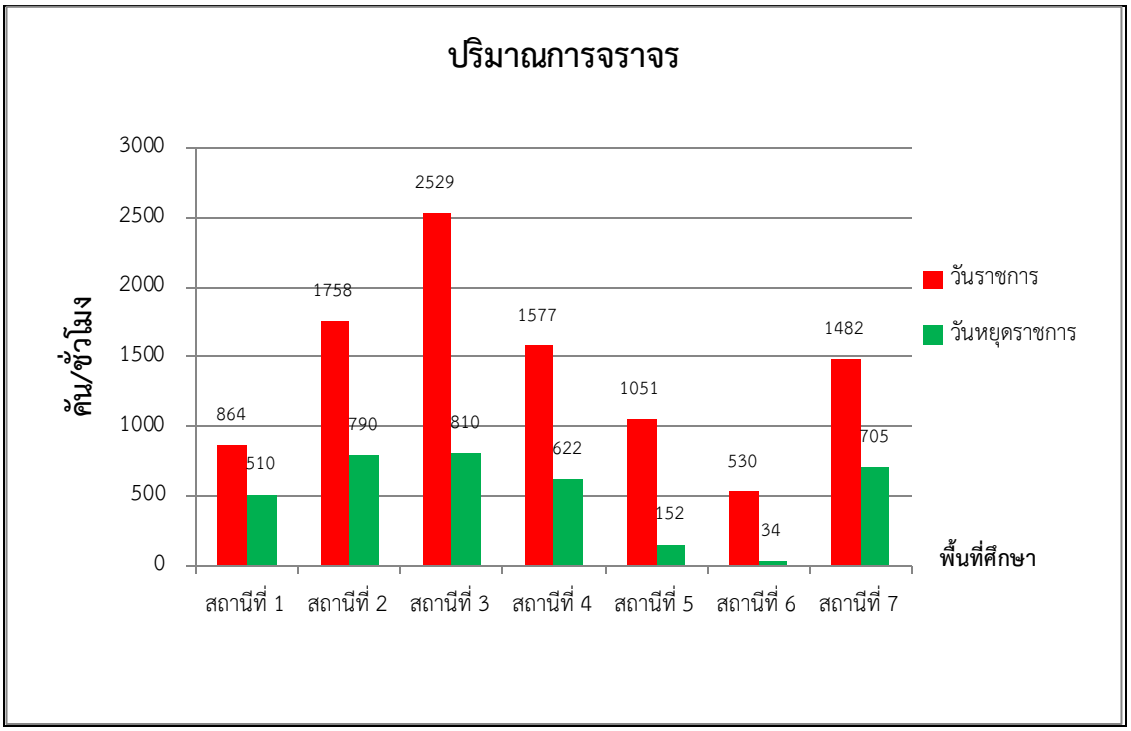
- สถานีที่ 7 ด้านหน้าอาคาร 4 พบว่าจำนวนยานพาหนะทุกประเภทใน เวลา 07.30 - 08.30 น. มีจำนวน 421 คันต่อชั่วโมง และ 15.30 - 16.30 น. มีจำนวน 988 คันต่อชั่วโมง และเมื่อคำนวณปริมาณเฉลี่ยของยานพาหนะทั้ง 2 ช่วงเวลา มีค่าเฉลี่ย 705 คันต่อชั่วโมง โดยจำนวนยานพาหนะที่พบมากที่สุด ยานยนต์ 2 ล้อ มีจำนวน 871 คันต่อชั่วโมง รองลงมา ยานยนต์ 4 ล้อ 526 คันต่อชั่วโมง ยานยนต์ 3 ล้อ 11 คันต่อชั่วโมง และยานยนต์มากกว่า 4 ล้อ มี 1 คันต่อชั่วโมง ตามลำดับ

รายละเอียดปริมาณยานพาหนะแสดงดังตารางที่ 4.4 และภาพที่ 4.2

ตารางที่ 4.4 ปริมาณยานพาหนะที่สัญจรผ่านสถานีตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) ในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ช่วงเวลาเร่งด่วนของวันหยุดราชการ

สถานีตรวจวัด	วันหยุดราชการ (ว/ด/ป)	ช่วงเวลา	จำนวนยานพาหนะ (คัน/ชม.)					ค่าเฉลี่ย (คัน/ชม.)
			2 ล้อ	3 ล้อ	4 ล้อ	>4 ล้อ	รวม	
สถานีที่ 1 : ประตูทางเข้า-ออกมหาวิทยาลัย ฝั่งอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา (อาคาร 15)	5/03/59	07.30-08.30 น.	161	4	209	3	377	519
		15.30-16.30 น.	234	7	416	4	661	
สถานีที่ 2 : วงเวียนหน้าอาคารศูนย์ภาษาและคอมพิวเตอร์ (ฝั่งอาคาร 15)	6/03/59	07.30-08.30 น.	312	7	169	4	492	790
		15.30-16.30 น.	614	0	469	4	1,087	
สถานีที่ 3 : วงเวียนหน้าคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฝั่งอาคาร 10)	28/02/59	07.30-08.30 น.	195	8	147	1	351	810
		15.30-16.30 น.	877	12	377	2	1,268	
สถานีที่ 4 : ประตูทางเข้า-ออกมหาวิทยาลัยฝั่งอาคารคณะนิติศาสตร์ (อาคาร 33)	20/02/59	07.30-08.30 น.	327	3	180	4	514	622
		15.30-16.30 น.	406	4	315	4	729	
สถานีที่ 5 : ด้านหน้าศูนย์เด็กเล็กโรงเรียนสาธิตราชภัฏมหาสารคาม	12/03/59	07.30-08.30 น.	70	1	51	4	126	152
		15.30-16.30 น.	109	3	62	3	177	
สถานีที่ 6 : ด้านหน้าระหว่างอาคารสาขาวิชาสาธารณสุขชุมชนกับอาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์	22/02/59	07.30-08.30 น.	17	0	6	1	24	34
		15.30-16.30 น.	39	0	5	0	44	
สถานีที่ 7 : ด้านหน้าอาคาร 4	27/02/59	07.30-08.30 น.	283	7	130	1	421	705
		15.30-16.30 น.	588	4	396	0	988	

รายละเอียดปริมาณการจราจรวันราชการและวันหยุดราชการ ดังภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 ปริมาณยานพาหนะเฉลี่ยที่สัญจรในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามช่วงเวลาเร่งด่วนของวันราชการและวันหยุดราชการ

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กและการศึกษาปริมาณการจราจรในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจวัดปริมาณฝุ่นขนาดเล็ก (Particulate Matter< 10 µm; PM_{10}) ในบรรยากาศบริเวณที่มีการจราจรหนาแน่นภายในพื้นที่การใช้ประโยชน์เพื่อการเรียนการการสอนของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามและศึกษาปริมาณการจราจรที่ผ่านสถานีตรวจวัด ซึ่งคณะผู้วิจัยจึงได้กำหนดตำแหน่งสถานีตรวจวัด จำนวน 7 สถานีดังนี้

สถานีที่ 1 ประตูทางเข้า-ออกมหาวิทยาลัย ฝั่งอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา (อาคาร 15)

สถานีที่ 2 วงเวียนหน้าอาคารศูนย์ภาษาและคอมพิวเตอร์ (ฝั่งอาคาร 15)

สถานีที่ 3 วงเวียนหน้าคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฝั่งอาคาร 10)

สถานีที่ 4 ประตูทางเข้า-ออก มหาวิทยาลัยฝั่งอาคารคณะนิติศาสตร์ (อาคาร 33)

สถานีที่ 5 ด้านหน้าศูนย์เด็กเล็กโรงเรียนสาธิตราชภัฏมหาสารคาม

สถานีที่ 6 ด้านหน้าระหว่างอาคารสาขาวิชาสาธารณสุขชุมชนกับอาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์

สถานีที่ 7 ด้านหน้าอาคาร 4

โดยทำการตรวจวัดระหว่างวันที่ 19 กุมภาพันธ์ ถึงวันที่ 12 มีนาคม 2559 การศึกษาดังกล่าวสามารถสรุป อภิปรายผล ได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการศึกษา

5.1.1 ปริมาณของฝุ่นละออง

การศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก (Particulate Matter< 10 µm; PM_{10}) ในบรรยากาศ ในแต่ละสถานีได้ทำการตรวจวัดฝุ่นละอองแบบต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง จำนวน 2 วัน โดยเป็น วันราชการ 1 วัน และวันหยุดราชการ 1 วัน ด้วยเครื่องตรวจวัดอากาศชนิดไฮโวลุม (High Volume Air Sampler) ยี่ห้อ Ecotech รุ่น 3000 พบว่าปริมาณฝุ่นละอองมีค่าเฉลี่ย 35.05 - 152 µg/m^3โดยสถานีที่ 1) มีปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยสูงสุด 152.00 µg/m^3 รองลงมาได้แก่ สถานีที่ 6) 127.25 µg/m^3 สถานีที่ 2) 115.90 µg/m^3 สถานีที่ 5) 81.95 µg/m^3 สถานีที่ 3) 77.10 µg/m^3 สถานีที่ 4) 76.30 µg/m^3 และสถานีที่ 7) 35.05 µg/m^3 ตามลำดับ ซึ่งเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไปของประเทศไทยที่กำหนดไว้ในเวลา 24 ชั่วโมง จะต้องไม่เกิน 120 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

พบว่าทั้งวันราชการและวันหยุดราชการมีปริมาณฝุ่นละอองสูงสุดในสถานีที่ 1) และสถานีที่ 6) นั้นมีค่าเกินมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไปของประเทศไทย ที่กำหนดไว้ในเวลา 24 ชั่วโมง โดย

- วันราชการ พบว่าสถานีที่ 1) มีปริมาณฝุ่นละอองสูงสุด 152.40 $\mu g/m^3$ รองลงมาได้แก่ สถานีที่ 6) 149.00 $\mu g/m^3$ สถานีที่ 5) 126.40 $\mu g/m^3$ สถานีที่ 2) 118.30 $\mu g/m^3$ สถานีที่ 4) 93.20 $\mu g/m^3$ สถานีที่ 3) 90.30 $\mu g/m^3$ และสถานีที่ 7) 37.90 $\mu g/m^3$ ตามลำดับ

- วันหยุดราชการ พบว่าสถานีที่ 1) มีปริมาณฝุ่นละอองสูงสุด 151.60 $\mu g/m^3$ รองลงมาได้แก่ สถานีที่ 2) 113.50 $\mu g/m^3$ สถานีที่ 6) 105.50 $\mu g/m^3$ สถานีที่ 3) 63.90 $\mu g/m^3$ สถานีที่ 4) 59.40 $\mu g/m^3$ สถานีที่ 5) 37.50 $\mu g/m^3$ และสถานีที่ 7) 32.20 $\mu g/m^3$ ตามลำดับ

5.1.2 ปริมาณการจราจร

การศึกษาปริมาณการจราจรในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ด้วยการใช้คนนับ (Manual Counts) โดยแบ่งประเภทพาหนะตามจำนวนล้อของยานยนต์ออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ ยานยนต์ 2 ล้อ ยานยนต์ 3 ล้อ ยานยนต์ 4 ล้อ และยานยนต์ที่มีมากกว่า 4 ล้อ ซึ่งได้ทำการนับจำนวนยานพาหนะที่สัญจรผ่านสถานีที่กำหนดในช่วงเวลาเร่งด่วนของวันราชการ 1 วัน และวันหยุดราชการ 1 วัน ได้แก่เวลาเช้า 07.30 - 08.30 น. และเวลาบ่าย 15.30 - 16.30 น. ทั้งนี้คณะผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลดังกล่าวในช่วงเวลาเดียวกับการตรวจวัดฝุ่นละออง ซึ่งได้เริ่มทำการศึกษา ตั้งแต่วันที่ 19 กุมภาพันธ์ ถึงวันที่ 12 มีนาคม พ.ศ. 2559 ผลการสำรวจปริมาณการจราจรโดยเฉลี่ยในชั่วโมงเร่งด่วนของวัน พบว่า สถานีที่ 3 วงเวียนหน้าคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฝั่งอาคาร 10) มีจำนวนยานพาหนะมากที่สุด ซึ่งมีจำนวนยานพาหนะเฉลี่ยเท่ากับ 3,338 คันต่อชั่วโมง รองลงมาได้แก่ สถานีที่ 4 ประตูทางเข้า-ออก มหาวิทยาลัยฝั่งอาคารคณะนิติศาสตร์ (อาคาร 33) มีจำนวนยานพาหนะเท่ากับ 2,198 คันต่อชั่วโมง สถานีที่ 7 ด้านหน้าอาคาร 4 มีจำนวนยานพาหนะเท่ากับ 2,187 คันต่อชั่วโมง สถานีที่ 2 วงเวียนหน้าอาคารศูนย์ภาษาและคอมพิวเตอร์ (ฝั่งอาคาร 15) มีจำนวนยานพาหนะเท่ากับ 1,698 คันต่อชั่วโมง สถานีที่ 1 ประตูทางเข้า-ออกมหาวิทยาลัย ฝั่งอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา (อาคาร 15) มีจำนวนยานพาหนะเท่ากับ 1,383 คันต่อชั่วโมง สถานีที่ 5 ด้านหน้าศูนย์เด็กเล็กโรงเรียนสาธิตราชภัฏมหาสารคาม มีจำนวนยานพาหนะเท่ากับ 1,202 คันต่อชั่วโมง และสถานีที่ 6 ด้านหน้าระหว่างอาคารสาขาวิชาสาธารณสุขชุมชนกับอาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์ มีจำนวนยานพาหนะเท่ากับ 564 คันต่อชั่วโมง ตามลำดับ โดย

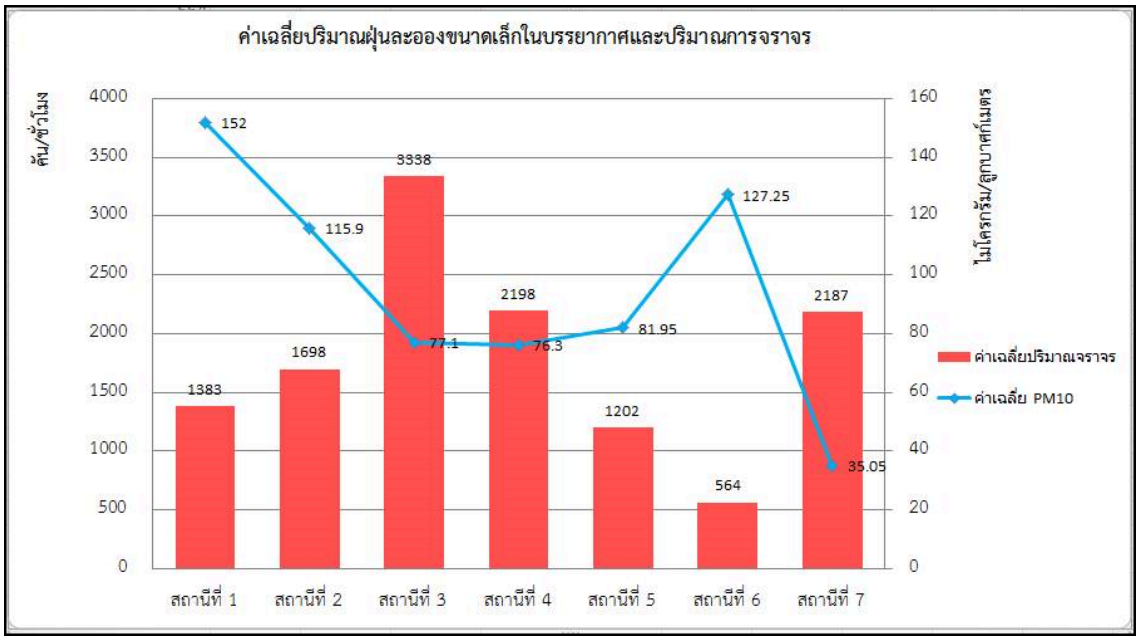
- วันราชการ พบว่า สถานีที่ 3) มีปริมาณการจราจรสูงสุด 5,057 คัน/ชั่วโมง รองลงมาได้แก่ สถานีที่ 2) 3,516 คัน/ชั่วโมง สถานีที่ 4) 3,153 คัน/ชั่วโมง สถานีที่ 7) 2,964 คัน/ชั่วโมง สถานีที่ 5) 2,101 คัน/ชั่วโมง สถานีที่ 1) 1,727 คัน/ชั่วโมง และสถานีที่ 6) 1,059 คัน/ชั่วโมง ตามลำดับ

- วันหยุดราชการ พบว่า สถานีที่ 3) มีปริมาณการจราจรสูงสุด 1,619 คัน/ชั่วโมง รองลงมาได้แก่ สถานีที่ 2) 1,579 คัน/ชั่วโมง สถานีที่ 7) 1,409 คัน/ชั่วโมง สถานีที่ 4) 1,243 คัน/ชั่วโมง สถานีที่ 1) 1,038 คัน/ชั่วโมง สถานีที่ 5) 303 คัน/ชั่วโมง และสถานีที่ 6) 68 คัน/ชั่วโมง ตามลำดับ

ซึ่งรายละเอียดของผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาด (PM_{10}) ในบรรยากาศมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามและปริมาณการจราจรโดยเฉลี่ยที่ทำการศึกษา ได้ผลสรุปดังแสดงในตารางที่ 5.1 และภาพที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 สรุปผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กและปริมาณการจราจรในแต่ละพื้นที่ศึกษา

สถานีตรวจวัด	ค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM_{10} ($\mu g/m^3$)	ค่าเฉลี่ยปริมาณการจราจร (คันต่อชั่วโมง)
สถานีที่ 1 ประตูทางเข้า-ออกมหาวิทยาลัย ฝั่งอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา (อาคาร 15)	152.00	1,383
สถานีที่ 2 วงเวียนหน้าอาคารศูนย์ภาษาและคอมพิวเตอร์ (ฝั่งอาคาร 15)	115.90	1,698
สถานีที่ 3 วงเวียนหน้าคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฝั่งอาคาร 10)	77.10	3,338
สถานีที่ 4 ประตูทางเข้า-ออก มหาวิทยาลัยฝั่งอาคารคณะนิติศาสตร์ (อาคาร 33)	76.30	2,198
สถานีที่ 5 ด้านหน้าศูนย์เด็กเล็กโรงเรียนสาธิตราชภัฏมหาสารคาม	81.95	1,202
สถานีที่ 6 ด้านหน้าระหว่างอาคารสาขาวิชาสาธารณสุขชุมชนกับอาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์	127.25	564
สถานีที่ 7 ด้านหน้าอาคาร 4	35.05	2,187



ภาพที่ 5.1 ค่าเฉลี่ยของผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กและปริมาณการจราจร ในแต่ละสถานี

5.2 อภิปรายผลการศึกษา

จากการศึกษาการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM_{10} ในบรรยากาศมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม สามารถอภิปรายผลการศึกษาได้ดังนี้

สถานีที่ 1 ประตูทางเข้า-ออกมหาวิทยาลัย ฝั่งอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา (อาคาร 15) พบว่ามีค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กเฉลี่ยเกินมาตรฐานอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไปของประเทศไทยที่กำหนดไว้ 24 ชั่วโมง ไม่เกิน 120 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของรจนา ประพาศพงษ์ และคณะ (2558) ในสถานีเดียวกัน มีค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองเท่ากับ 114.7 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร อยู่ในระดับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ซึ่งมีค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองอยู่ในระดับที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีมากขึ้นนี้อาจเนื่องมาจากสถานีที่ 1 เป็นจุดที่อยู่ติดกับถนนนครสวรรค์ ซึ่งเป็นเส้นทางการจราจรสายหลักในการเข้า-ออก ตัวเมืองมหาสารคาม จึงมีการสัญจรที่หนาแน่นบนถนนเส้นนี้และจากการเก็บข้อมูลปริมาณยานพาหนะพบยานพาหนะประเภท 4 ล้อ และมากกว่า 4 ล้อที่เป็นรถใช้น้ำมันดีเซลเป็นส่วนใหญ่ซึ่งเครื่องยนต์ดีเซลส่วนใหญ่มักเกิดการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์แล้วปล่อยเขม่าควันดำที่เป็นฝุ่นละอองขนาดเล็กออกมามาก (วีรนุช ปุยภิรมย์, 2556) อีกทั้งการสัญจรมักใช้ความเร็วในการขับขี่ยานพาหนะทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของฝุ่นละออง ประกอบกับฝั่งตรงข้ามมหาวิทยาลัยยังมีรถบรรทุกปูนซีเมนต์วิ่ง เข้า-ออก ซอยมายังถนนสายหลักนี้ รวมถึงถนนนครสวรรค์กำลังอยู่ในระยะการก่อสร้างปรับปรุงถนนใหม่ จึงส่งผลให้มีปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กในสถานีที่ 1 เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้

สถานีที่ 2 วงเวียนหน้าอาคารศูนย์ภาษาและคอมพิวเตอร์ (ฝั่งอาคาร 15) พบว่ามีค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน แม้ว่าปริมาณการจราจรจะค่อนข้างมากเนื่องจากเป็นบริเวณวงเวียน จึงมียานพาหนะสัญจรมาจากหลายทิศทาง โดยพบปริมาณยานพาหนะประเภทเบนซินมากกว่าดีเซล ซึ่งการเผาไหม้ของเครื่องยนต์เบนซินจะมีการปล่อยเขม่าควันดำที่น้อยกว่าเครื่องยนต์ดีเซล ประกอบกับสภาพแวดล้อมบริเวณโดยรอบไม่มีกิจกรรมที่จะเป็นปัจจัยเสริมการเพิ่มขึ้นของฝุ่นละออง จึงอาจมีผลให้ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน อย่างไรก็ตาม พื้นที่บริเวณสถานีนี้ควรมีการปลูกต้นไม้ที่มีทรงพุ่มทึบเพื่อป้องกันฝุ่นละอองที่อาจส่งผลกระทบต่อร้านจำหน่ายขนมและเครื่องดื่มตลอดจนผู้ที่นั่งพักผ่อนบริเวณหน้าอาคารศูนย์ภาษาและคอมพิวเตอร์ได้

สถานีที่ 3 วงเวียนหน้าคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฝั่งอาคาร 10) พบว่ามีค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน แม้ว่าจะเป็นจุดที่มีปริมาณการจราจรสูงที่สุดในช่วงเวลาเร่งด่วนของวัน เนื่องจากเป็นบริเวณวงเวียนที่เข้าสู่ถนนเส้นหลักภายในมหาวิทยาลัย โดยพบปริมาณยานพาหนะประเภทเบนซินมากกว่าดีเซลและสภาพแวดล้อมบริเวณโดยรอบไม่มีกิจกรรมที่จะเป็นปัจจัยเสริมการเพิ่มขึ้นของฝุ่นละออง จึงอาจมีผลให้ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กอยู่ยังในเกณฑ์มาตรฐาน

สถานีที่ 4 ประตูทางเข้า-ออก มหาวิทยาลัยฝั่งอาคารคณะนิติศาสตร์ (อาคาร 33) พบว่ามีค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน โดยค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองมีปริมาณใกล้เคียงกับ งานวิจัยของ รจนา ประพาศพงษ์ และคณะ (2558) ซึ่งผลการตรวจวัดมีค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละออง เท่ากับ 75.09 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร โดยปริมาณการจาจรพบสูงเป็นอันดับที่ 2 รองลงมาจากสถานีที่ 3 เนื่องจากสถานีนี้เป็นจุดที่ตั้งอยู่บริเวณประตูเข้า-ออกของมหาวิทยาลัยฝั่งหน้าป้ายราชภัฏและมีพื้นที่ที่ติดกับโรงเรียนอนุบาลกิตติยา จึงส่งผลให้มีปริมาณการจราจรหนาแน่นในช่วงเวลาเร่งด่วนของวัน ทั้งนี้พบปริมาณยานพาหนะประเภทเบนซินมากกว่าดีเซล ซึ่งการเผาไหม้ของเครื่องยนต์เบนซินจะมีการปล่อยเขม่าควันดำที่น้อยกว่าเครื่องยนต์ดีเซล ประกอบกับบริเวณโดยรอบไม่มีกิจกรรมที่จะเป็นปัจจัยเสริมการเพิ่มขึ้นของฝุ่นละออง จึงอาจมีผลให้ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

สถานีที่ 5 ด้านหน้าศูนย์เด็กเล็กโรงเรียนสาธิตราชภัฏมหาสารคาม มีค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน โดยมีปริมาณการจราจรค่อนข้างน้อย ทั้งนี้อาจเนื่องจากยานพาหนะที่สัญจรผ่านส่วนมากจะเป็นยานพาหนะที่ใช้ในการรับส่งนักเรียนสาธิตราชภัฏมหาสารคามและบริเวณหน้าโรงเรียนมีถนนสายรองหลายเส้นจึงทำให้ผู้ขับขี่เลือกใช้ได้หลายเส้นทาง ส่งผลทำให้พบปริมาณการจราจรค่อนข้างน้อย แม้ว่าสถานีตรวจวัดจะอยู่ใกล้กับบริเวณที่มีการก่อสร้าง แต่สภาพพื้นที่โดยรอบจะมีต้นไม้ขนาดใหญ่จึงอาจช่วยในการลดปริมาณฝุ่นละอองประกอบกับยานพาหนะที่พบส่วนใหญ่เป็นประเภทเบนซินมากกว่าดีเซล จึงอาจมีผลให้ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

สถานีที่ 6 ด้านหน้าระหว่างอาคารสาขาวิชาสาธารณสุขชุมชนกับอาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์ พบว่ามีค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กเกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ ถึงแม้ว่าเป็นจุดที่มีการสัญจรน้อยที่สุดในช่วงเวลาเร่งด่วนของวันราชการและวันหยุดราชการ เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ รจนา ประพาศพงษ์ และคณะ (2558) ในจุดที่ 2 หน้าอาคารสำนักงานครุศาสตร์ ซึ่งอยู่ห่างจากสถานีตรวจวัดของคณะผู้วิจัยประมาณ 100 เมตร มีค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละออง เท่ากับ 56.6 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีมากขึ้นอาจเนื่องมาจากตำแหน่งที่ตั้งเครื่องตรวจวัดอยู่ใต้ทิศทางลมและมีอาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์ซึ่งเป็นอาคารสูงขนาดใหญ่อยู่ด้านหลังของเครื่องตรวจวัด จึงเปรียบเสมือนเป็นกำแพงที่ขวางกั้นการแพร่กระจาย ประกอบกับในวันที่ตรวจวัดนั้นมีสภาพอากาศลมค่อนข้างแรงกว่าปกติ จึงอาจทำให้มีการแพร่กระจายของฝุ่นละอองมายังระดับพื้นผิวมีมากขึ้น ขณะเดียวกันในบริเวณใกล้เคียงประมาณ 150 เมตรยังมีการก่อสร้างอาคารและกิจกรรมต่างๆ ที่เป็นปัจจัยต่อการเพิ่มของปริมาณฝุ่นละออง กล่าวคือ ในช่วงเช้าจะมีเจ้าหน้าที่มากวาดถนนทำความสะอาดและช่วงเย็นจะมีนักศึกษามาเตะบอลอยู่สนามบอลซึ่งห่างจากจุดตรวจวัดประมาณ 100 เมตร จึงเป็นผลให้มีปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กในสถานีที่ 6 เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้

สถานีที่ 7 ด้านหน้าอาคาร 4 พบว่ามีค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานและเป็นจุดที่มีปริมาณฝุ่นละอองน้อยที่สุด โดยค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองมีปริมาณใกล้เคียงกับงานวิจัยของ รจนา ประพาศพงษ์ และคณะ (2558) ซึ่งตั้งสถานีตรวจวัดด้านข้างสะพานข้ามห้วยคะคาง ฝั่งอาคารมนุษย์ศาสตร์และสังคมศาสตร์ (อาคาร 3) มีค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละออง เท่ากับ 77.08 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ทั้งนี้ พบปริมาณยานพาหนะประเภทเบนซินมากกว่าดีเซล อีกทั้งสภาพแวดล้อมจะมีต้นไม้ขนาดใหญ่ ช่วยในการป้องกันฝุ่นละออง จึงอาจมีผลให้ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

จากผลการศึกษาครั้งนี้ ทำให้คณะผู้วิจัยทราบว่าปัญหาของฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่ได้มีผลมาจากการจราจรเพียงอย่างเดียว แต่อาจเกิดได้จากหลายๆ ปัจจัย ได้แก่กิจกรรมต่างๆ ภายในมหาวิทยาลัย เช่น ฝุ่นละอองจากการก่อสร้าง จากเศษดิน มูลฝอยบนถนน สภาพถนนที่ไม่ค่อยสะอาด จากกิจกรรมความสะอาดถนน สภาพแวดล้อมทางกายภาพและสภาพของอุตุนิยมในแต่ละวัน

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะต่อมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

1) ควรศึกษาพบว่ามีหลายบริเวณที่มีปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กเกินค่ามาตรฐานในวันราชการ อีกทั้งยังมีค่าค่อนข้างสูงในหลายจุด ควรมีมาตรการป้องกันฝุ่นละอองและควรให้มีรถฉีดน้ำเพื่อลดการฟุ้งกระจายของฝุ่นละออง

2) ควรมีการปลูกต้นไม้บริเวณริมถนนให้เพิ่มขึ้น เพื่อที่จะเพิ่มพื้นที่สีเขียวและป้องกันการฟุ้งกระจายของปริมาณฝุ่นเกิดขึ้น เนื่องจากต้นไม้เปรียบเสมือนเป็นกำแพงกั้นไม่ให้เกิดการฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองเข้าไปรบกวนผู้เรียนหรือส่งผลกระทบต่อตัวอาคาร วัสดุอุปกรณ์ภายในอาคาร

3) ควรมีการควบคุมความเร็วของรถยนต์ที่วิ่งภายในมหาวิทยาลัย

4) ส่งเสริมให้มีการใช้รถจักรยานแทนรถจักยานยนต์ เพื่อลดการฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองในมหาวิทยาลัย

5.3.2 ข้อเสนอแนะต่อการศึกษาวิจัย

1) ควรติดตามปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM_{10} ในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคามอย่างต่อเนื่องและควรศึกษาปริมาณฝุ่นละอองรวมและฝุ่นละออง $PM_{2.5}$

2) ควรศึกษาตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองในแหล่งกำเนิดเฉพาะ เช่น ฝุ่นละอองจากการก่อสร้างอาคาร ถนน เป็นต้น

5.3.3 ข้อเสนอแนะด้านเทคนิค

1) ควรศึกษาทำความเข้าใจรายละเอียดคู่มือการใช้เครื่องตรวจวัดอากาศชนิดไฮโวลุม (High Volume Air Sampler) ให้ละเอียดก่อนใช้งานเพื่อป้องกันความเสียหายของเครื่อง

2) ควรตรวจสอบสภาพการทำงานของเครื่องตรวจวัดอากาศชนิดไฮโวลุม (High Volume Air Sampler) โดยทำการทดลองก่อนตรวจวัดจริง พร้อมเตรียมอุปกรณ์ต่างๆ ให้ครบถ้วน เพื่อลดปัญหาความผิดพลาดที่จะเกิดขึ้นได้

3) ควรตรวจสอบเครื่องชั่งกระดาษกรองให้ตรงตามมาตรฐาน

4) ควรตรวจสอบความถูกต้องของอุณหภูมิที่หน้าจอแสดงผลให้ตรงกับอุณหภูมิจริง

5) ควรตรวจสอบกระดาษกรองที่วางใส่ในเครื่องโดยให้หงายด้านหยาบขึ้น

6) ขณะที่นำกระดาษกรองออกจากเครื่องตรวจวัดควรระมัดระวังและเก็บไว้ในซองที่ปิดมิดชิด เพื่อป้องกันความคลาดเคลื่อนของน้ำหนักกระดาษกรองจากความชื้นในอากาศ

7) ควรใช้ปากคีบ Forcep ในการหยิบกระดาษกรองทุกครั้ง

8) การนับปริมาณยานพาหนะควรมีผู้นับมากกว่า 1 คน ในแต่ละช่องทางเดินรถเพื่อให้การนับจำนวนรถแต่ละประเภทมีความความแม่นยำ

บรรณานุกรม

กมลวรรณ หมายปานและคณะ. (2544). **การศึกษาปริมาณการจราจรบริเวณทางแยกกรณีศึกษาสี่แยกบางระกำ**. พิษณุโลก : สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร.

กรมควบคุมมลพิษ. (2558). **มลพิษทางอากาศ.** สืบค้นเมื่อวันที่ 9 พฤษภาคม พ.ศ. 2559 จาก : http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_polair.html

กรมควบคุมมลพิษ. (2546). **คู่มือการตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศ.** สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.กรุงเทพมหานคร. สืบค้นเมื่อวันที่ 5 พฤศจิกายน พ.ศ. 2558 จาก : http://www.pcd.go.th/count/airdl.cfm?FileName=DustinAmbient.pdf&BookName

กองอนามัยสิ่งแวดล้อม. (ม.ป.ป.). **ฝุ่นละออง**. กรุงเทพมหานคร. สืบค้นเมื่อวันที่ 29 สิงหาคม พ.ศ. 2558. จาก : https://web.ku.ac.th/schoolnet/snet6/envi3/monpit-a/fun.htm.

กุลธิดา ตระสินธุ์. (2547). **มลพิษอากาศที่บุคคลที่ได้รับจากการเดินทาง และจราจรในเขตเทศบาลนครราชสีมา.** วิจัยปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวสิ่งแวดล้อม. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. สืบค้นเมื่อวันที่ 24 กันยายน พ.ศ. 2558 จาก : http://203.158.6.11:8080/sutir/bitstream/123456789/1028/2/%E0%B8%81%E0%B8%B8%E0%B8%A5%E0%B8%98%E0%B8%B4%E0%B8%94%E0%B8%B2_fulltext.pdf

ธิดารัตน์ พลพิบูลย์และคณะ. (2557). **ภัยในหน้าหนาวจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก ($PM_{2.5}$).** วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์น ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. สืบค้นเมื่อวันที่ 6 พฤษจิกายน พ.ศ. 2558 จาก : www.tci-thaijo.org/index.php/EAUHJSci/.../21668.

ธีรภัทร์ หมื่นเทพ. (2551). **มลพิษทางอากาศ.** เอกสารประกอบการสอนวิชา. สืบค้นเมื่อวันที่ 23 กันยายน พ.ศ. 2558 จาก : http://www.sut.ac.th/im/data/Lec1006a.pdf.

นันทพร สุพันธนาและคณะ. (2557)**.การศึกษาปริมาณฝุ่นละอองและปริมาณการจราจรบริเวณหน้าสถานศึกษาในเขตเทศบาลเมืองมหาสารคาม**. วิจัยปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

นพภาพร พานิช และคณะ. (2550). **ตำราระบบบำบัดมลพิษทางอากาศ.**พิมพ์ครั้งที่2. กรมโรงงานอุตสาหกรรม**.** ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.สืบค้นเมื่อวันที่ 25 ธันวาคม พ.ศ. 2558 จาก : http://www.ac-control.net

ปาจรีย์ ทองสนิทและบุญพล มีไชโย. (2548). **การจราจรกับฝุ่นละอองขนาดเล็กบนถนนสายหลักในเขตมหาวิทยาลัยนเรศวร.** ภาควิชาวิศวกรรมโยธา : คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ปิยะวดี ศรีผง และดวงรัตน์ สุขกลัด. (2552). **ฝุ่นละออง.** นครปฐม: ม.6/7 ร.ร. กาญจนาภิเษกวิทยาลัยนครปฐม (พระตำหนักสวนกุหลาบมัธยม). สืบค้นเมื่อวันที่ 29 สิงหาคม พ.ศ.2558. จาก : http://www.thaigoodview.com/node/46558.

พัฒนา มูลพฤกษ์. (2546). **การป้องกันและควบคุมมลพิษ.** กรุงเทพมหานคร : ซิกม่าดีไซน์กราฟฟิกจำกัด. สืบค้นเมื่อวันที่ 12 กันยายน พ.ศ.2558.จาก : https://cwphidden.wordpress.com/.../มลพิษทางอากาศ.

พิไท ตาทอง. (2546.) **ผลกระทบจากมลพิษทางอากาศ.** หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิตสาธารณสุขชุมชน รุ่นที่ 7 ชั้นปีที่ 2 วิทยาลัยการศาธารณสุขสิรินธร จังหวัดยะลา. สืบค้นเมื่อวันที่ 18 สิงหาคม พ.ศ. 2558 จาก : http://www.yala.ac.th/links/pitai/Link/Link5.2.htm

มนตรี ชุติศักดา. (2557). **วิธีการตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ระบบ VCF High Volume.** นักวิชาการสิ่งแวดล้อมชำนาญการ สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ. สืบค้นเมื่อวันที่ 10 กันยายน พ.ศ. 2558 จาก : www.pcd.go.th/count/airdl.cfm?FileName=200257_1.pdf

รจนา ประพาศพงษ์และคณะ. (2558). **การศึกษาปริมาณฝุ่นละอองและปริมาณการจราจรภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.** วิจัยปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

เลิศชัย เจริญธัญญรักษ์. (2541). **มลพิษทางอากาศ.** สืบค้นเมื่อวันที่12 กันยายน พ.ศ.2558. จาก : www.sut.ac.th/im/data/Lec1006a.pdf.

วราวุธ เสือดี. (2543). **มลพิษทางอากาศ.** สืบค้นเมื่อวันที่ 15 กันยายน พ.ศ.2558. จาก : gi.bru.ac.th/gis/dr/files/18/13.pdf.

วัฒนวงศ์ รัตนวราห์. (2551). **ปริมาณการจราจร.** เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมโยธา ด้านการจราจรและขนส่ง สืบค้นเมื่อวันที่ 3 ตุลาคม พ.ศ. 2558 จาก : http://kb.psu.ac.th/psukb/bitstream/2553/2855/7/241967_ch3.pdf.

วีรนุช ปุยภิรมย์. (2556). **การศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนจากการจราจรที่มีต่อสุขภาพของเด็กนักเรียน กรณีศึกษาโรงเรียนในตำบลบางกระสอ อำเภอเมือง จังวัดนนทบุรี.** วิจัยปริญญาตรีวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร. สืบค้นเมื่อวันที่ 15 กันยายน พ.ศ. 2558 จาก : www.thapra.lib.su.ac.th/objects/thesis/fulltext/snamcn/Weeranuch.../fulltext.pdf

ศราวุฒิ สมภักดี. (2547). **การวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นละอองแขวนลอยในบรรยากาศภายในบริเวณสถาบันราชภัฏจันทรเกษม.** คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏจันทรเกษม.

ศูนย์พัฒนาทรัพยากรการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. (ม.ป.ป.). **ผลกระทบที่เกิดจากมลพิษทางอากาศ.** สืบค้นเมื่อวันที่ 13 กันยายน พ.ศ. 2558 จาก : http://www.elearning.msu.ac.th/opencourse/0709%20307/unit7_5_1.html.

สอนชัย ผาลิวงค์. (2556). **การมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการปัญหาฝุ่นละอองในเขตเทศบาลนครหลวงเวียงจัน.** สืบค้นเมื่อวันที่ 9 ธันวาคม 2558 จาก : http://archive.lib.cmu.ac.th/full/T/2556/mem40256sp_ch2.pdf.

สุรเมศวร์ พิริยะวัฒน์ . (2551). วิศวกรรมจราจร. สาขาวิศวกรรมขนส่งและการจราจร : ภาควิชาวิศวกรรมโยธา. สืบค้น 15 กันยาย พ.ศ. 2558 จาก : www.surames.com

สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. (2540). **แหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศ.** สืบค้นเมื่อวันที่ 18 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2559 จาก: https://sites.google.com/site/mlphisthangxakas/haelng-kaneid-mlphis-thang-xakas-1

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ข้อมูลดิบน้ำหนักกระดาษกรอง

ภาคผนวก ก
ข้อมูลดิบน้ำหนักกระดาษกรอง

ตารางที่ ก-1 ข้อมูลดิบน้ำหนักกระดาษกรองก่อนและหลังการตรวจวัดในแต่ละสถานี

สถานีตรวจวัด	น้ำหนักกระดาษกรองวัด PM_{10} (กรัม)	
	ก่อน	หลัง
สถานีที่ 1: ประตูทางเข้า-ออกมหาวิทยาลัย ฝั่งอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา (อาคาร 15)	2.8404	3.0872
	2.8360	3.0841
สถานีที่ 2 : วงเวียนหน้าอาคารศูนย์ภาษาและคอมพิวเตอร์ (อาคาร 26)	2.8601	3.0526
	2.8662	3.0510
สถานีที่ 3: วงเวียนหน้าคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฝั่งอาคาร 10)	2.8706	2.9747
	4.5723	4.7193
สถานีที่ 4 : ประตูทางเข้า-ออก มหาวิทยาลัยฝั่งอาคารคณะนิติศาสตร์ (อาคาร 33)	2.8671	3.0188
	2.8393	2.9360
สถานีที่ 5 : ด้านหน้าศูนย์เด็กเล็กโรงเรียนสาธิตราชภัฏมหาสารคาม	2.8488	3.0546
	2.8801	2.9412
สถานีที่ 6 : ด้านหน้าระหว่างอาคารสาขาวิชาสาธารณสุขชุมชนกับอาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์	2.8504	3.0930
	2.8587	3.0304
สถานีที่ 7 : ด้านหน้าอาคาร 4	2.8079	2.8604
	4.5706	4.6324

ภาคผนวก ข
อุปกรณ์เครื่องมือและสถานีตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10})

ภาคผนวก ข

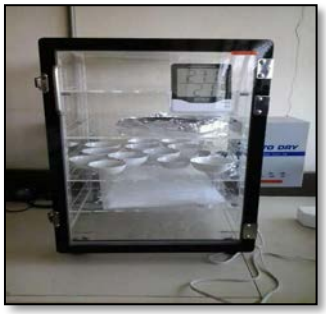
ภาพกอุปกรณ์เครื่องมือและสถานีตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10})

เครื่องตรวจวัดฝุ่นละอองชนิด High Volume Air Sampler (รุ่น 3000 ยี่ห้อ Ecotech)

หัวเครื่องวัดฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) (ภายนอก)

หัวเครื่องวัดฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) (ภายใน)

ภาพ ข-1 อุปกรณ์ส่วนประกอบของเครื่องตรวจวัดฝุ่นละอองชนิด High Volume Air Sampler (รุ่น 3000 ยี่ห้อ Ecotech)



เครื่องดูดความชื้นกระดาษกรองก่อนและหลังที่มีการชั่งน้ำหนักของกระดาษกรอง

เครื่องชั่งน้ำหนักกระดาษกรอง

ตู้อบกระดาษกรองเพื่อไล่ความชื้น

ภาพ ข-2 อุปกรณ์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

U-tube water สำหรับการ Calibration

หัว Orifice และสายยางสำหรับการ Calibration

แผ่น Serial number สำหรับตรวจสอบค่าที่ใช้สำหรับการ Calibration

ภาพ ข-3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการปรับเทียบ Calibration

กระดาษ Glass Fiber Filter สำหรับตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดเล็ก

ปากคีบ สำหรับคีบกระดาษใส่ถุงซิป

ถุงซิป ใช้สำหรับใส่กระดาษกรอง

สเปรย์ ใช้สำหรับฉีดแผ่นเก็บฝุ่นละอองขนาดเล็กเพื่อดักฝุ่นละอองขนาดใหญ่ไม่ให้ผ่านท่อ เข้าไปในแผ่นกระดาษกรอง PM_{10}

สายดินเพื่อป้องกันไฟช็อตโดยต่อที่หูจับของเครื่องตรวจวัดฝุ่นละอองแล้วเสียบลงดิน

ขาตั้งเครื่องตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) ชนิด High Volume Air Sampler ใช้สำหรับตั้งเครื่องในการตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดเล็กในบรรยากาศ

ภาพ ข-4 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็ก

ภาพ ข-5 การติดตั้งเครื่องวัดฝุ่นละอองสถานีที่ 1: ประตูทางเข้า-ออกหน้ามหาวิทยาลัย ฝั่งอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา (อาคาร 15)

ภาพ ข-6 การติดตั้งเครื่องวัดฝุ่นละอองสถานีที่ 2: วงเวียนหน้าอาคารศูนย์ภาษาและคอมพิวเตอร์ (ฝั่งอาคาร 15)

ภาพ ข-7 การติดตั้งเครื่องวัดฝุ่นละอองในสถานีที่ 3: วงเวียนหน้าคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฝั่งอาคาร 10)

ภาพ ข-8 การติดตั้งเครื่องวัดฝุ่นละอองสถานีที่ 4: ประตูทางเข้า-ออก มหาวิทยาลัยฝั่งอาคารคณะนิติศาสตร์ (อาคาร 33)

ภาพ ข-9 การติดตั้งเครื่องวัดฝุ่นละอองสถานีที่ 5: ด้านหน้าศูนย์เด็กเล็กโรงเรียนสาธิตราชภัฏมหาสารคาม

ภาพ ข-10 การติดตั้งเครื่องวัดฝุ่นละอองสถานีที่ 6: ด้านหน้าระหว่างอาคารสาขาวิชาสาธารณสุขชุมชนกับอาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์

ภาพ ข-11 การติดตั้งเครื่องวัดฝุ่นละอองสถานีที่ 7: ด้านหน้าอาคาร 4

ภาคผนวก ค

วิธีการใช้เครื่อง High Volume Air Sampler (รุ่น3000 ยี่ห้อ Ecotech)

ภาคผนวก ค

วิธีการใช้เครื่อง High Volume Air Sampler (รุ่น3000 ยี่ห้อ Ecotech)

1. การปรับเทียบอัตราการไหลของอากาศ (Calibration)

การเปรียบเทียบอัตราการไหลของเครื่องตรวจวัดฝุ่นละอองแบบปริมาตรนี้จะทำการปรับเทียบ 3 จุดด้วยกัน คือ ที่อัตราการไหลของอากาศ 60,70 และ 80 m^3/hr โดยขั้นตอนการเปรียบเทียบอัตราการไหลมี ดังนี้

1) ใส่ Filter Cassette ซึ่งยังไม่มีกระดาษกรอง และสวมชุด Orifice (Top-loading orifice plate) ทางด้านบน จากนั้นขันสกรู (Thumb-screws) ให้แน่นเพื่อป้องกันการรั่วไหล (leak) อากาศ

2) ต่อชุด U-Tube Manometer หรือ Digital Manometer (ใช้อย่างใดอย่างหนึ่ง) หากเลือก U-Tube Manometer ระดับน้ำทั้งสองด้านจะต้องอยู่ที่ตำแหน่ง “0” พอดี

3) กดปุ่ม Power เพื่อเปิดเครื่อง จากนั้นกดปุ่ม Select เพื่อเข้าหน้าจอ Main Menu โดยหน้าจอจะปรากฏข้อความ ดังภาพ

Main Menu Screen

Status	→
Setup	→
Manual	→
Calibration	→
S/W Version	V2.05

4) ใช้ปุ่ม Δ ∇ เพื่อเลื่อน Cursor ไปที่ Status → กดปุ่ม Select หรือ Enter เข้าสู่หน้าจอสถานะเครื่อง (Status screen) จดบันทึกค่าอุณหภูมิ (Temp.) ที่อ่านได้ ดังภาพ จากนั้นกด Page Up เพื่อกลับสู่หน้าจอหลัก Main Menu

Flow	M^3/H	0
Tot.Vol.	M3	1205.1
Temp.	C	30
Press.	mmHg	753.16
Wind Sp.	m/s	0
Wind Dir.	Deg.	0
Rain	tips	0
Cor Vol.	M^3	1350.5
Run Time	min	1066
Pwr Supply	V	12.769

M/S	Ratio	0.3525
Day Of Week		THU
Start Date Ok?		YES
End Date Ok?		NO
Day Week Ok?		NO
Time Ok?		NO
Wind Ok?		YES
Trigger Ok?		YES
Power Ok?		YES

5) ใช้ปุ่ม **Δ∇** เพื่อเลื่อน Cursor ไปสู่โหมด Calibration ปุ่มกด Select หรือ Enter จะเข้าสู่หน้าจอ Start Cal ⟶ ให้กดปุ่ม Enter

6) เครื่องจะเข้าสู่การทำการปรับเทียบอัตราการไหล จุดแรก (Point 1) ที่ 60 m^3/H ดังภาพ

Set Flow	60 M^3/H
Motor Speed	ADJUST
Flow Voltage	0.7036
Point 1 Done	⟶

** ในการปรับค่า (Adjust) ให้ทำดังนี้

6.1 เลือก Calibration Chart for Top-loading Orifice Plate ให้ตรงกับหมายเลข (Serial number) ของ Orifice โดยสามารถตรวจหมายเลขได้ที่ด้านบนของ Orifice

6.2 นำค่าอุณหภูมิที่อ่านได้จากข้อ (4) เทียบกับ Calibration Chart ที่ Manometer Pressure 735 mmHg (หรือ 1010 mber) อ่านค่าความแตกต่างของระดับน้ำใน Manometer เทียบกับค่า Δ H (mmH_2O) ที่อัตราการไหล 60 m^3/hr หากค่าไม่เท่ากันให้ทำการปรับค่า โดยเลื่อน Cursor ไปที่ Motor Speed ADJUST กดปุ่ม Select และ Cursor จะปรากฏอยู่ใต้ ADJUST ใช้ปุ่ม Δ ลูกศรเลื่อนขึ้นลง เพื่อเพิ่มหรือลดต่ำของระดับน้ำใน Monometer กับค่า Δ H ใน Calibration Chart มีค่าเท่ากัน เมื่อปรับค่าได้แล้วปล่อยทิ้งไว้ระยะหนึ่งหรือค่าระดับน้ำที่ Monometer คงที่ก่อนไปสู่การปรับเทียบที่จุดอื่น

7) การปรับเทียบอัตราการไหลที่ 70 m^3/hr (Point 2) โดยการเลื่อน Cursor ไปที่ Point 1 ⟶ Don กดปุ่ม Enter

Set Flow	70 M^3/H
Motor Speed	ADJUST
Flow Voltage	0.7036
Point 2 Done	⟶

8) ทำตามขั้นตอนที่ 6 เมื่อค่าระดับน้ำใน Monometer คงที่แล้วให้ทำกี่ปรับเทียบอัตราการไหลที่ 80 m^3/hr (Point 3) ซึ่งเป็นการปรับเทียบจุดสุดท้าย

9) เมื่อทำการปรับเทียบอัตราการไหลเรียบร้อยแล้ว ให้ทำการปิดเครื่องและถอดชุด Orifice ออก

2. การตั้งค่าการทำงานเพื่อการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละออง

ก่อนที่จะตั้งค่าการทำงานของเครื่องตรวจวัดปริมาณฝุ่นละออง รุ่น High Volume Air Sampler 3000 นี้จะควบคุมการทำงานด้วยปุ่มคำสั่ง ด้วยกัน 6 ปุ่มคือ

Exit : กดเมื่อต้องการกลับไปสู่หน้าจอหลัก

Page up : กดเมื่อต้องการกลับไปสู่หน้าจอก่อนหน้า (pervious) ที่ได้ใช้งานอยู่ Select สำหรับเลือกเมนูการใช้งาน

Enter : ใช้สำหรับยืนยันค่าที่ต้องการหรือเข้าสู่เมนูการใช้งาน

Up Arrow (Δ) : สำหรับการเลื่อน cursor ขึ้นหรือปรับเพิ่มค่า

Down Arrow (∇) : สำหรับการเลื่อน cursor ลงหรือปรับลดค่า

1. Main Screen (หน้าจอหลัก) เมื่อทำการเปิดการใช้งานและแสดงหน้าจอ ดังนี้

- เมื่อมอเตอร์ (Motor On)

Auto/Manual	20/09/2000
Sampling	11:53:23
Flow	M^3/H 67.80
Temp	C 22.90
Press	mmHg 763.4

Auto/Manual แสดง รูปแบบการทำงาน Auto หรือ Manual แสดง

Sampling แสดง เวลา

Flow แสดง อัตราการไหล

Temp แสดง อุณหภูมิ

Press แสดง ความดันบรรยากาศ

- เมื่อปิดมอเตอร์ (Motor off)

Ecotech	20/09/2000
Hi Vol	11:53:23
(A one-line status message is displayed)	

Ecotech แสดง วัน

Hi Vol แสดง เวลา

(A one-line status message is displayed) แสดง ข้อความปั้มไม่ได้ทำงาน

** กดปุ่ม Select หรือ Enter เพื่อเข้าสู่ Main Menu (เมนูหลัก) **

Main Menu (เมนูหลัก)

Status	→
Setup	→
Manual	→
Calibration	→
S/W Version	V1.23

Status โหมดแสดงสถานะเครื่อง

Setup โหมดการตั้งค่าการทำงาน

Manual การเข้าใช้งานเครื่องแบบ Manual

Calibration โหมดการปรับเทียบอัตราการไหล

S/W Version เวอร์ชั่นซอฟแวร์

1.1 Setup Menu (เมนูตั้งค่าการทำงาน)

Time	→
Wind	→
Logger Setup	→
Lock	→
Flow M3/Hour	67.8
Ref.Time. C	0
Ref.Bp mmHg	760
SiZe Select	YES
PROTECTION	NO

Time	โหมดตั้งค่าเวลาการทำงาน
Wind	หมดตั้งค่าการทำงานของชุดตรวจวัดทิศทางลมและความเร็วลม
Logger Setup	โหมดการจัดเก็บข้อมูล
Lock	โหมดตั้งวันและเวลาของเครื่อง
Flow M3/Hour	อัตราการไหลที่ใช้เก็บตัวอย่าง (m^3/hr.)
Ref.Time. C	ค่าอุณหภูมิที่สภาวะมาตรฐาน STP (c)
Ref.Bp mmHg	ค่าความดันบรรยากาศที่สภาวะมาตรฐาน STP
SiZe Select	อัตราการไหลที่กำลังใช้งานอยู่ในช่วงที่กำหนดหรือไม่
PROTECTION	ต้องการป้องกันการเข้าไปเปลี่ยนแปลงค่าการทำงานหรือไม่

1.2 Time Menu (เมนูตั้งค่าเวลาการทำงาน)

Start Date	→
End Day	→
Daily	→
Weekly	→
Days/cycle	1

Start Date	การตั้งเวลาให้เครื่องเริ่มทำงาน
End Day	การตั้งเวลาให้เครื่องหยุดทำงาน
Daily	การตั้งเวลาเริ่มและหยุดการทำงานในหนึ่งวัน
Weekly	การกำหนดเครื่องทำงานหรือหยุดการทำงานวันใดบ้าง
Days/cycle	จำนวนวันทั้งหมดที่เครื่องทำงานในหนึ่งรอบ

1.2.1 Start Date Menu

Start	
Date	13/11/2015
Time	06:30:00

Date การตั้งวันให้เครื่องเริ่มทำงาน

Time การตั้งเวลาให้เครื่องเริ่มการทำงาน

1.2.2 End Date Menu

End	
Date	13/11/2015
Time	06:30:00

Date การตั้งวันให้เครื่องหยุดทำงาน

Time การตั้งเวลาให้เครื่องหยุดการทำงาน

** เมื่อตั้งเวลาการเดินเครื่องแล้ว เครื่องก็จะทำงานและหยุดทำงานตามเวลาที่เราได้กำหนดไว้

3. หลักการตั้งเครื่องตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศ

หลักการทั่วไปในการติดตั้งเครื่องตรวจวัดฝุ่นละออง (กรมควบคุมมลพิษ, 2546)

- ควรติดตั้งเครื่องเก็บตัวอย่างให้ห่างจากกันสาดอย่างน้อย 2 เมตร และอย่างน้อย 10 เมตร กรณีมีต้นไม้เป็นสิ่งกีดขวาง

- ช่องทางเข้าอากาศของเครื่องเก็บตัวอย่างควรอยู่ห่างจากสิ่งกีดขวาง เช่น อาคารอย่างน้อย 2 เท่าของความสูงของสิ่งกีดขวางที่โผล่เหนือช่องทางเข้าอากาศนั้น

- เครื่องเก็บตัวอย่างไม่ควรอยู่ใกล้บริเวณที่มีปล่องเตาหลอมโลหะหรือเตาเผาขยะ

- ถ้าต้องการวัดฝุ่นละอองจากยานพาหนะให้ติดตั้งเครื่องเก็บตัวอย่างใกล้ถนนที่มีรถติดมากที่สุด และในถนนที่คาดว่าจะมีความเข้มข้นของฝุ่นละอองสูง

ภาคผนวก ง
ตัวอย่างการคำนวณหาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก

ภาคผนวก ง
ตัวอย่างการคำนวณหาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10})

ในการวิเคราะห์ข้อมูลมี 3 ขั้นตอนดังนี้

(1) ปรับค่าอัตราการไหลของอากาศบันทึกได้จากเครื่องขณะใช้ตรวจวัด (Q) ให้ปริมาณอากาศมาตรฐาน ที่สภาวะมาตรฐาน (V) โดยคำนวณจากสมการที่ 1 ได้ดังนี้

$$V_{std} = Q \times t \quad \text{..... (1)}$$

เมื่อ V_{std} = ปริมาณอากาศมาตรฐาน มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง

Q_{std} = อัตราการไหลเวียนของอากาศที่บันทึกไว้จากเครื่อง High Volume Air Sampler รุ่น 3000 ยี่ห้อ Ecotech มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง โดยหาได้จากอัตราการไหลของอากาศมาตรฐานตามที่ระบุไว้ในคู่มือการใช้ เครื่อง High Volume Air Sampler ซึ่งกำหนดให้มีค่า 67.8 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง สำหรับ PM_{10} และ $PM_{2.5}$

t = เวลาในการตรวจวัด มีหน่วยเป็นชั่วโมง

(2) คำนวณหาปริมาณฝุ่นละออง โดยคำนวณจากสูตรที่ 2 ดังสมการ

$$W = \frac{W_f - W_i}{V_{std}} \times 10^6 \quad \text{.....(2)}$$

W = ปริมาณของฝุ่นละออง มีหน่วยเป็นไมโครกรัม (µg)

W_f = น้ำหนักกระดาษกรองหลังตรวจวัด มีหน่วยเป็นกรัม (g)

W_i = น้ำหนักกระดาษกรองก่อนตรวจวัด มีหน่วยเป็นกรัม (g)

V_{std} = ปริมาณอากาศมาตรฐานจากสมการที่ 1 มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร (m3)

10^6 = การแปลงหน่วยจากกรัมเป็นไมโครกรัม (µg)

(3) นำค่าที่ได้จากการคำนวณไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไป ตามประกาศของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 24 พ.ศ. 2547

ตัวอย่างการคำนวณหาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10})

ยกตัวอย่างของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) ของวันที่ 4 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2559 คือ สถานีที่ 1: ประตูทางเข้า-ออกมหาวิทยาลัย ฝั่งอาคารเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา (อาคาร 15) ซึ่งชั่งน้ำหนักของกระดาษกรองก่อนนำไปตรวจวัดฝุ่นละอองมีค่าเท่ากับ 2.8404 กรัม และน้ำหนักของกระดาษกรองหลังจากตรวจวัดฝุ่นละอองมีค่าเท่ากับ 3.0872 กรัม

วิธีทำ จากสูตร $V_{std} = Q \times t$ ..... (1)

เมื่อ V_{std} = ปริมาณอากาศมาตรฐาน มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร

Q_{std} = อัตราการไหลเวียนของอากาศที่บันทึกไว้จากเครื่อง High Volume Air Sampler รุ่น 3000 ยี่ห้อ Ecotech มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง (หาได้จากอัตราการไหลของอากาศมาตรฐานตามที่ระบุไว้ในคู่มือการใช้เครื่อง High Volume Air Sampler ซึ่งกำหนดให้มีค่า 67.8 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง สำหรับ PM_{10} และ $PM_{2.5}$

t = เวลาในการตรวจวัด มีหน่วยเป็นชั่วโมง (เวลาที่ใช้ในการตรวจวัดฝุ่นละออง คือ 24 ชั่วโมง)

แทนค่าในสมการที่ (1)

$$V_{std} = 67.8\ m^3 \times 24\ hr$$
$$= 1{,}627.2\ m^3/hr$$

ดังนั้น ปริมาณอากาศมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 1,627.2 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่งโมง

คำนวณปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) โดยคำนวณจากสูตรในสมการที่ (2)

จากสูตร $W = \frac{W_f - W_i}{V_{std}} \times 10^6$ .....(2)

W = ปริมาณของฝุ่นละอองขนาดเล็ก มีหน่วยเป็นไมโคกรัม (µg)

W_f = น้ำหนักกระดาษกรองหลังตรวจวัด มีหน่วยเป็นกรัม (g)

W_i = น้ำหนักกระดาษกรองก่อนตรวจวัด มีหน่วยเป็นกรัม (g)

V_{std} = ปริมาณอากาศมาตรฐานจากสมการที่ 1 มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร (m3)

10^6 = การแปลงหน่วยจากกรัมเป็นไมโครกรัม (µg)

แทนค่าในสมการ $W = \frac{3.0872 - 2.8404}{1{,}627.2} \times 10^6$

$= 151.6715\ \mu g/m^3$

ดังนั้น ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) มีค่าเท่ากับ 151.6715 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

เนื่องจากในค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไป ตามประกาศของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 24 พ.ศ. 2547 โดยปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) จะมีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลูกบาศก์ (mg/m^3) ดังนั้นจึงต้องมีการเปลี่ยนหน่วยจากไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ($\mu g/m^3$) เป็นมิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (mg/m^3) โดยการเอาปริมาณของฝุ่นละอองที่มีหน่วยเป็นไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มาหารด้วย 1,000 จะได้ปริมาณของฝุ่นละออง มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

$$\text{แทนค่า} = \frac{151.6715\ \mu g/m^3}{1{,}000\ mg}$$

$$= 0.1516\ mg/m^3$$

ดังนั้น ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) มีค่าเท่ากับ 0.1516 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และเมื่อนำค่าปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็ก (PM_{10}) ที่คำนวณได้เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไปตามประกาศของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 24 พ.ศ. 2547 พบว่ามีค่าเกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไป

ภาคผนวก จ
มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไปของประเทศไทย

ภาคผนวก จ
มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไปของประเทศไทย

ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ ๒๘ (พ.ศ. ๒๕๕๐) เรื่อง การกำหนดมาตรฐานคุณภาพในบรรยากาศโดยทั่วไป โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงแก้ไขมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไปที่กำหนดไว้ให้เหมาะสมตามความก้าวหน้าในทางวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและความเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคมของประเทศอาศัยอำนาจตามมาตรา ๓๕ แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๓๕ ประกอบคำสั่ง สำนักนายกรัฐมนตรีที่ ๗๑/๒๕๕๐ ลงวันที่ ๑๘ มีนาคม ๒๕๕๐ และมติคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติในคราวประชุมครั้งที่ ๒/๒๕๕๐ เมื่อวันที่ ๑๘ มกราคม ๒๕๕๐ ได้กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไปไว้ ดังนี้

ข้อ ๑ ค่าก๊าซในบรรยากาศโดยทั่วไปไว้ในช่วงเวลาหนึ่งเวลาใดให้เป็นไปดังต่อไปนี้

(๑) ค่าเฉลี่ยของก๊าซคาร์บอนมอนออกไซด์ในเวลา ๑ ชั่วโมงไม่เกิน ๓๐ ส่วนในล้านส่วน หรือไม่เกิน ๓๔.๒ มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และในเวลา ๘ ชั่วโมง จะต้องไม่เกิน ๙ ส่วนในล้านส่วน หรือไม่เกิน ๐.๓๒ มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

(๒) ค่าเฉลี่ยของก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ในเวลา ๑ ชั่วโมง จะต้องไม่เกิน ๐.๑๐ มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

(๓) ค่าเฉลี่ยของก๊าซโอโซนในเวลา ๑ ชั่วโมง จะต้องไม่เกิน ๐.๑๐ ส่วนในล้านส่วน หรือไม่เกิน ๐.๒๐ มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และในเวลา ๘ ชั่วโมง จะต้องไม่เกิน ๐.๐๘ ส่วนในล้านส่วน หรือไม่เกิน ๐.๑๔ มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

(๔) ค่าเฉลี่ยของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเวลา ๒๔ ชั่วโมง จะต้องไม่เกิน ๐.๑๒ ส่วนในล้านส่วน หรือไม่เกิน ๐.๓๐ มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์และค่ามัชฌิมาเลขาคณิต (Arithmetic Mean) ในเวลา ๑ ปี จะต้องไม่เกิน ๐.๐๔ ส่วนในล้านส่วนหรือไม่เกิน ๐.๑๐ มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ข้อ ๒ การคำนวณค่าความเข้มข้นของก๊าซแต่ละชนิดในบรรยากาศโดยทั่วไปให้คำนวณเทียบที่ความดัน ๑ บรรยากาศ และอุณหภูมิ ๒๕ องศาเซลเซียส

ข้อ ๓ ค่าสารในบรรยากาศโดยทั่วไปในช่วงเวลาหนึ่งเวลาใดให้เป็นไปดังต่อนี้

(๑) ค่าเฉลี่ยของตะกั่วในเวลา ๑ เดือน จะต้องไม่เกิน ๑.๕ ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

(๒) ค่าเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน ๑ ไมครอน ในเวลา ๒๔ ชั่วโมง จะต้องไม่เกิน ๐.๐๕ มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรและค่ามัชฌิมาเลขาคณิต (Arithmetic Mean) ในเวลา ๑ ปี จะต้องไม่เกิน ๐.๐๕มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

(๓) ค่าเฉลี่ยของฝุ่นละอองรวมหรือฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน ๑๐๐ ไมครอน ในเวลา ๒๔ ชั่วโมง จะต้องไม่เกิน ๐.๑๐ มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ข้อ ๔ การวัดค่าเฉลี่ยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในเวลา ๑ ชั่วโมง หรือในเวลา ๘ ชั่วโมง ให้ใช้เครื่องวัดระบบนันดีสเปอร์ชีพ อินฟราเรด ดีเทคชัน หรือระบบอื่นที่กรมควบคุมมลพิษให้ความเห็นชอบ

ข้อ ๕ การวัดก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์และก๊าซโอโซน ให้ดำเนินการดังนี้

(๑) การวัดค่าเฉลี่ยของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์และโอโซนในเวลา ๑ ชั่วโมง ให้เครื่องวัดระบบเคมีลูมิเนสเซน หรือระบบอื่นที่กรมควบคุมมลพิษให้ความเห็นชอบ

(๒) การวัดค่าเฉลี่ยของก๊าซโอโซน ในเวลา ๑ ชั่วโมง หรือในเวลา ๘ ชั่วโมง ให้ใช้เครื่องวัดระบบเคมีลูมิเนสเซน หรือระบบอื่นที่กรมควบคุมมลพิษให้ความเห็นชอบ

ข้อ ๖ การวัดค่าเฉลี่ยของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเวลา ๒๔ ชั่วโมง หรือในเวลา ๑ ปี ให้ใช้เครื่องวัดระบบพาราโรซานีลิน หรือระบบอื่นที่กรมควบคุมมลพิษให้ความเห็นชอบ

ข้อ ๗ การหาค่าเฉลี่ยของตะกั่วในเวลา ๑ เดือน ให้เก็บอากาศผ่านแผ่นกรองในเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศชนิดไฮโวลุม (High Volume Air Sample) สกัดตะกั่วออกมาแผ่นกรองโดยใช้กรดเดินประสิวและกรดเกลือแล้วนำไปวัดค่าตะกั่วโดยใช้เครื่องวัดระบบอตอมมิก แอบซอพชั่น สเปคโตรมิเตอร์หรือระบบที่กรมควบคุมมลพิษให้ความเห็นชอบ

ข้อ ๘ การวัดค่าเฉลี่ยของฝุ่นละอองรวมหรือฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน ๑๐ ไมครอน ในเวลา ๒๔ ชั่วโมง หรือในเวลา ๑ ปี ให้ใช้วิธีการวัดตามระบบการวิเมตริก หรือระบบที่กรมควบคุมมลพิษให้ความเห็นชอบ

ข้อ ๙ การวัดค่าเฉลี่ยของก๊าซหรือสารอย่างหนึ่งอย่างใดตามข้อ ๕ ถึง ข้อ ๗ให้ทำในบรรยากาศ จะต้องสูงจากพื้นอย่างน้อย ๓ เมตร แต่ไม่เกิน ๖ เมตร การวัดค่าเฉลี่ยของตะกั่วและฝุ่นละอองตาม ข้อ ๘ และข้อ ๙ ให้ทำในบรรยากาศทั่วๆไปจะต้องสูงจากพื้นดิน ๑.๕๐ เมตร แต่ไม่เกิน ๖ เมตร

ตาราง จ-1 มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไปของประเทศไทย

มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไปของประเทศไทย			
สารมลพิษ	**ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นในเวลา**	**ค่ามาตรฐาน**	**วิธีการตรวจวัด**
1. ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)	1 ชม. 8 ชม.	ไม่เกิน 30 ppm. (34.2 มก./ลบ.ม.) ไม่เกิน 9 ppm. (10.26 มก./ลบ.ม.)	Non-Dispersive Infrared Detection
2. ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (NO_2)	1 ชม. 1 ปี	ไม่เกิน 0.17 ppm. (0.32 มก./ลบ.ม.) ไม่เกิน 0.03 ppm. (0.057 มก./ลบ.ม.)	Chemiluminescence
3. ก๊าซโอโซน (O_3)	1 ชม. 8 ชม.	ไม่เกิน 0.10 ppm. (0.20 มก./ลบ.ม.) ไม่เกิน 0.07 ppm. (0.14 มก./ลบ.ม.)	Chemiluminescence
4. ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2)	24 ชม. 1 ชม. 1 ปี	ไม่เกิน 0.12 ppm. (0.30 มก./ลบ.ม.) ไม่เกิน 0.3 ppm. (0.78 มคก./ลบ.ม.) ไม่เกิน 0.04 ppm. (0.10 มก./ลบ.ม.)	Pararosaniline UV-Fluorescence
5. ตะกั่ว (Pb)	1 เดือน	ไม่เกิน 1.5 มคก./ลบ.ม.	Atomic Absorption Spectrometer
6. ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 100 ไมครอน	24 ชม. 1 ปี	ไม่เกิน 0.33 มก./ลบ.ม. ไม่เกิน 0.10 มก./ลบ.ม.	Gravimetric (High Volume) Beta Ray
7. ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน10 ไมครอน	24 ชม. 1 ปี	ไม่เกิน 0.12 มก./ลบ.ม. (ไม่เกิน 120 มคก./ลบ.ม.) ไม่เกิน 0.05 มก./ลบ.ม.	Gravimetric (High Volume)
8. ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน	24 ชม. 1 ปี	ไม่เกิน 0.05 มก./ลบ.ม. ไม่เกิน 0.025 มก./ลบ.ม.	Gravimetric (High Volume)

หมายเหตุ : 1. มาตรฐานค่าเฉลี่ยระยะสั้น (1,8และ24 ชม.) กำหนดพื้นที่เพื่อป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยอย่างเฉียบพลัน (Acute Effect)

2. มาตรฐานค่าเฉลี่ยระยะยาว (1 เดือน และ 1 ปี) กำหนดขึ้นเพื่อป้องกันผลกระทบยาวหรือผลกระทบเรื้อรังที่อาจเกิดขึ้นต่อสุขภาพอนามัย (Chronic Effect)

ที่มา : ดัดแปลงจาก

1. ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2538) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศใน บรรยากาศโดยทั่วไป วันที่ 17 เมษายน พ.ศ. 2538 ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 112 ตอนที่ 52ง วันที่ 25 พฤษภาคม 2538

2. ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2538) เรื่องกำหนดมาตรฐานค่าก๊าซซัลเฟอรได ออกไซด์ ในบรรยากาศโดยทั่วไปในเวลา 1 ชั่วโมง วันที่ 26 มิถุนายน พ.ศ. 2538 ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 112 ตอนพิเศษ 27 ง. วันที่ 13 กรกฎาคม พ.ศ. 2538

3. ประกาศกรมควบคุมมลพิษเรื่อง เครื่องวัดหาค่าเฉลี่ยของก๊าซหรือฝุ่นละอองซึ่งทำงานโดยระบบอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ วันที่ 24 มกราคม พ.ศ. 2546 ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 120 ตอนที่ 17ง. ลงวันที่ 27 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2546

4. ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 24 (พ.ศ. 2547) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศใน บรรยากาศโดยทั่วไป วันที่ 9 สิงหาคม พ.ศ. 2547 ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 121 ตอนพิเศษ 104 ง. วันที่ 22 กันยายน พ.ศ. 2547

5. ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 28 (พ.ศ. 2550) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศใน บรรยากาศโดยทั่วไป วันที่ 10 เมษายน พ.ศ. 2550 ประกาศในราชกิจจานุเบกษาเล่มที่ 124 ตอนพิเศษ 58 ง. วันที่ 14 พฤษภาคม พ.ศ. 2550

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

7. ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 36 (พ.ศ. 2553) เรื่อง กำหนดมาตรฐานฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนในบรรยากาศโดยทั่วไป ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 127 ตอนพิเศษ 37ง. วันที่ 14 มีนาคมคม พ.ศ. 2553

ภาคผนวก ฉ

ผลการศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM_{10} และ $PM_{2.5}$

ภาคผนวก ฉ
ผลการศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM_{10} และ $PM_{2.5}$

การตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศ คณะผู้วิจัยได้มีการศึกษาเก็บข้อมูล PM_{10} และ $PM_{2.5}$ ในเบื้องต้นในสถานีที่ 3,4 และ 5 แต่เนื่องจากเครื่อง $PM_{2.5}$ มีปัญหา จึงทำให้ไม่สามารถทำการเก็บข้อมูล PM_{10} และ $PM_{2.5}$ ในทุกสถานีได้อย่างต่อเนื่อง โดยผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) และ ($PM_{2.5}$) ได้ผลดังแสดงในตารางที่ ฉ-1

ตารางที่ ฉ-1 ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM_{10} และ $PM_{2.5}$ ในวันราชการและวันหยุดราชการ

สถานีตรวจวัด	ว/ด/ป	PM_{10} ($\mu g/m^3$)	$PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$)
สถานีที่ 3 : วงเวียนด้านหน้าศูนย์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฝั่งอาคาร 10)	วันหยุดราชการ: อ. 03/01/59 วันราชการ: จ. 04/01/59	79.0 91.9	89.2 105.4
สถานีที่ 4 : ประตูทางเข้า-ออก มหาวิทยาลัยฝั่งอาคารคณะนิติศาสตร์ (อาคาร 33)	วันราชการ: ศ. 13/11/58 วันหยุดราชการ: ส. 14/11/58	89.9 35.8	59.6 34.8
สถานีที่ 5 : ด้านหน้าศูนย์เด็กเล็กโรงเรียนสาธิตราชภัฏมหาสารคาม	วันหยุดราชการ: อ. 15/11/58 วันราชการ: จ. 16/11/58	37.4 36.6	44.9 49.9

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล นางสาวสุพัตรา ภูครองแง่

วัน เดือน ปีเกิด 15 เมษายน 2537

ที่อยู่ปัจจุบัน 126 บ้านหนองแกน้อย ตำบลกุดแห่ อำเภอนากลาง
จังหวัดหนองบัวลำภู 39170

การศึกษา สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจาก โรงเรียนคำแสนวิทยาสรรค์
สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจาก โรงเรียนคำแสนวิทยาสรรค์
ปริญญาตรี สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ชื่อ – สกุล นางสาววิจิตรา ชาติทอง

วัน เดือน ปีเกิด 19 เมษายน 2536

ที่อยู่ปัจจุบัน 38 หมู่ 4 บ้านหนองแวงตอตั้ง ตำบลคึมชาด อำเภอหนองสองห้อง
จังหวัดขอนแก่น 40190

การศึกษา สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจาก โรงเรียนบ้านหนองแวงตอตั้ง
จังหวัดขอนแก่น
สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียน
หนองสองห้องวิทยา จังหวัดขอนแก่น
ปริญญาตรี สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ชื่อ – สกุล นายนิพล เบ้าคำ

วัน เดือน ปีเกิด 25 สิงหาคม 2536

ที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 78 หมู่ 6 ตำบลกุดรัง อำเภอกุดรัง จังหวัดมหาสารคาม

การศึกษา สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมตอนต้นจาก พระปริยัติธรรมวัดหนองพันเทา
จังหวัดสุพรรณบุรี
สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมตอนปลายจาก โรงเรียนบรบือวิทยาคาร
จังหวัดมหาสารคาม
ปริญญาตรี สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคา