การรับสัมผัสฝุ่น $PM_{2.5}$ ในบริเวณป้ายรถประจำทาง เขตเทศบาลนครพิษณุโลก

กิตติธัช หมื่นสิน

วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การรับสัมผัสฝุ่น $PM_{2.5}$ ในบริเวณป้ายรถประจำทาง เขตเทศบาลนครพิษณุโลก

กิตติธัช หมื่นสิน

วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

วิทยานิพนธ์ เรื่อง "การรับสัมผัสฝุ่น $PM_{2.5}$ ในบริเวณป้ายรถประจำทาง เขตเทศบาลนครพิษณุโลก"
ของ กิตติธัช หมื่นสิน
ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนียา เจติยานุกรกุล)

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

..... กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายใน
(ดร.สุภาวรรณ ศรีรัตนา)

อนุมัติ

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.กรองกาญจน์ ชูทิพย์)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง การรับสัมผัสฝุ่น $PM_{2.5}$ ในบริเวณป้ายรถประจำทาง เขตเทศบาลนครพิษณุโลก

ผู้วิจัย กิตติธัช หมื่นสิน

ประธานที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปาจรีย์ ทองสนิท

ประเภทสารนิพนธ์ วิทยานิพนธ์ วศ.ม. วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2564

คำสำคัญ ขนาดฝุ่นละอองน้อยกว่า 2.5 ไมครอน, การสัมผัสทางการหายใจ, เทศบาลนครพิษณุโลก

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่องการรับสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ในปี 2564 บริเวณป้ายรถประจำทางที่เขตเทศบาลนครพิษณุโลก มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณความเข้มข้นของฝุ่น $PM_{2.5}$ และประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพของผู้สัมผัส $PM_{2.5}$ ในป้ายรถประจำทาง 3 สถานี ได้แก่ ตลาดเทศบาลเมืองพิษณุโลก 6, โรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี และโรงพยาบาลพุทธชินราช พิษณุโลก โดยใช้เครื่องตรวจจับคุณภาพอากาศ $PM_{2.5}$ ด้วยเครื่องวัดเซ็นเซอร์ PMS5003 ที่ถูกนำมาใช้ ผลการศึกษาพบว่าในแต่ละป้ายรถประจำทาง มีค่า $PM_{2.5}$ มากที่สุด คือ 46.823 $\mu g/m^3$ ณ ป้ายรถประจำทางตลาดเทศบาลเมืองพิษณุโลก 6 ที่มีการจราจรที่หนาแน่น ประกอบกับในตลาดเทศบาลเมืองพิษณุโลก 6 มีการประกอบอาหาร และมีค่าต่ำสุด คือป้ายรถประจำทางโรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี คือ 30.094 $\mu g/m^3$ โดยทางโรงเรียนมีการสอนแบบออนไลน์ อีกทั้งยังพบว่าในแต่ละช่วงเวลาของการรอรถประจำทาง และในแต่ละเดือนทำให้ค่าความเข้มข้นของฝุ่นสูงขึ้น โดยช่วงเวลาก่อนทำงาน (07.00–09.00 น.) จะมีปริมาณจราจรหนาแน่น และติดขัดโดยเฉพาะในชั่วโมงเร่งด่วน จึงมีค่ามากสุดที่ 51.653 $\mu g/m^3$ และมีค่าต่ำสุดที่ช่วงหลังเลิกงาน (11.00–13.00 น.) ที่ 36.361 $\mu g/m^3$ ทั้งนี้ค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของ $PM_{2.5}$ ในแต่ละช่วงเกินค่ามาตรฐานฝุ่น $PM_{2.5}$ ที่ 50 $\mu g/m^3$ ในช่วงก่อนทำงาน ส่วนเดือนธันวาคมมีค่ามากที่สุดคือ 51.653 $\mu g/m^3$ และมีค่าต่ำสุดที่เดือนตุลาคมที่ 22.028 $\mu g/m^3$ เกินค่ามาตรฐานฝุ่น $PM_{2.5}$ ที่ 50 $\mu g/m^3$ ในเดือนธันวาคม ปริมาณการรับสัมผัสฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ จะแบ่งเป็น 2 กรณี เป็นกรณีช่วงรอรถประจำทางโดยมีค่า เท่ากับ 0.470×10^{-4} ถึง 5.391×10^{-4} mg/kg-day และกรณีช่วงเวลาทำงาน 10 ชั่วโมง โดยมีค่าเท่ากับ 10.223×10^{-4} ถึง 127.176×10^{-4} mg/kg-day จากการประเมินค่าการประเมินความเสี่ยง (Hazard Quotient; HQ) พบว่ากรณีช่วงรอรถประจำทางโดย มีค่าน้อยกว่า 1 แต่ในทางตรงกันข้าม พบว่ากรณีช่วงเวลาทำงาน 10 ชั่วโมง มีค่ามากกว่า 1 จึงบอกได้ว่าผู้ที่ใช้บริการในแต่ละป้ายรถประจำทาง เขตเทศบาลพิษณุโลกอาจได้รับความเสี่ยงจากการรับสัมผัสฝุ่น $PM_{2.5}$ ผู้ใช้บริการป้ายรถประจำเขตเทศบาลพิษณุโลกจึงต้อง

มีการเฝ้าระวัง ดูแลสุขภาพร่างกายให้แข็งแรง และป้องการการสัมผัสฝุ่นโดยตรง

Title THE INHALATION EXPOSURE OF $PM_{2.5}$ IN THE BUS STOPS PHITSANULOK MUNICIPALITY

Author KITTHITHUS MEANSIN

Advisor Assistant Professor Pajaree Thongsanit, Ph.D.

Academic Paper M.Eng. Thesis in Environmental Engineering, Naresuan University, 2021

Keywords Particulate matter size less than 2.5 microns, Inhalation exposure, Phitsanulok municipality

ABSTRACT

This research was investigated on exposure to fine particulate matter up to 2.5 microns ($PM_{2.5}$) at the bus stops of Phitsanulok municipality in 2021. The purpose of this study aims to investigate the concentration of $PM_{2.5}$ and to assess the health risks of recipients from $PM_{2.5}$ exposure in 3 bus stops such as Phitsanulok Municipal Market 6, Chalermkwansatree school and Buddhachinaraj Phitsanulok Hospital. $PM_{2.5}$ was measured using $PM_{2.5}$ air quality detector with PMS5003 sensor at each bus stops. The highest $PM_{2.5}$ value was detected at 33.77 μg/m^3 at Phitsanulok Municipal Market 6 with heavy trafficking and street cooking while the lowest value of $PM_{2.5}$ was 22.50 μg/m^3 at bus stop of Chalermkwansatree school because the school was changed to online teaching. It also found that each period of day and month provided largely difference of the concentration of $PM_{2.5}$. In the pre-work period (07.00–09.00), the traffic is crowded and jammed because of rush hours with the highest value is 51.653 μg/m^3, which exceed to PM2.5 air quality standard while the lowest value was 36.361 μg/m^3 at work-break (11.00–13.00). Moreover, the lowest value in October was 22.028 μg/m^3 while December was a month with a highest $PM_{2.5}$ value at 51.653 μg/m^3, which was higher than PM2.5 air quality standard. Furthermore, $PM_{2.5}$ exposure was divided into 2 cases. The case of waiting for a bus had a range of 0.470×10^{-4} to 5.391×10^{-4} mg/kg-day while another case of a 10-hour working period had a range of 10.223×10^{-4} to 127.176×10^{-4} mg/kg-day. According to the HQ valuation, it was less than 1 at all bus stops. On the other hand, it was found

that the case of a 10-hour working period is greater than 1, so it is indicated that the passengers who used the bus service at Phitsanulok municipality may be at risk from impacts of $PM_{2.5}$ exposure, so bus passengers at Phitsanulok municipal bus stop service must be monitor, take care the health and prevent direct contact with dust and PM 2.5.

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณในความกรุณาของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปาจรีย์ ทองสนิท อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้สละเวลาอันมีค่ามาเป็นที่ปรึกษาในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำวิทยานิพนธ์ พร้อมทั้งให้คำแนะนำ และชี้แนะแนวทาง รวมทั้งการติดตามประเมินผลการทำวิทยานิพนธ์อย่างต่อเนื่อง และผู้วิจัยใคร่ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณ คุณวิชญา อิ่มกระจ่าง เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมที่ให้คำแนะนำในการปฏิบัติ และการใช้อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ

ขอขอบคุณ ผู้ใช้บริการรถประจำทางในป้ายรถประจำทาง 3 ป้าย ได้แก่ ป้ายตลาดเทศบาล 6, ป้ายโรงพยาบาลพุทธชินราช และป้ายโรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี ในการช่วยทำแบบสอบถาม

ขอขอบคุณ Mr. Daohuang Keochanh นิสิตปริญญาเอก มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ค่อยให้คำแนะนำการทำงานวิจัย และการทำเรื่องเอกสารต่าง ๆ ในการสำเร็จการศึกษา

เหนือสิ่งอื่นใด ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดามารดา และครอบครัว ที่ได้คอยช่วยสนับสนุนให้ได้รับการศึกษาเล่าเรียน ตลอดจนคอยช่วยเหลือและให้กำลังใจผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

กิตติธัช หมื่นสิน

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

ประกาศคุณูปการ ..... ช

สารบัญ ..... ซ

สารบัญตาราง ..... ฎ

สารบัญภาพ ..... ฏ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

ขอบเขตการทำโครงงาน 2

นิยามศัพท์เฉพาะ 2

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

มลพิษทางอากาศ 4

ระบบภาวะมลพิษทางอากาศ 5

บรรยากาศ 6

(ATMOSPHERE) 6

แหล่งกำเนิดสารมลพิษอากาศ 6

(EMISSION SOURCES) 6

ผู้รับผลกระทบ 6
(RECEPTORS) 6
การแพร่กระจาย 6
(DISPERSION) 6
สารมลพิษอากาศ 6
(AIR POLLUTANTS) 6
กลไกการปล่อยสารมลพิษ 7
แหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศ 7
ประเภทของสารมลพิษอากาศ 8
ฝุ่นละออง 10
มาตรฐานคุณภาพอากาศ 13
การประเมินความเสี่ยง 15
มาตรฐานคุณภาพอากาศ 18
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 19
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 23
วิธีดำเนินการวิจัย 23
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 24
ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 25
ประเมินการรับสัมผัส 28
แบบสอบถามเพื่อเก็บข้อมูลผลกระทบต่อสุขภาพด้านฝุ่น $PM_{2.5}$ 31
บทที่ 4 ผลการวิจัย 35
ความเข้มข้นฝุ่น $PM_{2.5}$ ของป้ายรถประจำทาง 43

ความเข้มข้นฝุ่น $PM_{2.5}$ ของช่วงเวลาในป้ายรถประจำทาง.....44
ความเข้มข้นฝุ่น $PM_{2.5}$ ของป้ายรถประจำทางในแต่เดือน.....45
การประเมินผลการรับสัมผัสฝุ่น $PM_{2.5}$ ของป้ายรถประจำทาง.....48
ความสัมพันธ์ระหว่าง $PM_{2.5}$ กับผู้ใช้บริการรอรถประจำทางในบริเวณป้ายรถประจำทาง.....53
ข้อมูลแบบสอบถามข้อมูลผลกระทบต่อสุขภาพจากมลพิษทางอากาศ.....55
บรรณานุกรม.....59
ภาคผนวก.....61
ประวัติผู้วิจัย.....70

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 องค์ประกอบของอากาศบริสุทธิ์ และสัดส่วนของแต่ละองค์ประกอบ 4

ตาราง 2 การแบ่งชนิดของสารมลพิษที่มีลักษณะเป็นอนุภาค (Particulate Matter) 9

ตาราง 3 การตกค้างของฝุ่นละอองในส่วนต่าง ๆ ของระบบทางเดินหายใจ 12

ตาราง 4 เกณฑ์ดัชนีคุณภาพอากาศของประเทศไทย 14

ตาราง 5 แบบสอบถาม 16

ตาราง 6 มาตรฐานคุณภาพในบรรยากาศของโดยทั่วไป 18

ตาราง 7 การแทนค่าของตัวแปรที่ใช้ 29

ตาราง 8 ค่าปริมาณความเข้มข้นฝุ่น $PM_{2.5}$ ของป้ายรถประจำทางทั้ง 3 ป้าย (N=25) 35

ตาราง 9 ค่าปริมาณความเข้มข้นฝุ่น $PM_{2.5}$ ของป้ายรถประจำทางทั้ง 3 ป้าย (N=25) 36

ตาราง 10 การรับสัมผัสฝุ่น $PM_{2.5}$ ของป้ายรถประจำทาง กรณีช่วงเวลาการรอรถประจำทาง ($(mg/kg\text{-}day)x10^{-4}$) 50

ตาราง 11 การรับสัมผัสฝุ่น $PM_{2.5}$ ของป้ายรถประจำทาง กรณีช่วงเวลาทำงาน 10 ชั่วโมง ($(mg/kg\text{-}day)x10^{-4}$) 51

ตาราง 12 ค่าการประเมินความเสี่ยง (Hazard Quotient; HQ) กรณีช่วงเวลาการรอรถประจำทาง 53

ตาราง 13 ค่าการประเมินความเสี่ยง (Hazard Quotient; HQ) กรณีช่วงเวลาทำงาน 10 ชั่วโมง 54

ตาราง 14 ข้อมูลผลกระทบต่อสุขภาพจากมลพิษทางอากาศที่บริเวณป้ายรถประจำทาง ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2564 ถึง มกราคม 2565 56

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพ 1 ระบบภาวะมลพิษอากาศ (Air Pollution System)..... 6

ภาพ 2 ฝุ่นละอองขนาดต่าง ๆ เมื่อเข้าสู่ทางเดินหายใจ 11

ภาพ 3 เส้นผ่านศูนย์กลางอนุภาคฝุ่นละอองและสัดส่วนการฝังติดในระบบทางเดินหายใจ.....13

ภาพ 4 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 23

ภาพ 5 เครื่องตรวจวัดฝุ่นมาตรวจวัด รุ่น PMS5003 24

ภาพ 6 แผนผังป้ายรถประจำทาง 3 ป้าย.....25

ภาพ 7 ป้ายรถประจำทางโรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี 26

ภาพ 8 ป้ายรถประจำทางตลาดเทศบาล 6 26

ภาพ 9 ป้ายรถประจำทางโรงพยาบาลพุทธชินราช 27

ภาพ 10 ปริมาณความเข้มข้นฝุ่น $PM_{2.5}$ ช่วงก่อนทำงาน (07.00 - 09.00 นาฬิกา) ในแต่ละป้ายรถประจำทางในเดือนตุลาคม 37

ภาพ 11 ปริมาณความเข้มข้นฝุ่น $PM_{2.5}$ ช่วงก่อนทำงาน (11.00 - 13.00 นาฬิกา) ในแต่ละป้ายรถประจำทางในเดือนตุลาคม 37

ภาพ 12 ปริมาณความเข้มข้นฝุ่น $PM_{2.5}$ ช่วงก่อนทำงาน (16.00 - 18.00 นาฬิกา) ในแต่ละป้ายรถประจำทางในเดือนตุลาคม 38

ภาพ 13 ปริมาณความเข้มข้นฝุ่น $PM_{2.5}$ ช่วงก่อนทำงาน (07.00 - 09.00 นาฬิกา) ในแต่ละป้ายรถประจำทางในเดือนพฤศจิกายน 38

ภาพ 14 ปริมาณความเข้มข้นฝุ่น $PM_{2.5}$ ช่วงก่อนทำงาน (11.00 - 13.00 นาฬิกา) ในแต่ละป้ายรถประจำทางในเดือนพฤศจิกายน 39

ภาพ 15 ปริมาณความเข้มข้นฝุ่น $PM_{2.5}$ ช่วงก่อนทำงาน (16.00 - 18.00 นาฬิกา) ในแต่ละป้ายรถประจำทางในเดือนพฤศจิกายน.....39

ภาพ 16 ปริมาณความเข้มข้นฝุ่น $PM_{2.5}$ ช่วงก่อนทำงาน (07.00 - 09.00 นาฬิกา) ในแต่ละป้ายรถประจำทางในเดือนธันวาคม.....40

ภาพ 17 ปริมาณความเข้มข้นฝุ่น $PM_{2.5}$ ช่วงก่อนทำงาน (11.00 - 13.00 นาฬิกา) ในแต่ละป้ายรถประจำทางในเดือนธันวาคม.....40

ภาพ 18 ปริมาณความเข้มข้นฝุ่น $PM_{2.5}$ ช่วงก่อนทำงาน (16.00 - 18.00 นาฬิกา) ในแต่ละป้ายรถประจำทางในเดือนธันวาคม.....41

ภาพ 19 ปริมาณความเข้มข้นฝุ่น $PM_{2.5}$ ช่วงก่อนทำงาน (07.00 - 09.00 นาฬิกา) ในแต่ละป้ายรถประจำทางในเดือนมกราคม.....41

ภาพ 20 ปริมาณความเข้มข้นฝุ่น $PM_{2.5}$ ช่วงก่อนทำงาน (11.00 - 13.00 นาฬิกา) ในแต่ละป้ายรถประจำทางในเดือนมกราคม.....42

ภาพ 21 ปริมาณความเข้มข้นฝุ่น $PM_{2.5}$ ช่วงก่อนทำงาน (16.00 - 18.00 นาฬิกา) ในแต่ละป้ายรถประจำทางในเดือนมกราคม.....42

ภาพ 22 ค่าฝุ่น $PM_{2.5}$ ในแต่ละป้ายรถประจำทาง.....43

ภาพ 23 ค่าฝุ่น $PM_{2.5}$ ในแต่ละช่วงเวลา.....44

ภาพ 24 ค่าฝุ่น $PM_{2.5}$ ในแต่ละเดือน.....45

ภาพ 25 อุณหภูมิสูง-ต่ำ และเฉลี่ยในเดือนมกราคม ถึง ธันวาคมของจังหวัดพิษณุโลก....46

ภาพ 26 ปริมาณเมฆปกคลุมท้องฟ้าในเดือนมกราคม ถึง ธันวาคมของจังหวัดพิษณุโลก.47

ภาพ 27 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในเดือนมกราคม ถึง ธันวาคมของจังหวัดพิษณุโลก 47

ภาพ 28 แนวโน้มรายเดือนของค่าความเข้มข้น $PM_{2.5}$ และปัจจัยอุตุนิยมวิทยา 48

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

ปัญหาหมอกควันในภาคเหนือตอนบนของประเทศไทยเป็นปัญหาสำคัญเนื่องจากส่งผลกระทบต่อความเป็นอยู่ของประชาชน ได้แก่ ผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน โดยเฉพาะผู้ที่มีภูมิต้านทานต่ำ เช่น ผู้สูงอายุ เด็กเล็ก และผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจ รวมทั้งทำให้เกิดความเสียหายต่ออาคารบ้านเรือน เกิดความเดือดร้อนรำคาญแก่ประชาชน บดบังทัศนวิสัย และเป็นอุปสรรคในการคมนาคมและขนส่ง การทำลายทรัพยากรธรรมชาติ และระบบนิเวศป่าไม้ รวมทั้งผลกระทบต่อการท่องเที่ยวที่เป็นระบบเศรษฐกิจที่สำคัญของพื้นที่ ซึ่งความรุนแรงของปัญหาโดยทั่วไปปรากฏชัดเจนในช่วงหน้าแล้ง(ธันวาคม- เมษายน)ของทุกปี ที่มีสภาวะอากาศที่แห้งและนิ่งทำให้ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นสามารถแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศได้นาน นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กเพิ่มขึ้น เนื่องจากความแห้งแล้งที่ส่งผลให้เกิดการเพิ่มขึ้นของไฟป่า ประกอบกับในช่วงเวลาดังกล่าว เกษตรกรจะทำการเผาเศษวัสดุเพื่อเตรียมพื้นที่สำหรับทำการเกษตรในช่วงฤดูฝน สำหรับปีที่มีฝนตกน้อยหรือเกิดภาวะแห้งแล้งจะทำให้การชะล้างหมอกควันหรือฝุ่นที่แขวนลอยในอากาศเป็นไปได้น้อย ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2550 ภาคเหนือตอนบนประสบปัญหาหมอกควันที่รุนแรงมาก พบว่าระดับหมอกควันและฝุ่นละอองขนาดเล็กได้ขึ้นสูงอย่างมากต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลา 3-4 สัปดาห์ ปัญหานี้ส่งผลกระทบต่อธุรกิจการท่องเที่ยวและการบริการ รวมถึงการจราจรทั้งทางบกและทางอากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีผลต่อสุขภาพของประชาชนในพื้นที่โดยตรง

ในจังหวัดพิษณุโลก การขยายตัวทางเศรษฐกิจ และสังคม ส่งผลให้มีการเพิ่มขึ้นของปริมาณการจราจรจากรถบรรทุก รถโดยสารประจำทาง รถยนต์ และรถจักรยานยนต์ มีการจราจรคับคั่งในช่วงช่วงโมงเร่งด่วน กิจกรรมจากการจราจรที่หนาแน่นเหล่านี้ก่อให้เกิดเขม่าควัน และมลพิษทางอากาศเพิ่มขึ้นซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนในพื้นที่ทำให้เป็นโรคทางเดินระบบหายใจเพิ่มมากขึ้น (กรมควบคุมมลพิษ, 2552) พบว่าหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้องของเทศบาลพิษณุโลก และกรมควบคุมมลพิษนั้นได้มีการตรวจวัดฝุ่น $PM_{2.5}$ ว่ามีค่าเกินมาตรฐานอยู่ที่ 58 $\mu g/m^3$ ในปี 2564 ซึ่งเริ่มมีผลกระทบต่อสุขภาพของคนในพื้นที่ (การป้อง และบรรเทาสาธารณภัย กระทรวงมหาดไทย, 2564)

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความเข้มข้นของฝุ่น $PM_{2.5}$ ในบริเวณป้ายรถประจำทาง เขตเทศบาลนครพิษณุโลก
2. เพื่อประเมินการรับสัมผัสของฝุ่น $PM_{2.5}$ ของผู้ใช้บริการรถประจำทาง เขตเทศบาลนครพิษณุโลก
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง $PM_{2.5}$ กับผู้ใช้บริการรอรถประจำทาง ในบริเวณป้ายรถประจำทาง เขตเทศบาลนครพิษณุโลก

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. การรับสัมผัสฝุ่น $PM_{2.5}$ บริเวณป้ายรถประจำทาง เขตเทศบาลนครพิษณุโลก อาจเป็นข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการวางแผนการจัดการมลพิษอากาศ และแนวทางการเฝ้าระวังทางสุขภาพผู้คนในบริเวณป้ายรถประจำทาง
2. ประชาสัมพันธ์ สื่อสารเกี่ยวกับทางด้านมลพิษอากาศ และผลกระทบต่อสุขภาพที่เกิดขึ้น สามารถนำไปข้อมูลไปประยุกต์ใช้กับผู้คนที่ใช้บริการป้ายรถประจำทาง

ขอบเขตการทำโครงงาน

1. พื้นที่ศึกษา คือ ภายในบริเวณป้ายรถประจำทาง เขตเทศบาลนครพิษณุโลก
2. ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างฝุ่น $PM_{2.5}$ เดือนตุลาคม 2564 ถึงเดือนมกราคม 2565
3. ศึกษาปริมาณฝุ่น $PM_{2.5}$ ในบริเวณป้ายรถประจำทาง 3 ป้าย ได้แก่ ป้ายตรงข้ามกับตลาดเทศบาล 6 ป้ายหน้าโรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี และป้ายหน้าโรงพยาบาลพุทธชินราชพิษณุโลก
4. ใช้แบบสอบถาม โดยปรับให้เหมาะสมกับผู้ที่ใช้บริการป้ายรถประจำทาง เขตเทศบาลนครพิษณุโลก
5. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่น $PM_{2.5}$ กับเวลาที่ผู้คนที่ใช้บริการรอรถประจำทาง

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ประเมินการรับสัมผัส (Exposure Assessment) หมายถึง การประเมินจากความเข้มข้นของสารมลพิษ ความถี่รับสัมผัส ระยะเวลาที่รับสัมผัส ช่องทางการรับสัมผัสทางการหายใจ (Inhalation Route; IR)
2. $PM_{2.5}$ หมายถึง ฝุ่นที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 2.5 ไมครอน เกิดจากการเผาไหม้ทั้งจากยานพาหนะ การเผาวัสดุการเกษตร ไฟป่า และกระบวนการอุตสาหกรรม สามารถเข้าไปถึงถุงลมในปอดได้ เป็นผลทำให้เกิดโรคในระบบทางเดินหายใจ และโรคปอดต่าง ๆ หากได้รับในปริมาณมาก

เป็นเวลานานจะสะสมในเนื้อเยื่อปอดทำให้การทำงานของปอดเสื่อมประสิทธิภาพลง ทำให้หลอดลมอักเสบ มีอาการหอบหืด

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มลพิษทางอากาศ

มลพิษทางอากาศ (Air Pollution) หมายถึง ภาวะของอากาศ ที่มีการเจือปนของสารพิษทางอากาศตั้งแต่หนึ่งหรือหลายชนิด ในปริมาณที่มากพอ และเป็นระยะเวลาสัมผัสนาเพียงพอที่จะก่อทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ สัตว์ พืช และสิ่งแวดล้อมอื่นหรือลดความสะดวกสบายในการดำรงชีวิต

สภาวะที่อากาศมีสารเคมีหรือสิ่งเจือปนในอากาศ และจัดเป็นมลพิษทางอากาศนั้นจะต้องประกอบด้วยปัจจัย 3 ปัจจัยร่วมกัน ดังนี้

1. สารมลพิษทางอากาศ (Air pollutant)

สารมลพิษทางอากาศที่เจือปนในอากาศมีความเข้มข้นอยู่ในระดับหนึ่งซึ่งมากกว่าความเข้มข้นของสารปนเปื้อนในอากาศบริสุทธิ์ ทั้งนี้เพราะในอากาศบริสุทธิ์ประกอบด้วยองค์ประกอบของสารเคมีหรือสารปนเปื้อนที่มีสัดส่วนที่คงที่ (ตาราง 1) สารปนเปื้อนดังกล่าวทำให้องค์ประกอบของอากาศบริสุทธิ์เปลี่ยนไป

ตาราง 1 องค์ประกอบของอากาศบริสุทธิ์ และสัดส่วนของแต่ละองค์ประกอบ

องค์ประกอบ	ร้อยละ (%) โดยปริมาตร	ความเข้มข้น (ppm) โดยปริมาตร
1. ไนโตรเจน (N_2)	78.084 ± 0.004	780,840
2. ออกซิเจน (O_2)	20.946 ± 0.002	209,460
3. อาร์กอน (Ar)	0.934 ± 0.001	9,340
4. คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)	0.033 ± 0.001	330
5. นีออน (Ne)		18
6. อีเลียม (He)		52
7. มีเทน (CH_4)		1.2
8. คริปทอน (Kr)		0.5
9. ไฮโดรเจน (H_2)		0.5
10. ซีนอน (Ze)		0.08

องค์ประกอบ	ร้อยละ (%) โดยปริมาตร	ความเข้มข้น (ppm) โดยปริมาตร
11. ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2)		0.02
12. โอโซน (O_3)		0.01-0.04

ที่มา: Wark, Warner, & David, 1998

2. ระยะเวลา (Period)

ระยะเวลาที่สารปนเปื้อนเจือปนในบรรยากาศ ต้องมีระยะเวลาสัมผัสที่นานพอจนก่อให้เกิดผลกระทบ

3. ผลกระทบ (Impact)

ผลกระทบต่อมนุษย์ สัตว์ พืช หรือสิ่งแวดล้อมอื่นๆ อย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งหมด ผลกระทบที่เกิดขึ้นแบ่งได้ 2 รูปแบบ คือ

3.1 ผลกระทบแบบเฉียบพลัน คือ ผลกระทบที่เกิดขึ้นทันทีที่ได้รับสารมลพิษทางอากาศ เช่น การได้รับก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ทำให้ร่างกายขาดออกซิเจน เกิดการอ่อนเพลีย และง่วงนอนในทันที

3.2 ผลกระทบแบบเรื้อรัง คือ มีกระแสในร่างกายจนกระทั่งมีปริมาณที่มากพอที่จะแสดงอาการของผลกระทบนั้น เช่น การสะสมของอนุภาคฝุ่นขนาดเล็กในถุงลมปอดเป็นระยะเวลานานจึงปรากฏอาการของโรค

ระบบภาวะมลพิษทางอากาศ

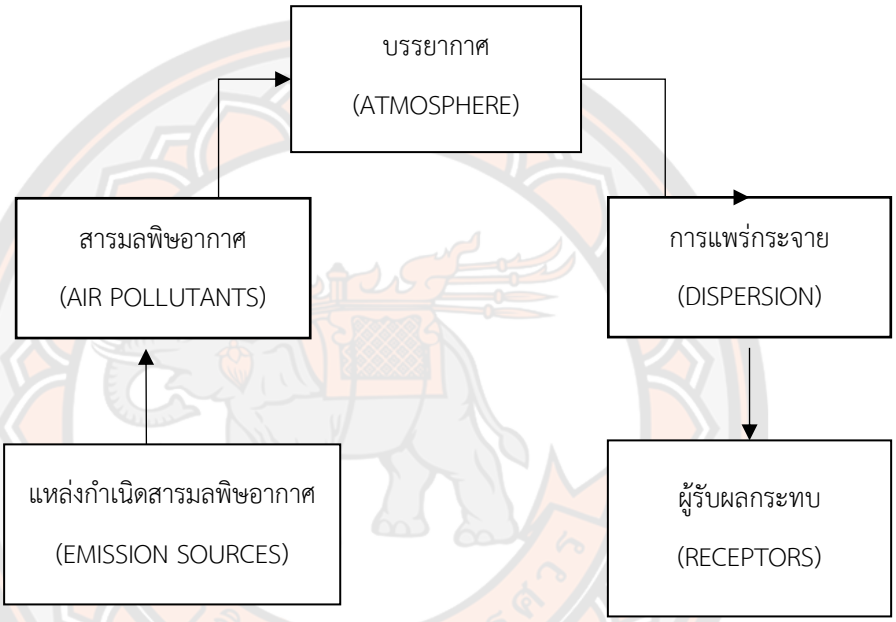
ระบบภาวะมลพิษทางอากาศ (Air Pollution System) มี 3 ส่วนที่สำคัญ คือ

1. แหล่งกำเนิดสารมลพิษอากาศ (Emission Sources) เป็นแหล่งที่ก่อให้เกิดสารมลพิษทางอากาศ และปล่อยออกสู่บรรยากาศภายนอก ชนิดและปริมาณของสารมลพิษทางอากาศขึ้นกับชนิดของแหล่งกำเนิดและการใช้มาตรการในการควบคุมการปล่อยสารมลพิษทางอากาศ แหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศที่สำคัญ เช่น โรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ การจราจรทางบก (รถประเภทต่าง ๆ) การก่อสร้าง และการเผาขยะ

2. อากาศหรือบรรยากาศ (Atmosphere) เป็นที่รองรับสารมลพิษทางอากาศที่ปล่อยออกมาจากแหล่งกำเนิดบรรยากาศเป็นปัจจัยที่บอกถึงการแพร่กระจายของสารมลพิษทางอากาศ ลักษณะหรือรูปแบบของบรรยากาศเป็นตัวกลางในการแพร่กระจายของสารมลพิษทางอากาศจาก

แหล่งกำเนิดไปยังผู้รับผลกระทบปัจจัยด้านบรรยากาศที่สำคัญ เช่น ทิศทางลม ความเร็วลม และอุณหภูมิ

3. ผู้รับผลเสีย (Receptors) เป็นส่วนที่สัมผัสกับสารมลพิษทางอากาศทำให้เกิดความเสียหายหรือเป็นอันตราย ความรุนแรงของผลกระทบขึ้นกับชนิด และปริมาณของสารมลพิษทางอากาศ ระยะเวลาสัมผัส และความอ่อนไหวของผู้รับผลกระทบ ผู้รับผลกระทบที่สำคัญ เช่น คน ต้นไม้ แหล่งน้ำ และชุมชน



ภาพ 1 ระบบภาวะมลพิษอากาศ (Air Pollution System)

ที่มา: นพภาพร พานิช และคณะ, 2550

1. แหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศ

เป็นแหล่งกำเนิดที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ และระบายออกสู่อากาศภายนอก โดยที่ชนิด และปริมาณของสารมลพิษอากาศที่ถูกระบายออกสู่อากาศขึ้นอยู่กับประเภทของแหล่งกำเนิดสารมลพิษอากาศ และวิธีการควบคุมการระบายสารมลพิษอากาศก่อนปล่อยสู่บรรยากาศ

2. อากาศและบรรยากาศ

เป็นส่วนของระบบที่รองรับสารมลพิษอากาศ ที่ถูกระบายออกจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ เป็น ตัวกลางให้สารมลพิษอากาศที่ถูกระบายออกสู่อากาศ มีการแพร่กระจายออกไป โดยมีปัจจัยทาง

อุตุนิยมวิทยา เช่น อุณหภูมิของอากาศ ความเร็วและทิศทางกระแสลม รังสีแสงอาทิตย์ ความกดดันบรรยากาศ ความแปรปรวน (Turbulence) ของบรรยากาศ และเสถียรภาพ (Stability) ของบรรยากาศ รวมทั้งลักษณะภูมิประเทศ เช่น ภูเขา หุบเขา และอาคารบ้านเรือน ซึ่งกำหนดลักษณะการแพร่กระจายของสารมลพิษในอากาศ

กลไกการปล่อยสารมลพิษ

กลไกการปล่อยสารมลพิษ (Emission Mechanism) คือ มวลอากาศที่ถูกปนเปื้อนมลสารแล้วปล่อยออกจากแหล่งกำเนิดสู่บรรยากาศด้วยกระบวนการทางธรรมชาติ และหรือกิจกรรมที่ขึ้นจากมนุษย์

1. กลไกการปล่อยมลพิษทางธรรมชาติ

มลพิษ หรือมลสาร จะถูกผลักดันให้ปลดปล่อยออกมาทั้งกระบวนการธรรมชาติ เช่น กระบวนการหมักของสารอินทรีย์ทั้งบนบก ในน้ำ หรือในอากาศ ทำให้เกิดแก๊สที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าอากาศลอยตัวสูงขึ้น กลไกการเกิดแก๊สเหล่านี้มีตลอดเวลาในธรรมชาติ แก๊สเหล่านี้จะมีการหมุนเวียนด้วยกลไกของอากาศ การเกิดฝน แล้วชะล้างลงสู่ผิวโลกทำให้แก๊สเหล่านี้มีโอกาสตก (Sink) ลงมาได้ ในภาวะที่อากาศเกิดกระบวนการอุณหภูมิผกผัน (Inversion) อันเนื่องมาจากการจมตัวลงอากาศอุ่นจากอากาศชั้นบนที่ถูกกักไว้จากชั้นอากาศเย็นในบรรยากาศชั้นล่างไม่ให้เคลื่อนตัวลงสู่พื้นผิวโลก ทำให้มีการสะสมของสารมลพิษต่าง ๆ ในอากาศชั้นล่างเกิดได้ง่ายและอยู่ได้นาน

2. กลไกการปล่อยมลพิษจากมนุษย์

กิจกรรมของมนุษย์ เช่น การก่อสร้าง เกษตรกรรม อุตสาหกรรม คมนาคม การตั้งถิ่นฐาน การผลิตพลังงาน หรืออื่น ๆ เป็นการกระตุ้น หรือก่อให้เกิดการปลดปล่อยมลสารง่ายขึ้น และ/หรือสะดวกขึ้น นอกจากจะทำให้เกิดแก๊สต่าง ๆ แล้วยังทำให้เกิดอนุภาคทั้งประเภทและขนาดต่าง ๆ มากกว่าการปลดปล่อยโดยธรรมชาติ

แหล่งกำเนิดสารมลพิษทางอากาศ

แหล่งกำเนิดของสารมลพิษทางอากาศ (Sources of Air Pollutants) จำแนกได้ 2 ประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่

1. แหล่งกำเนิดที่เกิดจากการกระทำตามธรรมชาติ

แหล่งกำเนิดที่เกิดจากการกระทำตามธรรมชาติ (Natural Sources) เป็นแหล่งที่ก่อให้เกิดสารมลพิษอากาศตามกระบวนการทางธรรมชาติ ไม่มีการกระทำของมนุษย์เข้าไปเกี่ยวข้องแต่อย่างใด เช่น ภูเขาไฟระเบิด ไฟป่า ทะเล และมหาสมุทรซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดของละอองเกลือ เป็นต้น

2. แหล่งกำเนิดที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์

แหล่งกำเนิดที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ (Man-Made Sources) เป็นแหล่งกำเนิดที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ที่ทำให้มีสารมลพิษทางอากาศ สามารถย่อยได้เป็นแบ่งเป็น 2 ประเภท โดยจัดแบ่งประเภทของแหล่งกำเนิดสามารถนำไปใช้ในการพิจารณาประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมทางมลพิษทางอากาศได้ง่ายขึ้น ได้แก่

2.1 แหล่งกำเนิดที่เคลื่อนที่ได้ (Mobile Sources)

แหล่งกำเนิดที่เคลื่อนที่ได้ (Mobile Sources) ได้แก่ เครื่องบิน เรือยนต์ รถยนต์ เป็นต้น

2.2 แหล่งกำเนิดที่อยู่กับที่ (Stationary Sources)

แหล่งกำเนิดที่อยู่กับที่ (Stationary Sources) หมายถึง แหล่งกำเนิดที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ ได้แก่ โรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งสารมลพิษอากาศมักเกิดจากการใช้เชื้อเพลิงและเกิดจากกระบวนการต่าง ๆ โรงไฟฟ้า การใช้เชื้อเพลิงภายในบ้าน กิจการการค้า สถาบันหน่วยงานของรัฐ และการเผาขยะมูลฝอยต่าง ๆ ที่จะก่อให้เกิดสารมลพิษทางอากาศที่สำคัญ เช่น สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ออกไซด์ของไนโตรเจน ออกไซด์ของกำมะถัน ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นต้น

ประเภทของสารมลพิษอากาศ

ประเภทของสารมลพิษอากาศ (Types of Air Pollutants) แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท

1. สารมลพิษที่มีลักษณะเป็นอนุภาค (Particulate Matter)

สารมลพิษที่มีลักษณะเป็นอนุภาค (Particulate Matter) : เป็นอนุภาคสารมลพิษที่อยู่ในรูปของแข็งหรือของเหลว ที่อุณหภูมิ และความดันปกติ อนุภาคจะมีขนาดแตกต่างกันขึ้นอยู่กับขนาดและแหล่งกำเนิด โดยจะมีขนาดตั้งแต่ 0.01-1,000 ไมโครเมตร แต่โดยทั่วไปแล้วจะมีขนาดเล็กกว่า 50 ไมโครเมตร อนุภาคที่ทำให้เกิดปัญหาต่อสุขภาพและเข้าสู่ร่างกายได้ คือ อนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร สามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจของมนุษย์ได้ อนุภาคที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมโครเมตร เรียกว่า สารอนุภาคแขวนลอย (Suspended Particulate Matter) หรือที่เรียกโดยทั่วไปว่า ฝุ่นละออง สามารถกระจาย และลอยฟุ้งกระจายอยู่ในอากาศได้เป็นเวลาค่อนข้างนาน โดยจะถูกแรงดึงดูดของโลกทำให้ตกลงบนพื้น และอาจจะกลับฟุ้งกระจายขึ้นไปใหม่ได้ ขึ้นอยู่กับขนาด และน้ำหนักของอนุภาคมลสาร สามารถแบ่งออกเป็นชนิดต่าง ๆ ได้ (ตาราง 2)

2. สารมลพิษที่เป็นก๊าซ (Particulate Matter)

สารมลพิษที่เป็นก๊าซ (Particulate Matter): เป็นสารพิษที่อยู่ในสภาพก๊าซและไอ ชนิดของมลสารเหล่านี้ขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิด ประเภทของอุตสาหกรรม ขบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม ชนิดของยวดยานพาหนะ ประกอบด้วยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ก๊าซโอโซน ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เป็นต้น

ตาราง 2 การแบ่งชนิดของสารมลพิษที่มีลักษณะเป็นอนุภาค (Particulate Matter)

ชนิดของอนุภาค	ความหมาย
ฝุ่นขนาดใหญ่ (Grit)	เป็นอนุภาคของแข็งที่สามารถลอยปะปนอยู่ในอากาศ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 500 ไมครอน
ฝุ่น (Dust)	เป็นอนุภาคของแข็งขนาดเล็กที่ลอยปะปนอยู่ในอากาศ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 0.25 – 500 ไมครอน อาจจะเป็นสารอินทรีย์หรือสาร อนินทรีย์
ละออง (Mist)	เป็นอนุภาคที่เป็นของเหลวซึ่งเกิดจากการควบแน่นของไอหรือก๊าซบางชนิด หรือเกิดจากการแยกตัวของของเหลวออกจากกระบวนการบางอย่าง เมื่อความเข้มข้นของละอองไอสูงจนลดความสามารถในการมองเห็นจะเรียกว่า หมอก (Fog)
ควัน (Smoke)	เป็นอนุภาคของคาร์บอนที่รวมตัวกับอนุภาคของเหลวที่มาจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ โดยทั่วไปจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 2 ไมครอน
ไอควัน หรือฟูม (Fume)	เป็นของแข็งที่ขนาดเล็กกว่า 1 ไมครอน ส่วนใหญ่เกิดจากการควบแน่น (Condensation) ของไอจากปฏิกิริยาเคมีบางอย่าง
ละอองลอย (Aerosol)	เป็นอนุภาคของแข็งหรือของเหลวที่แขวนลอยอยู่ในบรรยากาศและมีเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 1 ไมครอน
หมอกควัน (Smog)	เป็นสภาวะที่ใช้เรียกการเกิด smoke และ fog ร่วมกัน
ขี้เถ้า (Ash) หรือขี้เถ้าลอย (Fly ash)	เป็นอนุภาคขนาดเล็กที่เหลือจากการเผาไหม้ ส่วนใหญ่เกิดจากกระบวนการเผาไหม้เชื้อเพลิงแบบไม่สมบูรณ์

3. สารมลพิษอากาศตามลักษณะการเกิด

3.1 สารมลพิษอากาศปฐมภูมิ (Primary Air Pollutants) เป็นสารมลพิษอากาศที่เกิดขึ้น และถูกระบายจากแหล่งกำเนิดโดยตรง เช่น แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ ขี้เถ้า และเขม่าควันดำที่เกิดจากการเผาเชื้อเพลิงในยานพาหนะ เป็นต้น

3.2 สารมลพิษอากาศทุติยภูมิ (Secondary Air Pollutants) เป็นสารมลพิษอากาศที่ไม่ได้เกิดขึ้นและถูกระบายออกจากแหล่งกำเนิดใดโดยตรง แต่เกิดขึ้นในบรรยากาศทั่ว ๆ ไป จากปฏิกิริยาเคมีระหว่างสารมลพิษอากาศปฐมภูมิด้วยกันเอง หรือปฏิกิริยาเคมีระหว่างสาร มลพิษอากาศปฐมภูมิกับสารประกอบอื่น ๆ ที่อยู่ในบรรยากาศ เช่น ก๊าซโอโซน ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาเคมี Photochemical Oxidation ระหว่างก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนกับสารประกอบไฮโดรคาร์บอน

ที่อยู่ในบรรยากาศ โดยมีแสงแดดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา หรือสารปนเปื้อนพวกกรดกำมะถัน เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์กับละอองน้ำในอากาศ

ฝุ่นละออง

ฝุ่นละออง หมายถึง อนุภาคของแข็งและหยดละอองของเหลวที่แขวนลอยกระจายในอากาศ อนุภาค ที่แขวนลอยอยู่ในอากาศ บางชนิดมีขนาดใหญ่และสีดำจนมองเห็นเป็นเขม่าและควัน แต่บางชนิดมีขนาดเล็กมาก จนมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า ฝุ่นละอองที่แขวนลอยในบรรยากาศโดยทั่วไปมีขนาดตั้งแต่ 100 ไมครอนลงมา และ ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของคน สัตว์ พืช เกิดความเสียหายต่ออาคารบ้านเรือน ทำให้เกิดความ เดือดร้อนรำคาญต่อประชาชน บดบังทัศนวิสัย ทำให้เกิดอุปสรรคในการคมนาคมขนส่ง นานาประเทศจึงได้มี การกำหนดมาตรฐานฝุ่นละอองในบรรยากาศขึ้น สาหรับในประเทศสหรัฐอเมริกา โดย US.EPA (United State Environmental Protection Agency) ได้มีการกำหนดค่ามาตรฐานของฝุ่นรวม (Total Suspended Particulate) และฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า10ไมครอน (PM_{10}) แต่เนื่องจากมีการศึกษาวิจัยพบว่าฝุ่นขนาดเล็กนั้นจะเป็นอันตรายต่อสุขภาพมากกว่าฝุ่นรวม เนื่องจากสามารถผ่านเข้าไปในระบบทางเดินหายใจส่วนล่างและมีผลต่อ สุขภาพมากกว่าฝุ่นรวม ดังนั้น US.EPA จึงได้มีการยกเลิกค่ามาตรฐานฝุ่นรวม และกำหนดค่าฝุ่นขนาดเล็กเป็น 2 ชนิด คือ ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) และฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$)

PM_{10} ตามคำจำกัดความของ US.EPA หมายถึง ฝุ่นหยาบ (Course Particle) เป็นอนุภาคที่มี เส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 - 10 ไมครอน มีแหล่งกำเนิดจากการจราจรบนถนนที่ไม่ได้ลาดยางจากการขนส่งวัสดุ ฝุ่นจากกิจกรรมบด ย่อย หิน

$PM_{2.5}$ ตามคำจำกัดความของ US.EPA หมายถึง ฝุ่นละเอียด (Fine Particle) เป็นอนุภาคที่มี เส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ฝุ่นละเอียดมีแหล่งกำเนิดจากควันเสียของรถยนต์ โรงไฟฟ้า โรงงาน อุตสาหกรรม ควันที่เกิดจากหุงต้มอาหารโดยใช้ฟืน นอกจากนี้ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ออกไซต์ของ ไนโตรเจน (NO_X) และสารอินทรีย์ระเหยง่าย(VOC_s)จะทำปฏิกิริยากับสารอื่นในอากาศทำให้เกิดเป็นฝุ่นละเอียดได้

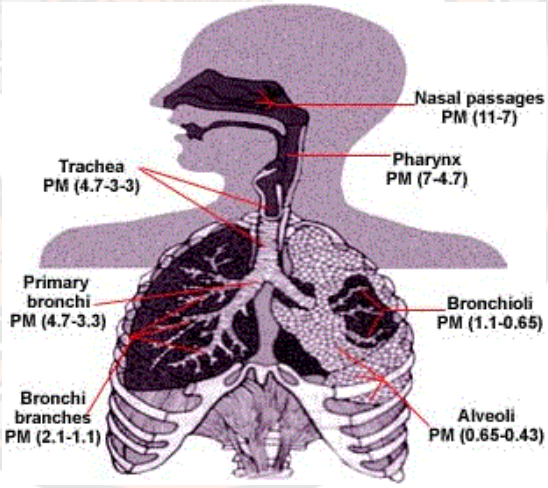
ฝุ่นละอองขนาดเล็กจะมีผลกระทบต่อสุขภาพเป็นอย่างมาก เมื่อหายใจเข้าไปในปอดจะเข้าไปอยู่ใน ระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง ในสหรัฐอเมริกาพบว่าผู้ที่ได้รับฝุ่น PM_{10} ในระดับหนึ่งจะทำให้เกิดโรคหอบหืด (Asthma) และฝุ่น $PM_{2.5}$ ในบรรยากาศจะมีความสัมพันธ์กับอัตราการเพิ่มของผู้ป่วยที่เป็นโรคหัวใจและโรคปอด ที่เข้ามารักษาตัวในห้องฉุกเฉิน เพิ่มอาการของโรคทางเดินหายใจ ลดประสิทธิภาพการทำงานของปอด และเกี่ยวโยง กับการเสียชีวิตก่อนวันอันควร โดยเฉพาะผู้ป่วยสูงอายุผู้ป่วยโรคหัวใจ โรคหอบหืด และเด็กจะมีอัตราเสี่ยงสูงกว่า คนปกติ

1. ช่องทางที่ฝุ่นละอองเข้าสู่ร่างกาย

ทางจมูก: โดยการหายใจเข้าไป ซึ่งฝุ่นละอองจะเข้าสู่ร่างกายโดยวิธีนี้มากที่สุด

ทางปาก: ได้รับโดยการที่ฝุ่นละอองในอากาศตกลงสู่อาหาร แล้วมนุษย์กินเข้าไป ซึ่งวิธีการนี้จะมีฝุ่นละอองติดเข้าไปไม่มากนัก

ทางผิวหนัง: ฝุ่นละอองจะปลิวมาติดอยู่ตามผิวหนัง จะดูดซับน้ำและน้ำมันออกทำให้แห้งเกิดการระคายเคือง ทำให้เป็นผื่นคันได้



ภาพ 2 ฝุ่นละอองขนาดต่าง ๆ เมื่อเข้าสู่ทางเดินหายใจ

ที่มา: Thailandgotsmoke, 2012

2. การตกค้างของฝุ่นละอองในทางเดินหายใจ

ขนาดเล็กเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอน เมื่อหายใจเข้าไปจะผ่านทางเดินหายใจผ่านเนื้อเยื่อ ในปอดไปฝังตัวอยู่ภายในถุงลมปอด (alveoli) การฝังตัวของอนุภาคฝุ่นละอองขึ้นอยู่กับขนาดของ ฝุ่นละออง อนุภาคของฝุ่นละอองที่จะเข้าไปสู่ระบบทางเดินหายใจนอกจากจะขึ้นอยู่กับ

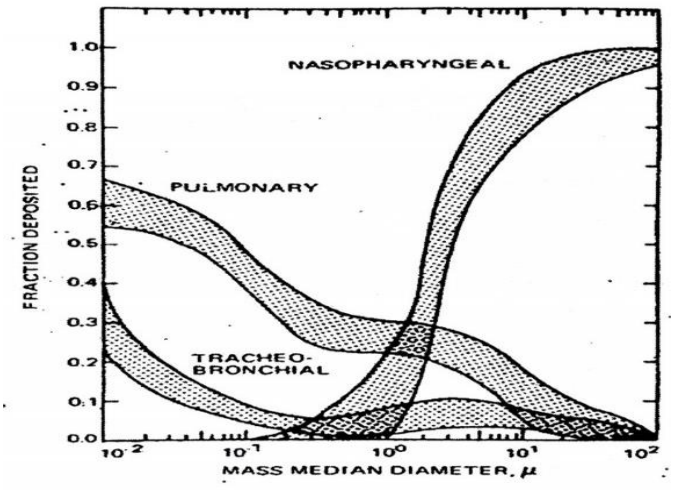
ขนาดแล้ว ยังขึ้นอยู่กับรูปร่าง ความหนาแน่น ความเป็นกรดด่างและความสามารถในการละลายน้ำ ประสิทธิภาพในการฝังตัวของฝุ่นละอองยังแตกต่างกันในคนที่สูบบุหรี่ ไม่สูบบุหรี่ คนที่เป็นโรค ปอด หลังจากฝุ่นละอองฝังตัวในทางเดินหายใจกลไกของร่างกายในการกำจัดฝุ่นละอองเหล่านี้จะแตกต่างกันไปตามตำแหน่งของทางเดินหายใจ บริเวณจมูก ลำคอ และหลอดลมส่วนต้นจะมีขน เล็ก ๆ คอย โบกพัด และกำจัดฝุ่นละอองภายในระยะเวลา 1วัน บริเวณถุงลมในปอดใช้เวลาในการกำจัดฝุ่นละอองเป็นสัปดาห์หรือเป็นเดือน ฝุ่นละอองที่มีความสามารถในการฝังตัวบริเวณถุงลม ปอดมากที่สุด คือ ขนาด 0.1 - 2.5 ไมครอน ซึ่งจะมีผลต่อสุขภาพของมนุษย์มากเพราะฝุ่นละออง พวกนี้ส่วนมากจะเป็นฝุ่นของสารพิษ คือ ตะกั่ว โครเมียม ปรอท เป็นต้น ฝุ่นละอองสามารถทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพร่างกายคือไอจาม หลอดลมอักเสบเรื้อรัง หอบหืด (ตาราง 3)

ตาราง 3 การตกค้างของฝุ่นละอองในส่วนต่าง ๆ ของระบบทางเดินหายใจ

ขนาดของฝุ่นละออง	กลไกและบริเวณตกค้างของฝุ่นในทางเดินหายใจ
5 - 30 ไมครอน	จมูกและคอหอยส่วนจมูก
1 - 10 ไมครอน	คอหอยและหลอดลม
1 ไมครอนและเล็กกว่า	ถุงลม รอบบริเวณถุงลม

ที่มา: มาริษา เพ็ญสุติภู่ภิญโญกุล, 2542

ฝุ่นละอองขนาดเล็กจะติดที่ทางเดินหายใจมากเมื่อมีอัตราการหายใจต่ำ ๆ เนื่องจากฝุ่นที่มีอยู่ในอากาศ ถูกพาเข้าไปโดยมีความเร็วลมจากการหายใจเข้า มีการสัมผัสกับส่วนต่าง ๆ ของหลอดลมและถูกแรงโน้มถ่วงพัดให้ตกลงสู่ถุงลมปอด ตามภาพวิเคราะห์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของอนุภาคฝุ่นละอองกับสัดส่วนการฝังติดในระบบทางเดินหายใจ (ภาพ 3)



ภาพ 3 เส้นผ่านศูนย์กลางอนุภาคฝุ่นละอองและสัดส่วนการฝังติดในระบบทางเดินหายใจ

ที่มา: James, 1975

3. ผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์

ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM2.5) เมื่อเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจ จะเกาะตัวได้ในส่วนต่าง ๆ ของระบบทางเดินหายใจ ก่อให้เกิดการระคายเคืองและทำลายเนื้อเยื่อของอวัยวะนั้น

ฝุ่นละอองขนาดเล็กจะมีผลกระทบต่อสุขภาพเป็นอย่างมาก เมื่อหายใจเข้าไปจะอยู่ในระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง ในสหรัฐอเมริกาพบว่าผู้ที่ได้รับฝุ่น PM2.5 ในระดับหนึ่งจะทำให้เกิดโรคหืด โดยเฉพาะผู้ป่วยสูงอายุ ผู้ป่วยโรคหัวใจ โรคหืดหอบ และเด็ก ซึ่งจะมีอัตราเสี่ยงสูงกว่าคนปกติด้วย

มาตรฐานคุณภาพอากาศ

1. มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไป

มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไป เป็นเป้าหมายการกำหนดระดับคุณภาพอากาศ (Air Quality) ที่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของประชาชน เนื่องจากสารมลพิษแต่ละชนิดจะก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของประชาชน ได้มากหรือน้อยนั้นขึ้นกับความเข้มข้น และระยะเวลาที่ได้รับสัมผัส

2. ดัชนีคุณภาพอากาศ

ดัชนีคุณภาพอากาศ (Air Quality Index: AQI) เป็นการรายงานข้อมูลคุณภาพอากาศในรูปแบบที่ง่ายต่อความเข้าใจของประชาชนทั่วไป เพื่อเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ให้สาธารณชนได้รับทราบถึงสถานการณ์มลพิษทางอากาศในแต่ละพื้นที่ว่าอยู่ในระดับใด ดัชนีคุณภาพอากาศของประเทศไทยแบ่งเป็น 5 ระดับ คือ ตั้งแต่ 0 ถึง 201 ขึ้นไป ซึ่งแต่ละระดับจะใช้สีเป็นสัญลักษณ์เพื่อเปรียบเทียบระดับของผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย (ตารางที่ 4)โดยดัชนีคุณภาพอากาศ 100 จะมีค่าเทียบเท่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป หากดัชนีคุณภาพอากาศมีค่าสูงเกินกว่า 100 แสดงว่าค่าความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศมีค่าเกินมาตรฐานและคุณภาพอากาศในวันนั้นจะเริ่มมีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน

ตาราง 4 เกณฑ์ดัชนีคุณภาพอากาศของประเทศไทย

AQI	PM2.5	ความหมาย	สีที่ใช้	คำอธิบาย
0-25	0-25	คุณภาพดีมาก	ฟ้า	คุณภาพอากาศดีมาก เหมาะสำหรับกิจกรรมกลางแจ้งและการท่องเที่ยว
26-50	26-37	คุณภาพดี	เขียว	คุณภาพอากาศดี สามารถทำกิจกรรมกลางแจ้งและการท่องเที่ยวได้ตามปกติ
51-100	38-50	ปานกลาง	เหลือง	**ประชาชนทั่วไป** : สามารถทำกิจกรรมกลางแจ้งได้ตามปกติ **ผู้ที่ต้องดูแลสุขภาพเป็นพิเศษ** : หากมีอาการเบื้องต้น เช่น ไอ หายใจลำบาก ระคายเคืองตา ควรลดระยะเวลาการทำกิจกรรมกลางแจ้ง
101-200	51-90	เริ่มมีผลกระทบต่อสุขภาพ	ส้ม	**ประชาชนทั่วไป** : ควรเฝ้าระวังสุขภาพ ถ้ามีอาการเบื้องต้น เช่น ไอ หายใจลำบาก ระคายเคืองตา ควรลดระยะเวลาการทำกิจกรรมกลางแจ้ง หรือใช้อุปกรณ์ป้องกันตนเองหากมีความจำเป็น **ผู้ที่ต้องดูแลสุขภาพเป็นพิเศษ** : ควรลดระยะเวลาการทำกิจกรรมกลางแจ้ง หรือใช้อุปกรณ์ป้องกันตนเองหากมีความจำเป็น ถ้ามีอาการทางสุขภาพ เช่น ไอ หายใจลำบาก ตาอักเสบ แน่นหน้าอก ปวดศีรษะ หัวใจเต้นไม่เป็นปกติ คลื่นไส้ อ่อนเพลีย ควรปรึกษาแพทย์

AQI	PM2.5	ความหมาย	สีที่ใช้	คำอธิบาย
มากกว่า 201	**91 ขึ้นไป**	**มีผลกระทบต่อสุขภาพ**	**แดง**	ทุกคนควรหลีกเลี่ยงกิจกรรมกลางแจ้งหลีกเลี่ยงพื้นที่ที่มีมลพิษทางอากาศสูง หรือใช้อุปกรณ์ป้องกันตนเองหากมีความจำเป็น หากมีอาการทางสุขภาพควรปรึกษาแพทย์

หมายเหตุ: PM2.5 เฉลี่ย 24 ชั่วโมงต่อเนื่อง : ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร หรือ มคก./ลบ.ม. หรือ µg./m3

ที่มา: กองจัดการคุณภาพอากาศ และเสียง กรมควบคุมมลพิษ, 2563

การประเมินความเสี่ยง

การประเมินความเสี่ยง หมายถึง กระบวนการประเมินโอกาสและความรุนแรงที่จะเกิดขึ้นกับมนุษย์ หรือสิ่งแวดล้อมจากการได้รับ/สัมผัสความเสี่ยงตามสภาวการณ์ที่แจง รวมทั้งการระบุความไม่แน่นอนที่ตามมา มักต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญจากหลากหลายสาขา พิษวิทยา สาธารณสุข ระบาดวิทยา สถิติ วิศวกรรมศาสตร์ และสิ่งแวดล้อม เป็นต้น แบ่งลักษณะการประเมินเป็น 2 กลุ่ม คือ

1. การประเมินความเสี่ยงเชิงปริมาณ (Quantitative Risk Assessment)

มุ่งเน้นอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในการตรวจวัดค่าตัวแปรต่าง ๆ อาศัยเครื่องมือ ทางวิทยาศาสตร์ การตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ สามารถอธิบายโดยใช้หลัก เหตุและผล สามารถทดลองหรือทำซ้ำได้

ใช้ตัวเลขในการอธิบายปรากฏการณ์ แต่มักต้องมีเงื่อนไข กฎเกณฑ์ หรือ สมมติฐานเข้าช่วยในการดำเนินการประเมิน

สามารถแบ่งย่อยออกเป็น

1. การประเมินแบบ Deterministic Risk Assessment
2. การประเมินแบบ Probabilistic Risk Assessment

2. การประเมินความเสี่ยงเชิงคุณภาพ (Qualitative Risk Assessment)

1. มุ่งเน้นในการอธิบายปรากฏการณ์เชิงสังคมศาสตร์และมานุษวิทยา
2. เน้นความหลากหลาย ความครอบคลุมของข้อมูล และวิธีการเข้าถึงข้อมูล
3. ไม่เน้นการตรวจวัดทางวิทยาศาสตร์ การเก็บข้อมูลเชิงตัวเลข หรือการวิเคราะห์ทางสถิติ
4. ใช้กระบวนการทางสังคมในการเก็บข้อมูล เช่น

4.1 การสัมภาษณ์เจาะลึก Indepth Interview

4.2 การสัมภาษณ์เฉพาะกลุ่ม Focus group interview

4.3 การใช้แบบสอบถาม Questionaire (ตาราง 5)

4.4 การศึกษาแบบมีส่วนร่วม Participatory action research

ตาราง 5 แบบสอบถาม

ลำดับ	รายการ
1	แบบสอบถามข้อมูลพื้นฐานทั่วไป
2	แบบสัมภาษณ์ผลกระทบต่อสุขภาพจากมลพิษอากาศ
3	แบบสอบถามกิจกรรมระหว่างวัน

ที่มา: กรมอนามัย และกรมควบคุม กระทรวงสาธารณสุข, 2558

3. การประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพ

สภาวิจัยแห่งชาติของสถาบันวิทยาศาสตร์แห่งชาติประเทศสหรัฐอเมริกาได้เสนอรูปแบบการ ประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment) ออกเป็น 4 ขั้นตอน ซึ่งได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางจาก หน่วยงานต่าง ๆ ในประเทศสหรัฐอเมริการวมทั้งองค์กรพิทักษ์สิ่งแวดล้อม (Environmental Protection Agency หรือ EPA) ด้วย ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การระบุ/ประเมินสิ่งคุกคาม (Hazard Identification) เป็นการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อหาคำตอบว่า สิ่งที่คุกคามอยู่นั้นมีอยู่จริงหรือไม่ และสิ่งที่คุกคามมีผลเสียต่อสุขภาพอนามัยหรือไม่

ขั้นตอนที่ 2 การประเมินขนาดสัมผัสกับการตอบสนอง (Dose – Response Assessment/ Toxicity Assessment) เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดที่ประชากรได้รับและผลกระทบทางสุขภาพที่อาจเกิดขึ้นจากการได้รับ

ขั้นตอนที่ 3 การประเมินการสัมผัส (Exposure Assessment) เป็นวิธีการประมาณหรือวัดขนาดของสิ่งคุกคามที่บุคคล ประชากร ระบบนิเวศ ที่ได้รับ

ขั้นตอนที่ 4 การอธิบายลักษณะของความเสี่ยง (Risk Characterization) เป็นการอธิบาย พรรณนาถึงลักษณะธรรมชาติความเสี่ยง โดยบอกถึงขนาดและความไม่แน่นอน และสิ่งคุกคามนั้นมีโอกาสก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพมากน้อยเพียงใด

4. การประเมินการรับสัมผัส

การประเมินการรับสัมผัส (Exposure Assessment) เป็นวิธีการประมาณ หรือวัดปริมาณความเข้มข้นของสิ่งคุกคามที่แต่ละบุคคลประชากร โดยประกอยด้วย 3 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดลักษณะของการสัมผัส จะต้องมีการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะ ของสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ เช่น สภาพอากาศ ตัวสภาพทางอุตุนิยมวิทยา สภาพทางภูมิศาสตร์ ตำแหน่ง ที่ตั้งของโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ

ขั้นตอนที่ 2 การค้นหาเส้นทางของการสัมผัส (Identifying Exposure Pathways) เส้นทางการรับสัมผัสเป็นการแสดงถึงการเป็นพิษและสารคุกคามจะเข้าสู่คนแต่ละคนได้ อย่างไรดังนั้นในการวิเคราะห์เส้นทางการรับสัมผัสต้องทราบแหล่งกำเนิดของสารคุกคาม

ขั้นตอนที่ 3 การคำนวณปริมาณการรับสัมผัส (Quantification of Exposure) การวัดการได้รับสัมผัสคือการประเมินการรับสารเข้าสู่ร่างกาย ตามเส้นทางการรับสัมผัสผ่าน ตัวกลางต่าง ๆ ในส่วนของการได้รับสัมผัสสารในกรณีตัวกลางที่เป็นอากาศ สามารถคำนวณหาปริมาณ การได้รับสัมผัสเฉลี่ยรายวัน (Average Daily Intake หรือ ADI) (US EPA, 1989)

$$ADI = \frac{CA \times IR \times ET \times EF \times ED}{BW \times AT}$$

โดยที่ ADI คือ ปริมาณการได้รับสัมผัสเฉลี่ยรายวัน (มก./กก.-น้ำหนักร่างกาย/วัน)

CA คือ ความเข้มข้นของสารในอากาศ (มก./ลบ.ม.)

IR คือ อัตราการหายใจ (ลบ.ม./ชม.)

ET คือ เวลาในการรับสัมผัส (ชม./วัน)

EF คือ ความถี่ในการได้รับสัมผัส (วัน/ปี)

ED คือ ระยะเวลาที่สัมผัส (ปี) (อายุขัยเฉลี่ยของประชากร – อายุของผู้โดยสาร)

BW คือ น้ำหนักของร่างกาย (กก.)

AT คือ ช่วงเวลาในการได้รับสัมผัส (วัน) (ED X 365 วัน/ปี) โดยค่าคงที่สำหรับพารามิเตอร์ต่าง ๆ

มาตรฐานคุณภาพอากาศ

ตาราง 6 มาตรฐานคุณภาพในบรรยากาศของโดยทั่วไป

สารมลพิษ	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นในเวลา	ค่ามาตรฐาน
1. ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)	1 ชม.	ไม่เกิน 30 ppm. (34.2 มก./ลบ.ม.)
	8 ชม.	ไม่เกิน 9 ppm. (10.26 มก./ลบ.ม)
2.ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2)	1 ชม.	ไม่เกิน 0.17 ppm. (0.32 มก./ลบ.ม.)
	1 ปี	ไม่เกิน 0.03 ppm. (0.057 มก./ลบ.ม.)
3. ก๊าซโอโซน (O_3)	1 ชม.	ไม่เกิน 0.10 ppm. (0.20 มก./ลบ.ม.)
	8 ชม.	ไม่เกิน 0.07 ppm. (0.14 มก./ลบ.ม.)
4. ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2)	1 ปี	ไม่เกิน 0.04 ppm. (0.10 มก./ลบ.ม)
	24 ชม.	ไม่เกิน 0.12 ppm.(0.30 มก./ลบ.ม)
	1 เดือน	ไม่เกิน 0.3 ppm.(780 มคก./ลบ.ม)
5. ตะกั่ว (Pb)	1 เดือน	ไม่เกิน 1.5 มคก./ลบ.ม
6. ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 100 ไมครอน	24 ชม.	ไม่เกิน 0.33 มก./ลบ.ม.
	1 ปี	ไม่เกิน 0.10 มก./ลบ.ม.
7. ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน	24 ชม.	ไม่เกิน 0.12 มก./ลบ.ม
	1 ปี	ไม่เกิน 0.05 มก./ลบ.ม
8. ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน	24 ชม.	ไม่เกิน 0.05 มก./ลบ.ม.
	1 ปี	ไม่เกิน 0.025 มก./ลบ.ม.

หมายเหตุ: 1. มาตรฐานค่าเฉลี่ยระยะสั้น (1, 8 และ 24 ชม.) กำหนดขึ้นเพื่อป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยอย่างเฉียบพลัน (acute effect)

2. มาตรฐานค่าเฉลี่ยระยะยาว (1 เดือน และ 1 ปี) กำหนดขึ้นเพื่อป้องกันผลกระทบยาวหรือผลกระทบเรื้อรังที่อาจเกิดขึ้นต่อสุขภาพอนามัย (chronic effect)

ที่มา: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมมลพิษ, 2563

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุกิมพร นาสมทรง (2560) ศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในบริเวณที่ตั้งของวินจักรยานยนต์รับจ้าง ปริมาณความเข้มข้นการรับสัมผัส (EC) ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน รวมถึงดัชนีการคุกคามการรับสัมผัส (HQ) ศึกษาอาการและอาการแสดงของโรคระบบทางเดินหายใจ และความเสี่ยงต่ออาการและอาการแสดงของโรคระบบทางเดินหายใจ (RR) ของผู้ขับขี่จักรยานยนต์รับจ้างที่ตั้งวินอยู่บริเวณริมถนนหลัก ถนนรอง และถนนในซอย ผลการศึกษาพบว่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ของวินที่ตั้งบริเวณริมถนนหลัก ถนนรอง และถนนในซอย โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.1287±0.0128 มก./ลบ.ม. (ซึ่งเกินค่ามาตรฐานกำหนด เท่ากับ 0.05 มก./ลบ.ม.) 0.0467±0.0428 มก./ลบ.ม. และ 0.0144±0.0132 มก./ลบ.ม. ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ด้วยสถิติOne-Way ANOVA พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p< 1 แปรผลได้ว่าผู้ขับขี่จักรยานยนต์รับจ้างได้รับสัมผัสปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ที่ร่างกายได้รับยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้หรืออยู่ในภาวะที่ยอมรับ และข้อมูลจากแบบสอบถามที่ได้พบว่าข้อมูลทั่วไปที่ประกอบด้วย เพศ อายุ น้ำหนัก ลักษณะการประกอบอาชีพ (หลัก หรือเสริม) ระยะเวลาการท างานต่อวัน เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติเปรียบเทียบกัน 3 กลุ่ม ศึกษา ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p>0.05) แต่ข้อมูลด้านระยะเวลาการประกอบอาชีพ ต่อปีพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p0.05) ส่วนความ เสี่ยงต่อการเกิดอาการและอาการแสดงของโรคระบบทางเดินหายใจ ที่มีหนึ่งอาการหรือมากกว่าหนึ่ง อาการของผู้ขับขี่จักรยานยนต์รับจ้างที่อยู่บริเวณริมถนนหลัก (1.246 เท่า) ต่อผู้ขับขี่จักรยานยนต์ รับจ้างที่อยู่บริเวณริมถนนรอง สูงกว่า ของผู้ขับขี่จักรยานยนต์รับจ้างที่อยู่บริเวณริมถนนหลัก (0.938 เท่า) ต่อผู้ขับขี่จักรยานยนต์รับจ้างที่อยู่บริเวณริมถนนในซอย และสูงกว่า ของผู้ขับขี่จักรยานยนต์รับจ้างที่อยู่บริเวณริมถนนรอง (0.711 เท่า) ต่อผู้ขับขี่จักรยานยนต์รับจ้างที่อยู่บริเวณริมถนนในซอย ตามลำดับ

อนุสรา รอดธานี (2558) ระบบขนส่งมวลชนเป็นบริการสาธารณะที่มีความสำคัญในการช่วยให้ประชาชนสามารถเดินทางไปยังที่ต่างๆ ได้อย่างสะดวกสบาย ช่วยให้ลดการใช้รถยนต์ส่วนบุคคล ลดแหล่งระบายมลพิษ ส่งผลให้คุณภาพอากาศในเมืองดีขึ้น อนึ่งการปนเปื้อนของสารมลพิษภายในรถโดยสารสาธารณะอาจเกิดขึ้นจากหลาย ๆ ปัจจัย ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อ สุขภาพของผู้โดยสาร การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM2.5) ภายในห้องโดยสารของรถโดยสารสาธารณะ 6 ประเภท ประกอบด้วย รถตู้สาธารณะ รถประจำทางปรับอากาศ รถมินิบัส รถไฟฟ้าบีทีเอส รถไฟฟ้าเอ็มอาร์ทีและรถแท็กซี่ โดยมีวัตถุประสงค์ดังนี้ 1) เพื่อเปรียบเทียบปริมาณ PM2.5 ใน รถโดยสารสาธารณะ 2) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง PM2.5 กับอัตราเร็วของรถ 3) ประเมินการได้รับสัมผัส PM2.5 ของ ผู้โดยสาร และ 4) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ PM2.5 กับสภาวะการขับขี่ การศึกษาครั้งนี้ใช้

เครื่องตรวจวัด ปริมาณฝุ่นแบบต่อเนื่อง (Dusttrak Aerosol Monitor) ในการตรวจวัดปริมาณ PM2.5 การติดตามความเร็วและสภาวะ การขับขี่ด้วยเครื่องมือตรวจวัดพิกัดทางภูมิศาสตร์ (จีพีเอส) ผลการศึกษาพบว่า รถประจำทางปรับอากาศ มีความเข้มข้น PM2.5 เฉลี่ย (มคก./ลบ.ม.) ตลอดระยะเวลาการเดินรถมากที่สุด (2,650±2,348) รองมาคือ รถมินิบัส (1,996±1,042) รถไฟฟ้าบีทีเอส (1,070±626) รถไฟฟ้าเอ็มอาร์ที(806±645) รถตู้สาธารณะ (424±324) และรถแท็กซี่ (366±362) ตามลำดับ ในส่วนของปริมาณ PM2.5 กับอัตราเร็วของรถโดยสารนั้นพบว่า รถตู้สาธารณะมีความสัมพันธ์กันแบบแปรผัน ตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(ที่ระดับ 0.05) โดยมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์(R 2) เท่ากับ 0.256 ส่วนรถมินิบัส รถไฟฟ้าบีที เอสและรถแท็กซี่ มีปริมาณ PM2.5 กับอัตราเร็วที่สัมพันธ์กันแบบแปรผันตามเช่นกันแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมี สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.121 0.137 และ 0.163 ตามลำดับ ส่วนในรถประจำทางปรับอากาศพบว่าปริมาณ PM2.5 และอัตราเร็วมีความสัมพันธ์กันแบบผกผันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติโดยมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ค่อนข้างต่ำ (- 0.020) เมื่อประเมินการได้รับสัมผัสในรูปของปริมาณการได้รับสัมผัสเฉลี่ยรายวัน (Average Daily Intake หรือ ADI) (มก./กก.-นน.ร่างกาย/วัน) พบว่า ในกลุ่มผู้ใหญ่ รถประจำทางปรับอากาศมีการรับสัมผัสมากที่สุด (0.0063) รองลงมา คือ รถมินิบัส (0.0034) รถตู้(0.0014) รถไฟฟ้าเอ็มอาร์ที (0.0011) และรถไฟฟ้าบีทีเอส (0.0008) ตามลำดับ ส่วนใน กลุ่มเด็กพบว่า รถประจำทางปรับอากาศมีการรับสัมผัสมากที่สุด (0.0149) รองลงมา คือ รถไฟฟ้าบีทีเอส (0.0028) รถรถตู้สาธารณะ (0.0026) และรถไฟฟ้าเอ็มอาร์ที (0.0016)ตามลำดับ (รถมินิบัสไม่พบกลุ่มผู้โดยสารที่เป็นเด็กขณะทำการสำรวจ) สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ PM2.5 กับสภาวะการขับขี่พบว่า PM2.5 มีแนวโน้มที่สูงขึ้นในช่วงที่รถโดยสาร สาธารณะมีการชะลอ ซึ่งอาจมีปัจจัยสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ที่มีผล เช่น การขึ้นลงของผู้โดยสารระหว่างสถานี สภาพ การจราจร ฯลฯ จากผลการศึกษานี้นำมาสู่ข้อเสนอแนะให้มีการปรับปรุงระบบระบายอากาศรวมทั้งการทำความสะอาด ในห้องโดยสารอย่างสม่ำเสมอโดยเฉพาะอย่างยิ่งในรถประจำทางปรับอากาศ

ณัฐพล วริกูล (2558) ตรวจวัดความเข้มข้นของ PM10 PM4 และ PM2.5ด้วยวิธีการสองวิธีได้แก่ วิธีอ้างอิง (เชิงน้ำหนัก) และวิธีตรวจวัดแบบ การเก็บตัวอย่างด้วยวิธีเชิงน้ำหนักใช้ไซโคลน (PM10 และ PM4) และใช้ เครื่อง Personal Environmental Monitor (PEM) (สำหรับ PM2.5) ร่วมกับปั๊มดูดอากาศส่วนบุคคล ในขณะที่ใช้เครื่องดัสแทร็ค รุ่น 8530 ในการเก็บตัวอย่างแบบอัตโนมัติตั้งเครื่องมือเก็บตัวอย่างทั้ง 2 ประเภท ไว้ในสถานที่เดียวกันเพื่อเปรียบเทียบผลการตรวจวัดที่ได้จากวิธีทั้งสอง เก็บตัวอย่างอากาศ ภายในห้องเครื่องชั่ง ห้องวิจัยอากาศ และในร้านปิ้งย่าง โดยใช้เครื่องดัสแทร็ค 2 เครื่องและไซโคลน 2 ตัว (หรือ PEM 1 ตัว) เป็นเวลา 20 วัน ในแต่ละสถานที่บันทึกความเข้มข้นเฉลี่ยทุก 5 นาทีที่ได้ จากเครื่องดัสแทร็คตลอดระยะเวลาการเก็บตัวอย่างและนำมาเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากวิธีอ้างอิง สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่นที่ได้จาก

แต่ละวิธีประกอบด้วย Paired sample T-Test สมการถดถอยแบบ OLS Pearson correlation และค่าความผิดพลาดของรากกำลังสอง เฉลี่ย (RMSE) ความเข้มข้นของ PM10 PM4 และ PM2.5 ที่ได้จากเครื่องดัสแทร็คมีความสัมพันธ์อย่าง สูงกับความเข้มข้นที่ได้จากวิธีอ้างอิง (R 2 =0.97 0.90 และ 0.94 ตามลำ ดับ) และแทบจะไม่มีความ คลาดเคลื่อนแบบเป็นระบบ อย่างไรก็ตามพบความคลาดเคลื่อนแบบเป็นสัดส่วนของข้อมูล (β1= 0.23 0.21 และ 0.10 ตามลำดับ) ผลการศึกษาแสดงให้ทราบว่าเครื่องดัสแทร็คให้ผลการตรวจวัด PM10 PM4 และ PM2.5 ที่แม่นยำแต่จำเป็นต้องใช้สมการปรับแก้เพื่อเพิ่มความถูกต้องของการตรวจวัด

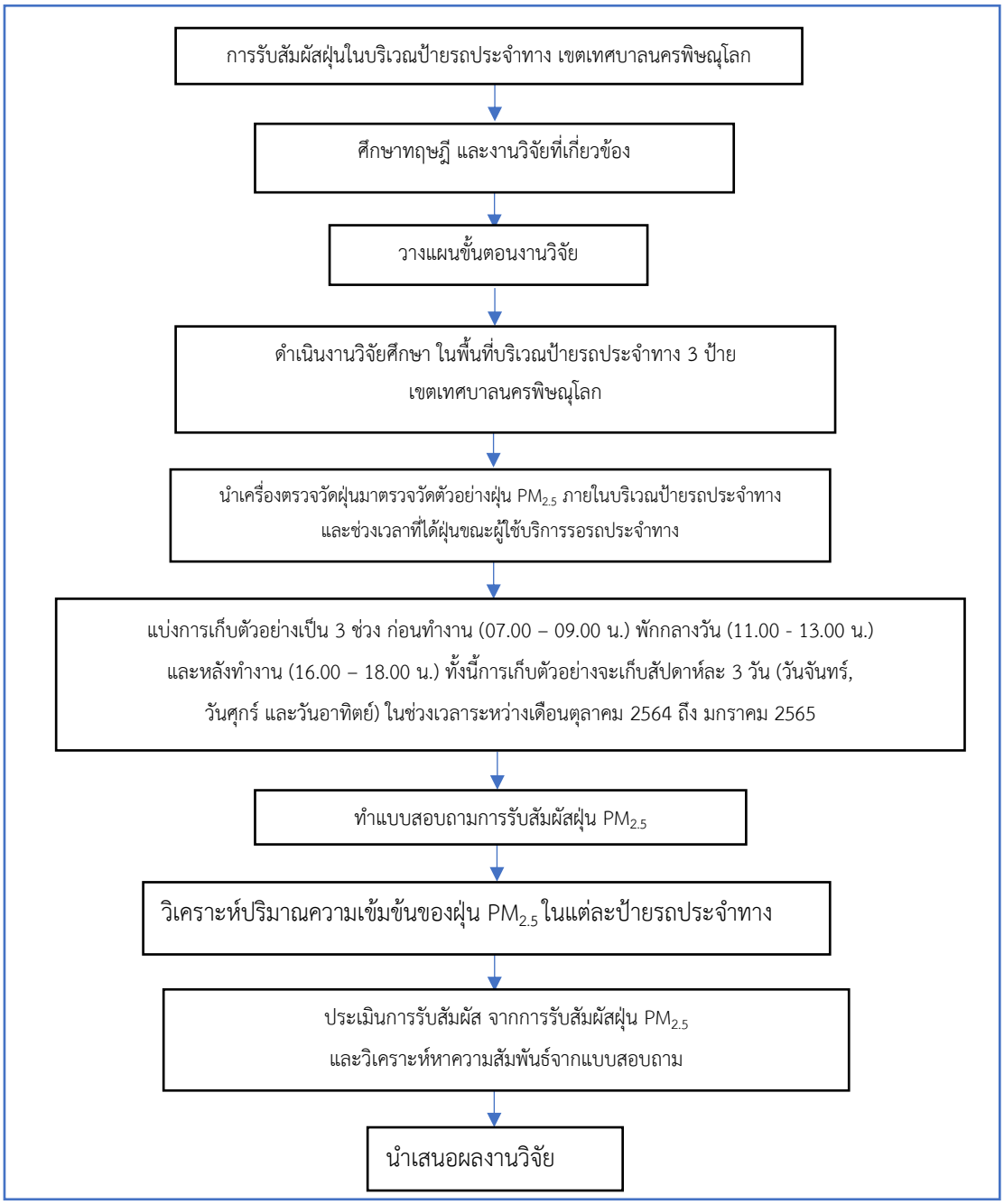
ฐิฏาพร สุภาษี, พานิช อินต๊ะ, เสริมเกียรติ จอมจันทร์ยอง, และเศรษฐ์ สัมภัตตะกุล (2561) ปัจจุบันประเทศไทยกำลังประสบปัญหามลพิษทางอากาศอันเนื่องมาจากหมอกควันในเกือบทุกภูมิภาค โดยเฉพาะในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย ซึ่งปัญหามลพิษทางอากาศในภาคเหนือนั้นได้ส่งผลกระทบ ต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนเป็นอย่างมากโดยเฉพาะปัญหาหมอกควัน การสะสมของควันหรือฝุ่นในอากาศ โดยส่วนใหญ่เกิดจากการเผาเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและไฟป่า และมีแนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้นในทุกๆ ปี งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและพัฒนาระบบฐานข้อมูลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การตรวจวัด ปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวล PM2.5 และ PM10 ในอากาศด้วยเครื่องตรวจจับฝุ่นละอองไร้สาย โดยทำการพัฒนา ระบบฐานข้อมูลที่เรียกว่า Cloud Computing ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในเขตพื้นที่ภาคเหนือ ตอนบนของประเทศไทย เพื่อศึกษาถึงปัญหาฝุ่นควันที่เกิดในเขตภาคเหนือตอนบน โดยมีการตรวจวัดปริมาณฝุ่น การตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวล PM2.5 และ PM10 ในอากาศโดยใช้เครื่องตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวล ไร้สาย เพื่อนำไปศึกษาผลกระทบที่จะเกิดขึ้นทั้งต่อสุขภาพมนุษย์ ระบบนิเวศและทรัพยากรธรรมชาติ ซึ่งมีการ ติดตั้งสถานีตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวลเรียลไทม์เตือนภัยวิกฤตฝุ่นควัน (PM2.5 , PM10) ในพื้นที่ภาคเหนือ จำนวนทั้งหมด 4 สถานี ได้แก่ 1) สถานีโรงเรียนยุพราช 2) สถานี อ. ดอยสะเก็ด 3) สถานี ต.แม่เหียะ อ. เมือง มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 4) สถานี อ.นาน้อย จ.น่าน อีกทั้งมีการนำเสนอข้อมูลผ่านระบบรายงานผลออนไลน์จาก สถานีตรวจวัดในแต่ละแห่ง เพื่อให้ผู้รับข้อมูลสามารถเข้าถึงข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว ทันสถานการณ์ และเข้าใจง่าย ในงานวิจัยนี้มีความคาดหวังว่าระบบฐานข้อมูลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศดังกล่าว จะสามารถเป็นข้อมูล เพื่อสนับสนุนแนวทางการแก้ไขปัญหาหมอกควันในเขตพื้นที่ภาคเหนืออย่างจริงจังภายใต้ข้อมูลที่แท้จริง รวมถึง การศึกษาผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เพื่อน าไปสู่การแก้ไขปัญหาได้อย่างถูกต้อง และ รวดเร็วทันเหตุการณ์ต่อปัญหาที่เกิดขึ้น

สุกัญญา พลเลิศ (2559) ศึกษาปริมาณเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน พร้อมทั้งประเมินระดับการให้บริการของถนน ในการศึกษาค่าดัชนีปริมาณการจราจรต่อความจุถนน (อัตราส่วน V/C) ถูกนำมาใช้ในการประเมินค่าระดับการให้บริการของถนน งานวิจัยนี้ดำเนินการเก็บตัวอย่างโดยการใช้เครื่องมือเก็บตัวอย่างฝุ่นชนิดพกพาส่วนบุคคล ในช่วงเดือนมิถุนายน-เดือนกันยายน พ.ศ. 2559 ณ 2 พื้นที่ของมหาวิทยาลัยนเรศวร พื้นที่แรก คือบริเวณประตูทางเข้า-ออกหลัก ของมหาวิทยาลัย (ประตูที่ 1) และพื้นที่ที่สอง คือบริเวณประตูทางเข้า-ออกด้านทิศตะวันตกของ มหาวิทยาลัย (ประตูที่ 3) กำหนดการเก็บตัวอย่างครั้งละ 24 ชั่วโมง ใน 2 ประเภทวัน คือ ประเภท วันราชการ (วันทำการจันทร์-ศุกร์) และประเภทวันหยุดราชการ (เสาร์-อาทิตย์) ผลการศึกษาแสดงว่า ค่าปริมาณความเข้มข้นของปริมาณฝุ่น PM10 บริเวณประตูที่ 1 ในวันราชการและวันหยุด มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 78.43 ug/m^3 (ช่วง71.49-85.78 ug/m^3) และ 62.30 ug/m^3 (ช่วง 55.15-69.44 ug/m^3) ตามลำดับ มีค่าไม่เกินมาตรฐานของฝุ่น PM10 ในบรรยากาศโดยทั่วไปของประเทศไทย 120 ug/m^3 ในเวลา 24 ชั่วโมง ในขณะที่ผลการศึกษา บริเวณประตูที่ 3 พบว่าค่าปริมาณเข้มข้นของฝุ่นละออง ขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ในวันราชการ และวันหยุดราชการ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 50.65 ug/m^3 (ช่วง 44.93-55.15 ug/m^3) และ 37.79 ug/m^3 (ช่วง 36.76-38.81 ug/m^3) ตามลำดับ พบว่าปริมาณฝุ่นที่ตรวจวัดทั้ง 2 ประตูนั้นมีค่าไม่เกินมาตรฐานของฝุ่น PM10 ของประเทศไทยที่เวลาเฉลี่ย 24 ชั่วโมงเช่นเดียวกัน อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานขององค์การอนามัยโลก (WHO) ที่แนะนำไว้เพื่อปกป้องสุขภาพมนุษย์พบว่าค่าความเข้มข้นของ PM10 ที่วัดได้ที่ประตู 1 นั้น เกินค่ามาตรฐานของ WHO ที่แนะนำไว้ที่ระดับ 50 ug/m^3 ในเวลา 24 ชั่วโมง ขณะที่ผลการศึกษา ณ ประตูที่ 3 มีระดับค่าเกินมาตรฐานเฉพาะประเภทวันทำการคือช่วงจันทร์-ศุกร์ นอกจากนั้น ผลการศึกษา ค่าดัชนีปริมาณการจราจรต่อความจุถนน ณ ประตูที่ 1 ในวันทำการ พบว่ามีค่า อัตราส่วน V/C เท่ากับ 0.468 ระดับการให้บริการของถนน (LOS) อยู่ในระดับ B ส่วนวันหยุดราชการ พบว่ามีค่าอัตราส่วน V/C 0.271 ระดับ LOS อยู่ในระดับ A ส่วนผลการศึกษา ณ ประตู 3 ในวันราชการ พบว่า มีค่าอัตราส่วน V/C เท่ากับ 0.086 ระดับ LOS อยู่ในระดับ A และวันหยุดราชการ พบว่ามีค่า อัตราส่วน V/C เท่ากับ 0.041 ระดับ LOS อยู่ในระดับ A เช่นเดียวกัน สุดท้ายเมื่อทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด (RP) เพื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างค่าอัตราส่วน V/C และปริมาณฝุ่นละอองทั้ง 2 พื้นที่ พบว่าปริมาณการจราจรในพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวรมีอิทธิพล ในเชิงบวกสูงถึงประมาณ 95% ต่อการเพิ่มปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย



ภาพ 4 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. PM2.5 Detector Air Quality Tester Meter Monitor Sensor PMS5003

ภาพ 5 เครื่องตรวจวัดฝุ่นมาตรวจวัด รุ่น PMS5003

ที่มา: https://www.ebay.com

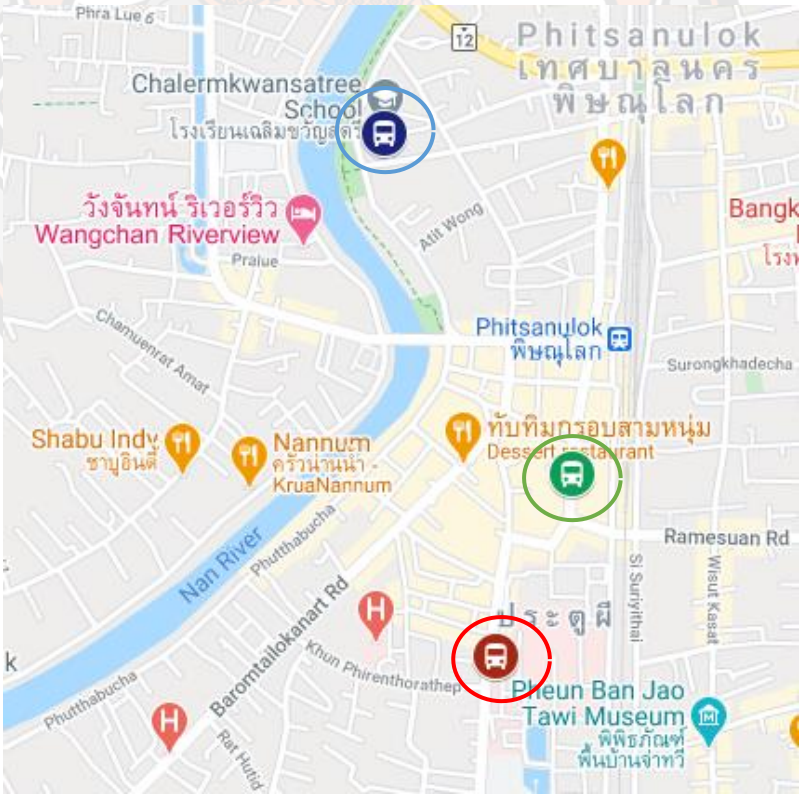
เครื่องมือนี้ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ เป็นอุปกรณ์ตรวจวัดที่ใช้หลักการกระเจิงแสง ซึ่งทำให้สามารถอ่านค่ามวลของอนุภาคแขวนลอยในอากาศได้ทันที เป็นหลักการที่ใช้กันมากในเครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นแบบอัตโนมัติ วิธีนี้ไม่ต้องใช้กระดาษกรอง โดยเครื่องจะทำงานโดยการดูดอากาศด้วยปั๊มดูด อากาศที่อยู่ภายในเครื่อง อากาศที่มีฝุ่นจะเคลื่อนที่ผ่านลำแสงเลเซอร์ เมื่อแสงกระทบอนุภาคฝุ่นจะเกิด กระเจิงแสงเป็นมุมเล็ก ๆ โดยแสงที่กระเจิงจากฝุ่นที่มีขนาดต่างกันจะมีมุมที่แตกต่างกันออกไปและมี อุปกรณ์ตรวจวัดแสง (Detector) ทำหน้าที่วัดแสงและส่งข้อมูลความเข้มแสงที่กระเจิงจากอนุภาคเข้าสู่ หน่วยประมวลผลของเครื่องมือ เมื่อหน่วยประมวลผลทำการประมวลข้อมูลมุมของแสงจะแสดงผลการ ตรวจวัดในรูปความเข้มข้น อนึ่งในกรณีที่ตัวอย่างมีความเข้มข้นสูง แสงมีโอกาสที่จะกระเจิงกับอนุภาคอื่น ก่อนที่อุปกรณ์ตรวจวัดแสงจะสามารถตรวจวัดได้ ส่งผลให้การแยกขนาดอนุภาคเกิดความผิดพลาด เทคนิคนี้สามารถวิเคราะห์อนุภาคเล็กที่สุดได้ถึง 1 นาโนเมตร (Tasic et al., 2012) เหมาะสำหรับติดตั้ง ในสำนักงาน สถานที่ทำงานในอุตสาหกรรม สถานที่ก่อสร้าง

รวมถึงสามารถประยุกต์ใช้ได้กับภายนอก สถานที่หรือนอกตัวอาคาร ช่วงความเข้มข้นฝุ่นที่สามารถตรวจวัดได้อยู่ระหว่าง 0.001 ถึง 400 มก./ลบ.ม. (TSI, 2015)

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

1. การเลือกพื้นที่งานวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษาในพื้นที่เขตบาลพิษณุโลก โดยเลือกตัวอย่างในป้ายรถประจำทาง เขตเทศบาลพิษณุโลกทั้ง 3 ป้าย ได้แก่ ป้ายตรงข้ามกับตลาดเทศบาล 6 ป้ายหน้าโรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี และป้ายหน้าโรงพยาบาลพุทธชินราชพิษณุโลก (ดังภาพ 6, 7 และ 8) การศึกษาครั้งนี้พิจารณาเลือกพื้นที่กี่ศึกษาจากพื้นที่ที่มีการจราจรที่หนาแน่น และผู้ใช้บริการป้ายรถประจำทางเป็นจำนวนมาก การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการตรวจวัดค่าฝุ่น $PM_{2.5}$ พร้อมทั้งมีการแจกแบบสอบถามกับผู้ที่ใช้บริการป้ายรถประจำทาง โดยทำการศึกษาตั้งแต่เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2564 ถึง มกราคม พ.ศ.2565



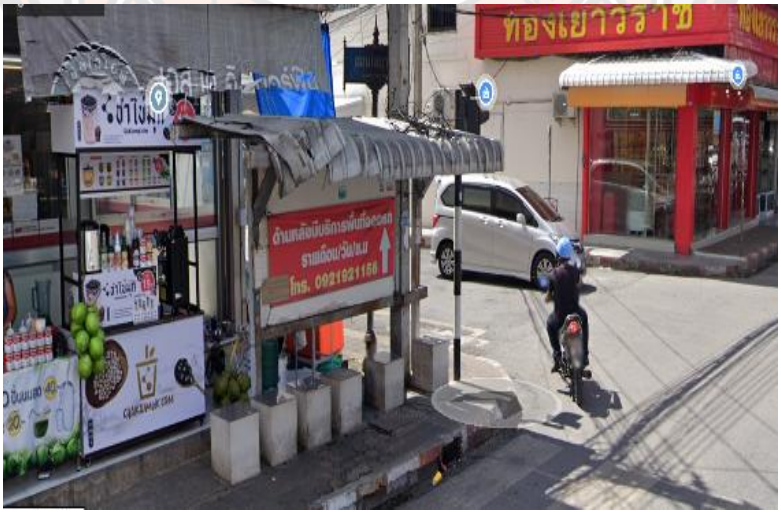
ภาพ 6 แผนผังป้ายรถประจำทาง 3 ป้าย

ที่มา: https://www.google.co.th/maps

1.1 ลักษณะพื้นที่ใช้การเก็บตัวอย่าง

ภาพ 7 ป้ายรถประจำทางโรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี

ที่มา: https://www.google.co.th/maps



ภาพ 8 ป้ายรถประจำทางตลาดเทศบาล 6

ที่มา: https://www.google.co.th/maps

ภาพ 9 ป้ายรถประจำทางโรงพยาบาลพุทธชินราช

ที่มา: https://www.google.co.th/maps

2. การเก็บจำนวนตัวอย่าง

การศึกษาครั้งนี้ทำการศึกษาบริเวณป้ายรถประจำทางทั้ง 3 ป้าย โดยได้ทำการตรวจวัด $PM_{2.5}$ ด้วยเครื่องรุ่น PMS5003 ในป้ายรถประจำทาง และทำการตรวจวัด แบ่งการตรวดวัดเป็น 3 ช่วง คือ ก่อนทำงาน (07.00 – 09.00 น.) พักกลางวัน (11.00 - 13.00 น.) และหลังทำงาน (16.00 – 18.00 น.) ทั้งนี้การตรวดวัดตัวอย่าง จะตรวดวัดสัปดาห์ละ 3 วัน (วันจันทร์, วันศุกร์ และวันอาทิตย์) สัปดาห์ละ 1 ป้ายรถประจำทาง ทำตั้งแต่เดือนตุลาคม 2564 ถึง มกราคม 2565 รวมตัวอย่างทั้งหมด เท่ากับ 108 ตัวอย่าง

3. การเก็บตัวอย่าง

ผู้วิจัยได้เลือกตำแหน่งในการเก็บตัวอย่างในป้ายรถประจำทาง ที่บริเวณจุดกึ่งกลางของป้ายรถประจำทาง สำหรับการตรวจวัดค่า $PM_{2.5}$ จะทำการวางตัวเครื่องตรวจวัดค่า $PM_{2.5}$ ในระดับจมูกของผู้ที่ใช้บริการรถประจำทาง เพื่อให้การรับสัมผัสอยู่ระดับการหายใจ

4. ระเบียบวิธีการวิจัย

4.1 การวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) โดยวิธีการ (Methodology)

4.1.1 เก็บข้อมูลจากแบบสอบถามผู้ที่ใช้บริการรถประจำทาง

4.1.2 เก็บตัวอย่างอากาศด้วยเครื่องตรวจวัดฝุ่นมาตรวจวัด รุ่นPMS5003

4.2 การวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) โดยวิธีการ (Methodology)

4.2.1 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่น $PM_{2.5}$ กับการรับสัมผัสฝุ่น

4.2.2 ประชากร คือ ผู้ที่ใช้บริการรถประจำทางในบริเวณป้ายรถประจำทางเขตเทศบาลพิษณุโลก

4.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล ใช้การตรวจวัด $PM_{2.5}$ ด้วยเครื่องรุ่น PMS5003 ในป้ายรถประจำทาง เป็น 3 ช่วง คือ ก่อนทำงาน (07.00 – 09.00 น.) พักกลางวัน (11.00 - 13.00 น.) และหลังทำงาน (16.00 – 18.00 น.) เป็นเวลาช่วงละ 2 ชั่วโมง และใช้แบบสอบถามข้อมูลทั่วไปกับผู้ใช้บริการ

5. ช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่าง

ในช่วงระหว่าง เดือนตุลาคม 2564 ถึงเดือนมกราคม 2565 รวมระยะเวลา 4 เดือน

ประเมินการรับสัมผัส

1. การคำนวณปริมาณการรับสัมผัส

1.1 การประเมินการได้รับสัมผัส (Exposure Assessment)

การประเมินการได้รับสัมผัสเป็นวิธีการประมาณหรือวัดปริมาณความเข้มข้นของสารที่ คุกคามหรือสารที่แต่ละคนได้รับ โดยประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

ขั้นที่ 1 การกำหนดลักษณะของการสัมผัส การกำหนดลักษณะของการรับสัมผัสจะต้องมีการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะ ของสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ เช่น สภาพอากาศ ตัวสภาพทางอุตุนิยมวิทยา สภาพทางภูมิศาสตร์ ตำแหน่ง ที่ตั้งของโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ

ขั้นที่ 2 การค้นหาเส้นทางการรับสัมผัส (Identifying Exposure Pathways) เส้นทางการรับสัมผัสเป็นการแสดงถึงการเป็นพิษและสารคุกคามจะเข้าสู่คนแต่ละคนได้ อย่างไรดังนั้นในการวิเคราะห์เส้นทางการรับสัมผัสต้องทราบแหล่งกำเนิดของสารคุกคาม

ขั้นที่ 3 การวัดการได้รับสัมผัส (Quantifying Exposure) การวัดการได้รับสัมผัสคือการประเมินการรับสารเข้าสู่ร่างกาย ตามเส้นทางการรับสัมผัสผ่าน ตัวกลางต่าง ๆ ในส่วนของการได้รับสัมผัสสารในกรณีตัวกลางที่เป็นอากาศ สามารถคำนวณหาปริมาณ การได้รับสัมผัสเฉลี่ยรายวัน (Average Daily Intake หรือ ADI) ดังสมการที่ 1 (US EPA, 1989)

$$ADI = \frac{CA \times IR \times ET \times EF \times ED}{BW \times AT}$$

สมการที่ 1

โดยที่ ADI คือ ปริมาณการได้รับสัมผัสเฉลี่ยรายวัน (มก./กก.-น้ำหนักร่างกาย/วัน)

CA คือ ความเข้มข้นของสารในอากาศ (มก./ลบ.ม.)

IR คือ อัตราการหายใจ (ลบ.ม./ชม.)

ET คือ เวลาในการรับสัมผัส (ชม./วัน)

EF คือ ความถี่ในการได้รับสัมผัส (วัน/ปี)

ED คือ ระยะเวลาที่สัมผัส (ปี) (อายุขัยเฉลี่ยของประชากร – อายุของผู้โดยสาร)

BW คือ น้ำหนักของร่างกาย (กก.)

AT คือ ช่วงเวลาในการได้รับสัมผัส (วัน) (ED X 365 วัน/ปี) โดยค่าคงที่สำหรับพารามิเตอร์ต่าง ๆ

ตาราง 7 การแทนค่าของตัวแปรที่ใช้

พารามิเตอร์	ตัวแปร	ค่า	หน่วย	แหล่งอ้างอิง
ความเข้มข้นเฉลี่ยของสิ่งคุกคามหรือสารมลพิษในอากาศ	C	ค่า $PM_{2.5}$ จากป้ายรถประจำทางตั้งแต่ ตุลาคม 2564 ถึง มกราคม 2565	มก./ลบ.ม.	ป้ายรถประจำทาง
อัตราการหายใจ	IR	0.830 (ค่าเฉลี่ย)	ลบ.ม./ชม.	ATSDR
ความถี่ในการได้รับสัมผัส	EF	365	วัน/ปี	ATSDR
เวลาในการสัมผัส	ET	ค่าเฉลี่ยการทำงานมากที่สุด = 10 ตลาดเทศบาล 6 = 0.358 โรงพยาบาลพุทธชินราช = 0.421 โรงเรียนเฉลิมขวัญ = 0.460	ชม./วัน	ช่วงเวลาการรอรถประจำทาง และช่วงวันทำงานมากที่สุด

พารามิเตอร์	ตัวแปร	ค่า	หน่วย	แหล่งอ้างอิง
ระเวลาที่สัมผัส	ED	ตลาดเทศบาล 6 = 44.55 โรงพยาบาลพุทธชินราช = 39.84 โรงเรียนเฉลิมขวัญ = 48.30	ปี	ระยะเวลาที่อาศัยอยู่ของกลุ่มตัวอย่าง
น้ำหนักเฉลี่ยของร่างกายผู้ใหญ่	BW	63.44	กก.	น้ำหนักเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง
ช่วงเวลาในการได้รับสัมผัส	AT	15 – 70 ปี ED × 365 วัน/ปี	วัน	ช่วงอายุกลุ่มตัวอย่าง
ค่าความเข้มข้นอ้างอิงของสารมลพิษหรือปริมาณ ที่รับเข้าสู่ร่างกายทางการหายใจโดยไม่ทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ	RfC	0.005	มก./กก./วัน	U.S.EPA

ที่มา: กรมอนามัย และกรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข, 2558

2. การคำนวณและการอธิบายผลกระทบต่อสุขภาพ

2.1 การคำนวณกระทบต่อสุขภาพ Hazard Quotient (HQ)

$$\text{Hazard Quotient (HQ)} = \frac{\text{Exposure (mg/kg/day)}}{\text{RfC(mg/kg/day)}}$$

โดยที่ HQ = ค่าสัดส่วนความเสี่ยง

Exposure = ค่าปริมาณการรับสัมผัสต่อวัน (mg/kg/day)

RfC (Reference Concentration) = ค่าความเข้มข้นอ้างอิงของสารมลพิษหรือปริมาณที่รับเข้าสู่ร่างกายทางการหายใจโดยไม่ทำให้เกิด อันตรายต่อสุขภาพ (mg/kg/day)

ที่มา: U.S. Environmental Protection Agency, September 2011; กรมอนามัย และกรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข, 2558

2.2 การอธิบายผลกระทบต่อสุขภาพ

การนำข้อมูลจาก 3 ขั้นตอนข้างต้นมาอธิบายลักษณะความเสี่ยงของสารมลพิษที่ประชาชนได้รับสัมผัส โดยประเมินจากค่าสัดส่วนความเสี่ยง (HQ) เพื่อแปรผลว่าประชาชนได้รับสัมผัสสารมลพิษแต่ละตัวนั้น มีความเสี่ยงต่อสุขภาพหรือไม่ ดังนี้

ค่าสัดส่วนความเสี่ยง (HQ) > 1 หมายถึง ปริมาณสารมลพิษที่ร่างกายได้รับแล้วอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพหรือเกิดภาวะเสี่ยงต่อสุขภาพ

ค่าสัดส่วนความเสี่ยง (HQ) < 1 หมายถึง ปริมาณสารมลพิษที่ร่างกายได้รับยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้หรืออยู่ในภาวะที่ยอมรับได้ต่อการรับสัมผัสสารมลพิษ

แบบสอบถามเพื่อเก็บข้อมูลผลกระทบต่อสุขภาพด้านฝุ่น $PM_{2.5}$

แบบสอบถามนี้ กรมอนามัยได้นำไปใช้จริงในการศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพจากฝุ่นละอองบริเวณตำบลหน้าพระลาน จังหวัดสระบุรี (กรมอนามัย และกรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข, 2558)

ผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามมาปรับเนื้อหาให้มีความสอดคล้องกับการทำกิจกรรมในบริเวณพื้นโดยเก็บข้อมูล 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป ได้แก่ เพศ อายุ น้ำหนักตัว ระยะเวลาที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ โรคประจำตัวที่ได้รับการ วินิจฉัยจากแพทย์ อาชีพหลัก การสูบบุหรี่ของสมาชิกในบ้าน ลักษณะที่พักอาศัยแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองที่ประชาชนได้รับ

ส่วนที่ 2 สัมภาษณ์ข้อมูลผลกระทบต่อสุขภาพจากมลพิษทางอากาศ ได้แก่ พฤติกรรมการสูบบุหรี่ของผู้ที่ตอบแบบสอบถาม อาการเฉียบพลันเมื่อได้รับสารมลพิษทางอากาศ ความตระหนักหรือพฤติกรรมการรักษาเมื่ออยู่ในภาวะเจ็บป่วยของประชาชน และพฤติกรรมการป้องกันตนเอง

แบบสอบถาม

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. เพศ O 1) ชาย O 2) หญิง **2. อายุ**.....ปี **3. น้ำหนักตัว**.....กิโลกรัม

4. ท่านรอรถโดยสารมาเป็นระยะเวลา..... นาที/ชม.

5. ปัจจุบันท่านได้รับการวินิจฉัยจากแพทย์ ว่ามีโรคประจำตัวหรือไม่

O 1) ไม่มี O 2) มี โปรดเลือกโรคที่พบ *(ตอบได้มากกว่า 1 โรค)*

O โรคหอบหืด O โรคภูมิแพ้ O โรคหัวใจ O โรคความดันโลหิตสูง

O โรคเบาหวาน O โรคมะเร็ง O โรคอื่น ๆ โปรดระบุ.....

6. อาชีพหลัก

O 1) ค้าขาย O 2) รับจ้าง O 3) นักศึกษา/นักเรียน

O 4) เกษตรกรรมO 5) รับราชการ O 6) อื่น ๆ

7. คนในบ้านของท่านสูบบุหรี่หรือไม่ O 1) ไม่สูบ O 2) สูบ

8. ท่านอยู่ป้ายรถโดยสารใด .....

9. ท่านได้รับฝุ่นละออง/ควัน/เขม่า/เถ้า ปลิวเข้ามาในภายในบริเวณป้ายรถประจำทาง

แหล่งกำเนิดฝุ่นละออง / ควัน / เขม่า / เถ้า

แหล่งกำเนิดฝุ่นละออง/ควัน/เขม่า/ เถ้า	ไม่มี	มีนาน ๆ ครั้ง	มีเกือบทุกวัน	มีทุกวันประจำ
1 ควันจากการสูบบุหรี่ภายในคณะวิศวกรรม				
2 ควันจากการประกอบอาหาร				
3 ควันจากธูป				
4 ฝุ่น/ควันรถ จากยานพาหนะ เช่น ฝุ่นจากถนน รถ				
5 ฝุ่น/เขม่าควันจากปั๊มน้ำมัน				
6 ฝุ่น/ควันจากการเผาฟางข้าว/ไร่/นา/อ้อย อื่น ๆ				
7 ควันจากการเผาขยะหรือเศษใบไม้				
8 ฝุ่นจากการขุดเจาะหิน				
9 ฝุ่นจากการก่อสร้าง				
10 ฝุ่น/ควันจากโรงงานอุตสาหกรรม				
11 กิจกรรมอื่น ๆ ที่เกิดฝุ่น/ ควัน/ เขม่า/เถ้า อื่น ๆ				

ส่วนที่ 2 สัมภาษณ์ข้อมูลผลกระทบต่อสุขภาพจากมลพิษทางอากาศ

1. วันนี้ท่านสูบบุหรี่หรือไม่ O 1) ไม่สูบ O 2) สูบ

2. วันนี้ท่านมีอาการต่อไปนี้หรือไม่

อาการที่พบรายวัน	ไม่มี	ทุกวัน	2-3 ครั้ง/wk.	น้อยครั้ง	สาเหตุ
1 คัดจมูก					
2 มีน้ำมูก					
3 แสบจมูก เลือดกำเดาไหล					
4 แสบคอ					
5 เสียงแหบ					
6 ไอไม่มีเสมหะ					
7 ไอมีเสมหะ					
8 หายใจลำบาก					
9 หายใจมีเสียงหวีด					
10 ปวดหัว					
11 เวียนหัว					
12 เหนื่อยง่ายผิดปกติ					
13 เท้าบวมผิดปกติ					
14 หัวใจเต้นเร็วผิดปกติ					
15 คันตามร่างกาย					
16 มีผื่นแดงตามร่างกาย					
17 แสบตาหรือคันตา					
18 ตาแดง					
19 น้ำตาไหล มากผิดปกติ					
20 ปวดตา					
21 มองภาพไม่ค่อยชัด					

3. ท่านได้รักษาตามอาการที่เกิดขึ้นในข้อ 2 หรือไม่ (หากไม่มีอาการในข้อ 2 ให้ข้ามไปตอบข้อ 4)

O 1) ไม่ได้รักษา O 2) ไปหาหมอ O 3) ซื้อยากินเอง

4. วันนี้ ท่านมีวิธีป้องกันตนเอง จากฝุ่น /ควัน ด้วยหน้ากากอนามัยประเภทอะไร

O 1) หน้ากากทางการแพทย์ O 2) หน้ากากคาร์บอน

O 3) หน้ากาก N95 O 4) หน้ากาก FFP1

O 5) หน้ากากกันฝุ่นแบบทั่วไป หรือหน้ากากผ้า O 6) หน้ากากฟองน้ำ

5.ข้อเสนอแนะ อื่น ๆ .....

.....

.....

.....

บทที่ 4

ผลการวิจัย

วิทยานิพนธ์นี้ได้ทำการศึกษาปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ในบริเวณแต่ละป้ายรถประจำทางในเขตเทศบาลพิษณุโลก ในช่วงเดือน ตุลาคม ปี 2564 ถึงมกราคม ปี 2565 รวมเป็นระยะเวลา 4 เดือน ซึ่งทำการเก็บตัวด้วยเครื่องตรวจจับคุณภาพอากาศ $PM_{2.5}$ ด้วยเครื่องวัดเซ็นเซอร์ PMS5003 ในบริเวณป้ายรถประจำทาง 3 สถานี 1.ป้ายรถประจำทางตลาดเทศบาล 6, 2. ป้ายรถประจำทางโรงพยาบาลพุทธชินราช และ3. ป้ายรถประจำทางโรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้มข้นของฝุ่นของฝุ่น $PM_{2.5}$ ในบริเวณป้ายรถประจำทาง เขตเทศบาลนครพิษณุโลกดังตาราง 7

ตาราง 8 ค่าปริมาณความเข้มข้นฝุ่น $PM_{2.5}$ ของป้ายรถประจำทางทั้ง 3 ป้าย (N=25)

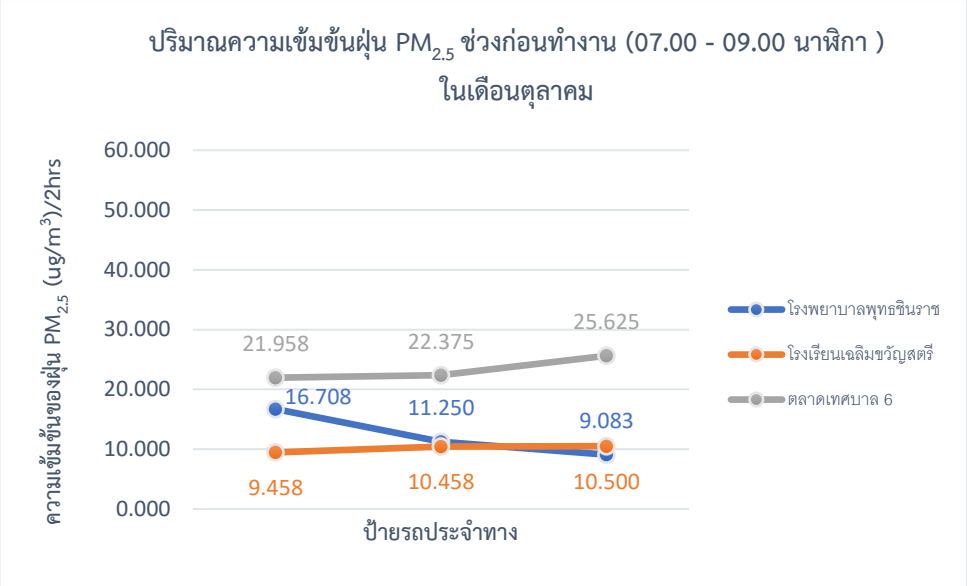
เดือน	ป้ายรถประจำทาง	ค่าฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร			
		ช่วงเวลา	07.00 - 09.00 นาฬิกา	11.00 - 13.00 นาฬิกา	16.00 - 18.00 นาฬิกา
ตุลาคม	โรงพยาบาลพุทธชินราช	วันจันทร์	16.708	25.875	27.208
		วันศุกร์	11.250	8.208	12.792
		วันอาทิตย์	9.083	8.167	18.917
	โรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี	วันจันทร์	9.458	11.875	12.708
		วันศุกร์	10.458	14.333	14.542
		วันอาทิตย์	10.500	7.417	7.667
	ตลาดเทศบาล 6	วันจันทร์	21.958	20.708	26.750
		วันศุกร์	22.375	15.208	23.708
		วันอาทิตย์	25.625	17.917	22.375
พฤศจิกายน	โรงพยาบาลพุทธชินราช	วันจันทร์	33.208	31.208	37.500
		วันศุกร์	31.458	24.417	30.875
		วันอาทิตย์	33.833	32.375	42.042
	โรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี	วันจันทร์	25.083	24.000	29.333
		วันศุกร์	14.542	16.167	16.667
		วันอาทิตย์	26.583	17.875	22.000

ตาราง 9 ค่าปริมาณความเข้มข้นฝุ่น $PM_{2.5}$ ของป้ายรถประจำทางทั้ง 3 ป้าย (N=25)

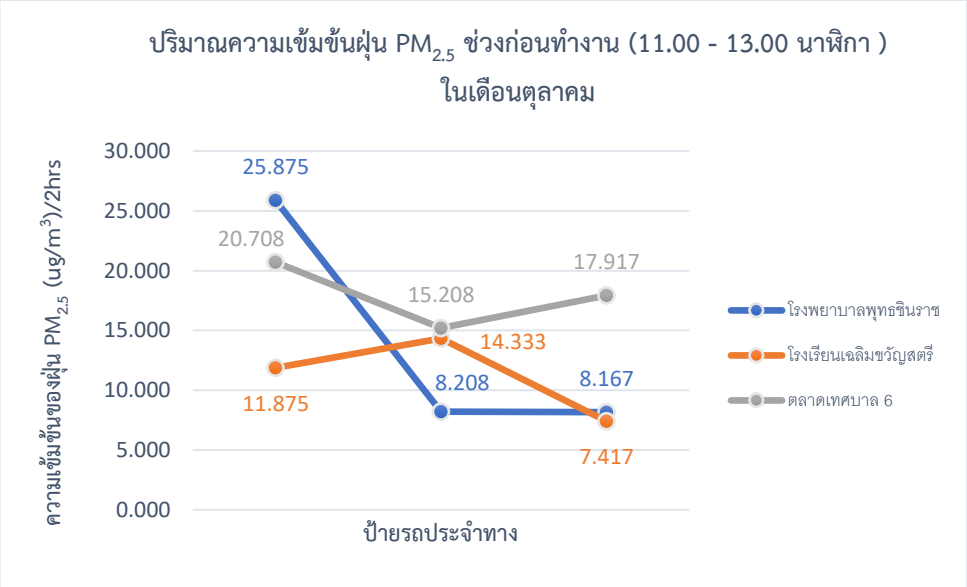
เดือน	ป้ายรถประจำทาง	ค่าฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร			
		ช่วงเวลา	07.00 - 09.00 นาฬิกา	11.00 - 13.00 นาฬิกา	16.00 - 18.00 นาฬิกา
	ตลาดเทศบาล 6	วันจันทร์	21.875	14.542	35.375
		วันศุกร์	25.417	28.167	36.708
		วันอาทิตย์	28.833	28.250	35.083
ธันวาคม	โรงพยาบาลพุทธชินราช	วันจันทร์	51.542	34.042	35.000
		วันศุกร์	47.458	32.958	37.000
		วันอาทิตย์	47.208	35.708	36.042
	โรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี	วันจันทร์	33.708	31.542	34.333
		วันศุกร์	43.583	34.042	38.750
		วันอาทิตย์	38.542	33.250	37.417
	ตลาดเทศบาล 6	วันจันทร์	59.833	34.625	45.333
		วันศุกร์	35.708	32.333	37.292
		วันอาทิตย์	50.333	39.333	47.920
มกราคม	โรงพยาบาลพุทธชินราช	วันจันทร์	49.000	28.375	41.208
		วันศุกร์	49.458	36.292	34.826
		วันอาทิตย์	47.792	30.208	28.375
	โรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี	วันจันทร์	17.292	21.917	19.750
		วันศุกร์	37.167	25.875	25.458
		วันอาทิตย์	17.458	18.625	14.833
	ตลาดเทศบาล 6	วันจันทร์	64.000	44.667	46.667
		วันศุกร์	41.833	32.208	25.750
		วันอาทิตย์	44.375	46.083	36.583

หมายเหตุ: จำนวนข้อมูลของค่าปริมาณความเข้มข้นฝุ่น $PM_{2.5}$ มีการเก็บค่าทุก ๆ 5 นาที ในแค่ละช่วงเวลา (N=25)

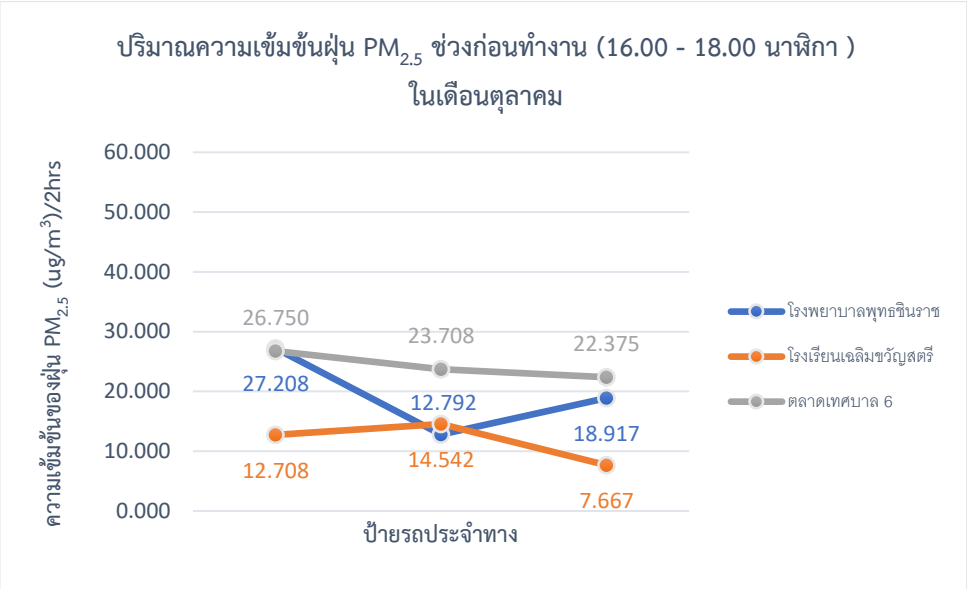
ค่าปริมาณความเข้มข้นฝุ่น $PM_{2.5}$ ของป้ายรถประจำทางทั้ง 3 ป้าย (N=25)



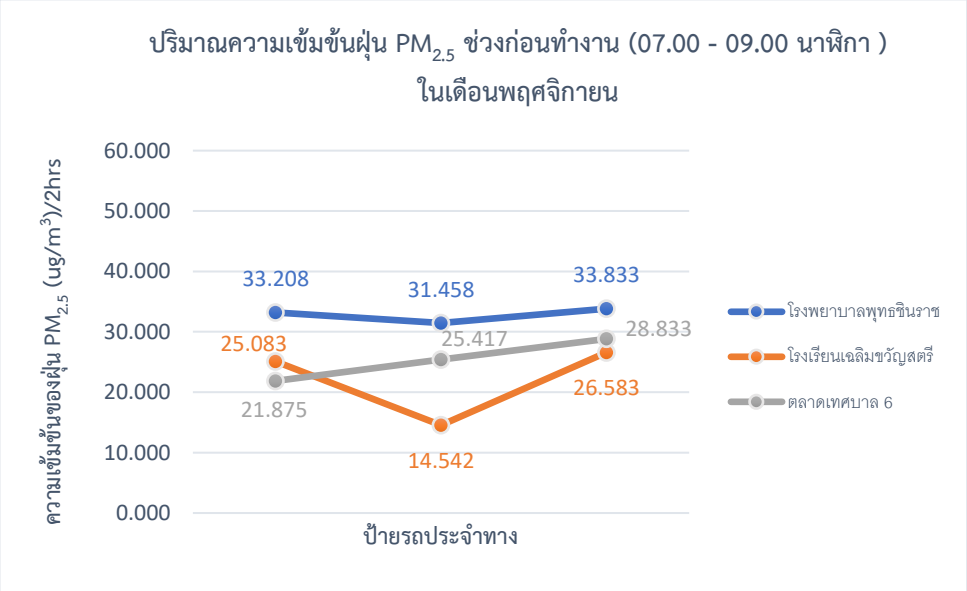
ภาพ 10 ปริมาณความเข้มข้นฝุ่น $PM_{2.5}$ ช่วงก่อนทำงาน (07.00 - 09.00 นาฬิกา) ในแต่ละป้ายรถประจำทางในเดือนตุลาคม



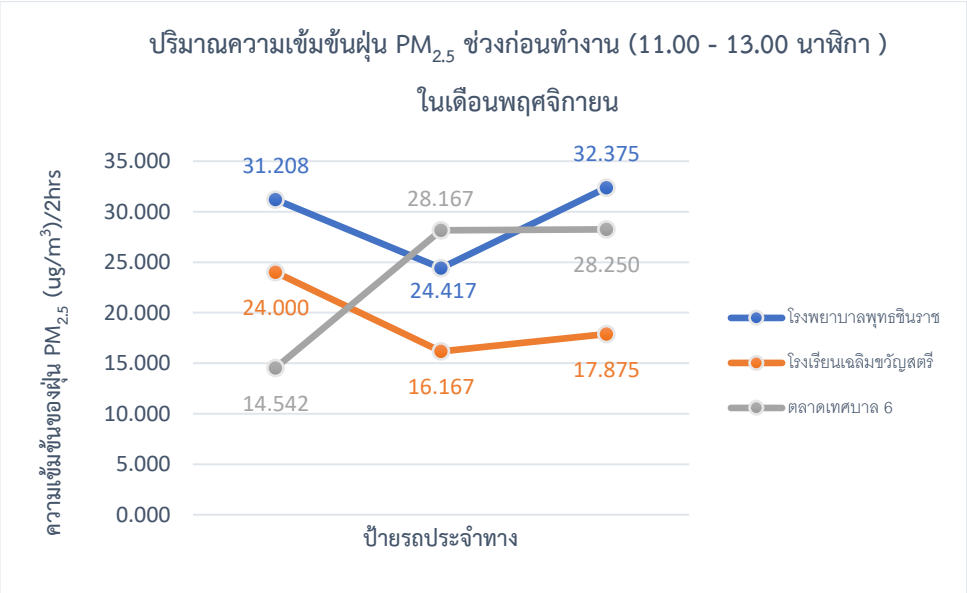
ภาพ 11 ปริมาณความเข้มข้นฝุ่น $PM_{2.5}$ ช่วงก่อนทำงาน (11.00 - 13.00 นาฬิกา) ในแต่ละป้ายรถประจำทางในเดือนตุลาคม



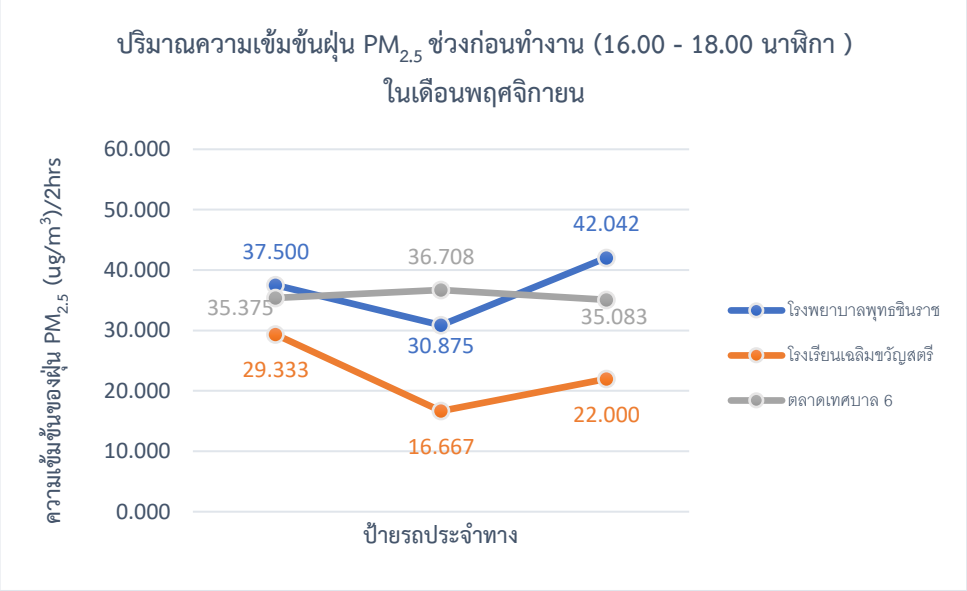
ภาพ 12 ปริมาณความเข้มข้นฝุ่น $PM_{2.5}$ ช่วงก่อนทำงาน (16.00 - 18.00 นาฬิกา) ในแต่ละป้ายรถประจำทางในเดือนตุลาคม



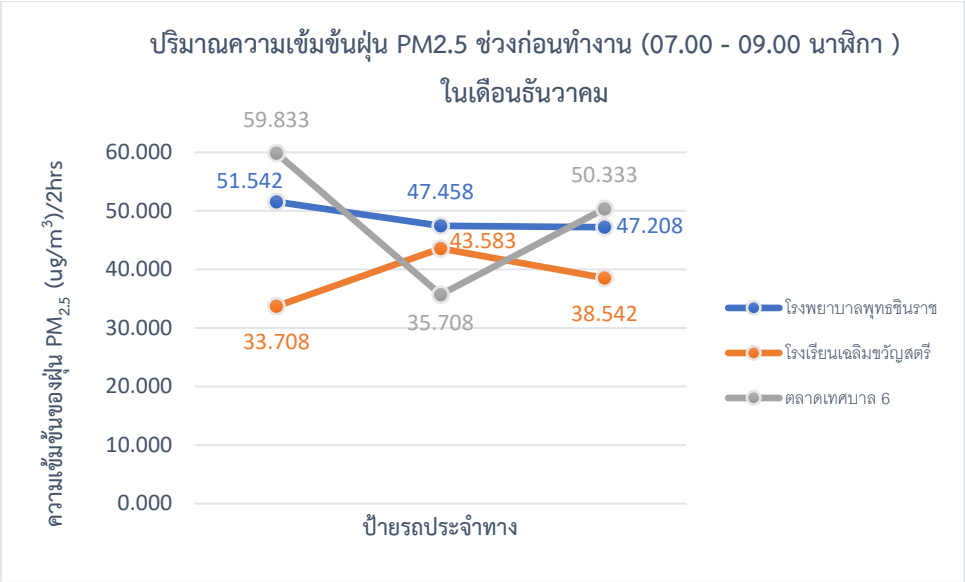
ภาพ 13 ปริมาณความเข้มข้นฝุ่น $PM_{2.5}$ ช่วงก่อนทำงาน (07.00 - 09.00 นาฬิกา) ในแต่ละป้ายรถประจำทางในเดือนพฤศจิกายน



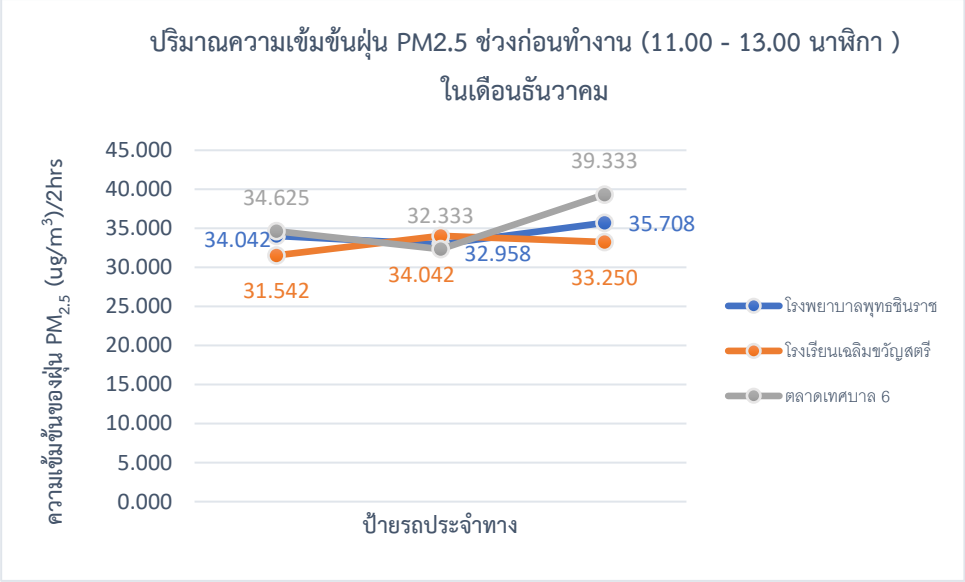
ภาพ 14 ปริมาณความเข้มข้นฝุ่น $PM_{2.5}$ ช่วงก่อนทำงาน (11.00 - 13.00 นาฬิกา) ในแต่ละป้ายรถประจำทางในเดือนพฤศจิกายน



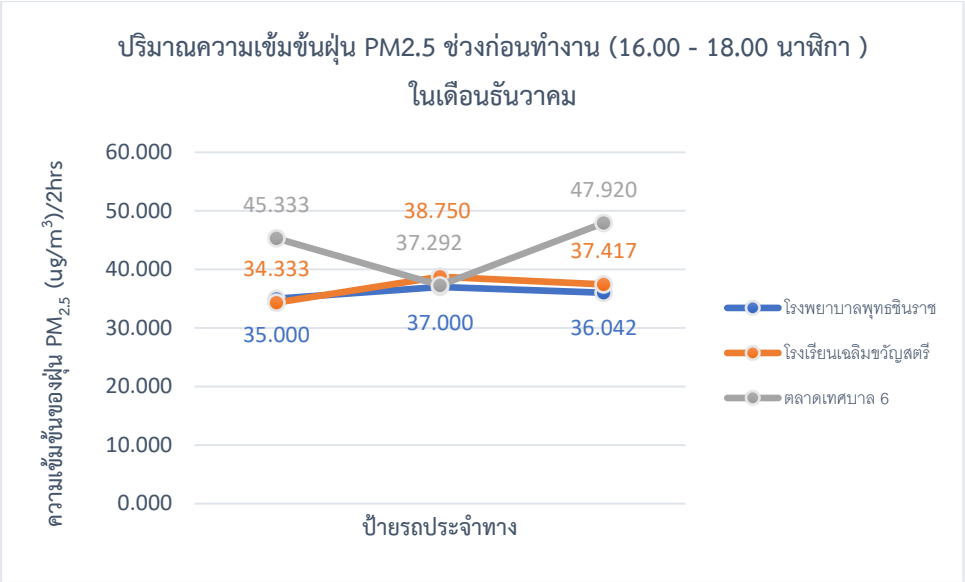
ภาพ 15 ปริมาณความเข้มข้นฝุ่น $PM_{2.5}$ ช่วงก่อนทำงาน (16.00 - 18.00 นาฬิกา) ในแต่ละป้ายรถประจำทางในเดือนพฤศจิกายน



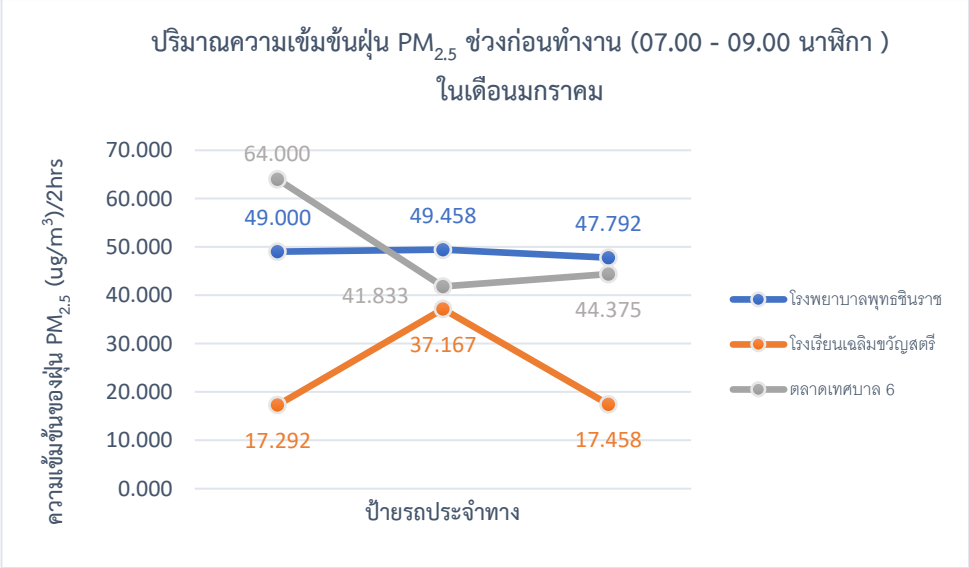
ภาพ 16 ปริมาณความเข้มข้นฝุ่น $PM_{2.5}$ ช่วงก่อนทำงาน (07.00 - 09.00 นาฬิกา) ในแต่ละป้ายรถประจำทางในเดือนธันวาคม



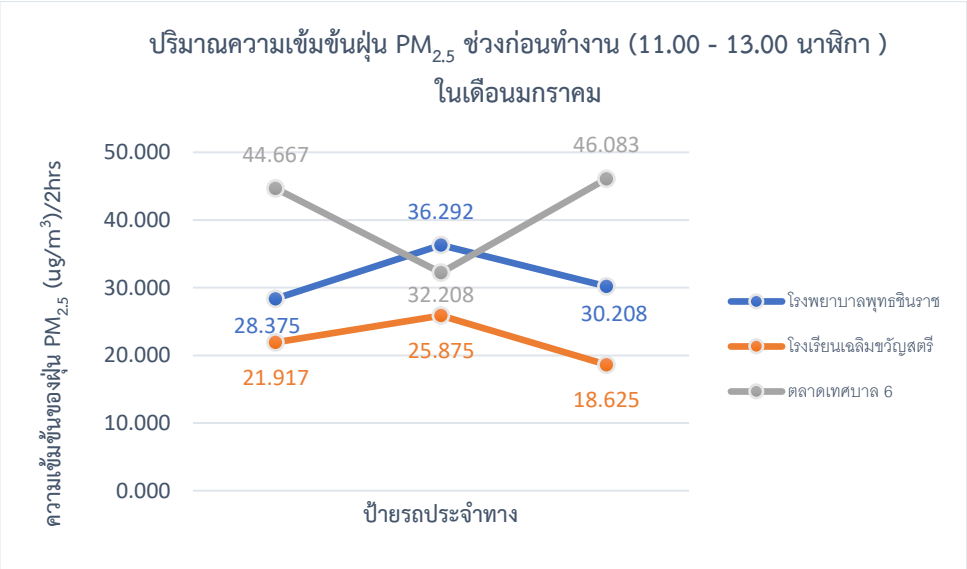
ภาพ 17 ปริมาณความเข้มข้นฝุ่น $PM_{2.5}$ ช่วงก่อนทำงาน (11.00 - 13.00 นาฬิกา) ในแต่ละป้ายรถประจำทางในเดือนธันวาคม



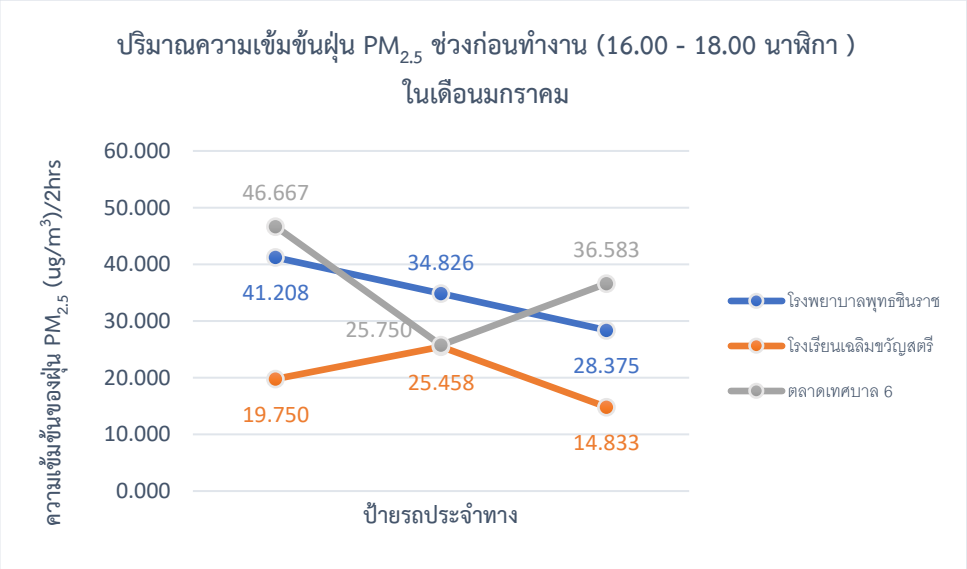
ภาพ 18 ปริมาณความเข้มข้นฝุ่น $PM_{2.5}$ ช่วงก่อนทำงาน (16.00 - 18.00 นาฬิกา) ในแต่ละป้ายรถประจำทางในเดือนธันวาคม



ภาพ 19 ปริมาณความเข้มข้นฝุ่น $PM_{2.5}$ ช่วงก่อนทำงาน (07.00 - 09.00 นาฬิกา) ในแต่ละป้ายรถประจำทางในเดือนมกราคม



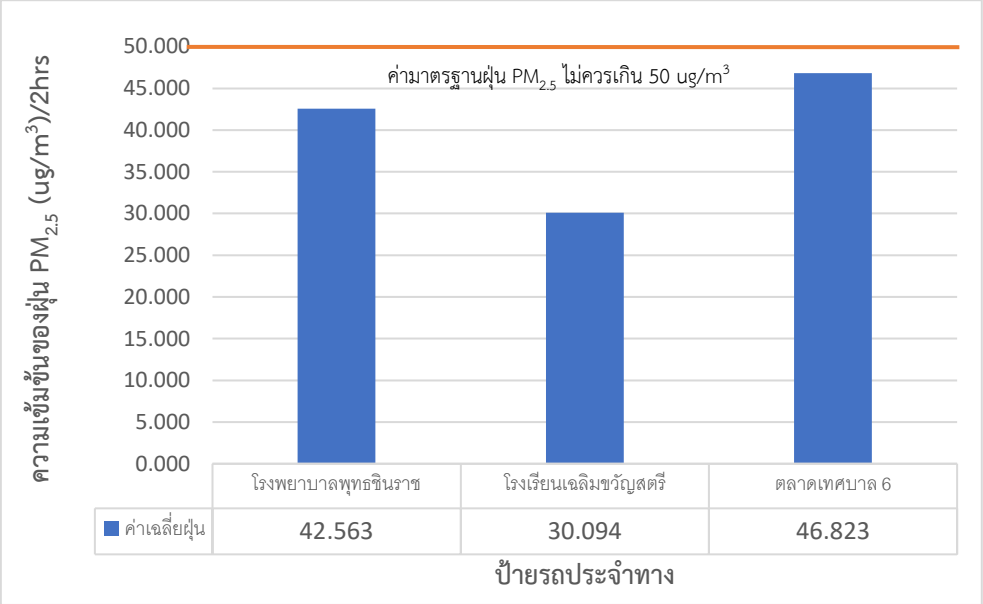
ภาพ 20 ปริมาณความเข้มข้นฝุ่น $PM_{2.5}$ ช่วงก่อนทำงาน (11.00 - 13.00 นาฬิกา) ในแต่ละป้ายรถประจำทางในเดือนมกราคม



ภาพ 21 ปริมาณความเข้มข้นฝุ่น $PM_{2.5}$ ช่วงก่อนทำงาน (16.00 - 18.00 นาฬิกา) ในแต่ละป้ายรถประจำทางในเดือนมกราคม

ความเข้มข้นฝุ่น $PM_{2.5}$ ของป้ายรถประจำทาง

จากการตรวจวัด $PM_{2.5}$ ในบริเวณป้ายรถประจำทาง 3 ป้าย ได้แก่ ป้ายโรงพยาบาลพุทธชินราช ป้ายโรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี และป้ายตลาดเทศบาล 6



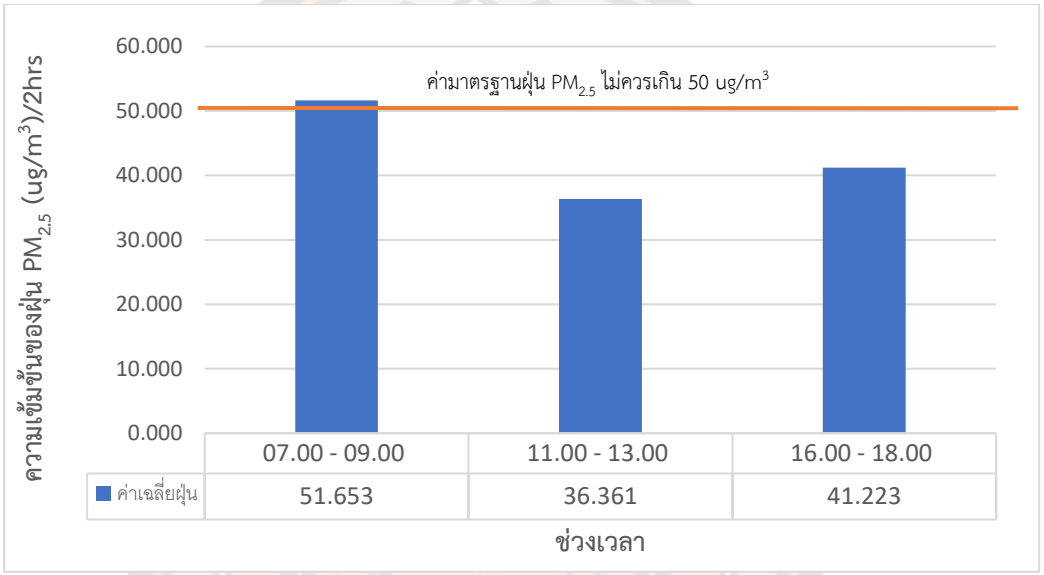
ภาพ 22 ค่าฝุ่น $PM_{2.5}$ ในแต่ละป้ายรถประจำทาง

เมื่อพิจารณาจากกราฟ (ภาพ 22) จะพบว่าความเข้มข้นของ $PM_{2.5}$ ในแต่ละป้ายรถประจำทาง มีค่าต่ำสุดที่ 30.094 $\mu g/m^3$ ที่บริเวณป้ายโรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี และมีค่าสูงสุดที่ 46.823 $\mu g/m^3$ ที่บริเวณป้ายตลาดเทศบาล 6 ส่วนในป้ายรถโรงพยาบาลพุทธชินราช มีค่าที่ 42.563 $\mu g/m^3$ มีค่าความเข้มข้นฝุ่นรองลงมาจากป้ายตลาดเทศบาล 6 ทั้งนี้ค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของ $PM_{2.5}$ ในแต่ละป้ายรถประจำทางไม่เกินค่ามาตรฐานฝุ่น $PM_{2.5}$ ที่ 50 $\mu g/m^3$ ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ เรื่อง กำหนดมาตรฐานฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ในบรรยากาศโดยทั่วไป ประกาศ ณ วัน ที่ 28 มกราคม พ.ศ. 2553 เนื่องจากบริเวณป้ายตลาดเทศบาล 6 และป้ายโรงพยาบาลพุทธชินราช มีร้านอาหารที่ทำการประกอบอาหารทำให้เกิดควัน โดยเกิดจากการ ทอด ปิ้ง ย่าง และเผาถ่าน ทำให้มีการสะสมมลพิษทางอากาศในปริมาณสูงขึ้น อีกทั้งทางด้านการจราจรของตลาดเทศบาล 6 และโรงพยาบาลพุทธชินราช มีการจราจรที่หนาแน่นตลอดทุกวัน ทำให้รถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์อยู่กับที่ และปล่อยมลพิษสู่บริเวณป้ายรถประจำทาง โดยป้ายโรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี

เป็นช่วงที่การเรียนการสอนเป็นแบบออนไลน์ ซึ่งมีนโยบายเฝ้าระวังการแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 ทำให้ทางด้านการจราจรนั้นเบาบาง

ความเข้มข้นฝุ่น $PM_{2.5}$ ของช่วงเวลาในป้ายรถประจำทาง

จากการตรวจวัด $PM_{2.5}$ ในบริเวณป้ายรถประจำทางเป็น 3 ช่วงเวลา ได้แก่ ช่วงก่อนทำงาน (07.00 – 09.00 นาฬิกา) ช่วงพักกลางวัน (11.00 – 13.00 นาฬิกา) และช่วงหลังเลิกงาน (16.00 – 18.00 นาฬิกา)

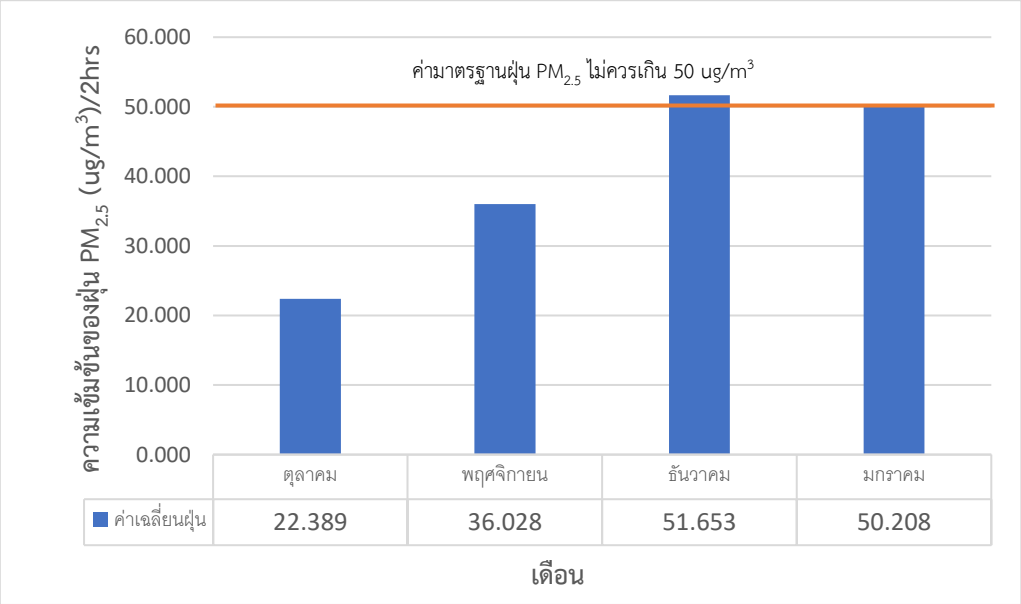


ภาพ 23 ค่าฝุ่น $PM_{2.5}$ ในแต่ละช่วงเวลา

เมื่อพิจารณาจากกราฟ (ภาพ 23) จะพบว่าความเข้มข้นของ $PM_{2.5}$ ในแต่ละช่วงเวลา มีค่าต่ำสุดที่ 36.361 $\mu g/m^3$ ในช่วงพักกลางวันตอนเวลา 11.00–13.00 นาฬิกา มีค่าสูงสุดที่ 51.653 $\mu g/m^3$ ในช่วงก่อนทำงานตอนเวลา 07.00–09.00 นาฬิกา ส่วนในช่วงหลังเลิกงานตอนเวลา 16.00–18.00 นาฬิกา มีค่าที่ 41.223 $\mu g/m^3$ ทั้งนี้ค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของ $PM_{2.5}$ ในแต่ละช่วงเวลาเกินค่ามาตรฐานฝุ่น $PM_{2.5}$ ที่ 50 $\mu g/m^3$ ที่ช่วงก่อนทำงานตอนเวลา 07.00–09.00 นาฬิกา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย (ปกรณ์ พิมพ์สังข์) คนส่วนใหญ่ใช้เส้นทางประกอบอาชีพ ช่วงเวลาที่ใช้ถนนเวลาเร่งด่วน (07.00–08.00 และ 15.00-16.00 นาฬิกา) ทั้งนี้ทำให้การจราจรหนาแน่น อาจก่อให้เกิดปริมาณฝุ่นเพิ่มจากการเผาไหม้ของรถยนต์ได้

ความเข้มข้นฝุ่น $PM_{2.5}$ ของป้ายรถประจำทางในแต่เดือน

จากการตรวจวัด $PM_{2.5}$ ในบริเวณป้ายรถประจำทางเป็นระยะเวลา 4 เดือน ได้แก่ เดือนตุลาคม พฤศจิกายน ธันวาคม และมกราคม

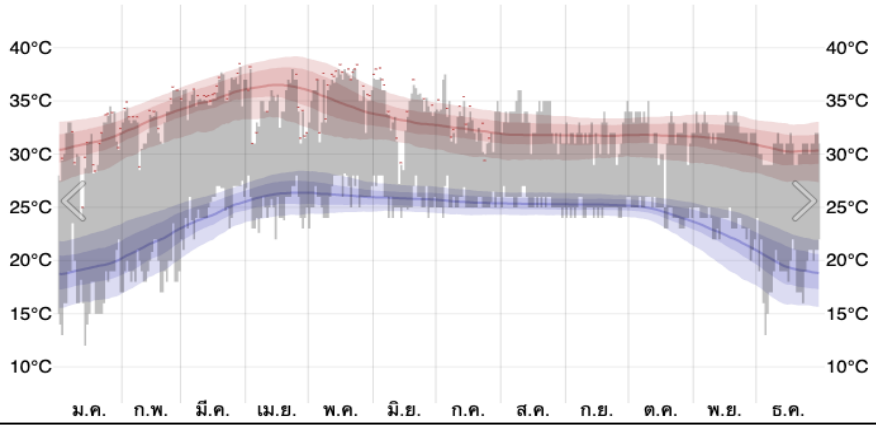


ภาพ 24 ค่าฝุ่น $PM_{2.5}$ ในแต่ละเดือน

เมื่อพิจารณาจากกราฟ (ภาพ 24) จะพบว่าความเข้มข้นของ $PM_{2.5}$ ในแต่ละเดือนมีค่าต่ำสุดที่ 22.389 µg/m^3 ในช่วงเดือนตุลาคม มีค่าสูงสุดที่ 51.653 µg/m3 ในช่วงเดือนธันวาคม ส่วนในช่วงเดือนพฤศจิกายน มีค่าที่ 36.653 µg/m^3 และเดือนมกราคมมีค่าที่ 50.208 µg/m^3 ทั้งนี้ค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของ $PM_{2.5}$ ในแต่ละเดือนเกินค่ามาตรฐานฝุ่น $PM_{2.5}$ ที่ 50 µg/m^3 อยู่ 2 เดือน คือ เดือนธันวามคม และมกราคม สอดคล้องกับงานวิจัย (วิลาวรรณ น้อยภา) ในช่วงเดือนพฤศจิกายน-กุมภาพันธ์ ของทุกปี ถือเป็นช่วงความสุขของเกษตรกรหลาย ๆ คน เพราะได้เก็บเกี่ยวผลผลิตทางการเกษตร ขายและเกิดรายได้ แต่ในทางกลับกันช่วงเวลานี้มักเกิดปัญหามลพิษจากฝุ่นละอองในอากาศ จนหลายคนเรียกว่า ฤดูฝุ่น ฤดูหมอกควัน หรือแม้แต่หิมะดำ (เขม่าควันดำใบอ้อย) ซึ่งการเผาทางเกษตรในที่โล่ง ก็เป็นแหล่งกำเนิดหนึ่งของปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน หรือ $PM_{2.5}$ ด้วย แม้จะมีสัดส่วนไม่มากเท่าแหล่งกำเนิดจากยานพาหนะจากเครื่องยนต์ดีเซล ก็ตาม

1. ปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยา

1.1 อุณหภูมิในจังหวัดพิษณุโลก (ปี 2564)

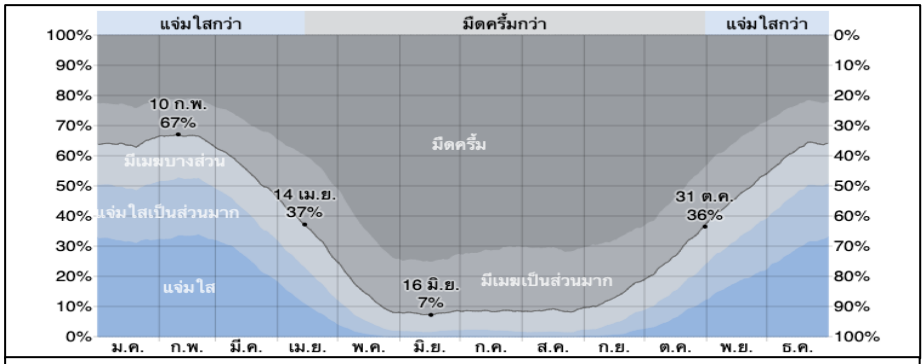


เฉลี่ย	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
สูง	31°C	33°C	35°C	36°C	35°C	33°C	32°C	32°C	32°C	32°C	31°C	30°C
อุณหภูมิ	25°C	27°C	29°C	31°C	30°C	29°C	28°C	28°C	28°C	28°C	27°C	24°C
ต่ำ	19°C	22°C	24°C	26°C	26°C	26°C	25°C	25°C	25°C	25°C	22°C	20°C

ภาพ 25 อุณหภูมิสูง-ต่ำ และเฉลี่ยในเดือนมกราคม ถึง ธันวาคมของจังหวัดพิษณุโลก

ที่มา: weather spark

1.2 ปริมาณเมฆปกคลุมท้องฟ้าในจังหวัดพิษณุโลก (ปี 2564)

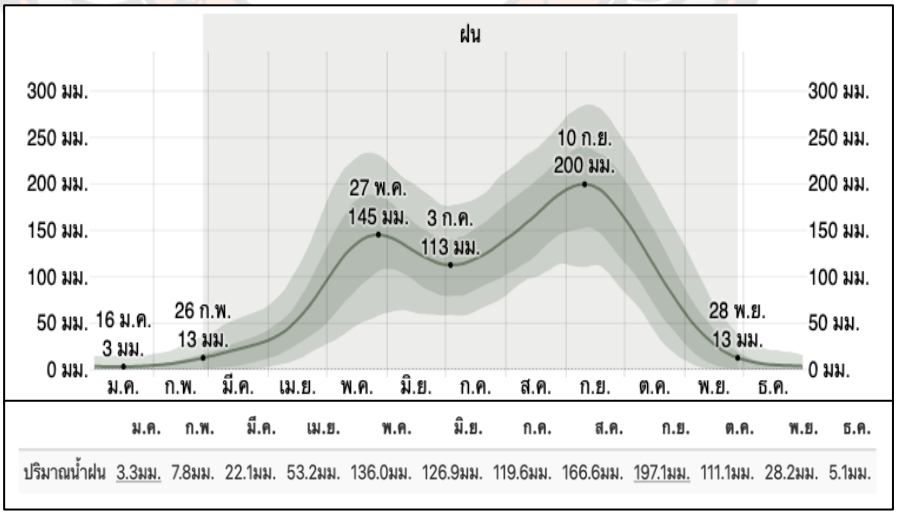


สัดส่วน	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
มืดครึ้มกว่า	36%	34%	45%	65%	86%	92%	91%	91%	86%	72%	53%	39%
แจ่มใสกว่า	64%	66%	55%	35%	14%	8%	9%	9%	14%	28%	47%	61%

ภาพ 26 ปริมาณเมฆปกคลุมท้องฟ้าในเดือนมกราคม ถึง ธันวาคมของจังหวัดพิษณุโลก

ที่มา: weather spark

1.3 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในจังหวัดพิษณุโลก (ปี2564)

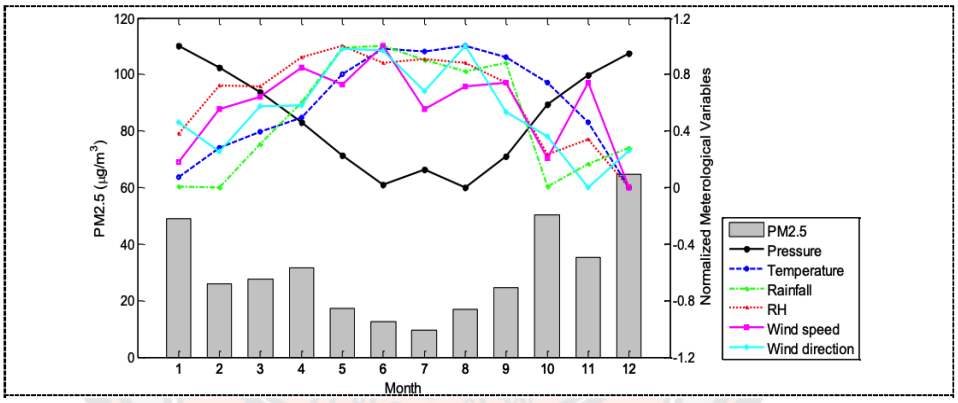


	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
ปริมาณน้ำฝน	3.3มม.	7.8มม.	22.1มม.	53.2มม.	136.0มม.	126.9มม.	119.6มม.	166.6มม.	197.1มม.	111.1มม.	28.2มม.	5.1มม.

ภาพ 27 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในเดือนมกราคม ถึง ธันวาคมของจังหวัดพิษณุโลก

ที่มา: weather spark

ปัจจัยทางด้านอุตุนิยมวิทยาบางปัจจัย ได้แก่ ความกดอากาศ ปริมาณน้ำฝน ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม และอุณหภูมิอากาศ ซึ่ง มีค่าเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล ดังรูปภาพ 24 ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลง $PM_{2.5}$ โดยพบว่า $PM_{2.5}$ เพิ่มสูงขึ้นและสูงสุด ในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงกุมภาพันธ์ของปีถัดไปซึ่งอยู่ในช่วงฤดูหนาว และเริ่มลดลงในเดือนมีนาคมถึงพฤษภาคม ซึ่ง ตรงกับช่วงฤดูร้อนและความเข้มข้นจะลดลงต่ำสุดในช่วงเดือนมิถุนายนถึงตุลาคมหรือฤดูฝน แล้วจึงเพิ่มสูงขึ้นใน เดือนถัดไป เป็นวัฏจักรที่คล้ายคลึงกันในทุกๆ ปี สอดคล้องกับการศึกษาของ Cheng et al. (2006) ที่พบว่าค่า PM_{10} เพิ่มสูงขึ้นในช่วงฤดูหนาวและลดลงในช่วงฤดูร้อนและฤดูฝน และพบว่าวันที่ท้องฟ้าแจ่มใสมีปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศสูงกว่าในวันที่ท่องฟ้าไม่แจ่มใส ทั้งนี้เนื่องจากมีปริมาณเมฆและสารแขวนลอยในบรรยากาศน้อยกว่า สามารถมีฝุ่นละอองเพิ่มเข้าไปได้อีก ส่วนในวันที่ท้องฟ้าไม่แจ่มใสนั้น เนื่องจากมีเมฆมากและมีสารแขวนลอยในบรรยากาศสูง ทำให้ปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศปรากฏได้น้อยกว่า สอดคล้องกับการศึกษาของสุภลักษณ์ หาญสูงเนิน และคณะ



ภาพ 28 แนวโน้มรายเดือนของค่าความเข้มข้น $PM_{2.5}$ และปัจจัยอุตุนิยมวิทยา

ที่มา: X Li et al., 2017

การประเมินผลการรับสัมผัสฝุ่น $PM_{2.5}$ ของป้ายรถประจำทาง

เป็นการศึกษาการรับสัมผัสของฝุ่น $PM_{2.5}$ ของผู้ใช้บริการรถประจำทางในแต่ละป้ายรถประจำทาง เขตเทศบาลนครพิษณุโลก หลังจากที่ทราบปริมาณความเข้มข้นของฝุ่น $PM_{2.5}$ และข้อมูลแบบสอบถามจากผู้ใช้บริการรถประจำทาง แล้วจึงนำผลมาค่าการรับสัมผัสฝุ่น $PM_{2.5}$ ซึ่งพารามิเตอร์ในการคำนวณการรับสัมผัสฝุ่น $PM_{2.5}$ ของผู้ใช้บริการรถประจำทางจำนวนทั้งหมด 300 คน โดยแบ่งเป็นป้ายรถประจำทางละ 100 คน พบว่า เวลาในการสัมผัส (ET) จะทำการแบ่ง 2 กรณี คือ 1)

ช่วงเวลาการรอรถประจำทาง 3 ป้าย คือ ป้ายตลาดเทศบาล 6 ป้ายโรงพยาบาลพุทธชินราช และป้ายโรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี โดยมีค่าเฉลี่ยตามลำดับ 21, 25 และ 28 นาที ดังตาราง 10 2) ช่วงเวลาทำงานมากที่สุด พบว่าตลาดเทศบาล 6 มีแม่ค้าที่มีการค้าขายอยู่ใกล้บริเวณป้ายรถประจำทาง มีค่าเฉลี่ยในการทำงานอยู่ที่ 10 ชั่วโมง ดังตาราง 11

ตาราง 10 การรับสัมผัสฝุ่น $PM_{2.5}$ ของป้ายรถประจำทาง กรณีช่วงเวลาการรอรถประจำทาง ((mg/kg-day)x10^{-4})

เดือน/สถานี	ตุลาคม			พฤศจิกายน			ธันวาคม			มกราคม		
ช่วงอายุ	ตลาดเทศบาล 6	โรงพยาบาลพุทธชินราช	โรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี	ตลาดเทศบาล 6	โรงพยาบาลพุทธชินราช	โรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี	ตลาดเทศบาล 6	โรงพยาบาลพุทธชินราช	โรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี	ตลาดเทศบาล 6	โรงพยาบาลพุทธชินราช	โรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี
15 - 25	2.338	1.730	1.641	3.023	3.718	3.187	4.551	4.469	5.391	4.544	4.326	3.289
26 - 35	1.508	1.116	1.058	1.949	2.397	2.055	2.934	2.882	3.476	2.930	2.790	2.121
36 - 45	1.131	0.837	0.794	1.462	1.798	1.542	2.201	2.162	2.607	2.198	2.093	1.591
46 - 55	0.905	0.670	0.635	1.171	1.439	1.234	1.762	1.731	2.087	1.760	1.675	1.273
56 - 65	0.755	0.559	0.530	0.976	1.200	1.029	1.469	1.443	1.741	1.467	1.397	1.062
66 - 70	0.670	0.496	0.470	0.867	1.066	0.914	1.305	1.282	1.546	1.303	1.241	0.943

ตาราง 11 การรับสัมผัสฝุ่น $PM_{2.5}$ ของป้ายรถประจำทาง กรณีช่วงเวลาทำงาน 10 ชั่วโมง ((mg/kg-day)x10^{-4})

เดือน/สถานี	ตุลาคม			พฤศจิกายน			ธันวาคม			มกราคม		
ช่วงอายุ	ตลาดเทศบาล 6	โรงพยาบาลพุทธชินราช	โรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี	ตลาดเทศบาล 6	โรงพยาบาลพุทธชินราช	โรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี	ตลาดเทศบาล 6	โรงพยาบาลพุทธชินราช	โรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี	ตลาดเทศบาล 6	โรงพยาบาลพุทธชินราช	โรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี
15 - 25	65.339	41.071	35.652	84.488	88.235	69.263	127.176	106.077	117.149	126.995	102.683	71.469
26 - 35	42.129	26.482	22.987	54.475	56.891	44.659	81.999	68.396	75.534	81.883	66.207	46.081
36 - 45	31.603	19.865	17.244	40.865	42.677	33.501	61.512	51.307	56.662	61.424	49.665	34.568
46 - 55	25.299	15.903	13.804	32.713	34.164	26.818	49.242	41.073	45.359	49.172	39.758	27.673
56 - 65	21.096	13.261	11.511	27.279	28.489	22.363	41.062	34.250	37.825	41.004	33.154	23.076
66 - 70	18.735	11.777	10.223	24.226	25.300	19.860	36.466	30.417	33.591	36.415	29.443	20.493

เมื่อพิจารณาจากตาราง 10 การรับสัมผัสฝุ่น $PM_{2.5}$ ของป้ายรถประจำทาง กรณีช่วงเวลาการรอรถประจำทาง จะพบว่าค่าการรับสัมผัสของฝุ่น $PM_{2.5}$ เดือนตุลาคมมีค่าการรับสัมผัสของฝุ่น $PM_{2.5}$ สูงที่สุด คือ 2.338×10^{-4} mg/kg-day (ช่วงอายุ 15-25) ที่ป้ายรถประจำทางตลาดเทศบาล 6 และมีค่าการรับสัมผัสของฝุ่นต่ำที่สุด คือ 0.470×10^{-4} mg/kg-day (ช่วงอายุ 66-70) ที่ป้ายรถประจำทางโรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี เดือนพฤศจิกายนมีค่าการรับสัมผัสของฝุ่น $PM_{2.5}$ สูงที่สุด คือ 3.718×10^{-4} mg/kg-day (ช่วงอายุ 15-25) ที่ป้ายรถประจำทางโรงพยาบาลพุทธชินราช และมีค่าการรับสัมผัสของฝุ่นต่ำที่สุด คือ 0.867×10^{-4} mg/kg-day (ช่วงอายุ 66-70) ที่ป้ายรถประจำทางตลาดเทศบาล 6 เดือนธันวาคมมีค่าการรับสัมผัสของฝุ่น $PM_{2.5}$ สูงที่สุด คือ 5.391×10^{-4} mg/kg-day (ช่วงอายุ 15-25) ที่ป้ายรถประจำทางโรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี และมีค่าการรับสัมผัสของฝุ่นต่ำที่สุด คือ 1.282×10^{-4} mg/kg-day (ช่วงอายุ 66-70) ที่ป้ายรถประจำทางโรงพยาบาลพุทธชินราช และเดือนมกราคมมีค่าการรับสัมผัสของฝุ่น $PM_{2.5}$ สูงที่สุด คือ 4.544×10^{-4} mg/kg-day (ช่วงอายุ 15-25) ที่ป้ายรถประจำทางตลาดเทศบาล 6 และมีค่าการรับสัมผัสของฝุ่นต่ำที่สุด คือ 0.943×10^{-4} mg/kg-day (ช่วงอายุ 66-70) ที่ป้ายรถประจำทางโรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี

เมื่อพิจารณาจากตาราง 11 การรับสัมผัสฝุ่น $PM_{2.5}$ ของป้ายรถประจำทาง กรณีช่วงเวลาทำงาน 10 ชั่วโมง จะพบว่าค่าการรับสัมผัสของฝุ่น $PM_{2.5}$ เดือนตุลาคมมีค่าการรับสัมผัสของฝุ่น $PM_{2.5}$ สูงที่สุด คือ 65.339×10^{-4} mg/kg-day (ช่วงอายุ 15-25) ที่ป้ายรถประจำทางตลาดเทศบาล 6 และมีค่าการรับสัมผัสของฝุ่นต่ำที่สุด คือ 10.223×10^{-4} mg/kg-day (ช่วงอายุ 66-70) ที่ป้ายรถประจำทางโรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี เดือนพฤศจิกายนมีค่าการรับสัมผัสของฝุ่น $PM_{2.5}$ สูงที่สุด คือ 88.235×10^{-4} mg/kg-day (ช่วงอายุ 15-25) ที่ป้ายรถประจำทางโรงพยาบาลพุทธชินราช และมีค่าการรับสัมผัสของฝุ่นต่ำที่สุด คือ 19.860×10^{-4} mg/kg-day (ช่วงอายุ 66-70) ที่ป้ายรถประจำทางโรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี เดือนธันวาคมมีค่าการรับสัมผัสของฝุ่น $PM_{2.5}$ สูงที่สุด คือ 127.176×10^{-4} mg/kg-day (ช่วงอายุ 15-25) ที่ป้ายรถประจำทางตลาดเทศบาล 6 และมีค่าการรับสัมผัสของฝุ่นต่ำที่สุด คือ 30.417×10^{-4} mg/kg-day (ช่วงอายุ 66-70) ที่ป้ายรถประจำทางโรงพยาบาลพุทธชินราช และเดือนมกราคมมีค่าการรับสัมผัสของฝุ่น $PM_{2.5}$ สูงที่สุด คือ 126.995×10^{-4} mg/kg-day (ช่วงอายุ 15-25) ที่ป้ายรถประจำทางตลาดเทศบาล 6 และมีค่าการรับสัมผัสของฝุ่นต่ำที่สุด คือ 20.493×10^{-4} mg/kg-day (ช่วงอายุ 66-70) ที่ป้ายรถประจำทางโรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี

ความสัมพันธ์ระหว่าง $PM_{2.5}$ กับผู้ใช้บริการรอรถประจำทางในบริเวณป้ายรถประจำทาง

เป็นการศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ใช้บริการรถประจำทาง ในเรื่องการรับสัมผัสฝุ่น $PM_{2.5}$ ดังตาราง 12 และ 13

ตาราง 12 ค่าการประเมินความเสี่ยง (Hazard Quotient; HQ) กรณีช่วงเวลาการรอรถประจำทาง

เดือน/สถานี	ตุลาคม			พฤศจิกายน			ธันวาคม			มกราคม		
ช่วงอายุ	ตลาดเทศบาล 6	โรงพยาบาลพุทธชินราช	โรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี	ตลาดเทศบาล 6	โรงพยาบาลพุทธชินราช	โรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี	ตลาดเทศบาล 6	โรงพยาบาลพุทธชินราช	โรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี	ตลาดเทศบาล 6	โรงพยาบาลพุทธชินราช	โรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี
15 - 25	0.047	0.035	0.033	0.060	0.074	0.064	0.091	0.089	0.108	0.091	0.087	0.066
26 - 35	0.030	0.022	0.021	0.039	0.048	0.041	0.059	0.058	0.070	0.059	0.056	0.042
36 - 45	0.023	0.017	0.016	0.029	0.036	0.031	0.044	0.043	0.052	0.044	0.042	0.032
46 - 55	0.018	0.013	0.013	0.023	0.029	0.025	0.035	0.035	0.042	0.035	0.034	0.025
56 - 65	0.015	0.011	0.011	0.020	0.024	0.021	0.029	0.029	0.035	0.029	0.028	0.021
66 - 70	0.013	0.010	0.009	0.017	0.021	0.018	0.026	0.026	0.031	0.026	0.025	0.019

ตาราง 13 ค่าการประเมินความเสี่ยง (Hazard Quotient; HQ) กรณีช่วงเวลาทำงาน 10 ชั่วโมง

เดือน/สถานี	ตุลาคม			พฤศจิกายน			ธันวาคม			มกราคม		
ช่วงอายุ	ตลาดเทศบาล 6	โรงพยาบาลพุทธชินราช	โรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี	ตลาดเทศบาล 6	โรงพยาบาลพุทธชินราช	โรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี	ตลาดเทศบาล 6	โรงพยาบาลพุทธชินราช	โรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี	ตลาดเทศบาล 6	โรงพยาบาลพุทธชินราช	โรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี
15 - 25	1.307	0.821	0.713	1.690	1.765	1.385	2.544	2.122	2.343	2.540	2.054	1.429
26 - 35	0.843	0.530	0.460	1.090	1.138	0.893	1.640	1.368	1.511	1.638	1.324	0.922
36 - 45	0.632	0.397	0.345	0.817	0.854	0.670	1.230	1.026	1.133	1.228	0.993	0.691
46 - 55	0.506	0.318	0.276	0.654	0.683	0.536	0.985	0.821	0.907	0.983	0.795	0.553
56 - 65	0.422	0.265	0.230	0.546	0.570	0.447	0.821	0.685	0.756	0.820	0.663	0.462
66 - 70	0.375	0.236	0.204	0.485	0.506	0.397	0.729	0.608	0.672	0.728	0.589	0.410

เมื่อพิจารณาจากตาราง 12 ค่าการประเมินความเสี่ยง (Hazard Quotient; HQ) กรณีช่วงเวลาการรอรถประจำทาง พบว่ามีค่า HQ อยู่ในช่วง 0.009-0.108 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1 หมายความว่าผู้ที่ใช้บริการในแต่ละป้ายรถประจำทางได้รับปริมาณค่าความเข้มข้นฝุ่นของ $PM_{2.5}$ ที่ร่างกายได้รับไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ

เมื่อพิจารณาจากตาราง 13 ค่าการประเมินความเสี่ยง (Hazard Quotient; HQ) กรณีช่วงเวลาทำงาน 10 ชั่วโมง พบว่ามีค่า HQ ช่วงอายุ 15-25 เกือบทั้งหมด มีค่ามากกว่า 1 ซึ่งหมายความว่าผู้ที่ใช้บริการในแต่ละป้ายรถประจำทางได้รับปริมาณค่าความเข้มข้นฝุ่นของ $PM_{2.5}$ ที่ร่างกายได้รับส่งผลกระทบต่อสุขภาพ ยกเว้นในเดือนตุลาคม ที่ป้ายรถประจำทางโรงพยาบาลพุทธชินราช และ ป้ายรถประจำทางโรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี มีค่าค่าน้อยกว่า 1 หมายความว่าผู้ที่ใช้บริการในแต่ละป้ายรถประจำทางได้รับปริมาณค่าความเข้มข้นฝุ่นของ $PM_{2.5}$ ที่ร่างกายได้รับไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ ค่า HQ ช่วงอายุ 26-35 เกือบทั้งหมด มีค่ามากกว่า 1 ปริมาณค่าความเข้มข้นฝุ่นของ $PM_{2.5}$ ที่ร่างกายได้รับส่งผลกระทบต่อสุขภาพ ยกเว้นในเดือนตุลาคมทุกป้ายรถประจำทาง และเดือนมกราคมที่ป้ายรถประจำทางโรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี มีค่าค่าน้อยกว่า 1 ปริมาณค่าความเข้มข้นฝุ่นของ $PM_{2.5}$ ที่ร่างกายได้รับไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ ค่า HQ ช่วงอายุ 36-45 ในเดือนธันวาคมทุกป้ายรถประจำทาง และเดือนมกราคมที่ป้ายรถประจำทางตลาดเทศบาล 6 มีค่ามากกว่า 1 ปริมาณค่าความเข้มข้นฝุ่นของ $PM_{2.5}$ ที่ร่างกายได้รับส่งผลกระทบต่อสุขภาพ ค่า HQ ช่วงอายุ 46-55 , 56-65 และ 66-70 ค่าน้อยกว่า 1 ปริมาณค่าความเข้มข้นฝุ่นของ $PM_{2.5}$ ที่ร่างกายได้รับไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ

ข้อมูลแบบสอบถามข้อมูลผลกระทบต่อสุขภาพจากมลพิษทางอากาศ

ผลการสำรวจของแบบสอบถามข้อมูลผลกระทบต่อสุขภาพจากมลพิษทางอากาศที่บริเวณป้ายรถประจำทาง ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2564 ถึง มกราคม 2565 โดยมีข้อมูลผลกระทบต่อสุขภาพจากมลพิษทางอากาศทั้ง 21 อาการ ซึ่งพบว่า ผู้ใช้บริการรถประจำทางไม่มีการอาการ 8 อาการ ได้แก่ มองภาพไม่ค่อยชัด, หัวใจเต้นเร็วผิดปกติ, เท้าบวมผิดปกติ, แสบจมูกหรือเลือดกำเดาไหล, เสียงแหบ, น้ำตาไหลมากผิดปกติ, หายใจมีเสียงหวีด และเหนื่อยง่ายปกติ แต่ส่วนใหญ่จะเป็นอาการที่พบน้อยครั้งในช่วงระหว่างการสำรวจข้อมูลผลกระทบต่อสุขภาพจากมลพิษทางอากาศที่บริเวณป้ายรถประจำทาง ได้แก่ ไอไม่มีเสมหะ ไอมีเสมหะ หายใจลำบาก ปวดหัว เวียนหัว คันตามร่างกาย มีผื่นแดงตามร่างกาย ตาแดง ปวดตา และแสบตาหรือคันตา (ตาราง 14)

ตาราง 14 ข้อมูลผลกระทบต่อสุขภาพจากมลพิษทางอากาศที่บริเวณป้ายรถประจำทาง ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2564 ถึง มกราคม 2565

อาการ /ความถี่		ป้ายรถประจำทาง			
		โรงพยาบาลพุทธชินราช	โรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี	ตลาดเทศบาล 6	รวม
ไอไม่มีเสมหะ	ไม่มี	64	73	57	194
	น้อยครั้ง	30	24	39	93
	2-3 ครั้ง/สัปดาห์	6	3	2	11
	ทุกวัน	0	0	2	2
	รวม	100	100	100	300
ไอมีเสมหะ	ไม่มี	52	62	32	146
	น้อยครั้ง	41	34	51	126
	2-3 ครั้ง/สัปดาห์	5	3	13	21
	ทุกวัน	2	1	4	7
	รวม	100	100	100	300
หายใจลำบาก	ไม่มี	55	68	51	174
	น้อยครั้ง	34	26	40	100
	2-3 ครั้ง/สัปดาห์	8	5	6	19
	ทุกวัน	3	1	3	7
	รวม	100	100	100	300
ปวดหัว	ไม่มี	51	45	43	139
	น้อยครั้ง	42	49	44	135
	2-3 ครั้ง/สัปดาห์	5	6	11	22
	ทุกวัน	2	0	2	4
	รวม	100	100	100	300

อาการ /ความถี่		ป้ายรถประจำทาง			
		โรงพยาบาลพุทธชินราช	โรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี	ตลาดเทศบาล 6	รวม
เวียนหัว	ไม่มี	71	75	50	196
	น้อยครั้ง	23	24	44	91
	2-3 ครั้ง/สัปดาห์	4	1	5	10
	ทุกวัน	2	0	1	3
	รวม	100	100	100	300
คันตามร่างกาย	ไม่มี	42	37	42	121
	น้อยครั้ง	52	56	51	159
	2-3 ครั้ง/สัปดาห์	4	7	4	15
	ทุกวัน	2	0	3	5
	รวม	100	100	100	300
มีผื่นแดงตามร่างกาย	ไม่มี	37	55	48	140
	น้อยครั้ง	54	42	43	139
	2-3 ครั้ง/สัปดาห์	5	2	3	10
	ทุกวัน	4	1	6	11
	รวม	100	100	100	300
แสบตาหรือคันตา	ไม่มี	46	62	26	134
	น้อยครั้ง	44	33	61	138
	2-3 ครั้ง/สัปดาห์	7	3	12	22
	ทุกวัน	3	2	1	6
	รวม	100	100	100	300

อาการ /ความถี่		ป้ายรถประจำทาง			
		โรงพยาบาลพุทธชินราช	โรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี	ตลาดเทศบาล 6	รวม
ตาแดง	ไม่มี	31	45	38	114
	น้อยครั้ง	48	47	41	136
	2-3 ครั้ง/สัปดาห์	16	7	12	35
	ทุกวัน	5	1	9	15
	รวม	100	100	100	300
ปวดตา	ไม่มี	63	78	38	179
	น้อยครั้ง	31	21	48	100
	2-3 ครั้ง/สัปดาห์	6	1	13	20
	ทุกวัน	0	0	1	1
	รวม	100	100	100	300

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กรมอนามัย และกรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. (2558). *แนวทางการเฝ้าระวังพื้นที่เสี่ยง จากมลพิษทางอากาศกรณีฝุ่นละอองขนาดเล็ก.* สืบค้น 25 มกราคม 2565, จาก from www.enhealthplan.anamai.mail.go.th

ปกรณ์ พิมพ์สังข์ (2563). *ปัญหาอุบัติเหตุจราจรทางบกในมหาวิทยาลัยนเรศวรและพื้นที่โดยรอบ* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร

กรมอนามัยและกรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. (2558). *แนวทางการเฝ้าระวังพื้นที่เสี่ยงจากมลพิษทางอากาศกรณีฝุ่นละอองขนาดเล็ก* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กระทรวงสาธารณสุข. (2552). *คู่มือค่ามาตรฐานอนามัยสิ่งแวดล้อม; อากาศ น้ำ ดิน เสียง ความสั่นสะเทือนความร้อน และแสงสว่าง.* กรุงเทพฯ: กระทรวงสาธารณสุข.

กรมควบคุมมลพิษ. (2564). *รายงานสถานการณ์และคุณภาพอากาศประเทศไทย.* สืบค้น 20 มกราคม 2565, จาก http://air4thai.pcd.go.th/webV2/download.php

การป้องกัน และบรรเทาสาธารณภัย กระทรวงมหาดไทย. (2564). *รายงานสถานการณ์ สาธารณภัย กรมป้องกนและบรรเทาสาธารณภัย.* กรุงเทพฯ: กระทรวงมหาดไทย ศูนย์อำนวยการบรรเทาสาธารณภัย

สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย. (2562). *รายงานการผลิตอ้อยของประเทศไทย ประจำปีการผลิต 2560/61.* กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย.

Fondelli M.C., Chellini E., Yli-Tuomi T., Cenni I., Gasparrini A., Nava S., Garcia-Orellanal., Lupi A., Grechi D., ..., Mallone S. (2008) Fine particle concentrations in buses and taxis in Florence, Italy. *Atmos. Environ, 42,* 8185–8193.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 2

สารบัญ (ต่อ) **หน้า**

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการติดโรคพยาธิใบไม้ตับในพื้นที่อำเภอดอกคำใต้จังหวัดพะเยา 187
จุฑาภรณ์ ทาจีนะ และประจวบ แหลมหลัก

ความคาดหวังคุณภาพบริการของประชาชนหน่วยปฏิบัติการแพทย์ฉุกเฉิน เทศบาลตำบลจุน 198
อำเภอจุน จังหวัดพะเยา
อัญชลี ละมัย และอรัณย์ภัค พิทักษ์พงษ์

การขับเคลื่อนนโยบายสาธารณะเพื่อสุขภาพแบบมีส่วนร่วมด้วยกลไกสมัชชาสุขภาพ 209
กรณีศึกษา : ประเด็น การรวมพลังคนโคราช ก้าวสู่ชีวิตปกติวิถีใหม่ สู้ภัยโควิด
ธวัชชัย เอกสันติ วรลักษณ์ สมบูรณ์นาดี พุฒิพงศ์ สัตยวงศ์ทิพย์ ทิวากรณ์ ราชูธร
ปาริชาติ วงษ์วริศรา และพัชรินทร์ ยุพา

ความสัมพันธ์ระหว่างความรอบรู้ด้านสุขภาพกับคุณภาพชีวิตของผู้สูงอายุในอำเภอสุวรรณภูมิ 220
จังหวัดร้อยเอ็ด
ลำพึง วอนอก วรกมล เหล็กคำ วรรณศรี แววงาม กฤชกันทร สุวรรณพันธุ์
และนภชา สิงห์วีรธรรม

การรับสัมผัสฝุ่น $PM_{2.5}$ ในบริเวณป้ายรถประจำทาง เขตเทศบาลนครพิษณุโลก 231
กิตติธัช หมื่นสิน และปาจรีย์ ทองสนิท

ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับความเสี่ยงของความดันโลหิตสูงของนักศึกษาหญิงวิทยาลัยการ 239
สาธารณสุขสิรินธร จังหวัดขอนแก่น
วรรณศรี แววงาม สุดารัตน์ เรินไธสง สุพัฒน์ อาสนะและลำพึง วอนอก

สภาพการทำงาน และระดับสิ่งคุกคามสุขภาพในสถานประกอบการอู่เคาะพ่นสีรถยนต์ 241
อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา
วิทชย เพชรเลียบ

ภาคผนวก 249

คำสั่งมหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล เรื่อง แต่งตั้งกองบรรณาธิการและผู้ทรงคุณวุฒิประเมิน 250
บทความ

การรับสัมผัสฝุ่น $PM_{2.5}$ ในบริเวณป้ายรถประจำทาง เขตเทศบาลนครพิษณุโลก
The inhalation exposure of $PM_{2.5}$ in the bus stops Phitsanulok municipality

กิตติธัช หมื่นสิน* ดร.ปาจรีย์ ทองสนิท**
นักศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร*
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร**
Corresponding author Email address: pajareet@nu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่องการรับสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ในปี 2564 บริเวณป้ายรถประจำทางที่เขตเทศบาลนครพิษณุโลก มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณความเข้มข้นของฝุ่น $PM_{2.5}$ และประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพของผู้สัมผัส $PM_{2.5}$ ในป้ายรถประจำทาง 3 สถานี ได้แก่ ตลาดเทศบาลเมืองพิษณุโลก 6, โรงเรียนเฉลิมขวัญสตรี และโรงพยาบาลพุทธชินราช พิษณุโลก โดยใช้เครื่องตรวจจับคุณภาพอากาศ $PM_{2.5}$ ด้วยเครื่องวัดเซ็นเซอร์ PMS5003 ที่ถูกนำมาใช้ ผลการศึกษาพบว่าในแต่ละป้ายรถประจำทาง มีค่า $PM_{2.5}$ มากที่สุด คือ 33.77 $\mu g/m^3$ ณ ป้ายรถประจำทางตลาดเทศบาลเมืองพิษณุโลก 6 ที่มีการจราจรที่หนาแน่น ประกอบกับในตลาดเทศบาลเมืองพิษณุโลก 6 มีการประกอบอาหาร และมีค่าต่ำสุด คือป้ายรถประจำทางโรงเรียนเฉลิมขวัญสตรีคือ 22.50 $\mu g/m^3$ โดยทางโรงเรียนมีการสอนแบบออนไลน์ อีกทั้งยังพบว่าในแต่ละช่วงเวลาของการรอรถประจำทาง และในแต่ละเดือนทำให้ค่าความเข้มข้นของฝุ่นสูงขึ้น โดยช่วงเวลาก่อนทำงาน (07.00–09.00 น.) จะมีปริมาณจราจรหนาแน่น และติดขัดโดยเฉพาะในชั่วโมงเร่งด่วน จึงมีค่ามากสุดที่ 32.07 $\mu g/m^3$ และมีค่าต่ำสุดที่ช่วงหลังเลิกงาน (11.00–13.00 น.) ที่ 25.95 $\mu g/m^3$ ส่วนเดือนธันวาคมมีค่ามากที่สุดคือ 39.44 $\mu g/m^3$ และมีค่าต่ำสุดที่เดือนตุลาคมที่ 16.07 $\mu g/m^3$ ปริมาณการรับสัมผัสฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ เท่ากับ 3.87×10^{-4} ถึง 17.08×10^{-4} mg/kg-day จากการประเมินค่าการประเมินความเสี่ยง (Hazard Quotient; HQ) พบว่ามีค่าน้อยกว่า 1 จึงบอกได้ว่าผู้ที่ใช้บริการในแต่ละป้ายรถประจำทางเขตเทศบาลพิษณุโลก ไม่ได้รับความเสี่ยงจากการรับสัมผัสฝุ่น $PM_{2.5}$

คำสำคัญ : ขนาดฝุ่นละอองน้อยกว่า 2.5 ไมครอน, การสัมผัสทางการหายใจ, เทศบาลนครพิษณุโลก

Abstract

This research was investigated on exposure to fine particulate matter up to 2.5 microns ($PM_{2.5}$) at the bus stops of Phitsanulok municipality in 2021. The purpose of this study aims to investigate the concentration of $PM_{2.5}$ and to assess the health risks of recipients from $PM_{2.5}$ exposure in 3 bus stops such as Phitsanulok Municipal Market 6, Chalermkwansatree school and Buddhachinaraj Phitsanulok Hospital. $PM_{2.5}$ was measured using $PM_{2.5}$ air quality detector with PMS5003 sensor at each bus stop. The highest $PM_{2.5}$ value was 33.77 $\mu g/m^3$ at Phitsanulok Municipal Market 6 with heavy trafficking and street cooking while the lowest value of $PM_{2.5}$ was 22.50 $\mu g/m^3$ at Chalermkwansatree school bus stop because the school was changed to online teaching. It also found that each period of day and month provided largely difference of the concentration of $PM_{2.5}$. In the pre-work period (07.00–09.00), the traffic is crowded and jammed because of rush hours with the highest value is 32.07 $\mu g/m^3$ while the lowest value was 25.95

ภาคผนวก ข ทฤษฎีการคำนวณ

สมการสำหรับลักษณะความเสี่ยง

$$\text{Hazard Quotient (HQ)} = \frac{I}{RfD}$$

สมการค่าสัดส่วนความเสี่ยง

โดยที่ HQ = ค่าสัดส่วนความเสี่ยง

I (mg/kg/day) = ปริมาณการรับสัมผัสต่อวัน

RfD = ปริมาณที่เข้าสู่ร่างกายทางหายใจโดยไม่เกิดอันตรายต่อสุขภาพ (US.EPA กำหนด = 0.005 mg/kg/day)

ค่า HQ $\geq$ **1** หมายถึง เกิดภาวะเสี่ยงต่อสุขภาพจากการรับสัมผัส

ค่า HQ $\leq$ **1** หมายถึง ค่าที่ยอมรับได้ต่อการรับสัมผัส

สมการสำหรับการประเมินการสัมผัส

$$I = \frac{C \times IR \times ET \times EF \times ED}{BW \times AT}$$

โดยที่

I (mg/kg/day) = ปริมาณการรับสัมผัสต่อวัน

C (mg/m^3) = ปริมาณความเข้มข้นเฉลี่ยของ PM2.5 ในอากาศ

IR (m^3/hr) = อัตราการหายใจ (US.EPA)

ET (hr/day) = เวลาในการสัมผัส

EF (day/years) = ความถี่ของการสัมผัส

ED (years) = ระยะเวลาที่สัมผัส/ระยะเวลาที่อาศัยอยู่ในพื้นที่

BW (kg) = น้ำหนักของร่างกาย

AT (day) = ระยะเวลาที่ใช้เฉลี่ย

ภาคผนวก ค แบบสอบถามที่บริเวณป้ายรถประจำทาง

แบบสอบถาม

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. เพศ O 1) ชาย O 2) หญิง **2. อายุ**.....ปี **3. น้ำหนักตัว**.....กิโลกรัม

4. ท่านรอรถโดยสารมาเป็นระยะเวลา..... นาที/ชม.

5. ปัจจุบันท่านได้รับการวินิจฉัยจากแพทย์ ว่ามีโรคประจำตัวหรือไม่

O 1) ไม่มี O 2) มี โปรดเลือกโรคที่พบ *(ตอบได้มากกว่า 1 โรค)*

O โรคหอบหืด O โรคภูมิแพ้ O โรคหัวใจ O โรคความดันโลหิตสูง

O โรคเบาหวาน O โรคมะเร็ง O โรคอื่น ๆ โปรดระบุ.....

6. อาชีพหลัก

O 1) ค้าขาย O 2) รับจ้าง O 3) นักศึกษา/นักเรียน

O 4) เกษตรกรรม O 5) รับราชการ O 6) อื่น ๆ

7. คนในบ้านของท่านสูบบุหรี่หรือไม่ O 1) ไม่สูบ O 2) สูบ

8. ท่านอยู่ป้ายรถโดยสารใด .....

9. ท่านได้รับฝุ่นละออง/ควัน/เขม่า/เถ้า ปลิวเข้ามาในภายในบริเวณป้ายรถประจำทาง

แหล่งกำเนิดฝุ่นละออง / ควัน / เขม่า / เถ้า

แหล่งกำเนิดฝุ่นละออง/ควัน/เขม่า/ เถ้า	ไม่มี	มีนาน ๆ ครั้ง	มีเกือบทุกวัน	มีทุกวันประจำ
1 ควันจากการสูบบุหรี่ภายในป้ายรถประจำทาง				
2 ควันจากการประกอบอาหาร				
3 ควันจากธูป				
4 ฝุ่น/ควันรถ จากยานพาหนะ เช่น ฝุ่นจากถนน รถ				
5 ฝุ่น/เขม่าควันจากปั๊มน้ำมัน				
6 ฝุ่น/ควันจากการเผาฟางข้าว/ไร่/นา/อ้อย อื่น ๆ				
7 ควันจากการเผาขยะหรือเศษใบไม้				
8 ฝุ่นจากการขุดเจาะหิน				
9 ฝุ่นจากการก่อสร้าง				
10 ฝุ่น/ควันจากโรงงานอุตสาหกรรม				
11 กิจกรรมอื่น ๆ ที่เกิดฝุ่น/ ควัน/ เขม่า/เถ้า อื่น ๆ				

ส่วนที่ 2 สัมภาษณ์ข้อมูลผลกระทบต่อสุขภาพจากมลพิษทางอากาศ

1. วันนี้ท่านสูบบุหรี่หรือไม่ O 1) ไม่สูบ O 2) สูบ

2. วันนี้ท่านมีอาการต่อไปนี้หรือไม่

อาการที่พบรายวัน	ไม่มี	ทุกวัน	2-3 ครั้ง/wk.	น้อยครั้ง	สาเหตุ
1 คัดจมูก					
2 มีน้ำมูก					
3 แสบจมูก เลือดกำเดาไหล					
4 แสบคอ					
5 เสียงแหบ					
6 ไอไม่มีเสมหะ					
7 ไอมีเสมหะ					
8 หายใจลำบาก					
9 หายใจมีเสียงหวีด					
10 ปวดหัว					
11 เวียนหัว					
12 เหนื่อยง่ายผิดปกติ					
13 เท้าบวมผิดปกติ					
14 หัวใจเต้นเร็วผิดปกติ					
15 คันตามร่างกาย					
16 มีผื่นแดงตามร่างกาย					
17 แสบตาหรือคันตา					
18 ตาแดง					
19 น้ำตาไหล มากผิดปกติ					
20 ปวดตา					
21 มองภาพไม่ค่อยชัด					

3. ท่านได้รักษาตามอาการที่เกิดขึ้นในข้อ 2 หรือไม่ (หากไม่มีอาการในข้อ 2 ให้ข้ามไปตอบข้อ 4)

O 1) ไม่ได้รักษา O 2) ไปหาหมอ O 3) ซื้อยากินเอง

4. วันนี้ ท่านมีวิธีป้องกันตนเอง จากฝุ่น /ควัน ด้วยหน้ากากอนามัยประเภทอะไร

O 1) หน้ากากทางการแพทย์ O 2) หน้ากากคาร์บอน

O 3) หน้ากาก N95 O 4) หน้ากาก FFP1

O 5) หน้ากากกันฝุ่นแบบทั่วไป หรือหน้ากากผ้า O 6) หน้ากากฟองน้ำ

5.ข้อเสนอแนะ อื่น ๆ .....

.....

.....

.....