การตรวจวัดฝุ่นตกและซิลท์จากการก่อสร้างถนนและการจัดการ

ธนเดช เยี่ยงยงค์

วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการบริหารงานก่อสร้าง
ปีการศึกษา 2562
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การตรวจวัดฝุ่นตกและซิลท์จากการก่อสร้างถนนและการจัดการ

ธนเดช เยี่ยงยงค์

วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการบริหารงานก่อสร้าง
ปีการศึกษา 2562
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

วิทยานิพนธ์ เรื่อง "การตรวจวัดฝุ่นตกและซิลท์จากการก่อสร้างถนนและการจัดการ"
ของ ธนเดช เยี่ยงยงค์
ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารงานก่อสร้าง

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

---------- ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์
(ดร.ลักขณา เบ็ญจวรรณ์)

---------- ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปาจรีย์ ทองสนิท)

---------- กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายใน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พันธ์ทิพย์ หินหุ้มเพ็ชร)

---------- กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายใน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปาจรีย์ ทองสนิท)

อนุมัติ

(ศาสตราจารย์ ดร.ไพศาล มุณีสว่าง)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง การตรวจวัดฝุ่นตกและซิลท์จากการก่อสร้างถนนและการจัดการ
ผู้วิจัย ธนเดช เยี่ยงยงค์
ประธานที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปาจรีย์ ทองสนิท

ประเภทสารนิพนธ์ วิทยานิพนธ์ วศ.ม. สาขาวิชาการบริหารงานก่อสร้าง, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2562
คำสำคัญ การตกแบบแห้ง, การก่อสร้างถนน, จังหวัดนครสวรรค์

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาความเข้มข้นของฝุ่นตกและซิลท์จากการก่อสร้างถนนและการจัดการในบริเวณริมถนนพหลโยธินบริเวณหนองเบนถึงเขาขาดใน จังหวัดนครสวรรค์ ทำการเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุด ด้วยเครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นตก เป็นเวลา 2 เดือน พบว่าในเดือนธันวาคม 2561 และเดือนมกราคม 2562 เริ่มจาก บริเวณหน้าปั้มน้ำมัน PT มีค่าความเข้มข้นฝุ่นตก 77.89 และ 93.77 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน และบริเวณริมถนนหน้าวัดหนองโรงมีค่าความเข้มข้นฝุ่นตก 147 และ 136 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน มีค่าเกินค่ามาตรฐานของมาเลเซีย 133 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน เนื่องจากประเทศไทยไม่มีค่ามาตรฐานฝุ่นตก การศึกษาปริมาณซิลท์บนถนน ด้วยเครื่องดูดฝุ่นเก็บตัวอย่าง และนำตัวอย่างมาหาขนาดของฝุ่นโดยใช้วิธี Sieve Analysis Test แยกขนาดฝุ่น เป็น 6 ขนาด ได้แก่ ขนาดมากกว่า 600 µm ขนาด 450 - 600 µm ขนาด 300 - 450 µm ขนาด 150-300 µm ขนาด 75 - 150 µm ขนาดเล็กกว่า 75 µm และนำมาชั่งน้ำหนักหาปริมาณฝุ่น ผลจากการศึกษาพบปริมาณฝุ่นสะสมมากบนถนนที่มีการก่อสร้างนี้เป็นฝุ่นขนาดมากกว่า 600 µm

Title DETERMINATION OF DUST FALL AND SILT FROM ROADS CONSTRUCTION AND MANAGEMENT

Author THANADET YIANGYONG

Advisor Assistant Professor Pajaree Thongsanit, Ph.D.

Academic Paper Thesis M.Eng. in Construction Management, Naresuan University, 2019

Keywords Dust fall, dry deposition, construction road, silt

ABSTRACT

This research studied on the concentration dry fall and silt from road construction and management in the area of Phaholyothin Road (Nong Ben-Khao Khat), Nakhon Sawan Province. The samples were collected at 5 roadside locations. The dust fall sample collected 2 month on December 2018 to January 2019. The result of dust fall found that at the PT petrol station was 77.89 and 93.77 milligrams of dust per square meter per day. The data at other sites do not exceed the national standard except Nong Rong Temple; the dust fall concentrations were 147 and 136 milligrams per square meter per day. The study of the silt on Phaholyothin Road (construction road) used vacuum. The samples collected from 5 station starting from December 2017 to January 2018. The samples took to determine the size of the dust using the Sieve Analysis Test on sizing > 600 µm and 450 - 600 µm 300 - 450 µm 150-300 µm 75 - 150 µm and < 75 µm and weighing the dust. The most of weight was in the sizing of dust more than 600 µm.

ประกาศคุณูปการ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปาจรีย์ ทองสนิท ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้สละเวลาอันมีค่ามาเป็นที่ปรึกษา พร้อมทั้งให้คำแนะนำตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการวิทยานิพนธ์อันประกอบไปด้วย ดร.ลักขณา เบ็ญจวรรณ์ ประธานการสอบวิทยานิพนธ์ และดร.พันธ์ทิพย์ หินหุ้มเพ็ชร กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายในที่ได้แนะนำในการปรับปรุงวิทยานิพนธ์ ขอขอบคุณประชาชนริมถนนที่ให้ความร่วมมือ และอำนวยความสะดวกแก่ผู้วิจัยเป็นอย่างดี ในการเก็บข้อมูลตัวอย่างฝุ่น

ขอขอบพระคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ให้ความอนุเคราะห์เงินทุนบางส่วนสำหรับการทำการศึกษาวิจัย รวมทั้งให้การสนับสนุนเครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง และห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการเตรียมและวิเคราะห์ตัวอย่าง และขอขอบพระคุณ นางวิชญาอิ่มกระจ่าง ที่ให้ความรู้และคำแนะนำ ตลอดจนอำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือวิเคราะห์ต่าง ๆ ภายในห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อม

เหนือสิ่งอื่นใดขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ของผู้วิจัยที่ให้กำลังใจและให้การสนับสนุนในทุก ๆ ด้านอย่างดีที่สุดเสมอมา

คุณค่าและคุณประโยชน์อันพึงจะมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบและอุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุก ๆ ท่าน

ธนเดช เยี่ยงยงค์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง

ประกาศคุณูปการ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ญ

บทที่ 1 บทนำ 1

ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 1

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 1

นิยามศัพท์เฉพาะ 2

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3

ฝุ่นละออง (Particulate Matter) 3

ลักษณะของฝุ่น 4

การจำแนกขนาดคละของอนุภาคฝุ่นละออง 5

ฝุ่นตก (Dust fall) 7

อนุภาคในอากาศ 8

ชนิดของฝุ่นละออง 12

ผลกระทบของอนุภาคฝุ่นละอองในบรรยากาศ 14

มาตรฐานคุณภาพอากาศ 16
มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศตั้งแต่ปี พ.ศ. 2524 ตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมปี พ.ศ.2514 18
การป้องกันและแนวทางในการลดฝุ่นละอองจากการก่อสร้าง 20
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 24
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 26
พื้นที่ทำการวิจัย 26
ขั้นตอนการเก็บตัวอย่าง 31
การตรวจวัดปริมาณฝุ่นตกและซิลท์ 32
การหาปริมาณซิลท์ 35
บทที่ 4 ผลการวิจัย 40
ปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตก 40
ปริมาณซิลท์ 45
การวิเคราะห์สาเหตุการเกิดฝุ่นภายในงานก่อสร้างถนน 59
แนวทางการจัดการฝุ่นละอองจากถนนที่ไม่ได้ปูผิวทาง 59
การป้องกันฝุ่นละอองจากถนน 60
แนวทางในการจัดการฝุ่นละอองที่มาจากถนน 61
บทที่ 5 บทสรุป 68
สรุปผลการวิจัย 68
ข้อเสนอแนะ 68
ปัญหาและอุปสรรคที่พบจากการวิจัย 69
บรรณานุกรม 70

ประวัติผู้วิจัย..... 73

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 ขนาดทั่วไปของอนุภาคมลสาร.....5

ตาราง 2 ประเภทขนาดอนุภาคในสิ่งแวดล้อมด้านอากาศ.....6

ตาราง 3 ส่วนประกอบและแหล่งที่มาของฝุ่นละอองในอากาศ.....8

ตาราง 4 คำจำกัดความทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับอนุภาคมลสาร.....9

ตาราง 5 ขนาดทั่วไปของอนุภาคมลสาร.....12

ตาราง 6 มาตรฐานของฝุ่นตก หน่วย ($mgm^{-2}d^{-1}$).....17

ตาราง 7 จุดเก็บตัวอย่างการตกสะสมของฝุ่นตก และ ฝุ่นซิลท์.....28

ตาราง 8 ปริมาณฝุ่นบนถนนรวมทั้งหมดระยะ 10 กิโลเมตร.....58

ตาราง 9 แนวทางการจัดการควบคุมฝุ่นละอองจากถนนที่ไม่ได้ปูผิวทาง.....60

ตาราง 10 ประสิทธิภาพของการควบคุมฝุ่นละอองแปรตามสารเคมีที่สะสมบนพื้นผิวถนนที่ได้จากการทดลอง.....65

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพ 1 ระบบภาวะมลพิษอากาศ (Air Pollution System)....4

ภาพ 2 มลพิษทางอากาศจากการเผาพืชทางเกษตรกรรม....9

ภาพ 3 รูปตัดแสดงโครงสร้างถนนลาดยาง....19

ภาพ 4 กรอบแนวของการวิจัย....24

ภาพ 5 แผนที่แสดงพื้นที่ทำการวิจัย ถนนพหลโยธิน ภายในจังหวัดนครสวรรค์....26

ภาพ 6 ถนนพหลโยธินบริเวณก่อสร้างถนนเทศบาลตำบลหนองเบนถึง อบต. วัดไทรย์ (เขาขาด)....27

ภาพ 7 ตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างฝุ่นบริเวณก่อสร้าง....27

ภาพ 8 จุด A บริเวณริมถนนหน้าปั้มน้ำมันพีที....28

ภาพ 9 จุด B บริเวณริมถนนหน้าวัดประชากรสวรรค์....29

ภาพ 10 จุด C บริเวณริมถนนหน้าตะวันนารีสอร์ท....29

ภาพ 11จุด D บริเวณริมถนนหน้าวัดหนองโรง....30

ภาพ 12 จุด E บริเวณริมถนนหน้าร้านจินตนาผ้าใบ....30

ภาพ 13 อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างฝุ่นตก (A) อุปกรณ์ของกรมควบคุมมลพิษ (B)....32

ภาพ 14 เครื่องชั่งไฟฟ้า 4 ตำแหน่ง....33

ภาพ 15 ตู้ดูดความชื้น (Desiccators Cabinet)....33

ภาพ 16 เครื่องดูดฝุ่น ยี่ห้อ Electrolux....35

ภาพ 17 เครื่องแยกขนาดฝุ่น ENDECOTTS LTD.....36

ภาพ 18 ฟิวเจอร์บอร์ดเป็นกรอบสี่เหลี่ยม พื้นที่ 1 ตร.ม.....37

ภาพ 19 การเก็บตัวอย่างฝุ่นโดยใช้เครื่องดูดฝุ่นแบบไร้สาย 37
ภาพ 20 การเก็บตัวอย่างฝุ่นบนถนนโดยการตีตารางจุดละ 10 ช่อง 37
ภาพ 21 การชั่งน้ำหนักฝุ่นบนถนน 38
ภาพ 22 การแยกตัวอย่างฝุ่นบนถนน 38
ภาพ 23 ตัวอย่างฝุ่นบนถนนจากการก่อสร้าง 39
ภาพ 24 แผนภูมิแสดงความเข้มข้นของฝุ่นตกเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 41
ภาพ 25 กราฟแสดงความเข้มข้นของฝุ่นตกเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 41
ภาพ 26 กราฟแสดงความเข้มข้น (%) ของฝุ่นตกเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 42
ภาพ 27 แผนภูมิแสดงความเข้มข้นของฝุ่นตกเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 43
ภาพ 28 กราฟแสดงความเข้มข้นของฝุ่นตกเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 43
ภาพ 29 กราฟแสดงความเข้มข้นของฝุ่นตกเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 44
ภาพ 30 กราฟแสดงความเข้มข้นของฝุ่นตกทั้งหมด 44
ภาพ 31 แผนภูมิแสดงความเข้มข้นของฝุ่นตกทั้งหมด 45
ภาพ 32 ตัวอย่างขนาดต่าง ๆ ของฝุ่น 46
ภาพ 33 จุด A แผนภูมิแสดงปริมาณฝุ่นรวมแต่ละขนาดเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 46
ภาพ 34 จุด A สัดส่วนปริมาณฝุ่นถนนแต่ละขนาดเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 47
ภาพ 35 จุด B แผนภูมิแสดงปริมาณฝุ่นรวมแต่ละขนาดเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 48
ภาพ 36 จุด B สัดส่วนปริมาณฝุ่นถนนแต่ละขนาดเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 48
ภาพ 37 จุด C แผนภูมิแสดงปริมาณฝุ่นรวมแต่ละขนาดเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 49
ภาพ 38 จุด C สัดส่วนปริมาณฝุ่นถนนแต่ละขนาดเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 49
ภาพ 39 จุด D แผนภูมิแสดงปริมาณฝุ่นรวมแต่ละขนาดเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 50
ภาพ 40 จุด D สัดส่วนปริมาณฝุ่นถนนแต่ละขนาดเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 50

ภาพ 41 จุด E แผนภูมิแสดงปริมาณฝุ่นรวมแต่ละขนาดเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 51
ภาพ 42 จุด E สัดส่วนปริมาณฝุ่นถนนแต่ละขนาดเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 51
ภาพ 43 จุด A แผนภูมิแสดงปริมาณฝุ่นรวมแต่ละขนาดเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 52
ภาพ 44 จุด A สัดส่วนปริมาณฝุ่นถนนแต่ละขนาดเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 52
ภาพ 45 จุด B แผนภูมิแสดงปริมาณฝุ่นรวมแต่ละขนาดเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 53
ภาพ 46 จุด B สัดส่วนปริมาณฝุ่นถนนแต่ละขนาดเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 53
ภาพ 47 จุด C แผนภูมิแสดงปริมาณฝุ่นรวมแต่ละขนาดเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 54
ภาพ 48 จุด C สัดส่วนปริมาณฝุ่นถนนแต่ละขนาดเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 54
ภาพ 49 จุด D แผนภูมิแสดงปริมาณฝุ่นรวมแต่ละขนาดเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 55
ภาพ 50 จุด D สัดส่วนปริมาณฝุ่นถนนแต่ละขนาดเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 55
ภาพ 51 จุด E แผนภูมิแสดงปริมาณฝุ่นรวมแต่ละขนาดเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 56
ภาพ 52 จุด E สัดส่วนปริมาณฝุ่นถนนแต่ละขนาดเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 56
ภาพ 53 แผนภูมิแสดงปริมาณฝุ่นรวมแต่ละขนาดเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 57
ภาพ 54 ประสิทธิภาพของการควบคุมฝุ่นละอองโดยการฉีดน้ำ 66

บทที่ 1

บทนำ

ที่มาและความสำคัญของปัญหา

การศึกษาหาความเข้มข้นของฝุ่นตกและปริมาณซิลท์บนถนนจากการก่อสร้างถนนในเขตจังหวัดนครสวรรค์ และการจัดการการลดฝุ่นที่เกิดจากการก่อสร้างถนนทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 1 หรือถนนพหลโยธิน (ช่วงเขาขาด-หนองเบน) กิจกรรม การก่อสร้างถนน ประกอบด้วย กิจกรรม งานตัดต้นไม้ ตัดหญ้า ถางป่า ขุดตอ งานตกแต่งเกลี่ยคันทางเดิม งานรองพื้นทาง ด้วยลูกรัง งานพื้นทาง งานลาดแอสฟิลด์ งานผิวทาง ในช่วงมีการก่อสร้างถนน ก่อนลาดยางมะตอยช่วงที่มีการก่อสร้างตอนเทดินและช่วงบดอัดทำให้เกิดฝุ่นละอองขึ้น ทำให้เกิดปัญหาที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ คือฝุ่นละอองขนาดเล็ก การฟุ้งกระจายของฝุ่นดินและฝุ่นจากการก่อสร้างถนน ในฝุ่นละอองจะมีองค์ประกอบธาตุที่แตกต่างกันแล้วแต่ชนิดของแหล่งกำเนิดฝุ่นละออง อนุภาคเหล่านี้เข้าสู่ร่างกายโดยการหายใจจะก่อให้เกิดผลกระทบต่อทางเดินหายใจ ระคายเคืองดวงตามีผลทำให้ทัศนวิสัยในการมองเห็นเสื่อมลงและสร้างความรำคาญต่อผู้ขับขี่รถได้ ฝุ่นตกเป็นการเก็บตัวอย่างอนุภาคมวลสารจากการตกแบบแห้งขนาดใหญ่ โดยใช้เทคนิคเชิงกราวิเมตริกหรือการตกตะกอนเป็นการเก็บรวบรวมอนุภาคที่มีมวลเพียงพอที่จะตกออกจากบรรยากาศโดยแรงโน้มถ่วงของโลก ฝุ่นละอองสามารถก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของคน สัตว์ พืชเกิดปัญหาด้านคมนาคม ขนส่งนานาประเทศจึงได้มีการกำหนดมาตรฐานฝุ่นละอองไว้ไม่เกินค่ามาตรฐานของมาเลเซีย 133 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อตรวจวัดความเข้มข้นของฝุ่นตกบริเวณริมถนนและปริมาณซิลท์บนถนนที่เกิดจากการก่อสร้างถนน
2. เพื่อประเมินสาเหตุของการเกิดฝุ่นพร้อมทั้งเสนอแนะแนวทางในการจัดการฝุ่นที่เกิดจากการก่อสร้างถนน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบความเข้มข้นของฝุ่นตกบริเวณถนน และปริมาณซิลท์ที่เกิดจากการก่อสร้างภายใน จ.นครสวรรค์

2. ใช้เป็นข้อมูลเพื่อการจัดการคุณภาพอากาศและศึกษาแหล่งกำเนิดฝุ่นตกบริเวณการก่อสร้างถนนภายใน จังหวัดนครสวรรค์

ขอบเขตของการวิจัย

1. พื้นที่ในศึกษาความเข้มข้นของฝุ่นตกและปริมาณซิลท์จากการก่อสร้างถนนพหลโยธินหมายเลข 1 (ช่วงเขาขาด-หนองเบน) จังหวัดนครสวรรค์

2. ทำการตรวจวัดความเข้มข้นของฝุ่นตก ปริมาณซิลท์และการกระจายขนาดของตัวอย่างฝุ่นบริเวณพื้นที่ศึกษา ระยะเวลาในการศึกษาในช่วงเดือนตุลาคม 2561 – มิถุนายน 2562

3. เพื่อศึกษาฝุ่นตกแบบแห้ง และปริมาณฝุ่นบนถนน

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การตกสะสมแบบแห้ง (dry deposition) คือ การเก็บสะสมของฝุ่นในอากาศแบบแห้ง

2. ฝุ่นตก (dust fall) หมายถึง ฝุ่นละอองที่อยู่ในอากาศและจะตกลงสู่พื้นดินตามแรงโน้มถ่วงของโลกโดยปกติแล้วฝุ่นตกเป็นอนุภาคของของแข็งที่เล็กมากไม่อาจจะมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าจนกระทั่งมีขนาดใหญ่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า มีขนาดโดยเฉลี่ย 20-40 ไมครอน ฝุ่นตกใช้เป็นดัชนีที่สำคัญของมลพิษทางอากาศ

3. ปริมาณซิลท์ คือ ปริมาณฝุ่นละอองที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 200 ซึ่งมีขนาดเล็กว่า 75 ไมครอน

4. Dust fall jar container คือ อุปกรณ์การเก็บฝุ่นตกประกอบด้วย 1) ถังเก็บตัวอย่างเป็นถังพลาสติก 2) ขาตั้งขวดเก็บตัวอย่าง

5. Sieve analysis test คือ วิธีการวิเคราะห์ขนาดของอนุภาคของแข็งหรือความละเอียด (fineness) โดยการร่อนผ่านของแข็งที่ทราบน้ำหนักไปบนชุดตะแกรงทดสอบ (test sieves) ซึ่งมีช่องขนาดต่าง ๆ กัน โดยจัดเรียงตะแกรงตามลำดับช่องที่ต้องการ ตะแกรงเหล่านี้อาจติดอยู่กับที่หรือเคลื่อนไหวได้จากการทดสอบการแยกขนาดฝุ่น ช่องบนตะแกรง (sieve) เกิดจากการนำลวดขนาดต่าง กันมาสานเป็นช่อง และบอกความกว้างของช่องตะแกรงเป็นเมช (mesh) ซึ่งหมายถึงจำนวนช่องของตะแกรงที่มีอยู่ในความยาว 1 นิ้ว เช่น ตะแกรงขนาด 10 เมช ในความยาว 1 นิ้ว จะมีช่องอยู่ 10 ช่อง และช่องหนึ่งจะมีความยาวกว้าง 0.1 นิ้ว หักออกด้วยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นลวด ดังนั้นเมชขนาดเดียวกัน อาจแตกต่างกัน ถ้าทำจากเส้นลวดที่ต่างกันจึงต้องบอกขนาดช่องหรือ aperture size ควบคู่กับขนาดเมชของตะแกรงด้วย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ฝุ่นละออง (Particulate Matter)

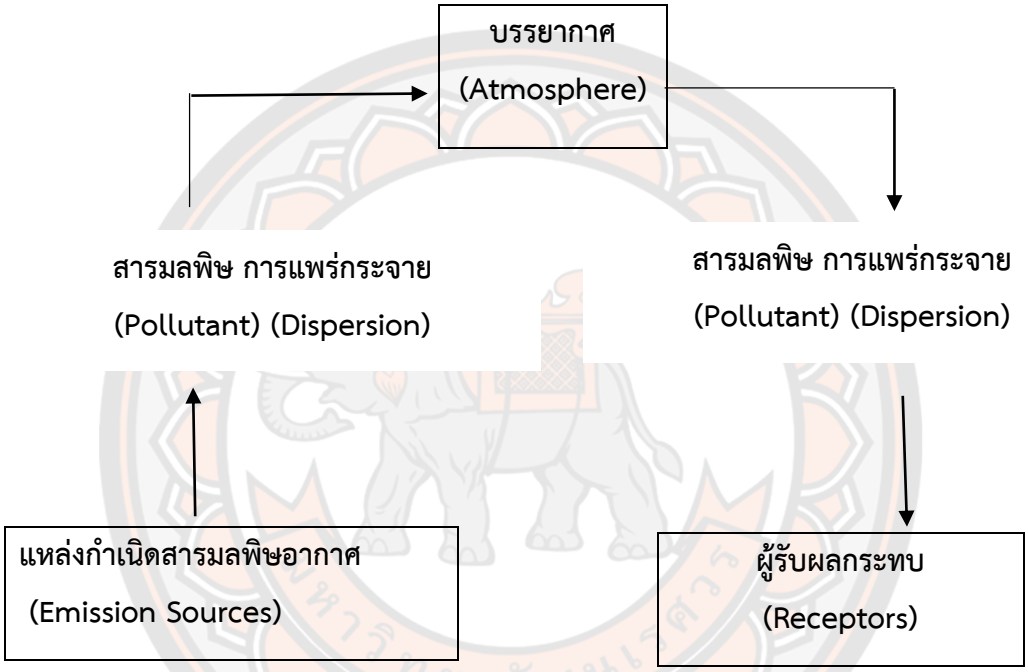
อนุภาคของแข็งและหยดละอองของเหลวที่แขวนลอยกระจายในอากาศอนุภาคที่กระจายในอากาศนี้บางชนิดมีขนาดใหญ่ และมีสีดำจนมองเห็นเป็นเขม่าและควันแต่บางชนิดมีขนาดเล็กมากจนมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ฝุ่นละอองที่แขวนลอยในบรรยากาศโดยทั่วไปมีขนาดตั้งแต่ 100 ไมครอนลงมาฝุ่นละอองสามารถก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของคน สัตว์ พืชเกิดปัญหาด้านคมนาคม ขนส่งนานาประเทศจึงได้มีการกำหนดมาตรฐานฝุ่นละออง

อนุภาคฝุ่นละอองในอากาศ (Airborne particulate matter) เป็นอนุภาคของแข็งและของเหลวที่แขวนลอยในอากาศ โดยทั่วไปแล้วการแจกแจงความถี่ของขนาด อนุภาคฝุ่นละอองในอากาศพบสูงสุดที่ขนาด 02.02 ไมครอน 0.2 ไมครอน และที่ 10 ไมครอน ขนาดอนุภาคมวลสารตามแหล่งกำเนิดแบ่งได้เป็น อนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 2 ไมครอน มาจากขบวนการเผาไหม้เป็นหลักและอนุภาคฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่กว่า 2 ไมครอน เช่น การกัดกร่อนหน้าดิน หรือมาจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ สำหรับในประเทศสหรัฐอเมริกา US. EPA (United state Environmental Protection Agency) ได้มีการกำหนดค่ามาตรฐานของฝุ่นรวม (Total Suspended Particulate) และฝุ่น PM_{10} แต่เนื่องจากมีการศึกษาวิจัยฝุ่นขนาดเล็กนั้นจะเป็นอันตรายต่อสุขภาพมากกว่าฝุ่นรวมเนื่องจากสามารถผ่านเข้าไประบบทางเดินหายใจส่วนในและมีผลต่อสุขภาพมากกว่าฝุ่นรวมดังนั้น US. EPA จึงได้มีการยกเลิกค่ามาตรฐานฝุ่นรวมและกำหนดค่ามาตรฐานฝุ่นขนาดเล็กเป็น 2 ชนิด คือ PM_{10} และ $PM_{2.5}$ (นพภาพร พานิช และคณะ, 2550)

PM_{10} ตามความหมายของ U.S.EPA หมายถึง ฝุ่นหยาบเป็นอนุภาคที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 – 10 ไมครอน มีแหล่งกำเนิดจากการจราจร จากการขนส่งวัสดุ ฝุ่นจากกิจกรรมบดย่อยหิน เป็นต้น ฝุ่นละอองขนาดเล็กมีผลกระทบต่อสุขภาพ เมื่อหายใจเข้าไปในปอดจะเข้ามาอยู่ระบบทางเดินหายใจส่วนล่างในประเทศไทยมีการให้ความหมาย ของคำว่าฝุ่นละอองได้ดังนี้ ฝุ่นละอองหมายถึงฝุ่นรวม (Total Suspended Particulate) ซึ่งเป็นฝุ่นขนาดใหญ่ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 100 ไมครอนลง ส่วนฝุ่นขนาดเล็ก (PM_{10}) หมายถึง ฝุ่นที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 10 ไมครอนลงมา ฝุ่นละอองในบรรยากาศมีแหล่งกำเนิดที่แตกต่างกัน และเคลื่อนตัวอยู่ตลอดเวลา (Dynamic System) ตามสภาพทางภูมิอากาศและลักษณะทางอุตุนิยมวิทยา เมื่อฝุ่นละอองเกิดขึ้นจะถูกปล่อยออกสู่บรรยากาศ แล้วอาจแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศหรือถูกพัดพาไปโดยการพัดพาของอากาศและ

กระแสลม ฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่น้ำหนักมากจะแขวนลอยในบรรยากาศได้ไม่นานก็จะตกกลับด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก ส่วนฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 10 ไมโครเมตร มีความเร็วในการตกตัวต่ำจะแขวนลอยในบรรยากาศได้นานกว่า

ระบบภาวะมลพิษอากาศ (Air Pollution System) ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ อากาศหรือบรรยากาศ (Atmosphere) แหล่งกำเนิดสารมลพิษอากาศ (Emission Sources) และผู้รับผลเสียหรือผลกระทบ (Receptor) (ภาพ 1)



ภาพ 1 ระบบภาวะมลพิษอากาศ (Air Pollution System)

ที่มา: นพภาพร พานิช และคณะ, 2550

ลักษณะของฝุ่น

ฝุ่นละอองที่ลอยอยู่ในอากาศมีการเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลาและมีแหล่งกำเนิดแตกต่างกัน สภาพทางภูมิอากาศและลักษณะลมฟ้าอากาศอุตุนิยมวิทยามีผลต่อการแพร่กระจายของฝุ่นละออง จึงทำให้อนุภาของฝุ่นละอองมีขนาด รูปร่าง ความหนาแน่น องค์ประกอบทางเคมี การเกาะตัวกันและโครงสร้างที่แตกต่างกันออกไป นอกจากนี้ขณะที่อยู่ในอากาศ ฝุ่นละอองจะทำปฏิกิริยาต่อกัน หรือ

เกิดปฏิกิริยากับสิ่งแวดล้อมในอากาศ ทำให้โครงสร้างซับซ้อนมากขึ้นโดยฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 0.1 ไมครอนนั้น มาจาก

ไอเสียรถยนต์ การเกิดปฏิกิริยาระหว่างก๊าซชนิดต่าง ๆ ควันไฟ พายุฝุ่น ละอองน้ำทะเล และโรงงานอุตสาหกรรม ฝุ่นขนาด 0.4 – 0.9 ไมครอน เป็นตัวการในการกระจายแสงทำให้ท้องฟ้าขมุกขมัว

การจำแนกขนาดคละของอนุภาคฝุ่นละออง

อนุภาคมลสาร (Particulates) ได้แก่มลสารใด ๆ ในบรรยากาศหรือไอเสีย ซึ่งอยู่ในสภาพของแข็งหรือของเหลวที่อุณหภูมิและความดันปกติ ทั้งนี้ยกเว้นไอน้ำ ขนาดอนุภาคมลสารชนิดต่าง ๆ (วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์ และคณะ, 2543) แสดงไว้ในตาราง 1

ตาราง 1 ขนาดทั่วไปของอนุภาคมลสาร

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

ที่มา: วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์ และคณะ, 2543

สายงานที่เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมด้านอากาศได้แบ่งอนุภาคฝุ่น ในสิ่งแวดล้อมแบ่งออกเป็น 4 ประเภทใหญ่ ๆ ตามขนาด คือ ขนาดใหญ่มาก (super coarse) ขนาดใหญ่ (coarse) ขนาดเล็ก (fine) และขนาดเล็กมาก (ultra-fine) อนุภาคที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอน มีชื่อเรียกอีกอย่างว่า (PM_{10}: Particulate matters with aerodynamic diameter of less than 10 microns) อนุภาคที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 2.5 ไมครอน มีชื่อเรียกอีกอย่างว่า ($PM_{2.5}$: Particulate matters with aerodynamic diameter of less than 2.5 microns) และ อนุภาคทุกขนาดที่ลอยอยู่ในอากาศมีชื่อเรียกอีกอย่างว่า (TSP: Total Suspended Particulates) ดังแสดงไว้ในภาพ 2

ตาราง 2 ประเภทขนาดอนุภาคในสิ่งแวดล้อมด้านอากาศ

EPA Description	Particle Size
Super coarse	d_{pa}>10μm
Coarse	2.5μm< d_{pa}≤10μm
Fine	0.1μm< d_{pa}≤2.5μm
Ultra fine	d_{pa}≤0.1μm

หมายเหตุ: PM_{10}:Particulate matters with aerodynamic diameter of less than 10 microns
ที่มา: วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์ และคณะ, 2543

กระบวนการตกสะสมของฝุ่นจากบรรยากาศ แบ่งได้ 2 ชนิด คือการตกสะสมแบบแห้ง (Dry Deposition) และ การตกสะสมแบบเปียก (Wet Deposition) การตกสะสมแบบแห้งและแบบเปียกคือกระบวนการที่ก๊าซชนิดต่าง ๆ ในบรรยากาศตลอดจนอนุภาคเคลื่อนย้ายตัวจากบรรยากาศตกลงสู่แหล่งรับที่มีพื้นที่ผิวต่าง ๆ โดยที่ความสามารถในการตกสะสมทั้งสองชนิดดังกล่าวขึ้นอยู่กับปัจจัยสำคัญดังนี้คือ สถานะของสิ่งที่สนใจว่าอยู่ในรูปก๊าซหรืออนุภาค ความสามารถในการละลายได้ จำนวนการตกในพื้นที่นั้น ๆ ลักษณะภูมิประเทศและชนิดของพื้นผิวปกคลุมในบริเวณที่สนใจ

1. การตกสะสมแบบแห้ง (Dry Deposition) หมายถึง สารทุกชนิดเช่น ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ หรืออนุภาคซัลเฟตที่ตกตะกอนสะสมจากบรรยากาศในสภาวะไอหรือก๊าซที่ไม่ใช่ฝน ตกลงสู่แหล่งรองรับบนพื้นโลก เช่น

1.1 การดูดซับหรือดูดซึมก๊าซโดยพืช ดิน น้ำและผิววัสดุต่าง ๆ ที่มนุษย์ผลิต

1.2 การตกตะกอนเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกของอนุภาคที่ค่อนข้างหยาบ

1.3 การชนของอนุภาคละเอียดบนผิววัสดุหรือพืช ปัจจัยที่มีผลต่อการตกสะสมแบบแห้งของก๊าซหรืออนุภาคคือระดับสภาพความปั่นป่วนของอากาศ คุณสมบัติทางเคมีของอิออนตัวที่ตก และลักษณะพื้นผิวของบริเวณที่สนใจตามธรรมชาติสำหรับก๊าซ ความสามารถในการละลายและปฏิกิริยาเคมีจะมีผลต่อการดูดเข้าสู่พื้นผิวของแหล่งรับได้ สำหรับอนุภาคขนาด ความหนาแน่นและรูปทรงของอนุภาคเป็นเครื่องกำหนดความสามารถในการถูกจับโดยพื้นผิวต่าง ๆ ของแหล่งรับเช่นกัน

2. การตกสะสมแบบเปียก (Wet Deposition) หมายถึง ปริมาณของสารที่เคลื่อนย้ายจากบรรยากาศโดยฝน, หิมะ หรือน้ำรูปแบบอื่น ๆ ลงสู่พื้นโลก และกระบวนการเปลี่ยนแปลงของก๊าซ , ของเหลวและของแข็งจากบรรยากาศลงสู่พื้นโลกในระหว่างเกิดฝนตก โดยทั่วไปจะปรากฏในรูปฝนกรดที่มีสาเหตุมาจาก H_2SO_4 และ HNO_3 (จากการวิเคราะห์น้ำฝนพบ SO_2 และ NO_3 เป็นหลัก) โดย SO_2 / SO_3 หรือ NO_2 ทำปฏิกิริยาและละลายอยู่ในในรูปของกรดซัลฟิวริกและกรดไนตริก

สำหรับสารตั้งต้นที่ก่อให้เกิดกรดจากการกระทำของมนุษย์ในประเทศไทยมีสัดส่วนโดยโมเลกุลของ SO_2 / NO_X เป็น 0.53 (Kato N. et al., 1992) ซึ่งพบว่ามีค่าปริมาณน้ำฝนถึง 52% (จากค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนที่ตรวจวัดที่เขื่อนศรีนครินทร์และที่เขื่อนน้ำพอง)

ฝุ่นตก (Dust fall)

ฝุ่นตกเป็นการเก็บตัวอย่างอนุภาคมวลสารจากการตกแบบแห้งขนาดใหญ่ โดยใช้เทคนิคเชิงกราววิเมตริกหรือตกตะกอนเป็นการเก็บรวบรวมอนุภาคที่มีมวลเพียงพอที่จะตกออกจากบรรยากาศโดยแรงโน้มถ่วงของโลก วัดโดยใช้ภาชนะไม่มีฝาบนตั้งอยู่บนขาตั้งบริเวณที่มีการวัดความเข้มข้นของฝุ่น การออกแบบมีลักษณะเฉพาะของภาชนะแตกต่างกันในแต่ละประเทศตามมาตรฐาน ASTM กำหนดให้ใช้กระบอกซึ่งมีก้านตั้งดิ่งและก้นกระบอกแบนราบและให้มีขนาดตามที่กำหนดไว้ ส่วนมาตรฐานอังกฤษกำหนดให้มีตะข่ายกัน กรวยและขวดพร้อมด้วยขาตั้ง ติดกับปากขวดแก้วขนาด 4.5 ลิตร ซึ่งตั้งอยู่ในกระป๋องบนขาตั้งอย่างง่าย(วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์ และคณะ, 2543) โดยปกติเราเติมน้ำในภาชนะดังกล่าวเพื่อเก็บกักฝุ่นและเติมยาฆ่าสาหร่ายเพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของสาหร่ายในน้ำนั้น ช่วงเวลาเก็บตัวอย่างปกติประมาณ 30 วัน เมื่อถึงกำหนดเวลากรองใบไม้ แมลงและวัตถุเจือปนอื่น ๆ ออกจากตัวอย่างก่อนที่จะวิเคราะห์หาข้อมูลต่อไปนี้คือ

1. ปริมาณและ pH ของน้ำ
2. น้ำหนักของของแข็งซึ่งไม่ละลายน้ำ
3. น้ำหนักของขี้เถ้าจากการเผาของแข็ง
4. น้ำหนักของแข็งซึ่งละลายน้ำ

ตาราง 3 ส่วนประกอบและแหล่งที่มาของฝุ่นละอองในอากาศ

ส่วนประกอบ	แหล่งที่มา
1. สารประกอบคาร์บอน	กระบวนการเผาไหม้
2. สารประกอบอินทรีย์ เช่น ไดออกซีน โพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน	กระบวนการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์
3. เกลือแอมโมเนีย	การทำให้เป็นกลางของกรดในอากาศ
4. เกลือโซเดียมและแมกนีเซียมคลอไรด์	ทะเล
5. แคลเซียมซัลเฟต	วัสดุก่อสร้าง เช่น ดินและทราย
6. ซัลเฟต	การเติมออกซิเจนของซัลเฟอร์ไดออกไซด์
7. ไนเตรท	การเติมออกซิเจนของไนโตรเจนไดออกไซด์
8. ตะกั่ว	น้ำมันที่มีสารตะกั่ว
9. ดิน	แร่ธาตุต่าง ๆ

ที่มา: มาริษา เพ็ญสุตภู่ภิญโยกุล และคณะ, 2542

การวิเคราะห์ทางเคมีเพื่อหาคุณสมบัติอื่น ๆ แล้วแต่กรณีซึ่งการวัดปริมาณฝุ่นหนักเป็นเพียงตัวเลขที่ชี้ให้เห็นถึงปริมาณอนุภาคส่วนที่ตกลงสู่พื้นดินโดยง่าย ตัวอย่างของข้อมูลในตัวเมืองมีดังนี้

ย่านที่อยู่อาศัย 65 -130 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน

ย่านอุตสาหกรรมเบาบาง 100-200 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน

ย่านอุตสาหกรรมหนัก 150-350 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน

ย่านปริมาณที่สูงมากถึง 2600 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน เคยตรวจพบในบริเวณซึ่งไม่มีการควบคุม วิธีวิเคราะห์นี้ไม่ละเอียดแม่นยำแต่สามารถชี้ให้เห็นถึงระดับความสกปรก (วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์ และคณะ, 2543)

อนุภาคในอากาศ

อนุภาคมลสารประกอบด้วยอนุภาคของของแข็งหรือของเหลว ซึ่งประกอบด้วยสารที่แตกต่างกันมากมายแต่ละอนุภาคจะมีสารประกอบเคมีที่แตกต่างกันและอาจแตกต่างกันในเรื่องของขนาด รูปร่าง อนุภาคมลสารที่มีแหล่งกำเนิดจากกระบวนการเผาไหม้ กิจกรรมในโรงงานอุตสาหกรรมและแหล่งกำเนิดตามธรรมชาติ ส่วนประกอบของอนุภาคที่แขวนลอยอยู่ในอากาศจะแตกต่างกันตาม

เวลาและสถานที่ที่เกิดแหล่งกำเนิดที่สำคัญของอนุภาคมลสารมาจากยานพาหนะ อุตสาหกรรม ขยะ เถ้า ภูเขาไฟ ไฟป่ารวมถึงละอองเกสรดอกไม้

ภาพ 2 มลพิษทางอากาศจากการเผาพืชทางเกษตรกรรม

ที่มา: ธีรพล สุขสำราญ , 2562

ตาราง 4 คำจำกัดความทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับอนุภาคมลสาร

	คำจำกัดความ
อนุภาคมลสาร (Particulate matter)	วัสดุทุกชนิด (ยกเว้นน้ำ) อยู่ในรูปของของแข็งหรือของเหลวในบรรยากาศ หรือในกระแสก๊าซ ที่สภาวะมาตรฐาน
อนุภาค (Particle)	มวลแยกเป็นชิ้นอิสระของของแข็งหรือของเหลว
ฝุ่น (Dust)	อนุภาคของของแข็งที่เกิดเองตามธรรมชาติหรือเกิดจากโรงงานอุตสาหกรรมโดยทั่วไป เกิดจากกระบวนการสลายตัว (Disintegration) มีขนาดใหญ่กว่า Colloid ไม่แพร่กระจายในอากาศ สามารถลอยอยู่ในบรรยากาศได้ชั่วขณะหนึ่ง ในที่สุดจะตกลงมาสู่พื้นล่างด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก โดยปกติจะมีขนาดเฉลี่ยประมาณ 20 ไมครอนหรือเล็กกว่า

	คำจำกัดความ
ละอองลอย (Aerosol)	ได้จากการฟุ้งกระจายของของเหลวหรือของแข็งในตัวกลางซึ่งเป็นก๊าซเป็นอนุภาคที่ประกอบด้วย Colloidal ที่แขวนลอย มีขนาดใหญ่กว่าโมเลกุล แต่ขนาดไม่ใหญ่พอที่จะตกตะกอน (Settle) ด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก มีขนาดตั้งแต่ 0.01 – 100 ไมครอน แต่ที่สำคัญในมลพิษทางอากาศมีขนาด 0.01 – 50 ไมครอน ขนาดที่พบทั่วไปบางชนิด ได้แก่ ละอองไอ ฝุ่น และไอเสีย อนุภารที่มีขนาดใหญ่กว่า 50 ไมครอน จะตกตะกอนอย่างรวดเร็วในบรรยากาศภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก ส่วนอนุภาคที่เล็กกว่า 5 ไมครอน จะสามารถลอยแขวนอย่างสมบูรณ์ อนุภาคที่ใหญ่กว่า 5 ไมครอน จะตกลงสู่พื้น
ขี้เถ้า (Fly ash)	หรือขี้เถ้าลอย ที่ปลิวออกมากับไอเสีย เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง มีขนาดเฉลี่ยประมาณ 3 – 80 ไมครอน
ฝุ่นตก (Dust fall)	ฝุ่นละอองที่มีอยู่ในอากาศและจะตกลงสู่พื้นเบื้องล่างได้ โดยปกติแล้วฝุ่นตกเป็นอนุภาคของของแข็งที่มีขนาดเล็กมาก ไม่อาจจะมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า จนกระทั่งมีขนาดโตสามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า มีขนาดโดยเฉลี่ย 20 – 40 ไมครอน ฝุ่นตกใช้เป็นดัชนีที่สำคัญของมลพิษทางอากาศ
ไอเสีย (Fume)	ประกอบด้วยอนุภาคของของแข็งซึ่งเกิดจากการกลั่นตัว (Condensation) จากการ Sublimation การกลั่น (Distillation) การทำให้เป็นปูนขาว (Calcinations) หรือปฏิกิริยาเคมี ส่วนใหญ่แล้วขนาดเล็กกว่า 1 ไมครอน เช่น ควันบุหรี่และไอระเหยของโลหะออกไซด์ที่กลั่นตัว
เขม่า (Soot)	การจับตัวเป็นก้อนของอนุภาคคาร์บอน
ละอองน้ำ (Mist)	เป็นอนุภาคของของเหลวเกิดจากการกลั่นตัวของไอระเหย ปฏิกิริยาเคมี หรือการฟุ้งกระจายของของเหลวหยดเล็ก ๆ อย่างเบาบาง ในทางอุตุนิยมวิทยาละอองน้ำ คือ การฟุ้งกระจายของหยดน้ำอย่างเบาบาง ซึ่งมีขนาดใหญ่พอจะตกลงมาจากอากาศ ละอองน้ำอาจมาจากการกลั่นตัวของก๊าซหรือไอระเหย หรืออาจมาจากการกระจายของเหลวด้วยการตีน้ำ พ่น หรือกวนให้เป็นฟอง
ควัน (Smoke)	ได้แก่ อนุภาคขนาดเล็ก ๆ ของคาร์บอน ที่เกิดจากเชื้อเพลิงซึ่งเผาไหม้ไม่สมบูรณ์และลอยไปกับอากาศ มีขนาดเล็กกว่า 1 ไมครอน
หมอก (Fog)	คือ ละอองไอ เป็นของเหลวที่ฟุ้งกระจายเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ มีขนาดโดยเฉลี่ย 1.0 – 40 ไมครอน ในทางอุตุนิยมวิทยา คือ น้ำหรือน้ำแข็งที่ฟุ้งกระจาย

	คำจำกัดความ
การขัดสีโลหะ	มักจะก่อให้เกิดอนุภาคขนาดใหญ่กว่าหลายไมครอน อนุภาคที่เล็กกว่านั้น (0.1 – 1 ไมครอน) เกิดจากการกลั่นตัวของไอระเหย)

ที่มา: พจนีย์ ขุมมงคล, 2536

อนุภาคมลสารในอากาศมีขนาดตั้งแต่ 0.001 ถึง 500 ไมครอน ซึ่งขนาดที่พบมากในบรรยากาศจะอยู่ในช่วง 0.1 – 10 ไมครอน ซึ่งเป็นอนุภาคมลสารแขวนลอย (Suspended Particulate Matter) สามารถแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศและมีแนวโน้มที่จะแขวนลอยอยู่ในอากาศได้นานเป็นชั่วโมงหรือวัน อนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 0.1 ไมครอน จะมีขนาดใกล้เคียงกับโมเลกุล อนุภาคที่มีขนาดใหญ่กว่า 1 ไมครอน แต่เล็กกว่า 20 ไมครอน จะเคลื่อนที่ไปกับก๊าซที่มันแขวนลอยอยู่ ส่วนอนุภาคที่มีขนาดใหญ่กว่า 20 ไมครอน จะมีอัตราเร็วในการตกตะกอนสูง ดังนั้นจึงแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศได้ไม่นานขนาดของอนุภาคมลสาตต่าง ๆ แสดงในตาราง 5

ตาราง 5 ขนาดทั่วไปของอนุภาคมลสาร

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

ที่มา: พจนีย์ ขุมมงคล, 2536

ชนิดของฝุ่นละออง

ชนิดของฝุ่นละอองสามารถแบ่งตามองค์ประกอบ แหล่งที่เกิด และขนาดได้ ดังนี้

1. แบ่งตามองค์ประกอบทางเคมี

1.1 ฝุ่นละอองจากสารอินทรีย์ (Organic Dust) มีองค์ประกอบของคาร์บอน ไฮโดรเจนและออกซิเจนแบ่งเป็น

1.1.1 ฝุ่นละอองจากสารอินทรีย์ที่ไม่มีชีวิต เช่น ละอองเกสรของพืชหรือหญ้าทำให้เกิดอาการแพ้

1.1.2 ฝุ่นละอองจากสารอินทรีย์ที่มีชีวิต เช่น แบคทีเรีย เชื้อราทำให้เกิดโรค บาดทะยัก คอตีบ วัณโรค ไทฟอยด์ เป็นต้น

1.2 ฝุ่นละอองจากสารอนินทรีย์ (Inorganic Dust) มีองค์ประกอบต่าง ๆ เช่น SO_2- NO_3- Ca_2+ Mg_2+ K+ Na+ Cl- Br- หรือประกอบด้วยโลหะหนัก เช่น ตะกั่ว แคดเมียม แอสเบสตอส เมื่อร่างกายได้รับฝุ่นนี้เข้าไปจะสะสมในร่างกายทำให้เกิดอันตรายอย่างร้ายแรง

2. แบ่งตามแหล่งที่กำเนิด

อนุภาคฝุ่นละอองที่แขวนลอยฟุ้งกระจายอยู่ในบรรยากาศทั่วไปนั้นอาจเกิดได้จากแหล่งกำเนิดโดยตรงแล้วแพร่กระจายสู่บรรยากาศจากแหล่งกำเนิดนั้นหรือเกิดจากปฏิกิริยาต่าง ๆ ในบรรยากาศ เช่น การรวมตัวด้วยปฏิกิริยาทางฟิสิกส์ ปฏิกิริยาทางเคมี และปฏิกิริยาเคมีแสง (Photochemical Reaction) ทำให้เกิดเป็นอนุภาคขึ้นและแพร่กระจายเข้าสู่ภายในอาคารที่อยู่ในบริเวณแหล่งกำเนิดนั้นด้วยซึ่งการแบ่งตามแหล่างกำเนิดอนุภาคฝุ่นละอองแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

2.1 อนุภาคฝุ่นที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ (Natural Particle) เกิดจากกระแสลมที่พัดผ่านตามธรรมชาติทำให้เกิดฝุ่น เช่น ดิน ทราย ละอองน้ำ เขม่าควันจากไฟป่า ฝุ่นเกลือจากทะเล ภูเขาไฟ ฯลฯ และเกิดจากปฏิกิริยาโฟโตเคมิคอลของก๊าซ (Photochemical Gas Reactions) ซึ่งเกิดระหว่างก๊าซโอโซนในธรรมชาติและสารไฮโดรคาร์บอน เป็นผลทำให้เกิดอนุภาคที่มีขนาดเล็ก ซึ่งมีรัศมีน้อยกว่า 0.2 ไมครอน

2.2 ฝุ่นละอองที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ (Anthropogenic Particle) แบ่งได้หลายประเภท ดังต่อไปนี้

2.2.1 การคมนาคมขนส่งเกิดการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิงจากยานพาหนะหรือรถประเภทต่าง ๆ เช่น เครื่องยนต์ดีเซลจะปล่อยควันดำ ซึ่งเป็นอนุภาคของคาร์บอนจำนวนมากที่เกิดจากการสันดาปไม่สมบูรณ์ของน้ำมันดีเซลและการปล่อยควันขาวซึ่งเป็นละอองไอของน้ำมันหล่อลื่น เป็นต้น นอกจากนี้การขนส่งหิน ดินทราย ซีเมนต์ที่ไม่ได้คลุมด้วยผ้าใบซึ่งขณะรถแล่นจะทำให้เกิดการกระจายตัวของฝุ่นละอองอยู่ในอากาศ

2.2.2 การก่อสร้างถนน การก่อสร้างอาคารมักมีการเปิดหน้าดินก่อนการก่อสร้าง ซึ่งทำให้เกิดฝุ่นได้ง่าย เช่น การปรับปรุงสาธารณูปโภค การก่อสร้างอาคารสูงทำให้ฝุ่นปูนซีเมนต์ถูกลมพัดออกจากอาคารหรือการรื้อถอนทำลายอาคารหรือสิ่งก่อสร้าง เป็นต้น

แหล่งที่มีของอนุภาคในอาคารอาจเป็นผลมาจากองค์ประกอบดัง ต่อไปนี้

1. การเกิดโดยการล่วงหล่นของวัสดุที่ใช้ทำการก่อสร้าง ซึ่งการล่วงหล่นของวัสดุก่อสร้างทำให้เกิดฝุ่นฟุ้งกระจาย เช่น ปูนซีเมนต์ เศษไม้ เศษเหล็ก

2. การพามาโดยลม มีหลายลักษณะ เช่น การพัดมากับลม ปริมาณฝุ่นที่เข้าในสถานที่ก่อสร้างยิ่งเพิ่มมากขึ้น และการพามาโดยลมนั้นจะมีทั้งลมที่เกิดจากการแหวกอากาศของวัตถุขนาดใหญ่ เช่น รถบรรทุกขนาดใหญ่ ที่ยิ่งวิ่งมาด้วยความเร็วสูงแล้วนั้นก็ยิ่งทำให้อากาศ ณ จุดนั้นมีความปั่นป่วนมากขึ้น และขณะเดียวกันทำให้ฝุ่นฟุ้งกระจายและถ้ามีหลายคันติดต่อกัน ก็จะทำให้ฝุ่นที่ถูกผลักดันจากการแหวกของอากาศของรถคันแรก ถูกอากาศมาเสริมแรงผลักรถคันอื่นที่วิ่งตามมา แล้วไปประกอบกับลมที่เป็นประจำทิศพัดพาเสริมกันไปอีก

3. การมาโดยยานพาหนะ ยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่งวัสดุก่อสร้าง วิ่งบนถนนดินซึ่งทำให้ฝุ่นฟุ้งกระจายเป็นอย่างมาก และเศษดิน เศษฝุ่นที่ติดมากับรถก็จะฟุ้งกระจายด้วยเช่นกัน

2.2.3 โรงงานอุตสาหกรรม การเผาไหม้เชื้อเพลิง เช่น น้ำมันเตา ถ่านหิน ฟืน เพื่อนำพลังงานไปใช้ในกระบวนการผลิตทำให้เกิดฝุ่นละออง เช่น ขี้เถ้าบิน (Coal Fly Ash) จากโรงไฟฟ้า กระบวนการผลิตที่มีฝุ่นออกมา เช่น การโม่หิน การผลิตปูนซีเมนต์ นอกจากนี้ในอุตสาหกรรมที่มีการปลดปล่อยออกไซด์ของไนโตรเจนและไฮโดรคาร์บอนออกสู่บรรยากาศ ยังสามารถทำให้เกิดออนุภาคฝุ่นละอองในอากาศได้จากการเกิดปฏิกิริยาโฟโตเคมิคอลระหว่างออกไซด์ของไนโตรเจน และไฮโดรคาร์บอน ซึ่งเรียกว่า Smog Reaction ได้อนุภาคที่มีรัศมีขนาดเล็กกว่า 0.2 ไมครอน

2.2.4 การเผาวัสดุในที่โล่งแจ้ง ได้แก่ การเผาขยะมูลฝอยหรือวัสดุต่าง ๆ จะเกิดเขม่าขี้เถ้าเป็นจำนวนมากฟุ้งกระจายไปในอากาศและลอยไปตามกระแสลมปกคลุมพื้นที่กว้าง ฝุ่นละอองที่เกิดจากแหล่งกำเนิดชนิดต่าง ๆ จะถูกปลดปล่อยออกสู่บรรยากาศแล้วอาจจะแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศซึ่งถูกพัดพาไปโดยการพัดพาของอากาศและกระแสลม ฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่น้ำหนักมากจะแขวนลอยในบรรยากาศได้ไม่นานก็ตกกลับด้วยแรงโน้มถ่วงของโลกเรียกว่า การตกกลับแบบแห้ง (Dry Deposition) ส่วนฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอน จะแขวนลอยในบรรยากาศได้นานกว่า ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กนี้สามารถตกกลับแบบเปียก (Wet Deposition) ได้ 2 รูปแบบ คือ อนุภาคฝุ่นจะเข้าไปเป็นแกนกลางให้ไอน้ำเกาะแล้วรวมตัวอยู่ในเมฆ เรียกว่า Rain Out และการตกกลับโดยฝนตกชะเอาอนุภาคฝุ่นในบรรยากาศลงมา เรียกว่า Wash Out

ผลกระทบของอนุภาคฝุ่นละอองในบรรยากาศ

1. ผลกระทบต่อบรรยากาศทั่วไป เนื่องจากอนุภาคของฝุ่นละอองที่แขวนลอยในบรรยากาศมีทั้งที่เป็นของแข็งและของเหลวซึ่งสามารถดูดซับและหักเหได้ จึงทำให้ลดความสามารถในการมองเห็น (Visibility) ทำให้ทัศนวิสัยในการมองเห็นไม่ดี ซึ่งถ้ามีปริมาณอนุภาคฝุ่นละอองแขวนลอยในบรรยากาศมากจนกลายเป็นหมอกอาจรบกวนการมองเห็นมากจนอาจทำให้เกิดอันตรายในการสัญจรได้

ฝุ่นละอองจะลดความสามารถในการมองเห็น(Visibility) เนื่องจากฝุ่นละอองในบรรยากาศมีทั้งที่เป็นของแข็งและของเหลวซึ่งสามารถจะดูดซับและหักเหแสงได้ทำให้ทัศนวิสัยในการมองเห็นเสื่อมลงทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดและความหนาแน่นรวมทั้งองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองแต่ละประเภท ดังจะเห็นได้จากการที่ท้องฟ้าของกรุงเทพมหานครและปริมณฑลมีหมอกควันปกคลุมหนาแน่นมากขึ้นในช่วง 2-3 ปีที่ผ่านมาโดยเฉพาะในช่วงฤดูหนาวของแต่ละปีซึ่งอากาศจะค่อนข้างเย็นในตอนเช้าและฝุ่นขนาดเล็กที่แขวนลอยอยู่ในอากาศจะเป็นแกนกลางให้ความชื้นหรือไอน้ำในอากาศมาเกาะและกลั่นตัวได้ง่ายขึ้นเกิดเป็นหมอกควัน (Smog) ในตอนเช้าตรู่ไปจนถึงช่วงสายของวัน

นอกจากนี้ฝุ่นละอองยังเข้าไปมีส่วนทำให้เกิดการเร่งปฏิกิริยาและทำให้เกิดมลภาวะในอากาศรุนแรงขึ้นโดยเฉพาะเกิดร่วมกับซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในอากาศ เช่น

$$SO_2 + \tfrac{1}{2}O_2 \xrightarrow{\text{ฝุ่นละออง} + H_2O} SO_3 \longrightarrow H_2SO_4$$

ที่มา: นัทธีรา สรรมณี, 2541

ซึ่งจะได้กรดซัลฟูริกมีอันตรายรุนแรงต่อระบบทางเดินหายใจและสิ่งแวดล้อมดังกรณีตัวอย่างการเกิดมลพิษทางอากาศที่สำคัญ คือโฟโตเคมีคัลสม๊อก(Photochemical Smog) และไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ก็สามารถเกิดปฏิกิริยากับโอโซนให้ก๊าซซัลเฟอร์ออกมาได้อีก ถ้ามีอนุภาคในบรรยากาศช่วยและปฏิกิริยาก็จะยิ่งเกิดเร็วขึ้นถ้ามีอนุภาคในบรรยากาศมาก

2. ผลกระทบต่อวัตถุและสิ่งแวดล้อม อนุภาคฝุ่นละอองแขวนลอยในบรรยากาศที่ตกกลับตามแรงดึงดูดของโลก และเกาะติดวัตถุและสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ ทำให้เกิดเป็นความสกปรกเลอะเทอะ นอกจากนี้อนุภาคฝุ่นละอองแขวนลอยยังมีคุณสมบัติในการดูดซับโลหะ สารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ไว้ที่พื้นผิวของอนุภาค หรือจากชนิดของอนุภาคฝุ่นละอองเองที่เป็นชนิดที่มีสภาพเป็นกรดหรือมีองค์ประกอบทางเคมีที่เป็นอันตรายเมื่อเกาะติดวัสดุหรือสิ่งก่อสร้างจึงสามารถทำอันตรายต่อสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ได้ เช่น ทำให้เกิดการสึกกร่อนของวัสดุที่ทำจากโลหะการทำลายผิวหน้าของสิ่งก่อสร้าง เช่น การเสื่อมสภาพของผลงานทางศิลปะ เป็นต้น

3. ผลกระทบต่อพืช อนุภาคฝุ่นละอองในบรรยากาศสามารถตกลงมาสู่พืชแล้วจับเกรอะกรังบนส่วนต่าง ๆ ของพืชโดยเฉพาะใบซึ่งเป็นส่วนที่มีพื้นผิวมากและรับการตกลงมาเกาะของอนุภาคฝุ่นละอองได้ดี ดังนั้นจึงไปขัดขวางการหายใจของพืชทำให้พืชหายใจได้อย่างจำกัดเป็นผลให้ประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงลดลงอนุภาคฝุ่นละอองที่ปิดปากใบยังทำให้เกิดการสะสมความร้อน

ไว้ภายในมากขึ้นจึงมีส่วนเร่งรัดหรือขัดขวางการเจริญเติบโตของพืชได้และถ้าฝุ่นละอองนั้นมีสารพิษปะปนอยู่ เช่น โลหะหนักหรือปูนซีเมนต์ทำให้พืชจะได้รับพิษเพิ่มจากสารต่าง ๆ นั้นอีก

4. ผลกระทบต่อสุขภาพมนุษย์ ฝุ่นจำนวนมากที่ลอยอยู่ในอากาศจะส่งผลให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนังเกิดความรู้สึกเดือดร้อนรำคาญ หงุดหงิด ก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อดวงตา ฝุ่นละอองนอกจากจะลดความสามารถในการมองเห็นทำให้เกิดความสกปรกและที่เป็นอันตรายที่สุดคือก่อให้เกิดอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจและปอดได้ ช่องทางที่ฝุ่นละอองเข้าสู่ร่างกาย เช่น

ทางจมูก: โดยการหายใจเข้าไป ซึ่งฝุ่นละอองจะเข้าสู่ร่างกายโดยวิธีนี้มากที่สุด

ทางปาก: ได้รับโดยการที่ฝุ่นละอองในอากาศตกลงสู่อาหาร แล้วมนุษย์กินเข้าไป ซึ่งวิธีการนี้จะมีฝุ่นละอองติดเข้าไปไม่มากนัก

ทางผิวหนัง: ฝุ่นละอองจะปลิวมาติดอยู่ตามผิวหนัง จะดูดซับน้ำและน้ำมันออกทำให้แห้งเกิดการระคายเคือง ทำให้เป็นผื่นคันได้การตกค้างของฝุ่นละอองในทางเดินหายใจ

ฝุ่นที่สามารถหายใจเข้าระบบทางเดินหายใจ (Respiratory Dust) เป็นฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนลงไป ซึ่งเป็นฝุ่นที่หายใจเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจส่วนปลายได้

ฝุ่นที่ไม่สามารถหายใจเข้าระบบทางเดินหายใจ (Non-respiratory Dust) เป็นฝุ่นที่มีขนาดใหญ่กว่า 10 ไมครอนขึ้นไป ฝุ่นชนิดนี้จะมีขนาดใหญ่เกินกว่าจะหายใจเข้าสู่ทางเดินหายใจส่วนปลายได้ ส่วนใหญ่จะติดค้างอยู่ที่ทางเดินหายใจส่วนต้น

มาตรฐานคุณภาพอากาศ

เป็นการกำหนดระดับความเข้มข้นของฝุ่นละอองในบรรยากาศสูงสุดซึ่งยินยอมให้มีได้ในบรรยากาศตากฎหมายเพื่อป้องกันมิให้เกิดอันตรายต่อประชาชนหรือระบบนิเวศน์ ซึ่งประเทศไทยได้จัดทำมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศตั้งแต่ปี พ.ศ. 2524 ตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมปี พ.ศ. 2518 ซึ่งได้มีการกำหนดค่าความเข้มข้นฝุ่นละออง (Total Suspended Particulates) ในบรรยากาศค่าเฉลี่ยในเวลา 24 ชั่วโมงมีค่าไม่เกิน 0.33 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร และค่าเฉลี่ย 1 ปีมีค่าไม่เกิน 0.1 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตรซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยทางเรขาคณิต (Geometric Mean) โดยใช้วิธีวัดแบบการชั่งน้ำหนัก (Gravimetric Method) แสดงในตาราง 6

ตาราง 6 มาตรฐานของฝุ่นตก หน่วย ($mgm^{-2}d^{-1}$)

Examples of dust deposition stands outside the U.K. (as $mgm^{-2}d^{-1}$)			
Argentina		Annual Average	333
Australia (W. Australia)		Loss of amenity perceived	133
Canada	**Alberta**	Annual Average	180
	Manitoba	Annual Average	153
		(Maximum acceptable)	266
		(Maximum desirable)	200
	Newfoundland	Annual Average	153
		Monthly Average	233
	Ontario	Annual Average	170
		Monthly Average	200
Finland		Annual Average	333
Germany		Long-term Average	350[2]
		Short-term Average	650[2]
Spain		Annual Average	200
U.S.A.	**Kentucky**	Annual Average	196
	Louisiana	Annual Average	262
	Maryland	Annual Average	183
	Mississippi	Monthly Average (above background)	175
	Montana	Annual Average (residential areas)	196
	New York	Daringly 12 months no more than 5% of 30 d values to exceed And 84 % to be below	100 130 196
	North Dakota	3 monthly Average	267
	Pennsylvania	Annual Average	500
		Monthly Average	183
	Washington	Annual Average	170
	Wyoming	Monthly Average	

Combined weight of dissolved and undissolved deposits

มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศตั้งแต่ปี พ.ศ. 2524 ตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมปี พ.ศ.2514

1. วิธีการเก็บตัวอย่างฝุ่นถนน

ในการศึกษาด้านฝุ่นที่สะสมบนพื้นผิวชนิดต่าง ๆ โดยเฉพาะฝุ่นบนถนนมีวิธีที่นิยมอยู่ 6 วิธี โดยวิธีที่ 1 ถึงวิธีที่ 3 เป็นการเก็บตัวอย่างฝุ่นแบบแห้ง และวิธีที่ 4 ถึงวิธีที่ 6 เป็นการเก็บตัวอย่างฝุ่นแบบเปียก ซึ่งพื้นที่ทำการศึกษาเก็บตัวอย่างฝุ่นจะต้องไม่ผ่านการทำความสะอาดใด ๆ มาก่อน เช่น เกิดเหตุการณ์ฝนตก การดูดฝุ่น การล้าง การทำความสะอาดพื้นผิว ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1.1 Vacuum Sweeping an Upswept Street Area เป็นการเก็บตัวอย่างฝุ่นโดยใช้รถกวาดขยะและมีเครื่องดูดฝุ่นแบบสุญญากาศ ดูดฝุ่นเก็บไว้ในภาชนะ

1.2 Hand sweeping an Unstreet Area เป็นการใช้เครื่องดูดฝุ่นเก็บตัวอย่างฝุ่นในพื้นที่ที่กำหนดไว้และให้ปริมาณฝุ่นที่ตรวจวัดได้เป็น free load หลังจากนั้นใช้แปรงปัดกวาด เอาฝุ่นที่คงที่เหลืออยู่บนพื้นผิวเก็บใส่ภาชนะและให้ปริมาณฝุ่นที่ตรวจวัดได้เป็น fixed load

1.3 Surrogate Surface เป็นการเก็บตัวอย่างฝุ่นที่สะสมบนพื้นผิวชนิดต่าง ๆ โดยใช้พื้นผิวที่จำลองที่ประดิษฐ์ขึ้นมาตามชนิด วัสดุ และขนาดของพื้นที่ผิวที่ต้องการศึกษา และติดตั้งตามตำแหน่งที่ได้กำหนดไว้ในการศึกษา

1.4 Sprinkling an Upswept Street Area with Simulated Rainfall เป็นวิธีการโปรยน้ำลงบนพื้นผิวเลียนแบบการเกิดฝนตกให้น้ำชะล้างพื้นผิวถนนไหลลงแหล่งรองรับน้ำ แล้วเก็บน้ำตัวอย่างจากคูระบายน้ำข้างถนนหรือบ่อตรวจระบายของท่อระบายน้ำฝน

1.5 Sprinkling a Previously Vacuum Swept Street Area by Simulated Rainfall เป็นวิธีที่คล้ายกับวิธีที่ 4 แต่หลังจากโปรยน้ำแล้วจะใช้เครื่องดูดน้ำชะล้างพื้นผิวเก็บไว้ในถังที่เตรียมไว้

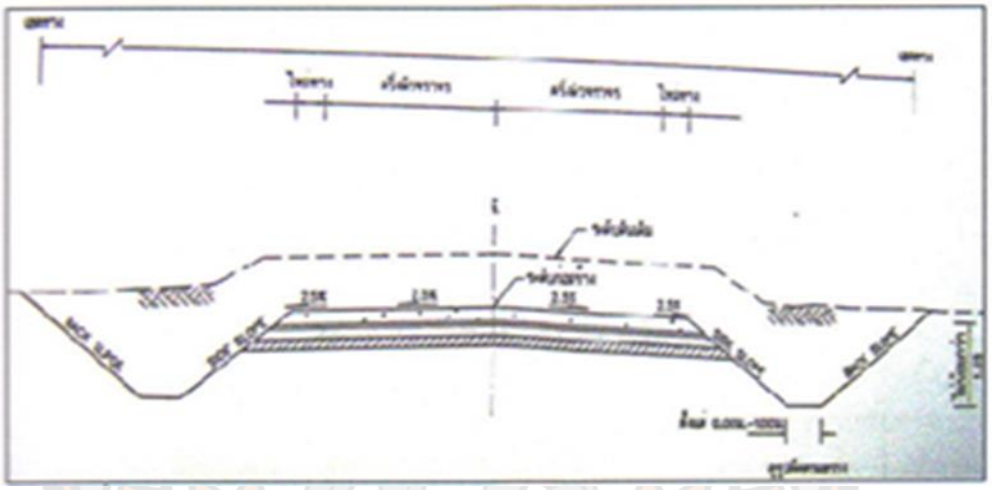
1.6 Flushing a Previously Hand Swept Street Area Using a of water เป็นการฉีดพ่นน้ำแรงดันสูงลงบนพื้นผิวเพื่อกำจัดอนุภาคฝุ่นที่ยึดติดแน่นซ่อนอุดในพื้นผิว แล้วจึงใช้แปรงกวาดเก็บเอาตัวอย่างฝุ่นใส่ภาชนะ หรืออาจติดตั้งถุงทรายไว้ที่ทางน้ำเข้าบริเวณฝาบ่อตรวจระบายน้ำข้างถนน

2. ประเภทของผิวทาง

การจำแนกประเภทของพื้นผิวทาง ได้แบ่งตามลักษณะวัสดุที่นำมาก่อสร้างชั้นผิวทางออกเป็น 2 ประเภท คือ

2.1 พื้นผิวทางแบบลาดยาง พื้นผิวลาดยางประกอบด้วยชั้นวัสดุต่าง ๆ วางซ้อนกัน โดยชั้นบนสุดเป็นผิวทางบาง ๆ ซึ่งเป็นชั้นของมวลรวมผสมยาง ชั้นลองลงมาเป็นชั้นพื้นทาง รองพื้นทาง และชั้นดินถมหรือดินเดิม ตามลำดับ ดังภาพ 3

2.2 พื้นผิวทางแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก ประกอบด้วยชั้นผิวทางเป็นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ผสม หิน ทราย และน้ำ มีเหล็กเสริมภายในชั้นผิวทางคอนกรีต อาจจะมีชั้นผิวทางแทรกอยู่ระหว่างชั้นผิวทางกับผิวดินฐานรากหรือไม่ก็ได้



ภาพ 3 รูปตัดแสดงโครงสร้างถนนลาดยาง

ที่มา: สำนักวิศวกรรมทางหลวงชนบท, 2543

3. งานก่อสร้างถนน

3.1 งานตัดต้นไม้ตัดหญ้าถางป่าขุดตอไม้ผุขยะ การถางป่าให้ทำภายในบริเวณตลอดเขตทางและการขุดตอให้ทำภายในบริเวณที่จะทำการก่อสร้างคันทาง คูข้างทาง บ่อยืม แหล่งวัสดุ และการขุดเพื่อการก่อสร้างงานโครงสร้าง บริเวณที่จะก่อสร้างคันทาง ให้ขุดตอรากไม้ออกต่ำกว่าระดับดินเดิมตามธรรมชาติไม่น้อยกว่า 30 เซนติเมตร ในกรณีที่คันทางสูงกว่าระดับดินเดิมมากกว่า 60 เซนติเมตร ให้ตัดต้นไม้และตอจนชิดใกล้ระดับดินเดิมให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ส่วนการขุดเพื่อก่อสร้างงานโครงสร้างอื่น ๆ ให้ขุดตอรากไม้ออกต่ำกว่าระดับต่ำสุดของแบบโครงสร้างไม่น้อยกว่า 30 เซนติเมตร บริเวณบ่อยืมและแหล่งวัสดุ ให้เอาตอไม้ รากไม้และวัสดุอื่น ๆ ที่ไม่ต้องการปะปนอยู่ออกจนเห็นว่าไม่มีสิ่งดังกล่าว ปนกับวัสดุที่จะนำมาใช้ในการก่อสร้างต้นไม้ใหญ่ที่อยู่นอกคันทาง หรืออยู่นอกเชิงลาดดินตัดให้คงไว้ ในกรณีจำเป็นที่จะต้องตัดให้อยู่

3.2 งานตกแต่งเกลี่ยคันทางเดิมก่อน มีการก่อสร้างถนนต้องเริ่มงานตกแต่งเกลี่ยคันทางเดิม ให้ใช้ grader หรือเครื่องมืออื่นซึ่งผู้ควบคุมงานเห็นสมควรแต่งเกลี่ยผิวหน้าของถนนตลอดความกว้างของถนน รวมทั้งไหล่ทางทั้ง2 ข้างวัชพืชหรือสิ่งปกติที่ปนอยู่ให้เอาออก แล้วตกแต่งหน้าดินให้ได้ระดับตามความต้องการของงาน ตอนใดที่สูงให้ปาดออกตอนใดที่เป็นหลุม บ่อ หรือ แอ่งหรือยุบตัวให้ขุดแต่งบริเวณนั้น จากนั้นลงดินลูกรัง โดยเกลี่ยเป็นชั้น ๆ ให้สม่ำเสมอ พรมน้ำและบดทับให้แน่นไม่น้อยกว่า 95% ในกรณีที่พื้นทางเดิมเป็นหิน ให้ลูกรังหรือหรือ Soil Aggregate มีขนาด และคุณภาพอย่างเดียวกับวัสดุ ใช้ทำรองพื้นทาง สาดปิดหน้า และพรมน้ำ บดทับให้แน่น เมื่อทำเสร็จแล้วผิวถนนเดิมต้องเรียบสม่ำเสมอทั่วกันตลอด ไม่มีแอ่ง หลุม บ่อหรือ Weak Spot และให้ถือระดับที่ปรับถนนเดิม

3.3 งานรองพื้นทาง ประกอบด้วยงานก่อสร้างชั้นรองพื้นทางด้วยลูกรังหรือ Soil Aggregate วัสดุที่จะนำมาใช้เป็นรองพื้นทางจะต้องถูกคลุกเคล้า ให้มีลักษณะสม่ำเสมอกัน แล้วกองให้เป็น Stockpile เพื่อการตรวจสอบเสียก่อน ในกรณีที่ต้องใช้วัสดุผสมกันแล้วต้องคลุกเคล้าให้สม่ำเสมอกันและถูกต้องตามคุณภาพ ที่กำหนดไว้ Spec เมื่อแต่งคันทางเรียบร้อยแล้ว ให้นำวัสดุซึ่งมีคุณภาพตามที่กำหนดมาเกลี่ยแผ่ไปบนคันทางโดยทำเป็นชั้น ๆ ชั้นหนึ่งหนาไม่เกิน 20 ซม. แต่ละชั้น

3.4 งานพื้นทาง เป็นชั้นพื้นทาง ซึ่งประกอบด้วย หินโม่ หรือกรวดโม่ ซึ่งมีขนาดละกันสม่ำเสมอจากใหญ่มาหาเล็ก บดทับแน่นบนชั้นรองพื้นทาง หรือต้นทาง ตามที่กำหนดในแบบ

3.5 งานลาดแอสฟัลท์ (Prime Coat) เป็นการลาดแอลฟัลท์ชนิดเหลว ลงบนพื้นทางที่เตรียมไว้ และได้ตบแต่งปรับปรุงถูกต้องตามแบบแล้ว เพื่อเป็นตัวยึดเหนี่ยว ให้พื้นทางเชื่อมต่อ กับผิวทางที่จะสร้างไว้ข้างบน

3.6 ผิวแบบ (Surface Treatment) ผิวทางชนิดนี้ประกอบด้วยการลาดแอสฟัสท์และเกลี่ยวัสดุหินย่อยหรือกรวดย่อยเปิดทับจะสร้างเป็นชั้นเดียวหรือหลายชั้นก็ได้ บนพื้นทางที่ได้ทำไว้ถูกต้องตามข้อกำหนดและได้ทำการลง Prime Coat ไว้เรียบร้อย หรือบนผิวทางแอสฟัลท์เดิมหรือบนที่ได้ซึ่งเตรียมไว้เรียบร้อยแล้วตามที่กำหนดไว้ในแบบ

3.7 ผิวทางหรือพื้นทาง (Asphaltic Concrete) ผิวทางและพื้นทางที่เป็น Aggregate และวัสดุแอสฟัลท์ด้วยวิธีของ Marshall Method of Mix Design หรือวิธีการอื่นใดที่กรมทางหลวงเห็นสมควรและ เหมาะสมเพื่อประโยชน์ของทางราชการ (สำนักวิศวกรรมทางหลวงชนบท, 2543)

การป้องกันและแนวทางในการลดฝุ่นละอองจากการก่อสร้าง

1. การป้องกันและควบคุมฝุ่นละออง

วิธีการที่นำมาใช้ในการป้องกันและควบคุมฝุ่นละอองมีดังต่อไปนี้

1. โดยการออกกฎข้อบังคับ (Registration) เพื่อใช้ในการบังคับและควบคุมแหล่งกำเนิดของฝุ่นซึ่งจะมีความเหมาะสมและสัมพันธ์กับวิชาการ เช่น การกำหนดมาตรฐานฝุ่นละอองภายในโรงงานว่าควรมีค่าปริมาณของฝุ่นละอองเท่าใดที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของโรงงาน

2. การแบ่งเขตเฉพาะ (Buffer Zone) โดยจัดวางแบ่งเขตพื้นที่ให้มีความเหมาะสมตามสภาพของการทำงานไม่ให้ปะปนกัน เช่น เขตอันตรายที่ต้องควบคุมในเรื่องฝุ่นละอองคือแผนกตัดไม้ ต้นไม้ และแผนกตกแต่ง ซึ่งจะเป็นการกำหนดแผนผังโรงงานเพื่อช่วยให้สามารถควบคุมและปฏิบัติงานให้อยู่ในพื้นที่ที่จำกัด วิธีนี้จะช่วยลดอันตรายและเหตุรำคาญลงไปได้มาก

3. การควบคุมการปฏิบัติงานต่าง ๆ (Control of Activity) โดยการควบคุมกิจกรรมต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดฝุ่นละอองในโรงงานให้ได้มาตรฐานที่ถูกต้องตามหลักวิชาการโดยมีการจัดตั้งคณะกรรมการตรวจสอบสภาพแวดล้อมในโรงงาน

4. การให้ความรู้แก่ผู้ปฏิบัติงาน (Community Health Education) ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งในการควบคุมสภาพแวดล้อม โดยการแนะนำในด้านการปฏิบัติงานที่ถูกต้องหรือการหลีกเลี่ยงจากแหล่งที่ก่อให้เกิดฝุ่นละอองและให้ความรู้ถึงอันตรายที่เกิดขึ้น ตลอดจนเรียนรู้การป้องกันตัวเองและผู้อื่น

2. แนวทางในการแก้ไขปัญหาฝุ่นละออง

2.1 การควบคุมที่แหล่งกำเนิด เช่น การติดตั้งระบบกำจัดฝุ่นละอองในโรงงานอุตสาหกรรมและเพื่อป้องกันไม่ให้ความชื้นผ่าน ลงไปใต้พื้นทาง

2.2 ปรับปรุงคุณภาพของน้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงใน ยานพาหนะและโรงงานอุตสาหกรรม

2.3 ป้องกันการฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองจากรถบรรทุก หิน ดิน ทราย วัสดุก่อสร้างด้วยการคลุมผ้าใบให้มิดชิด

2.4 การก่อสร้างอาคาร ต้องป้องกันไม่ให้ฝุ่นปลิวออกมาจากตัวอาคารโดยใช้ผ้าใบคลุมและล้างทำความสะอาดล้อรถที่วิ่งเข้าออกบริเวณก่อสร้างทุกครั้ง

2.5 การก่อสร้างถนน ต้องลดการฟุ้งกระจายของฝุ่นด้วยการพนละอองน้ำให้พื้นเปียกชุ่มอยู่ตลอดเวลา

2.6 ปรับปรุงมาตรฐาน กฎหมายที่เกี่ยวข้อง เช่น คุณภาพอากาศในบรรยากาศมลพิษที่ปล่อยออกมาจากโรงงานอุตสาหกรรม ไอเสียที่ปล่อยออกจากยานพาหนะ ได้แก่

2.6.1 การควบคุมที่แหล่งกำเนิด เช่น การติดตั้งระบบกำจัดฝุ่นละอองในโรงงานอุตสาหกรรม

2.6.2 ปรับปรุงคุณภาพของน้ำมันเชื้อเพลิง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงในยานพาหนะและโรงงานอุตสาหกรรม

2.6.3 ป้องกันการฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองจากรถบรรทุกหิน ดิน ทราย วัสดุก่อสร้าง ด้วยการคลุมผ้าใบให้มิดชิด

2.6.4 การก่อสร้างถนนต้องลดการฟุ้งกระจายของฝุ่นด้วยการพ่นละอองน้ำให้พื้นเปียกชุ่มอยู่ ตลอดเวลา

2.6.5 ปรับปรุงมาตรฐานกฎหมายที่เกี่ยวข้อง เช่น คุณภาพอากาศในบรรยากาศ มลพิษที่ปล่อยออกมาจากโรงงานอุตสาหกรรม ไอเสียที่ปล่อยออกจากยานพาหนะ

2.6.6 เข้มงวด กวดขันยานพาหนะที่ปล่อยมลพิษเกินมาตรฐาน

3. แนวทางในการควบคุมฝุ่นละอองจาการก่อสร้าง

บริเวณก่อสร้างทางเข้า ทางออก

3.1 ควรจัดอุปกรณ์และสถานที่สำหรับล้างทำความสะอาดล้อและตัวถังรถ ก่อนออกจากสถานที่ก่อสร้าง

3.2 จัดทำรั้วทึบแข็งแรง สูงไม่น้อยกว่า 2 เมตร รอบสถานที่ก่อสร้างและมีสิ่งปกคลุมทางเดินสำหรับป้องกันวัสดุตกหล่นลงในที่สาธารณะด้วย

3.3 จัดทำทางเข้าออกเพียง 1 ช่องทาง โดยใช้ยางแอลฟัลต์ หรือคอนกรีตปูบริเวณทางเข้า-ออกด้วย

3.4 ทางเข้าออกต้องไม่กีดกันช่องทางน้ำไหล และไม่ทำให้เกิดความเสียหายต่อระบบระบายน้ำหรือกีดขวางช่องทางน้ำสาธารณะ

3.5 อาคารก่อสร้างที่ติดกับที่สาธารณะ ผู้ก่อสร้างต้องดูแลรักษาความสะอาดทางเท้า ถนนและที่สาธารณะที่อยู่ติดกับที่ก่อสร้างด้วย การผสมคอนกรีต การใสไม้ หรืองานที่ทำให้เกิดมลภาวะ

3.6 ควรทำในห้องที่มีหลังคาหรือมีผ้าคลุม และผนังปิดด้านข้างอีก 3 ด้านด้วย

4. การจัดกองวัสดุ

4.1 ควรบรรจุผงซีเมนต์ทหรือเคมีภัณฑ์ในภาชนะที่ปกปิดมิดชิด

4.2 กองวัสดุที่มีฝุ่น ควรปิดหรือคลุมในที่ปิดล้อมทั้งด้านบนและด้านข้าง 3 ด้าน หรือฉีดพรมน้ำให้ผิวเปียกอยู่เสมอ

4.3 เมื่อมีการขนย้ายวัสดุที่มีฝุ่น ต้องฉีดพรมน้ำก่อนย้ายทันที

4.4 ไม่วางกองหรือเก็บวัสดุเครื่องมือเครื่องใช้ ชิ้นส่วนโครงสร้างในที่สาธารณะ นอกจากขออนุญาติจากผู้ว่าราชการกรุงเทพมมหานครก่อน และต้องมีการป้องกันอันตรายต่อบุคคลและทรัพย์สินรวมทั้งติดตั้งไฟให้สว่างเพียงพอในเวลากลางคืนด้วย

5. การจัดการวัสดุเหลือใช้

5.1 ต้องปกคลุมเศษวัสดุด้วยผ้าคลุม หรือปิดมิดชิดทั้งด้านบน และด้านข้าง 3 ข้างด้วย

5.2 จัดทำปล่องหรือวิธีการที่เหมาะสมมิดชิด สำหรับทิ้งหรือลำเลียงเศษวัสดุขนย้ายเศษวัสดุ ขยะ สิ่งปฏิกูล ออกจากที่ก่อสร้างอย่างน้อยทุก 2 วัน หรือจัดเก็บในที่มีขนาดเพียงพอ โดยทำความสะอาดอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา เพื่อไม่ให้เกิดฝุ่นละอองสิ่งสกปรกเปรอะเปื้อน

5.3 ปลายปล่องที่ใช้ทิ้งเศษวัสดุ ต้องสูงจากระดับพื้นหรือวัสดุรองรับไม่เกิน 1 เมตร

6. การควบคุมฝุ่นละอองและเศษวัสดุร่วงหล่น

ต้องใช้ผ้าใบทึบหรือโปร่งแสง หรือวัสดุอื่นที่เหมาะสม ปิดกันสิ่งก่อสร้างป้องกันเศษวัสดุก่อสร้างร่วงหล่นและฝุ่นละอองฟุ้งกระจาย

7. การก่อสร้างเสร็จแล้ว

7.1 ต้องจัดเก็บวัสดุที่เหลือ และทำความสะอาดสถานที่ก่อสร้างและรอบสถานที่โดยเร็ว

7.2 ล้างท่อระบายน้ำ ทำความสะอาดที่ขวางทางระบายน้ำสาธารณะไม่ให้มีเศษวัสดุจากการก่อสร้าง

7.3 ต้องจัดการซ่อมแซมถนน ทางสาธารณะหรือสาธารณูปโภคที่เสียหายให้อยู่ในสภาพที่ดี

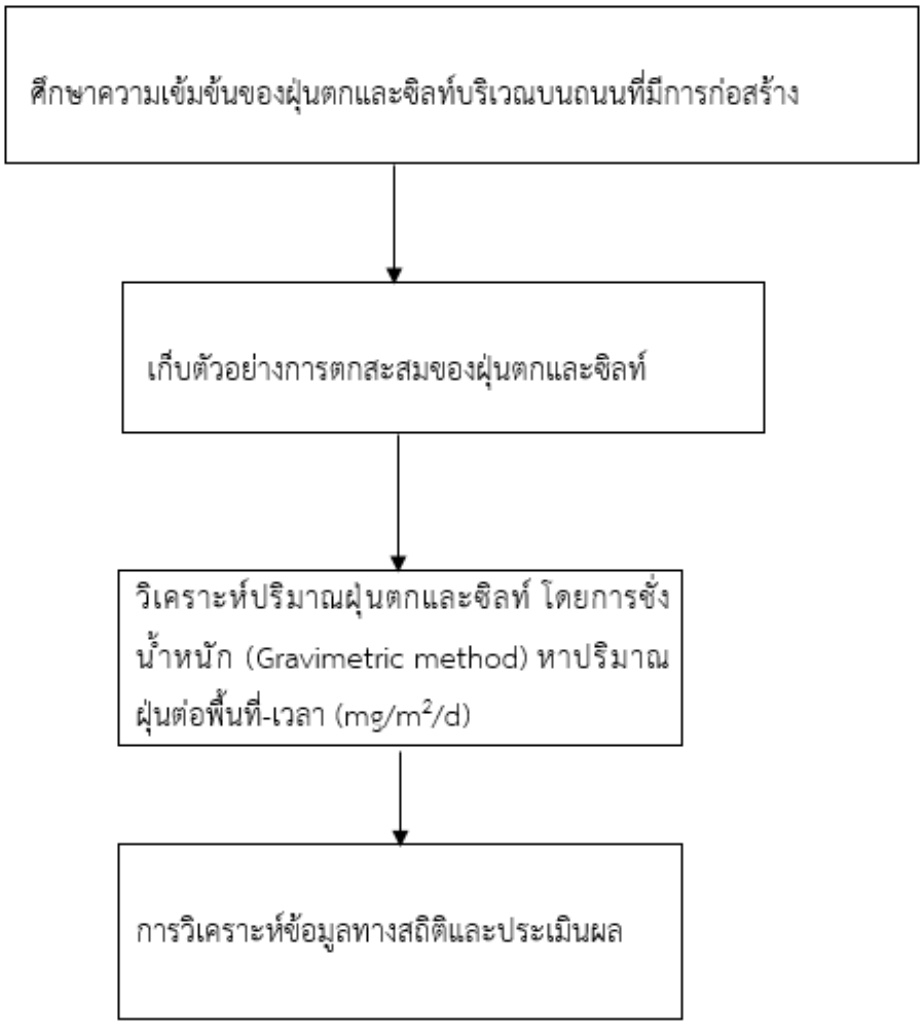
7.4 การเชื่อมต่อกับสิ่งสาธารณูปโภค เช่น เป็นทางเข้า-ออกเชื่อมท่อระบายน้ำและน้ำประปา ต้องไม่ทำให้ส่วนรวมเสียหาย และดำเนินการตามกฎหมายบัญญัติในเรื่องนั้น

8. กฎหมายที่เกี่ยวข้อง

การกระทำใด ๆ อันเป็นเหตุให้เกิดกลิ่น แสง รังสี เสียง ความร้อน สิ่งมีพิษ ความสั่นสะเทือน ฝุ่น ละออง เขม่า เถ้า หรือกรณีอื่นใดจนเป็นเหตุให้เสื่อมหรืออาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพอาจก่อให้เกิดความเดือดร้อนแก่ผู้อยู่อาศัยบริเวณใกล้เคียงหรือผู้ที่ต้องประสบเหตุนั้น ถือว่าเป็นเหตุรำคาญตามมาตรา 25 (4) แห่งพระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535

ผู้เป็นต้นเหตุหรือเกี่ยวข้องกับการก่อหรืออาจก่อให้เกิดเหตุรำคาญนั้น ต้องระงับ หรือป้องกันเหตุรำคาญนั้น หรือป้องกันมิให้มีเหตุรำคาญนั้นเกิดขึ้นอีกในอนาคต ตามมาตรา 27 (ฝ่ายสุขาภิบาลทั่วไป กองอนามัยสิ่งแวดล้อม สำนักอนามัย กรุงเทพมหานคร)

กรอบแนวของการวิจัย



ภาพ 4 กรอบแนวของการวิจัย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ภัทรกร ก่ำซ้อน และคณะ (2553) การศึกษาการตกสะสมของฝุ่นตกในเขตและบริเวณโดยรอบมหาวิทยาลัยนเรศวร โดยทำการเก็บตัวอย่าง 16 จุด ในเขตมหาวิทยาลัยนเรศวร เก็บตัวอย่าง 8 จุด และ อีก 8 จุดบริเวณโดยรอบมหาวิทยาลัย ในช่วงเดือนกรกฎาคม 2553 ถึงเดือนมกราคม 2554 โดยวิธี Dust Fall Jar เก็บตัวอย่างสะสม 30 วัน พบว่าปริมาณฝุ่นตกในเขตมหาวิทยาลัยนเรศวรที่จุดเก็บตัวอย่างอาคารศูนย์วิจัยฝึกอบรมพลังงาน มีค่ามากที่สุดอยู่ในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2553 โดยมีปริมาณฝุ่น 184.12 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ซึ่งมีค่าเกินมาตรฐานฝุ่นตกในบริเวณย่านที่พักอาศัย 65-130 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน เนื่องจากบริเวณนั้นอยู่ใกล้กับ

แหล่งอาศัยของนก แปลงทดลองการปลูกพืชสวนครัว ปริมาณฝุ่นตกบริเวณโดยรอบมหาวิทยาลัยนเรศวรพบว่าที่จุดเก็บตัวอย่าง ร้านคังเซน- เคนโก อินเตอร์เนชันแนลบริเวณประตู 5 มีค่ามากที่สุดอยู่ในช่วงเดือนสิงหาคม 2553 โดยมีปริมาณฝุ่น 100.64 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ซึ่งมีค่าตามมาตรฐานฝุ่นตก บริเวณดังกล่าวเป็นย่านธุรกิจ ตลาดนัดและการจราจรหนาแน่น

ปฑมกร มูลทะสิทธิ์ (2559) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ณ บริเวณพื้นที่จอดรถของนิสิตและบุคลากรในมหาวิทยาลัยนเรศวร และศึกษาความรู้และ ทัศนคติของเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยที่มีต่อฝุ่นละออง ในการศึกษาทำการสุ่มเก็บตัวอย่าง ครอบคลุมทั้งวันทำการและวันหยุดในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงเดือนสิงหาคม โดยเก็บตัวอย่าง 3 พื้นที่ คือ บริเวณป้อมรักษาความปลอดภัยหอพักนิเวศ 1-2 บริเวณป้อมรักษาความปลอดภัยหอพักนิเวศ 7-8 และบริเวณป้อมรักษาความปลอดภัยหอพักนิสิต ผลการศึกษาพบว่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก กว่า 10 ไมครอน ณ จุดเก็บตัวอย่างบริเวณป้อมรักษาความปลอดภัยหอพักนิเวศ 1-2 มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 47.27 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (มีค่าในช่วง 8.17-85.78 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) จุดเก็บตัวอย่างบริเวณป้อมรักษาความปลอดภัยหอพักนิเวศ 7-8 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 42.02 ไมโครกรัม ต่อลูกบาศก์เมตร (มีค่าในช่วง 4.08- 89.87 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) และจุดเก็บตัวอย่างบริเวณ ป้อมรักษาความปลอดภัยหอพักนิสิต มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 45.52 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (มีค่า ในช่วง 16.34-73.53 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ซึ่งพบว่าทั้ง 3 พื้นที่มีค่าไม่เกินมาตรฐานที่ 120 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ที่เวลาเฉลี่ย 24 ชั่วโมง สำหรับผลการศึกษาจากแบบสอบถามเกี่ยวกับ ความรู้และทัศนคติของเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยในมหาวิทยาลัยนเรศวร พบว่าเจ้าหน้าที่รักษา ความปลอดภัยประจำหอพักต่าง ๆ ส่วนใหญ่มีความรู้และทัศนคติในด้านต่าง ๆ ทั้งด้านการจัดการ ปัญหาเรื่องฝุ่น การมีส่วนร่วมในการจัดการปัญหาเรื่องฝุ่นและการปฏิบัติเพื่อป้องกันและลดปริมาณ ของฝุ่นละอองอยู่ในระดับที่ดีถึงดีมากมากกว่า 90% ผลการศึกษานี้จะเป็นประโยชน์ในการนำไปสู่การ เสนอแนะแนวทางการจัดการปัญหาเรื่องฝุ่นในมหาวิทยาลัยนเรศวรต่อไป

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

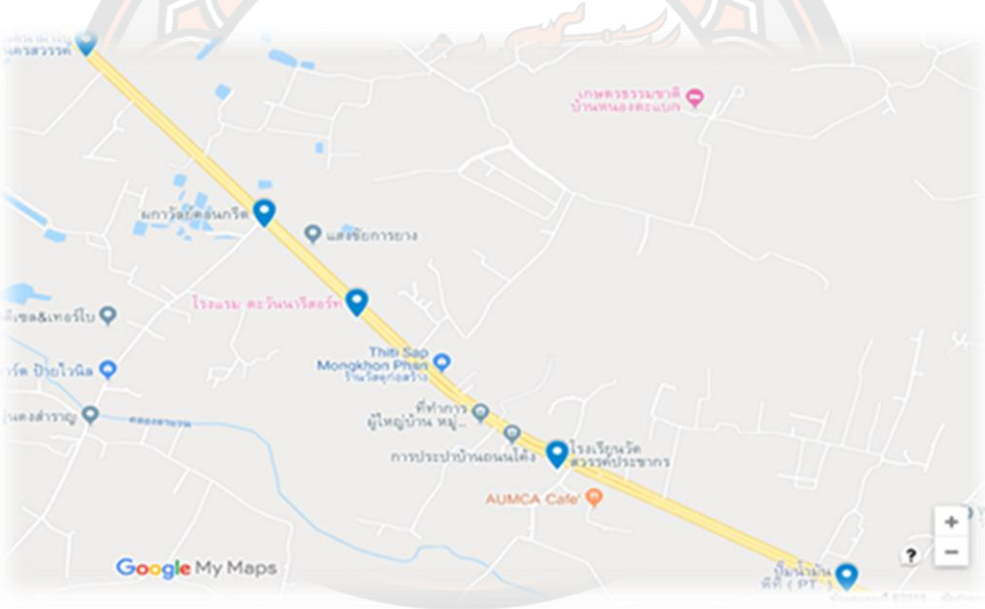
พื้นที่ทำการวิจัย

1. ลักษณะพื้นที่โดยทั่วไป ศึกษาบริเวณถนนที่มีการก่อสร้าง คือ บริเวณริมถนนพหลโยธิน ช่วง (หนองเบน-เขาขาด) ในจังหวัดนครสวรรค์ มีระยะทาง 10 กิโลเมตร เป็นงานการก่อสร้างถนน

ภาพ 5 แผนที่แสดงพื้นที่ทำการวิจัย ถนนพหลโยธิน ภายในจังหวัดนครสวรรค์

ที่มา: สำนักงานท่องเที่ยว จังหวัดนครสวรรค์ กระทรวงท่องเที่ยวและกีฬา, สืบค้นกันยายน 2561

ภาพ 6 ถนนพหลโยธินบริเวณก่อสร้างถนนเทศบาลตำบลหนองเบนถึง อบต. วัดไทรย์ (เขาขาด)



ภาพ 7 ตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างฝุ่นบริเวณก่อสร้าง

ที่มา: ตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างฝุ่นบริเวณก่อสร้าง, สืบค้นกันยายน 2561

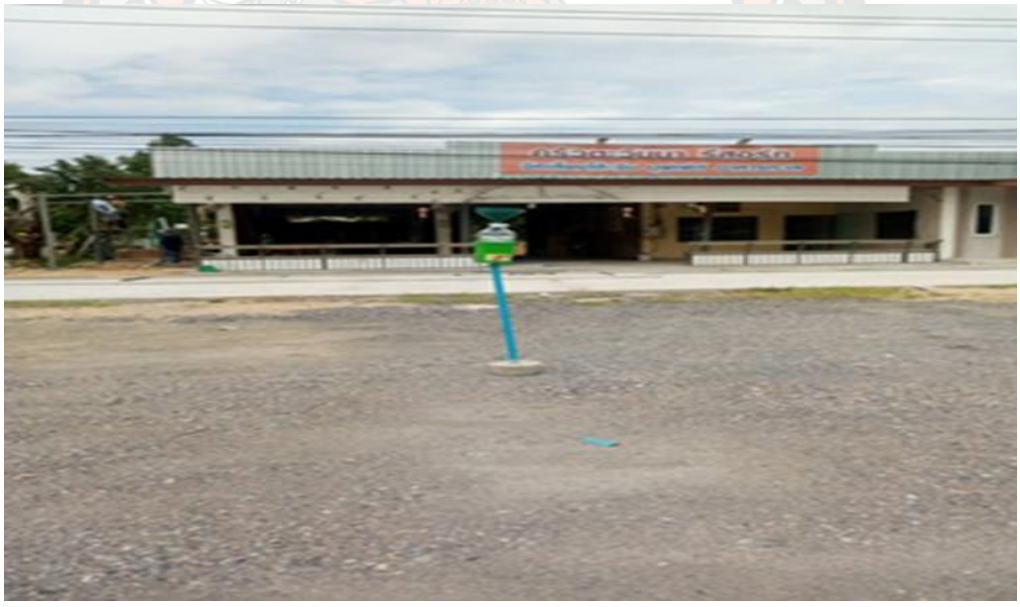
2. จุดเก็บตัวอย่าง ตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างฝุ่นที่กำลังก่อสร้างถนนลาดยางถนนพหลโยธิน ช่วง (หนองเบน- เขาขาด) ภายในจังหวัดนครสวรรค์ 5 วางห่างกันระยะประมาณ 2 กิโลเมตร รวมระยะทาง 10 กิโลเมตร จุดดังแสดงในตาราง

ตาราง 7 จุดเก็บตัวอย่างการตกสะสมของฝุ่นตก และ ฝุ่นซิลท์

จุด	จุดเก็บตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่างฝุ่นตก	จำนวนตัวอย่างซิลท์
A	บริเวณริมถนนหน้าปั้มน้ำมันพีที	2	2
B	บริเวณริมถนนหน้าวัดประชากรสวรรค์	2	2
C	บริเวณริมถนนหน้าตะวันนารีสอร์ท	2	2
D	บริเวณริมถนนหน้าวัดหนองโรง	2	2
E	บริเวณริมถนนหน้าร้านจินตนาผ้าใบ	2	2
	รวม	10	10

ภาพ 8 จุด A บริเวณริมถนนหน้าปั้มน้ำมันพีที

ภาพ 9 จุด B บริเวณริมถนนหน้าวัดประชากรสวรรค์



ภาพ 10 จุด C บริเวณริมถนนหน้าตะวันนารีสอร์ท

ภาพ 11จุด D บริเวณริมถนนหน้าวัดหนองโรง

ภาพ 12 จุด E บริเวณริมถนนหน้าร้านจินตนาผ้าใบ

ขั้นตอนการเก็บตัวอย่าง

1. แผนการดำเนินงาน

1.1 เตรียมเครื่องมือเก็บตัวอย่างการสะสมของฝุ่น ช่วงเดือน ตุลาคม 2561

1.2 ศึกษาและสำรวจพื้นที่ และเก็บข้อมูล ช่วงตั้งแต่เดือน พฤศจิกายน 2561

1.3 ติดตั้งเครื่องมือเก็บตัวอย่างการตกสะสมของฝุ่นตก ช่วงตั้งแต่เดือน ธันวาคม 2561 – มกราคม 2562

1.4 วิเคราะห์ตัวอย่าง และวิเคราะห์ผลการทดลอง ช่วงตั้งแต่ กุมภาพันธ์ 2562-เมษายน 2562

1.5 สรุปผลงานวิจัย ช่วง พฤษภาคม 2562

1.6 จัดทำรายงานวิจัยและจัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์ ช่วง มิถุนายน 2562

กิจกรรม \ เดือน	ตุลาคม 61	พฤศจิกายน 61	ธันวาคม 61	มกราคม 61	กุมภาพันธ์ 61	มีนาคม 62	เมษายน 62	พฤษภาคม 62	มิถุนายน 62
1. เตรียมเครื่องมือเก็บตัวอย่างการสะสมของฝุ่น	↔								
2. ศึกษาและสำรวจพื้นที่ และเก็บข้อมูล	↔	↔							
3. ติดตั้งเครื่องมือเก็บตัวอย่างการตกสะสมของฝุ่นตก			↔	↔					
4. วิเคราะห์ตัวอย่าง และวิเคราะห์ผลการทดลอง					↔	↔	↔		
5. สรุปผลงานวิจัย								↔	↔
6. จัดทำรายงานวิจัยและจัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์								↔	↔

การตรวจวัดปริมาณฝุ่นตกและซิลท์

1. ปริมาณการตกสะสมของฝุ่น โดย Dust Fall Jar วิธีอนุภาคฝุ่นโดยอาศัยแรงโน้มถ่วง

หลักการฝุ่นตกเป็นการเก็บตัวอย่างมวลสาร โดยใช้เทคนิคเชิงกราวิเมตริก (Gravimetric) หรือการตกตะกอน (sedimentation) เป็นการเก็บรวบรวมอนุภาคที่มีมวลเพียงพอที่จะตกออกจากบรรยากาศโดยแรงโน้มถ่วงของโลก

2. วัสดุอุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างฝุ่นตก ประกอบด้วย

2.1 ถังเก็บตัวอย่างเป็นถังพลาสติกมีกรวยอยู่ด้านบนถังพลาสติกโดยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของกรวย 19.6 เซนติเมตร สูง 37 เซนติเมตร

2.2 ขาตั้งขวดเก็บตัวอย่าง ประกอบด้วยท่อเหล็กยาวประมาณ 1.5 เมตรมีข้อต่อต่อกับตะแกรงสาหรับวางถังพลาสติก ประยุกต์มาจากอุปกรณ์ของกรมควบคุมมลพิษ

(A) **(B)**

ภาพ 13 อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างฝุ่นตก (A) อุปกรณ์ของกรมควบคุมมลพิษ (B)

3. เครื่องมือและอุปกรณ์การศึกษาฝุ่นตก ในการทำการวิจัย

3.1 เครื่องชั่งไฟฟ้า 4 ตำแหน่ง สำหรับชั่งตัวอย่างฝุ่นตก

ภาพ 14 เครื่องชั่งไฟฟ้า 4 ตำแหน่ง

3.2 ตู้ดูดความชื้น (Desiccator Cabinet)

ภาพ 15 ตู้ดูดความชื้น (Desiccators Cabinet)

3.3 คีมคีบปากแบน (Forceps)

3.4 ขวดใส่น้ำกลั่น

3.5 บีกเกอร์ ขนาด 500 มิลลิลิตร

3.6 กระบอกตวง ขนาด 500 มิลลิลิตร

3.7 แท่งแก้วคนสาร

3.8 ชุดเครื่องกรอง (Buchner Filter)

4. การวิเคราะห์ความเข้มข้นของฝุ่นตก

การวิเคราะห์ความเข้มข้นของฝุ่นตก วิเคราะห์ปริมาณด้วยวิธีการชั่งน้ำหนัก (Gravimetric method) การคำนวณหาอนุภาคการตกสะสมของฝุ่น โดยมีการวิเคราะห์ดังนี้

4.1 การเตรียมกระดาษกรอง

4.1.1 นำน้ำกลั่นหยดลงบนกระดาษกรองให้ชุ่ม จากนั้นนำไปอบในเตาอบที่อุณหภูมิ 103°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

4.1.2 นำกระดาษกรองที่อบแล้วใส่ในตู้ดูดความชื้น

4.1.3 ชั่งน้ำหนักกระดาษกรองด้วยเครื่องชั่งละเอียด ทศนิยม 5 ตำแหน่ง แล้วบันทึกน้ำหนักกระดาษกรองไว้เป็นน้ำหนักกระดาษกรองก่อนกรอง

4.2 วิธีการเตรียมตัวอย่างเพื่อหาความเข้มข้นฝุ่นตก

4.2.1 ฉีดน้ำกลั่นรอบ ๆ ผนังภาชนะเก็บฝุ่น เพื่อชะฝุ่นที่ติดตามผนังภาชนะ แล้วใช้แท่งแก้วคนหรือเขี่ยฝุ่นที่ติดรอบ ๆ และก้นภาชนะ กรองโดยใช้ตะแกรงละเอียดเพื่อนำใบไม้และแมลงออก

4.2.2 เทสารละลายที่ได้จากข้างต้น ลงบนกระดาษกรองที่ทราบน้ำหนักแล้ว โดยใช้ชุดเครื่องกรองน้ำช่วยในการกรอง

4.2.3 นำกระดาษกรองจากข้อ 2. เข้าตู้อบอุณหภูมิ 103°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

4.2.4 จากนั้นนำไปใส่ไว้ในตู้ดูดความชื้นเป็นเวลา 30 นาที

4.2.5 ชั่งน้ำหนักกระดาษกรอง บันทึกผลเป็นน้ำหนักกระดาษกรองหลังกรอง

4.2.6 คำนวณน้ำหนักฝุ่น และรายงานผลการวิเคราะห์ในหน่วยน้ำหนัก/พื้นที่ของปากภาชนะ/ระยะเวลาเก็บ

การคำนวณหาปริมาณอนุภาคการตกสะสมของฝุ่นหาได้จากสูตร ดังนี้

$$DF(mg/m^2/day) = \frac{\left(W_2(g) - W_1(g)\right) \times 10^3}{A \times T}$$

โดยที่

DF = ปริมาณการตกสะสมของฝุ่นในอากาศ (มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน)

W1 = น้ำหนักกระดาษกรองก่อนเก็บตัวอย่าง (กรัม)

W2 = น้ำหนักกระดาษกรองหลังเก็บตัวอย่าง (กรัม)

A = พื้นที่หน้าตัดของอุปกรณ์เก็บตัวอย่าง (ตารางเมตร)

T = ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง (วัน)

10^3 = เปลี่ยนหน่วยกรัม เป็น มิลลิกรัม

หมายเหตุ การทดลองนี้ใช้วิธีวิเคราะห์แบบการหาของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids, SS) เนื่องจากข้อจำกัดด้านอุปกรณ์และมีตัวอย่างจำนวนมาก ซึ่งปกติควรใช้วิธีวิเคราะห์แบบการหาของแข็งทั้งหมด (Total Solids, TS)

การหาปริมาณซิลท์

การศึกษาปริมาณและขนาดของฝุ่นที่สะสมบนพื้นผิวถนนที่มีการก่อสร้างในถนนพหลโยธินช่วง (หนองเบน-เขาขาด) อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ ความยาวถนนประมาณ 10 กิโลเมตรโดยเครื่องดูดฝุ่นเก็บตัวอย่างโดยใช้วิธีดูดฝุ่นบนพื้นที่ 1 ตารางเมตร ตามความกว้างของถนน 10 เมตรได้ 10 ตัวอย่าง โดยเก็บตัวอย่างในเดือนธันวาคม 2561 และเดือนมกราคม 2562 เป็นจำนวน 2 เดือน เดือนละ 1 ครั้ง โดยพบปริมาณฝุ่นสะสมบนถนนเนื่องจากมีการก่อสร้างถนน ปริมาณซิลท์เก็บตัวอย่างฝุ่นละอองจากบริเวณพื้นถนนที่กำลังทำการก่อสร้างทำการเก็บตัวอย่างปริมาณการตกสะสมของฝุ่นจากนั้นนำมาทำการวิเคราะห์หาปริมาณซิลท์ในห้องปฏิบัติการโดยวิธี Sieve test ตามวิธีมาตรฐานของASTM C-136 sieve analysis โดยการวิเคราะห์ตัวอย่างที่ห้องปฏิบัติการ ปริมาณซิลท์ คือ ปริมาณฝุ่นละอองที่ผ่านคะแกรงเบอร์ 200 ซึ่งมีขนาดเล็กว่า 75 ไมครอน

1. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่าง

1.1.1 เครื่องดูดฝุ่น ยี่ห้อ Electrolux รุ่น ZB6106WD VACUUM CLEANER Voltage: 220-240V 50/60Hz แสดงดังภาพ 16

ภาพ 16 เครื่องดูดฝุ่น ยี่ห้อ Electrolux

1.1.2 ถุงกันร้อน ขนาด 7x11 นิ้ว เก็บตัวอย่างซิลท์

1.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการแยกฝุ่น

1.2.1 เครื่องเขย่าคัดแยกอนุภาคด้วยตะแกรง ENDECOTTS LTD.

1.2.2 เบอร์ตะแกรง No.8, No.20, No.50, No60, No.100, No.200, Pan

1.2.3 ขนาด 450 - 600 ไมครอน 450 - 300 ไมครอน 150 - 300 ไมครอน 100 - 150 ไมครอน 75 - 100 ไมครอน < 75 ไมครอน

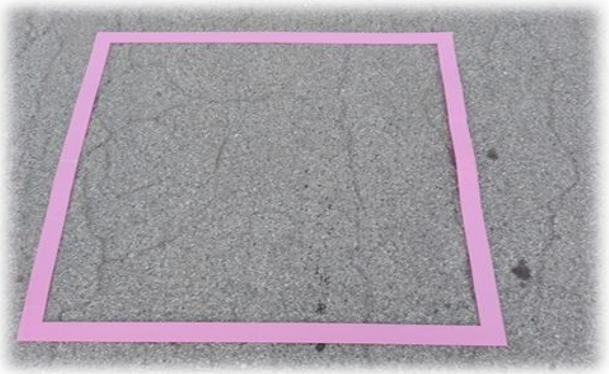
ภาพ 17 เครื่องแยกขนาดฝุ่น ENDECOTTS LTD.

ที่มา: ห้องทดสอบคุณภาพวัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

2. การเก็บตัวอย่างซิลท์

2.1 จัดเตรียมเครื่องมืออุปกรณ์เก็บฝุ่น โดยทำการตัดฟิวเจอร์บอร์ดเป็นกรอบสี่เหลี่ยม พื้นที่ 1 ตร.ม. เพื่อใช้เป็นพื้นที่ในการเก็บตัวอย่างถนนที่ทำการก่อสร้าง

2.2 เริ่มเก็บตัวอย่างฝุ่นถนนที่ทำการก่อสร้างเก็บตัวอย่างด้วยเครื่องดูดฝุ่นในพื้นที่ที่กำหนดไว้ 1 ตารางเมตร ดังภาพ 18



ภาพ 18 ฟิวเจอร์บอร์ดเป็นกรอบสี่เหลี่ยม พื้นที่ 1 ตร.ม.

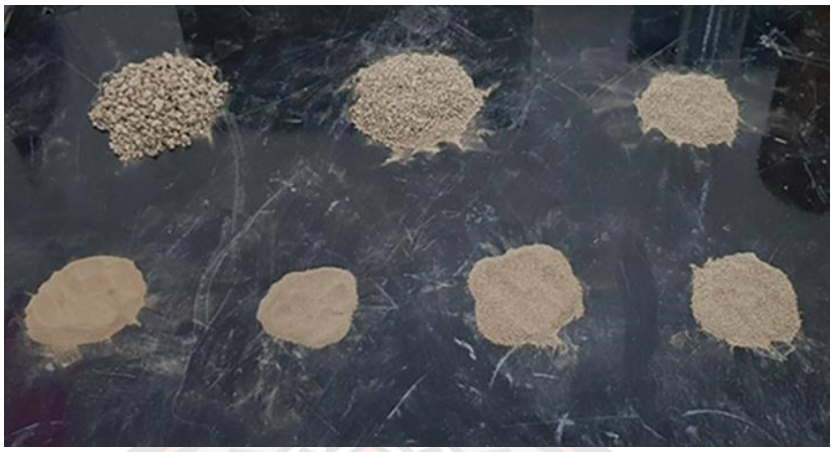
ภาพ 19 การเก็บตัวอย่างฝุ่นโดยใช้เครื่องดูดฝุ่นแบบไร้สาย

ภาพ 20 การเก็บตัวอย่างฝุ่นบนถนนโดยการตีตารางจุดละ 10 ช่อง

2.3 ตัวอย่างฝุ่นที่ได้จะทำการเก็บใส่ไว้ในถุงกันร้อน นำตัวอย่างที่ได้มาแยกขนาดโดยวิธี Sieve Analysis Test ตามวิธีมาตรฐานของ ASTM E11 (Sieve analysis) โดยใช้ตะแกรงเบอร์ No.20, No.30, No.50, No60, No.100, No.200, Pan ตามลำดับเพื่อแยกฝุ่นออกเป็น 6 ขนาด คือ < 75, 75-100 ไมครอน 100-150 ไมครอน 150-300 ไมครอน 300-450 ไมครอน 450-600 ไมครอน ดังภาพ 20 เมื่อได้อนุภาคฝุ่นที่ค้างบนตะแกรงขนาดต่าง ๆ จึงนำไปใส่เก็บไว้ในถุงกันร้อนเพื่อนำไปหาค่าน้ำหนักต่อไป

ภาพ 21 การชั่งน้ำหนักฝุ่นบนถนน

ภาพ 22 การแยกตัวอย่างฝุ่นบนถนน



ภาพ 23 ตัวอย่างฝุ่นบนถนนจากการก่อสร้าง

3. การวิเคราะห์ตัวอย่าง

ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างฝุ่นตกและซิลท์ ดังนี้

3.1 วิเคราะห์ปริมาณด้วยวิธีการชั่งน้ำหนัก (Gravimetric method)

3.2 วิเคราะห์ปริมาณฝุ่นตก

3.3 วิเคราะห์ปริมาณซิลท์

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

4.1 วิเคราะห์ข้อมูลในสถิติทางสถิติ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

4.2 ศึกษาความสัมพันธ์ของค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นตกและซิลท์

บทที่ 4

ผลการวิจัย

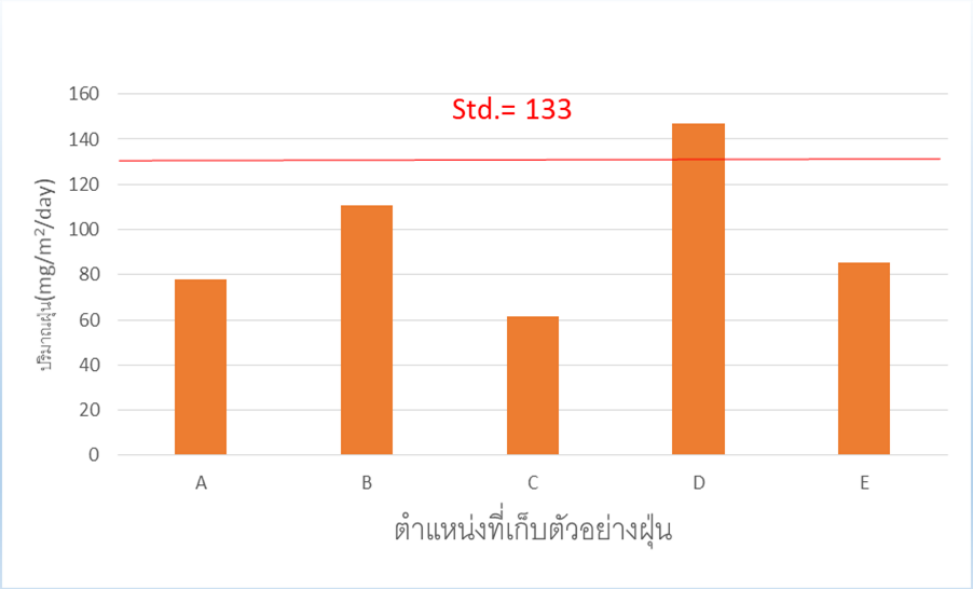
การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาหาความเข้มข้นของฝุ่นละอองทั้งฝุ่นตกและปริมาณซิลท์จากการก่อสร้างถนนและการจัดการในบริเวณริมถนนพหลโยธินช่วง (หนองเบน-เขาขาด) ในจังหวัดนครสวรรค์ ทำการเก็บตัวอย่างจาก 5 จุด ได้แก่ บริเวณริมถนนหน้าปั้มน้ำมันพีที บริเวณริมถนนหน้าวัดประชากรสวรรค์ บริเวณริมถนนหน้าตะวันนารีสอร์ท บริเวณริมถนนหน้าวัดหนองโรงและบริเวณริมถนนหน้าจินตนาผ้าใบซึ่งทั้งหมดอยู่ในด้วยเครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นตก (Dust Fall Jar Container) เป็นเวลา 2 เดือนเพื่อเปรียบเทียบระหว่างช่วงกำลังก่อสร้างและการก่อสร้างที่กำลังจะเสร็จ ผลการสรุปวิจัยได้ ดังนี้

ปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตก

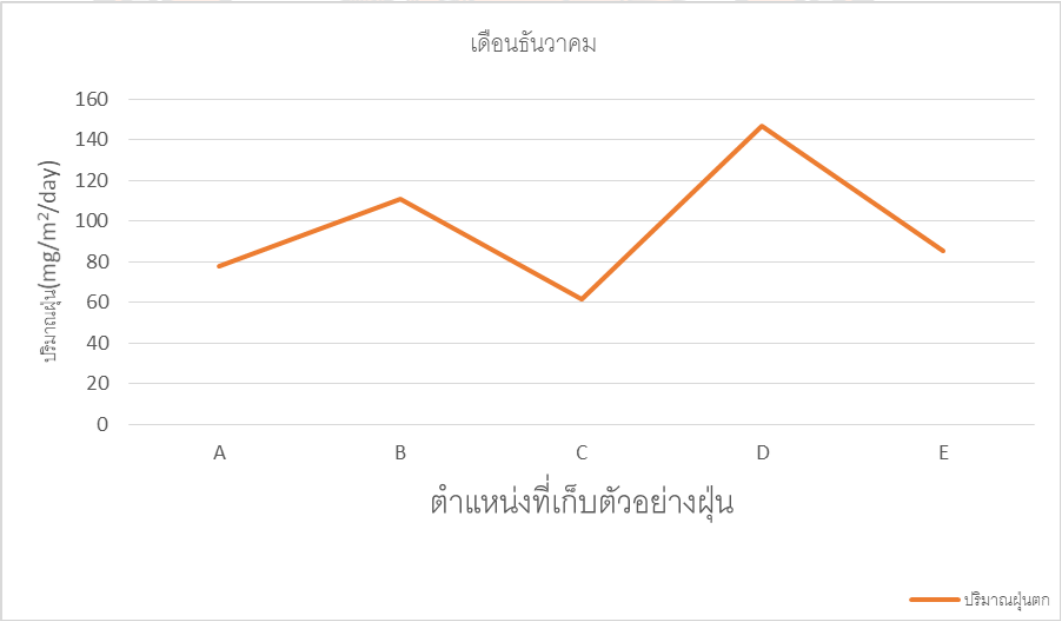
ผลการตรวจวัดความเข้มข้นของฝุ่นตก ที่เก็บตัวอย่างด้วยเครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นตก (Dust Fall Jar Container) จากจุดเก็บตัวอย่าง 5 จุด โดย สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ความเข้มข้นของฝุ่นตกในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561

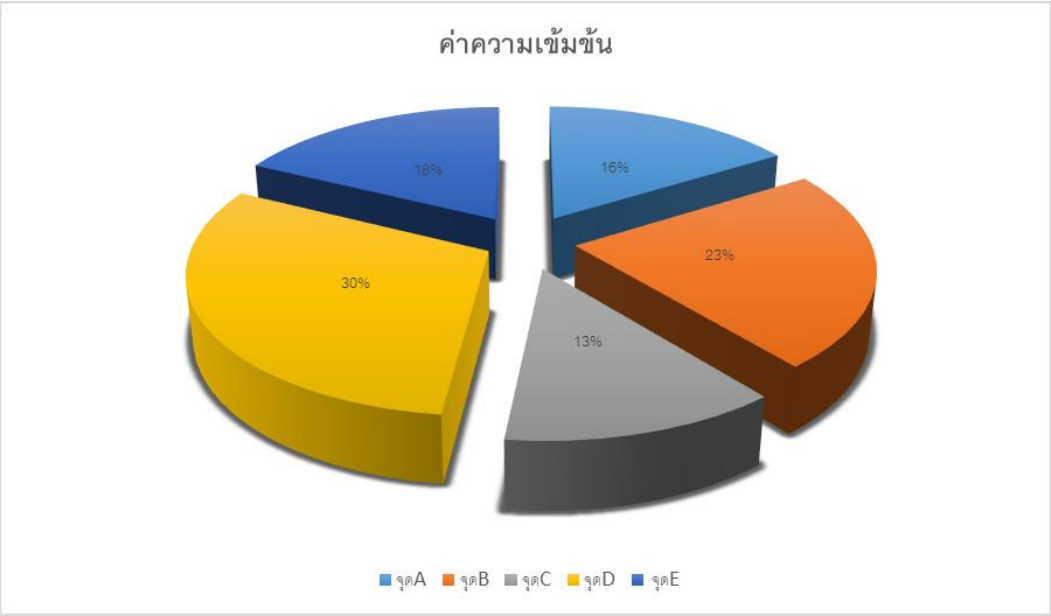
ในเดือนธันวาคม ที่อยู่ในช่วงการก่อสร้างถนนลูกรังบดอัด พบว่า จุด A บริเวณริมถนนหน้าปั้มน้ำมันพีทีมีค่าความเข้มข้นฝุ่นตก 77.89 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน จุด B บริเวณริมถนนหน้าวัดประชากรสวรรค์ มีค่าความเข้มข้นเกิน 110.75 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน จุด C บริเวณริมถนนหน้าตะวันนารีสอร์ท มีค่าความเข้มข้นฝุ่นตก 61.33 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวันจุด D บริเวณริมถนนหน้าวัดหนองโรงมีค่าความเข้มข้นฝุ่นตก 147 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวันและจุด E บริเวณริมถนนหน้าจินตนาผ้าใบมีค่าความเข้มข้นของฝุ่นตก 85.24 มิลลิเมตรต่อตารางเมตรต่อวัน จากการเก็บตัวอย่างในช่วงเดือนมกราคมพบว่าเขตการก่อสร้างถนนที่บริเวณริมถนนหน้าตะวันนารีสอร์ท มีค่าความเข้มข้นน้อยที่สุดคิดเป็น 13 %เนื่องจากไม่มีรถผ่านรอบข้างไม่มีบ้านพักอาศัยและไม่เป็นจุดกลับรถและบริเวณริมถนนหน้าวัดหนองโรงมีค่าเกินความเข้มข้นมากที่สุดคิดเป็น 30 % เมื่อเปรียบเทียบกับค่าความเข้มข้นฝุ่นรวมสูงสุดที่ทำให้เกิดความรำคาญเกินค่ามาตรฐานของมาเลเซีย 133 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวันเนื่องจากเป็นทางที่มีการใช้ยานพาหนะขนวัสดุคอนกรีตจากร้านและเป็นทางเข้าซอยวัดหนองโรงอีกทั้งเป็นทางกลับรถนอกนั้นมีค่าไม่เกินมาตรฐานทุกจุดดังแสดงในภาพ 24 ภาพ 25 และ ภาพ 26



ภาพ 24 แผนภูมิแสดงความเข้มข้นของฝุ่นตกเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561



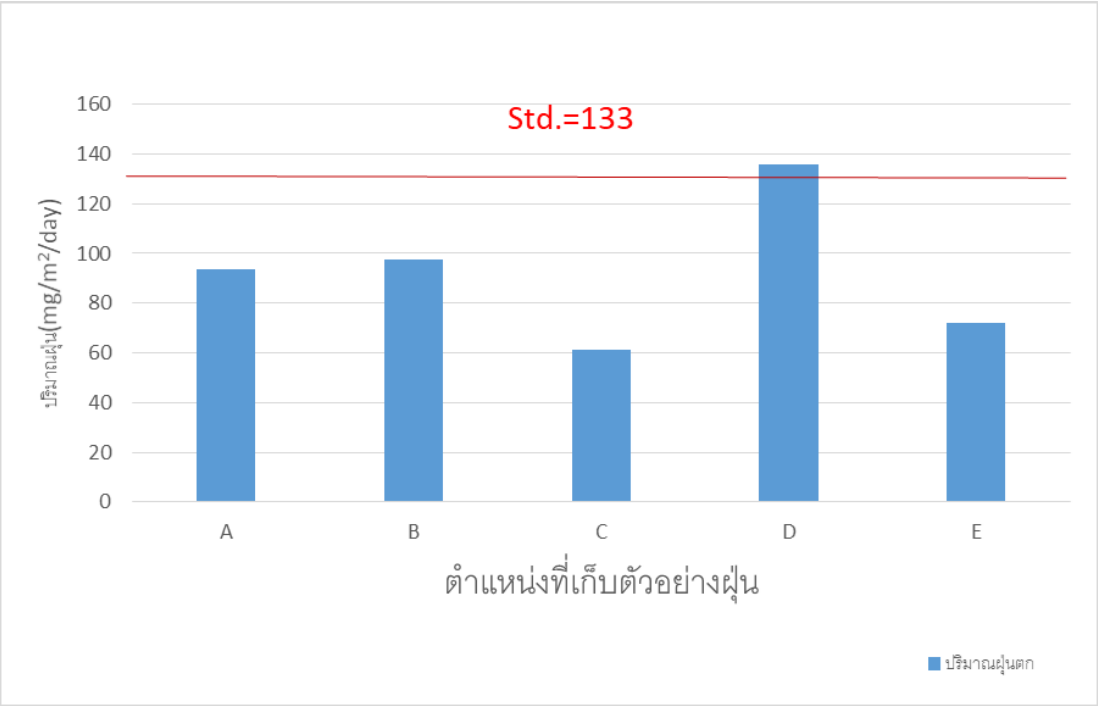
ภาพ 25 กราฟแสดงความเข้มข้นของฝุ่นตกเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561



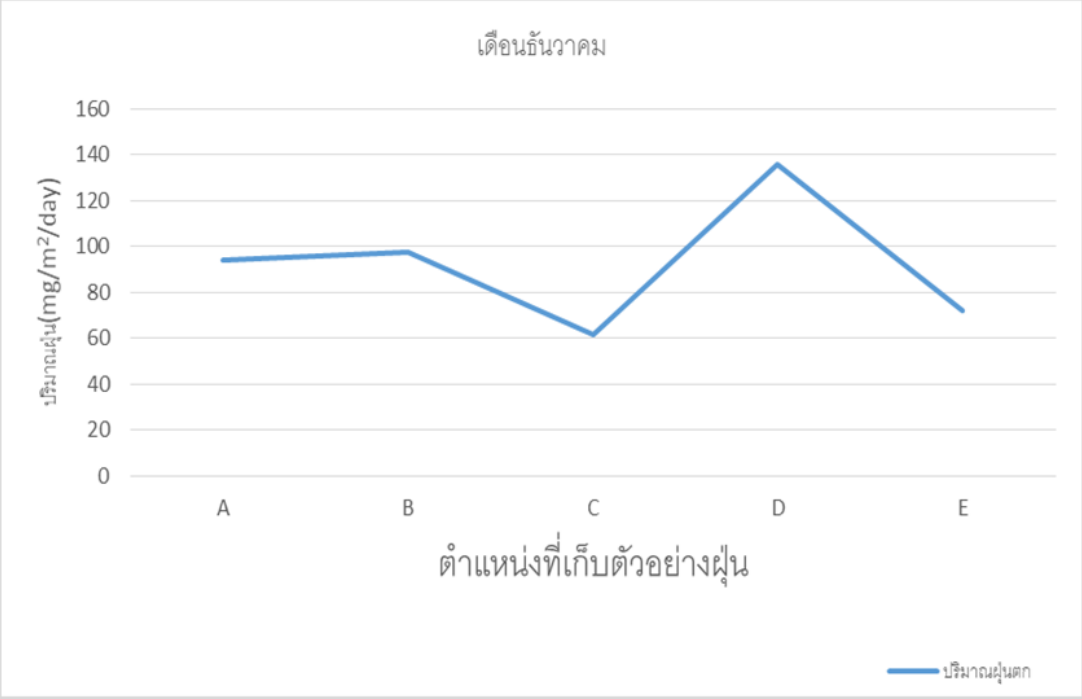
ภาพ 26 กราฟแสดงความเข้มข้น (%) ของฝุ่นตกเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561

2. ความเข้มข้นของฝุ่นตกในเดือนมกราคม พ.ศ. 2562

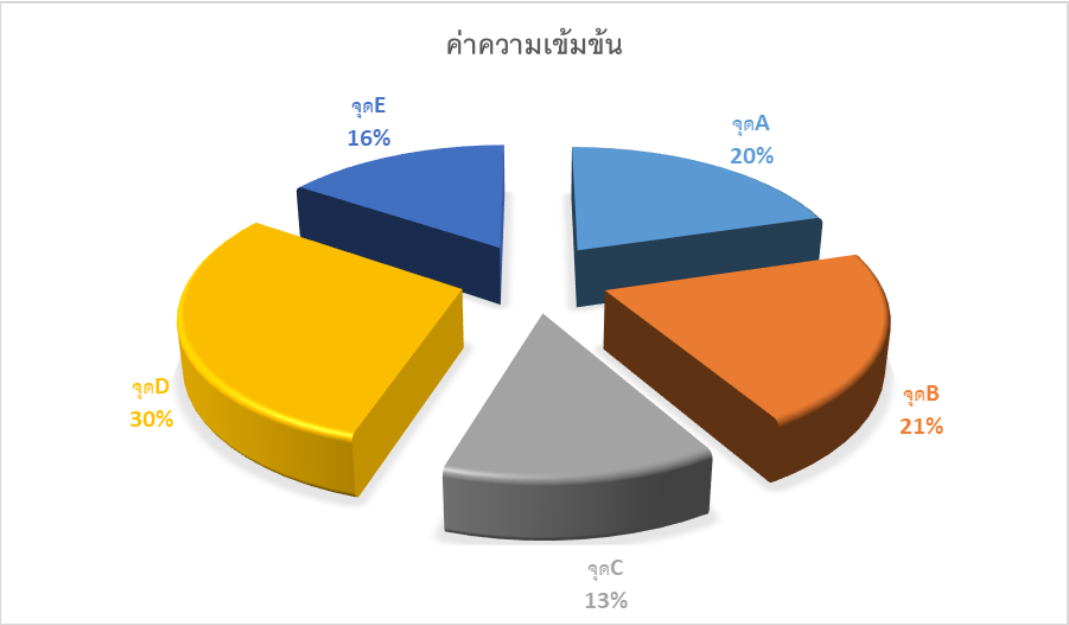
ในเดือนมกราคม ที่อยู่ในช่วงการก่อสร้างถนนเทลาดยาง พบว่าจุด A บริเวณริมถนนหน้าปั้มน้ำมันพีทีมีค่าความเข้มข้นฝุ่นตก 93.77 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน จุด B บริเวณริมถนนหน้าวัดประชากรสวรรค์ มีค่าความเข้มข้นเกิน 97.55 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน จุด C บริเวณริมถนนหน้าตะวันนารีสอร์ท มีค่าความเข้มข้นฝุ่นตก 61.33 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน จุด D บริเวณริมถนนหน้าวัดหนองโรงมีค่าความเข้มข้นฝุ่นตก 136 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวันและจุด E บริเวณริมถนนหน้าจินตนาผ้าใบ มีค่าความเข้มข้นของฝุ่นตก 71.84 มิลลิเมตรต่อตารางเมตรต่อวัน จากการเก็บตัวอย่างในช่วงเดือนธันวาคมพบว่าเขตการก่อสร้างถนนบริเวณริมถนนหน้าตะวันนารีสอร์ทมีค่าความเข้มข้นน้อยที่สุดคิดเป็น13% เนื่องจากไม่มีรถผ่านรอบข้างไม่มีบ้านพักอาศัยและไม่เป็นจุดกลับรถและบริเวณริมถนนหน้าวัดหนองโรงมีค่าเกินความเข้มข้นมากที่สุดคิดเป็น 30 % เมื่อเปรียบเทียบกับค่าความเข้มข้นฝุ่นรวมสูงสุดที่ทำให้เกิดความรำคาญเกินค่ามาตรฐานของมาเลเซีย 133 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวันเนื่องจากเป็นทางที่มีการใช้ยานพาหนะขนวัสดุคอนกรีตจากร้านและเป็นทางเข้าซอยวัดหนองโรงและเป็นทางกลับรถนอกนั้นมีค่าไม่เกินมาตรฐานทุกจุดดังแสดงใน ภาพ 27 ภาพ 28 และภาพ 29



ภาพ 27 แผนภูมิแสดงความเข้มข้นของฝุ่นตกเดือนมกราคม พ.ศ. 2562

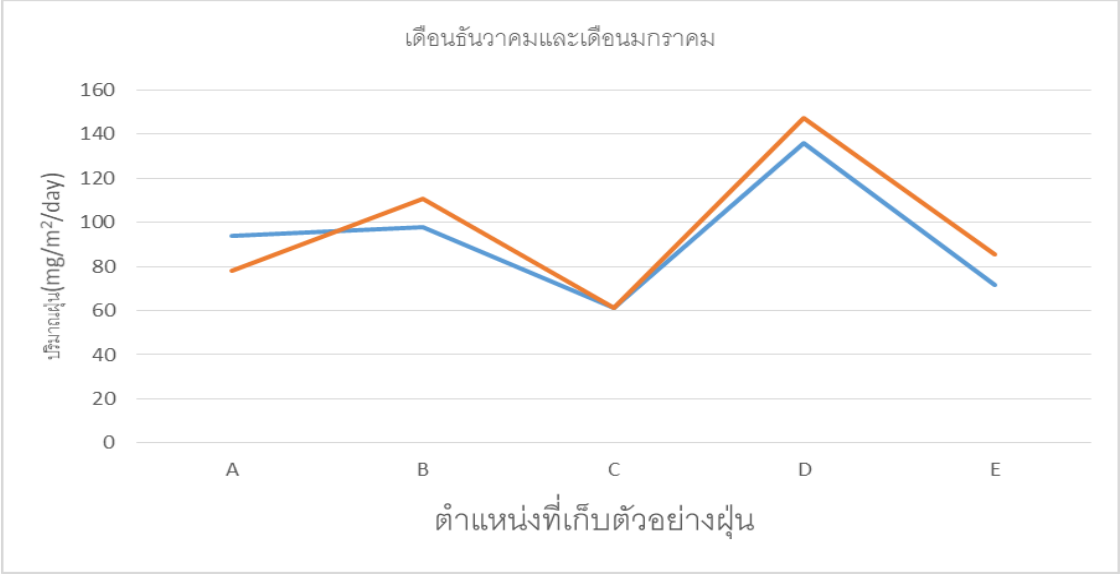


ภาพ 28 กราฟแสดงความเข้มข้นของฝุ่นตกเดือนมกราคม พ.ศ. 2562

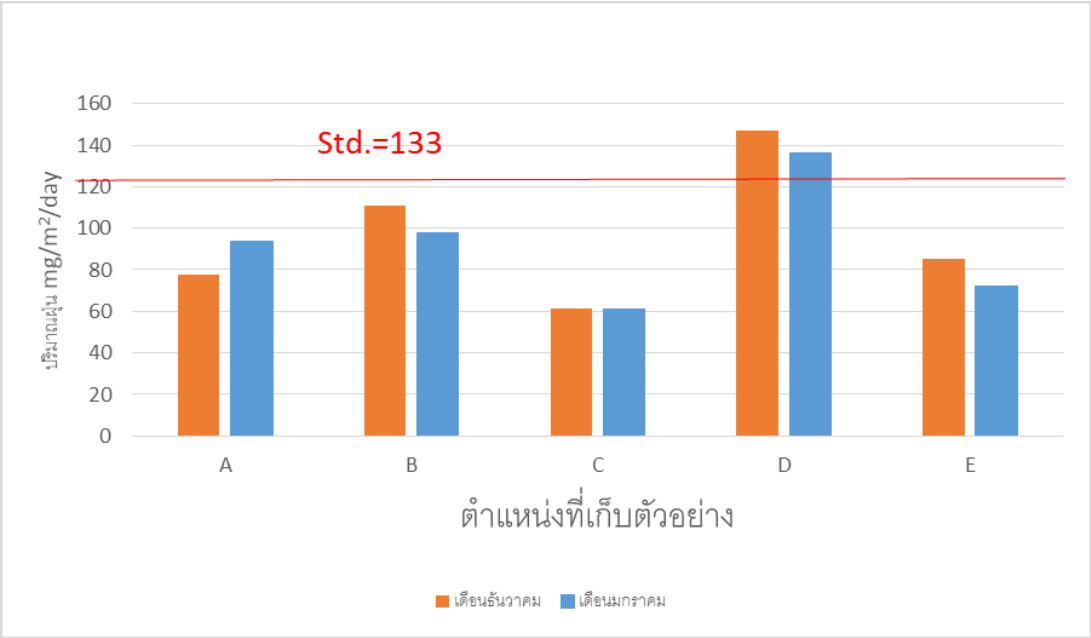


ภาพ 29 กราฟแสดงความเข้มข้นของฝุ่นตกเดือนมกราคม พ.ศ. 2562

3. ความเข้มข้นของฝุ่นตกทั้งหมด



ภาพ 30 กราฟแสดงความเข้มข้นของฝุ่นตกทั้งหมด



ภาพ 31 แผนภูมิแสดงความเข้มข้นของฝุ่นตกทั้งหมด

จากการเก็บตัวอย่างในช่วงเดือนธันวาคม พ.ศ.2561 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 พบว่าในเดือนธันวาคมมีค่าความเข้มข้นมากกว่าเดือนมกราคมและพบว่าเขตการก่อสร้างถนนบริเวณบนถนนหน้าตะวันนารีสอร์ททั้ง 2 เดือนทั้งมีค่าความเข้มข้นน้อยที่สุดและเขตการก่อสร้างบริเวณบนถนนหน้าวัดหนองโรงทั้ง 2 เดือนมีค่าความเข้มข้นมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับค่าความเข้มข้นฝุ่นรวมสูงสุดที่ทำให้เกิดความรำคาญ มีค่าเกินค่ามาตรฐานของมาเลเซีย133 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวันเนื่องจากเป็นทางที่มีการใช้ยานพาหนะขนวัสดุคอนกรีตจากร้านและเป็นทางเข้าซอยวัดหนองโรงและเป็นทางกลับรถจึงจึงทำให้มีผลกระทบต่อพืช อาคารและบ้านพักอาศัยและมีผลต่อสุขภาพแต่ไม่ถึงขั้นรุนแรงอาจจะทำให้ระคายเคืองตาและคันผิวหนังหรือก่อให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญได้ นอกนั้นมีค่าไม่เกินมาตรฐานทุกจุดดังแสดงภาพ 30 และ ภาพ 31

ปริมาณซิลท์

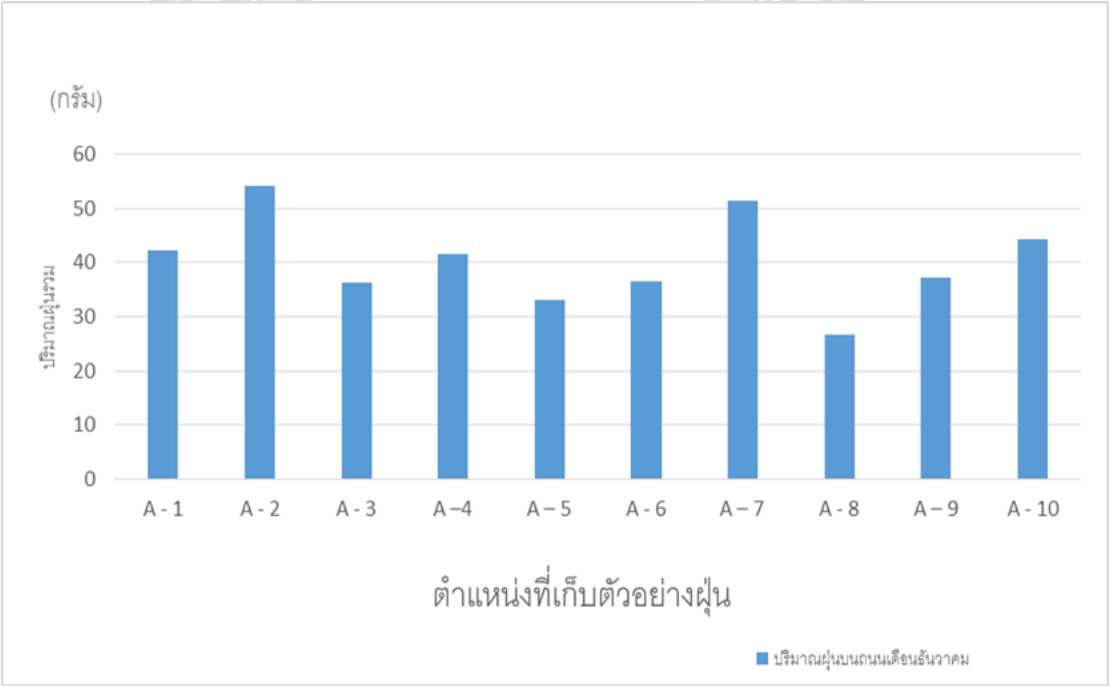
การศึกษาปริมาณและขนาดของฝุ่นที่สะสมบนพื้นผิวถนนที่มีการก่อสร้างในถนนพหลโยธินช่วง (หนองเบน-เขาขาด) อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ ความยาวถนนประมาณ 10 กิโลเมตร โดยเครื่องดูดฝุ่นเก็บตัวอย่างโดยใช้วิธีดูดฝุ่นบนพื้นที่ 1 ตารางเมตร ตามความกว้างของถนน 10 เมตรได้ 10 ตัวอย่าง โดยเก็บตัวอย่างในเดือนธันวาคม 2561และเดือนมกราคม 2562 เป็นจำนวน 2 เดือน เดือนละ 1 ครั้ง โดยพบปริมาณฝุ่นสะสมบนถนนเนื่องจากมีการก่อสร้างถนน

ลักษณะของฝุ่นที่ได้จากการเก็บตัวอย่างบนถนนก่อสร้างในถนนพหลโยธิน (หนองเบน-เขาขาด) อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์

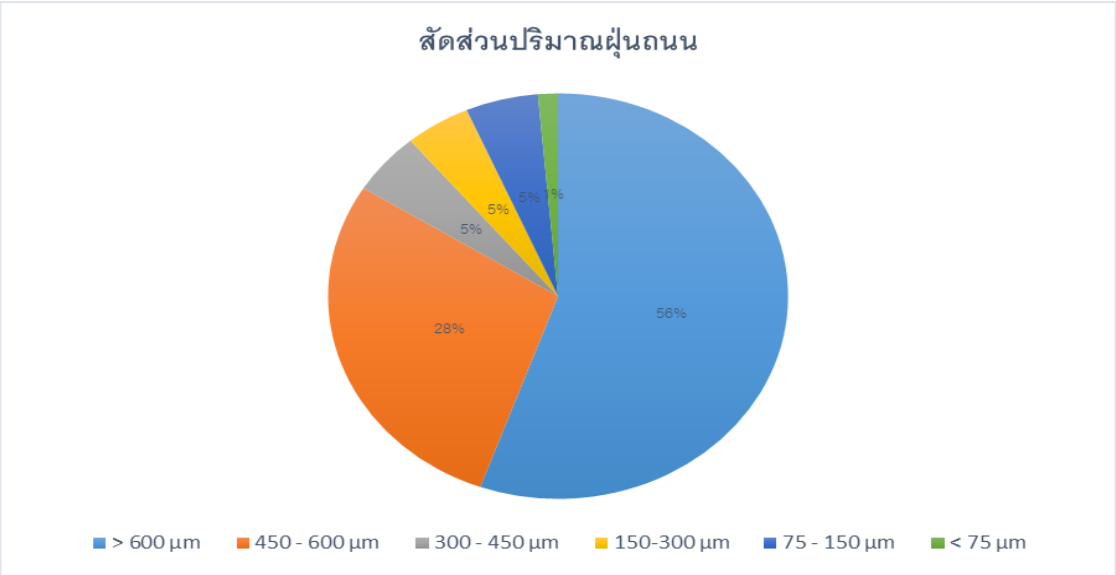
> 600 µm 450 - 600 µm 300 - 450 µm 150-300 µm 75 - 150 µm < 75 µm

ภาพ 32 ตัวอย่างขนาดต่าง ๆ ของฝุ่น

1. บริเวณบนถนนหน้าปั้มน้ำมันพีทีเดือนธันวาคมพ.ศ. 2561



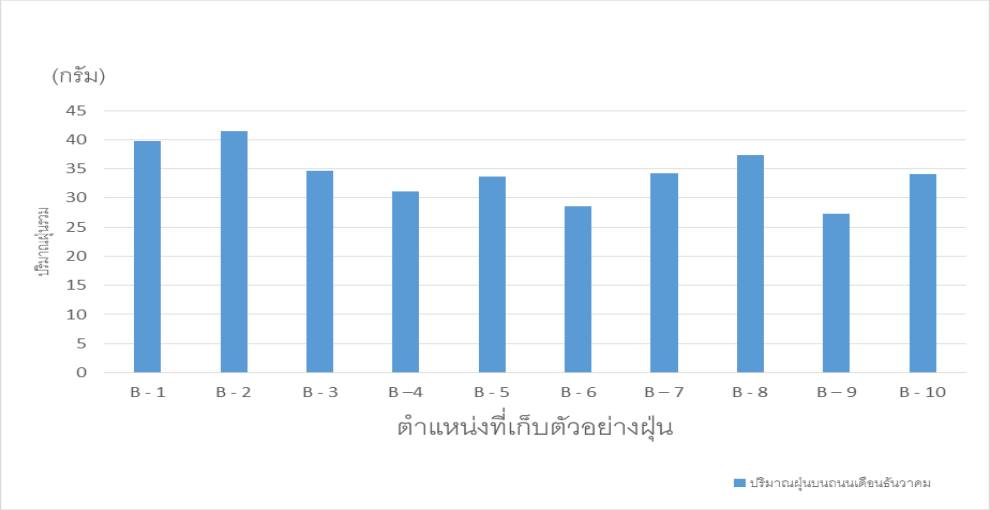
ภาพ 33 จุด A แผนภูมิแสดงปริมาณฝุ่นรวมแต่ละขนาดเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561



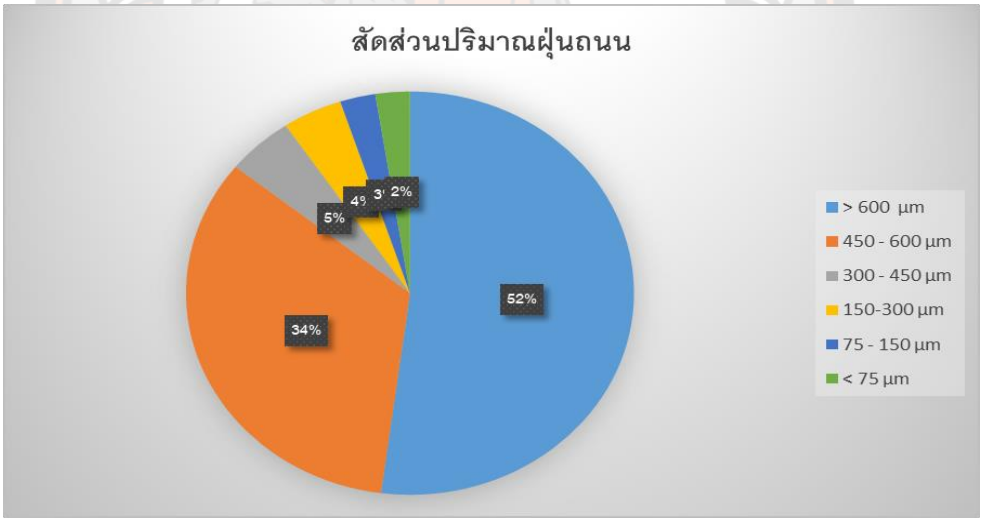
ภาพ 34 จุด A สัดส่วนปริมาณฝุ่นถนนแต่ละขนาดเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561

จากการศึกษาจุด A บริเวณบนถนนหน้าปั้มน้ำมันพีทีในเดือนธันวาคมจากการเก็บตัวอย่างพบว่ามีจุด A-2 มีค่าปริมาณฝุ่นมากที่สุด 54.24 กรัม มีค่าปริมาณฝุ่นสะสมทั้งหมด 403.59 กรัม นอกจากการวิเคราะห์หาปริมาณฝุ่นรวมแล้วยังได้วิเคราะห์ปริมาณและสัดส่วนฝุ่นในแต่ละขนาดในฝุ่นรวมนำค่าปริมาณฝุ่นขนาดต่าง ๆ เพื่อเปรียบเทียบสัดส่วนปริมาณฝุ่นถนนแต่ละขนาดและแต่ละตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างฝุ่นพบว่าโดยมีปริมาณฝุ่น ขนาดใหญ่ > 600 µm มากที่สุดที่ 56% และขนาด < 75 µm มีน้อยที่สุดที่ 1%

2. บริเวณบนถนนหน้าวัดประชากรสวรรค์เดือนธันวาคม พ.ศ. 2561



ภาพ 35 จุด B แผนภูมิแสดงปริมาณฝุ่นรวมแต่ละขนาดเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561

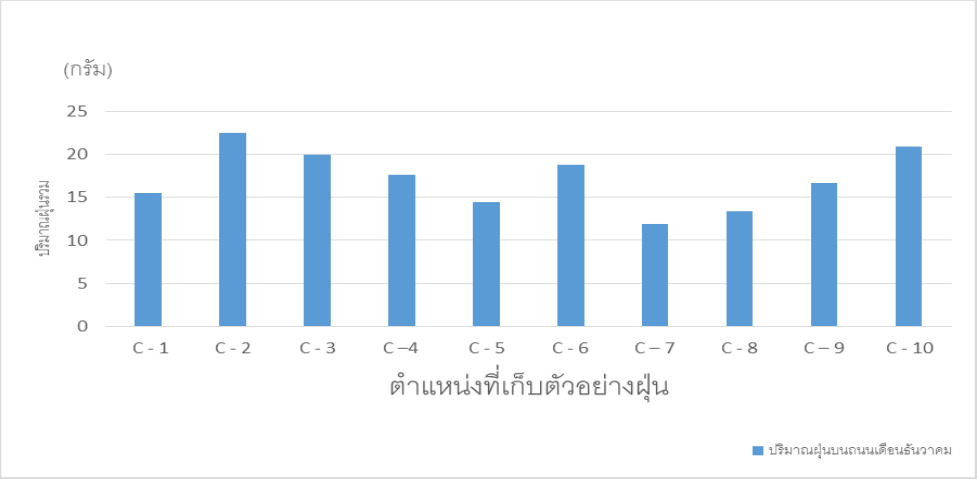


ภาพ 36 จุด B สัดส่วนปริมาณฝุ่นถนนแต่ละขนาดเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561

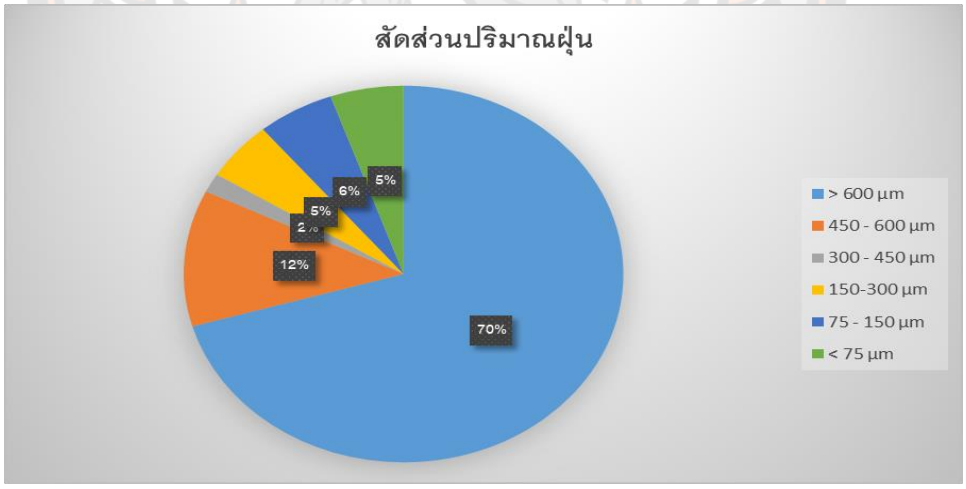
จากการศึกษาจุด B บริเวณบนถนนหน้าวัดประชากรสวรรค์ในเดือนธันวาคมจากการเก็บตัวอย่างพบว่ามีจุด B-2 มีค่าปริมาณฝุ่นมากที่สุด 41.42 กรัม มีค่าปริมาณฝุ่นสะสมทั้งหมด 342.15 กรัม นอกจากการวิเคราะห์หาปริมาณฝุ่นรวมแล้วยังได้วิเคราะห์ปริมาณและสัดส่วนฝุ่นในแต่ละขนาดในฝุ่นรวม นำค่าปริมาณฝุ่นขนาดต่าง ๆ เพื่อเปรียบเทียบสัดส่วนปริมาณฝุ่นถนนแต่ละขนาด

และแต่ละตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างฝุ่นพบว่าโดยมีปริมาณฝุ่น ขนาดใหญ่ > 600 µm มากที่สุดที่ 52% และขนาด < 75 µm มีค่าน้อยที่สุดที่ 2%

3. บริเวณริมถนนหน้าตะวันนารีสอร์ทเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561



ภาพ 37 จุด C แผนภูมิแสดงปริมาณฝุ่นรวมแต่ละขนาดเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561

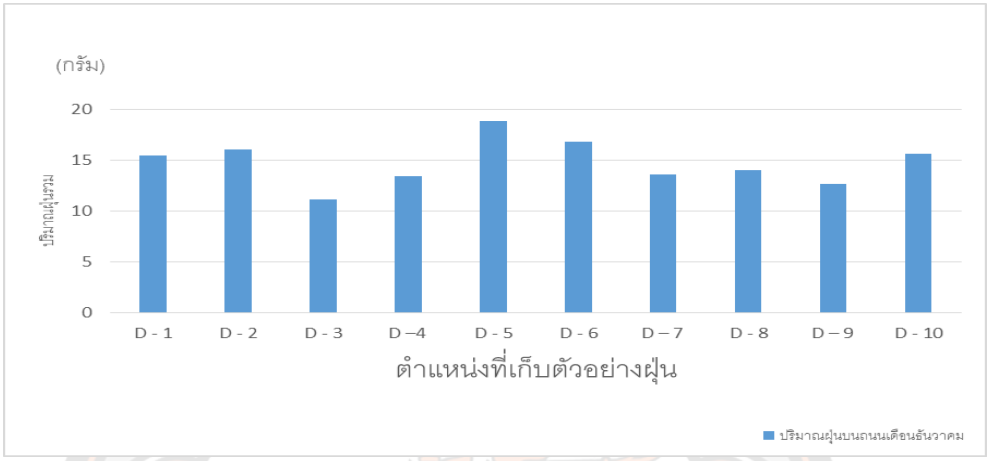


ภาพ 38 จุด C สัดส่วนปริมาณฝุ่นถนนแต่ละขนาดเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561

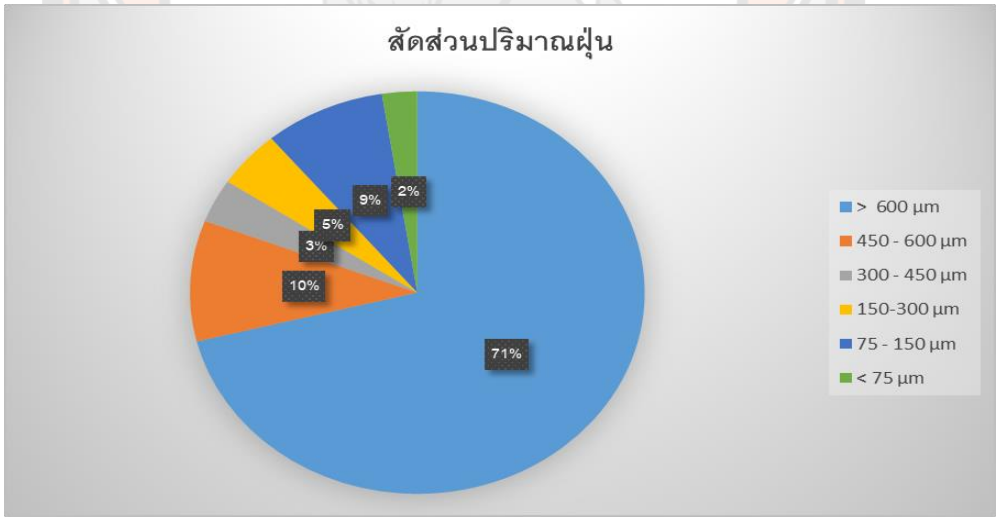
จากการศึกษาจุด C บริเวณบนถนนหน้าตะวันนารีสอร์ทในเดือนธันวาคมจากการเก็บตัวอย่างพบว่าจุด C-2 มีค่าปริมาณฝุ่นมากที่สุด 22.46 กรัม มีค่ามีปริมาณฝุ่นสะสมทั้งหมด 147.79 กรัม นอกจากการวิเคราะห์หาปริมาณฝุ่นรวมแล้วยังได้วิเคราะห์ปริมาณและสัดส่วนฝุ่นในแต่ละขนาดในฝุ่นรวมนำค่าปริมาณฝุ่นขนาดต่าง ๆ เพื่อเปรียบเทียบสัดส่วนปริมาณฝุ่นถนนแต่ละขนาดและแต่ละ

ตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างฝุ่นพบว่าโดยมีปริมาณฝุ่น ขนาดใหญ่ > 600 µm มากที่สุดที่ 70% และขนาด 300 - 450 µm มีค่าน้อยที่สุดที่ 2%

4. บริเวณบนถนนหน้าวัดหนองโรงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561



ภาพ 39 จุด D แผนภูมิแสดงปริมาณฝุ่นรวมแต่ละขนาดเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561

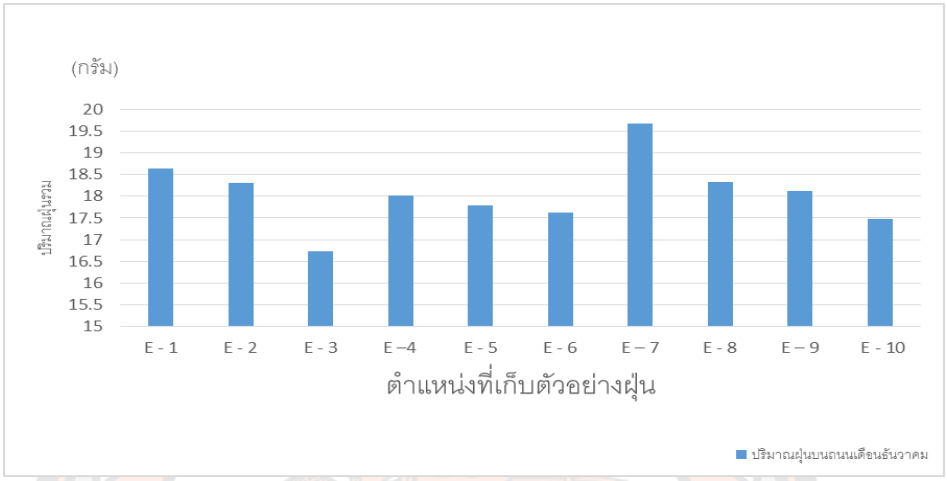


ภาพ 40 จุด D สัดส่วนปริมาณฝุ่นถนนแต่ละขนาดเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561

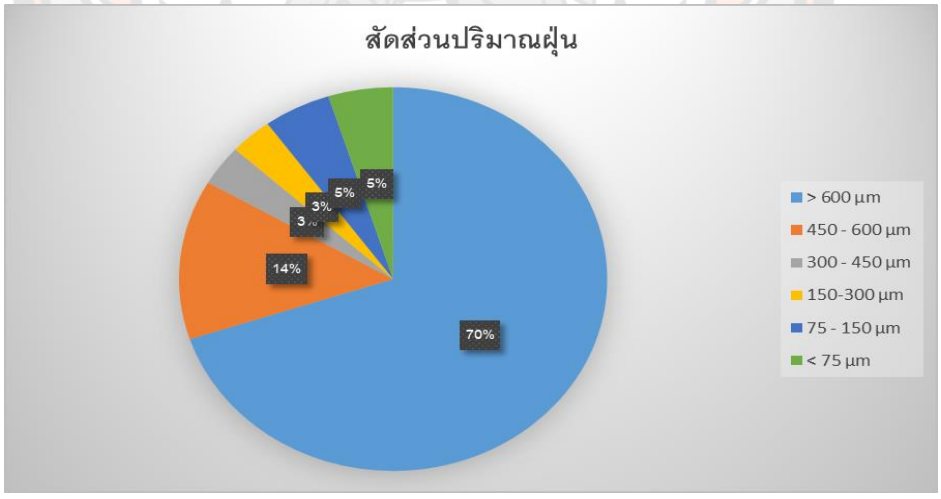
จากการศึกษาจุด D บริเวณบนถนนหน้าวัดหนองโรงในเดือนธันวาคมจากการเก็บตัวอย่างพบว่าจุด D-5 มีค่าปริมาณฝุ่นมากที่สุด 18.87 กรัม มีค่าปริมาณฝุ่นสะสมทั้งหมด 180.75 กรัม นอกจากการวิเคราะห์หาปริมาณฝุ่นรวมแล้วยังได้วิเคราะห์ปริมาณและสัดส่วนฝุ่นในแต่ละขนาดในฝุ่นรวม นำค่าปริมาณฝุ่นขนาดต่าง ๆ เพื่อเปรียบเทียบสัดส่วนปริมาณฝุ่นถนนแต่ละขนาดและแต่

ละตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างฝุ่นพบว่าโดยมีปริมาณฝุ่น ขนาดใหญ่ > 600 µm มากที่สุดที่ 71% และขนาด < 75 µm มีค่าน้อยที่สุดที่ 2%

5. บริเวณบนถนนหน้าจินตนาผ้าใบเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561



ภาพ 41 จุด E แผนภูมิแสดงปริมาณฝุ่นรวมแต่ละขนาดเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561

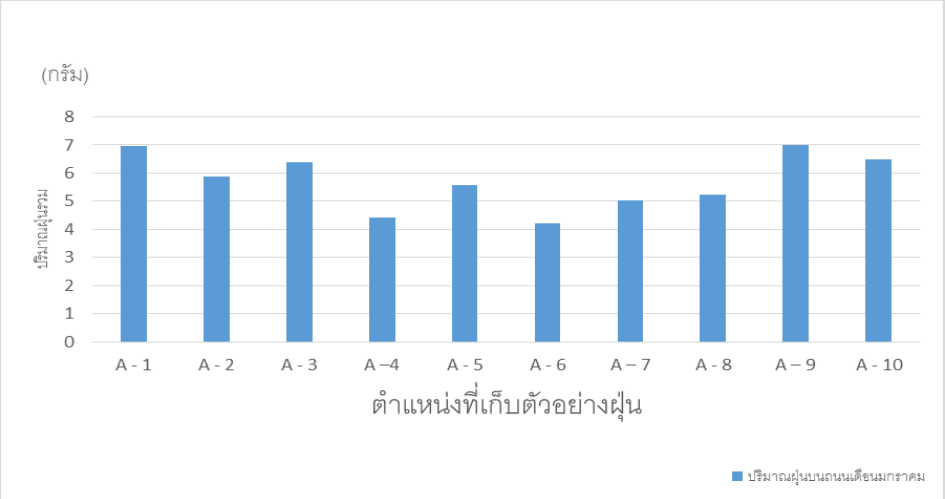


ภาพ 42 จุด E สัดส่วนปริมาณฝุ่นถนนแต่ละขนาดเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561

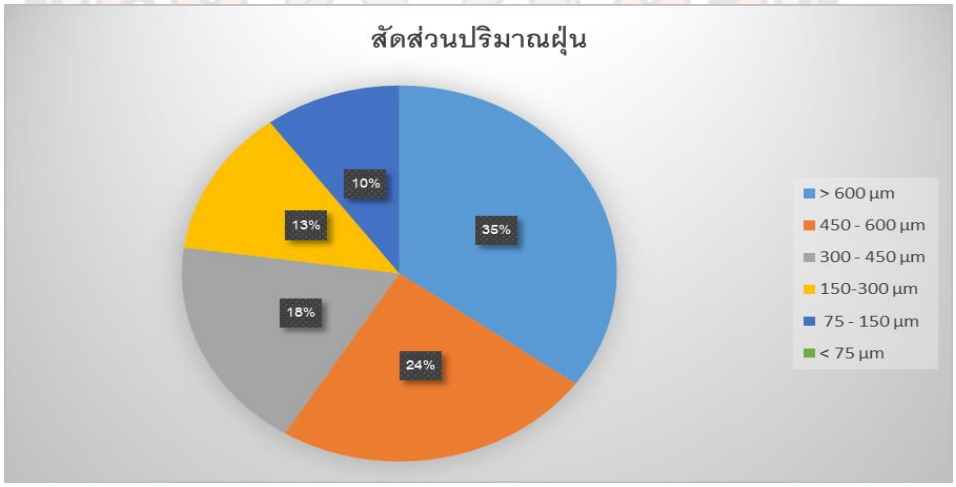
จากการศึกษาจุด E บริเวณบนถนนหน้าจินตนาผ้าใบในเดือนธันวาคมจากการเก็บตัวอย่างพบว่าจุด E-7 มีค่าปริมาณฝุ่นมากที่สุด 19.68 กรัม มีค่าปริมาณฝุ่นสะสมทั้งหมด 57.20 กรัม นอกจากการวิเคราะห์หาปริมาณฝุ่นรวมแล้วยังได้วิเคราะห์ปริมาณและสัดส่วนฝุ่นในแต่ละขนาดในฝุ่นรวมนำค่าปริมาณฝุ่นขนาดต่าง ๆ เพื่อเปรียบเทียบสัดส่วนปริมาณฝุ่นถนนแต่ละขนาดและแต่ละ

ตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างฝุ่นพบว่าโดยมีปริมาณฝุ่น ขนาดใหญ่ > 600 µm มากที่สุดที่ 70% และขนาด 300 - 450 µm มีค่าน้อยที่สุดที่ 3%

6. บริเวณริมถนนหน้าปั้มน้ำมันพีทีเดือนมกราคม พ.ศ. 2562



ภาพ 43 จุด A แผนภูมิแสดงปริมาณฝุ่นรวมแต่ละขนาดเดือนมกราคม พ.ศ. 2562

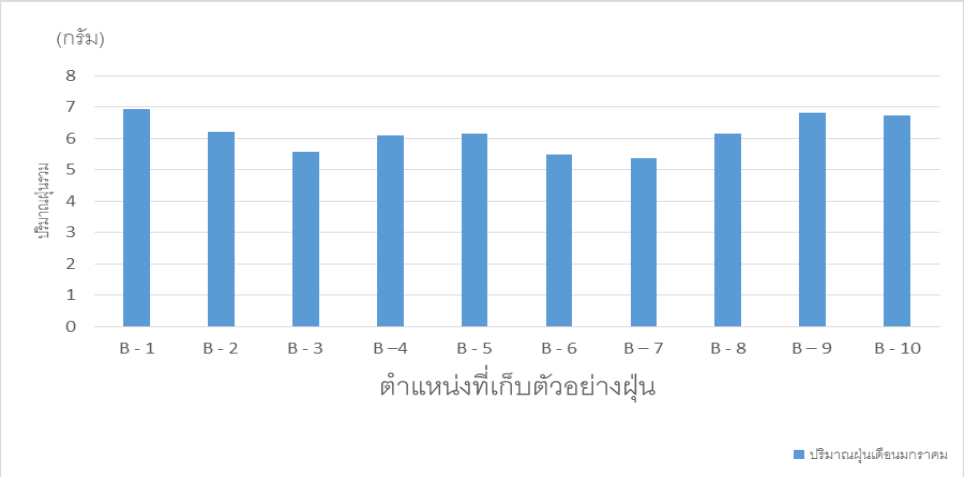


ภาพ 44 จุด A สัดส่วนปริมาณฝุ่นถนนแต่ละขนาดเดือนมกราคม พ.ศ. 2562

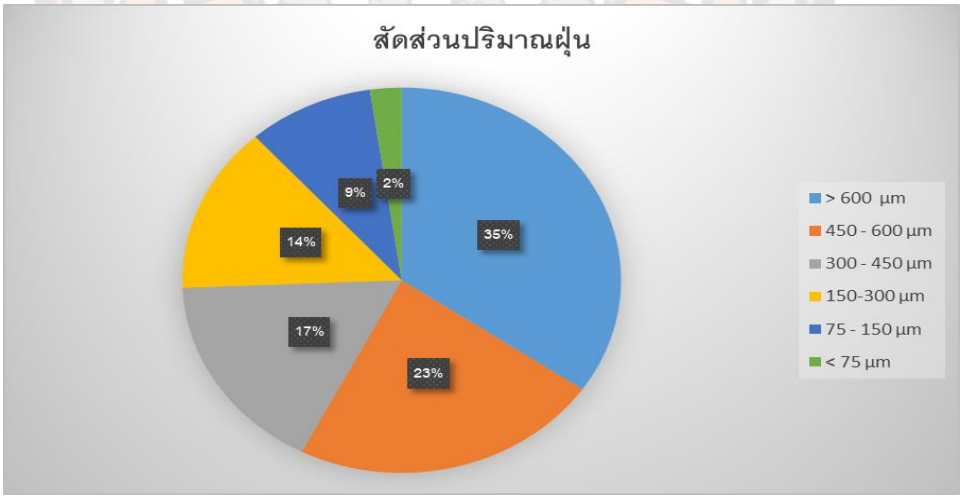
จากการศึกษาจุด A บริเวณบนถนนหน้าปั้มน้ำมันพีที ในเดือนธันวาคมจากการเก็บตัวอย่างพบว่าจุด A-9 มีค่าปริมาณฝุ่นมากที่สุด 6.99 กรัม มีค่าปริมาณฝุ่นสะสมทั้งหมด 61.55 กรัม นอกจากการวิเคราะห์หาปริมาณฝุ่นรวมแล้วยังได้วิเคราะห์ปริมาณและสัดส่วนฝุ่นในแต่ละขนาดใน

ฝุ่นรวมนำค่าปริมาณฝุ่นขนาดต่าง ๆ เพื่อเปรียบเทียบสัดส่วนปริมาณฝุ่นถนนแต่ละขนาดและแต่ละตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างฝุ่นพบว่าโดยมีปริมาณฝุ่น ขนาดใหญ่ > 600 µm มากที่สุดที่ 70% และขนาด < 75 µm มีค่าน้อยที่สุดที< 1%

7. บริเวณบนถนนหน้าวัดประชากรสวรรค์เดือนมกราคม พ.ศ. 2562



ภาพ 45 จุด B แผนภูมิแสดงปริมาณฝุ่นรวมแต่ละขนาดเดือนมกราคม พ.ศ. 2562

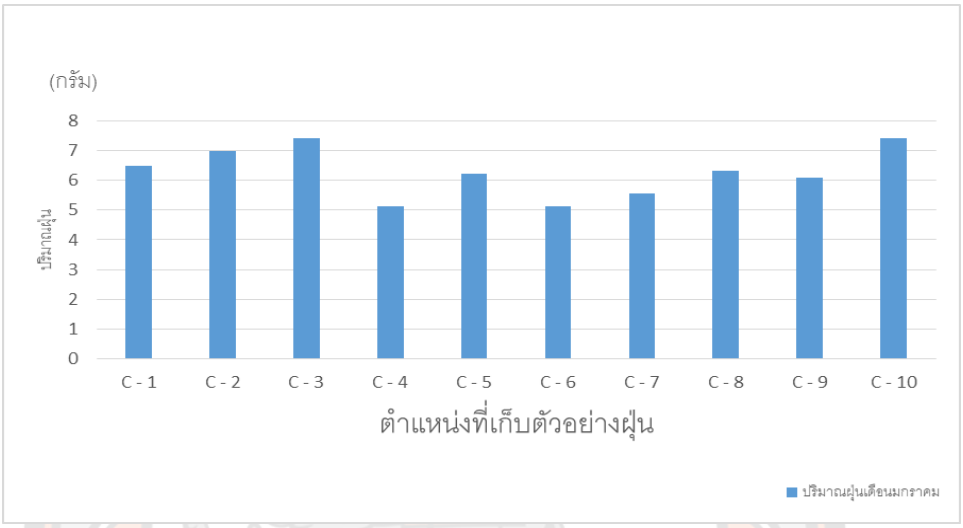


ภาพ 46 จุด B สัดส่วนปริมาณฝุ่นถนนแต่ละขนาดเดือนมกราคม พ.ศ. 2562

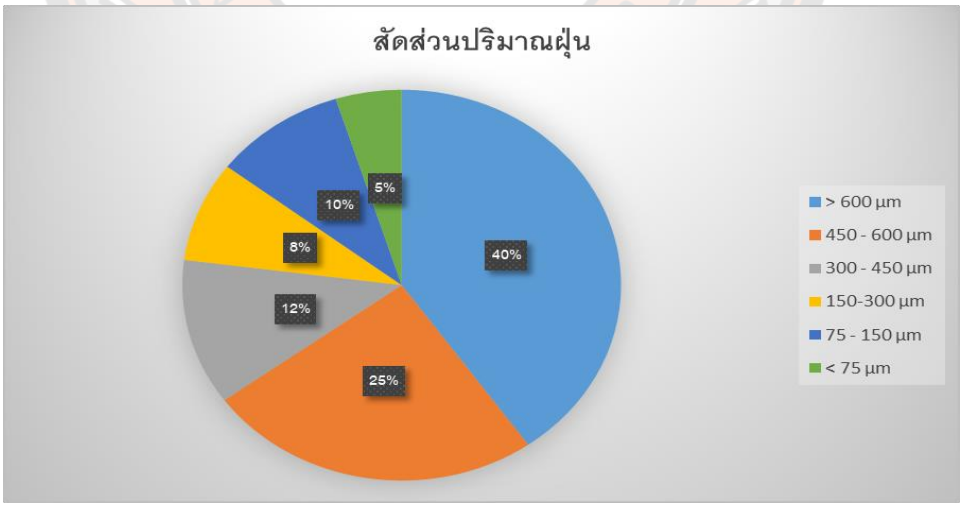
จากการศึกษาจุด B บริเวณบนถนนหน้าวัดประชากรสวรรค์ในเดือนธันวาคมจากการเก็บตัวอย่างพบว่าจุด B-1 มีค่าปริมาณฝุ่นมากที่สุด 6.93 กรัม มีค่าปริมาณฝุ่นสะสมทั้งหมด 62.80 กรัม นอกจากการวิเคราะห์หาปริมาณฝุ่นรวมแล้วยังได้วิเคราะห์ปริมาณและสัดส่วนฝุ่นในแต่

ละขนาดในฝุ่นรวมนำค่าปริมาณฝุ่นขนาดต่าง ๆ เพื่อเปรียบเทียบสัดส่วนปริมาณฝุ่นถนนแต่ละขนาด และแต่ละตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างฝุ่นพบว่าโดยมีปริมาณฝุ่น ขนาดใหญ่ > 600 µm มากที่สุดที่ 35 % และขนาด< 75 µm มีค่าน้อยที่สุดที่ 2 %

8. บริเวณบนถนนหน้าตะวันนารีสอร์ทเดือนมกราคม พ.ศ. 2562



ภาพ 47 จุด C แผนภูมิแสดงปริมาณฝุ่นรวมแต่ละขนาดเดือนมกราคม พ.ศ. 2562

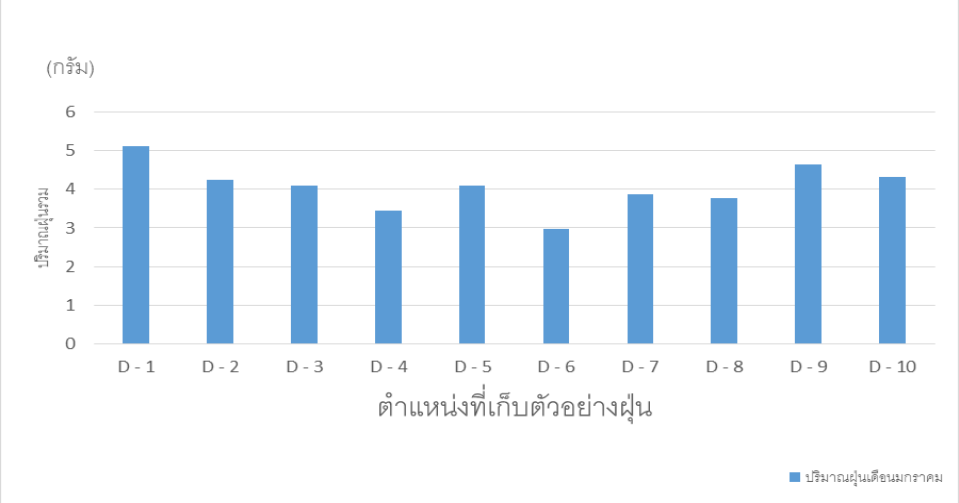


ภาพ 48 จุด C สัดส่วนปริมาณฝุ่นถนนแต่ละขนาดเดือนมกราคม พ.ศ. 2562

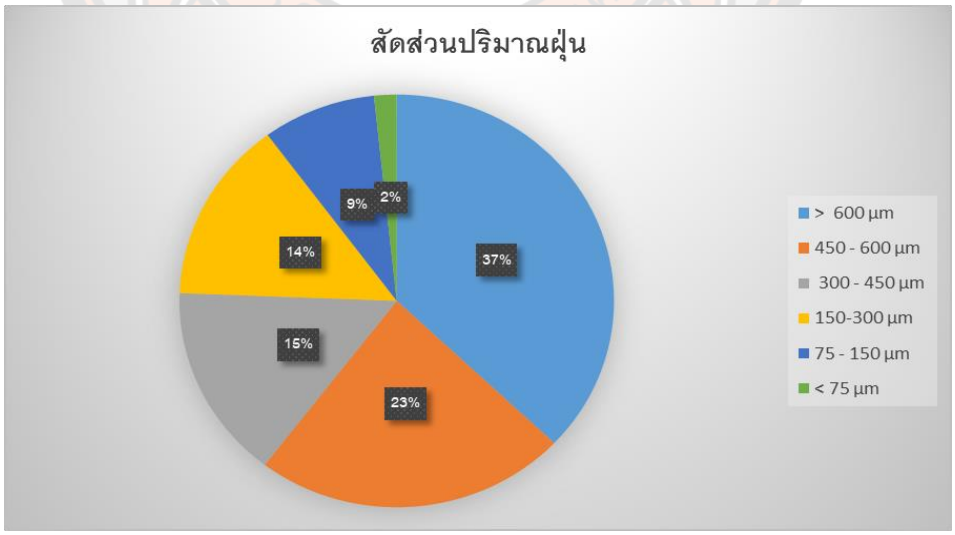
จากการศึกษาจุด C บริเวณบนถนนหน้าตะวันนารีสอร์ทในเดือนธันวาคมจากการเก็บตัวอย่างพบว่าจุด C-10 มีค่าปริมาณฝุ่นมากที่สุด 7.41 กรัม มีค่าปริมาณฝุ่นสะสมทั้งหมด 62.80 กรัม

นอกจากการวิเคราะห์หาปริมาณฝุ่นรวมแล้วยังได้วิเคราะห์ปริมาณและสัดส่วนฝุ่นในแต่ละขนาดในฝุ่นรวมนำค่าปริมาณฝุ่นขนาดต่าง ๆ เพื่อเปรียบเทียบสัดส่วนปริมาณฝุ่นถนนแต่ละขนาดและแต่ละตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างฝุ่นพบว่าโดยมีปริมาณฝุ่น ขนาดใหญ่ > 600 µm มากที่สุดที่ 40% และขนาด < 75 µm มีค่าน้อยที่สุดที่ 5%

9. บริเวณบนถนนหน้าวัดหนองโรงเดือนมกราคม พ.ศ. 2562



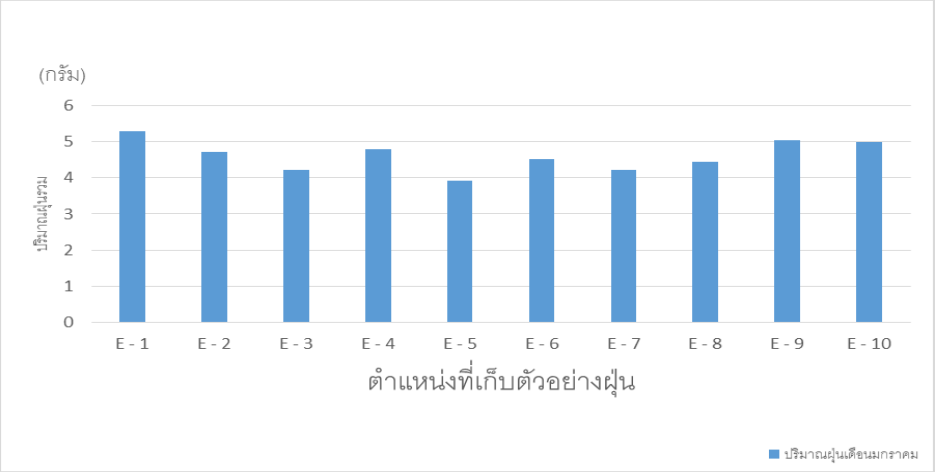
ภาพ 49 จุด D แผนภูมิแสดงปริมาณฝุ่นรวมแต่ละขนาดเดือนมกราคม พ.ศ. 2562



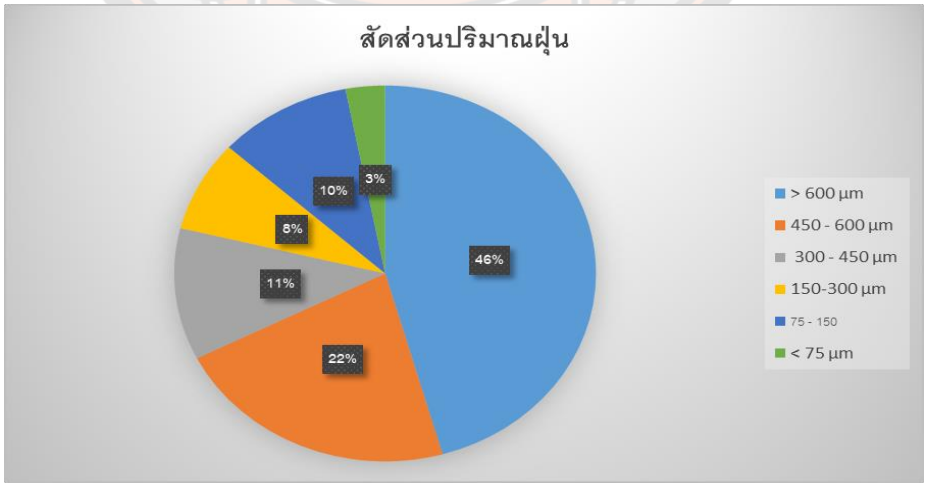
ภาพ 50 จุด D สัดส่วนปริมาณฝุ่นถนนแต่ละขนาดเดือนมกราคม พ.ศ. 2562

จากการศึกษาจุด D บริเวณบนถนนหน้าวัดหนองโรงในเดือนธันวาคมจากการเก็บตัวอย่างพบว่าจุด D-1 มีค่าปริมาณฝุ่นมากที่สุด 5.12 กรัม มีค่าปริมาณฝุ่นสะสมทั้งหมด 40.63 กรัม นอกจากการวิเคราะห์หาปริมาณฝุ่นรวมแล้วยังได้วิเคราะห์ปริมาณและสัดส่วนฝุ่นในแต่ละขนาดในฝุ่นรวม นำค่าปริมาณฝุ่นขนาดต่าง ๆ เพื่อเปรียบเทียบสัดส่วนปริมาณฝุ่นถนนแต่ละขนาดและแต่ละตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างฝุ่นพบว่าโดยมีปริมาณฝุ่น ขนาดใหญ่ > 600 µm มากที่สุดที่ 37 % และขนาด < 75 µm มีค่าน้อยที่สุดที่ 2 %

10. บริเวณบนถนนหน้าจินตนาผ้าใบเดือนมกราคม พ.ศ. 2562



ภาพ 51 จุด E แผนภูมิแสดงปริมาณฝุ่นรวมแต่ละขนาดเดือนมกราคม พ.ศ. 2562

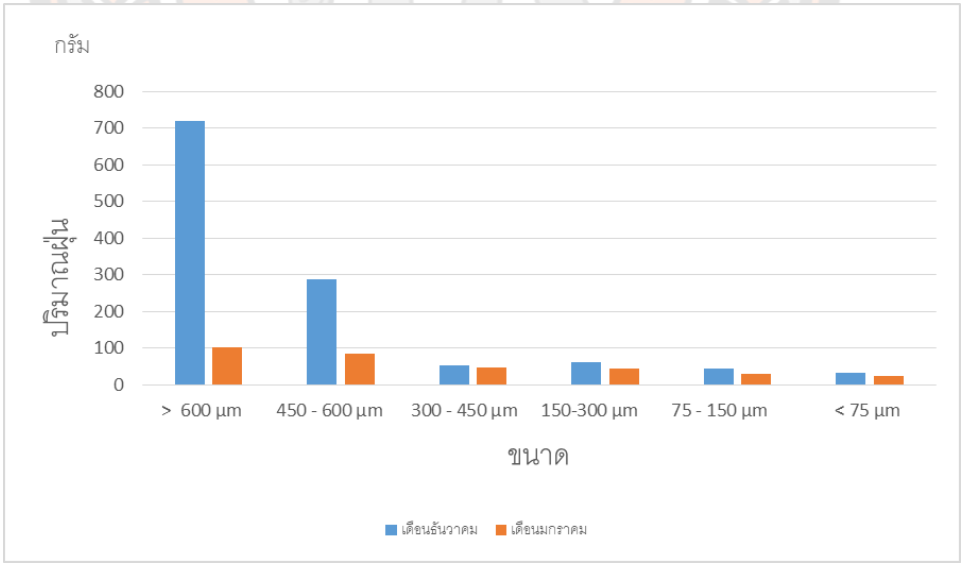


ภาพ 52 จุด E สัดส่วนปริมาณฝุ่นถนนแต่ละขนาดเดือนมกราคม พ.ศ. 2562

จากการศึกษาจุด E บริเวณบนถนนหน้าจินตนาผ้าใบในเดือนธันวาคมจากการเก็บตัวอย่างพบว่าจุด E-1 มีค่าปริมาณฝุ่นมากที่สุด 5.29 กรัม มีค่าปริมาณฝุ่นสะสมทั้งหมด 46.16 กรัม นอกจากการวิเคราะห์หาปริมาณฝุ่นรวมแล้วยังได้วิเคราะห์ปริมาณและสัดส่วนฝุ่นในแต่ละขนาดในฝุ่นรวมนำค่าปริมาณฝุ่นขนาดต่าง ๆ เพื่อเปรียบเทียบสัดส่วนปริมาณฝุ่นถนนแต่ละขนาดและแต่ละตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างฝุ่นพบว่าโดยมีปริมาณฝุ่น ขนาดใหญ่ > 600 µm มากที่สุดที่ 46 % และขนาด < 75 µm มีค่าน้อยที่สุดที่ 3 %

11. ปริมาณซิลท์บนถนนรวม

จากการวิเคราะห์หาปริมาณฝุ่นรวมในเดือนธันวาคมโดยมีปริมาณฝุ่นจากกราฟเมื่อเทียบกันกับเดือนมกราคมทำให้ทราบว่าปริมาณฝุ่นจากการก่อสร้างถนนช่วงแรกเป็นถนนลูกรังบดมีค่ามากกว่าปริมาณฝุ่นจากการก่อสร้างถนนที่ลาดยางที่ใกล้เสร็จแล้วยังได้วิเคราะห์ปริมาณฝุ่นในแต่ละขนาดในเดือนธันวาคม และเดือนมกราคมนำค่าปริมาณฝุ่นขนาดต่าง ๆ เพื่อเปรียบเทียบปริมาณฝุ่นถนนแต่ละขนาดและแต่ละตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างฝุ่นพบว่าโดยมีปริมาณฝุ่นจากกราฟเมื่อเทียบกันทำให้ทราบว่าปริมาณฝุ่นจากมีค่ามากกว่าปริมาณฝุ่นจากการก่อสร้างถนนที่แล้วเสร็จโดยมีปริมาณฝุ่นขนาดใหญ่ > 600 µm มากที่สุดและขนาด < 75 µm มีน้อยที่สุดแสดงในภาพ 52



ภาพ 53 แผนภูมิแสดงปริมาณฝุ่นรวมแต่ละขนาดเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 และเดือนมกราคม พ.ศ. 2562

ตาราง 8 ปริมาณฝุ่นบนถนนรวมทั้งหมดระยะ 10 กิโลเมตร

ลำดับ	บริเวณจุดติดตั้ง	ปริมาณฝุ่นบนถนน (ก.ก.)/m^2	
		ธ.ค. 61	ม.ค.62
A	บริเวณบนถนนหน้าปั้มน้ำมันพีที	4,035.95	572.01
B	บริเวณบนถนนหน้าวัดประชากรสวรรค์	3,421.56	615.52
C	บริเวณบนถนนหน้าตะวันนารีสอร์ท	1,718.13	628.05
D	บริเวณบนถนนหน้าวัดหนองโรง	1,478.89	406.27
E	บริเวณบนถนนหน้าจินตนาผ้าใบ	1,807.46	461.55
	รวม	12461.99	2683.4

จากการวิเคราะห์หาปริมาณฝุ่นรวมบนถนนระยะทาง 10 กิโลเมตรจากตารางที่ 4.1 ในเดือนธันวาคมโดยมีปริมาณฝุ่นเมื่อเทียบกันกับเดือนมกราคมทำให้ทราบว่าปริมาณฝุ่นจากการก่อสร้างถนนช่วงแรกเป็นถนนลูกรังบดอัดมีค่ามากกว่าปริมาณฝุ่นจากการก่อสร้างถนนที่ลาดยางใกล้เสร็จแล้วทุกจุดมีปริมาณฝุ่นธันวาคมรวมทุกจุดได้ 12,461.99 กิโลกรัมและปริมาณฝุ่นมกราคมรวมทุกจุดได้ 2,683.4 กิโลกรัม

ดังนั้น จากการวิเคราะห์ฝุ่นเนื่องจากเดือนธันวาคมมีฟ้าคะนอง ร้อยละ 20 อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยประมาณ 30-32 องศาเซลเซียสอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยประมาณ 30-32 องศาเซลเซียส ความเร็วลมตะวันออกเฉียงใต้ 13-25 ก.ม./ ชม. จึงทำให้มีฝุ่นละอองจากพื้นที่ใกล้เคียงและฝุ่นบนผิวถนนลูกรังบดอัดมาตกสะสมบนถนนอีกทั้งมีเครื่องจักรกำลังทำงานก่อสร้างและยานพาหนะของผู้พักอาศัยและสัญจรเข้า-ออกเป็นประจำ จึงทำให้มีผลกระทบต่อพืช อาคารและบ้านพักอาศัยและมีผลต่อสุขภาพแต่ไม่ถึงขั้นรุนแรงอาจจะทำให้ระคายเคืองตาหรือก่อให้เกิดความรำคาญได้

จากการวิเคราะห์ฝุ่นเนื่องจากเดือนมกราคมไม่มีฝนอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยประมาณ 31-33 องศาเซลเซียสอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยประมาณ 19-21 องศาเซลเซียส ความเร็วลมตะวันออกเฉียงใต้ 16-29 ก.ม./ ชม. จึงทำให้มีฝุ่นละอองจากพื้นที่ใกล้เคียงและมาตกสะสมบนถนนที่กำลังลาดยางอีกทั้งมีเครื่องจักรและยานพาหนะของผู้พักอาศัยและสัญจรเข้า-ออกเป็นประจำจึงทำให้มีผลกระทบต่อพืช อาคารและบ้านพักอาศัยและมีผลต่อสุขภาพแต่ไม่ถึงขั้นรุนแรงอาจจะทำให้ระคายเคืองตาหรือก่อให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญได้

การวิเคราะห์สาเหตุการเกิดฝุ่นภายในงานก่อสร้างถนน

จากการวิเคราะห์ฝุ่นเนื่องจากเดือนธันวาคมและเดือนมกราคมเกิดจากวิธีการก่อสร้างถนนที่ทำ โดยทั่วไปถนนที่ใช้ในการสัญจรระหว่างที่ต่าง ๆ สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ ถนนที่มีการปูผิวทาง เช่น ยางมะตอยหรือคอนกรีตเสริมเหล็ก และถนนที่ไม่ได้ปูผิวทาง เช่น ถนนลูกรังหรือหินคลุก สำหรับในประเทศไทยหน่วยงานหลักที่รับผิดชอบดูแลเกี่ยวกับการก่อสร้างและบำรุงรักษาทางมีอยู่หลายหน่วยงาน ได้แก่ กรมทางหลวง กรมโยธาธิการ กรมทางหลวงชนบทและองค์การบริหารส่วนจังหวัด เป็นต้น ถนนในประเทศไทยมีการแบ่งมาตรฐานชั้นทางซึ่งหมายถึงการแบ่งชั้นทาง (classification) ตามคุณลักษณะหรือมาตรฐาน (standard) ของถนนในแต่ละชั้นที่แตกต่างกัน เช่น กรมโยธาธิการแบ่งมาตรฐานชั้นทางออกเป็นออกเป็น 3 ชั้น ได้แก่ ชั้น1 ชั้น 2 และชั้น 3 ซึ่งถนนที่ไม่ได้ปูผิวทางประเภทถนนลูกรังหรือหินคลุกนี้ จะจัดอยู่ในทางหลวงชนบทชั้นที่ 3 ของกรมโยธาธิการ โดยถนนประเภทนี้ส่วนใหญ่จะเป็นถนนชนบท ซึ่งหมายถึง ถนนที่มีปริมาณการจราจรค่อนข้างน้อย ราคาประหยัด ตัดผ่านพื้นที่ทางการเกษตร เชื่อมต่อระหว่างหมู่บ้านกับหมู่บ้าน หรือเชื่อมต่อกับถนนสายหลัก

เมื่อวิเคราะห์สาเหตุฝุ่นภายในงานก่อสร้างถนนพบว่ามีกลไกการเกิดฝุ่นจากการใช้เครื่องจักร จากการก่อสร้างการถมถนนเพื่อบดอัดชั้นดินทำให้เกิดอนุภาคฝุ่นละอองขนาดใหญ่ลอยในอากาศและตกลงมาสู่พื้นดินจากถนนที่ไม่ได้ปูผิวทาง เช่น ถนนลูกรังหรือหินคลุกจะก่อให้เกิดการฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองเมื่อมียานยนต์แล่นผ่านซึ่งมีสาเหตุจากการเสียดสีของล้อรถกับพื้นผิวถนน โดยฝุ่นละอองประเภทนี้ทำให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญ เกิดอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจหรือทำให้มองเห็นลดลงซึ่งอาจเกิดอันตรายต่อผู้สัญจรไปมาของยานยนต์และผู้พักอาศัยบริเวณริมถนน

ด้านประเภทแหล่งกำเนิดจึงมีโอกาสสูงที่อาจมาจากการกระทำของมนุษย์ ทั้งจากแหล่งกำเนิดแบบเคลื่อนที่ เช่น ปริมาณยานพาหะสัญจรของคนริมถนนและแหล่งกำเนิดที่อยู่กับที่ เช่น การเผาในที่โล่งจากการเกษตรกรรมในพื้นที่ใกล้เคียง ซึ่งก่อให้เกิดฝุ่นละอองทางอากาศที่สำคัญ

แนวทางการจัดการฝุ่นละอองจากถนนที่ไม่ได้ปูผิวทาง

แนวทางการจัดการควบคุมฝุ่นละอองมีอยู่หลายวิธี ดังแสดงในตาราง 9 (Cowherd, 1988) โดยสามารถแบ่งแนวทางการจัดการควบคุมออกเป็น 3 วิธี ได้แก่ การควบคุมปริมาณของจราจร การปรับปรุงพื้นผิวถนนโดยใช้วัสดุปูผิวทาง การปรับสภาพพื้นผิวถนนโดยวิธีการฉีดน้ำหรือวิธีฉีดพ่นสารเคมี ซึ่งแต่ละแนวทางการจัดการจะได้กล่าวถึงดังต่อไปนี้

ตาราง 9 แนวทางการจัดการควบคุมฝุ่นละอองจากถนนที่ไม่ได้ปูผิวทาง

แนวทางการจัดการควบคุม	การปฏิบัติติ
การควบคุมปริมาณของจราจร	การควบคุมปริมาณของยานยนต์ การจำกัดความเร็วของยานยนต์
การปรับปรุงพื้นผิวถนนโดยใช้วัสดุปูผิวทาง	ใช้วัสดุวัสดุปูผิวทาง เช่น ยางมะตอยหรือคอนกรีตเสริมเหล็ก ใช้วัสดุทำพื้นผิวถนนที่มีสัดส่วนของปริมาณซิลท์ต่ำ
การปรับสภาพพื้นผิวถนน	การฉีดน้ำ ฉีดพ่นสารเคมียึดเกาะฝุ่นละออง

ที่มา: Cowherd, 1988

1. การควบคุมปริมาณของจราจรและความเร็วของยานยนต์แต่เป็นการยากต่อการนำไปใช้บนถนนสาธารณะ เนื่องจากการควบคุมปริมาณการจราจรนั้นได้ยาก

2. การปรับปรุงพื้นผิวถนนโดยใช้วัสดุปูผิวทาง โดยปูทับพื้นผิวถนนด้วยวัสดุปูผิวทาง เช่น ยางมะตอยหรือคอนกรีตเสริมเหล็ก ถึงแม้วิธีนี้จะเป็นการควบคุมปัญหาได้ในระยะยาวแต่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการลงทุนเบื้องต้นค่อนข้างสูง วิธีนี้จึงอาจไม่เหมาะสมในกรณีที่มีงบประมาณที่จำกัด

3. การปรับสภาพพื้นผิวถนนโดยแนวทางจัดการฉีดน้ำหรือวิธีฉีดพ่นสารเคมียึดเกาะฝุ่นละอองข้อดีของวิธีนี้ คือ ใช้ระยะเวลาในการปฏิบัติงานไม่นานแต่เป็นการควบคุมปัญหาแบบชั่วคราวและเสียค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเบื้องต้นไม่มากจนเกินไปนัก ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการปฏิบัติซ้ำเป็นครั้งคราวไป

การป้องกันฝุ่นละอองจากถนน

1. ปลูกต้นไม้ เช่น ต้นหูกระจง เป็นแนวรั้วเพื่อช่วยป้องกันฝุ่นละอองที่มาจากการก่อสร้างเข้าไปในบ้านพักอาศัย

2. ป้องกันการฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองจากการก่อสร้างด้วยการขึงผ้าใบให้เป็นแนวตลอดการก่อสร้าง

3. ส่งเสริมให้ความรู้ความเข้าใจกับประชาชนหรือชุมชนเกี่ยวกับปัญหาและการป้องกันภัยจากฝุ่นละอองที่เกิดจากการก่อสร้างถนนในพื้นที่

แนวทางในการจัดการฝุ่นละอองที่มาจากถนน

1. ป้องกันการฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองที่มาจากรถบรรทุก หิน ดิน ทราย วัสดุก่อสร้าง ด้วยการคลุมผ้าใบให้มิดชิดก่อนการขนไปยังสถานที่ก่อสร้างถนน

2. ในการก่อสร้างถนนต้องลดการฟุ้งกระจายของฝุ่นด้วยการฉีดน้ำให้เป็นละอองทำให้พื้นเปียกชุ่มอยู่ตลอดเวลาควรพรมน้ำให้ได้วันละ 2 ครั้งเพื่อช่วยลดการฟุ้งกระจายฝุ่นละอองจากถนนที่ไม่ได้ทำการปูผิวทางได้เนื่องจากวิธีนี้จะแปรตามความชื้นของดินบนผิวถนนดังนั้นจึงควรฉีดน้ำซ้ำบ่อย ๆ เพื่อรักษาความชื้นของผิวดินให้คงอยู่

ประสิทธิภาพของการควบคุมฝุ่นละอองจากถนนที่ไม่ได้ปูผิวทางด้วยการฉีดน้ำอธิบายได้ดังนี้

1. ปริมาณของน้ำที่ต้องใช้ต่อพื้นที่ถนน
2. ระยะห่างของช่วงเวลาในการฉีดน้ำซ้ำ
3. ปริมาณของการจราจรในช่วงเวลาที่ทำการฉีดน้ำ
4. สภาพภูมิอากาศในช่วงที่ทำการฉีดน้ำ

3. การก่อสร้างถนนนั้นต้องลดการฟุ้งกระจายของฝุ่นด้วยการฉีดสารเคมียึดเกาะฝุ่นละออง เพื่อช่วยลดการฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองจากถนนที่ไม่ได้ปูผิวทางเนื่องจากวิธีการช่วยรักษาปริมาณความชื้นของผิวดินความชื้นบนผิวถนนให้อยู่นานขึ้นวิธีนี้จำเป็นต้องฉีดสารเคมีซ้ำเช่นเดียวกับวิธีการฉีดน้ำ แต่สามารถทิ้งช่วงเวลาในการฉีดซ้ำ ๆ ได้เป็นเวลาหลายเดือนและประสิทธิภาพของการควบคุมฝุ่นละอองจากถนนไม่ได้ปูผิวทางด้วยการฉีดสารเคมีได้หลายอย่าง ดังนี้

3.1 อัตราส่วนผสมกันระหว่างสารเคมีกับน้ำ

3.2 ปริมาณสารละลายที่ใช้ต่อพื้นที่บนถนน

3.3 ช่วงเวลาของความถี่ในการฉีดซ้ำ

3.4 ลักษณะของยานยนต์ เช่น ปริมาณยานยนต์, น้ำหนักเฉลี่ยของยานยนต์

3.5 ลักษณะของถนน เช่น (ความแข็งแรงของถนน, สัดส่วนของปริมาณซิลท์บนผิวถนน)

สารยึดเกาะฝุ่นละอองที่มีอยู่ด้วยกันหลายประเภทซึ่งพอจะจำแนกประเภทของสารและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ดังนี้ เช่น

3.6 สารโพลิเมอร์ เป็นสารเคมีที่ประกอบด้วยโมเลกุลที่เชื่อมต่อกันในลักษณะที่เป็น long chained จึงสามารถจับอนุภาคของดินให้เกิดการยึดเกาะกันได้จำนวนมาก ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจึงมีน้อยเพราะโดยตัวเองเมื่อแห้งแล้วจะไม่ละลายน้ำและไม่เคลื่อนย้ายไปสู่ที่อื่นได้ๆ

3.7 ปิโตรเลียมเรซิน คุณสมบัติของสารประเภทนี้ก็คือ ไม่ละลายน้ำแต่แขวนลอย (suspended)หรือเป็นอิมัลชั่น มักจะเรียกว่าแอสฟัลต์อิมัลชั่น เพราะไม่ได้ใช้ (solvent) เป็นตัวกลาง เมื่อฉีดพ่นบนถนนจะทำให้อนุภาคของดินยึดเกาะกัน และเมื่อแห้งก็จะจับกันเป็นก้อนแข็ง เนื่องจากสารประเภทนี้ ไม่มีการเคลื่อนย้ายด้วยน้ำฝน หรือเคลื่อนย้ายลงไปในดิน มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมีน้อยและปลอดภัยในขณะที่ฉีดพ่น เพราะไม่ได้ใช้สารตัวทำละลายหรือสารละเหยเป็นส่วนผสม

3.8 ยางมะตอยหรือน้ำมันจากกระบวนการปิโตรเลียม กึ่งลักษณะของสมบัติของสารตระกูลนี้จะคล้ายกับปิโตรเลียมเรซิน แต่มักจะใช้ในการปูถนนแบบถาวรกว่าและ เมื่อแห้งแล้วไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมปัญหาที่เกิดขึ้นจะเป็นในช่วงการปูถนนซึ่งจะมีกลิ่นของสารตัวทำละลาย

3.9 สารจำพวกตระกูลเกลือ ได้แก่ แมกนีเซียมคลอไรด์ หรือ แคลเซียมคลอไรด์ สารเหล่านี้มีคุณลักษณะสมบัติเป็นไฮโดรสโกปิก (Hydroscopic) คือ ดึงน้ำเมื่อความชื้นสัมพันธ์ในบรรยากาศเกินกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ทำให้อนุภาคของดินยึดเกาะกันแล้วเกิดฝุ่นได้น้อยลง แต่สารทั้งสองนี้ละลายน้ำได้ดีและเมื่อฝนตกจะไหลออกไปจากถนนเข้าสู่แหล่งน้ำลำธาร และดินได้ดี

3.10 สารพวก Adhesives มีลักษณะคล้ายคลึง ได้แก่ พวกลิกนินซัลโฟเนต (Licnin sulfonate) จากอุตสาหกรรมไม้, เยื่อกระดาษ ซึ่งทำให้พื้นถนนมีลักษณะเหนียว(sticky) แต่ละลายน้ำได้และมีสีน้ำตาลเห็นได้ชัด ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม คือ สามารถแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อมได้เมื่อเกิดฝนตก

3.11 สารอื่น ๆ เช่น ของเสียเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมการเกษตร ประกอบด้วยสารเหลือใช้จากการเกษตร เช่น เซลลูโลสไฟเบอร์ น้ำกากส่าที่เหลือจากการหมักสุรา น้ำมันเครื่องที่ใช้แล้ว (waste oil) สารเหล่านี้จะมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตามลักษณะคุณสมบัติส่วนตัว ได้แก่

3.11.1 กากน้ำตาล (อังกฤษ: molasses "โมลาส") มีรากศัพท์มาจากคำว่า “melaço” ในภาษาโปรตุเกส กากน้ำตาลเป็นของเหลวลักษณะเหนียวข้นสีน้ำตาลดำ ที่เป็นผลพลอยได้จากการผลิตน้ำตาลทราย ซึ่งไม่สามารถจะตกผลึกน้ำตาลได้อีก ซึ่งประกอบด้วยน้ำตาลซูโครส น้ำตาลอินเวอร์ท (invert sugar) และสารเคมี เช่น ปูนขาว ที่ใช้ในการตกตะกอนให้น้ำอ้อยใส กากน้ำตาลจะมีระดับพลังงานระดับต่ำถึงปานกลางขึ้นอยู่กับปริมาณของน้ำนั้นมีอยู่ในกากน้ำตาลมีโพแทสเซียม และมีปริมาณน้ำในระดับสูง ทำให้เกิดเชื้อราได้ง่าย กากน้ำตาลแบ่งได้หลายชนิด

กากน้ำตาลจากอ้อย เกิดจากกรรมวิธีการผลิตน้ำตาลทรายจากอ้อยโดยเริ่มจากการนำอ้อยเข้าหีบได้น้ำอ้อย กรองเอากากออกจากน้ำอ้อยแล้วเคี่ยวน้ำอ้อยจนได้ผลึกของน้ำตาลทรายตกตะกอนออกมา แยกผลึกน้ำตาลทรายด้วยหม้อปั่น ผลพลอยได้จะมี ขี้ตะกอน กากอ้อย และ กากน้ำตาล

กากน้ำตาลจากหัวบีท: นั้นได้มาจากการผลิตน้ำตาลจากหัวบีท

กากน้ำตาลจากส้ม: น้ำตาลที่ได้จากส้มที่มีกลิ่นและรสต่างจากกากน้ำตาลอ้อย

กากน้ำตาลจากข้าวโพด: กากน้ำตาลจากข้าวโพด มีค่าของน้ำตาลมากกว่า 48 เปอร์เซ็นต์ หวานและหอมกว่าน้ำตาลที่ได้จากอ้อย

กากน้ำตาลจากไม้: นั้นได้มาจากอุตสาหกรรมกระดาษ

ส่วนประกอบของกากน้ำตาล

3.11.2 น้ำจากกากส่าซึ่งเป็นน้ำที่เหลือจากการกลั่นสุราของโรงงานสุรา ในองค์ประกอบของน้ำกากส่าจะมีธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืช ช่วยเพิ่มผลผลิต และถ้าเป็นการปลูกอ้อยในดินทรายยังพบว่าช่วยเพิ่มลักษณะทางกายภาพของดิน เช่น ลดความหนาแน่นของดิน ช่วยให้ดินอุ้มน้ำได้ดีขึ้น การนำน้ำกากส่าไปใช้ทางการเกษตรเป็นวิธีบำบัดน้ำกากส่าที่มีการลงทุนน้อยกว่าแบบอื่น ๆ และเป็นวิธีที่ทำให้ปราศจากน้ำเสียที่ไหลลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะอีกด้วย การใช้น้ำกากส่าในการเพาะปลูกอ้อยเริ่มมีมานานแล้วในหลายๆประเทศ โดยพบว่าเมื่อใส่น้ำกากส่าในอัตรา 150-600 ลูกบาศก์เมตร/เฮกตาร์ ก่อนเริ่มฤดูการเพาะปลูกสามารถเพิ่มผลผลิตอ้อยได้ถึง 30-35 เปอร์เซ็นต์ และพบว่าถึงแม้น้ำกากส่าจะมีปริมาณค่า BOD และค่า COD สูงก็ตาม แต่หากใส่น้ำกากส่าในดินไว้ 40-60 วัน ก่อนเริ่มการเพาะปลูกจะทำให้ค่า BOD และค่า COD ลดลงถึงระดับไม่เป็นอันตรายต่ออ้อยเลย อ้อยจัดเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญยิ่งของประเทศไทย แต่มีการปลูกอ้อยให้ได้ผลผลิตสูงและใช้ต้นทุนต่ำ จะต้องปลูกในดินที่มีลักษณะทางกายภาพ ลักษณะทางเคมี และทางชีวภาพที่ดีและเหมาะสม

วิธีในการทำให้อนุภาคดินเกิดการรวมตัวหรือยึดเกาะกันของสารเคมียึดเกาะฝุ่นละออง พบว่าจากการศึกษาของ Lam (Lam, 1953 as cited in Kaya, A., & Fang, H. Y., 1997) ได้ทำการศึกษาปรับปรุงคุณสมบัติดินด้วยสารเคมีประเภทโพลิเมอร์ อธิบายได้ว่าสารประเภทโพลิเมอร์ ประกอบด้วยโมเลกุลที่เชื่อมกันมีลักษณะคล้ายลูกโซ่ อันเนื่องมาจากปฏิกิริยาโพลิเมอร์ไรเซชั่น (Polymerization) ของอนุภาคสารเคมีอินทรีย์ที่เรียกว่าโมโนเมอร์ (Monomer) การนำสารโพลิเมอร์ไปใช้ผสมกับดินจะเกิดปฏิกิริยาที่ 1 หรือ 2 ขั้นตอน กล่าวคือ เมื่อเติมโมโนเมอร์ลงไปพร้อมกับระบบช่วยทำปฏิกิริยา (Catalyste system) ซึ่งจะให้เกิดปฏิกิริยาโพลิเมอร์ไรเซชันรวมตัวกันระหว่างดินและโมโนเมอร์หรือโพลิเมอร์ ซึ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญ หลังจากนั้นโพลิเมอร์ที่ประกอบที่ประกอบตัวกันแล้ว (Preformed polyme) ในรูปของแข็ง สารละลายหรืออิมัลชัน (Emulsion) จะทำปฏิกิริยากับดิน

ชนิดของสารประเภทโพลิเมอร์ที่ใช้ปรับปรุงคุณภาพดิน แบ่งตามการใช้งานได้ 3 ชนิด หมายถึง สารทำให้เกิดการรวมตัว (Aggregant) สารทำอนุภาคดินจัดเรียงตัวเป็นระเบียบ สารกันน้ำ (Water proofing) โดยสารทำให้เกิดการรวมตัว ซึ่งเป็นสารที่ใช้ปริมาณน้อยแต่

สามารถเปลี่ยนแปลงลักษณะสมบัติดินละเอียดได้มาก สารชนิดนี้จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแรงดึงดูดทางไฟฟ้าระหว่างอนุภาคดินซึ่งมีสภาพเป็นคอลลอยด์ แต่ไม่เกิดการยึดติดอนุภาคข้างเคียง

สารประเภท (Aggregant) เป็นสารเพิ่มแรงดึงดูดทางไฟฟ้าระหว่างอนุภาคดินเม็ดละเอียด มีผลทำให้เกิดการรวมตัวแบบระเกะระกะ (Flocculate) ในมวลดิน สารประเภทนี้ที่ใช้กันได้แก่ พวกเกลืออนินทรีย์ เช่น (Calciam chloside) หรือ (Ferric Oxide) และวัสดุโพลิเมอร์อื่น ๆ เป็นต้น สารละลายประเภทเกลือเมื่อละลายในชั้นวงน้ำ (Pure water) ของดินจะแตกตัวออกเป็นประจุลบ (Cation) และประจุบวก (Anion) ซึ่งสามารถเกิดปฏิกิริยามากกว่า 1 ปฏิกิริยาขึ้นไปดังนี้

1. แลกเปลี่ยนประจุเข้าสู่ประจุในดิน
2. เริ่มดูดซึมประจุเข้าสู่อนุภาค
3. ประจุที่แตกตัวออกนั้นสามารถยึดเกาะอนุภาคดิน
4. เพิ่มความเข้มข้นประจุ ทำให้เกิดการลดแรงผลักทางไฟฟ้าระหว่างอนุภาค

นอกเหนือจากปฏิกิริยาทั้ง 4 แบบนี้แล้ว วัสดุโพลิเมอร์ยังสามารถยึดเกาะกับอนุภาคดข้างเคียงได้ เนื่องจากส่วนปลายของโมลิกุลโพลิเมอร์ซึ่งติดกันเป็นโซ่ยาวติดกันกับอนุภาคดิน (กมล สุทธิจันทร์นภา, 2542)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มีดังนี้

Muleski et al. (1984) ทำการวิจัยควบคุมฝุ่นละอองจากถนนที่ไม่ได้ปูพื้นผิวทางโดยวิธีการฉีดพ่นสารเคมียึดเกาะฝุ่นละอองชนิดปิโตรเลียมเรซิน ปริมาณสารละลายที่ใช้ต่อพื้นที่ของถนนมีค่าเท่ากับ 1 ลิตรต่อตารางเมตร (อัตราส่วนผสม: สารปิโตรเลียมเรซิน 1 ส่วนต่อน้ำ 5 ส่วน) ทำการฉีดพ่นครั้งแรกในวันที่ 1 พฤษภาคม และฉีดซ้ำ ๆ ครั้งต่อไปทุกวันที่ 1 ของเดือนจนถึงเดือนกันยายน ค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยของการควบคุมที่ได้จากกาทดลองแสดงดังตาราง 10

ตาราง 10 ประสิทธิภาพของการควบคุมฝุ่นละอองแปรตามสารเคมีที่สะสมบนพื้นผิวถนนที่ได้จากการทดลอง

เดือน	ปริมาณสารเคมีที่สะสมบนพื้นผิวถนน(ลิตร/ตารางเมตร)	ประสิทธิภาพเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)	อัตราการปล่อยฝุ่นละอองเฉลี่ย (กิโลกรัม/ตารางเมตรต่อคัน)
พฤษภาคม	0.17	0	2.0
มิถุนายน	0.33	62	0.76
กรกฎาคม	0.50	68	0.64
สิงหาคม	0.67	74	0.52
กันยายน	0.83	80	0.40

ที่มา: Cowherd, 1988

Cowherd et al. (1992) ได้เสนอแบบจำลองของวิธีการควบคุมฝุ่นละอองจากถนนที่ไม่ได้ปูผิวทางจากการฉีดน้ำ ทำการทดลองทั้งหมด 14 การทดลอง ใน 4 มลรัฐของประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นเวลา 5 เดือนในช่วงฤดูร้อนและฤดูใบไม้ร่วง สมการที่ได้จากการทดลองนี้แสดงดังสมการที่ 4.3

$$C = 100 = 0.8pdt / I \qquad \text{(สมการที่ 4.3)}$$

โดยที่ :

C = ประสิทธิภาพเฉลี่ยของการควบคุม , เปอร์เซ็นต์

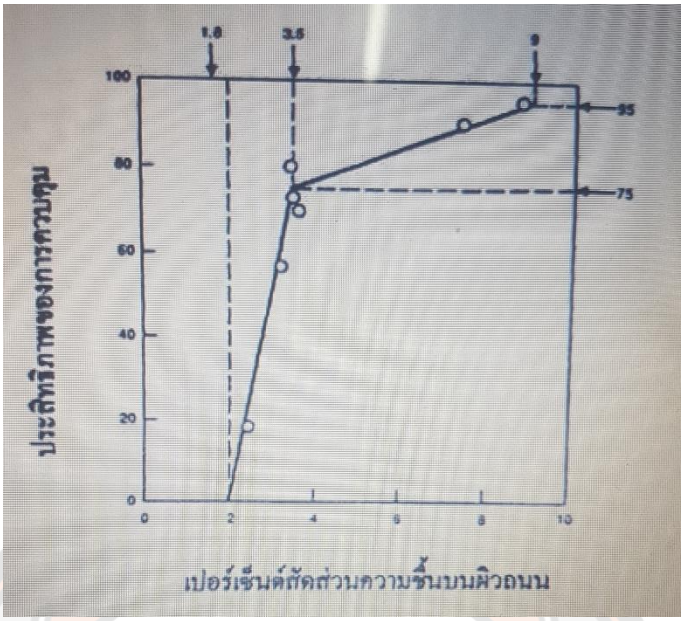
p = อัตราการระเหยใน 1 ชั่วโมง , มิลลิเมตร/ชั่วโมง

d = ปริมาณการจราจรต่อชั่วโมง , ชั่วโมง$^{-1}$

i = ปริมาณน้ำที่ใช้ต่อพื้นที่ ,ลิตร/ตารางเมตร

t = ระยะห่างของช่วงเวลาในการปฏิบัติซ้ำ

การเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพในการควบคุมฝุ่นละอองระหว่างกรณีที่มีการฉีดน้ำกับกรณีที่ไม่มีการฉีดน้ำแสดงดังภาพ พบว่าการเพิ่มขึ้นของปริมาณความชื้นของดินบนผิวถนนเพียงเล็กน้อยจะเป็นผลให้ค่าประสิทธิภาพในการควบคุมฝุ่นละอองเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว



ภาพ 54 ประสิทธิภาพของการควบคุมฝุ่นละอองโดยการฉีดน้ำ

ที่มา: Cowherd et al. (1988)

Macpherson, T. et al. (2008) ทำการวิจัยเพื่อหาอัตราการปล่อยฝุ่นละอองและประสิทธิภาพของการควบคุมฝุ่นละอองจากถนนที่ไม่ได้ปูผิวทาง โดยใช้สารเคมียึดเกาะฝุ่นละออง 4 ชนิด ได้แก่ 1) สารทำให้คงตัวซึ่งช่วยเร่งปฏิกิริยาชีวภาพ (biocatalyst stabilizer; BS), 2) สารโพลิเมอร์เหลวผสม (polymer emuleion; PE) 3) สารปิโตรเลียมเหลวผสมกับสารโพลิเมอร์ (petroleum emulsion with polymer; PEP), 4) สารที่มีส่วนผสมของน้ำมันดิบที่ไม่เป็นอันตราย (non-hazardous crude-oil-containing materials; NHCO) ใช้ช่วงเวลาในการศึกษาทั้งสิ้น 14 เดือน

พบว่าการปล่อยฝุ่นละอองจากถนนที่ไม่ได้ปูผิวทางในสภาพปกติที่ไม่มีการควบคุมและในกรณีที่การควบคุมและในกรณีที่มีการควบคุมโดยวิธีการต่าง ๆ มีค่าอยู่ระหว่าง 0-800 กรัม PM-10 กิโลเมตร-คัน ณ ความเร็วจำกัดของยานยนต์ที่ 40 กม./ชม. และมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1471 กรัม PM-10 /กิโลเมตร-คัน ณ ความเร็วจำกัดของยานยนต์ที่ 55 กม./ชม.

พบว่าสาร PE เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความคงทนและมีความยืดหยุ่นดีในการใช้ฉีดพ่นลงบนพื้นผิวถนนที่ไม่ได้ปูพื้นผิวทาง โดยมีค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ที่ระยะเวลา 12 เดือนหลังจากการฉีดพ่น, สาร NHCO มีค่าประสิทธิภาพเฉลี่ย 79 เปอร์เซ็นต์ หลังการฉีดพ่นสารเคมีผ่านไปเป็นเวลา 3 เดือน และลดลงเหลือเพียง 44% ที่ระยะเวลา 12 เดือนหลังการฉีดพ่น,

สาร BS พบว่า ประสิทธิภาพเฉลี่ยเพียง 38 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงระยะเวลาแรกของการฉีดพ่นสารเคมี และมีค่าลดลงอย่างรวดเร็วก่อนที่จะเข้าสู่ช่วงฤดูหนาว

พบว่าค่าสัดส่วนของปริมาณซิลท์บนผิวถนนเป็นตัวบ่งชี้ที่ดีถึงค่าประสิทธิภาพของการควบคุมฝุ่นละออง โดยปริมาณซิลท์บนผิวถนนที่มีค่าน้อยกว่า 22 กรัม/ตารางเมตร จะทำให้ค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยของการควบคุมฝุ่นละอองมีค่ามากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์

บทที่ 5

บทสรุป

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาปริมาณฝุ่นตกและฝุ่นบนถนนจากการก่อสร้างบนถนนเส้นนี้มีการสะสมของฝุ่นที่มีขนาดใหญ่เนื่องมาจากการก่อสร้างถนนทำให้สภาพแวดล้อมของชุมชนซึ่งเป็นพื้นที่ทำพักอาศัย ,วัดและโรงเรียนจึงได้รับผลกระทบ ทำให้เกิดฝุ่นจากการก่อสร้างตลอดเวลา จึงทำให้การฟุ้งกระจายละอองของฝุ่นมาสะสมบริเวณริมถนนนี้ รวมไปถึงเป็นเส้นทางที่ผู้คนพักอาศัยเดินผ่านอยู่ทุก ๆ วัน และมีรถเข้า-ออกจากบ้าน และรถทำการก่อสร้างทำงานอย่างสม่ำเสมอตลอดระยะเวลาการก่อสร้าง จากการวิจัยการตกสะสมแบบแห้งของปริมาณฝุ่นบริเวณริมถนนและฝุ่นบนถนนจากการก่อสร้างถนนและการจัดการในบริเวณถนนพหลโยธิน หนองเบนถึงเขาขาด จังหวัดนครสวรรค์ ทำการเก็บตัวอย่างทั้ง 5 จุด ด้วยเครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นตก เป็นเวลา 2 เดือน พบว่าในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2561 และเดือนมกราคม พ.ศ. 2562 เขตการก่อสร้างบริเวณริมถนน 1 จุดความเข้มข้นมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับค่าความเข้มข้นฝุ่นรวมสูงสุดที่ทำให้เกิดความรำคาญ มีค่าเกินค่ามาตรฐานของมาเลเซีย 133 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน เนื่องจากประเทศไทยไม่มีค่ามาตรฐานฝุ่นตก การศึกษาปริมาณซิลท์บนถนนในเดือนธันวาคมและเดือนมกราคม ด้วยเครื่องดูดฝุ่นเก็บตัวอย่าง และนำตัวอย่างมาหาขนาดของฝุ่น ผลจากการศึกษา พบปริมาณฝุ่นสะสมมากที่สุดบนถนนที่มีการก่อสร้างนี้เป็นฝุ่นขนาดมากกว่า 600 μm ปริมาณฝุ่นขนาดเล็กกว่า 75 μm สะสมน้อยที่สุด

ข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยเสนอแนะความคิดเห็นเกี่ยวกับปริมาณฝุ่นตกและซิลท์จากการก่อสร้างถนนในบริเวณถนนพหลโยธินช่วง (เขาขาด-หนองเบน) ในจังหวัดนครสวรรค์ด้วย วิธีการในการลดฝุ่น ดังนี้

1. ควรใช้วัสดุพิเศษเทลงถนนทำให้ถนนเกิดฝุ่นน้อยที่สุดหรือไม่เกิดเลย เช่น สารเคมี
2. ควรใช้คุณภาพของเครื่องจักรในงานก่อสร้างถนนเพื่อไม่ให้เกิดฝุ่นละออง เช่น รถเทยางมะตอยที่ไม่ต้องปรับหน้าดินใหม่ช่วยทำให้ไม่เกิดฝุ่น
3. ควรมีการลดการฟุ้งกระจายของฝุ่นทั้งจากการก่อสร้างและการจราจรด้วยการฉีดน้ำบนพื้นผิวถนน อย่างน้อยสัปดาห์ละหนึ่งครั้ง

ปัญหาและอุปสรรคที่พบจากการวิจัย

1. มีเครื่องจักรทำงานอยู่ตลอดเวลาในการเก็บตัวอย่างฝุ่น
2. สภาพอากาศไม่เอื้ออำนวยในการเก็บฝุ่นเพราะมีฝุ่นที่เกิดจากการก่อสร้างทำให้การเก็บตัวอย่างฝุ่นเกิดความลำบาก
3. พื้นที่ถนนกำลังก่อสร้าง ทำให้หาพื้นที่เก็บตัวอย่างยากต้องใช้ความระมัดระวัง

บรรณานุกรม

ตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างฝุ่นบริเวณก่อสร้าง. (2561). from https://www.google.com/maps/search/

ธีรพล สุขสำราญ, พันจ่าเอก. (2562). การรับสัมผัสฝุ่น *PM10* และผลกระทบต่อสุขภาพ ของบุคลากรในคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร และการจัดการฝุ่น (ปริญญามหาบัณฑิต วิทยานิพนธ์), มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

นพภาพร พานิช, แสงสันติ์ พานิช, วงพันธ์ ลิมปเสนีย์, วิจิตรา จงวิศาล, & วราวุธ เสือดี. (2550). ตำรา ระบบบำบัดมลพิษอากาศ (พิมพ์ครั้งที่ 2 ed.). กรุงเทพฯ: ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นัทธีรา สรรมณี. (2541). เคมีสิ่งแวดล้อม. นครปฐม: ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ปฑมกร มูลทะสิทธิ์. (2559). ปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า *10* ไมครอนบริเวณพื้นที่ จอดรถหอพักนิสิตและบุคลากร ของมหาวิทยาลัยนเรศวร และทัศนคติของ เจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยในพื้นที่เกี่ยวกับเรื่องฝุ่นละออง (ปริญญาบัณฑิต วิทยานิพนธ์), มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

พจนีย์ ขุมมงคล. (2536). มลพิษทางอากาศและวิธีการควบคุม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี.

ภัทรกร กำช้อน, ภานุพันธ์ ลำขาว, ขวัญฤทัย ทองบุญฤทธิ์, & ปาจรีย์ ทองสนิท. (2553). การตกสะสมของฝุ่นตกในเขตและบริเวณโดยรอบมหาวิทยาลัยนเรศวร. Paper presented at the การประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัย/สร้างสรรค์ระดับชาติและนานาชาติ ศิลปากรวิจัยและสร้างสรรค์

ครั้งที่ 5, กรุงเทพฯ.

มาริษา เพ็ญสุตภู่ภิญโยกุล. (2542). ฝุ่นจากการจราจร: กลไกการเกิดผลกระทบต่อสุขภาพ. สถานการณ์ด้าน อนามัยสิ่งแวดล้อม, *4*(6).

วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์, นิตยา มหาพล, & เกรอด., ธีระ. (2543). มลภาวะอากาศ (พิมพ์ครั้งที่ 6 ed.). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักงานท่องเที่ยว จังหวัดนครสวรรค์ กระทรวงท่องเที่ยวและกีฬา. (2561). แผนที่แสดงพื้นที่ทำการวิจัย ถนนพหลโยธิน ภายในจังหวัดนครสวรรค์. from https://www.google.com/maps/search/

สำนักวิศวกรรมทางหลวงชนบท. (2543). รูปตัดแสดงโครงสร้างถนนลาดยาง. from https://www.dmcr.go.th/upload/nws/file/file-13-20171220151376493420 1.pdf

Cowherd, D. M., & Levine, D. I.,. (1992). Product Quality and Pay Equity Between Lower-Level Employees and Top Management: An Investigation of Distributive Justice Theory. *Administrative Science Quarterly, 37*(2), 302-320. doi: 10.2307/2393226

Kato, N., & Akimoto, H. (2007). Anthropogenic emissions of SO2 and NOx in Asia: Emission inventories. *Atmospheric Environment, 41*, 171-191.

Kaya, A., & Fang, H. Y. (1997). Identification of contaminated soils by dielectric constant and electrical conductivity. *Journal of Environmental Engineering, 123*(2), 169-177.

Lam, K. S., Wang,, T. J., Chan, L. Y., Wang, T.,, & Harris, J. (2001). Flow patterns influencing the seasonal behavior of surface ozone and carbon monoxide at a coastal site near Hong Kong. *Atmospheric Environment, 35*(18), 3121-3135.

Macpherson, T., Nickling, W. G., Gillies, J. A., & & Etyemezian, V. (2008). Dust emissions from undisturbed and disturbed supply-limited desert surfaces. *Journal of Geophysical Research: Earth Surface, 113*(F2).

Muleski, G. E., Cuscino, T., & Cowherd, C. (1984). *Extended Evaluation of Unpaved Road Dust Suppressants in the Iron and Steel Industry*. N.P: n.p.