การวัดและการลดปริมาณการเกิดฝุ่นละอองจากกิจกรรมในโครงการก่อสร้างถนน กรณีศึกษาการก่อสร้างถนนในเขตจังหวัดลำปาง

นางสาวสมจินตนา แขนงแก้ว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2559
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A MEASUREMENT AND REDUCTION OF DUST OCCURRENCE FROM ROAD CONSTRUCTION ACTIVITIES: A CASE STUDY OF ROAD CONSTRUCTION PROJECT IN LAMPANG PROVINCE

Miss Somjintana Kanangkaew

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Civil Engineering
Department of Civil Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2016

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การวัดและการลดปริมาณการเกิดฝุ่นละอองจากกิจกรรมในโครงการก่อสร้างถนน กรณีศึกษาการก่อสร้างถนนในเขตจังหวัดลำปาง
โดย	นางสาวสมจินตนา แขนงแก้ว
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล จอกแก้ว
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริมา ปัญญาเมธีกุล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ เตชวรสินสกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัชระ เพียรสุภาพ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล จอกแก้ว)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริมา ปัญญาเมธีกุล)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ดร.เพชร์รัตน์ ลิ้มสุปรียารัตน์)

สมจินตนา แขนงแก้ว : การวัดและการลดปริมาณการเกิดฝุ่นละอองจากกิจกรรมในโครงการก่อสร้างถนน กรณีศึกษาการก่อสร้างถนนในเขตจังหวัดลำปาง (A MEASUREMENT AND REDUCTION OF DUST OCCURRENCE FROM ROAD CONSTRUCTION ACTIVITIES: A CASE STUDY OF ROAD CONSTRUCTION PROJECT IN LAMPANG PROVINCE) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ. ดร.นพดล จอกแก้ว, อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม: รศ. ดร.ศิริมา ปัญญาเมธีกุล, 311 หน้า.

กิจกรรมในงานก่อสร้างถนนเป็นหนึ่งในแหล่งกำเนิดที่ก่อให้เกิดฝุ่นละอองในบริเวณหน่วยงานก่อสร้าง ซึ่งส่งผลกระทบด้านสุขภาพต่อคนงานในหน่วยงานก่อสร้างและประชาชนที่อยู่บริเวณโดยรอบ ปัจจุบันยังไม่มีวิธีแก้ไขและลดปัญหาการเกิดฝุ่นละอองจากแหล่งกำเนิดฝุ่นละออง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอการศึกษากระบวนการวัดและวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นละอองที่มีแหล่งกำเนิดจากกิจกรรมในการก่อสร้างถนนและนำเสนอแนวทางการลดปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดจากกิจกรรมก่อสร้างถนนโดยการปรับปรุงขั้นตอนการก่อสร้าง ซึ่งจากการศึกษาพบว่าตัวอย่างกิจกรรมก่อสร้างในส่วนของงานดินที่เป็นแหล่งกำเนิดของฝุ่นละออง ได้แก่ กิจกรรมถมดินและกิจกรรมเกลี่ยดิน จากผลการศึกษาพบว่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นในกิจกรรมก่อสร้างมีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 5.16 ถึง 94.07 $\mu g/m^3$ และเมื่อทำการปรับปรุงขั้นตอนการก่อสร้างในกิจกรรมก่อสร้าง ได้แก่ การฉีดพ่นน้ำและการใช้แผงกั้นฝุ่นละอองในกิจกรรมเทดินและกิจกรรมเกลี่ยดินตามลำดับ พบว่าสามารถลดปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นในบริเวณก่อสร้างได้ 43 และ 85 เปอร์เซ็นต์เมื่อเปรียบเทียบกับขั้นตอนการก่อสร้างปกติและเมื่อเปรียบเทียบต้นทุนการก่อสร้างระหว่างขั้นตอนการก่อสร้างปกติกับขั้นตอนการก่อสร้างที่ออกแบบเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง พบว่าขั้นตอนการก่อสร้างที่ออกแบบเพื่อลดการเกิดฝุ่นละอองของกิจกรรมเทดินและกิจกรรมเกลี่ยดินมีต้นทุนที่สูงกว่าขั้นตอนการก่อสร้างปกติประมาณ 1.25 บาทต่อลูกบาศก์เมตรและ 7 บาทต่อลูกบาศก์เมตร หรือ 1.4 และ 7.2 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ปีการศึกษา 2559 ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาร่วม .....

5770319821 : MAJOR CIVIL ENGINEERING

KEYWORDS: DUST / ROAD CONSTRUCTION ACTIVITIES / CONSTRUCTION PROCESS IMPROVEMENT

SOMJINTANA KANANGKAEW: A MEASUREMENT AND REDUCTION OF DUST OCCURRENCE FROM ROAD CONSTRUCTION ACTIVITIES: A CASE STUDY OF ROAD CONSTRUCTION PROJECT IN LAMPANG PROVINCE. ADVISOR: ASST. PROF. NOPPADON JOKKAW, CO-ADVISOR: ASSOC. PROF. SIRIMA PANYAMETHEEKUL, 311 pp.

Activities of road construction are known as one major sources of dust occurrence along the construction site also affect those working in such area and people around the construction site. Nowadays, the problem remains unsolved although it gets more concerned. The objectives of this research are (i) to present the process of measurement and analyze the dust occurrence from road construction activities and (ii) to propose the reduction methods of dust occurrence from road construction activities by construction process improvement. The results show that construction activities which are sources of dust occurrence consist of filling activity and grading activity. Average of dust concentration range from 5.16 to 94.07 $\mu g/m^3$. The quantity of dust successfully reduce by 43 and 85 percentage by uses of water spraying and dust net protection for filling activity and grading activity, respectively. Moreover, in comparison with the concentration cost, both improvement processes of filling activity and grading activity would add more cost around 1.25 Baht per cu.m. and 7 Baht per cu.m. or 1.4 and 7.2 percentage, respectively.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Department:	Civil Engineering	Student's Signature	.....
Field of Study:	Civil Engineering	Advisor's Signature	.....
Academic Year:	2016	Co-Advisor's Signature	.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเนื่องจากผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์ คำแนะนำ ความร่วมมือ และกำลังใจจากผู้เกี่ยวข้องหลายฝ่ายด้วยกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นพดล จอกแก้ว อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และรองศาสตราจารย์ ดร.ศิริมา ปัญญาเมธีกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมที่ได้เสียสละเวลาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ด้วยความเอาใจใส่ด้วยดีมาโดยตลอด จนกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีและขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่านซึ่งประกอบด้วย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วัชระ เพียรสุภาพและดร.เพชรรัตน์ ลิ้มสุปรียารัตน์ ที่ได้สละเวลาช่วยให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆตลอดจนตรวจสอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จโดยสมบูรณ์

ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ได้เสียสละเวลาในการให้ข้อมูลและความคิดเห็นที่มีประโยชน์สำหรับงานวิจัยฉบับนี้ นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเพื่อนๆทุกคนที่ช่วยเป็นกำลังใจและให้คำปรึกษาต่างๆในการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ท้ายสุดนี้ผู้วิจัยขอสำนึกและกราบขอบพระคุณบิดา มารดาและครอบครัว ที่ได้ให้กำลังใจและคอยสนับสนุนช่วยเหลือในด้านต่างๆเสมอมาแก่ผู้วิจัยจนสำเร็จการศึกษา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญรูป 1

สารบัญตาราง 1

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมา 1

1.2 ความสำคัญของปัญหา 1

1.3 วัตถุประสงค์ 3

1.4 ขอบเขตของการวิจัย 4

1.5 วิธีการดำเนินงานวิจัย 4

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6

2.1 คำนิยาม 6

2.2 ประเภทของฝุ่นละออง 11

2.2.1 การแบ่งประเภทตามขนาดของฝุ่นละออง 11

2.2.2 การแบ่งประเภทตามแหล่งที่มาของฝุ่นละออง 12

2.3 อันตรายจากฝุ่นละออง 15

2.4 การป้องกันและควบคุมฝุ่นละออง 16

2.4.1 วิธีการที่นำมาใช้ในการป้องกันและควบคุมฝุ่นละอองจากการก่อสร้าง มีดังต่อไปนี้ 16

2.5 แนวทางในการแก้ไขปัญหาฝุ่นละออง 17

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

หน้า

2.5.1 แนวทางขั้นต่ำในการลดฝุ่นละอองจากการก่อสร้างโครงการคมนาคมขนส่งทางบกบนถนนปัจจุบันหรือผ่านชุมชน โดยกรมทางหลวงชนบท กระทรวงคมนาคม 17
2.5.2 แนวทางการควบคุมฝุ่นละอองตามมาตรการของสำนักอนามัย กรุงเทพมหานคร 19
2.5.3 ระเบียบและข้อปฏิบัติในการควบคุมฝุ่นละอองจากการก่อสร้างตามมาตรการของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมมลพิษ สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง 21
2.6 สถานการณ์คุณภาพอากาศ 23
2.6.1 คุณภาพอากาศในพื้นที่ต่างจังหวัด 24
2.6.2 ช่วงเวลาที่พบปัญหามลพิษทางอากาศ 25
2.6.4 มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป 26
2.6.5 มาตรฐานฝุ่นละอองในบรรยากาศโดยทั่วไปของประเทศไทย 27
2.7 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 28
2.8 บทสรุป 30
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 31
3.1 บทนำ 31
3.2 วิธีการดำเนินงานวิจัย 31
3.3 การศึกษากิจกรรมการก่อสร้างถนนที่ก่อให้เกิดปัญหาฝุ่นละออง 33
3.4 การวัดปริมาณของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นบริเวณพื้นที่การก่อสร้างถนน 34
3.4.1 รูปแบบการวัดและเก็บตัวอย่างของข้อมูล 34
3.5 การหาความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นในกิจกรรมก่อสร้างถนน 38
3.6 เครื่องมือสำหรับใช้ในการวัดปริมาณฝุ่นละออง 41
3.6.1 วิธีการเก็บตัวอย่างของฝุ่นละออง 41
3.6.2 ลักษณะสถานที่สำหรับทำการทดลองเก็บตัวอย่างเพื่อวัดปริมาณฝุ่นละออง 42

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

3.6.3 ข้อมูลทั่วไปของสถานที่สำหรับทำการทดลองเก็บตัวอย่างเพื่อวัดปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้น 43
3.6.4 ตัวอย่างการคำนวณต้นทุนในงานก่อสร้าง 47
3.7 บทสรุป 52
บทที่ 4 ผลการศึกษากิจกรรมที่ทำให้เกิดฝุ่นละอองและปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นในโครงการก่อสร้าง 53
4.1 ผลการศึกษากิจกรรมที่ทำให้เกิดฝุ่นละออง 53
4.2 ผลการวัดปริมาณฝุ่นละอองที่ได้จากการวัดข้อมูลโดยใช้เครื่องมือวัดฝุ่นแบบพกพา 57
4.2.1 ค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กและขนาดใหญ่จากกิจกรรมเทดิน 57
4.2.2 ผลการวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กและขนาดใหญ่จากกิจกรรมการเกลี่ยดิน 60
4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นในบริเวณก่อสร้าง 62
4.3.1 การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นในบริเวณพื้นที่ก่อสร้าง กรณีกิจกรรมเทดิน 62
4.3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นในบริเวณพื้นที่ก่อสร้าง กรณีกิจกรรมเกลี่ยดิน 67
4.3.3 การวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยที่เกิดขึ้นในบริเวณพื้นที่ก่อสร้าง กรณีกิจกรรมเทดิน 71
4.3.4 การวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยที่เกิดขึ้นในบริเวณก่อสร้าง กรณีกิจกรรมเกลี่ยดิน 74
4.4 บทสรุป 78
บทที่ 5 กรณีศึกษาการลดปริมาณฝุ่นละอองจากกิจกรรมก่อสร้าง 80
5.1 บทนำ 80
5.2 วิธีการดำเนินการศึกษา 80
5.3 กรณีศึกษาการลดปริมาณฝุ่นละอองในกิจกรรมก่อสร้างในส่วนงานดิน 81

หน้า

5.4 กรณีศึกษาที่ 1: กิจกรรมเทดิน 81
5.4.1 การทดลองที่ 1: ขั้นตอนในกิจกรรมเทดินปกติ 86
5.4.2 การทดลองที่ 2: การออกแบบกิจกรรมเทดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง 93
5.5 กรณีศึกษาที่ 2: กิจกรรมเกลี่ยดิน 103
5.5.1 การทดลองที่ 1: ขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินปกติ 106
5.5.2 การทดลองที่ 2: ขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง 110
5.6 ผลการศึกษาปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นในกิจกรรมก่อสร้าง 124
5.6.1 ผลการศึกษาปริมาณฝุ่นละอองจากกิจกรรมเทดิน 124
5.6.1.1 ผลการทดลองที่ 1: ขั้นตอนในกิจกรรมเทดินปกติ 124
5.6.1.2 ผลการทดลองที่ 2: ขั้นตอนในกิจกรรมเทดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง 126
5.6.1.3 การเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นระหว่างขั้นตอนในกิจกรรม เทดินปกติกับขั้นตอนในกิจกรรมเทดินที่ได้รับการเพิ่มเติมขั้นตอนและอุปกรณ์เพื่อลดการเกิด ฝุ่นละออง 129
5.6.2 ผลการศึกษาปริมาณฝุ่นละอองจากกิจกรรมเกลี่ยดิน 133
5.6.2.1 ผลการทดลองที่ 1: ขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินปกติ 133
5.6.2.2 ผลการทดลองที่ 2: ขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง 135
5.6.2.3 การเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นระหว่างกิจกรรมเกลี่ยดินปกติกับกิจกรรมเกลี่ยดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง 137
5.7 การวิเคราะห์ต้นทุนจากกรณีศึกษาการลดฝุ่นละอองจากกิจกรรมการก่อสร้าง 141
5.7.1 การวิเคราะห์ต้นทุนของกรณีศึกษา: กิจกรรมเทดิน 141
5.7.2 การวิเคราะห์ต้นทุนของกรณีศึกษา: กิจกรรมเกลี่ยดิน 143
5.8 บทสรุป 145
บทที่ 6 การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณฝุ่นละอองจากกิจกรรมก่อสร้างกับค่ามาตรฐานอากาศ 146

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หน้า

6.1 บทนำ 146
6.2 ผลการศึกษาปริมาณฝุ่นละอองจากกรณีศึกษาการลดฝุ่นละอองในกิจกรรมก่อสร้าง 147
6.3.1 ผลการศึกษาและเปรียบเทียบความเข้มข้นของฝุ่นละอองจากกิจกรรมเทดิน 148
6.3.2 ผลการศึกษาและเปรียบเทียบความเข้มข้นของฝุ่นละอองจากกิจกรรมเกลี่ยดิน 151
6.4 การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณฝุ่นละอองจากกรณีศึกษาการลดฝุ่นละอองจากกระบวนการก่อสร้าง 154
6.4.1 กรณีศึกษากิจกรรมเทดิน 154
6.4.2 กรณีศึกษากิจกรรมเกลี่ยดิน 157
6.5 บทสรุป 159
บทที่ 7 สรุปผลการวิจัย 160
7.1 สรุปผลการวิจัย 160
7.1.1 การศึกษากระบวนการวัดและวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมในการก่อสร้างถนน 160
7.1.2 แนวทางในการลดการเกิดฝุ่นละอองในกิจกรรมก่อสร้างถนน 162
7.1.3 ต้นทุนจากกรณีศึกษากิจกรรมก่อสร้างถนน 163
7.2 ข้อจำกัดของงานวิจัย 164
7.3 ข้อเสนอแนะ 165
รายการอ้างอิง 166
ภาคผนวก ก แบบสัมภาษณ์ที่ใช้ในการระบุกิจกรรมที่ทำให้เกิดฝุ่นละอองในการก่อสร้างถนน 170
ภาคผนวก ข เครื่องมือวัดฝุ่นแบบพกพา 175
ภาคผนวก ค ข้อมูลการวัดปริมาณฝุ่นละออง 192
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 311

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญรูป

รูปที่ 1.1 ร้อยละของจำนวนวันที่พบปริมาณฝุ่นละออง (PM_{10}) เกินค่ามาตรฐาน(สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ 2558) 2

รูปที่ 2.1 การจัดอันดับจังหวัดที่มีปัญหามลพิษประเภทฝุ่นละอองมากที่สุด 15 อันดับแรก ในปี พ.ศ. 2557 (ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2558) 24

รูปที่ 2.2 จำนวนวันที่เกินมาตรฐานแยกรายเดือน ปี พ.ศ. 2557(ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2558).. 25

รูปที่ 3.1 สรุปขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย 32

รูปที่ 3.2 รูปแบบตำแหน่งการวัดและเก็บตัวอย่างข้อมูล กรณีลมพัดทางทิศเหนือ 35

รูปที่ 3 3 เครื่องมือวัดความเร็วลม Kestrel 3000 37

รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการก่อสร้าง สำหรับงานเทดิน 37

รูปที่ 3.5 ขั้นตอนกิจกรรมเทดินแบบปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง 38

รูปที่ 3.6 เครื่องมือวัดอนุภาคอากาศ (Particle Count/Mass Monitor) 39

รูปที่ 3.7 สรุปขั้นตอนการทดลอง 40

รูปที่ 3.8 เครื่องวัดฝุ่นแบบพกพา Dylos air quality monitor 41

รูปที่ 3.9 โปรแกรม Dylos logger version 1.6 42

รูปที่ 3.10 แผนที่ทิศทางลม (Wind rose) 43

รูปที่ 3.11 ที่ตั้งโครงการก่อสร้าง 44

รูปที่ 3.12 สถานีอุตุนิยมวิทยาลำปาง 44

รูปที่ 3.13 แผนผังที่ตั้งสถานีอุตุนิยมวิทยาลำปาง 45

รูปที่ 3.14 ระยะทางระหว่างตำบลชมพู อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง จนถึง สถานีอุตุนิยมวิทยาลำปาง 46

รูปที่ 3.15 ระยะทางระหว่างตำบลศาลา อำเภอเกาะคา จังหวัดลำปาง จนถึง สถานีอุตุนิยมวิทยาลำปาง 47

รูปที่ 3.16 ภาพรวมของระยะทางทั้งหมดจากโครงการก่อสร้างจนถึงสถานีอุตุนิยมวิทยาลำปาง..... 47

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปที่ 4.1 แปลงทดลอง สำหรับกิจกรรมเทดิน 54
รูปที่ 4.2 แหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองจากกิจกรรมเทดิน (ดัมพ์ดิน) 55
รูปที่ 4.3 แหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองจากควันจากท่อไอเสียของรถบรรทุก 55
รูปที่ 4.4 แหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองจากควันจากท่อไอเสียของรถเกลี่ยดิน (Grader) 56
รูปที่ 4.5 แหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองจากกิจกรรมเกลี่ยดินของรถเกลี่ยดิน (Grader) 56
รูปที่ 4.6 ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กทั้งหมดของกิจกรรมเทดิน 59
รูปที่ 4.7 ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่ทั้งหมดของกิจกรรมเทดิน 59
รูปที่ 4.8 ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กทั้งหมดของกิจกรรมเกลี่ยดิน 61
รูปที่ 4.9 ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่ทั้งหมดของกิจกรรมเกลี่ยดิน 61
รูปที่ 4.10 ลักษณะความแตกต่างของดินในวันที่1 (ด้านซ้าย) กับดินวันที่ 2 (ด้านขวา) 64
รูปที่ 4.11 ค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กของกิจกรรมเทดินในแต่ละวัน 64
รูปที่ 4.12 ค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่ของกิจกรรมเทดินในแต่ละวัน 66
รูปที่ 4.13 ค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กของกิจกรรมเกลี่ยดินในแต่ละวัน 68
รูปที่ 4.14 ค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่ของกิจกรรมเกลี่ยดินในแต่ละวัน 70
รูปที่ 4.15 ตำแหน่งจุดวัดที่ 1: บริเวณจุดที่เกิดก่อสร้าง 72
รูปที่ 4.16 ตำแหน่งจุดวัดที่ 2 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างเหนือลม 72
รูปที่ 4.17 ตำแหน่งจุดวัดที่ 3 : ชุมชนที่ตั้งบริเวณเหนือลม 73
รูปที่ 4.18 ตำแหน่งจุดวัดที่ 4 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม 73
รูปที่ 4.19 ตำแหน่งจุดวัดที่ 5 : ชุมชนที่ตั้งบริเวณใต้ลม 74
รูปที่ 4.20 ตำแหน่งจุดวัดที่ 1: บริเวณจุดที่เกิดการก่อสร้าง 75
รูปที่ 4.21 ตำแหน่งจุดวัดที่ 2 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างเหนือลม 76
รูปที่ 4.22 ตำแหน่งจุดวัดที่ 3 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณเหนือลม 76
รูปที่ 4.23 ตำแหน่งจุดวัดที่ 4 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม 77
รูปที่ 4.24 ตำแหน่งจุดวัดที่ 5 : ชุมชนที่ตั้งบริเวณใต้ลม 77

รูปที่ 5.1 รถบรรทุกดินเข้าสู่พื้นที่ก่อสร้าง 81
รูปที่ 5.2 รถบรรทุกเคลื่อนที่เข้าสู่บริเวณก่อสร้างตามที่คนงาน (ดัมพ์แมน) ได้กำหนดไว้ 82
รูปที่ 5.3 คนงาน (ดัมพ์แมน) ส่งสัญญาณให้รถบรรทุกทำการเทดิน 82
รูปที่ 5.4 รถบรรทุกทำการเทดินลงในพื้นที่ที่เตรียมไว้ 83
รูปที่ 5.5 รถบรรทุกเคลื่อนย้ายออกนอกบริเวณก่อสร้าง 83
รูปที่ 5.6 แหล่งกำเนิดฝุ่นละอองในขั้นตอนการเทดินในกิจกรรมเทดิน 84
รูปที่ 5.7 การติดตั้งเครื่องมือฉีดพ่นน้ำชนิดมือโยกกับคนงาน 84
รูปที่ 5.8 ตำแหน่งของการวัดและเก็บตัวอย่างข้อมูล (กรณีลมพัดทางทิศเหนือ) สำหรับการทดลองเพื่อลดปริมาณการเกิดฝุ่นละออง 87
รูปที่ 5.9 การวัดปริมาณฝุ่นละออง ณ บริเวณพื้นที่อ้างอิง (reference site) 88
รูปที่ 5.10 ลักษณะทางเข้าโครงการก่อสร้าง 88
รูปที่ 5.11 ลักษณะช่องทางจราจรด้านขวาทาง 89
รูปที่ 5.12 สถานที่ตั้งทางทิศเหนือของโครงการก่อสร้าง : ร้านไทวัสดุ 89
รูปที่ 5.13 สถานที่ตั้งทางทิศใต้ของโครงการก่อสร้าง : สี่แยกห้าเชียง (สี่แยกป่าเป้า) 89
รูปที่ 5.14 สถานที่ตั้งตรงข้ามกับโครงการ: สถานีขนส่งนิ่มซี่เส็ง 90
รูปที่ 5.15 เครื่องมือวัดความเร็วลม (Kestrel 3000) สำหรับใช้ในการวัดความเร็วลม 90
รูปที่ 5.16 เครื่องฉีดพ่นน้ำชนิดมือโยก ขนาด 16 ลิตร 94
รูปที่ 5.17 การวัดปริมาณฝุ่นละออง ณ บริเวณพื้นที่อ้างอิง (reference site) 95
รูปที่ 5.18 กองวัสดุ (ดิน) 103
รูปที่ 5.19 รถเกลี่ยดิน (Grader) ทำการล้มกองดินเพื่อปรับเกลี่ยดิน 103
รูปที่ 5.20 ลักษณะของชั้นดินที่ได้ความแน่นตามรูปแบบ 104
รูปที่ 5.21 การเกลี่ยดินของรถเกลี่ยดินเป็นกิจกรรมที่ทำให้เกิดฝุ่นละออง 104
รูปที่ 5.22 การติดตั้งแผงกั้นฝุ่น ครอบคุลมบริเวณโครงการก่อสร้าง 105
รูปที่ 5.23 คนงานเตรียมไม้ยูคาลิปตัส 111

รูปที่ 5.24 การขนย้ายไม้ยูคาลิปตัสไปยังบริเวณพื้นที่ก่อสร้าง 111
รูปที่ 5.25 รถตักทำการตอกไม้ยูคาลิปตัส เพื่อทำเป็นหลักยึด 112
รูปที่ 5.26 ผูกแผงกั้นฝุ่นละอองติดกับไม้ยูคาลิปตัส 112
รูปที่ 5.27 ผูกเชือกฟางกับแผงกั้นฝุ่นละอองติดกับไม้ยูคาลิปตัส 113
รูปที่ 5.28 ภาพรวมหลังจากที่ทำการผูกเชือกฟางกับแผงกั้นฝุ่นละออง 113
รูปที่ 5.29 เริ่มทำการติดตั้งแผงกั้นฝุ่นละอองอีกด้านของบริเวณก่อสร้าง 114
รูปที่ 5.30 การติดตั้งแผงกั้นฝุ่นละอองอีกด้านหนึ่งในบริเวณก่อสร้าง 114
รูปที่ 5.31 ค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองที่ได้จากการวัดข้อมูลของกิจกรรมเทดินปกติ 126
รูปที่ 5.32 ค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองสำหรับกิจกรรมเทดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง 128
รูปที่ 5.33 ค่าความแตกต่างระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กจากกิจกรรมเทดินปกติกับ
กิจกรรม 130
รูปที่ 5.34 ค่าความแตกต่างระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่จากกิจกรรมเทดินปกติกับ
กิจกรรมเทดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง 131
รูปที่ 5.35 ค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองจากกิจกรรมเกลี่ยดินปกติ 135
รูปที่ 5.36 ค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองที่ได้จากการวัดในกิจกรรมเกลี่ยดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการ
เกิด ฝุ่นละออง 137
รูปที่ 5.37 ค่าความแตกต่างของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กระหว่างกิจกรรมเกลี่ยดินปกติกับ
กิจกรรมเกลี่ยดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง 139
รูปที่ 5.38 ค่าความแตกต่างของปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่ระหว่างกิจกรรมเกลี่ยดินปกติกับ
กิจกรรมเกลี่ยดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง 139
รูปที่ 6.1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ (Particle/ft^3) และความเข้มข้น (µg/m^3) 146
รูปที่ 6.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ (Particle/ft^3) และความเข้มข้น (µg/m^3) 147
รูปที่ 6.3 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เกิดจากกิจกรรมเทดินเปรียบเทียบกับมาตรฐาน
ความเข้มข้นของฝุ่นละออง 150

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 6.4 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดใหญ่ที่เกิดจากกิจกรรมเทดินเปรียบเทียบกับมาตรฐานความเข้มข้นของฝุ่นละออง 151

รูปที่ 6.5 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เกิดจากกิจกรรมเกลี่ยดินเปรียบเทียบกับมาตรฐานความเข้มข้นของฝุ่นละออง 153

รูปที่ 6.6 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดใหญ่ที่เกิดจากกิจกรรมเกลี่ยดินเปรียบเทียบกับมาตรฐานความเข้มข้นของฝุ่นละออง 154

รูปที่ 6.7 การเปรียบเทียบความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กของกิจกรรมเทดิน 156

รูปที่ 6.8 การเปรียบเทียบความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดใหญ่ของกิจกรรมเทดิน 156

รูปที่ 6.9 การเปรียบเทียบความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กของกิจกรรมเกลี่ยดิน 158

รูปที่ 6.10 การเปรียบเทียบความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดใหญ่ของกิจกรรมเกลี่ยดิน 159

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2.1 มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป 26
ตารางที่ 2.2 แนวทางในการลดปริมาณฝุ่นละอองจากกิจกรรมในการก่อสร้าง 29
ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างกิจกรรมในการก่อสร้างถนนที่เป็นสาเหตุของการเกิดฝุ่นละออง 33
ตารางที่ 3.2 รายละเอียดการเก็บข้อมูลปริมาณฝุ่นละอองในโครงการก่อสร้างถนน 34
ตารางที่ 3.3 ข้อมูลทั่วไปของโครงการก่อสร้าง 43
ตารางที่ 3.4 ข้อมูลทั่วไปของสถานีอุตุนิยมวิทยา 45
ตารางที่ 3.5 ตัวอย่างการเปรียบเทียบต้นทุนในการก่อสร้างของกิจกรรมเทดิน 49
ตารางที่ 3.6 ตัวอย่างการเปรียบเทียบต้นทุนในการก่อสร้างของกิจกรรมเกลี่ยดิน 49
ตารางที่ 3.7 ตัวอย่างการเปรียบเทียบปริมาณการลดลงของฝุ่นละอองขนาดเล็กจากการวัดขณะเกิดกิจกรรมการก่อสร้างและต้นทุนการก่อสร้าง 50
ตารางที่ 3.8 ตัวอย่างการเปรียบเทียบปริมาณการลดลงของฝุ่นละอองขนาดใหญ่จากการวัดขณะเกิดกิจกรรมการก่อสร้างและต้นทุนการก่อสร้าง 50
ตารางที่ 3.9 ตัวอย่างการเปรียบเทียบความแตกต่างของต้นทุนการก่อสร้างของกิจกรรมเทดิน 51
ตารางที่ 3.10 ตัวอย่างการเปรียบเทียบความแตกต่างของต้นทุนการก่อสร้างของกิจกรรมเกลี่ยดิน 51
ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กทั้งหมดของกิจกรรมเทดิน 58
ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่ทั้งหมดของกิจกรรมเทดิน 58
ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กของกิจกรรมเกลี่ยดิน 60
ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่ของกิจกรรมเกลี่ยดิน 60
ตารางที่ 4.5 ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กของกิจกรรมเทดินในแต่ละวัน 62
ตารางที่ 4.6 ปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่ของกิจกรรมเทดินในแต่ละวัน 65
ตารางที่ 4.7 ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กของกิจกรรมเกลี่ยดินในแต่ละวัน 67
ตารางที่ 4.8 ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่ของกิจกรรมเกลี่ยดินในแต่ละวัน 69
ตารางที่ 5.1 การเปรียบเทียบขั้นตอนสำหรับกิจกรรมเทดิน 85

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5.2 ขั้นตอนการทดลองเพื่อวัดปริมาณฝุ่นละอองสำหรับกิจกรรมเทดินปกติ 91

ตารางที่ 5.3 ขั้นตอนการทดลองเพื่อวัดปริมาณฝุ่นละอองสำหรับขั้นตอนในกิจกรรมเทดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง 97

ตารางที่ 5.4 การเปรียบเทียบความแตกต่างของขั้นตอนและอุปกรณ์ที่เพิ่มขึ้นในขั้นตอนการดำเนินงานของกิจกรรมเทดิน 100

ตารางที่ 5.5 การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินปกติกับขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง 105

ตารางที่ 5.6 ขั้นตอนการทดลองเพื่อวัดปริมาณฝุ่นละอองสำหรับขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินปกติ 108

ตารางที่ 5.7 ขั้นตอนการทดลองสำหรับขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง..... 115

ตารางที่ 5.8 การเปรียบเทียบความแตกต่างของขั้นตอนการดำเนินงานของกิจกรรมเกลี่ยดิน 119

ตารางที่ 5.9 ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กของกิจกรรมเทดินปกติ 125

ตารางที่ 5.10 ปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่ของกิจกรรมเทดินปกติ..... 125

ตารางที่ 5.11 ปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยของกิจกรรมเทดินปกติ 126

ตารางที่ 5.12 ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กจากขั้นตอนในกิจกรรมเทดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง..... 127

ตารางที่ 5.13 ปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่จากขั้นตอนในกิจกรรมเทดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง..... 127

ตารางที่ 5.14 ปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยของขั้นตอนในกิจกรรมเทดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง..... 128

ตารางที่ 5.15 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กของกิจกรรมเทดินปกติกับกิจกรรมเทดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง 129

ตารางที่ 5.16 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่ของกิจกรรมเทดินปกติกับกิจกรรมเทดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง 130

ตารางที่ 5.17 ค่าความแตกต่างของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กที่ระหว่างกิจกรรมเทดินปกติกับกิจกรรมเทดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง..... 132

ตารางที่ 5.18 ค่าความแตกต่างของปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่ที่ระหว่างกิจกรรมเทดินปกติกับกิจกรรมเทดินที่ได้รับการปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง 132

ตารางที่ 5.19 ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กของกิจกรรมเกลี่ยดินปกติ 133

ตารางที่ 5.20 ปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่ของกิจกรรมเกลี่ยดินปกติ 134

ตารางที่ 5.21 ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นละอองจากกิจกรรมเกลี่ยดินปกติ 134

ตารางที่ 5.22 ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กทั้งหมดของกิจกรรมเกลี่ยดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง 135

ตารางที่ 5.23 ปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่ทั้งหมดของกิจกรรมเกลี่ยดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง 136

ตารางที่ 5.24 ปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยของขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง 136

ตารางที่ 5.25 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กในกิจกรรมเกลี่ยดินปกติกับกิจกรรมเกลี่ยดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง 138

ตารางที่ 5.26 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่ในกิจกรรมเกลี่ยดินปกติกับกิจกรรมเกลี่ยดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง 138

ตารางที่ 5.27 ค่าความแตกต่างของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กระหว่างกิจกรรมเกลี่ยดินปกติกับกิจกรรมเกลี่ยดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง 140

ตารางที่ 5.28 ค่าความแตกต่างของปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่ระหว่างกิจกรรมเกลี่ยดินปกติกับกิจกรรมเกลี่ยดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง 141

ตารางที่ 5.29 การเปรียบเทียบความแตกต่างของต้นทุนในกิจกรรมเทดิน 142

ตารางที่ 5.30 การเปรียบเทียบความแตกต่างของต้นทุนในกิจกรรมเกลี่ยดิน 143

ตารางที่ 6.1 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เกิดขึ้นในกิจกรรมเทดินปกติกับกิจกรรมเทดินที่ได้รับการปรับปรุง 149

ตารางที่ 6.2 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดใหญ่ที่เกิดขึ้นในกิจกรรมเทดินปกติกับกิจกรรมเทดินที่ได้รับการปรับปรุง 149

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 6.3 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เกิดขึ้นในกิจกรรมเกลี่ยดินปกติกับกิจกรรมเกลี่ยดินที่ได้รับการปรับปรุง 152

ตารางที่ 6.4 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดใหญ่เกิดขึ้นในกิจกรรมเกลี่ยดินปกติกับกิจกรรมเกลี่ยดินที่ได้รับการปรับปรุง 152

ตารางที่ 6.5 การเปรียบเทียบการลดลงของความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กในกิจกรรมเทดิน 155

ตารางที่ 6.6 การเปรียบเทียบการลดลงของความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดใหญ่ในกิจกรรมเทดิน 155

ตารางที่ 6.7 การเปรียบเทียบการลดลงของความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เกิดจากกิจกรรมเกลี่ยดิน 157

ตารางที่ 6.8 การเปรียบเทียบการลดลงของความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดใหญ่ที่เกิดจากกิจกรรมเกลี่ยดิน 158

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา

การก่อสร้างถนนเป็นหนึ่งแหล่งกำเนิดที่ก่อให้เกิดฝุ่นละอองจำนวนมากในบริเวณโดยรอบ ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยประชาชนทั้งทางตรงและทางอ้อม (สำนักอนามัยกรุงเทพมหานคร, 2551) ปัจจุบันประเทศไทยมีมาตรการและกฎหมายที่เกี่ยวกับการป้องกันและควบคุมฝุ่นละอองจากการก่อสร้างไม่ให้เกิดการฟุ้งกระจายไปในอากาศและส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมบริเวณโดยรอบของงานก่อสร้าง เพื่อให้โครงการก่อสร้างมีมาตรฐานในการจัดการป้องกันฝุ่นละอองให้เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ให้ เมื่อพิจารณาในแง่ของคนงานในบริเวณที่มีการก่อสร้าง ถือว่าเป็นกลุ่มบุคคลที่ได้รับผลกระทบโดยตรงจากฝุ่นละอองที่เกิดจากกิจกรรมการทำงานในงานก่อสร้าง ซึ่งกลุ่มคนงานเหล่านี้มีความเสี่ยงสูงที่จะได้รับอันตรายจากฝุ่นละอองจากการก่อสร้าง (ยรรยง อาภาอนันต์, 2553) โดยกลุ่มคนงานที่ละเลยเรื่องการป้องกันตัวเองจากฝุ่นละอองมีโอกาสได้รับอันตรายจากฝุ่นละอองมากกว่ากลุ่มคนงานที่เอาใจใส่เรื่องการป้องกันตัวเองจากฝุ่นละออง จากการศึกษาของ Union of Concerned Scientists (2007) พบว่า ความเสียหายที่เกิดขึ้นจากฝุ่นละอองจากการก่อสร้างและส่งผลกระทบต่อสุขภาพของคนงาน ก่อให้เกิดโรคภัยไข้เจ็บและอาจร้ายแรงถึงขั้นเสียชีวิตได้

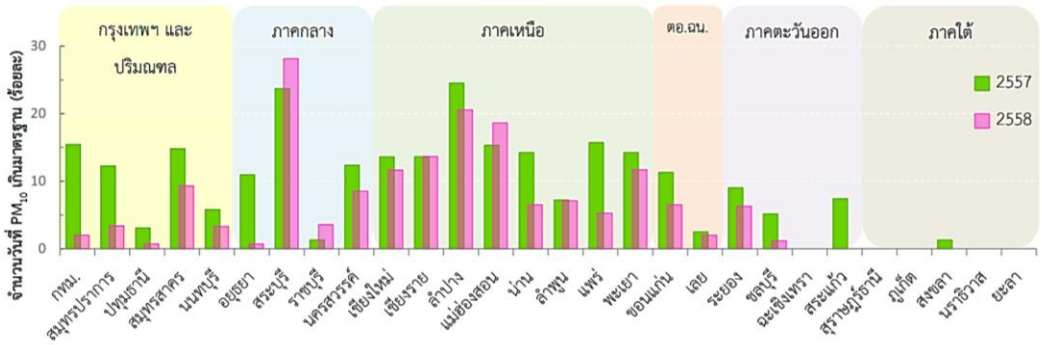
การมีวิธีการป้องกันไม่ให้ได้รับฝุ่นละอองจากบริเวณที่มีการก่อสร้างมีหลายวิธี อาทิเช่น การกำหนดให้คนงานสวมอุปกรณ์ป้องกัน เช่น หน้ากากอนามัย ผ้าคลุมปิดหน้า เป็นการแก้ไขปัญหาเรื่องของสุขภาพคนงานที่อาจได้รับอันตรายจากฝุ่นละอองเท่านั้น หากแต่ไม่ใช่การแก้ไขปัญหาจากต้นเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น การลดปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดจากกิจกรรมการก่อสร้าง จึงเป็นอีกแนวทางป้องกันที่ใช้ในการลดและป้องกันปัญหาที่เกิดจากฝุ่นละออง ซึ่งถือได้ว่าเป็นต้นเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาดังกล่าว เมื่อสามารถลดปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดจากการก่อสร้างได้ ยังสามารถลดปริมาณฝุ่นละอองที่คนงานได้รับจากการทำงานรวมถึงช่วยลดปริมาณฝุ่นละอองที่จะกระจายไปสู่นอกบริเวณก่อสร้าง

1.2 ความสำคัญของปัญหา

จังหวัดลำปางมีการขยายตัวอย่างรวดเร็วของกิจกรรมอุตสาหกรรม การคมนาคมขนส่ง การจราจรและกิจกรรมก่อสร้างต่างๆ ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดที่สำคัญของฝุ่นละอองในบรรยากาศ

จากการศึกษาของทิพวรรณ ประภามณฑลและคณะ (2553) พบว่าแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองในอากาศได้แก่ การเผาในที่โล่ง ซึ่งแบ่งเป็นไฟป่าเกิดจากการจุดเผาป่าเพื่อล่าสัตว์ เก็บของป่าและการบุกรุกป่าและการเผาพื้นที่เพื่อเตรียมสำหรับการทำเกษตรกรรมและการเผาขยะในครัวเรือนโดยไม่มีการควบคุม (กรมควบคุมมลพิษ, 2557) รวมถึงกิจกรรมจากการก่อสร้าง เช่น การก่อสร้างถนน การก่อสร้างอาคาร การทุบอาคารเก่าเพื่อการก่อสร้างในเชิงพาณิชย์ เป็นต้น

ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา จังหวัดลำปางได้ประสบปัญหามลพิษทางอากาศในระดับที่รุนแรง โดยเฉพาะปัญหาจากฝุ่นละอองขนาดเล็กหรือฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) ซึ่งเกิดจากการเผาป่า ปัญหาหมอกควัน รวมไปถึงปัญหาที่มาจากการกิจกรรมการก่อสร้างต่างๆ โดยปัญหาฝุ่นได้ละอองมักพบมากในช่วงฤดูหนาวจนถึงฤดูร้อนช่วงเดือนมกราคม – พฤษภาคม เปรียบเทียบปี พ.ศ. 2557 และปี พ.ศ. 2558 ดังแสดงในรูปที่ 1.1 โดยปัญหาที่เกิดขึ้นดังกล่าวได้ส่งผลทำให้ประชาชนในพื้นที่ประมาณ 5 – 6 ล้านคน มีความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการสัมผัสฝุ่นละอองในอากาศ (ทิพวรรณ ประภามณฑลและคณะ, 2553)



หมายเหตุ: ตอ.ฉน. หมายถึง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

รูปที่ 1.1 ร้อยละของจำนวนวันที่พบปริมาณฝุ่นละออง (PM_{10}) เกินค่ามาตรฐาน(สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ 2558)

(ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2558)

จากการศึกษาจำนวนมากพบว่าฝุ่นละอองในบรรยากาศมีผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) เป็นฝุ่นที่สามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจ (Repairable particle) และสามารถผ่านเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจส่วนลึก ทำให้เกิดผลกระทบสำคัญที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ (วนิดา จีนศาสตร์, 2551) จากการศึกษาเรื่องผลกระทบของฝุ่นละอองที่มีผลต่อสุขภาพอนามัยของคนในจังหวัดกรุงเทพมหานคร พบว่าฝุ่นละอองในกรุงเทพมหานครมีผลกระทบในระดับที่มีความรุนแรง โดยระดับของฝุ่นขนาดเล็กอาจส่งผลทำให้คนในจังหวัดกรุงเทพมหานครเสียชีวิตก่อนวัยอันควรถึง 4,000 – 5,500 รายในแต่ละปี อีกทั้งยังพบว่าอัตราการ

เข้ารับรักษาตัวในโรงพยาบาลมีความสัมพันธ์กับปริมาณฝุ่นขนาดเล็ก โดยจากการประเมินทางด้านเศรษฐศาสตร์แสดงให้เห็นว่าถ้าหากสามารถลดปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) ในบรรยากาศลดลงได้ 10 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จะสามารถช่วยลดและบรรเทาผลกระทบต่อสุขภาพได้ โดยคิดเป็นเงินจำนวน 35,000 – 88,000 ล้านบาท (นพภาพร พานิชและคณะ, 2547) และเมื่อพิจารณาจากตัวชี้วัดสุขภาพของประชาชน พบว่าประเทศไทยมีผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจ เพิ่มขึ้นจากปี 2555 ร้อยละ 8 และผู้ป่วยโรคระบบหัวใจและหลอดเลือดมีปริมาณใกล้เคียงกับปี 2555 โดยแนวโน้ม 5 ปีที่ผ่านมาเฉลี่ยเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 ต่อปีอัตราการตายด้วยโรคมะเร็งเพิ่มขึ้นจากปี 2555 ร้อยละ 6 ซึ่งมลพิษทางอากาศเป็นหนึ่งในปัจจัยเสริมซึ่งก่อให้เกิดโรคในกลุ่มดังกล่าว ประเทศไทยจำเป็นต้องมีการแก้ไขปัญหาในด้านมลพิษทางอากาศอย่างเข้มงวดและต่อเนื่องต่อไป (กรมควบคุมมลพิษ, 2557)

ปัจจุบันวิธีการที่ใช้ในการจัดการปัญหาฝุ่นละอองจากการก่อสร้าง ส่วนใหญ่มักมุ่งไปที่วิธีการควบคุมฝุ่นละออง (Dust Control Method) เมื่อมีปัญหาฝุ่นละอองเกิดขึ้น ได้แก่ การควบคุมการฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นจากจากกิจกรรมการก่อสร้างหรือที่เรียกว่า การควบคุมที่ปลายทาง (End of pipe method) อย่างไรก็ตามการแก้ไขปัญหาจากฝุ่นละอองจากกิจกรรมที่เกิดขึ้นจากการก่อสร้างนั้น ถือว่าเป็นการแก้ไขปัญหาที่ปลายเหตุ อาจส่งผลกระทบทางด้านสุขภาพของคนงานและประชาชนที่อาศัยอยู่บริเวณรอบสถานที่ก่อสร้าง โดยเฉพาะปัญหามลพิษทางอากาศและเสียงเป็นปัญหามลพิษที่มีการร้องเรียนจากภาคประชาชนมากที่สุด สำหรับปัญหามลพิษที่มีการร้องเรียนสูงสุดของกรมโรงงานอุตสาหกรรม กรมควบคุมมลพิษและศูนย์ดำรงธรรม กระทรวงมหาดไทย ในปี พ.ศ.2557 มีความสอดคล้องกันทั้ง 3 หน่วยงานคือ ปัญหามลพิษทางอากาศ ได้แก่ ปัญหากลิ่นเหม็น ฝุ่นละออง/เขม่าควัน เฉลี่ยร้อยละ 61,63 และ 58 ตามลำดับ (กรมควบคุมมลพิษ, 2557) ดังนั้นการแก้ไขปัญหาโดยการลดการเกิดฝุ่นละอองที่มีแหล่งกำเนิดจากกิจกรรมก่อสร้างช่วยไม่ให้เกิดฝุ่นละอองหรือทำให้เกิดฝุ่นละอองในปริมาณที่ลดน้อยลง ถือเป็นการช่วยลดโอกาสที่คนงานและประชาชนจะได้รับปริมาณฝุ่นละอองจากกิจกรรมการก่อสร้าง

1.3 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษากระบวนการวัดและวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นละอองที่มีแหล่งกำเนิดจากกิจกรรมในการก่อสร้างถนน

2. เพื่อนำเสนอแนวทางในการลดปริมาณฝุ่นละอองที่มีแหล่งกำเนิดจากกิจกรรมก่อสร้างถนน

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษากิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการก่อสร้างถนน โดยศึกษาเฉพาะในส่วนงานที่เกี่ยวข้องกับการเกิดฝุ่นละออง ได้แก่ กิจกรรมในส่วนของงานก่อสร้าง ซ่อมแซม และปรับปรุงถนน ในเขตพื้นที่จังหวัดลำปาง

2. ศึกษาจากกิจกรรมงานก่อสร้างถนนที่ทำให้เกิดฝุ่นละอองในขณะทำการก่อสร้างเท่านั้น

1.5 วิธีการดำเนินงานวิจัย

1. ศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาเกี่ยวกับการควบคุมและแนวทางการป้องกันปัญหาที่เกิดจากฝุ่นละอองจากกิจกรรมในการก่อสร้าง รวมทั้งมาตรการที่ใช้เพื่อป้องกันฝุ่นละอองที่เกิดจากกิจกรรมในการก่อสร้าง

2. ศึกษากิจกรรม ซึ่งที่ทำให้เกิดฝุ่นละอองขึ้นในการก่อสร้าง ทั้งจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่ผ่านมา

3. ศึกษาและรวบรวมกิจกรรมที่ทำให้เกิดฝุ่นละอองจากงานก่อสร้างถนน สำหรับใช้ในการสัมภาษณ์เบื้องต้น (Preliminary interview) โดยการสัมภาษณ์วิศวกรและผู้ควบคุมงาน เพื่อคัดเลือกกิจกรรมที่เกิดฝุ่นละอองสำหรับใช้เป็นกรณีศึกษา

4. ศึกษามาตรฐานวิธีการวัดฝุ่นละออง จากคู่มือการตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศ

5. วัดปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมก่อสร้างถนนในเขตจังหวัดลำปางจากโครงการก่อสร้างที่กำลังดำเนินการอยู่ โดยเก็บข้อมูลจากบริเวณก่อสร้างด้วยเครื่องมือวัดฝุ่นแบบพกพา เพื่อนำข้อมูลที่ได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นละอองที่มีแหล่งกำเนิดจากการก่อสร้างแต่ละกิจกรรม และทำการหาค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองโดยการเทียบกราฟจากเครื่องมือวัดอนุภาคอากาศ

6. ศึกษาวิธีการในการลดปริมาณฝุ่นละอองที่มีแหล่งกำเนิดจากกิจกรรมการก่อสร้างจากเอกสารงานวิจัยที่ผ่านมา

7. ออกแบบและนำเสนอวิธีการก่อสร้างของแต่ละกิจกรรมเพื่อลดปริมาณฝุ่นละอองในแต่ละขั้นตอน โดยทำการวัดปริมาณของฝุ่นละอองด้วยเครื่องวัดฝุ่นแบบพกพา

8. เปรียบเทียบปริมาณและความเข้มข้นฝุ่นละอองที่เกิดจากกิจกรรมการก่อสร้างถนนระหว่างกิจกรรมก่อสร้างแบบปกติและกิจกรรมก่อสร้างที่ออกแบบเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง รวมถึงเปรียบเทียบต้นทุนที่ใช้ในกิจกรรมก่อสร้าง

8. สรุปแนวทางในการวัดและลดปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดจากกิจกรรมกรณีศึกษาการก่อสร้างถนน โดยทำการเปรียบเทียบปริมาณและความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นทั้งสองวิธี

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบกระบวนการวัดและวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นละอองที่มีแหล่งกำเนิดจากกิจกรรมในการก่อสร้างถนน

2. ทราบแนวทางในการลดปริมาณฝุ่นละอองที่มีแหล่งกำเนิดกิจกรรมก่อสร้างซ่อมแซมและปรับปรุงถนน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 คำนิยาม

พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2535) ได้บัญญัติความหมายของคำว่า ภาวะมลพิษ ไว้ดังนี้

ภาวะมลพิษ หมายความว่า สภาวะที่สิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงหรือปนเปื้อนโดยมลพิษ ซึ่งทำให้คุณภาพสิ่งแวดล้อมเสื่อมโทรมลง เช่น มลพิษทางน้ำ มลพิษทางอากาศ มลพิษในดิน เป็นต้น

พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2535) ได้บัญญัติความหมายของคำว่า มลพิษ ไว้ดังนี้

มลพิษ หมายความว่า ของเสีย วัตถุอันตราย และมลสารอื่นๆ รวมทั้งกาก ตะกอนหรือสิ่งตกค้างจากสิ่งเหล่านั้นที่ถูกปล่อยทิ้งจากแหล่งกำเนิดมลพิษที่มีอยู่ในสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ ซึ่งก่อให้เกิดหรืออาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมหรือภาวะที่เป็นพิษภัยอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนได้และให้ความหมายรวมถึง รังสี ความร้อน แสง เสียง กลิ่น ความสั่นสะเทือน หรือเหตุรำคาญอื่นๆ ที่เกิดหรือถูกปล่อยออกจากแหล่งกำเนิดมลพิษด้วย

วนิดา จีนศาสตร์ (2551) ได้นิยามความหมายของคำว่า มลพิษทางอากาศ ไว้ดังนี้

มลพิษทางอากาศ เป็นภาวะของอากาศที่มีสารเจือปนอยู่ในปริมาณที่มากพอและระยะเวลานานพอที่จะทำให้มีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของคน สัตว์ พืช และเกิดความเสียหายต่อวัสดุและสิ่งแวดล้อม

กองอนามัยสิ่งแวดล้อม สำนักอนามัยกรุงเทพมหานคร (2550) ได้นิยามความหมายของคำว่า มลพิษทางอากาศ ไว้ดังนี้

มลพิษทางอากาศ หมายถึงภาวะอากาศที่มีสารเจือปนอยู่ในปริมาณที่สูงกว่าระดับปกติเป็นเวลานานพอที่จะทำให้เกิดอันตรายแก่มนุษย์ สัตว์ พืช หรือทรัพย์สินต่างๆ อาจเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น ฝุ่นละอองจากลมพายุ ภูเขาไฟระเบิด แผ่นดินไหว ไฟไหม้ป่า ก๊าซธรรมชาติ อากาศเสียที่เกิดขึ้น โดยธรรมชาติเป็นอันตรายต่อมนุษย์น้อยมาก เพราะแหล่งกำเนิดอยู่ไกลและปริมาณที่เข้าสู่สภาพแวดล้อมของมนุษย์และท่อไอเสียของรถยนต์จากโรงงานอุตสาหกรรมจากกระบวนการผลิตจากกิจกรรมด้านการเกษตรจากการระเหยของก๊าซบางชนิด ซึ่งเกิดจากขยะมูลฝอยและท่อไอเสีย เป็นต้น

นพภาพร พานิช และคณะ (2550) ได้นิยามความหมายของคำว่า มลพิษทางอากาศ ไว้ดังนี้

มลพิษทางอากาศ (Air Pollution) หมายถึง ภาวะของอากาศที่มีสารเจือปนอยู่ในปริมาณที่มากพอและเป็นระยะเวลานานพอที่จะทำให้เกิดผลเสือต่อสุขภาพ อนามัยของมนุษย์ สัตว์ พืช และวัสดุต่างๆสารดังกล่าว อาจเป็นธาตุหรือสารประกอบ ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติหรือเกิดจากการกระทำของมนุษย์หรืออาจอยู่ในรูปของก๊าซหยดของเหลว หรืออนุภาคของแข็งก็ได้ สารมลพิษอากาศหลักที่สำคัญคือ ฝุ่นละอองขนาดเล็ก(Small particle matter) ก๊าซตะกั่ว (Pb) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_X) และก๊าซโอโซน (O_3)

พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2535) ได้บัญญัติความหมายของคำว่า แหล่งกำเนิดมลพิษ ไว้ดังนี้

แหล่งกำเนิดมลพิษ หมายความว่า ชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม อาคารสิ่งก่อสร้าง ยานพาหนะสถานที่ประกอบกิจการใดๆ ซึ่งเป็นแหล่งที่มาของมลพิษ

นพภาพร พานิชและคณะ (2547) ได้นิยามความหมายของคำว่า ฝุ่นละออง ไว้ดังนี้

ฝุ่นละออง (Particulate Matter) หมายถึง อนุภาคที่เป็นของแข็ง หรือของเหลวที่แขวนลอยอยู่ในอากาศหรือก๊าซ ถ้าเป็นอนุภาคที่มีขนาดเล็ก เรียกว่า แอโรเซล (Aerosol) โดยกล่าวในด้านการควบคุมมลพิษอากาศ คุณสมบัติที่สำคัญของฝุ่นหรืออนุภาค คือ ขนาด (Particle Size) ส่วนใหญ่แอโรโซลมีขนาดต่างๆ ตั้งแต่ 0.001 ถึง 100 ไมครอน ฝุ่นขนาดเล็กเป็นฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 1 ไมครอน ขนาดกลางคือ 1 – 10 ไมครอนและขนาดใหญ่คือ 10 – 100 ไมครอน

ฝุ่นละออง (Suspended Particulate Matter)

ฝุ่นละอองในบรรยากาศเป็นปัญหามลพิษทางอากาศที่สำคัญที่สุดของกรุงเทพมหานครและเมืองใหญ่ๆ ซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนทั้งทางตรงและทางอ้อมประกอบด้วยสารต่างๆทั้งที่เป็นของแข็ง และ ของเหลว ที่กระจายอยู่ในบรรยากาศ เป็นกลุ่มของโมเลกุลที่มองด้วยตาเปล่าไม่เห็นมีขนาดตั้งแต่ 0.002 ไมครอนไปจนถึง ฝุ่นที่มีขนาดใหญ่กว่า 500 ไมครอน ซึ่งแบ่งเป็น 3 ประเภทดังนี้

1. ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน
2. ฝุ่นละอองรวม (Total Suspended Particulate: TSP) มีขนาดเล็กกว่า 100 ไมครอน
3. ฝุ่นละอองหนัก (dust fall) ฝุ่นขนาดตั้งแต่ 100 ไมครอนขึ้นไป

แหล่งที่มาของฝุ่นละอองในบรรยากาศ แบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ

1. ฝุ่นละอองตามธรรมชาติ (natural particle) เช่น ดิน ทราย ละอองน้ำ เขม่าควันจากควันป่า ฝุ่นเกลือ จากทะเล
2. ฝุ่นละอองที่เกิดจากกิจกรรมที่มนุษย์ (man-made particle) อาจเกิดจากแหล่งกำเนิด เช่น
   - การคมนาคมขนส่ง
   - การก่อสร้าง การปรับปรุงสาธารณูปโภค
   - โรงงานอุตสาหกรรม การเผาไหม้เชื้อเพลิง

กรณีฝุ่นละอองที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ ได้แก่ โลหะหนักและสารประกอบของโลหะหนัก เช่น แคดเมียม (Cd) ตะกั่ว (Pb) โครเมียม (Cr) ทำให้เกิดฝุ่นส่วนใหญ่ โดยอยู่ในรูปของอนุภาค และจะแตกตัวในน้ำและดินโดยอาจสะสมอยู่ได้ทั้งแบบแห้งและเปียก (dry and wet depositions) ก่อให้เกิดปัญหาน้ำและดินปนเปื้อน ส่วนใหญ่แคดเมียมมีแหล่งที่มาจากโรงงานถลุงสังกะสี โรงงานผลิตรงควัตถุแคดเมียม (cadmium pigment) เป็นต้น ส่วนตะกั่วอาจมาจากโรงงานถลุงตะกั่ว โรงงานผลิตรงควัตถุ (pigment) โรงงานแก้ว และรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเติมสารตะกั่ว ส่วนแหล่งที่มาจากโครเมียม ได้แก่โรงงานผลิตรงควัตถุโครเมียม (chromium pigment) เป็นต้น

ผลกระทบของฝุ่นละอองในด้านต่างๆ สามารถแบ่งได้ดังนี้

1. ผลกระทบต่อสภาพบรรยากาศทั่วไป ทำให้ทัศนะวิสัยไม่ดี เนื่องจากเป็นอนุภาคของแข็งที่ดูดซับและหักเหแสงได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดและความหนาแน่น และองค์ประกอบของฝุ่นละออง

2. ผลกระทบต่อวัตถุและสิ่งก่อสร้าง ทำให้เกิดความสกปรกแก่ อาคาร และสิ่งก่อสร้าง และก่อให้เกิดอันตรายต่อวัตถุและสิ่งก่อสร้างได้ เช่นกัดกร่อนผิวหน้าของโลหะหินอ่อนหรือวัตถุอื่นๆ เช่น รั้วเหล็ก หลังคาสังกะสี รูปปั้น ฯลฯ

3. ผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ ทำให้เกิดอาการระคายเคืองตาและยังส่งผลต่อระบบหายใจ ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดของฝุ่นละออง โดยฝุ่นละอองขนาดใหญ่อาจถูกดักไว้ที่ขนจมูก ส่วนฝุ่นละอองที่สามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจของมนุษย์ได้จะมีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ซึ่งเมื่อเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจทำให้ระคายเคืองแสบจมูก ไอ จาม มีเสมหะหรือมีการสะสมของฝุ่นในถุงลมปอด ทำให้การทำงานของปอดเสื่อมลง

Department of Environment Quality (2002) ได้นิยามความหมายของคำว่า ฝุ่นละออง (Particulate Matter) ไว้ดังนี้

ฝุ่นละออง (Particulate Matter) มีความหมายถึง เป็นฝุ่นละอองที่มีขนาดอนุภาคเล็ก (เทียบเท่ากับความหนาของเศษผมของมนุษย์) ที่มีการล่องลอยทั่วไปในอากาศ เมื่อมนุษย์มีการสูดดมเอาฝุ่นละอองเข้าไปในร่างกายแล้วฝุ่นละอองดังกล่าวอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพโดยฝุ่นละอองจะเข้าไปสะสมในส่วนที่ลึกที่สุดของปอดและอาจทำให้เกิดอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจได้

Pima Country Department of Environment Quality (2002) ได้จำแนกแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นในงานก่อสร้าง ดังนี้

- งานประเภทการขุด
- การก่อสร้างถนนใหม่
- การจัดเก็บของไม่มิดชิด
- ไอเสียจากรถยนต์ประเภทดีเซล
- การปรับปรุงผิวจราจร
- การบรรทุกวัสดุเพื่อใช้ในการขนส่ง
- การขนถ่ายวัสดุจากรถบรรทุก
- การบรรทุกเกินน้ำหนักที่กำหนด
- ความเร็วและทิศทางของลม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

United state Environmental Protection Agency, US. EPA, (2008) ได้นิยามความหมายของ คำว่า ฝุ่นละออง (Particulate Matter) ไว้ดังนี้

ฝุ่นละออง (Particulate Matter) มีความหมายรวมถึง อนุภาคของแข็งและหยดละอองของเหลวที่แขวนลอยกระจายในอากาศ อนุภาคที่กระจายในอากาศบางชนิดมีขนาดใหญ่ และมีสีดำจนมองเห็นเป็นเขม่าและควัน แต่บางชนิดอาจมีขนาดเล็กมากจนมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ฝุ่นละอองที่แขวนลอยในบรรยากาศ โดยทั่วไปมีขนาดตั้งแต่ 100 ไมครอนลงมา ฝุ่นละอองสามารถก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของคน สัตว์ พืช เกิดความเสียหายต่ออาคารบ้านเรือน ทำให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญต่อประชาชน บดบังทัศนะวิสัย ทำให้เกิดอุปสรรคในการคมนาคมขนส่งนานาประเทศจึงได้มีการกำหนดมาตรฐานฝุ่นละออง ในบรรยากาศขึ้น สำหรับในประเทศสหรัฐอเมริกา (United state Environmental Protection Agency) ได้มีการกำหนดค่ามาตรฐานของฝุ่นรวม (Total Suspended Particulate) และฝุ่น PM_{10} แต่เนื่องจากมีการศึกษาวิจัยฝุ่นขนาดเล็กนั้นจะเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

มากกว่าฝุ่นรวม เนื่องจากสามารถผ่านเข้าไประบบทางเดินหายใจส่วนในและมีผลต่อสุขภาพมากกว่าฝุ่นรวม ดังนั้น US. EPA จึงได้มีการยกเลิกค่ามาตรฐานฝุ่นรวมและกำหนดค่ามาตรฐานฝุ่นขนาดเล็กเป็น 2 ชนิด คือ PM_{10} และ $PM_{2.5}$

PM_{10} ตามคำจำกัดความของ US.PEA หมายถึง ฝุ่นหยาบ (Course Particle) เป็นอนุภาคที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 – 10 ไมครอน มีแหล่งกำเนิดจากการจราจรบนถนนที่ไม่ได้ลาดยางตามการขนส่งวัสดุฝุ่นจากกิจกรรมบด ย่อย หิน

$PM_{2.5}$ ตามคำจำกัดความของ US.PEA หมายถึง ฝุ่นละเอียด (Final Particles) เป็นอนุภาคที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ฝุ่นละเอียดที่มีแหล่งกำเนิดจากควันเสียของรถยนต์ โรงไฟฟ้า โรงงานอุตสาหกรรม ควันที่เกิดจากการหุงต้มอาหารโดยใช้ฟืน นอกจากนี้ก๊าซ SO2 NO_x และสาร VOC จะทำปฏิกิริยากับสารอื่นในอากาศทำให้เกิดฝุ่นละเอียดได้

คู่มือการตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศ กรมควบคุมมลพิษ (2546) ได้นิยามความหมายของคำว่า ฝุ่นละออง ไว้ดังนี้

ฝุ่นละอองในบรรยากาศ เป็นอนุภาคมีทั้งเป็นของแข็งและของเหลว ซึ่งแพร่กระจายอยู่ในอากาศ โดยทั่วไปมีขนาดแตกต่างกันตั้งแต่ 0.0002 ไมครอน (ขนาดใกล้เคียงกับโมเลกุลของสสาร) จนถึงขนาดใหญ่กว่า 500 ไมครอน ฝุ่นละอองขนาดใหญ่สามารถแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศ 2-3 นาที จะตกลงสู่พื้นด้วยแรงดึงดูดของโลก และแรงลม ฝุ่นละอองที่แขวนลอยอยู่ในอากาศได้นานมักเป็นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน10 ไมครอน (PM_{10}) เนื่องจากมีความเร็วในการตกลงสู่พื้นต่ำ หากมีแรงกระทำจากภายนอกเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น การไหลเวียนของอากาศและกระแสลม เป็นต้น อาจทำให้สามารถแขวนลอยอยู่ในอากาศได้นานมากขึ้น

แหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองในบรรยากาศ โดยทั่วไปจะแบ่งเป็น 2 ประเภท

1. ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ได้แก่ ดิน ทราย หิน ละอองไอน้ำ เขม่าควันจากไฟป่า และละอองเกลือจากน้ำทะเล

2. ฝุ่นละอองที่เกิดจากกิจกรรมที่มนุษย์สร้างขึ้น ได้แก่

- ฝุ่นจากการคมนาคมขนส่งและการจราจร เช่น ฝุ่นดิน ทราย ที่ฟุ้งกระจายขณะรถวิ่ง และเขม่าจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ดีเซล เป็นต้น
- ฝุ่นจากการก่อสร้าง เช่น การก่อสร้างอาคาร ถนน และการรื้อถอน เป็นต้น

- ฝุ่นจากการประกอบการอุตสาหกรรม เช่น การทำปูนซีเมนต์ การโม่บดหรือย่อยหิน และอื่นๆ เป็นต้น

กองอนามัยสิ่งแวดล้อม สำนักอนามัยกรุงเทพมหานคร (2550) ได้นิยามความหมายของคำว่าฝุ่นละออง (Particulate Matter) ไว้ดังนี้

ฝุ่นละอองคือ อนุภาคของแข็งขนาดเล็กที่ล่องลอยอยู่ในอากาศ ซึ่งเกิดจากวัตถุที่ถูกทุบตี บดกระแทกจนแตกออกเป็นชิ้นส่วนเล็ก ๆ เมื่อถูกกระแสลมพัดก็จะปลิวกระจายตัวอยู่ในอากาศ และตกลงสู่พื้น ซึ่งเวลาในการตกจะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับน้ำหนักของอนุภาคฝุ่น แหล่งกำเนิดของฝุ่นจะแสดงถึงคุณสมบัติความเป็นพิษของฝุ่นด้วย เช่น แอสเบสตอส ตะกั่ว ไฮโดรคาร์บอน กัมมันตรังสี

2.2 ประเภทของฝุ่นละออง

2.2.1 การแบ่งประเภทตามขนาดของฝุ่นละออง

สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ ได้ทำการติดตามตรวจวัดสถานการณ์ฝุ่นละอองในประเทศไทย โดยแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ ฝุ่นรวม (TSP) ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) และฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) เรียงลำดับจากฝุ่นขนาดใหญ่ไปขนาดเล็ก ตามลำดับ

ฝุ่นละออง คือ อนุภาคของแข็งขนาดเล็กที่ล่องลอยในอากาศ ขนาดของฝุ่นละอองมี 2 ขนาด ประกอบด้วยขนาดที่มนุษย์สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าและไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ซึ่งมีขนาดตั้งแต่ 0.002 – 500 ไมครอน

ฝุ่นแบ่งตามขนาดเป็น 2 ส่วน คือ ฝุ่นรวม และฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ซึ่งเรียกว่า PM_{10} (ฝุ่นละอองที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 10 ไมครอนลงมา)

1) ฝุ่นรวม (Total Suspended Particulate: TSP) ซึ่งมีขนาดใหญ่มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 100 ไมครอน ฝุ่นละอองประเภทนี้จะทำให้เกิดการระคายเคืองต่อทางเดินหายใจส่วนต้น ทัศนะวิสัยในการมองเห็นเสื่อมลง เป็นอันตรายต่อวัตถุและสิ่งก่อสร้าง

2) ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (Suspended Particulate Matter: SPM or PM_{10}) ฝุ่นละอองในขนาดนี้สามารถเข้าสู่ทางเดินหายใจส่วนล่างของมนุษย์ได้ ยิ่งฝุ่นละอองมีขนาดเล็กและหายใจสูดเอาฝุ่นประเภทนี้เป็นระยะเวลานาน อาจส่งผลทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพมากขึ้นเท่านั้น โดยฝุ่นที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 – 10 ไมครอน ส่วนใหญ่จะถูกจับที่ทางเดินหายใจส่วนบนและเกาะติดที่ส่วนนั้น เช่น โพรงจมูก ช่องปาก กล่องเสียง หลอดลมจนถึงขั้วปอด ทำให้เกิดการระคายเคือง การไอ จาม เป็นต้น

วนิดา จีนศาสตร์ (2551) ได้กล่าวไว้ว่า ฝุ่นละอองมีขนาดต่างๆกัน โดยทั่วไปมักจะนิยมแบ่งอนุภาคออกเป็น 3 ช่วงขนาด ได้แก่

- ฝุ่นรวม (Total Suspended Particulate, TSP) เป็นอนุภาคของแข็งและกึ่งของแข็งที่พบในอากาศมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.005 ไมครอนถึง 100 ไมครอน โดยมีแหล่งกำเนิดโดยธรรมชาติ มักเกิดจากการฟุ้งกระจายของดิน ทรายที่พื้นผิวถนน และสถานที่ก่อสร้าง (fugitive dust) โดยลมพัดจากพื้นดิน
- ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (Particulate Matter, PM_{10}) เป็นสารมลพิษทางอากาศที่มีความสำคัญมีลักษณะเป็นอนุภาคของแข็งและกึ่งของแข็งขนาดเล็ก ได้แก่ ฝุ่น (Dust) ควัน (Smoke) ฟูม (Fume) เขม่า (Soot) ซึ่งมีขนาดเล็กกว่าเส้นผมของมนุษย์
- ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (Particulate Matter, $PM_{2.5}$) เป็นอนุภาคของแข็งหรือกึ่งแข็งที่อยู่ในสภาพกึ่งระเหย (Semi-volatile) โดยมีขนาดเท่ากับเชื้อโรคไปจนถึงระดับโมเลกุล

ฝุ่นขนาดเล็กจะตกสะสมได้ช้ากว่าขนาดใหญ่มาก ยิ่งขนาดเล็กมากๆ จะคงอยู่ในอากาศได้นานและยังเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจไปถึงชั้นถุงลมปอดได้

2.2.2 การแบ่งประเภทตามแหล่งที่มาของฝุ่นละออง

สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ ได้จำแนกแหล่งที่มาของฝุ่นละอองในบรรยากาศ โดยทั่วไปจะแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1) ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ (Natural Particle) เกิดจากกระแสลมที่พัดผ่านตามธรรมชาติ ทำให้เกิดฝุ่น เช่น ดิน ทราย ละอองน้ำ เขม่าควันจากไฟป่า ฝุ่นเกลือจากทะเล

2) ฝุ่นละอองที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ (Man-made Particle) ประกอบด้วย ฝุ่นจากการคมนาคมขนส่งและการจราจร เช่น ฝุ่นดินทรายที่ฟุ้งกระจายในถนนขณะที่รถยนต์วิ่งผ่าน ฝุ่นดินทรายที่หล่นจากการบรรทุกขนส่ง การกองวัสดุสิ่งของบนทางเท้าหรือบนเส้นทางการจราจร โดยรายละเอียดเกี่ยวกับแหล่งที่มาของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมของมนุษย์ มีดังนี้

(1) การคมนาคมขนส่ง สามารถแบ่งรายละเอียดได้ ดังนี้

- รถบรรทุกหิน ดิน ทราย ซีเมนต์หรือวัตถุที่ทำให้เกิดฝุ่น หรือดินโคลนที่ติดอยู่ที่ล้อรถขณะแล่นจะมีฝุ่นตกอยู่บนถนน แล้วกระจายตัวอยู่ในอากาศ
- ไอเสียจากรถยนต์ เครื่องยนต์ดีเซลปล่อยเขม่า ฝุ่น ควันดำ ออกมา

- ถนนที่สกปรก มีดินทรายตกค้างอยู่มาก หรือมีกองวัสดุข้างถนนเมื่อรถยนต์ผ่านอาจทำให้เกิดฝุ่นปลิวอยู่ในอากาศ
- การก่อสร้างถนนใหม่ หรือการปรับปรุงผิวจราจร ทำให้เกิดฝุ่นมาก
- ฝุ่นที่เกิดจากยางรถยนต์ และผ้าเบรค

(2) การก่อสร้าง สามารถแบ่งรายละเอียดได้ ดังนี้

- การก่อสร้างหลายชนิด มักมีการเปิดหน้าดินก่อนการก่อสร้าง ซึ่งทำให้เกิดฝุ่นได้ง่าย เช่น อาคาร สิ่งก่อสร้าง การปรับปรุงสาธารณูปโภค
- การก่อสร้างเกี่ยวกับอาคารสูง ส่งผลทำให้ฝุ่นที่เกิดจากปูนซีเมนต์ถูกลมพัดออกมาจากอาคารที่ได้รับการรื้อถอน ทำลาย ที่ตัวอาคารหรือสิ่งก่อสร้าง

วนิดา จีนศาสตร์ (2551) ได้ทำการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับแหล่งกำเนิดของมลพิษทางอากาศ โดยสามารถรวบรวมและจำแนกตามลักษณะของที่มาได้ 2 แหล่ง ประกอบด้วย

1) แหล่งกำเนิดตามธรรมชาติ เช่น ภูเขาไฟระเบิด ทำให้เกิดฝุ่นละอองของแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไฟไหม้ป่าทำให้เกิดควัน ฝุ่นละออง สารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่เกิดจากพืช เช่น การเน่าเปื่อย เป็นแก๊สมีเทน (CH_4) ละอองเกสรดอกไม้ สารกัมมันตรังสีที่มีอยู่ตามธรรมชาติ อนุภาคสารต่างๆ จากดินที่ถูกพัดพาขึ้นไปแขวนลอยในอากาศ ไอระเหยจากน้ำทะเล ฝุ่นละอองจากลมพายุ แก๊สธรรมชาติและแผ่นดินไหว เป็นต้น

2) แหล่งกำเนิดที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ประกอบด้วย

- แหล่งกำเนิดจากปล่องควัน (stationary source) มลพิษที่เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจากบ้านเรือน โรงงานอุตสาหกรรม โรงไฟฟ้า การก่อสร้าง โรงงานปูนซีเมนต์ เตาเผาขยะ เมรุเผาศพจากวัด เป็นต้น
- แหล่งกำเนิดที่อยู่ในพื้นที่ (area source) เป็นบริเวณพื้นที่มีการปล่อยมลพิษต่อเนื่อง มีอาณาเขตกว้าง ระบุจุดที่ปล่อยแน่นอนไม่ได้ เช่น สถานีน้ำมัน เขตทิ้งขยะ การเผาขยะและเศษวัสดุในพื้นที่ทั่วไป การเผาไร่นา การพ่นยาปราบศัตรูพืช เป็นต้น
- แหล่งกำเนิดที่เคลื่อนที่ได้ (mobile source) ได้แก่ ยานพาหนะที่ใช้ในการคมนาคมทางบก ทางน้ำ ทางอากาศ ส่วนใหญ่มีการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงเพื่อใช้ในการขับเคลื่อนของเครื่องยนต์ เช่น รถ เรือ เครื่องบิน เป็นแหล่งสารมลพิษที่ทำให้เกิด

อากาศเสียจากการคมนาคมขนส่ง โดยมลพิษที่สำคัญในอากาศ ได้แก่ แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ ออกไซด์ของไนโตรเจน สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ สารตะกั่ว แอลดีไฮด์ เบนซีน โพลิแอโรแมติก ไฮโดรคาร์บอนเขม่า ควันดำ-ขาวและฝุ่นละออง สารพิษเหล่านี้เกิดจากการสันดาป (เผาไหม้) ที่ไม่สมบูรณ์ของเครื่องยนต์ ซึ่งเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

พัชราวดี สุวรรณธาดา (2555) ได้ทำการระบุถึงแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศ ซึ่งสามารถระบุได้ 3 ประเภท ประกอบด้วย

1) แหล่งกำเนิดแบบอยู่กับที่ (Stationary sources or Point sources)

- โรงงานอุตสาหกรรม สถานประกอบการ
- อาคารบ้านเรือน หมู่บ้านจัดสรร
- เตาเผาศพ เตาเผาขยะ

2) แหล่งกำเนิดแบบเคลื่อนที่ (Mobile sources or Line sources)

- รถยนต์ รถบรรทุก รถโดยสาร รถจักรยานยนต์
- รถไฟ
- เรือโดยสารและแพขนานยนต์
- เครื่องบิน เฮลิคอปเตอร์

3) แหล่งกำเนิดแบบฟุ้งกระจายหรือแบบพื้นที่ (Fugitive sources or Area sources)

- การเผาในที่โล่ง
- การก่อสร้าง
- การทำเหมือง
- สถานีบริการน้ำมัน

จากการศึกษาของ Department of the California Environmental Protection Agency (2003) ได้จัดให้การก่อสร้างเป็นแหล่งที่มาที่สำคัญของฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) โดยแหล่งที่มาของฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) สามารถเกิดได้จากแหล่งกำเนิดต่างๆ ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 6 ประเภทหลัก ดังนี้

1. เครื่องยนต์ดีเซล
2. การเผาไม้
3. ฝุ่นจากการก่อสร้าง
4. เขม่าจากอัคคีภัย
5. โรงงานอุตสาหกรรม
6. ลมพัดร้อนที่พัดผ่านในพื้นที่เปิด

2.3 อันตรายจากฝุ่นละออง

ฝุ่นละออง จัดว่าเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดโรคต่างๆ อีกทั้งยังส่งผลกระทบในด้านต่างๆ มากมาย โดยคู่มือการตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศ กรมควบคุมมลพิษ (2546) ได้ทำการจำแนกผลกระทบที่เกิดจากฝุ่นละอองไว้ ดังนี้

1) ผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย

ฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่ ก่อให้เกิดปัญหามลพิษหรือเหตุเดือดร้อนรำคาญ ส่วนฝุ่นละอองที่สามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจ จะเกาะตัวหรือตกตัวได้ในส่วนต่างๆของระบบทางเดินหายใจ ก่อให้เกิดการระคายเคืองและทำลายเนื้อเยื่อของอวัยวะนั้นๆ เช่น เนื้อเยื่อปอด ซึ่งหากได้รับในปริมาณที่มากหรือในช่วงเวลานานและจะสามารถสะสมในเนื้อเยื่อปอด เกิดเป็นพังพืดหรือแผลขึ้นได้ อีกทั้งทำให้การทำงานของปอดเสื่อมประสิทธิภาพลง ส่งผลทำให้หลอดลมอักเสบเกิดหอบหืดถุงลมโป่งพอง ซึ่งโอกาสเกิดโรคระบบทางเดินหายใจเนื่องจากการติดเชื้อมีโอกาสติดเพิ่มขึ้นได้ (กรมควบคุมมลพิษ, 2553) กล่าวถึงฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) นั้นสามารถเข้าไปสะสมในขั้วปอด ในขณะที่ฝุ่นที่มีขนาด 2.5 ไมครอนสามารถเข้าไปสะสมในส่วนที่ลึกที่สุดในปอดและส่งผลกระทบต่อสุขภาพที่รุนแรงมากกว่า (กรมควบคุมมลพิษ, 2556) ซึ่งเมื่อมีการหายใจเอาฝุ่นละอองที่ปะปนในอากาศเข้าไปในระบบทางเดินหายใจ ฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่กว่า 15 ไมครอน อาจถูกดักจับที่ระบบทางเดินหายใจส่วนต้น ในส่วนของจมูกและลำคอ ซึ่งจะถูกร่างกายขับออกมาพร้อมกับเสมหะ ส่วนฝุ่นละอองที่มีขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) จะเป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ เพราะสามารถแทรกตัวลึกเข้าไปถึงระบบทางเดินหายใจส่วนล่างเข้าไปในเยื่อปอดและนำสารอันตรายเข้าสู่ร่างกาย โดยกลุ่มเสี่ยงที่ได้รับผลกระทบได้ง่าย ได้แก่ เด็ก ผู้สูงอายุ และผู้ที่มีส่วนในงานก่อสร้าง เป็นต้น โดยในประเทศสหรัฐอเมริกาพบว่า ผู้ที่ได้รับฝุ่น PM_{10} ในระดับหนึ่งจะทำให้เกิดโรค Asthma และฝุ่น $PM_{2.5}$ ในบรรยากาศจะมีความสัมพันธ์กับอัตราการเพิ่มของผู้ป่วยที่เป็นโรคหัวใจและโรคปอดเข้ามารักษาตัวในห้องฉุกเฉิน เพิ่มอาการของโรคทางเดินหายใจลดประสิทธิภาพการทำงานของปอด

และเกี่ยวโยงกับการเสียชีวิตก่อนวัยอันควร โดยเฉพาะผู้ป่วยสูงอายุ ผู้ป่วยโรคหัวใจ โรคหอบหืดและเด็กที่มีอัตราเสี่ยงสูงกว่าคนปกติด้วย (นพภาพร พานิชและคณะ, 2547)

2) ผลกระทบต่อทัศนะวิสัย

ฝุ่นละอองจะลดความสามารถในการมอง เนื่องจากฝุ่นละอองในบรรยากาศทั้งที่เป็นของแข็งและของเหลวสามารถดูดซับและหักเหแสงได้ ทำให้ทัศนะวิสัยในการมองเห็นลดลง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดความหนาแน่นและองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองนั้น

3) ผลกระทบต่อวัตถุและสิ่งก่อสร้าง

เนื่องจากฝุ่นละอองในบรรยากาศมีคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีที่ต่างกัน สามารถส่งผลกระทบต่อวัตถุและสิ่งก่อสร้างได้ เช่น การสึกกร่อนของโลหะ การทำลายผิวหน้าของสิ่งก่อสร้าง การเสื่อมคุณภาพ ของผลงานทางศิลปะและความสกปรกเลอะเทอะของวัตถุ เป็นต้น

จากการศึกษาของ Enmett et al. (1992) อ้างอิงใน นพ.นิรันดร์ จันทร์ตระกูล วารสารการส่งเสริมสุขภาพและอนามัยสิ่งแวดล้อม ปีที่ 21 ฉบับที่ 4 ตุลาคม – ธันวาคม 2541 กล่าวว่า คนงานก่อสร้างมีอัตราเสี่ยงต่อภัยอันตรายที่เกิดขึ้นอุบัติเหตุรวมถึงยังมีความเสี่ยงสูงจากการได้รับมลพิษทางอากาศ ซึ่งพบว่าการสูดดมฝุ่นผงเข้าไปจะก่อให้เกิดอันตรายที่ร้ายแรงที่สุด ส่งผลทำให้เกิดโรคปอดแข็ง (pneumoconioses) มากกว่าคนปกติหลายเท่า

2.4 การป้องกันและควบคุมฝุ่นละออง

2.4.1 วิธีการที่นำมาใช้ในการป้องกันและควบคุมฝุ่นละอองจากการก่อสร้าง มีดังต่อไปนี้

1) การออกกฎบังคับ เพื่อบังคับใช้และควบคุมของแหล่งกำเนิดฝุ่นละออง ซึ่งมีความเหมาะสมและความสัมพันธ์ทางวิชาการ เช่น การกำหนดมาตรฐานฝุ่นละอองที่คนงานได้รับควรมีค่าที่ไม่เกินมาตรฐานตามที่กฎหมายบังคับไว้

2) การแบ่งเขตเฉพาะ โดยมีการจัดวางแบ่งเขตพื้นที่ให้มีสภาพที่เหมาะสมกับลักษณะของงาน

3) การควบคุมการปฏิบัติงานต่างๆ โดยการควบคุมกิจกรรมต่างๆที่ก่อให้เกิดฝุ่นละอองให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดไว้

4) การให้ความรู้แก่ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับงาน ซึ่งมีความสำคัญมากในการควบคุมสภาพแวดล้อม โดยให้ความรู้และคำแนะนำที่ถูกต้องเกี่ยวกับการปฏิบัติงานรวมถึงการหลีกเลี่ยงจากแหล่งที่ก่อกำเนิดฝุ่นละออง

เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ (2539) ได้กล่าวถึงการควบคุมมลพิษทางอากาศ ซึ่งมีหลากหลายวิธี โดยพิจารณาจากสภาพพื้นที่และประสิทธิภาพในการควบคุมวิธีใดวิธีหนึ่งให้ได้ผลมากที่สุด ซึ่งแนวทางในการปฏิบัติมีดังนี้

- การใช้มาตรการกฎหมายและการประชาสัมพันธ์
- การกำหนดเขตการใช้ที่ดิน
- การดัดแปลงกระบวนการผลิตและการใช้เชื้อเพลิง
- การปลูกต้นไม้
- การใช้เครื่องกำจัดแยกสารพิษ

2.5 แนวทางในการแก้ไขปัญหาฝุ่นละออง

แนวทางขั้นต่ำในการลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากการก่อสร้างโรงการคมนาคมขนส่งทางบก บนถนนปัจจุบันหรือผ่านชุมชน กรมทางหลวงชนบท กระทรวงคมนาคม (2556) ได้กำหนดไว้ ดังนี้

ในปัจจุบันมีวิธีการป้องกันและแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับฝุ่นละอองจากการก่อสร้าง เป็นการมุ่งเน้นการป้องกันเพื่อไม่ให้ฝุ่นละอองที่เกิดจากกิจกรรมก่อสร้างเข้าสู่บรรยากาศและแพร่กระจายสู่ประชาชน ซึ่งจากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าแนวทางในการแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับฝุ่นละอองจากการก่อสร้างมีดังต่อไปนี้

2.5.1 แนวทางขั้นต่ำในการลดฝุ่นละอองจากการก่อสร้างโครงการคมนาคมขนส่งทางบก บนถนนปัจจุบันหรือผ่านชุมชน โดยกรมทางหลวงชนบท กระทรวงคมนาคม

โดยมีหลักการและข้อปฏิบัติดังนี้

2.5.1.1 ช่วงเตรียมการก่อสร้าง

เมื่อแนวโครงการตัดผ่านชุมชนหรือแนวโครงการอยู่ห่างจากชุมชนไม่เกิน 100 เมตร จากขอบเขตของโครงการหรือเขตก่อสร้างบนถนนหรือทางเดินเท้า จะต้องดำเนินการป้องกันผลกระทบด้านฝุ่นละออง เสียง และความสั่นสะเทือน ดังต่อไปนี้

- บริเวณที่ทำการเปิดผิวหน้าดิน รื้อถอนทำลายสิ่งปลูกสร้าง กองวัสดุ อุปกรณ์ ขุดเจาะ ผสมคอนกรีตต้องทำรั้วทึบ โดยรอบบริเวณที่จะทำการก่อสร้างจากพื้นดินไม่น้อยกว่า 1.0 เมตร ตลอดช่วงที่ทำกิจกรรมดังกล่าว โดยต้องมีความแข็งแรงและยึดแน่นกับพื้นที่เพื่อกันดินไหลออกสู่ภายนอก
- ภายในรั้วทึบต้องจัดให้มีร่องน้ำและบ่อขนาดเล็กเพื่อรองรับน้ำที่เกิดจากการราดน้ำและล้างล้อรถยนต์ขนส่งวัสดุ เมื่อปริมาณน้ำมากเพียงพอต้องดูดไปกำจัดที่อื่นต่อไป

- กำหนดให้บริเวณที่ทำการผสมคอนกรีตต้องห่างจากชุมชนที่พักอาศัยอย่างน้อย 100 เมตร หรือจะเป็นระบบปิดทั้งหมดและต้องกั้นรั้วสูงอย่างน้อย 3 เมตร รอบบริเวณที่ทำกิจกรรมดังกล่าว

- กรณีจะขนกองวัสดุไปภายนอกเขตก่อสร้างจะต้องมีสถานที่สำหรับล้างล้อและตัวถังรถยนต์ก่อนบรรทุกนำวัสดุออกนอกสถานที่และกำหนดให้มีบริเวณสำหรับล้างล้อรถยนต์ขนส่งวัสดุในรั้วบริเวณการก่อสร้าง

- ตรวจสภาพเครื่องยนต์ของรถยนต์ เครื่องจักรอุปกรณ์ไม่ให้ก่อให้เกิดเสียงดัง ควันดำ เกินมาตรฐานของกรมการขนส่งทางบก

- วางแผนการลดผลกระทบด้านเสียงและความสั่นสะเทือนโดยใช้เข็มเจาะหรือเข็มตอกที่ก่อให้เกิดความสั่นสะเทือนอยู่มาตรฐานที่สำนักงานนโยบายและวางแผนสิ่งแวดล้อมกำหนด

- วางแผนกองวัสดุในบริเวณก่อสร้างเท่าที่จำเป็นและวางแผนการเปิดและปิดผิวหน้าดินด้วยวัสดุที่สามารถป้องกันการฟุ้งกระจายของฝุ่นละออง เช่น คอนกรีต ยางมะตอย เป็นต้น โดยต้องดำเนินการปิดผิวดินทันทีที่ไม่มีความจำเป็นต้องทำงานที่ผิวพื้นโดยเฉพาะการก่อสร้างบนถนน ไม่ควรนำแผ่นเหล็กมาวางแทนผิวถนน ในกรณีที่จำเป็นต้องใช้แผ่นเหล็กที่มีความหนาเป็นพิเศษและมียางรองเพื่อกันเสียงและความสั่นสะเทือน

- กรณีการเปิดผิวถนนสาธารณะจะต้องได้รับความเห็นชอบจากหน่วยงานที่อนุญาตก่อน

2.5.1.2 ช่วงดำเนินการก่อสร้าง

- การก่อสร้างเกี่ยวกับการเปิดหน้าดิน รื้อถอน ทำลายสิ่งปลูกสร้าง กองวัสดุ อุปกรณ์ ขุดเจาะ ผสมคอนกรีต จะต้องกระทำภายในรั้วทึบสูงอย่างน้อย 1.0 เมตรทั้งหมด

- ทำการฉีดน้ำที่พื้นผิวที่ถูกเปิดอย่างน้อยวันละ 3 ครั้ง ภายในรั้วทึบ รวมทั้งฉีดน้ำที่กองวัสดุที่เป็นพวกดิน ทรายหรืออื่นๆที่ก่อให้เกิดฝุ่นละอองและจัดให้มีสิ่งปกคลุมกองวัสดุที่ก่อให้เกิดฝุ่นละอองตลอดเวลาที่กองในบริเวณพื้นที่โครงการ

- ต้องทำการกำจัดดิน ทราย โคลน ที่ตกหล่นอยู่ที่นอกรอบบริเวณโดยรอบรั้วพื้นที่ก่อสร้างเป็นประจำ ถ้าอากาศแห้งให้ทำการดูดฝุ่นตกค้าง หรือกวาดแบบเปียกไม่ควรกวาดแบบแห้งเพราะจะทำให้เกิดฝุ่นละอองฟุ้งกระจาย

- ทำการล้างล้อรถยนต์ขนส่งวัสดุและรถยนต์อื่นๆ ภายในรั้วทึบก่อนออกนอกพื้นที่ก่อสร้าง

- น้ำที่มาจากการล้างรถยนต์ ภายในรั้วทึบ ต้องจัดให้ไหลลงสู่ร่องและบ่อน้ำขนาดเล็กที่จัดทำขึ้นภายในรั้วทึบ เมื่อปริมาณน้ำมากพอให้สูบไปกำจัด

- การเจาะ การตอกเสาเข็ม การขุดผิวดิน การตอก กระแทก หรือเจาะภายในรั้วพื้นที่ก่อสร้างให้ทำในช่วงเวลากลางวันไม่ควรทำในช่วงเวลากลางคืน เพราะทำให้เกิดการรบกวนต่อประชาชน

- การเปิดผิวถนนนอกรั้วโครงการ หลังจากเสร็จแล้วต้องปิดผิวหน้าด้วยวัสดุคอนกรีตยางมะตอย ไม่ควรใช้แผ่นเหล็กวางปิดไว้ ซึ่งการกระทำดังกล่าว ควรจะเรียบร้อยก่อน 05.00 น. เพื่อป้องกันการฟุ้งกระจายของฝุ่นละออง เนื่องจากรถยนต์ที่วิ่งไปมา

- การก่อสร้างบนถนนที่มีอยู่ในปัจจุบัน ต้องทำการล้างถนนตลอดช่วงที่ทำการก่อสร้างในเวลากลางคืนอย่างน้อยสัปดาห์ละ 4 วัน

- จัดอุปกรณ์ป้องกันฝุ่น (Mask) แก่คนงานในช่วงเปิดผิวหน้าดิน รื้อถอน ทำลายสิ่งปลูกสร้าง ขุดเจาะผสมคอนกรีตและจัดอุปกรณ์ครอบหูหรืออุดหูแก่คนงานที่ปฏิบัติงานกับอุปกรณ์ดังต่อไปนี้ Riveting hammer, Diesel power generator, Bulldozer, Truck crane, Backhoe และ Asphaltic plant

- การก่อสร้างบนทางเดินเท้าในฤดูฝนควรป้องกันไม่ให้ดินตะกอนบนทางเดินเท้าไปอุดช่องระบายน้ำและเมื่อฝนหยุดตกจะต้องเร่งระบายน้ำบนทางเดินเท้ารวมถึงบนถนนข้างเคียงให้หมดโดยเร็วและกวาดเอาดินตะกอนบนถนนออกทันทีอีกทั้งจัดทำทางเดินเท้าชั่วคราวให้แก่ประชาชนเดินด้วย

- รถบรรทุกที่ขนอุปกรณ์ก่อสร้างและบรรทุกดิน ทราย จะต้องมีผ้าคลุมปกปิดอย่างดีเพื่อป้องกันฝุ่นละอองฟุ้งกระจายและเศษวัสดุร่วงหล่นลงสู่ถนน

- เมื่อได้รับการร้องเรียนผลกระทบจากการก่อสร้างควรเร่งดำเนินการทันที

- ต้องทำการติดตามตรวจสอบฝุ่นละออง ระดับเสียง ความสั่นสะเทือนจากการก่อสร้างโดยติดตั้งเครื่องมือตรวจวัดบริเวณชุมชนที่อยู่ใกล้เคียงพื้นที่ก่อสร้างมากที่สุดในทิศเหนือลมและใต้ลม โดยต้องส่งผลการตรวจวัดดังกล่าวให้หน่วยงานอนุญาตหรือหน่วยงานที่เห็นชอบกับรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมเป็นประจำตามที่ระบุไว้ในรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม หรือกรณีที่ไม่ได้จัดทำรายงาน ควรทำการตรวจวัดอย่างน้อย 2 สัปดาห์ต่อครั้ง โดยตรวจครั้งละ 3 วัน

2.5.2 แนวทางการควบคุมฝุ่นละอองตามมาตรการของสำนักอนามัย กรุงเทพมหานคร

การควบคุมฝุ่นละอองจากกิจกรรมก่อสร้างตามมาตรฐานที่กำหนดโดยกองอนามัยสิ่งแวดล้อม สำนักอนามัยกรุงเทพมหานคร (2550) มีหลักการและข้อปฏิบัติในการควบคุมฝุ่นละอองจากการก่อสร้างที่ผู้รับเหมาต้องปฏิบัติตามดังต่อไปนี้

2.5.2.1 การจัดการบริเวณก่อสร้างและทางเข้าออก ได้แก่

- จัดอุปกรณ์และสถานที่สำหรับล้างทำความสะอาดล้อรถและตัวถังรถ ก่อนออกจากสถานที่ก่อสร้าง

- จัดทำรั้วทึบแข็งแรง สูงไม่น้อยกว่า 2 เมตร รอบสถานที่ก่อสร้างและมีสิ่งปกคลุมทางเดินสำหรับป้องกันวัสดุตกหล่นลงในที่สาธารณะด้วย จัดทำทางเข้าออกเพียง 1 ช่องทางโดยใช้ยางแอสฟัลท์หรือคอนกรีตปูบริเวณทางเข้าออก

- ทางเข้าออกต้องไม่กีดกันช่องทางน้ำไหล และไม่ทำให้เกิดความเสียหายต่อระบบระบายน้ำหรือกีดขวางช่องทางน้ำสาธารณะ

- อาคารก่อสร้างที่ติดกับที่สาธารณะ ผู้ก่อสร้างต้องดูแลรักษาความสะอาดทางเท้า ถนนและที่สาธารณะที่อยู่ติดกับที่ก่อสร้างด้วย การผสมคอนกรีต การใสไม้ รวมทั้งงานที่ทำให้เกิดมลภาวะทางอากาศ

- งานที่ทำให้เกิดมลภาวะทางอากาศควรจัดทำในห้องที่มีหลังคาหรือมีผ้าคลุมและผนังปิดด้านข้างอีก 3 ด้านด้วย

2.5.2.2 การขนส่งวัสดุ

- รถบรรทุกวัสดุหรือเศษวัสดุก่อสร้างต้องมีผ้าใบคลุมมิดชิด

- รถบรรทุกที่ขนส่งวัสดุต้องไม่บรรทุกน้ำหนักเกินมาตรฐานของถนนที่ทางกรุงเทพมหานครได้กำหนดไว้

- ไม่ล้างรถยนต์หรือล้อเลื่อน ซึ่งทำให้ถนนหรือที่สาธารณะสกปรก

- ไม่ทิ้งเศษวัสดุก่อสร้างที่ติดค้างมากับรถบรรทุกลงบนถนน ทางระบายน้ำ หรือสถานที่ส่วนของสถานที่สาธารณะ

2.5.2.3 การจัดกองวัสดุ

- ควรบรรจุผงซีเมนต์หรือเคมีภัณฑ์ในภาชนะที่ปกปิดมิดชิด

- กองวัสดุที่มีฝุ่น ควรปิดหรือคลุมในที่ปิดล้อมทั้งด้านบนและด้านข้าง 3 ด้านหรือฉีดพรมน้ำให้ผิวเปียกอยู่เสมอ

- เมื่อมีการขนย้ายวัสดุที่มีฝุ่น ต้องฉีดพรมน้ำก่อนย้ายทันที

- ไม่วางกองหรือเก็บวัสดุเครื่องมือเครื่องใช้ ชิ้นส่วนโครงสร้างในที่สาธารณะ นอกจากขออนุญาตจากผู้ว่าราชการกรุงเทพมหานครก่อน และต้องมีการป้องกันอันตรายต่อบุคคลและทรัพย์สิน รวมทั้งติดตั้งไฟให้สว่างเพียงพอในช่วงเวลากลางคืน

2.5.2.4 การเคลื่อนย้ายวัสดุที่ทำให้เกิดฝุ่นด้วยสายพาน

- ระบบขนส่งแบบสายพานที่ขนวัสดุ ต้องปิดด้านบนและด้านข้างทั้ง 2 ด้าน

- จัดทำหลังคาปิดจุดเชื่อมระหว่าง 2 สายพานให้มีความมิดชิด

- ติดตั้งอุปกรณ์สำหรับกำจัดเศษวัสดุที่ตกค้างอยู่บนสายพานและจัดเก็บให้เรียบร้อยก่อนเศษวัสดุ ตกลงพื้น

2.5.2.5 การเจาะตัด ขัดผิว วัสดุที่มีฝุ่นละอองโดยเครื่องจักรหรือเครื่องยนต์

- ต้องฉีดน้ำหรือสารเคมีบนผิวอย่างต่อเนื่อง ขณะที่ทำการปฏิบัติงาน ยกเว้นมีการติดตั้งอุปกรณ์แยกฝุ่นหรือกรองฝุ่นไว้แล้ว

2.5.2.6 การผสมคอนกรีต การใสไม้ หรืองานที่ก่อให้เกิดมลภาวะ

- ควรจัดทำในห้องที่มีหลังคาหรือมีผ้าคลุมและมีผนังปิดด้านข้างอีก 3 ด้าน

2.5.2.7 การจัดเก็บวัสดุเหลือใช้

- ต้องปกคลุมเศษวัสดุด้วยผ้าคลุมหรือปิดมิดชิดทั้งด้านบนและด้านข้าง 3 ด้าน

- จัดทำปล่องหรือวิธีการที่เหมาะสมมิดชิด สำหรับทิ้งหรือลำเลียงเศษวัสดุขนย้ายเศษวัสดุขยะสิ่งปฏิกูล ออกจากที่ก่อสร้างอย่างน้อยทุก 2 วันหรือจัดเก็บในที่มีขนาดเพียงพอ โดยทำความสะอาดอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา เพื่อไม่ให้เกิดฝุ่นละอองสิ่งสกปรกเปรอะเปื้อน

2.5.2.8 การควบคุมฝุ่นละอองและเศษวัสดุร่วงหล่น

- ควรใช้ผ้าใบทึบหรือโปร่งแสง หรือวัสดุที่เหมาะสม ปิดกันสิ่งก่อสร้างป้องกันเศษวัสดุก่อสร้างร่วงหล่นและฝุ่นละอองฟุ้งกระจาย

2.5.2.9 การจัดการเมื่อการก่อสร้างแล้วเสร็จ

- ต้องจัดเก็บเศษวัสดุที่เหลือและทำความสะอาดสถานที่ก่อสร้างและรอบสถานที่โดยเร็ว

- ล้างท่อระบายน้ำ ทำความสะอาดทางระบายน้ำสาธารณะไม่ให้มีเศษวัสดุจากการก่อสร้าง

- ต้องจัดการซ่อมแซมถนน ทางสาธารณะหรือสาธารณูปโภคที่เสียหายให้อยู่ในสภาพที่ดี

- การเชื่อมต่อกับสิ่งสาธารณูปโภค เช่น เป็นทางออก – เข้า เชื่อมท่อระบายน้ำ – ประปา ต้องไม่ทำให้ส่วนรวมเสียหายและดำเนินการตามกฎหมายบัญญัติ

Chulalongkorn University

2.5.3 ระเบียบและข้อปฏิบัติในการควบคุมฝุ่นละอองจากการก่อสร้างตามมาตรการของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมมลพิษ สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง

การควบคุมฝุ่นละอองจากกิจกรรมในการก่อสร้างตามมาตรการที่กำหนดโดยกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมมลพิษ สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง (2557) มีหลักและข้อปฏิบัติในการควบคุมฝุ่นละอองจากการก่อสร้างที่หน่วยงานภาครัฐ เอกชน ผู้ประกอบการที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับกิจกรรมก่อสร้าง ได้นำไปใช้ในการปฏิบัติงาน เพื่อใช้ในการควบคุมและป้องกันฝุ่นละอองที่เกิดจากการก่อสร้างเหล่านั้น โดยจำแนกออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

- การควบคุมฝุ่นละอองจากการก่อสร้างอาคาร

- การควบคุมฝุ่นละอองจากการก่อสร้างถนนและระบบสาธารณูปโภค

- การควบคุมฝุ่นละอองจากการบรรทุกและขนส่งวัสดุก่อสร้าง

โดยส่วนของการควบคุมฝุ่นละอองจากการก่อสร้างถนนและระบบสาธารณูปโภค มีรายละเอียดดังนี้

การควบคุมฝุ่นละอองจากการก่อสร้างถนนและระบบสาธารณูปโภคมีหลักและข้อปฏิบัติดังต่อไปนี้

1. การควบคุมฝุ่นละอองจากการก่อสร้างเพื่อทำระบบสาธารณูปโภคให้รวมกิจกรรมเกี่ยวกับการก่อสร้างถนนที่เกิดขึ้นบนถนนทั้งหมด การขุดเจาะถนนเพื่อทำระบบสาธารณูปโภคซึ่งรวมการกองวัสดุ การเปิดหน้าดิน การผสมวัสดุ เช่น คอนกรีต

2. การก่อสร้าง บูรณะและบำรุงรักษาถนนหรือระบบสาธารณูปโภคทุกประเภท ให้ถือเป็นกิจกรรมที่อยู่ภายใต้การควบคุมตามระเบียบและข้อปฏิบัติฉบับนี้

3. เจ้าของกิจการหรือผู้ว่าจ้างจะต้องกำหนดให้ผู้ออกแบบและผู้รับเหมาเสนอมาตรการการควบคุมป้องกันแก้ไขปัญหาฝุ่นละอองจากการก่อสร้างและถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของเงื่อนไขในการว่าจ้าง

4. ผู้ควบคุมงานหรือผู้ดำเนินการ จักต้องควบคุมดูแลมิให้มีฝุ่นละอองออกไปนอกบริเวณพื้นที่ ซึ่งเป็นขอบเขต (right of way) ของกิจกรรมที่กำลังดำเนินการก่อสร้าง โดยมีแนวทางในการปฏิบัติขั้นต่ำ ดังนี้

4.1 จัดทำรั้วทึบ รอบบริเวณที่มีการก่อสร้างให้มีความสูงจากพื้นที่ดินไม่น้อยกว่า 2 เมตร ตลอดแนวก่อสร้าง เพื่อป้องกันมิให้มีฝุ่น ดิน ทราย กระจายออกมานอกบริเวณขอบเขตการก่อสร้าง สำหรับพื้นที่ซึ่งใกล้เขตชุมชน

4.2 จัดให้มีสิ่งรองรับวัสดุ ซึ่งอาจตกหล่นจากการดำเนินการก่อสร้างที่ระดับเหนือพื้นดิน เพื่อป้องกันการฟุ้งกระจายของวัสดุดังกล่าว

4.3 หากมีการเปิดหน้าผิวดินเดิม ให้เป็นช่วงๆเท่าที่จำเป็นและมีมาตรการการควบคุมฝุ่นจากการดำเนินงาน เช่น การฉีดน้ำเป็นระยะๆ เพื่อป้องกันการฟุ้งกระจายของฝุ่นและต้องไม่ให้น้ำที่ฉีดไหลออกมานอกบริเวณก่อสร้างลงสู่ผิวถนนหรือท่อระบายน้ำและบ่อกักเก็บน้ำรวมถึงตะกอนดินก่อนนำไปทิ้งในที่เหมาะสมต่อไป

4.4 พื้นผิวบริเวณปากทางเข้าออกต้องทำด้วยวัสดุถาวร เช่น ยางแอสฟัลท์ คอนกรีตเสริมเหล็กและเก็บรักษาความสะอาดให้ปราศจากเศษหิน ดิน ทราย หรือฝุ่นตกค้างจนกว่าการก่อสร้างจะแล้วเสร็จ (ยกเว้นการดำเนินการในระบบสาธารณูปโภคที่ไม่มีการเข้า – ออกอย่างชัดเจน)

4.5 ให้ฉีดน้ำหรือจัดให้มีสิ่งปกคลุมกองวัสดุที่ใช้อย่างมิดชิด ไม่ให้มีการฟุ้งกระจายของฝุ่นหรืออาจจัดกองวัสดุให้อยู่ในพื้นที่ที่มีผนังปิดทึบด้านบนและด้านข้างอีก 3 ด้าน โดยรอบกองวัสดุเพื่อมิให้มีการฟุ้งกระจายของฝุ่นละออง

4.6 ต้องทำความสะอาดเศษดิน โคลน ทราย ที่ตกหล่นอยู่ที่รอบนอก โดยรอบรั้วโครงการทุกวัน โดยมีมาตรการทำความสะอาดที่ได้ผลไม่ก่อให้เกิดการฟุ้งกระจายของฝุ่น โดยอาจใช้รถล้าง กวาด และดูดฝุ่นช่วยในการทำความสะอาด

4.7 ให้มีการขนย้ายขยะหรือเศษวัสดุออกจากพื้นที่โครงการอย่างน้อยทุก 2 วัน ในระหว่างรอการขนย้ายจะต้องจัดสิ่งปกคลุมกองวัสดุหรือขยะดังกล่าวให้มิดชิด เพื่อป้องกันมิให้มีการฟุ้งกระจายของฝุ่น

4.8 ในการก่อสร้างถนนให้ปูผิวไหล่ทางด้วยวัตถุถาวร เช่น ยางแอสฟัลท์ หรือคอนกรีตเสริมเหล็กและให้มีการจัดทำทางเบี่ยงถ้าสามารถดำเนินการให้ลาดยางแอสฟัลท์ เพื่อไม่ให้รถลงไปวิ่งบนถนนที่อยู่ระหว่างการก่อสร้าง

4.9 ให้ทำการปรับผิวถนนด้วยวัสดุกึ่งถาวรเป็นการชั่วคราว เช่น ยางแอสฟัลท์ หรือฉีดทับด้วยสารเคมี เช่น สารประเภทไวนีลหรือลาเท็กซ์ เพื่อมิให้มีการฟุ้งกระจายของฝุ่นในพื้นที่ที่ยังรอการติดตั้ง หรือโยกย้ายระบบสาธารณูปโภค

4.10 ให้มีการฉีดสารเคมี เช่น สารประเภทไวนีลหรือลาเท็กซ์ เพื่อลดการกระจายของฝุ่นในพื้นที่อื่นๆ ในบริเวณโครงการที่มีการฟุ้งกระจายของฝุ่น

4.11 ให้ล้างทำความสะอาดตัวรถและล้อรถให้ปราศจากเศษดิน โคลนและทราย ก่อนนำรถทุกชนิดออกสู่ภายนอกบริเวณโครงการ โดยจัดหาบริเวณที่ใช้ล้างทำความสะอาดให้เหมาะสม ไม่ทำให้น้ำล้างไหลออกมานอกบริเวณโครงการ

4.12 หากมีโรงงานผลิตคอนกรีตผสมเสร็จตั้งอยู่ในพื้นที่ก่อสร้าง ให้เพิ่มมาตรการการควบคุมฝุ่นละออง ตามเงื่อนไขและข้อกำหนดตามประกาศของกระทรวงอุตสาหกรรม

Chulalongkorn University

2.6 สถานการณ์คุณภาพอากาศ

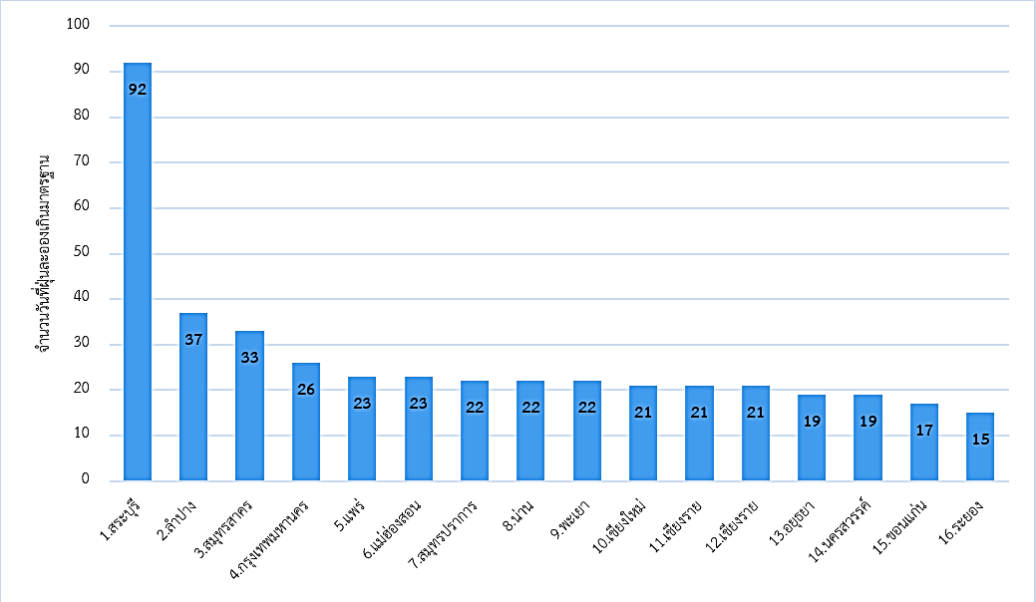
จากผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศ ในช่วงเดือนมกราคม – พฤษภาคม พ.ศ. 2558 พบคุณภาพอากาศเกินค่ามาตรฐานและอยู่ในระดับที่มีผลกระทบต่อสุขภาพใน 23 จังหวัด จากทั้งหมด 29 จังหวัดที่มีการตรวจวัด โดยในภาพรวมเมื่อเปรียบเทียบกับช่วงเวลาเดียวกันของปีที่ผ่านมา พื้นที่ส่วนใหญ่เกิดปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) ลดลง แต่ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) กลับพบในปริมาณมากขึ้นและก๊าซโอโซน ยังคงเป็นปัญหาในหลายพื้นที่

จากข้อมูลตรวจวัดมลพิษทางอากาศโดยกรมควบคุมมลพิษ และหน่วยงานภาครัฐ ได้แก่ สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดและกรุงเทพมหานคร ในปี พ.ศ.2558 ตรวจพบสารมลพิษทางอากาศเกิน ค่ามาตรฐานในหลายพื้นที่ของประเทศ ปัญหาที่สำคัญ ได้แก่ ฝุ่นละออง

(โดยเฉลี่ยลดลงจากปี พ.ศ. 2557 ร้อยละ 7) ก๊าซโอโซน (โดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2557 ร้อยละ 26) และสารเบนซีน (ลดลงร้อยละ 9 ไม่รวมพื้นที่มาบตาพุด)

2.6.1 คุณภาพอากาศในพื้นที่ต่างจังหวัด

กรมควบคุมมลพิษ โดย สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง ได้ดำเนินตรวจสอบคุณภาพอากาศอย่างต่อเนื่อง โดยตรวจพบปริมาณสูงกว่าค่ามาตรฐานใน 23 จังหวัด จากทั้งหมด 29 จังหวัดที่มีการตรวจวัด ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงสูงสุด เฉลี่ยทั้งประเทศ 154 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (มคก./ลบ.ม.) (ค่ามาตรฐาน 120 มคก./ลบ.ม.) ลดลงร้อยละ 3 ค่าสูงสุดตรวจวัดได้ 318 มคก./ลบ.ม. ณ ตำบลจองคำ อำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน ค่าเฉลี่ยรายปี เฉลี่ยทั้งประเทศ 43 มคก./ลบ.ม. (ค่ามาตรฐาน 50 มคก./ลบ.ม.) ลดลงจากปีก่อนหน้า ร้อยละ 4 ค่าสูงสุดตรวจวัดได้ 95 มคก./ลบ.ม. ณ ตำบลหน้าพระลาน อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี



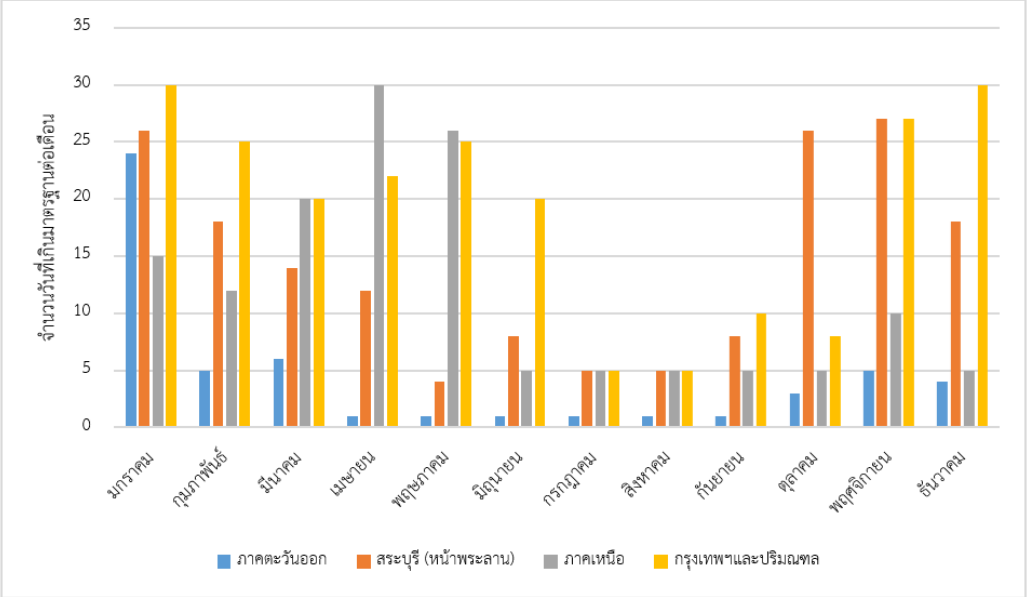
รูปที่ 2.1 การจัดอันดับจังหวัดที่มีปัญหามลพิษประเภทฝุ่นละอองมากที่สุด 15 อันดับแรก ในปี พ.ศ. 2557 (ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2558)

หมายเหตุ: เทียบกับค่ามาตรฐานฝุ่นละอองเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ไม่เกิน 120 มคก./ลบม.

2.6.2 ช่วงเวลาที่พบปัญหามลพิษทางอากาศ

กรมควบคุมมลพิษ โดย สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง (2558) พบว่าช่วงเวลาที่ประสบกับปัญหาทางด้านมลพิษทางอากาศที่มีค่าเกินมาตรฐานมาก โดยสำหรับจังหวัดกรุงเทพมหานครและปริมณฑล คือช่วงเดือนตุลาคม – เมษายน ภาคเหนือคือช่วงเดือนมกราคม – เมษายน ภาคกลางคือช่วงเดือน ตุลาคม – กุมภาพันธ์ และ ภาคตะวันออกคือช่วงเดือนมกราคม ดังแสดงในรูปที่ 2.2 โดยเปรียบเทียบพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล ภาคเหนือ ภาคตะวันออกและพื้นที่เขตควบคุมมลพิษ จังหวัดสระบุรี (อำเภอหน้าพระลาน)

ช่วงวิกฤตมลพิษทางอากาศดังกล่าว มีลักษณะอากาศไม่เอื้ออำนวยต่อการเจือจางของมลพิษ กล่าวคือ เกิดชั้นอุณหภูมิผกผัน (Inversion) ประกอบกับกระแสลมที่อ่อนกำลังลง ในทางตรงกันข้ามในช่วงฤดูมรสุม สภาพอุณหภูมิ ผกผันคลายตัวลง ประกอบกับกระแสลมแรงมากขึ้น ทำให้มวลอากาศสามารถหมุนเวียนขึ้นไปในชั้นบรรยากาศได้ มลพิษทางอากาศจึงเจือจาง ส่งผลกระทบต่อประชาชนน้อยลง ดังนั้นการตรวจวัดคุณภาพอากาศควรเน้นตรวจวัด ในช่วงเวลาที่วิกฤตมลพิษทางอากาศเพื่อบ่งชี้ปัญหามลพิษในพื้นที่ได้อย่างชัดเจน



รูปที่ 2.2 จำนวนวันที่เกินมาตรฐานแยกรายเดือน ปี พ.ศ. 2557 (ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2558)

2.6.4 มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป

พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2535) ได้บัญญัติมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป ตามตารางที่ 2.1 โดยมาตรฐานค่าเฉลี่ยระยะสั้น (1,8และ 24 ชั่วโมง) กำหนดขึ้นเพื่อป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยอย่างเฉียบพลัน (acute effect) ส่วนมาตรฐานค่าเฉลี่ยระยะยาว (1เดือนและ 1 ปี) กำหนดขึ้นเพื่อป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย (chronic effect)

ตารางที่ 2.1 มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป

สารมลพิษ	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นในเวลา	ค่ามาตรฐาน
1. ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)	1 ชั่วโมง	(ขนาดไม่เกิน 30 ppm) 34.2 มก./ลบ.ม.
	8 ชั่วโมง	(ขนาดไม่เกิน 9 ppm) 10.26 มก./ลบ.ม.
2. ก๊าซไนโตรเจนไดนอกไซด์ (NO_2)	1 ชั่วโมง	(ขนาดไม่เกิน 0.17 ppm) 0.32 มก./ลบ.ม.
	1 ปี	(ขนาดไม่เกิน 0.03 ppm) 0.057 มก./ลบ.ม.
3. ก๊าซโอโซน (O_3)	1 ชั่วโมง	(ขนาดไม่เกิน 0.10 ppm) 0.20 มก./ลบ.ม.
	8 ชั่วโมง	(ขนาดไม่เกิน 0.07 ppm) 0.14 มก./ลบ.ม.
4. ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2)	1 ปี	(ขนาดไม่เกิน 0.04 ppm) 0.10 มก./ลบ.ม.
	24 ชั่วโมง	(ขนาดไม่เกิน 0.12 ppm) 0.30 มก./ลบ.ม.
	1 ชั่วโมง	(ขนาดไม่เกิน 0.3 ppm) 780 มก./ลบ.ม.
5. ตะกั่ว (Pb)	1 เดือน	ไม่เกิน 1.5 มก./ลบ.ม.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 2.1 มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป (ต่อ)

สารมลพิษ	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นในเวลา	ค่ามาตรฐาน
6. ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 100ไมครอน	24 ชั่วโมง	ไม่เกิน 0.33 มก./ลบ.ม.
	1 ปี	ไม่เกิน 0.10 มก./ลบ.ม.
7. ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10ไมครอน	24 ชั่วโมง	ไม่เกิน 0.12 มก./ลบ.ม.
	1 ปี	ไม่เกิน 0.05 มก./ลบ.ม.
8. ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน	24 ชั่วโมง	ไม่เกิน 0.05 มก./ลบ.ม.
	1 ปี	ไม่เกิน 0.025 มก./ลบ.ม.

ที่มา: (http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_airsnd01.html)

2.6.5 มาตรฐานฝุ่นละอองในบรรยากาศโดยทั่วไปของประเทศไทย

พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2535) ได้บัญญัติความหมายของคำว่า มาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม ไว้ดังนี้

มาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม หมายความว่า ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำ อากาศ เสียงและสภาวะอื่นๆของสิ่งแวดล้อม ซึ่งกำหนดเป็นเกณฑ์ทั่วไป สำหรับส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม

คู่มือการตรวจฝุ่นละอองในบรรยากาศ กรมควบคุมมลพิษ (2546) กล่าวว่า การตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศ ตามมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไปสำหรับประเทศไทย จำเป็นต้องทำความเข้าใจในค่ามาตรฐานฝุ่นละอองในบรรยากาศโดยทั่วไป ณ ช่วงเวลาหนึ่งเวลาใด และวิธีการตรวจวัดเพื่อป้องกันความผิดพลาดในการตรวจวัดและวิเคราะห์ผลการตรวจได้

1. ค่ามาตรฐานฝุ่นละอองในบรรยากาศโดยทั่วไป

1.1) ค่าเฉลี่ยของฝุ่นละอองรวมหรือฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 100 ไมครอน (Total Suspended Particulate, TSP) ในเวลา 24 ชั่วโมง ควรไม่เกิน 0.33 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรและในเวลา 1 ปี ควรไม่เกิน 0.10 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

1.2) ค่าเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (Particulate Matter with an aerodynamic diameter less than or equal to a nominal 10 micrometers; PM_{10}) ในเวลา 24 ชั่วโมง ควรไม่เกิน 0.12 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และในเวลา 1 ปี ควรไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

2. วิธีการวัดปริมาณฝุ่นละออง

การวัดค่าเฉลี่ยของฝุ่นละอองรวมหรือฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 100 ไมครอน และฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน10 ไมครอน ในเวลา 24 ชั่วโมง หรือในเวลา 1 ปี ใช้วิธีการตรวจวัดตามระบบกราวิเมตริก

(Gravimetric) หรือระบบอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ เช่น ระบบเบต้า เร (Beta Ray) ระบบเทบเปออิลิเม้น ออสซิเลติ้ง ไมโครบาลานซ์ (Tapered Element Oscillating Microbalance) และระบบไดโคโตมัส (Dichotomous) เป็นต้น ในการวัดหาค่าเฉลี่ยของฝุ่นละอองในบรรยากาศนั้น ให้ทำการตรวจวัดในบรรยากาศทั่วๆไป โดยต้องสูงจากพื้นดินอย่างน้อย 1.50 เมตร แต่ไม่เกิน 6 เมตร

2.7 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ประโพธิ อุปถัมภ์ (2540) ทำการศึกษาการวัดปริมาณฝุ่นละอองกับการกระจายขนาดของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นจากการก่อสร้างถนนที่ถนนอ่อนนุช – ลาดกระบัง โดยทำการทดลองหาความถี่ในการฉีดน้ำที่เหมาะสม ซึ่งแปรผันจำนวนครั้งในการฉีดน้ำที่ 3,4 และ 5 ครั้งต่อวัน ใช้อัตราการฉีดน้ำ 0.76 ลิตรต่อตารางเมตรและ ทำการวัดความเข้มข้น 24 ชั่วโมงของฝุ่นละอองรวมและฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10}) เฉลี่ยที่เกิดขึ้น พบว่าปริมาณฝุ่นละอองที่ได้มีค่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพอากาศ โดยมีประสิทธิภาพในการลดปริมาณฝุ่นละอองรวมของถนนอ่อนนุช – ลาดกระบัง มีค่า 35.3, 60.1และ 75.2 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

ศูนย์วิจัยสิ่งแวดล้อม (2548) ทำการศึกษาเรื่องการลดปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดจากการก่อสร้างถนน โดยการฉีดน้ำในบริเวณรอบบริเวณก่อสร้าง พบว่าปริมาณน้ำที่ใช้ในการทดลองจำนวน 0.5 ลิตรต่อตารางเมตร เป็นระยะทางถนน 500 เมตร สามารถลดปริมาณฝุ่นละอองได้ถึง 62.84 เปอร์เซ็นต์

ยรรยง อาภาอนันต์ (2553) ทำการศึกษากิจกรรมที่ทำให้เกิดฝุ่นละอองในหน่วยงานก่อสร้างและหาแนวทางในการลดปริมาณการเกิดฝุ่นละอองโดยการปรับปรุงขั้นตอนในการก่อสร้าง ซึ่งได้ทำการศึกษา 3 กรณีศึกษา ประกอบด้วย งานปูกระเบื้องเซรามิก งานตัดฝ้าและงานขัดพื้น ซึ่งพบว่าการเพิ่มการป้องกันการเกิดฝุ่นละอองขณะที่คนงานทำการก่อสร้าง รวมถึงการเปลี่ยนแปลงและเพิ่มเติมอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้างให้มีความเหมาะสม สามารถลดปริมาณการเกิดฝุ่นละอองรวมถึงการฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองในที่ก่อสร้างได้ถึง 3-6 เท่า

John และ David (2001:53-59) ได้ทำการศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับวิธีการลดฝุ่นละอองจากการเคลื่อนขนย้ายดินใส่รถบรรทุกในบริเวณก่อสร้าง โดยการใช้หัวฉีดน้ำติดตั้งที่ตัวรถบรรทุกและทำการฉีดพ่นน้ำในระหว่างที่ทำการเคลื่อนขนย้ายดินมาสู่รถบรรทุก เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการฟุ้งกระจายจากดิน ซึ่งถือว่าเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดฝุ่นละออง พบว่าวิธีดังกล่าวสามารถช่วยลดปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดจากการเคลื่อนขนย้ายดินมาใส่รถบรรทุกได้ ถือได้ว่าเป็นการช่วยลดการแพร่กระจายของฝุ่นละอองในบริเวณก่อสร้างได้

Zhenhua (2009) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับวิธีการลดปริมาณการเกิดฝุ่นละอองในประเทศจีน ด้วยการฉีดพ่นด้วยการทดลองใช้สารเคมี ประกอบด้วยแคลเซียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้น 5 wt% แมกนีเซียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้น 10 wt% แคลเซียมออกไซด์ที่มีความเข้มข้น 2 wt% และวัสดุเสริมคือ โซเดียมซัลโฟโดเดซิลเบนซีนที่มีความเข้มข้น 0.01 wt% โดยใช้ในอัตราการฉีดที่ 0.8 ลิตรต่อตารางเมตร พบว่าวิธีนี้สามารถลดปริมาณฝุ่นละอองได้

Croteau (2000) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการลดปริมาณฝุ่นละอองจากการก่อสร้าง โดยใช้ระบบ Local Exhaust Ventilation (LEV) สำหรับใช้ในการควบคุมการเกิดฝุ่นละอองและผงซิลิกา โดยใช้ในกิจกรรมของการตัดและเจียระไนคอนกรีต กิจกรรมที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วย 1. การตัดวัสดุประสานจากกำแพงอิฐ 2. การขัดเกลาผิวหน้าโลหะ 3. การตัดคอนกรีตบล๊อคปูถนน 4. การตัดก้อนอิฐ หลังจากการทดลองพบว่าวิธีดังกล่าวสามารถลดการเกิดฝุ่นละอองและผงซิลิกา โดยหลังจากการทดลองสามารถแสดงผลการทดลองและสามารถทราบปริมาณการลดลงของฝุ่นละอองได้ดังนี้ ดังนี้ 1. การตัดวัสดุประสานจากกำแพงอิฐ ลดได้ 12.8 % 2. การขัดเกลาผิวหน้าโลหะ ลดได้ 2.2% 3. การตัดคอนกรีตบล๊อคปูถนน ลดได้ 9.8% 4. การตัดก้อนอิฐ ลดได้ 13.6% อีกทั้งยังสามารถสรุปได้ว่าในกิจกรรมการก่อสร้างการทำความสะอาดในโครงการก่อสร้าง เมื่อสิ้นสุดกิจกรรมก่อสร้างทั้งหมดสามารถลดปริมาณฝุ่นละอองจากการก่อสร้างได้ถึง 90%

Shichao (2010) ได้ทำการศึกษาการลดปริมาณฝุ่นละอองและผงซิลิกาจากการก่อสร้าง ซึ่งได้ทำการศึกษาจากกิจกรรมในการก่อสร้างจำนวน 2 กิจกรรมในการก่อสร้าง ประกอบด้วย กิจกรรมการทำลายคอนกรีตและกิจกรรมการเจาะคอนกรีต โดยศึกษาจากกลุ่มตัวอย่าง 48 ตัวอย่าง สำหรับวิธีการที่ใช้ในการทดลองใช้วิธีการใช้ฉีดพ่นน้ำ (Wet method) และการใช้พัดลม (Fan) เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดฝุ่นละอองและผงซิลิกาที่เกิดจากการก่อสร้าง อีกทั้งยังสามารถสรุปแนวทางในการลดปริมาณฝุ่นละอองในการก่อสร้างที่ได้ จากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการก่อสร้างในประเทศฮ่องกง ดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 แนวทางในการลดปริมาณฝุ่นละอองจากกิจกรรมในการก่อสร้าง

Work process	Dust control measure
1. Excavation	Wet method / respirator / isolation
2. Rock drilling & breaking	Wet method / respirator
3. Loading & Unloading construction waste (rock)	Respirator
4. Soil nail / Rock bolt	Wet method / respirator

ตารางที่ 2.2 แนวทางในการลดปริมาณฝุ่นละอองจากกิจกรรมในการก่อสร้าง (ต่อ)

Work process	Dust control measure
5. Cement mixing for Concreting / grouting	Wet method / respirator / isolation
6. Cutting (e.g. concrete, bricking and other similar materials)	Wet method / respirator
7. Grinding (e.g. concrete, marble, granite)	Wet method / respirator
8. Concrete breaking and drilling	Wet method / respirator
9. Debris removal	Respirator
10. Drywall finishing (Sanding)	Respirator
11.Manual demolition (Concrete Structure)	Respirator
12. Heavy equipment demolition (Hydraulic hammer breaking / crusher)	Respirator
13. External wall tile removal	Wet method / isolation

ที่มา: Shichao (2010)

2.8 บทสรุป

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยอ้างอิงที่เกี่ยวข้อง พบว่ามีมาตรการรวมถึงข้อปฏิบัติที่ใช้สำหรับการป้องกันฝุ่นละออง เป็นเพียงการศึกษาถึงวิธีป้องกันเพื่อไม่ให้เกิดการฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองออกสู่สภาพแวดล้อมรอบนอกบริเวณที่มีการก่อสร้าง อีกทั้งมีการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองด้วยเครื่อง High volume ซึ่งเป็นการวัดปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศ โดยการวัดลักษณะดังกล่าวเป็นการวัดปริมาณฝุ่นในภาพรวมและลักษณะของเครื่องมือวัดมีขนาดใหญ่ไม่สามารถพกพาออกนอกสถานที่เพื่อทำการวัดเก็บตัวอย่างได้ รวมถึงไม่สามารถวัดปริมาณฝุ่นละอองที่มีแหล่งกำเนิดจากกิจกรรมจากการก่อสร้างได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาการวัดปริมาณฝุ่นละอองโดยใช้อุปกรณ์วัดปริมาณฝุ่นละอองแบบพกพา สำหรับเก็บข้อมูลตัวอย่างของปริมาณฝุ่นละอองและทำการศึกษาปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดจากแหล่งกำเนิดในกิจกรรมการก่อสร้างถนน

บทที่ 3

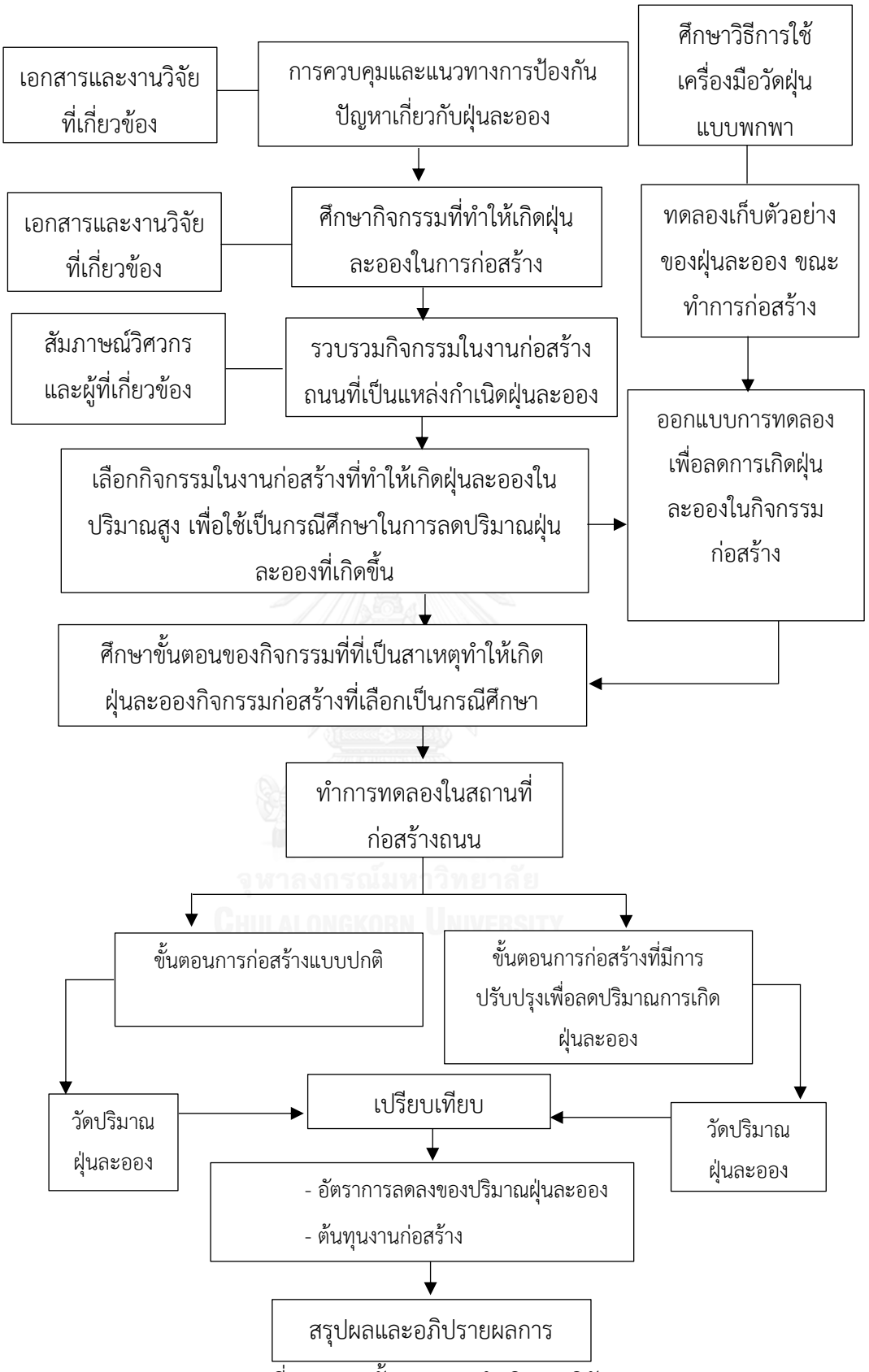
วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 บทนำ

ในงานวิจัยนี้แบ่งการศึกษา 3 ส่วน ประกอบด้วย การศึกษากิจกรรมในการก่อสร้างถนนที่ก่อให้เกิดฝุ่นละอองในขณะทำการก่อสร้าง การวัดปริมาณของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นในขณะทำการก่อสร้างและการเปรียบเทียบปริมาณฝุ่นละอองที่มีแหล่งกำเนิดจากกิจกรรมก่อสร้างปกติและกิจกรรมที่มีการปรับปรุงขั้นตอนเพื่อลดการเกิดปริมาณฝุ่นละออง โดยทำการออกแบบการทดลองเพื่อลดปริมาณฝุ่นละอองในกิจกรรมการก่อสร้างเป็นแหล่งกำเนิดของฝุ่นละออง

3.2 วิธีการดำเนินงานวิจัย

วิธีการดำเนินงานวิจัย เริ่มจากศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาเกี่ยวกับการควบคุมและแนวทางในการป้องกันปัญหาเกี่ยวกับฝุ่นละอองที่เกิดจากกิจกรรมในการก่อสร้างถนน รวมทั้งมาตรการที่ใช้เพื่อป้องกันฝุ่นละอองจากกิจกรรมในการก่อสร้าง จากนั้นทำการศึกษากิจกรรมที่มีในการก่อสร้างซึ่งเป็นกิจกรรมที่ทำให้เกิดฝุ่นละอองขึ้นในการก่อสร้างทั้งจากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่ผ่านมาและจากการสัมภาษณ์วิศวกรที่มีประสบการณ์ด้านการก่อสร้างถนน จากนั้นทำการศึกษาวิธีการปริมาณของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นขณะทำการก่อสร้าง ทำการเก็บข้อมูลจากบริเวณพื้นที่ก่อสร้าง โดยใช้เครื่องมือวัดฝุ่นแบบพกพา จากนั้นทำการศึกษาวิธีการในการลดปริมาณฝุ่นละอองจากขั้นตอนในการก่อสร้าง โดยข้อมูลจากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาได้ออกแบบวิธีการลดปริมาณฝุ่นละอองในขั้นตอนต่างๆ โดยทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบปริมาณการเกิดของฝุ่นละอองโดยใช้เครื่องมือวัดฝุ่นแบบพกพาจากกิจกรรมงานก่อสร้างถนนระหว่างขั้นตอนการก่อสร้างที่ออกแบบให้มีการป้องกันการเกิดฝุ่นละอองจากแหล่งกำเนิดกับที่ขั้นตอนการก่อสร้างปกติ ซึ่งสามารถแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 สรุปขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.3 การศึกษากิจกรรมการก่อสร้างถนนที่ก่อให้เกิดปัญหาฝุ่นละออง

การศึกษากิจกรรมในงานก่อสร้างที่มีการเกิดฝุ่นละอองเป็นการศึกษาและรวบรวมข้อมูลจากงานวิจัยที่ผ่านมาเกี่ยวกับกิจกรรมในงานก่อสร้างที่เป็นสาเหตุหลักของการเกิดฝุ่นละอองรวมถึงวิธีการและแนวทางในการแก้ไขปัญหา จากนั้นทำการรวบรวมขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมในการก่อสร้างถนน ดังแสดงในตารางที่ 3.1 หลังจากนั้นทำการเก็บข้อมูลเบื้องต้น (Preliminary survey) โดยใช้แบบสอบถาม ดังแสดงในภาคผนวก ก เพื่อทำการสอบถามและสัมภาษณ์วิศวกรและผู้ควบคุมงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบเกี่ยวกับงานก่อสร้างถนน หลังจากนั้นจะทำการวัดปริมาณฝุ่นละอองของกิจกรรมก่อสร้างถนนโดยใช้เครื่องมือวัดฝุ่นแบบพกพา ซึ่งข้อมูลที่ได้นั้นนำมาใช้สำหรับคัดเลือกกิจกรรมที่นำมาใช้เป็นกรณีศึกษา รวมถึงศึกษาแนวทางในการลดปริมาณของฝุ่นละอองจากกิจกรรมการก่อสร้าง โดยทำการออกแบบการทดลองเพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงกิจกรรมดังกล่าว

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างกิจกรรมในการก่อสร้างถนนที่เป็นสาเหตุของการเกิดฝุ่นละออง

ชื่อกิจกรรม	กิจกรรมที่เกิดฝุ่นละออง
1. งานถางป่าและขุดตอ (Clearing & Grubbing)	การขนย้าย, การถางป่า, การขุดดิน
2. งานดินถมคันทาง (Reshaping & Levelling)	
2.1 งานขุด (Cutting)	การตักดิน, การขนย้ายวัสดุ, การขุดดิน
2.2 งานถม (Filling)	การเทดิน, การบดอัดดิน, การเกลี่ยดิน
3. งานรองพื้นทาง (Sub base)	การบดอัด, การรวมกองวัสดุ, การเทดินลูกรัง
4. งานพื้นทาง (Base)	การรวมกองวัสดุ, การเทดินหินคลุก
5. งานผิวทาง (Surface)	
5.1 ผิวลาดยาง (Asphalt)	การเทวัสดุในขั้นตอนผสม
5.2 ผิวคอนกรีต (Concrete)	การเทคอนกรีต, การตัดรอยต่อของถนน, การทำความสะอาดผิวถนน

โดยผลที่ได้จากการเก็บข้อมูลเบื้องต้น (Preliminary survey) จะนำมาวิเคราะห์และคำนวณหาค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนัก ซึ่งใช้ในกรณีที่ข้อมูลแต่ละค่ามีความไม่เท่ากันโดยใช้สูตร ดังนี้

$$\text{ค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนัก} = \frac{\sum_{i=1}^{n} Wi \times Xi}{\sum_{i=1}^{n} Wi} \quad \text{---------- (1)}$$

โดยที่ W_i คือ น้ำหนักถ่วงของข้อมูล

X_i คือ ค่าที่ได้จากการตอบแบบสอบถาม

3.4 การวัดปริมาณของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นบริเวณพื้นที่การก่อสร้างถนน

การศึกษาปริมาณของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นรอบบริเวณที่มีการก่อสร้าง มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการศึกษาและวัดปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดจากการก่อสร้าง จากนั้นจึงเก็บตัวอย่างปริมาณของฝุ่นละอองจากแต่ละกิจกรรมในงานก่อสร้างที่ได้เลือกเป็นกรณีศึกษา

โดยรายละเอียดในการวัดปริมาณฝุ่นละอองใน 1 วันมีตารางแผนการเก็บข้อมูลดังตารางที่ 3.2 ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลนั้นจะนำมาใช้ในการวิเคราะห์เพื่อหาปริมาณของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมการก่อสร้างถนน

ตารางที่ 3.2 รายละเอียดการเก็บข้อมูลปริมาณฝุ่นละอองในโครงการก่อสร้างถนน

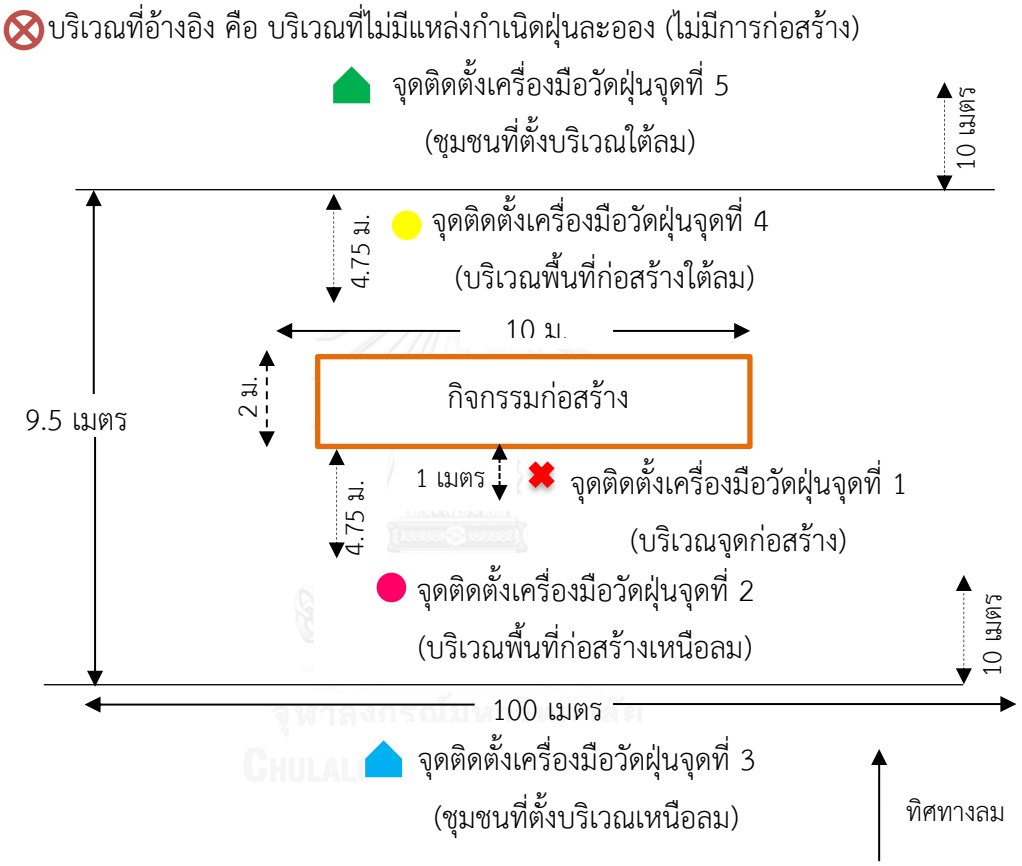
แผนการวัดปริมาณฝุ่นละออง			
ชื่อกิจกรรมก่อสร้าง	**บริเวณจุดวัด**	**จำนวนในการวัดข้อมูล (ครั้งต่อวัน)**	**รวมข้อมูลในการวัด (ครั้งต่อวัน)**
กิจกรรมเทดิน/กิจกรรมเกลี่ยดิน	บริเวณพื้นที่อ้างอิง	2	17 ครั้ง
	บริเวณจุดที่เกิดการก่อสร้าง	3	
	พื้นที่บริเวณใต้ลม	3	
	ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณเหนือลม	3	
	พื้นที่บริเวณเหนือลม	3	
	ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณใต้ลม	3	

3.4.1 รูปแบบการวัดและเก็บตัวอย่างของข้อมูล

การเลือกจุดที่ทำการเก็บตัวอย่าง เลือกจุดที่อยู่ภายในบริเวณที่มีการก่อสร้างถนน เพื่อให้ตัวอย่างของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นเป็นตัวแทนของฝุ่นละอองที่เกิดจากกิจกรรมก่อสร้างถนน นอกจากนี้

การติดตั้งเครื่องมือสำหรับเก็บตัวอย่างจะต้องมีความเหมาะสม ต้องปลอดภัยจากการโจรกรรม ป้องกันแสงอาทิตย์และฝนได้รวมถึงต้องไม่กีดขวางในการทำงานก่อสร้าง

สำหรับระยะในการกำหนดจุดวัด อ้างอิงจากความกว้างของถนนในโครงการก่อสร้างมีระยะความกว้างอยู่ที่ 9.5 เมตร โดยตำแหน่งที่ตั้งเครื่องมือและจุดที่ทำการเก็บตัวอย่างมีรายละเอียดดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 รูปแบบตำแหน่งการวัดและเก็บตัวอย่างข้อมูล กรณีลมพัดทางทิศเหนือ

โดยมีรายละเอียดของตำแหน่งจุดวัดดังนี้

- บริเวณจุดที่เกิดการก่อสร้าง หมายถึง บริเวณที่มีระยะห่างจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองกับจุดติดตั้งเครื่องมือสำหรับวัดฝุ่นละออง 1 เมตร ซึ่งเป็นระยะที่คาดว่าคนงานปฏิบัติหน้าที่อยู่ใกล้กับบริเวณกิจกรรมก่อสร้างมากที่สุด

- ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณเหนือลม หมายถึง บริเวณที่มีระยะห่างในการวัดจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองกับจุดติดตั้งเครื่องมือสำหรับวัดฝุ่นละออง 9.5 เมตร ทางทิศเหนือลม
- ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณใต้ลม หมายถึง บริเวณพื้นที่ที่มีระยะห่างในการวัดจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองกับจุดติดตั้งเครื่องมือสำหรับวัดฝุ่นละออง 9.5 เมตร ทางทิศใต้ลม
- พื้นที่บริเวณเหนือลม หมายถึง บริเวณที่มีระยะห่างในการวัดจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองกับจุดติดตั้งเครื่องมือสำหรับวัดฝุ่นละอองโดยมีระยะห่าง 4.75 เมตร ทางทิศเหนือลม
- พื้นที่บริเวณใต้ลม หมายถึง บริเวณที่มีระยะห่างในการวัดจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองกับจุดติดตั้งเครื่องมือสำหรับวัดฝุ่นละอองโดยมีระยะห่าง 4.75 เมตร ทางทิศใต้ลม
- บริเวณพื้นที่อ้างอิง (Reference site) หมายถึง บริเวณที่ไม่มีการก่อสร้าง

สำหรับขั้นตอนในการเก็บตัวอย่างข้อมูลในการทดลอง สามารถปฏิบัติตามได้ดังนี้

1. ทำการเตรียมพื้นที่สำหรับทดลอง โดยพื้นที่สำหรับทดลองนั้นมีความยาวทั้งหมด 100 เมตรและมีความกว้างเท่ากับความกว้างของถนนอยู่ที่ 9.5 เมตร
2. ทำการสำรวจบริเวณรอบๆ พื้นที่สำหรับทดลอง
3. ตรวจสอบทิศทางของลมและสภาพภูมิอากาศของแต่ละวัน
    - หากกรณีที่เกิดฝนตก ควรรอประมาณ 2 วัน แล้วทำการเก็บข้อมูลอีกครั้ง ทั้งนี้เพื่อให้พื้นที่ทดลองแห้งรวมถึงความชื้นในอากาศมีปริมาณน้อยลง

4. วัดความเร็วของลมในแต่ละวันทำโดยเครื่องมือวัดความเร็วลมชนิด Kestrel 3000 ดังแสดงในรูปที่ 3.3 โดยความเร็วของลมขณะที่ทำการทดลองนั้นจะต้องมีความเร็วไม่เกิน 5 เมตรต่อวินาที Pasquill (1983)

รูปที่ 3 3 เครื่องมือวัดความเร็วลม Kestrel 3000

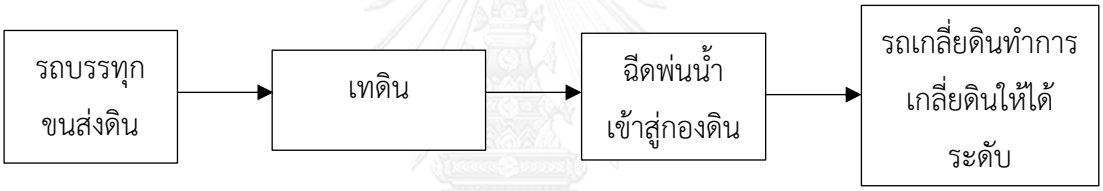
5. ทำการเก็บตัวอย่างข้อมูล โดยทำการทดลองในกิจกรรมก่อสร้าง ทั้งนี้กิจกรรมก่อสร้างทางได้เลือกกิจกรรมเทดิน ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวสามารถแบ่งได้เป็น 3 ขั้นตอนงานย่อย (Task) ดังรูปที่ 3.4 ดังนี้

รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการก่อสร้าง สำหรับงานเทดิน

5.1 ลำดับการวัดปริมาณฝุ่นละอองแต่ละจุด สามารถอธิบายได้ดังนี้

เริ่มแรกทำการเก็บข้อมูล ณ บริเวณพื้นที่อ้างอิง ในที่นี้คือ สถานีอุตุนิยมวิทยาลำปาง จากนั้นเดินทางไปยังบริเวณโครงการก่อสร้าง รอจนกว่ารถบรรทุกดินเข้ามาในบริเวณที่กำหนดสัญลักษณ์ไว้ เมื่อรถบรรทุกดินเริ่มเคลื่อนที่เข้าสู่พื้นที่ทดลอง ทำการเปิดเครื่องมือวัดฝุ่นแบบพกพาเพื่อบันทึกข้อมูล โดยจะต้องอยู่ห่างจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละออง (บริเวณก่อสร้าง) เป็นระยะทาง 1 เมตร จากนั้นเมื่อครบเวลาที่กำหนดเบื้องต้นแล้วรอจนแน่ใจว่าฝุ่นละอองไม่ฟุ้งกระจาย เมื่อสังเกตว่าไม่มีการฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองแล้วผู้ทดลองต้องทำการเปลี่ยนจุดสำหรับเก็บข้อมูลไปยังจุดที่ 2 คือ พื้นที่บริเวณเหนือลม ซึ่งอยู่ห่างจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละออง เป็นระยะทาง 4.75 เมตร (โดยระยะทาง 4.75 เมตรคือระยะทางแบ่งครึ่งของความกว้างถนนทั้งหมดมีระยะทาง 9.50 เมตร) จากนั้นเก็บข้อมูลจุดที่ 3 คือ ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณเหนือลม ซึ่งมีระยะห่างจากขอบถนนเป็นระยะทาง 9.5 เมตร จุดที่ 4 คือ พื้นที่บริเวณใต้ลม ซึ่งอยู่ห่างจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองเป็นระยะทาง 4.75 เมตร และจุดที่ 5 คือ ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณใต้ลม ซึ่งมีระยะห่างจากขอบถนนเป็นระยะทาง 9.5 เมตร ซึ่งทำการเก็บข้อมูลตามข้อปฏิบัติเหมือนกับจุดที่ 2 ทั้งหมด เมื่อเสร็จจากกิจกรรมก่อสร้าง (เทดิน) จากนั้นทำการเก็บข้อมูล ณ บริเวณพื้นที่อ้างอิงอีก

1 ครั้ง ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการเก็บตัวอย่างข้อมูลใน 1 กิจกรรมการเทดิน โดยข้อมูลของตัวอย่างจากการวัดในแต่ละครั้ง สามารถแสดงเป็นลักษณะกราฟเส้น ซึ่งแสดงปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กและขนาดใหญ่จำนวน 1 รูป ซึ่งทำการวัดข้อมูลจำนวน 5 จุด ดังนั้นในการวัดข้อมูลต่อกิจกรรม 1 ครั้ง จะได้กราฟแท่งแสดงปริมาณฝุ่นละอองแต่ละจุดจำนวน 5 รูป โดยทำการทดลองในพื้นที่ทดลองทั้งหมด 3 ครั้งวันละ 1 ครั้ง ซึ่งทำให้ตัวอย่างของข้อมูลมีจำนวนทั้งหมด 15 ตัวอย่างเมื่อรวมกับข้อมูลที่ได้จากการวัดในบริเวณพื้นที่อ้างอิง (reference site) จำนวน 2 ครั้ง จะได้ตัวอย่างของข้อมูลรวมทั้งหมด 17 ตัวอย่างข้อมูล จากนั้นนำข้อมูลเหล่านั้นมาทำการวิเคราะห์หาปริมาณของฝุ่นละอองที่เกิดจากกิจกรรมก่อสร้าง เพื่อออกแบบขั้นตอนการก่อสร้างเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง โดยวิธีการก่อสร้างแบบใหม่มีขั้นตอนการก่อสร้างที่ปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงดังแสดงในรูปที่ 3.5 เพื่อลดปริมาณการเกิดฝุ่นละอองต่อไป ซึ่งขั้นตอนการทดลองนั้นจะปฏิบัติตามการทดลองในกิจกรรมก่อสร้าง (เทดิน) แบบปกติเพียงแตกต่างที่ขั้นตอนการก่อสร้างที่ปรับปรุงหรือเพิ่มเติมบางขั้นตอน สามารถสรุปได้ดังแสดงในรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.5 ขั้นตอนกิจกรรมเทดินแบบปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง

3.5 การหาความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นในกิจกรรมก่อสร้างถนน

จากการศึกษาการวัดปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นในกิจกรรมก่อสร้างถนน โดยใช้เครื่องมือวัดฝุ่นแบบพกพา (Dylos air quality monitor) ซึ่งแสดงในหน่วยของปริมาณฝุ่นละอองต่อปริมาตรอากาศ (particle/ft^3) ซึ่งเป็นข้อจำกัดของเครื่องมือชนิดนี้ โดยปริมาณฝุ่นละอองที่ได้จากกิจกรรมเทดินและกิจกรรมเกลี่ยดินต้องนำมาหาค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง โดยทำการเปรียบเทียบกราฟระหว่างปริมาณฝุ่นละอองที่ได้จากการวัดโดยใช้เครื่องมือวัดฝุ่นแบบพกพา (Dylos air quality monitor) กับค่าความเข้มข้นที่ได้มาจากเครื่องมือวัดอนุภาคอากาศ (Particle Count/Mass Monitor) ดังแสดงในรูปที่ 3.6 ซึ่งแสดงในหน่วยของน้ำหนักของฝุ่นละอองต่อปริมาตรอากาศ ($\mu g/m^3$) จากนั้นทำการเปรียบเทียบปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้จากเครื่องมือวัดฝุ่นแบบพกพากับกราฟมาตรฐาน ซึ่งค่าที่อ่านได้จากกราฟคือค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองจากการเก็บข้อมูลและทำการ

เปรียบเทียบค่าความเข้มข้นที่เกิดขึ้นในกิจกรรมก่อสร้างปกติกับกิจกรรมก่อสร้างที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละอองดังแสดงในสมการที่ 2

รูปที่ 3.6 เครื่องมือวัดอนุภาคอากาศ (Particle Count/Mass Monitor)

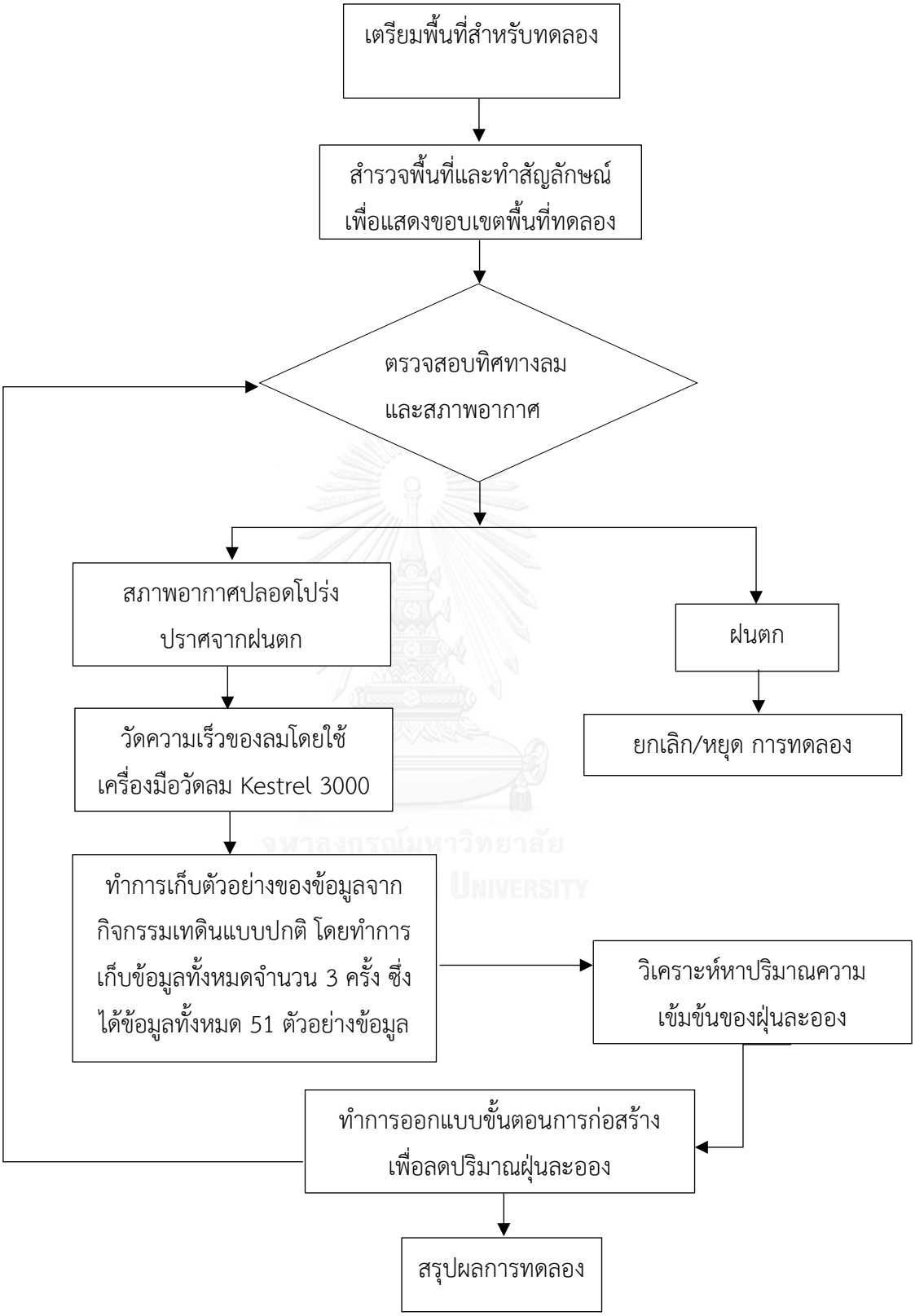
โดยการเปรียบเทียบการลดลงของความเข้มข้นฝุ่นละออง สามารถคำนวณจากสูตรดังนี้

$$\text{การลดลงของความเข้มข้นฝุ่นละออง (\%)} = \frac{(A-B)}{A} \times 100 \quad \text{---------- (2)}$$

โดยที่ A คือ ความเข้มข้นฝุ่นละอองจากกิจกรรมก่อสร้างปกติ มีหน่วยเป็น $\mu g/m^3$

B คือ ความเข้มข้นฝุ่นละอองจากกิจกรรมก่อสร้างที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง มีหน่วยเป็น $\mu g/m^3$

Chulalongkorn University



รูปที่ 3.7 สรุปขั้นตอนการทดลอง

3.6 เครื่องมือสำหรับใช้ในการวัดปริมาณฝุ่นละออง

ในการเก็บตัวอย่างข้อมูลโดยใช้เครื่องวัดฝุ่นแบบพกพาดังแสดงในรูปที่ 3.8 สำหรับใช้ในการเก็บข้อมูลวัดปริมาณฝุ่นละอองและเปรียบเทียบหาปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดจากในกิจกรรมการก่อสร้าง เนื่องจากเครื่องมือมีน้ำหนักเบาและสะดวกต่อการพกพาสำหรับใช้ติดตั้งวัดปริมาณฝุ่นละอองในช่วงเวลาที่ทำการเก็บข้อมูลได้ โดยคุณสมบัติและวิธีการใช้งานอยู่ในภาคผนวก ข

รูปที่ 3.8 เครื่องวัดฝุ่นแบบพกพา Dylos air quality monitor
รุ่น DC 1700 Battery operated AQM

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

3.6.1 วิธีการเก็บตัวอย่างของฝุ่นละออง

วิธีการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองโดยเครื่องวัดฝุ่นแบบพกพา (Dylos air quality monitor) รุ่น DC 1700 Battery operated AQM มีวิธีการใช้งานตามขั้นตอน ดังนี้

1. เปิดเครื่องเพื่อเริ่มการใช้งาน

2. หน้าจอจะแสดงแทบบาร์และตัวเลขเกิดขึ้น โดยจะแบ่งการนับค่าปริมาณของฝุ่นละออง เป็น 2 ด้าน ได้แก่ ด้านซ้าย คือ ฝุ่นละอองขนาดเล็ก มีขนาดมากกว่า 0.5 ไมครอน ส่วนด้านขวา คือ ฝุ่นละอองขนาดใหญ่ มีขนาดมากกว่า 2.5 ไมครอน

3. เครื่องมือมีฟังก์ชั่นการใช้งานได้หลายฟังก์ชั่น สามารถเลือกโหมดการใช้งานในการเก็บตัวอย่างของฝุ่นละอองได้ เช่น เลือกเก็บค่าตัวอย่างในหน่วยนาที ชั่วโมง วันและสัปดาห์ได้

4. เมื่อเลือกโหมดที่ต้องการใช้แล้ว เครื่องมือจะทำการเก็บข้อมูลตามโหมดที่เลือก ซึ่งเมื่อเครื่องมือทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองตามระยะเวลาที่กำหนดแล้ว สามารถเลือกดูปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองได้ในทันที

5. จากนั้นทำการวิเคราะห์ปริมาณของฝุ่นละอองที่ได้จากการเก็บตัวอย่าง โดยใช้โปรแกรม Dylos logger version 1.6 ดังแสดงในรูปที่ 3.9

6. โปรแกรมจะแสดงผลปริมาณของฝุ่นละอองในรูปแบบของกราฟ ซึ่งแสดงในหน่วยของปริมาณของฝุ่นละอองต่อปริมาตรในอากาศ (Particle per air volume)

รูปที่ 3.9 โปรแกรม Dylos logger version 1.6

3.6.2 ลักษณะสถานที่สำหรับทำการทดลองเก็บตัวอย่างเพื่อวัดปริมาณฝุ่นละออง

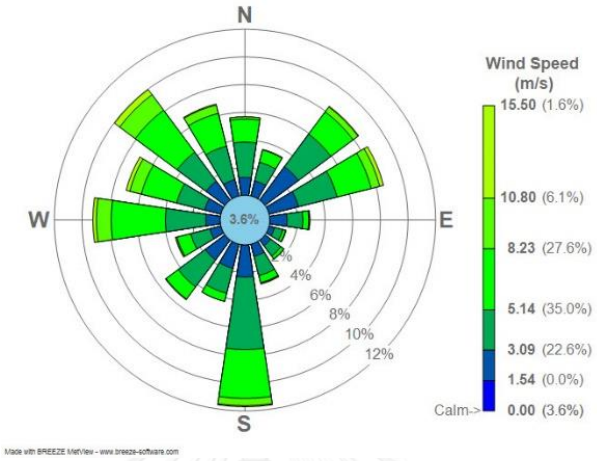
ในการทดลองเก็บตัวอย่างเพื่อวัดปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมการก่อสร้างถนน มีลักษณะการเก็บตัวอย่าง ตามสถานที่ต่างๆ ดังนี้

1) เก็บตัวอย่างบริเวณที่มีกิจกรรมก่อสร้าง โดยทำการติดตั้งเครื่องมือวัดฝุ่นพกพา ห่างจากบริเวณที่มีกิจกรรมการก่อสร้างเป็นระยะทาง 1 เมตร

2) เก็บตัวอย่างบริเวณภายในพื้นที่ก่อสร้าง โดยทำการติดตั้งเครื่องมือวัดฝุ่นพกพา ห่างจากบริเวณที่มีกิจกรรมการก่อสร้างเป็นระยะทาง 4.75 เมตร

2) เก็บตัวอย่างบริเวณชุมชนที่อยู่รอบบริเวณที่มีกิจกรรมการก่อสร้าง โดยใช้เครื่องมือวัดฝุ่นแบบพกพาในระยะทาง 9.5 เมตร

4) เก็บตัวอย่างจากบริเวณสำหรับอ้างอิง (Reference site) พิจารณาจากบริเวณที่ปราศจากกิจกรรมจากงานก่อสร้าง ซึ่งจะต้องตั้งอยู่ในบริเวณทิศทางเหนือลม (Upwind) โดยสังเกตจากแผนที่ทิศทางลม (Wind rose) จากกรมอุตุนิยมวิทยา ดังแสดงในรูปที่ 3.10

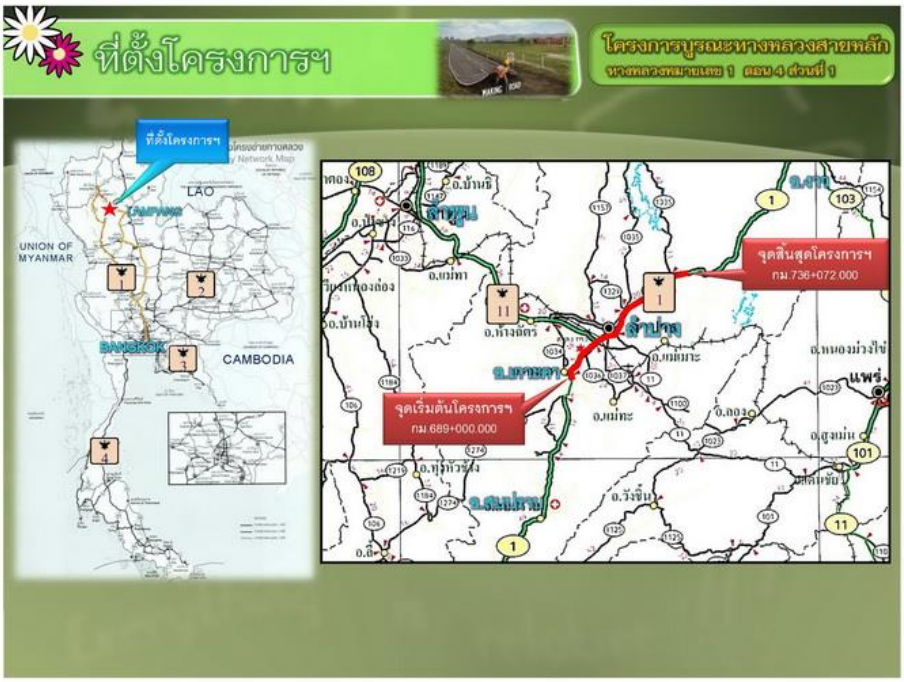


รูปที่ 3.10 แผนที่ทิศทางลม (Wind rose)
(ที่มา: https://en.wikipedia.org/wiki/Wind_rose#/media/File:Wind_rose_plot.jpg)

3.6.3 ข้อมูลทั่วไปของสถานที่สำหรับทำการทดลองเก็บตัวอย่างเพื่อวัดปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้น

ตารางที่ 3.3 ข้อมูลทั่วไปของโครงการก่อสร้าง

ชื่อโครงการก่อสร้าง	โครงการบูรณะโครงข่ายสายหลักระหว่างภาค ทางหลวงหมายเลข 1 สายตาก – พะเยา ตอน 4 ส่วนที่ 1 (ลำปาง – งาว) (เป็นตอนๆ) ระหว่างกม. 609+000.000 – กม. 736+072.000
ระยะทางยาว	36.699 กิโลเมตร
มาตรฐานทาง	ชั้นพิเศษ (4 ช่องจราจร ไป – กลับ ข้างละ 2 ช่องจราจร)
สัญญาเลขที่	สท. 1/22/2558 ลงวันที่ 9 มิถุนายน พ.ศ. 2558
วันเริ่มต้นสัญญา	10 มิถุนายน พ.ศ. 2558
วันสิ้นสุดสัญญา	26 กันยายน พ.ศ. 2560
ระยะเวลาดำเนินการ	840 วัน



รูปที่ 3.11 ที่ตั้งโครงการก่อสร้าง

ที่มา: (http://www.const1.com/index.php?option=com_content&id=895&lang=th&layout=edit&view=article)

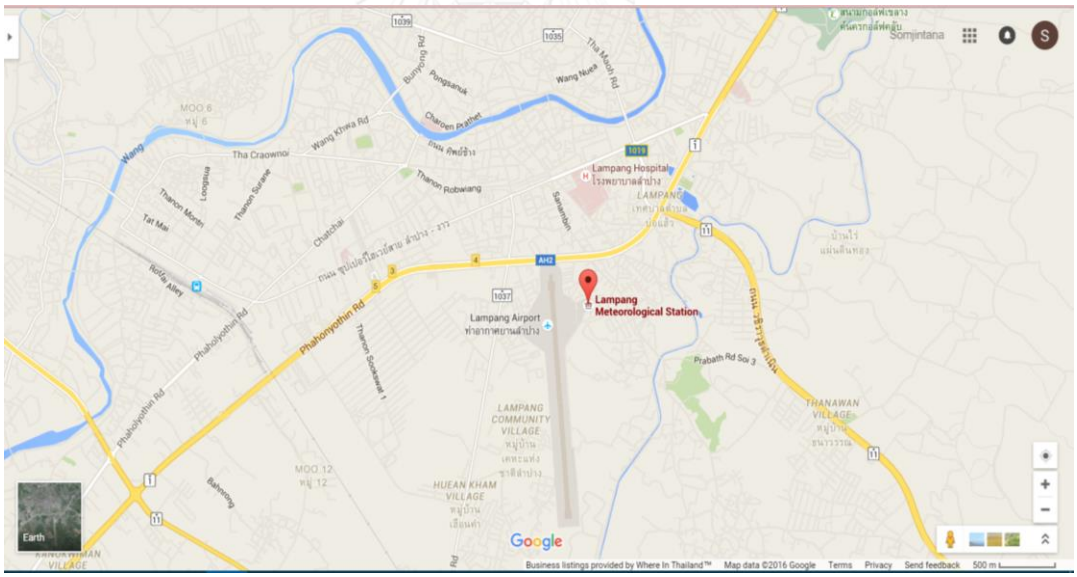
1. ข้อมูลทั่วไปสำหรับบริเวณสำหรับอ้างอิง (Reference site) มีรายละเอียดดังนี้

รูปที่ 3.12 สถานีอุตุนิยมวิทยาลำปาง

ตารางที่ 3.4 ข้อมูลทั่วไปของสถานีอุตุนิยมวิทยา

ชื่อภาษาไทย	สถานีอุตุนิยมวิทยาลำปาง
ชื่อภาษาอังกฤษ	Lampang meteorological station
ชื่อเดิม	สถานีตรวจอากาศลำปาง
เลขที่ประจำสถานี (WMO)	48328
ประเภทสถานี	ตรวจอากาศผิวพื้น (Surface)
ที่ตั้งสถานี	สถานีอุตุนิยมวิทยาลำปาง เลขที่ 149 ถนนสนามบิน1 ตำบลพระบาท อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง 52000
เนื้อที่	1 ไร่ 2 งาน
พิกัดสถานีอุตุนิยมวิทยา	ละติจูด 18° 17’ 00” องศาเหนือ
	ลองติจุด 99° 31’ 00” องศาตะวันออก

ผังที่ตั้งสถานีอุตุนิยมวิทยาลำปาง



รูปที่ 3.13 แผนผังที่ตั้งสถานีอุตุนิยมวิทยาลำปาง

ที่มา:(http://goo.gl/xhBj5z)

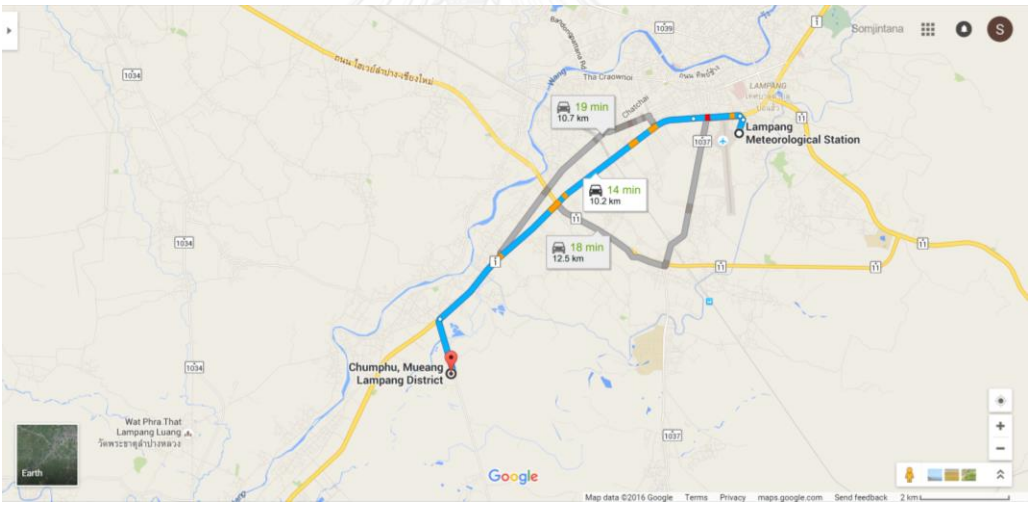
2. ระยะทางระหว่างโครงการก่อสร้างถึงบริเวณสำหรับอ้างอิง (Reference site) มีรายละเอียดดังนี้

โครงการบูรณะโครงข่ายสายหลักระหว่างภาค ทางหลวงหมายเลข 1 สายตาก – พะเยา ตอน 4 ส่วนที่ 1 (ลำปาง – งาว) (เป็นตอนๆ) ระหว่างกม. 609+000.000 –กม. 736+072.000 มีระยะทางรวม 36.669 กิโลเมตร โดยเริ่มก่อสร้างตั้งแต่ตำบลศาลา อำเภอเกาะคา จังหวัดลำปาง สิ้นสุดที่ตำบลชมพู อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง สำหรับระยะทางระหว่างโครงการก่อสร้างกับบริเวณสำหรับอ้างอิง (Reference site) โดยระยะทางสามารถวัดได้ดังนี้

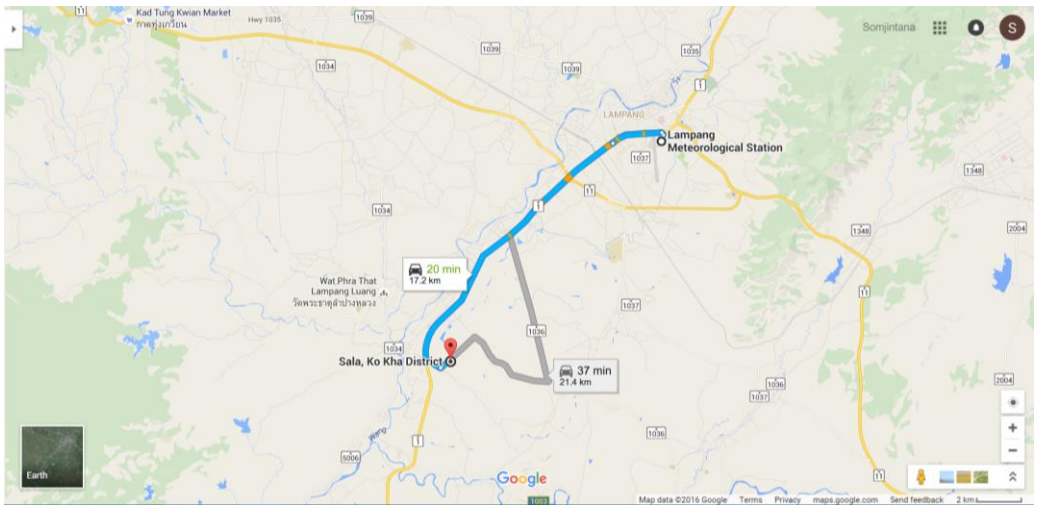
1. ระยะทางระหว่างตำบลชมพู อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง จนถึง สถานีอุตุนิยมวิทยาลำปาง มีระยะห่างที่ 10.2 กิโลเมตรแสดงในรูปที่ 3.14

2. ระยะทางระหว่างตำบลศาลา อำเภอเกาะคา จังหวัดลำปาง จนถึง สถานีอุตุนิยมวิทยาลำปาง มีระยะห่างที่ 17.2 กิโลเมตรแสดงในรูปที่ 3.15

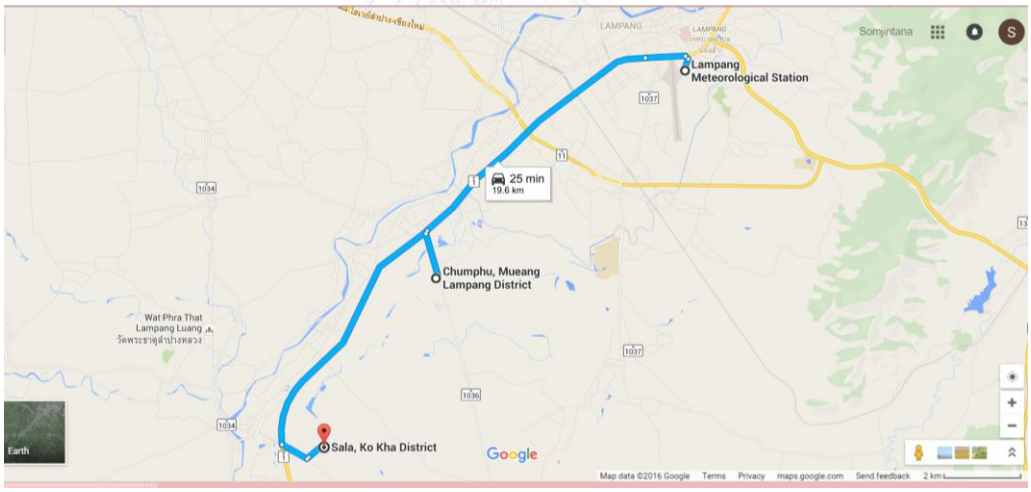
3. ภาพรวมของระยะทางระหว่างโครงการก่อสร้างทั้งหมดจนถึงสถานีอุตุนิยมวิทยาลำปาง ดังแสดงในรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.14 ระยะทางระหว่างตำบลชมพู อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง จนถึง สถานีอุตุนิยมวิทยาลำปาง ที่มา: (https://goo.gl/uNAD1J)



รูปที่ 3.15 ระยะทางระหว่างตำบลศาลา อำเภอเกาะคา จังหวัดลำปาง จนถึง สถานีอุตุนิยมวิทยาลำปาง ที่มา: (https://goo.gl/IVNKzu)



รูปที่ 3.16 ภาพรวมของระยะทางทั้งหมดจากโครงการก่อสร้างจนถึงสถานีอุตุนิยมวิทยาลำปาง ที่มา: (https://goo.gl/RfmhkU)

3.6.4 ตัวอย่างการคำนวณต้นทุนในงานก่อสร้าง

จากการศึกษาการลดปริมาณฝุ่นละอองจากการก่อสร้างถนน จะทำการเปรียบเทียบต้นทุนที่ใช้ในการก่อสร้างระหว่างขั้นตอนการก่อสร้างเดิมกับขั้นตอนการก่อสร้างที่ได้รับการปรับปรุงเพื่อใช้ในการลดปริมาณฝุ่นละออง โดยในกรณีของขั้นตอนการก่อสร้างที่ได้รับการปรับปรุงนั้นมีการเปลี่ยนแปลง เพิ่มเติมอุปกรณ์รวมถึงเพิ่มขั้นตอนในบางส่วน อาจส่งผลทำให้ต้นทุนที่ใช้มี

ความแตกต่างกับขั้นตอนการก่อสร้างเดิม ซึ่งต้นทุนที่ใช้ในการเปรียบเทียบจะใช้ข้อมูลของกระทรวงการคลัง (2555) ซึ่งเป็นราคาที่คำนวณแบบราคาต่อหน่วย (unit price) สามารถคำนวณหาราคาต้นทุนได้โดยใช้สูตร ดังนี้

$$\text{ราคาต้นทุน} = \text{ปริมาณงาน} \times \text{ราคาต่อหน่วย} \qquad \text{---------- (3)}$$

และค่าเสื่อมราคาของเครื่องมือและวัสดุ (Maintenance cost) สามารถคำนวณหาค่าเสื่อมราคาได้โดยใช้สูตร ดังนี้

$$\text{ค่าเสื่อมราคา} = \frac{\text{ราคาวัสดุ/เครื่องมือ (บาท)}}{\text{อายุการใช้งาน (วัน)}} \qquad \text{---------- (4)}$$

<u>ตัวอย่างในการคำนวณหาค่าต้นทุนในการก่อสร้างได้ดังต่อไปนี้</u>

การเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในกิจกรรมก่อสร้าง โดยเลือกกิจกรรมที่ทำการศึกษาคืองานถมดิน ประกอบด้วย กิจกรรมเทดินและกิจกรรมเกลี่ยดิน โดยทำการเก็บตัวอย่างปริมาณฝุ่นละอองแต่ละกิจกรรมเป็นระยะเวลาทั้งหมด 6 วัน ซึ่งได้แบ่งเป็น 3 วันแรกสำหรับกิจกรรมที่มีขั้นตอนการก่อสร้างเดิมและอีก 3 วันสำหรับกิจกรรมที่มีขั้นตอนการก่อสร้างซึ่งได้รับการปรับปรุงหรือเพิ่มเติมขั้นตอนใหม่ ซึ่งเมื่อทำการเก็บตัวอย่างปริมาณฝุ่นละอองจากเครื่องมือวัดฝุ่นแบบพกพาและพิจารณาเปรียบเทียบถึงต้นทุนที่ใช้ในการก่อสร้าง สามารถคำนวณดังแสดงตัวอย่างในตารางที่ 3.5 และตารางที่ 3.6 ได้ดังนี้

ตารางที่ 3.5 ตัวอย่างการเปรียบเทียบต้นทุนในการก่อสร้างของกิจกรรมเทดิน

รายการ	กิจกรรมเทดินแบบปกติ	กิจกรรมเทดินที่ได้รับการปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง
1. เทดิน 15 คัน จำนวน 16.56 ลบ.ม. ราคาลบ.ม. ละ 90 บาท	22,356 บาท	22,356 บาท
2. เครื่องฉีดพ่นน้ำชนิดมือโยก ขนาด 16 ลิตรสำหรับใช้ฉีดฉีดพ่นน้ำ	-	473 บาท
3. จ้างคนงานเพิ่ม 1 คน สำหรับฉีดพ่นน้ำ	-	300 บาท
ยอดรวม	22,356 บาท	23,129 บาท

ตารางที่ 3.6 ตัวอย่างการเปรียบเทียบต้นทุนในการก่อสร้างของกิจกรรมเกลี่ยดิน

รายการ	กิจกรรมเกลี่ยดินแบบปกติ	กิจกรรมเกลี่ยดินที่ได้รับการปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง
1. เทดิน 15 คัน จำนวน 16.56 ลบ.ม. ราคาลบ.ม. ละ 90 บาท	22,356 บาท	22,356 บาท
2. ตาข่ายกรองแสง 70 เปอร์เซ็นต์ ความยาว 150 เมตร ราคาเมตรละ 23 บาท	-	3,959 บาท
3. ไม้ยูคาฯ ขนาด 2” × 3.00 เมตร จำนวน 50 ต้น ราคาต้นละ 20 บาท	-	1,000 บาท
4. จ้างคนงานเพิ่ม 5 คน สำหรับติดตั้งแผงกั้นฝุ่นละออง		1,500 บาท
ยอดรวม	22,356 บาท	28,815 บาท

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

โดยทำการเปรียบเทียบปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมการก่อสร้างปกติกับกิจกรรมก่อสร้างที่ได้รับการปรับปรุงหรือเพิ่มเติมขั้นตอนเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง รวมถึงเปรียบเทียบราคาต้นทุนที่ใช้ในกิจกรรมก่อสร้างของ 2 กิจกรรมที่ใช้เป็นกรณีศึกษา ไว้ดังตารางที่ 3.7 และตารางที่ 3.8 ดังนี้

ตารางที่ 3.7 ตัวอย่างการเปรียบเทียบปริมาณการลดลงของฝุ่นละอองขนาดเล็กจากการวัดขณะเกิดกิจกรรมการก่อสร้างและต้นทุนการก่อสร้าง

ตำแหน่งจุดวัด	ปริมาณฝุ่นละอองจากกิจกรรมก่อสร้างแบบปกติ (Particle/ft^3)	ปริมาณฝุ่นละอองจากกิจกรรมก่อสร้างที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง (Particle/ft^3)	ราคาต้นทุน (บาท)	
			แบบเดิม	แบบใหม่
จุดที่ 1				
จุดที่ 2				
จุดที่ 3				
จุดที่ 4				
จุดที่ 5				

ตารางที่ 3.8 ตัวอย่างการเปรียบเทียบปริมาณการลดลงของฝุ่นละอองขนาดใหญ่จากการวัดขณะเกิดกิจกรรมการก่อสร้างและต้นทุนการก่อสร้าง

ตำแหน่งจุดวัด	ปริมาณฝุ่นละอองจากกิจกรรมก่อสร้างแบบปกติ (Particle/ft^3)	ปริมาณฝุ่นละอองจากกิจกรรมก่อสร้างที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง (Particle/ft^3)	ราคาต้นทุน (บาท)	
			แบบเดิม	แบบใหม่
จุดที่ 1				
จุดที่ 2				
จุดที่ 3				
จุดที่ 4				
จุดที่ 5				

โดยสามารถเปรียบเทียบความแตกต่างของต้นทุนในกิจกรรมก่อสร้างทั้งสองกิจกรรม ได้ดังตารางที่ 3.9 และตารางที่ 3.10 ดังนี้

ตารางที่ 3.9 ตัวอย่างการเปรียบเทียบความแตกต่างของต้นทุนการก่อสร้างของกิจกรรมเทดิน

กิจกรรมก่อสร้าง	ราคาต้นทุน	
	กิจกรรมเทดินแบบปกติ (บาท)	กิจกรรมเทดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง (บาท)
กิจกรรมเทดิน	22,356	23,129

จากตารางที่ 3.9 พบว่าต้นทุนในการก่อสร้างของกิจกรรมเทดินแบบปกติราคา 22,356 บาท ส่วนกิจกรรมเทดินที่มีการปรับปรุงขั้นตอนการก่อสร้างเพื่อลดปริมาณฝุ่นละอองราคา 23,129 บาท ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากิจกรรมเทดินที่มีการปรับปรุงขั้นตอนการก่อสร้างสามารถลดปริมาณการเกิดฝุ่นละอองได้ดีกว่ากิจกรรมเทดินแบบเดิมถึงแม้ว่าราคาต้นทุนอาจสูงกว่า

ตารางที่ 3.10 ตัวอย่างการเปรียบเทียบความแตกต่างของต้นทุนการก่อสร้างของกิจกรรมเกลี่ยดิน

กิจกรรมก่อสร้าง	ราคาต้นทุน	
	กิจกรรมเกลี่ยดินแบบปกติ (บาท)	กิจกรรมเกลี่ยดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง (บาท)
กิจกรรมเกลี่ยดิน	22,356	28,815

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 3.10 พบว่าต้นทุนในการก่อสร้างของกิจกรรมเกลี่ยดินแบบเดิมอยู่ที่ราคา 22,356 บาท ส่วนกิจกรรมเกลี่ยดินที่มีการปรับปรุงขั้นตอนการก่อสร้างมีราคาต้นทุน 28,815 บาท ซึ่งสามารถแสดงให้เห็นว่ากิจกรรมเกลี่ยดินที่มีการปรับปรุงขั้นตอนการก่อสร้าง สามารถลดปริมาณการเกิดฝุ่นละอองได้ดีกว่ากิจกรรมเกลี่ยดินแบบเดิมถึงแม้ว่าราคาต้นทุนอาจสูงกว่า

ทั้งนี้การพิจารณาเรื่องปริมาณการลดลงของฝุ่นละอองและต้นทุนที่ใช้การก่อสร้างนั้น สามารถนำไปใช้สำหรับเป็นแนวทางในการตัดสินใจของผู้ที่สนใจและต้องการลดปริมาณการเกิดฝุ่นละอองจากการก่อสร้างระหว่างการก่อสร้างที่ใช้กิจกรรมการก่อสร้างแบบปกติกับการก่อสร้างที่

ได้รับการปรับปรุงเพื่อลดปริมาณการเกิดฝุ่นละออง โดยการเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณของฝุ่นละอองรวมถึงต้นทุนในการก่อสร้างได้

3.7 บทสรุป

การศึกษางานวิจัยในบทนี้แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนการศึกษาแนวทางการลดปริมาณฝุ่นละออง ประกอบด้วย 1. การศึกษากิจกรรมในการก่อสร้างถนนที่ก่อให้เกิดปัญหาฝุ่นละออง 2. การศึกษาปริมาณของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นขณะทำการก่อสร้าง โดยในส่วนของการศึกษากิจกรรมในการก่อสร้างถนนที่ก่อให้เกิดปัญหาฝุ่นละอองจะทำการออกแบบการทดลองเพื่อหาสาเหตุของการเกิดฝุ่นละอองจากนั้นทำการวิเคราะห์ว่าขั้นตอนในกิจกรรมการก่อสร้างที่เกิดปัญหาฝุ่นละอองและทำการคัดเลือกเป็นกรณีศึกษาและทำการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกิจกรรมที่ใช้ขั้นตอนการก่อสร้างเดิมกับกิจกรรมที่ได้รับการปรับปรุงขั้นตอนการก่อสร้าง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 4

ผลการศึกษากิจกรรมที่ทำให้เกิดฝุ่นละอองและปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นในโครงการก่อสร้าง

4.1 ผลการศึกษากิจกรรมที่ทำให้เกิดฝุ่นละออง

จากการศึกษาข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและจากการสัมภาษณ์วิศวกรและผู้ที่เกี่ยวข้องกับงานก่อสร้างในเบื้องต้น รวมถึงการศึกษาจากการเก็บข้อมูลบริเวณโครงการบูรณะโครงข่ายสายหลักระหว่างภาค ทางหลวงหมายเลข 1 สายตากถึงพะเยา ตอน 4 ส่วนที่ 1 (ลำปาง – งาว) (เป็นตอนๆ) ระหว่าง กม. 609+000.000 ถึง กม. 736+072.000 เบื้องต้นพบว่ากิจกรรมก่อสร้างที่สามารถเกิดปัญหาฝุ่นละอองในบริเวณที่มีการก่อสร้างถนน ประกอบด้วย

- งานถางป่า (Clearing and Grubbing)
- งานดินถมคันทาง (Reshaping and levelling) ซึ่งแบ่งออกเป็น
    - งานขุด (Cutting)
    - งานถม (Filling)
- งานรองพื้นทาง (Sub base)
- งานพื้นทาง (Base)
- งานผิวทาง (Surface) ซึ่งแบ่งออกเป็น
    - ผิวลาดยาง (Asphalt)
    - ผิวคอนกรีต (Concrete)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากผลการศึกษากิจกรรมที่เป็นแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองจากความคิดเห็นของผู้ที่เกี่ยวข้องกับงานก่อสร้างถนน ดังแสดงในภาคผนวก ก.2 โดยจากการคำนวณหาค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนักดังสมการที่ 1 พบว่ากิจกรรมที่เกิดฝุ่นละอองมากที่สุดในบริเวณที่มีการก่อสร้างถนน คือ กิจกรรมในส่วนของงานถมดิน ซึ่งประกอบด้วย 2 กิจกรรมย่อย ได้แก่ กิจกรรมเทดินและกิจกรรมเกลี่ยดิน โดยจากการเก็บข้อมูลเบื้องต้นบริเวณพื้นที่ก่อสร้างในช่วงกม. 700+800.000 ระหว่างวันที่ 1 มีนาคม 2559 จนถึง 4 มีนาคม 2559 ซึ่งอยู่ระหว่างการดำเนินงานในส่วนของกิจกรรมก่อสร้างส่วนงานถมดิน ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมเทดินและเกลี่ยดิน โดยข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลโดยใช้เครื่องมือวัด

ฝุ่นแบบพกพา สามารถนำมาวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นในกิจกรรมก่อสร้างในแต่ละงาน เช่น กิจกรรรมเทดินมีแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองขณะทำการก่อสร้าง ได้แก่ เศษดินจากการเทดิน เศษดินที่ติดมาจากล้อรถบรรทุก ความเร็วในการขับขี่ของรถบรรทุกเมื่อรถบรรทุกเข้าสู่บริเวณก่อสร้างด้วยความเร็วที่มากกว่าปกติ รวมถึงลักษณะของดินในแต่ละวันที่นำมาจากบ่อดิน ส่วนกิจกรรมเกลี่ยดินมีแหล่งกำเนิดของฝุ่นละออง ได้แก่ การเกลี่ยเพื่อปรับระดับหน้าดินของรถเกลี่ยดิน (Grader) และความเร็วในการขับขี่เครื่องจักร เป็นต้น โดยกิจกรรมเทดินและกิจกรรมเกลี่ยดินที่เกิดขึ้นบริเวณพื้นที่ก่อสร้างและเป็นแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองสามารถแสดงตัวอย่างได้ดังรูปที่ 4.1 ถึงรูปที่ 4.5 ดังนี้

รูปที่ 4.1 แปลงทดลอง สำหรับกิจกรรมเทดิน

รูปที่ 4.2 แหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองจากกิจกรรมเทดิน (ดัมพ์ดิน)

รูปที่ 4.3 แหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองจากควันจากท่อไอเสียของรถบรรทุก

รูปที่ 4.4 แหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองจากควันจากท่อไอเสียของรถเกลี่ยดิน (Grader)

รูปที่ 4.5 แหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองจากกิจกรรมเกลี่ยดินของรถเกลี่ยดิน (Grader)

4.2 ผลการวัดปริมาณฝุ่นละอองที่ได้จากการวัดข้อมูลโดยใช้เครื่องมือวัดฝุ่นแบบพกพา

ในงานวิจัยนี้ได้ใช้กิจกรรมในงานดินแบ่งได้ออกเป็น 2 กิจกรรม ซึ่งได้จากการสัมภาษณ์และสอบถามวิศวกรและผู้ควบคุมงานที่เกี่ยวข้อง โดยเก็บในกิจกรรมก่อสร้างที่เกิดฝุ่นละอองมากที่สุด คือ กิจกรรมในส่วนของงานถมดิน ได้แก่ กิจกรรมเทดินและกิจกรรมเกลี่ยดิน สำหรับการเก็บข้อมูลทางผู้วิจัยได้กำหนดจุดวัดข้อมูล (ปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นในบริเวณก่อสร้าง) ทั้งหมด 5 จุดวัดซึ่งความยาวของแปลงทดลองมีระยะทาง 100 เมตร ตั้งอยู่ในช่วงกม. 700+800.000 โดยทำการเก็บข้อมูลระหว่างวันที่ 3 มีนาคม 2559 จนถึง 27 พฤษภาคม 2559 โดยเลือกระยะเวลาในการเก็บข้อมูลกิจกรรมละ 3 วัน สำหรับข้อมูลที่ได้จากการวัดข้อมูลโดยใช้เครื่องมือวัดฝุ่นแบบพกพาสามารถแสดงได้ในตารางที่ 4.1 ถึง ตารางที่ 4.4 ดังนี้

4.2.1 ค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กและขนาดใหญ่จากกิจกรรมเทดิน

โดยทำการเก็บข้อมูลจากกิจกรรมเทดินในบริเวณก่อสร้าง โดยทำการติดตั้งเครื่องมือวัดฝุ่นแบบพกพา วัดบริเวณจุดวัดจำนวน 5 จุด ประกอบด้วย

- บริเวณจุดที่เกิดการก่อสร้าง
- บริเวณพื้นที่ก่อสร้างเหนือลม
- ชุมชนที่ตั้งบริเวณเหนือลม
- บริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม
- ชุมชนที่ตั้งบริเวณใต้ลม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

หลังจากทำการวัดค่าปริมาณฝุ่นละอองแล้วเสร็จ นำข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลดังแสดงในภาคผนวก ค มาทำการวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นละอองที่คนงานและประชาชนโดยรอบบริเวณก่อสร้างที่คาดว่าจะได้รับจากกิจกรรมเทดิน โดยแยกเป็นค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กและฝุ่นละอองขนาดใหญ่

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กทั้งหมดของกิจกรรมเทดิน

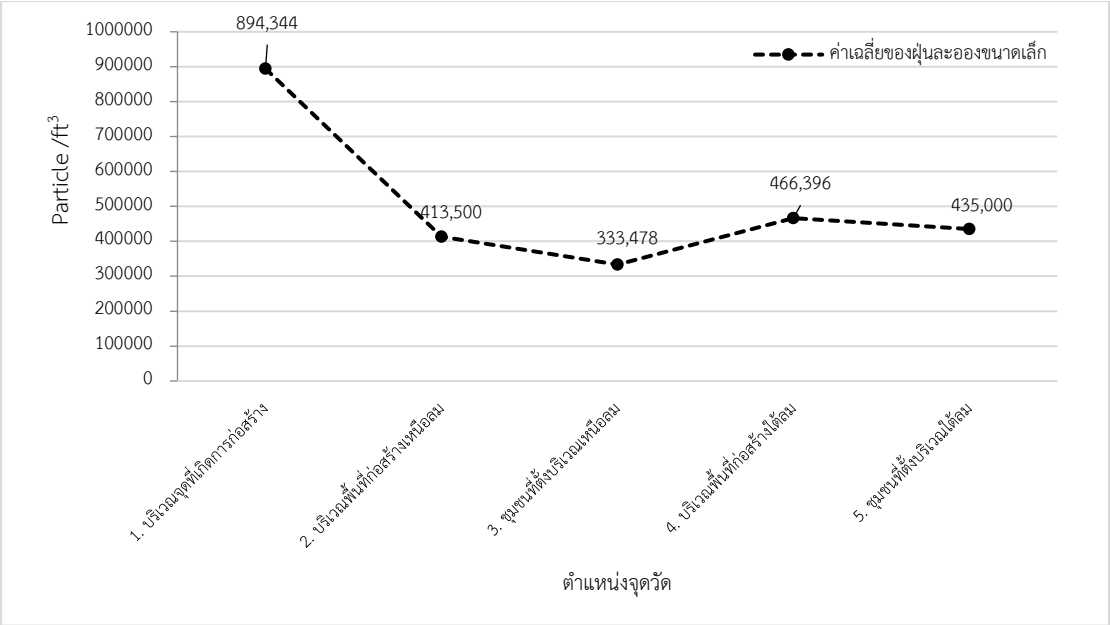
ตำแหน่งจุดวัด	ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก (Particle /ft^3)
1. บริเวณจุดที่เกิดการก่อสร้าง	894,344
2. บริเวณพื้นที่ก่อสร้างเหนือลม	413,500
3. ชุมชนที่ตั้งบริเวณเหนือลม	333,478
4. บริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม	466,396
5. ชุมชนที่ตั้งบริเวณใต้ลม	435,000

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่ทั้งหมดของกิจกรรมเทดิน

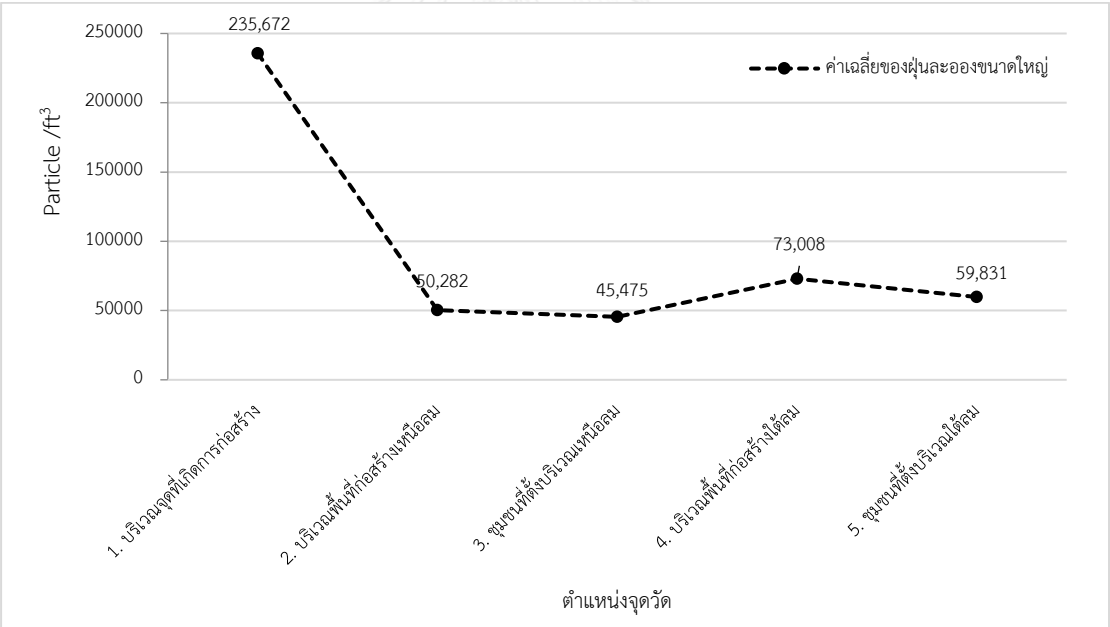
ตำแหน่งจุดวัด	ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่ (Particle /ft^3)
1. บริเวณจุดที่เกิดการก่อสร้าง	235,672
2. บริเวณพื้นที่ก่อสร้างเหนือลม	50,282
3. ชุมชนที่ตั้งบริเวณเหนือลม	45,475
4. บริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม	73,008
5. ชุมชนที่ตั้งบริเวณใต้ลม	59,831

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ซึ่งนำข้อมูลปริมาณฝุ่นละอองที่ได้จากการวัดเป็นระยะเวลา 3 วัน นำมาคำนวนหาค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นในบริเวณก่อสร้าง ซึ่งสามารถแสดงในตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.6 ถึง รูปที่ 4.8



รูปที่ 4.6 ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กทั้งหมดของกิจกรรมเทดิน



รูปที่ 4.7 ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่ทั้งหมดของกิจกรรมเทดิน

4.2.2 ผลการวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กและขนาดใหญ่จากกิจกรรมการเกลี่ยดิน

จากการเก็บข้อมูลกิจกรรมเกลี่ยดินในบริเวณพื้นที่ก่อสร้างดังแสดงในภาคผนวก ค โดยทำการติดตั้งเครื่องมือวัดฝุ่นแบบพกพา โดยแยกค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กและฝุ่นละอองขนาดใหญ่

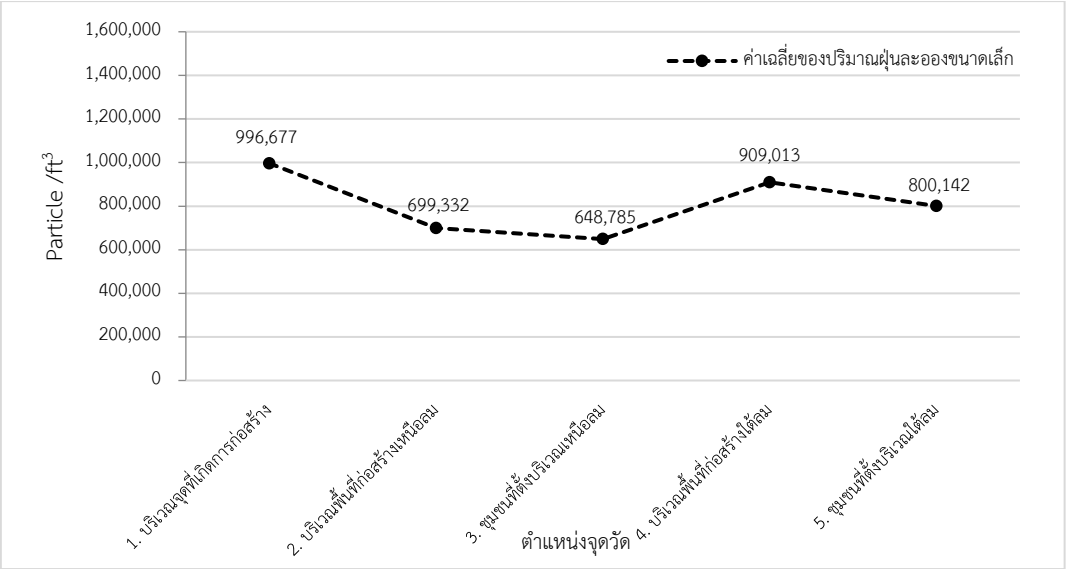
ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กของกิจกรรมเกลี่ยดิน

ตำแหน่งจุดวัด	ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก (Particle /ft^3)
1. บริเวณจุดที่เกิดการก่อสร้าง	996,677
2. บริเวณพื้นที่ก่อสร้างเหนือลม	699,332
3. ชุมชนที่ตั้งบริเวณเหนือลม	648,785
4. บริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม	909,013
5. ชุมชนที่ตั้งบริเวณใต้ลม	800,142

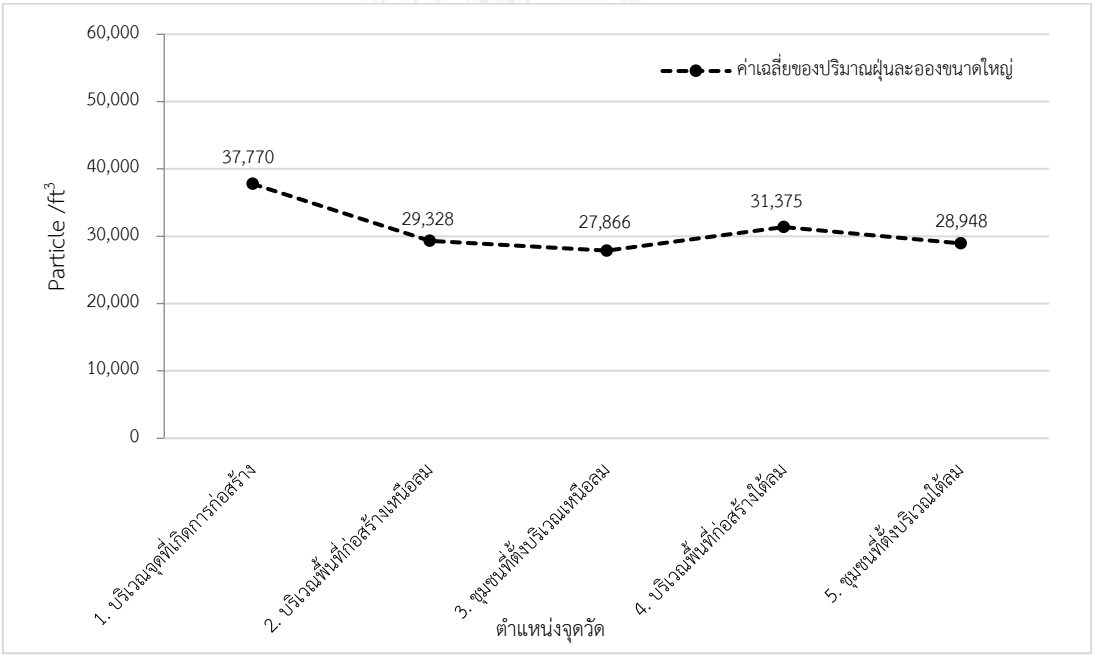
ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่ของกิจกรรมเกลี่ยดิน

ตำแหน่งจุดวัด	ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่ (Particle /ft^3)
1. บริเวณจุดที่เกิดการก่อสร้าง	37,770
2. บริเวณพื้นที่ก่อสร้างเหนือลม	29,328
3. ชุมชนที่ตั้งบริเวณเหนือลม	27,866
4. บริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม	31,375
5. ชุมชนที่ตั้งบริเวณใต้ลม	28,948

ซึ่งนำข้อมูลปริมาณฝุ่นละอองที่ได้จากการวัดเป็นระยะเวลา 3 วัน หาค่าเฉลี่ยค่าปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นในบริเวณก่อสร้าง ณ จุดวัดต่างๆ สามารถแสดงในตารางที่ 4.3 และตารางที่ 4.4 และรูปที่ 4.8 ถึง รูปที่ 4.9



รูปที่ 4.8 ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กทั้งหมดของกิจกรรมเกลี่ยดิน



รูปที่ 4.9 ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่ทั้งหมดของกิจกรรมเกลี่ยดิน

4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นในบริเวณก่อสร้าง

จากการเก็บข้อมูลปริมาณฝุ่นละอองจากกิจกรรมเทดินและกิจกรรมเกลี่ยดินในบริเวณก่อสร้างด้วยเครื่องมือวัดฝุ่นแบบพกพา ณ บริเวณจุดวัดต่างๆในแต่ละวันพบว่าข้อมูลที่ได้จากการวัดนั้นมีค่าแตกต่างกันไป เนื่องจากลักษณะสภาพของดินที่นำมาใช้ในการก่อสร้าง สภาพอากาศของแต่ละวันรวมถึงเครื่องจักรที่ใช้ในการทำงาน เป็นต้น โดยสามารถวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของข้อมูลกิจกรรมเทดินในแต่ละวันได้ดังตารางที่ 4.5 และตารางที่ 4.6 รวมถึงการวิเคราะห์ค่าความแตกต่างของข้อมูลกิจกรรมเกลี่ยดินในแต่ละวันได้ดังดังตารางที่ 4.7 และตารางที่ 4.8

4.3.1 การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นในบริเวณพื้นที่ก่อสร้าง กรณีกิจกรรมเทดิน

ตารางที่ 4.5 ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กของกิจกรรมเทดินในแต่ละวัน

บริเวณจุดวัด	ปริมาณฝุ่นละออง (Particle/ft^3)		
	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3
1. บริเวณจุดที่เกิดการก่อสร้าง	932,600	1,222,700	527,733
2. บริเวณพื้นที่ก่อสร้างเหนือลม	460,300	416,700	363,500
3. ชุมชนที่ตั้งบริเวณเหนือลม	414,033	370,900	215,500
4. บริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม	476,472	547,450	375,267
5. ชุมชนที่ตั้งบริเวณใต้ลม	463,600	471,867	369,533

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จากตารางที่ 4.5 สามารถวิเคราะห์ได้ว่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กที่ได้จากการวัดโดยใช้เครื่องวัดฝุ่นแบบพกพาในกิจกรรมเทดินในระยะเวลา 3 วัน โดยเรียงลำดับค่าปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดมากไปน้อย ได้ดังนี้

- จุดวัดที่ 1 (บริเวณจุดที่เกิดการก่อสร้าง) ระยะห่างจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองกับจุดติดตั้งเครื่องมือสำหรับวัดค่าฝุ่นละออง 1 เมตร
- จุดวัดที่ 4 (บริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม) ระยะห่างในการวัดจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองกับจุดติดตั้งเครื่องมือสำหรับวัดค่าฝุ่นละออง 4.75 เมตร
- จุดวัดที่ 5 (ชุมชนที่ตั้งบริเวณใต้ลม) ระยะห่างในการวัดจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองกับจุดติดตั้งเครื่องมือสำหรับวัดค่าฝุ่นละออง 9.5 เมตร

- จุดวัดที่ 2 (บริเวณพื้นที่ก่อสร้างเหนือลม) ระยะห่างในการวัดจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองกับจุดติดตั้งเครื่องมือสำหรับวัดค่าฝุ่นละออง 4.75 เมตร
- จุดวัดที่ 3 (ชุมชนที่ตั้งบริเวณเหนือลม) ระยะห่างในการวัดจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองกับจุดติดตั้งเครื่องมือสำหรับวัดค่าฝุ่นละออง 9.5 เมตร

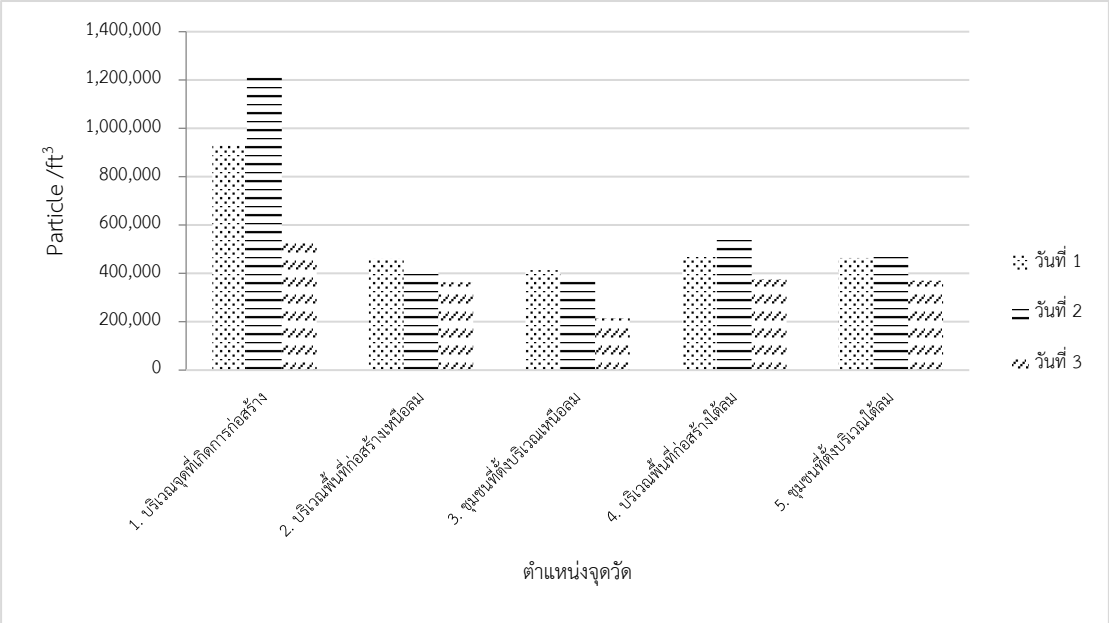
เมื่อพิจารณาค่าปริมาณของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน ณ จุดวัดต่างๆ สามารถวิเคราะห์ได้ดังนี้

1. จุดวัดที่ 1 (บริเวณจุดที่เกิดการก่อสร้าง) มีปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้ในวันที่ 2 มีค่าปริมาณฝุ่นละอองเพิ่มขึ้นร้อยละ 24 ของวันแรก และวันที่ 3 มีปริมาณฝุ่นละอองจากการวัดลดลงร้อยละ 59 ของวันที่ 2
2. จุดวัดที่ 2 (บริเวณพื้นที่ก่อสร้างเหนือลม) มีปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้ในวันที่ 2 มีค่าปริมาณฝุ่นละอองลดลงร้อยละ 10 ของวันแรก และวันที่ 3 มีปริมาณฝุ่นละอองจากการวัดลดลงร้อยละ 13 ของวันที่ 2
3. จุดวัดที่ 3 (ชุมชนที่ตั้งบริเวณเหนือลม) มีปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้ในวันที่ 2 มีค่าปริมาณฝุ่นละอองลดลงร้อยละ 10 ของวันแรก และวันที่ 3 มีปริมาณฝุ่นละอองจากการวัดลดลงร้อยละ 42 ของวันที่ 2
4. จุดวัดที่ 4 (บริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม) มีปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้ในวันที่ 2 เพิ่มขึ้นร้อยละ 15 ของวันแรก และวันที่ 3 มีปริมาณฝุ่นละอองลดลงร้อยละ 31 ของวันที่ 2
5. จุดวัดที่ 5 (ชุมชนที่ตั้งบริเวณใต้ลม) มีปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้ในวันที่ 2 เพิ่มขึ้นร้อยละ 2 ของวันแรก และวันที่ 3 มีปริมาณฝุ่นละอองลดลงร้อยละ 22 ของวันที่ 2

แสดงให้เห็นว่าโดยภาพรวมปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นมากที่สุด คือวันที่ 2 ของการเก็บข้อมูล โดยมีค่าแตกต่างกับวันที่ 1 และวันที่ 3 ดังแสดงในรูปที่ 4.10 ทั้งนี้เนื่องมาจากลักษณะของดินที่มาจากบ่อดินที่แตกต่างจากวันที่ 1 รวมถึงปัจจัยต่างๆในแต่ละวันที่ไม่สามารถควบคุมได้ เช่น สภาพอากาศในวันที่ 2 เกิดหมอกควันปกคลุมมากแตกต่างจากสภาพอากาศของวันที่ 1และวันที่ 3 ที่มีท้องฟ้าแจ่มใส เป็นต้น

รูปที่ 4.10 ลักษณะความแตกต่างของดินในวันที่1 (ด้านซ้าย) กับดินวันที่ 2 (ด้านขวา)

โดยความแตกต่างของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กของกิจกรรมเทดินในแต่ละวัน จากการวัดโดยใช้เครื่องมือวัดฝุ่นแบบพกพา ดังแสดงในรูปที่ 4.11 ดังนี้



รูปที่ 4.11 ค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กของกิจกรรมเทดินในแต่ละวัน

ตารางที่ 4.6 ปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่ของกิจกรรมเทดินในแต่ละวัน

บริเวณจุดวัด	ปริมาณฝุ่นละออง (Particle/ft^3)		
	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3
1. บริเวณจุดที่เกิดการก่อสร้าง	32,750	529,533	144,733
2. บริเวณพื้นที่ก่อสร้างเหนือลม	40,479	60,433	49,933
3. ชุมชนที่ตั้งบริเวณเหนือลม	56,357	50,500	29,567
4. บริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม	35,700	98,325	85,000
5. ชุมชนที่ตั้งบริเวณใต้ลม	35,593	70,433	73,467

จากตารางที่ 4.6 สามารถวิเคราะห์ได้ว่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่ที่ได้จากการวัดโดยใช้เครื่องวัดฝุ่นแบบพกพาในกิจกรรมเทดินในระยะเวลา 3 วัน โดยเรียงลำดับค่าปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดมากไปน้อย ได้ดังนี้

- จุดวัดที่ 1 (บริเวณจุดที่เกิดการก่อสร้าง) ระยะห่างจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองกับจุดติดตั้งเครื่องมือสำหรับวัดค่าฝุ่นละออง 1 เมตร
- จุดวัดที่ 4 (บริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม) ระยะห่างในการวัดจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองกับจุดติดตั้งเครื่องมือสำหรับวัดค่าฝุ่นละออง 4.75 เมตร
- จุดวัดที่ 5 (ชุมชนที่ตั้งบริเวณใต้ลม) ระยะห่างในการวัดจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองกับจุดติดตั้งเครื่องมือสำหรับวัดค่าฝุ่นละออง 9.5 เมตร
- จุดวัดที่ 2 (บริเวณพื้นที่ก่อสร้างเหนือลม) ระยะห่างในการวัดจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองกับจุดติดตั้งเครื่องมือสำหรับวัดค่าฝุ่นละออง 4.75 เมตร
- จุดวัดที่ 3 (ชุมชนที่ตั้งบริเวณเหนือลม) ระยะห่างในการวัดจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองกับจุดติดตั้งเครื่องมือสำหรับวัดค่าฝุ่นละออง 9.5 เมตร

เมื่อพิจารณาค่าปริมาณของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน ณ จุดวัดต่างๆ สามารถวิเคราะห์ได้ดังนี้

1. จุดวัดที่ 1 (บริเวณจุดที่เกิดการก่อสร้าง) มีปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้ในวันที่ 1 มีค่าปริมาณฝุ่นละอองลดลงร้อยละ 94 ของวันที่ 2 และวันที่ 3 มีปริมาณฝุ่นละอองจากการวัดลดลงร้อยละ 73 ของวันที่ 2

2. จุดวัดที่ 2 (บริเวณพื้นที่ก่อสร้างเหนือลม) มีปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้ในวันที่ 2 มีค่าปริมาณฝุ่นละอองเพิ่มขึ้นร้อยละ 49 ของวันแรก และวันที่ 3 มีปริมาณฝุ่นละอองจากการวัดลดลงร้อยละ 17 ของวันที่ 2

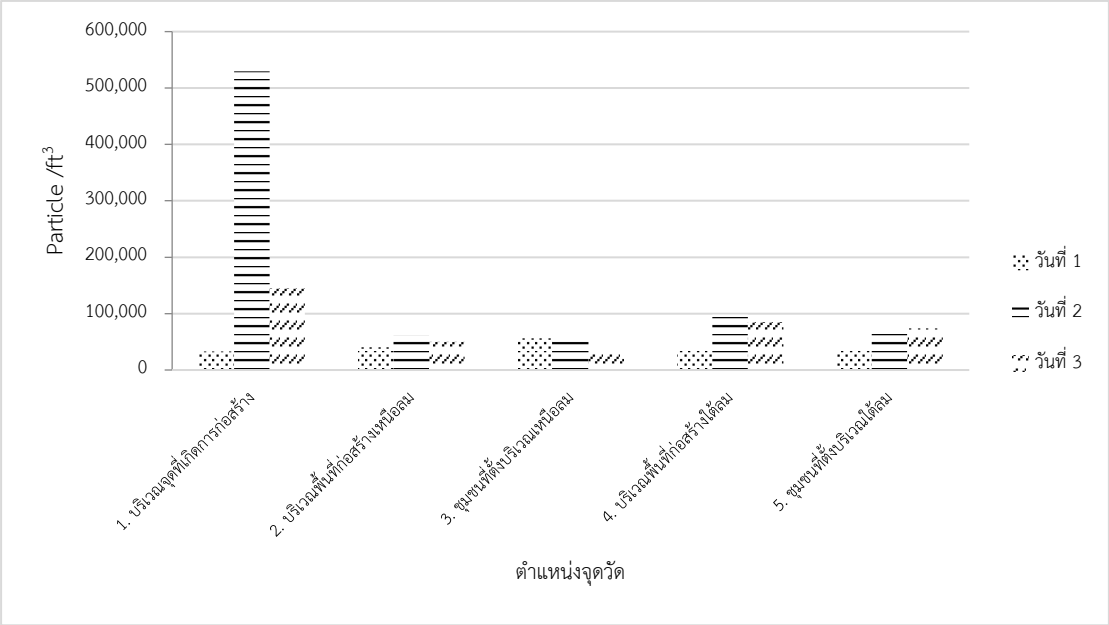
3. จุดวัดที่ 3 (ชุมชนที่ตั้งบริเวณเหนือลม) มีปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้ในวันที่ 2 มีค่าปริมาณฝุ่นละอองลดลงร้อยละ 10 ของวันแรก และวันที่ 3 มีปริมาณฝุ่นละอองจากการวัดลดลงร้อยละ 41 ของวันที่ 2

4. จุดวัดที่ 4 (บริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม) มีปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้ในวันที่ 1 ลดลงร้อยละ 64 ของวันที่ 2 และวันที่ 3 มีปริมาณฝุ่นละอองลดลงร้อยละ 14 ของวันที่ 2

5. จุดวัดที่ 5 (ชุมชนที่ตั้งบริเวณใต้ลม) มีปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้วันที่ 1 ลดลงร้อยละ 49 ของวันที่ 2 และวันที่ 3 มีปริมาณฝุ่นละอองลดลงร้อยละ 4 ของวันที่ 2

แสดงให้เห็นว่าโดยภาพรวมปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นมากที่สุด คือวันที่ 2 ของการเก็บข้อมูล โดยมีค่าแตกต่างกับวันที่ 1และวันที่ 3 ทั้งนี้เนื่องมาจากลักษณะของดินที่มาจากบ่อดินที่แตกต่างจากวันที่ 1 รวมถึงปัจจัยต่างๆในแต่ละวันที่ไม่สามารถควบคุมได้ เช่น สภาพอากาศในวันที่ 2 เกิดหมอกควันปกคลุมมากแตกต่างจากสภาพอากาศของวันที่ 1และวันที่ 3 ที่มีท้องฟ้าแจ่มใส เป็นต้น

โดยความแตกต่างของปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่ของกิจกรรมเทดินในแต่ละวัน จากการวัดโดยใช้เครื่องมือวัดฝุ่นแบบพกพา ดังแสดงในรูปที่ 4.12 ดังนี้



รูปที่ 4.12 ค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่ของกิจกรรมเทดินในแต่ละวัน

4.3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นในบริเวณพื้นที่ก่อสร้าง กรณีกิจกรรมเกลี่ยดิน

ตารางที่ 4.7 ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กของกิจกรรมเกลี่ยดินในแต่ละวัน

บริเวณจุดวัด	ปริมาณฝุ่นละออง (Particle/ft^3)		
	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3
1. บริเวณจุดที่เกิดการก่อสร้าง	394,410	1,044,531	1,551,092
2. บริเวณพื้นที่ก่อสร้างเหนือลม	342,988	704,164	1,050,846
3. ชุมชนที่ตั้งบริเวณเหนือลม	339,558	558,905	1,047,891
4. บริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม	392,975	1,033,192	1,300,871
5. ชุมชนที่ตั้งบริเวณใต้ลม	392,644	843,105	1,164,677

จากตารางที่ 4.7 สามารถวิเคราะห์ได้ว่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กที่ได้จากการวัดโดยใช้เครื่องวัดฝุ่นแบบพกพาในกิจกรรมเกลี่ยดินในระยะเวลา 3 วัน โดยเรียงลำดับค่าปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดมากไปน้อย ได้ดังนี้

- จุดวัดที่ 1 (บริเวณจุดที่เกิดการก่อสร้าง) ระยะห่างจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองกับจุดติดตั้งเครื่องมือสำหรับวัดค่าฝุ่นละออง 1 เมตร
- จุดวัดที่ 4 (บริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม) ระยะห่างในการวัดจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองกับจุดติดตั้งเครื่องมือสำหรับวัดค่าฝุ่นละออง 4.75 เมตร
- จุดวัดที่ 5 (ชุมชนที่ตั้งบริเวณใต้ลม) ระยะห่างในการวัดจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองกับจุดติดตั้งเครื่องมือสำหรับวัดค่าฝุ่นละออง 10 เมตร
- จุดวัดที่ 2 (บริเวณพื้นที่ก่อสร้างเหนือลม) ระยะห่างในการวัดจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองกับจุดติดตั้งเครื่องมือสำหรับวัดค่าฝุ่นละออง 4.75 เมตร
- จุดวัดที่ 3 (ชุมชนที่ตั้งบริเวณเหนือลม) ระยะห่างในการวัดจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองกับจุดติดตั้งเครื่องมือสำหรับวัดค่าฝุ่นละออง 10 เมตร

เมื่อพิจารณาค่าปริมาณของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน ณ จุดวัดต่างๆ สามารถวิเคราะห์ได้ดังนี้

1. จุดวัดที่ 1 (บริเวณจุดที่เกิดการก่อสร้าง) มีปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้ในวันที่ 1 มีค่าปริมาณฝุ่นละอองลดลงร้อยละ 62 ของวันที่ 2 และวันที่ 3 มีปริมาณฝุ่นละอองจากการวัดลดลงร้อยละ 48 ของวันที่ 2

2. จุดวัดที่ 2 (บริเวณพื้นที่ก่อสร้างเหนือลม) มีปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้ในวันที่ 1 มีค่าปริมาณฝุ่นละอองเพิ่มขึ้นร้อยละ 51 ของวันที่ 2 และวันที่ 3 มีปริมาณฝุ่นละอองจากการวัดเพิ่มขึ้นร้อยละ 49 ของวันที่ 2

3. จุดวัดที่ 3 (ชุมชนที่ตั้งบริเวณเหนือลม) มีปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้ในวันที่ 2 มีค่าปริมาณฝุ่นละอองเพิ่มขึ้นร้อยละ 65 ของวันแรก และวันที่ 3 มีปริมาณฝุ่นละอองจากการวัดเพิ่มขึ้นร้อยละ 88 ของวันที่ 2

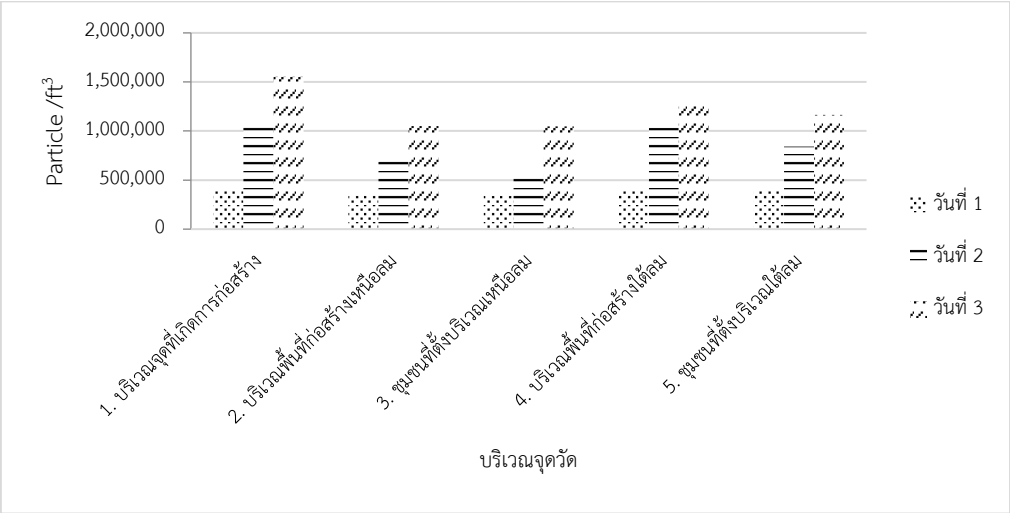
4. จุดวัดที่ 4 (บริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม) มีปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้ในวันที่ 1 ลดลงร้อยละ 62 ของวันที่ 2 และวันที่ 3 มีปริมาณฝุ่นละอองเพิ่มขึ้นร้อยละ 26 ของวันที่ 2

5. จุดวัดที่ 5 (ชุมชนที่ตั้งบริเวณใต้ลม) มีปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้วันที่ 1 ลดลงร้อยละ 53 ของวันที่ 2 และวันที่ 3 มีปริมาณฝุ่นละอองเพิ่มขึ้นร้อยละ 38 ของวันที่ 2

แสดงให้เห็นว่าโดยภาพรวมปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นมากที่สุด คือวันที่ 3 ของการเก็บข้อมูลตามด้วยวันที่ 2 และวันที่ 1 ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องมาจากลักษณะของดินที่มาจากบ่อดินที่แตกต่าง การเปลี่ยนคนขับเครื่องจักร เนื่องจากแต่ละคนมีลักษณะการขับที่แตกต่างกันรวมถึงปัจจัยต่างๆในแต่ละวันที่ไม่สามารถควบคุมได้

โดยความแตกต่างของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กของกิจกรรมเกลี่ยดินในแต่ละวัน จากการวัดโดยใช้เครื่องมือวัดฝุ่นแบบพกพา ดังแสดงในรูปที่ 4.13 ดังนี้

Chulalongkorn University



รูปที่ 4.13 ค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กของกิจกรรมเกลี่ยดินในแต่ละวัน

ตารางที่ 4.8 ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่ของกิจกรรมเกลี่ยดินในแต่ละวัน

บริเวณจุดวัด	ปริมาณฝุ่นละออง (Particle/ft^3)		
	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3
1. บริเวณจุดที่เกิดการก่อสร้าง	47,986	31,946	33,377
2. บริเวณพื้นที่ก่อสร้างเหนือลม	21,375	38,300	28,308
3. ชุมชนที่ตั้งบริเวณเหนือลม	21,808	28,462	33,327
4. บริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม	24,444	36,346	33,336
5. ชุมชนที่ตั้งบริเวณใต้ลม	23,777	29,780	33,288

จากตารางที่ 4.8 สามารถวิเคราะห์ได้ว่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่ที่ได้จากการวัดโดยใช้เครื่องวัดฝุ่นแบบพกพาในกิจกรรมเกลี่ยดินในระยะเวลา 3 วัน โดยเรียงลำดับค่าปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดมากไปน้อย ได้ดังนี้

- จุดวัดที่ 1 (บริเวณจุดที่เกิดการก่อสร้าง) ระยะห่างจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองกับจุดติดตั้งเครื่องมือสำหรับวัดค่าฝุ่นละออง 1 เมตร
- จุดวัดที่ 4 (บริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม) ระยะห่างในการวัดจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองกับจุดติดตั้งเครื่องมือสำหรับวัดค่าฝุ่นละออง 4.75 เมตร
- จุดวัดที่ 5 (ชุมชนที่ตั้งบริเวณใต้ลม) ระยะห่างในการวัดจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองกับจุดติดตั้งเครื่องมือสำหรับวัดค่าฝุ่นละออง 9.5 เมตร
- จุดวัดที่ 2 (บริเวณพื้นที่ก่อสร้างเหนือลม) ระยะห่างในการวัดจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองกับจุดติดตั้งเครื่องมือสำหรับวัดค่าฝุ่นละออง 4.75 เมตร
- จุดวัดที่ 3 (ชุมชนที่ตั้งบริเวณเหนือลม) ระยะห่างในการวัดจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองกับจุดติดตั้งเครื่องมือสำหรับวัดค่าฝุ่นละออง 9.5 เมตร

เมื่อพิจารณาค่าปริมาณของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน ณ จุดวัดต่างๆ สามารถวิเคราะห์ได้ดังนี้

1. จุดวัดที่ 1 (บริเวณจุดที่เกิดการก่อสร้าง) มีปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้ในวันที่ 2 มีค่าปริมาณฝุ่นละอองลดลงร้อยละ 33 ของแรก และวันที่ 3 มีปริมาณฝุ่นละอองจากการวัดเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 ของวันที่ 2

2. จุดวัดที่ 2 (บริเวณพื้นที่ก่อสร้างเหนือลม) มีปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้ในวันที่ 1 มีค่าปริมาณฝุ่นละอองลดลง ร้อยละ 44 ของวันที่ 2 และวันที่ 3 มีปริมาณฝุ่นละอองจากการวัดลดลงร้อยละ 26 ของวันที่ 2

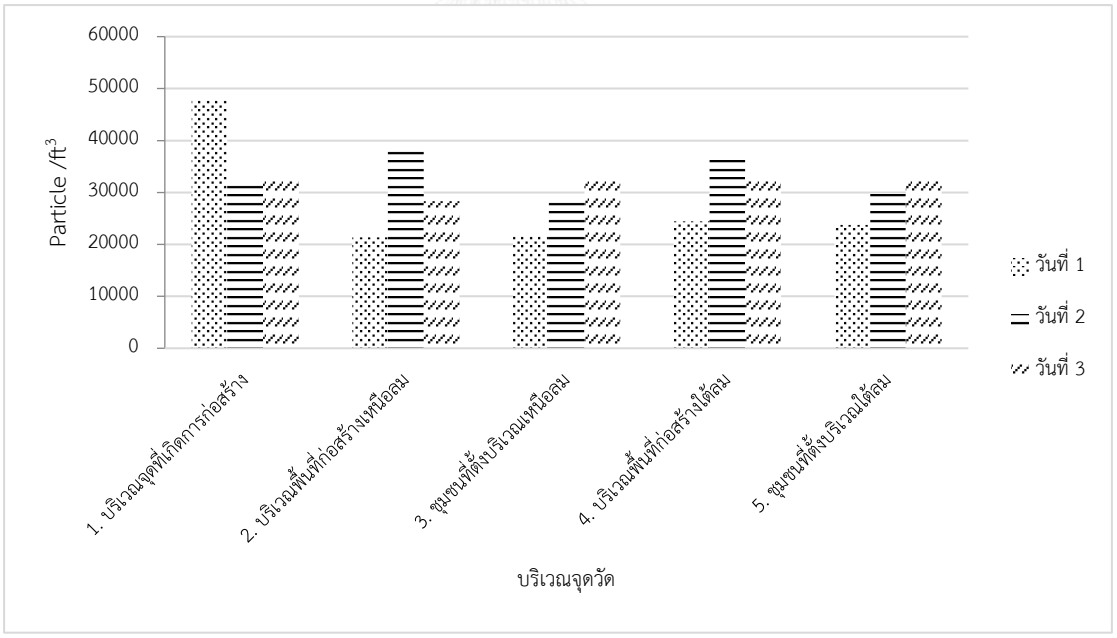
3. จุดวัดที่ 3 (ชุมชนที่ตั้งบริเวณเหนือลม) มีปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้ในวันที่ 2 มีค่าปริมาณฝุ่นละอองเพิ่มขึ้นร้อยละ 31 ของวันแรก และวันที่ 3 มีปริมาณฝุ่นละอองจากการวัดเพิ่มขึ้นร้อยละ 17 ของวันที่ 2

4. จุดวัดที่ 4 (บริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม) มีปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้ในวันที่ 2 เพิ่มขึ้นร้อยละ 49 ของวันที่แรก และวันที่ 3 มีปริมาณฝุ่นละอองลดลงร้อยละ 8 ของวันที่ 2

5. จุดวัดที่ 5 (ชุมชนที่ตั้งบริเวณใต้ลม) มีปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้วันที่ 2 เพิ่มขึ้นร้อยละ 25 ของแรก และวันที่ 3 มีปริมาณฝุ่นละอองเพิ่มขึ้นร้อยละ 12 ของวันที่ 2

แสดงให้เห็นว่าโดยภาพรวมปริมาณฝุ่นละอองมีความแตกต่างกันในแต่ละวัน ทั้งนี้เนื่องมาจากลักษณะของดินที่มาจากบ่อดินที่แตกต่าง การเปลี่ยนคนขับเครื่องจักร เนื่องจากแต่ละคนมีลักษณะการขับที่แตกต่างกันรวมถึงปัจจัยต่างๆในแต่ละวันที่ไม่สามารถควบคุมได้

โดยความแตกต่างของปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่ของกิจกรรมเกลี่ยดินในแต่ละวัน จากการวัดโดยใช้เครื่องมือวัดฝุ่นแบบพกพา ดังแสดงในรูปที่ 4.14 ดังนี้



รูปที่ 4.14 ค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่ของกิจกรรมเกลี่ยดินในแต่ละวัน

4.3.3 การวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยที่เกิดขึ้นในบริเวณพื้นที่ก่อสร้าง กรณีกิจกรรมเทดิน

จากการเก็บข้อมูลปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นในบริเวณพื้นที่ก่อสร้าง ณ จุดวัดต่างๆ ในระยะเวลา 3 วัน สามารถนำผลข้อมูลที่ได้ทั้งหมดนำมาหาค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 4.5 และตารางที่ 4.6 ซึ่งจากข้อมูลการวัดของกิจกรรมเทดินเบื้องต้น พบว่าปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดเล็กและขนาดใหญ่เกิดขึ้นมากที่สุดในบริเวณจุดวัดที่ 1 ซึ่งเป็นบริเวณจุดการก่อสร้าง โดยมีค่าปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยขนาดเล็กอยู่ที่ 894,344 particle/ft^3 และปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยขนาดใหญ่อยู่ที่ 235,672 particle/ ft^3 โดยปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยน้อยที่สุดเกิดขึ้นในบริเวณจุดวัดที่ 3 ซึ่งเป็นชุมชนบริเวณเหนือลม โดยมีค่าปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยขนาดเล็กอยู่ที่ 209,268 particle/ft^3 และปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยขนาดใหญ่อยู่ที่ 45,475 particle/ ft^3

โดยข้อมูลค่าปริมาณฝุ่นละอองที่ได้จากการวัดข้อมูลดังแสดงข้างต้นโดยใช้เครื่องมือวัดฝุ่นแบบพกพา โดยมีตำแหน่งที่ตั้งเครื่องมือและจุดที่ทำการเก็บตัวอย่างดังในรูปที่ 3.2 และวัดปริมาณฝุ่นละออง ณ จุดวัดต่างๆในกิจกรรมเทดินดังรูปที่ 4.17 ถึง 4.21 ซึ่งค่าปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นมีความแตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากระยะห่างของจุดตั้งเครื่องมือวัดฝุ่นกับบริเวณที่มีกิจกรรมก่อสร้างของแต่ละจุดวัดในการเก็บข้อมูล ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการคำนวณหาค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กและขนาดใหญ่จากมากที่สุดถึงน้อยที่สุด สามารถเรียงลำดับได้ดังนี้

1. จุดวัดที่ 1 (บริเวณจุดที่เกิดการก่อสร้าง) ระยะห่างจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองกับจุดติดตั้งเครื่องมือสำหรับวัดค่าฝุ่นละออง 1 เมตร
2. จุดวัดที่ 4 (บริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม) ระยะห่างในการวัดจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองกับจุดติดตั้งเครื่องมือสำหรับวัดค่าฝุ่นละออง 4.75 เมตร
3. จุดวัดที่ 5 (ชุมชนที่ตั้งบริเวณใต้ลม) ระยะห่างในการวัดจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองกับจุดติดตั้งเครื่องมือสำหรับวัดค่าฝุ่นละออง 9.5 เมตร
4. จุดวัดที่ 2 (บริเวณพื้นที่ก่อสร้างเหนือลม) ระยะห่างในการวัดจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองกับจุดติดตั้งเครื่องมือสำหรับวัดค่าฝุ่นละออง 4.75 เมตร
5. จุดวัดที่ 3 (ชุมชนที่ตั้งบริเวณเหนือลม) ระยะห่างในการวัดจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองกับจุดติดตั้งเครื่องมือสำหรับวัดค่าฝุ่นละออง 9.5 เมตร

รูปที่ 4.15 ตำแหน่งจุดวัดที่ 1: บริเวณจุดที่เกิดก่อสร้าง

รูปที่ 4.16 ตำแหน่งจุดวัดที่ 2 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างเหนือลม

รูปที่ 4.17 ตำแหน่งจุดวัดที่ 3 : ชุมชนที่ตั้งบริเวณเหนือลม

รูปที่ 4.18 ตำแหน่งจุดวัดที่ 4 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม

รูปที่ 4.19 ตำแหน่งจุดวัดที่ 5 : ชุมชนที่ตั้งบริเวณใต้ลม

โดยจากการเก็บข้อมูลในโครงการก่อสร้างแสดงให้เห็นว่าบริเวณที่อยู่ใกล้กับกิจกรรมก่อสร้างเกิดปริมาณฝุ่นละอองมากที่สุด กล่าวคือในบริเวณก่อสร้างมีผู้ที่ได้รับผลกระทบจากฝุ่นละอองมากที่สุดในกิจกรรมเทดินคือคนงาน (ดัมพ์แมน) ซึ่งทำหน้าที่คอยส่งสัญญาณให้กับรถบรรทุกขณะที่ทำการเทดินในบริเวณที่กำหนด

4.3.4 การวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยที่เกิดขึ้นในบริเวณก่อสร้าง กรณีกิจกรรมเกลี่ยดิน

จากการเก็บข้อมูลปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นในบริเวณก่อสร้าง ณ จุดวัดต่างๆ ในระยะเวลา 3 วัน สามารถนำผลข้อมูลที่ได้ทั้งหมดนำมาหาค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นดังแสดงในตารางที่ 4.7 และตารางที่ 4.8 ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการวัดเก็บข้อมูลของกิจกรรมเกลี่ยดินเบื้องต้นพบว่าปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยทั้งฝุ่นละอองขนาดเล็กและขนาดใหญ่มากที่สุดเกิดขึ้นในบริเวณจุดวัดที่ 1 ซึ่งเป็นบริเวณจุดการก่อสร้าง โดยมีค่าปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยขนาดเล็กอยู่ที่ 996,677 particle/ft^3 และปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยขนาดใหญ่อยู่ที่ 377,670 particle/ ft^3 และปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยที่น้อยที่สุดเกิดขึ้นในบริเวณจุดวัดที่ 3 ซึ่งเป็นชุมชนที่ตั้งบริเวณเหนือลม โดยมีค่าปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยขนาดเล็กอยู่ที่ 648,785 particle/ft^3 และปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยขนาดใหญ่อยู่ที่ 27,866 particle/ ft^3

โดยข้อมูลค่าปริมาณฝุ่นละอองที่ได้จากการวัดข้อมูลดังแสดงข้างต้นโดยใช้เครื่องมือวัดฝุ่นแบบพกพา โดยมีตำแหน่งที่ตั้งเครื่องมือและจุดที่ทำการเก็บตัวอย่างดังในรูปที่ 3.2 และวัดปริมาณฝุ่นละออง ณ จุดวัดต่างๆในกิจกรรมเกลี่ยดินดังรูปที่ 4.23 ถึง 4.27 ซึ่งค่าปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นมี

ความแตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากระยะห่างของจุดตั้งเครื่องมือวัดฝุ่นกับบริเวณที่มีกิจกรรมก่อสร้างของแต่ละจุดวัดในการเก็บข้อมูล โดยข้อมูลที่ได้จากการเฉลี่ยสามารถเรียงลำดับค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กและขนาดใหญ่จากมากที่สุดถึงน้อยที่สุดได้ดังนี้

1. จุดวัดที่ 1 (บริเวณจุดที่เกิดการก่อสร้าง) ระยะห่างจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองกับจุดติดตั้งเครื่องมือสำหรับวัดค่าฝุ่นละออง 1 เมตร
2. จุดวัดที่ 4 (บริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม) ระยะห่างในการวัดจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองกับจุดติดตั้งเครื่องมือสำหรับวัดค่าฝุ่นละออง 4.75 เมตร
3. จุดวัดที่ 5 (ชุมชนที่ตั้งบริเวณใต้ลม) ระยะห่างในการวัดจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองกับจุดติดตั้งเครื่องมือสำหรับวัดค่าฝุ่นละออง 9.5 เมตร
4. จุดวัดที่ 2 (บริเวณพื้นที่ก่อสร้างเหนือลม) ระยะห่างในการวัดจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองกับจุดติดตั้งเครื่องมือสำหรับวัดค่าฝุ่นละออง 4.75 เมตร
5. จุดวัดที่ 3 (ชุมชนที่ตั้งบริเวณเหนือลม) ระยะห่างในการวัดจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองกับจุดติดตั้งเครื่องมือสำหรับวัดค่าฝุ่นละออง 9.5 เมตร

รูปที่ 4.20 ตำแหน่งจุดวัดที่ 1: บริเวณจุดที่เกิดการก่อสร้าง

รูปที่ 4.21 ตำแหน่งจุดวัดที่ 2 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างเหนือลม

รูปที่ 4.22 ตำแหน่งจุดวัดที่ 3 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณเหนือลม

รูปที่ 4.23 ตำแหน่งจุดวัดที่ 4 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม

รูปที่ 4.24 ตำแหน่งจุดวัดที่ 5 : ชุมชนที่ตั้งบริเวณใต้ลม

โดยจากการเก็บข้อมูลในโครงการก่อสร้าง แสดงให้เห็นว่าบริเวณตำแหน่งจุดวัดที่ 1 ซึ่งเป็นบริเวณจุดการก่อสร้าง (อยู่ใกล้กับกิจกรรมก่อสร้าง) มีปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นมากที่สุด

4.4 บทสรุป

จากการศึกษาและเข้าชมโครงการก่อสร้างจริง พบว่ากิจกรรมก่อสร้างที่ทำให้เกิดปัญหาฝุ่นละอองขณะที่มีการปฏิบัติงานนั้นเกิดการฟุ้งกระจายของปริมาณฝุ่นละอองมากกว่าช่วงเวลาที่ปราศจากกิจกรรมก่อสร้าง โดยกิจกรรมก่อสร้างล้วนก่อให้เกิดปัญหาและผลกระทบต่อคนงาน รวมถึงประชาชนที่อาศัยอยู่ในรอบบริเวณโครงการก่อสร้าง ซึ่งจากผลการสัมภาษณ์และสอบถามวิศวกรและผู้ควบคุมงานในโครงการก่อสร้างถนน พบว่ากิจกรรมในส่วนงานถมดินเกิดปริมาณฝุ่นละอองมากที่สุดในกิจกรรมก่อสร้างถนน ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมเทดินและกิจกรรมเกลี่ยดิน โดยในส่วนของกิจกรรมเทดินจะเกิดการฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองมากขณะที่รถบรรทุกเทดินและกิจกรรมเกลี่ยดินจะเกิดการฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองมากขณะที่รถเกลี่ยดิน (Grader) ทำการเกลี่ยและปรับระดับหน้าดิน ซึ่งในส่วนของกิจกรรมก่อสร้างที่ได้เลือกเป็นกรณีศึกษา จะทำการออกแบบเพื่อปรับปรุงหรือเพิ่มเติมขั้นตอนบางอย่างในกิจกรรมดังกล่าว เพื่อลดการเกิดและฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองในบริเวณที่มีการก่อสร้างในขั้นตอนต่อไป

จากการศึกษาและเก็บข้อมูลในโครงการก่อสร้างโดยใช้เครื่องมือวัดฝุ่นแบบพกพา เพื่อนำผลข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูล มาพิจารณาประกอบการออกแบบขั้นตอนที่สามารถปรับปรุงหรือเพิ่มเติมในกิจกรรมก่อสร้าง เพื่อลดการเกิดและฟุ้งกระจายของฝุ่นละออง โดยข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลในแต่ละวันอาจได้ค่าที่แตกต่างกัน เนื่องจากสภาพและลักษณะของดินที่นำมาใช้ในแต่ละวันจะมีความชื้นที่แตกต่างกัน อาทิเช่น ในวันแรกที่ทำการเก็บข้อมูลทางโครงการใช้ดินที่มาจากบ่อดิน ตำบลบ้านกล้วยม่วง อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง แต่ในวันถัดไปได้ใช้ดินจากบ่อดิน ตำบลบ้านกล้วยแพะ อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง ซึ่งมีลักษณะที่แตกต่างกันโดยดินมาจากบ่อดินบ้านกล้วยแพะจะมีลักษณะที่ละเอียดมากกว่าดินที่ใช้วันแรก รวมถึงสภาพอากาศที่เกิดขึ้นในแต่ละวันและทิศทางลมที่เกิดขึ้นอาจในแต่ละวันที่แตกต่างกัน

โดยในส่วนของข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลโดยใช้เครื่องมือวัดฝุ่นแบบพกพา (Dylos air quality monitor) จากการศึกษาพบว่าทั้งสองกิจกรรมที่เลือกเป็นกรณีศึกษาในบริเวณจุดวัดที่ 1 ซึ่งเป็นบริเวณจุดวัดที่มีการติดตั้งเครื่องมือใกล้กับบริเวณที่มีกิจกรรมก่อสร้าง โดยมีระยะห่าง 1 เมตร มีการเกิดและการฟุ้งกระจายฝุ่นละอองในกิจกรรมก่อสร้างมากที่สุด ซึ่งคนงานที่ปฏิบัติงานในระยะ 1 เมตรของกิจกรรมก่อสร้างมีโอกาสเสี่ยงสูงจากการได้รับปริมาณฝุ่นละออง อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพโดยตรงมากที่สุด ตามด้วยบริเวณจุดวัดที่ 4 จุดวัดที่ 5 จุดวัดที่ 2 และจุดวัดที่ 3 ตามลำดับ ดังนั้นหากกิจกรรมก่อสร้างที่เลือกเป็นกรณีศึกษาไม่ได้รับการปรับปรุงหรือเพิ่มเติมขั้นตอนและ

อุปกรณ์ในการก่อสร้าง เพื่อลดการเกิดและฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองอาจส่งผลกระทบในด้านสุขภาพต่อคนงานและประชาชนที่อาศัยอยู่โดยรอบบริเวณที่มีโครงการก่อสร้างในอนาคต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 5

กรณีศึกษาการลดปริมาณฝุ่นละอองจากกิจกรรมก่อสร้าง

5.1 บทนำ

กรณีศึกษาการลดปริมาณฝุ่นละอองจากกิจกรรมก่อสร้าง เป็นการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นระหว่างกิจกรรมก่อสร้างที่มีการปฏิบัติงานโดยไม่มีการป้องกันการเกิดฝุ่นละอองกับกิจกรรมก่อสร้างที่ได้รับการออกแบบเพื่อปรับปรุงหรือเพิ่มเติมขั้นตอนและอุปกรณ์ในการก่อสร้าง ซึ่งวัดค่าปริมาณฝุ่นละอองโดยใช้เครื่องมือวัดฝุ่นแบบพกพา (Dylos air quality monitor) สำหรับการออกแบบการทดลองจะทำการทดลองและเก็บข้อมูลในลักษณะที่เหมือนกันแต่แตกต่างกันในบางส่วน อาทิเช่น การเพิ่มเติมขั้นตอนการก่อสร้างและอุปกรณ์ในการทดลองรวมถึงวิเคราะห์ค่าปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้น ต้นทุนที่ใช้ในการก่อสร้าง โดยทำการศึกษากิจกรรมในส่วนของงานถมดิน ประกอบด้วยกิจกรรมเทดินและกิจกรรมเกลี่ยดิน

5.2 วิธีการดำเนินการศึกษา

การศึกษากิจกรรมที่ทำให้เกิดฝุ่นละอองในกิจกรรมก่อสร้างถนน เริ่มจากการศึกษาถึงวิธีการดำเนินงานของกิจกรรมก่อสร้างในโครงการก่อสร้างและเก็บข้อมูลสภาพหน้างานจริงในโครงการก่อสร้างสำหรับนำมาใช้ในการวิเคราะห์หาสาเหตุและขั้นตอนที่เกิดปริมาณฝุ่นละอองในกิจกรรมก่อสร้าง จากนั้นเลือกขั้นตอนของกิจกรรมในการก่อสร้างที่เป็นสาเหตุของการเกิดฝุ่นละอองจึงทำการทดสอบขั้นตอนของกิจกรรมในการก่อสร้างที่ได้รับการออกแบบขึ้น ซึ่งจะทำการเปรียบเทียบกับขั้นตอนของกิจกรรมในการก่อสร้างปกติ โดยเปรียบเทียบกันในส่วนของปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นและค่าต้นทุนที่ใช้ในการก่อสร้าง สำหรับพื้นที่ที่ใช้ในการทดลองจะทำการทดลองในสถานที่ก่อสร้างในโครงการก่อสร้างจริง

ลักษณะของกิจกรรมก่อสร้างถนนในแต่ละโครงการก่อสร้างถนนจะมีลักษณะการทำงานและขั้นตอนการดำเนินงานที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับประเภทของงานถนน วัสดุที่ใช้ในการก่อสร้าง รวมถึงทางโครงการก่อสร้างได้กำหนดวิธีการดำเนินการก่อสร้างและแบบแผนที่วางไว้แล้ว ทั้งนี้จากการศึกษาและเข้าสำรวจในบริเวณพื้นที่จริง เบื้องต้นพบว่ากิจกรรมก่อสร้างในส่วนของงานถมดินที่เกิดฝุ่นละอองในบริเวณก่อสร้างคือกิจกรรมเทดินและเกลี่ยดิน

จากนั้นนำเสนอแนวทางในการแก้ไขหรือปรับปรุงวิธีการดำเนินงานในกิจกรรมก่อสร้างที่เกิดฝุ่นละออง โดยทำการเก็บข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบปริมาณฝุ่นละอองระหว่างกิจกรรมปกติกับกิจกรรมก่อสร้างที่ได้ออกแบบเพื่อปรับปรุงหรือเพิ่มเติมขั้นตอนการก่อสร้างโดยใช้เครื่องมือวัดฝุ่นแบบพกพา รวมถึงเปรียบเทียบความแตกต่างของต้นทุนที่ใช้ในการก่อสร้าง จากนั้นจึงนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์มาสรุปผลการศึกษา

5.3 กรณีศึกษาการลดปริมาณฝุ่นละอองในกิจกรรมก่อสร้างในส่วนงานดิน

กรณีศึกษาการลดปริมาณฝุ่นละอองในกิจกรรมก่อสร้างในส่วนงานถมดิน แบ่งเป็น 2 กรณีศึกษาประกอบด้วยกิจกรรมเทดินและกิจกรรมเกลี่ยดิน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

5.4 กรณีศึกษาที่ 1: กิจกรรมเทดิน

ขั้นตอนของกิจกรรมเทดิน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. รถบรรทุกดิน นำดินมาจากบ่อดินเข้าสู่บริเวณโครงการก่อสร้าง ดังแสดงในรูปที่ 5.1

รูปที่ 5.1 รถบรรทุกดินเข้าสู่พื้นที่ก่อสร้าง

2. เมื่อถึงบริเวณพื้นที่โครงการก่อสร้าง รถบรรทุกเคลื่อนที่เข้าสู่บริเวณก่อสร้างตามที่คนงาน (ดัมพ์แมน) ได้กำหนดไว้ ดังแสดงในรูปที่ 5.2

รูปที่ 5.2 รถบรรทุกเคลื่อนที่เข้าสู่บริเวณก่อสร้างตามที่คนงาน (ดัมพ์แมน) ได้กำหนดไว้

3. เมื่อคนงาน (ดัมพ์แมน) ส่งสัญญาณให้ทำการเทดินแล้ว รถบรรทุกทำการเทดินลงในพื้นที่ที่เตรียมไว้ (การเทดินอาจทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองได้) ดังแสดงในรูปที่ 5.3 และรูปที่ 5.4

รูปที่ 5.3 คนงาน (ดัมพ์แมน) ส่งสัญญาณให้รถบรรทุกทำการเทดิน

รูปที่ 5.4 รถบรรทุกทำการเทดินลงในพื้นที่ที่เตรียมไว้

4. หลังจากที่รถบรรทุกเทดินเสร็จแล้ว รถบรรทุกเคลื่อนย้ายออกนอกบริเวณก่อสร้าง ดังแสดงในรูปที่ 5.5

รูปที่ 5.5 รถบรรทุกเคลื่อนย้ายออกนอกบริเวณก่อสร้าง

ซึ่งเมื่อพิจารณาจากขั้นตอนในกิจกรรมเทดิน พบว่า การเทดินจากรถบรรทุกลงสู่พื้นที่ก่อสร้าง เป็นกิจกรรมที่ทำให้เกิดฝุ่นละออง ดังแสดงในรูปที่ 5.6

รูปที่ 5.6 แหล่งกำเนิดฝุ่นละอองในขั้นตอนการเทดินในกิจกรรมเทดิน

สำหรับวิธีออกแบบเพื่อจัดการป้องกันและลดปริมาณการเกิดฝุ่นละอองในกิจกรรมก่อสร้าง สามารถทำได้โดยการเพิ่มเติมอุปกรณ์ในการป้องกันไม่ให้เกิดฝุ่นละออง คือ เพิ่มขั้นตอนการฉีดพ่นน้ำขณะที่รถบรรทุกดินทำการเทดิน รวมถึงอุปกรณ์ที่ใช้เพิ่มในขั้นตอนการฉีดพ่นน้ำคือเครื่องมือพ่นยามือโยกขนาด 16 ลิตรติดตั้งกับคนงานในการฉีดพ่นน้ำ ดังรูปที่ 5.7

รูปที่ 5.7 การติดตั้งเครื่องมือฉีดพ่นน้ำชนิดมือโยกกับคนงาน

โดยสามารถเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างขั้นตอนในกิจกรรมเทดินปกติกับขั้นตอนในกิจกรรมเทดินที่ได้รับการเพิ่มเติมขั้นตอนและอุปกรณ์เพื่อลดการเกิดฝุ่นละอองได้ดังแสดงในตารางที่ 5.1 ดังนี้

ตารางที่ 5.1 การเปรียบเทียบขั้นตอนสำหรับกิจกรรมเทดิน

ขั้นตอนในกิจกรรมเทดินปกติ	**ขั้นตอนในกิจกรรมเทดินที่ออกแบบเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง**
1. รถบรรทุกดิน นำดินมาจากบ่อดินเข้าสู่บริเวณโครงการก่อสร้าง	1. รถบรรทุกดิน นำดินมาจากบ่อดินเข้าสู่บริเวณโครงการก่อสร้าง
2. เมื่อถึงบริเวณพื้นที่โครงการก่อสร้าง รถบรรทุกเคลื่อนที่เข้าสู่บริเวณก่อสร้างตามที่คนงาน (ดัมพ์แมน) ได้กำหนดไว้	2. เมื่อถึงบริเวณพื้นที่โครงการก่อสร้าง รถบรรทุกเคลื่อนที่เข้าสู่บริเวณก่อสร้างตามที่คนงาน (ดัมพ์แมน) ได้กำหนดไว้
3. เมื่อคนงาน (ดัมพ์แมน) ส่งสัญญาณให้ทำการเทดินแล้ว รถบรรทุกทำการเทดินลงในพื้นที่ที่เตรียมไว้	3. คนงานที่ทำหน้าที่ฉีดพ่นน้ำเตรียมความพร้อมสำหรับปฏิบัติหน้าที่ ยืนในบริเวณที่รถบรรทุกต้องการเทดิน
4. หลังจากที่รถบรรทุกเทดินเสร็จแล้ว รถบรรทุกเคลื่อนย้ายออกนอกบริเวณก่อสร้าง	4. หลังจากนั้นคนงาน (ดัมพ์แมน) ส่งสัญญาณให้ทำการเทดิน จากนั้นรถบรรทุกทำการเทดินลงในพื้นที่ที่เตรียมไว้
-	5. คนงานที่ทำหน้าที่ฉีดพ่นน้ำจะทำการฉีดพ่นน้ำเข้าสู่ดินที่กำลังจะตกลงสู่พื้นที่ที่กำหนดไว้ (การฉีดพ่นน้ำจะเริ่มทำตั้งแต่ที่รถบรรทุกเริ่มทำการเทดิน โดยจะฉีดตั้งแต่เริ่มเทดินจนกระทั่งดินในกระบะรถบรรทุกหมด) โดยใช้อัตราการฉีดพ่นน้ำ 1.3 ลิตรต่อนาที
-	6. รถบรรทุกเคลื่อนย้ายออกนอกบริเวณก่อสร้าง

วิธีการทดลองได้ทำการศึกษาในกรณีกิจกรรมเทดินแบ่งออกเป็น 2 การทดลอง ประกอบด้วย

- การทดลองที่ 1: ขั้นตอนในกิจกรรมเทดินปกติ
- การทดลองที่ 2: ขั้นตอนในกิจกรรมเทดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง

5.4.1 การทดลองที่ 1: ขั้นตอนในกิจกรรมเทดินปกติ

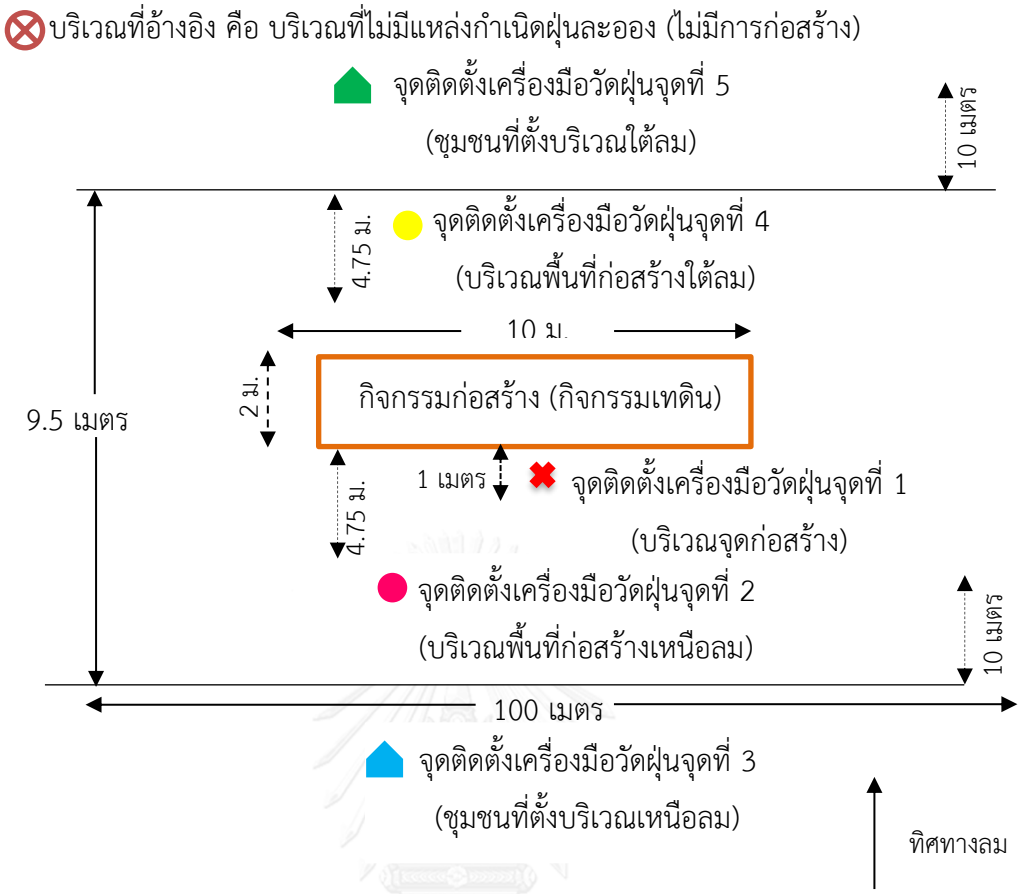
<u>รูปแบบการทดลอง</u>

รูปแบบการทดลองที่ 1 ขั้นตอนในกิจกรรมเทดินปกติจะทำการวัดปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นโดยใช้เครื่องมือวัดฝุ่นแบบพกพา (Dylos air quality monitor) ติดตั้งกับผู้วิจัยเพื่อทำการวัดปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมเทดิน ซึ่งมีรายละเอียดของขั้นตอนในการทดลอง ดังนี้

ขั้นตอนการทดลอง

1. ตรวจสอบทิศทางและลักษณะของลม ซึ่งสามารถตรวจสอบได้จากเว็บไซต์ของสถานีอุตุนิยมวิทยาหรือสถานีอุตุนิยมวิทยาโดยตรง สำหรับข้อมูลทิศทางลมนั้นจะใช้กำหนดตำแหน่งจุดวัดในการวัดค่าปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นในบริเวณโครงการก่อสร้าง ดังแสดงในรูปที่ 5.7

- จุดวัดที่ 1 (บริเวณจุดที่เกิดการก่อสร้าง) ระยะห่างจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองกับจุดติดตั้งเครื่องมือสำหรับวัดค่าฝุ่นละออง 1 เมตร
- จุดวัดที่ 2 (บริเวณพื้นที่ก่อสร้างเหนือลม) ระยะห่างในการวัดจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองกับจุดติดตั้งเครื่องมือสำหรับวัดค่าฝุ่นละออง 4.75 เมตร
- จุดวัดที่ 3 (ชุมชนตั้งอยู่บริเวณเหนือลม) ระยะห่างในการวัดจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองกับจุดติดตั้งเครื่องมือสำหรับวัดค่าฝุ่นละออง 9.5 เมตร
- จุดวัดที่ 4 (บริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม) ระยะห่างในการวัดจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองกับจุดติดตั้งเครื่องมือสำหรับวัดค่าฝุ่นละออง 4.75 เมตร
- จุดวัดที่ 5 (ชุมชนตั้งอยู่บริเวณใต้ลม) ระยะห่างในการวัดจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองกับจุดติดตั้งเครื่องมือสำหรับวัดค่าฝุ่นละออง 9.5 เมตร



รูปที่ 5.8 ตำแหน่งของการวัดและเก็บตัวอย่างข้อมูล (กรณีลมพัดทางทิศเหนือ) สำหรับการทดลองเพื่อลดปริมาณการเกิดฝุ่นละออง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

โดยจะทำการวัดค่าปริมาณฝุ่นละอองบริเวณก่อสร้าง ซึ่งเลือกสถานีอุตุนิยมวิทยาลำปางเป็นบริเวณพื้นที่อ้างอิง (reference site) สำหรับวัดค่าปริมาณฝุ่นละอองจากบริเวณที่ปราศจากการก่อสร้างใดๆ ดังแสดงในรูปที่ 5.9 ซึ่งจะต้องทำการวัดค่าปริมาณฝุ่นละอองในช่วงเช้าก่อนเก็บข้อมูล ณ โครงการก่อสร้างและช่วงเย็นหลังจากเก็บข้อมูลจากโครงการก่อสร้าง

รูปที่ 5.9 การวัดปริมาณฝุ่นละออง ณ บริเวณพื้นที่อ้างอิง (reference site)

2. ตรวจสอบสภาพภูมิอากาศของแต่ละวัน หากในกรณีที่เกิดฝนตก ควรหยุดทำการเก็บข้อมูลเป็นระยะเวลา 2 วัน จึงเริ่มทำการเก็บข้อมูลอีกครั้ง เพื่อให้ดินในพื้นที่ในโครงการก่อสร้างแห้งและความชื้นในอากาศมีปริมาณที่น้อยลง

3. จากนั้นเดินทางไปยังบริเวณโครงการก่อสร้าง ซึ่งมีรายละเอียดของลักษณะและที่ตั้งของโครงการก่อสร้าง ดังนี้

5.4.1.1 ลักษณะของพื้นที่ในโครงการ:

ตั้งอยู่ใกล้บริเวณสี่แยกทางหลวงหมายเลข 1 ตัดกับทางหลวงหมายเลข 11 หรือเรียกว่าสี่แยกย่าเป้า อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง ซึ่งได้ทำการก่อสร้างเพื่อขยายผิวจราจรทางหลวงหมายเลข 1 ประมาณช่วงกม. 700 + 800 จากเดิมเพียง 4 ช่องจราจรเป็น 8 ช่องจราจร โดยรายละเอียดของลักษณะโครงการ สามารถอธิบายตามรูปที่ 5.10 – 5.14 ดังนี้

รูปที่ 5.10 ลักษณะทางเข้าโครงการก่อสร้าง

รูปที่ 5.11 ลักษณะช่องทางจราจรด้านขวาทาง

รูปที่ 5.12 สถานที่ตั้งทางทิศเหนือของโครงการก่อสร้าง : ร้านไทวัสดุ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รูปที่ 5.13 สถานที่ตั้งทางทิศใต้ของโครงการก่อสร้าง : สี่แยกห้าเชียง (สี่แยกป่าเป้า)

รูปที่ 5.14 สถานที่ตั้งตรงข้ามกับโครงการ: สถานีขนส่งนิ่มซี่เส็ง

4. ทำการวัดค่าและเก็บข้อมูลของกิจกรรมเทดินเป็นระยะเวลา 3 วัน ซึ่งในแต่ละวันจะมีทิศทางลมที่เกิดขึ้นแตกต่างกันส่งผลทำให้การกำหนดตำแหน่งจุดวัดต่างๆแตกต่างเช่นกัน โดยการวัดค่าปริมาณฝุ่นละออง ณ ตำแหน่งจุดวัดต่างๆ สามารถทำตามขั้นตอนดังนี้

เริ่มทำการเปิดเครื่องมือวัดฝุ่นแบบพาและทำการวัดความเร็วลมของแต่ละช่วงเวลา โดยใช้เครื่องมือวัดความเร็วลม (Kestrel 3000) ซึ่งเป็นเครื่องมือสำหรับใช้วัดความเร็วลม โดยกำหนดความเร็วลมในการเก็บข้อมูลนั้นควรไม่เกิน 5 เมตรต่อวินาที สำหรับการทำงานของเครื่องมือวัดความเร็วลม ทำการเปิดเครื่องมือและตั้งเครื่องมือบริเวณที่ต้องการ เครื่องมือจะทำการแสดงค่าความเร็วลมบนหน้าจอโดยอัตโนมัติ ซึ่งหน่วยความเร็วคือหน่วยเมตรต่อวินาที ดังแสดงในรูปที่ 5.15

รูปที่ 5.15 เครื่องมือวัดความเร็วลม (Kestrel 3000) สำหรับใช้ในการวัดความเร็วลม

เมื่อรถบรรทุกเริ่มเคลื่อนที่เข้าสู่บริเวณโครงการก่อสร้าง จากนั้นทำการติดตั้งเครื่องมือวัดฝุ่นแบบพกพา ณ บริเวณจุดวัดที่ 1 โดยมีระยะห่างจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองกับจุดติดตั้งเครื่องมือสำหรับวัดค่าฝุ่นละออง 1 เมตร จากนั้นทำการตรวจสอบการฟุ้งกระจายของฝุ่นละออง เมื่อสังเกตว่าไม่มีการฟุ้งกระจายของฝุ่นละออง จึงทำการย้ายจุดสำหรับเก็บข้อมูลไปยังจุดวัดที่ 2 คือ บริเวณพื้นที่ก่อสร้างเหนือลม ซึ่งอยู่ห่างจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองเป็นระยะทาง 4.75 เมตร (โดยระยะทาง 4.75 เมตรคือระยะทางแบ่งครึ่งของความกว้างถนนทั้งหมดมีระยะทาง 9.50 เมตร) จากนั้นเก็บข้อมูลจุดวัดที่ 3 คือ ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณเหนือลม ซึ่งมีระยะห่างจากขอบถนนเป็นระยะทาง 9.5 เมตร จุดวัดที่ 4 คือ บริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม ซึ่งอยู่ห่างจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองเป็นระยะทาง 4.75 เมตร และจุดวัดที่ 5 คือ ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณใต้ลม ซึ่งมีระยะห่างจากขอบถนนเป็นระยะทาง 9.5 เมตร เมื่อเสร็จจากกิจกรรมก่อสร้าง (เทดิน) จากนั้นทำการเก็บข้อมูล ณ บริเวณพื้นที่อ้างอิงอีก 1 ครั้ง ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการเก็บตัวอย่างในโครงการก่อสร้าง สามารถวิเคราะห์แสดงในรูปแบบของกราฟเส้นตรงจำนวน 1 รูป ซึ่งแสดงปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กและขนาดใหญ่ที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมก่อสร้าง โดยมีตัวอย่างของข้อมูลมีจำนวนทั้งหมด 15 ตัวอย่าง เมื่อรวมกับข้อมูลที่ได้จากการวัดบริเวณอ้างอิง (reference site) อีก 2 ครั้งจะได้ตัวอย่างของข้อมูลรวมทั้งหมด 17 ตัวอย่างข้อมูล จากนั้นนำข้อมูลทำการวิเคราะห์หาปริมาณของฝุ่นละอองที่เกิดจากกิจกรรมก่อสร้าง เพื่อออกแบบขั้นตอนการก่อสร้าง (เทดินแบบใหม่) โดยวิธีการก่อสร้างแบบใหม่มีขั้นตอนการก่อสร้างที่ปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงสำหรับลดปริมาณการเกิดฝุ่นละอองต่อไป ซึ่งขั้นตอนการทดลองนั้นจะปฏิบัติตามการทดลองในกิจกรรมก่อสร้าง (เทดิน) แบบปกติเพียงแตกต่างที่ขั้นตอนการก่อสร้างที่ปรับปรุงหรือเพิ่มเติมบางขั้นตอน โดยสามารถสรุปขั้นตอนการทดลองเพื่อวัดปริมาณฝุ่นละอองของการทดลองที่ 1: ขั้นตอนในกิจกรรมเทดินปกติ ได้ดังตารางที่ 5.2 ดังนี้

ตารางที่ 5.2 ขั้นตอนการทดลองเพื่อวัดปริมาณฝุ่นละอองสำหรับกิจกรรมเทดินปกติ

ลำดับขั้นตอน	รายละเอียด
1.	ตรวจสอบทิศทางและลักษณะของลม

ตารางที่ 5.2 ขั้นตอนการทดลองเพื่อวัดปริมาณฝุ่นละอองสำหรับกิจกรรมเทดินปกติ (ต่อ)

ลำดับขั้นตอน	รายละเอียด
2.	วัดปริมาณฝุ่นละออง ณ บริเวณพื้นที่อ้างอิง
3.	เตรียมเปิดเครื่องมือวัดฝุ่นแบบพกพา สำหรับวัดปริมาณฝุ่นละออง
4.	วัดความเร็วลม โดยใช้เครื่องวัดความเร็วลม
5.	วัดปริมาณฝุ่นละออง ณ จุดวัดที่ 1

ตารางที่ 5.2 ขั้นตอนการทดลองเพื่อวัดปริมาณฝุ่นละอองสำหรับกิจกรรมเทดินปกติ (ต่อ)

ลำดับขั้นตอน	รายละเอียด
6.	วัดปริมาณฝุ่นละออง ณ จุดวัดที่ 2
7.	วัดปริมาณฝุ่นละออง ณ จุดวัดที่ 3
8.	วัดปริมาณฝุ่นละออง ณ จุดวัดที่ 4
9.	วัดปริมาณฝุ่นละออง ณ จุดวัดที่ 5

5.4.2 การทดลองที่ 2: การออกแบบกิจกรรมเทดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง

1. รูปแบบการทดลอง

การทดลองรูปแบบการทดลองที่ 2 ขั้นตอนในกิจกรรมเทดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง เป็นการทดลองเพื่อวัดปริมาณฝุ่นละอองโดยการเพิ่มอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการทดลองคือเครื่องฉีดพ่นน้ำชนิดมือโยก ขนาด 16 ลิตร โดยลักษณะของหัวฉีดเป็นหัวฉีดประเภท Double Conical

ติดตั้งกับคนงานสำหรับฉีดพ่นน้ำขณะที่กิจกรรมเทดินเกิดขึ้น โดยรูปแบบการทดลองจะเหมือนกับรูปแบบการทดลองที่ 1 ทุกขั้นตอน แต่แตกต่างกันในส่วนของขั้นตอนที่เพิ่มขึ้นคือมีการฉีดพ่นน้ำขณะที่มีกิจกรรมเทดิน โดยอัตราในการฉีดพ่นน้ำอยู่ที่ 1.3 ลิตรต่อนาที

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเพิ่มเติมในขั้นตอนการก่อสร้าง

- เครื่องฉีดพ่นน้ำชนิดมือโยก ขนาด 16 ลิตร (Hand pressure sprayer) ยี่ห้อ VIGOTECH Model : CF-16F-A ดังแสดงในรูปที่ 5.16

รูปที่ 5.16 เครื่องฉีดพ่นน้ำชนิดมือโยก ขนาด 16 ลิตร

ขั้นตอนการทดลอง

1. ตรวจสอบทิศทางและลักษณะของลม ซึ่งสามารถตรวจสอบได้จากเว็บไซต์ของสถานีอุตุนิยมวิทยาหรือสถานีอุตุนิยมวิทยาโดยตรง สำหรับข้อมูลทิศทางลมนั้นจะใช้กำหนดตำแหน่งจุดวัดในการวัดค่าปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นในบริเวณโครงการก่อสร้าง ดังแสดงในรูปที่ 5.8

- จุดวัดที่ 1 (บริเวณจุดที่เกิดการก่อสร้าง) ระยะห่างจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองกับจุดติดตั้งเครื่องมือสำหรับวัดค่าฝุ่นละออง 1 เมตร
- จุดวัดที่ 2 (บริเวณพื้นที่ก่อสร้างเหนือลม) ระยะห่างในการวัดจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองกับจุดติดตั้งเครื่องมือสำหรับวัดค่าฝุ่นละออง 4.75 เมตร
- จุดวัดที่ 3 (ชุมชนที่ตั้งบริเวณเหนือลม) ระยะห่างในการวัดจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองกับจุดติดตั้งเครื่องมือสำหรับวัดค่าฝุ่นละออง 9.5 เมตร
- จุดวัดที่ 4 (บริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม) ระยะห่างในการวัดจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองกับจุดติดตั้งเครื่องมือสำหรับวัดค่าฝุ่นละออง 4.75 เมตร
- จุดวัดที่ 5 (ชุมชนที่ตั้งบริเวณใต้ลม) ระยะห่างในการวัดจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองกับจุดติดตั้งเครื่องมือสำหรับวัดค่าฝุ่นละออง 9.5 เมตร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

โดยทำการวัดค่าปริมาณฝุ่นละอองบริเวณก่อสร้าง ซึ่งเลือกสถานีอุตุนิยมวิทยาลำปางเป็นบริเวณพื้นที่อ้างอิง (reference site) สำหรับวัดค่าปริมาณฝุ่นละอองจากบริเวณที่ปราศจากการก่อสร้างใดๆ ดังแสดงในรูปที่ 5.17 ซึ่งต้องทำการวัดค่าปริมาณฝุ่นละอองในช่วงเช้าก่อนเก็บข้อมูล ณ โครงการก่อสร้างและช่วงเย็นหลังจากเก็บข้อมูลจากโครงการก่อสร้าง

รูปที่ 5.17 การวัดปริมาณฝุ่นละออง ณ บริเวณพื้นที่อ้างอิง (reference site)

2. ตรวจสอบสภาพภูมิอากาศของแต่ละวัน หากในกรณีที่เกิดฝนตก ควรหยุดทำการเก็บข้อมูลเป็นระยะเวลา 2 วัน จึงเริ่มทำการเก็บข้อมูลอีกครั้ง เพื่อให้ดินในพื้นที่ในโครงการก่อสร้างแห้งและความชื้นในอากาศมีปริมาณที่น้อยลง

3. จากนั้นเดินทางไปยังบริเวณโครงการก่อสร้าง ซึ่งมีรายละเอียดของลักษณะและที่ตั้งของโครงการก่อสร้างได้กล่าวไว้ในรูปแบบการทดลองที่ 1

4. ทำการวัดค่าและเก็บข้อมูลของกิจกรรมเทดินเป็นระยะเวลา 3 วัน ซึ่งในแต่ละวันจะมีทิศทางลมที่เกิดขึ้นแตกต่างกันส่งผลทำให้การกำหนดตำแหน่งจุดวัดต่างๆแตกต่างเช่นกัน โดยการวัดค่าปริมาณฝุ่นละออง ณ ตำแหน่งจุดวัดต่างๆ สามารถทำตามขั้นตอนดังนี้

เริ่มทำการเปิดเครื่องมือวัดฝุ่นแบบพาและทำการวัดความเร็วลมของแต่ละช่วงเวลา โดยใช้เครื่องมือวัดความเร็วลม (Kestrel 3000) ซึ่งเป็นเครื่องมือสำหรับใช้วัดความเร็วลม ทำการกำหนดความเร็วลมในการเก็บข้อมูลนั้นควรไม่เกิน 5 เมตรต่อวินาที สำหรับการทำงานของเครื่องมือวัดความเร็วลม ทำการเปิดเครื่องมือและตั้งเครื่องมือบริเวณที่ต้องการ เครื่องมือจะทำการแสดงค่าความเร็วลมบนหน้าจอโดยอัตโนมัติ ซึ่งหน่วยความเร็วคือหน่วยเมตรต่อวินาที ดังแสดงในรูปที่ 5.15

เมื่อรถบรรทุกเริ่มเคลื่อนเข้าสู่บริเวณโครงการก่อสร้าง คนงานที่ปฏิบัติหน้าที่ส่งสัญญาณเริ่ม-หยุดกิจกรรมเทดินของรถบรรทุก ซึ่งในขณะช่วงเวลาที่รอการส่งสัญญาณ จากนั้นทำการติดตั้งเครื่องมือวัดฝุ่นแบบพกพาและติดตั้งเครื่องฉีดพ่นน้ำชนิดมือโยกกับคนงาน ณ บริเวณจุดวัดที่ระยะห่างจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองกับจุดติดตั้งเครื่องมือสำหรับวัดปริมาณฝุ่นละอองในระยะ 1 เมตร เมื่อคนงาน (ดัมพ์แมน) ส่งสัญญาณให้ความพร้อมปฏิบัติงานรถบรรทุกจะทำการเทดินลงสู่พื้นที่ที่ได้เตรียมไว้ ในระหว่างที่รถบรรทุกเริ่มเทดินนั้น คนงานที่มีหน้าที่ในการฉีดพ่นน้ำจะเริ่มปฏิบัติงานทันที โดยผู้วิจัยได้กำหนดให้การโยกคันโยกมีลักษณะโยกขึ้นสุด-ลงสุด ซึ่งต้องทำการโยกคันโยกที่ติดกับตัวเครื่องมือเพื่อให้เกิดการทำงานของเครื่องสำหรับฉีดพ่นน้ำ ทำให้มีอัตราการฉีดพ่นน้ำอยู่ที่ 1.3 ลิตรต่อนาที ตั้งแต่รถบรรทุกเริ่มเทดินจนกระทั่งดินในกระบะรถบรรทุกหมดลง จากนั้นทำการตรวจสอบการฟุ้งกระจายของฝุ่นละออง เมื่อสังเกตว่าไม่มีการฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองจึงเริ่มทำการเปลี่ยนจุดสำหรับเก็บข้อมูลโดยการฉีดพ่นน้ำจะเกิดขึ้นเมื่อมีกิจกรรมเทดิน เริ่มการวัดปริมาณฝุ่นละออง ณ จุดวัดที่ 2 คือ พื้นที่ก่อสร้างบริเวณเหนือลม ซึ่งอยู่ห่างจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองเป็นระยะทาง 4.75 เมตร (โดยระยะทาง 4.75 เมตรคือระยะทางแบ่งครึ่งของความกว้างถนนทั้งหมดมีระยะทาง 9.50 เมตร) เก็บข้อมูลจุดวัดที่ 3 คือ ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณเหนือลม ซึ่งมีระยะห่างจากขอบถนนเป็นระยะทาง 9.5 เมตร จุดวัดที่ 4 คือ พื้นที่ก่อสร้างบริเวณใต้ลม ซึ่งอยู่ห่างจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองเป็นระยะทาง 4.75 เมตร และจุดวัดที่ 5 คือ ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณใต้ลม ซึ่งมีระยะห่างจากขอบถนนเป็นระยะทาง 9.5 เมตร เมื่อเสร็จจากกิจกรรมก่อสร้าง (เทดิน) จะทำการเก็บข้อมูล ณ บริเวณพื้นที่อ้างอิงอีก 1 ครั้ง ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการเก็บตัวอย่างข้อมูลใน 1 กิจกรรมการเทดิน ซึ่งข้อมูลของตัวอย่างจากการวัดในแต่ละครั้ง จะได้กราฟเส้นแสดงปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กและขนาดใหญ่จำนวน 1 รูป โดยทำการทดลองในพื้นที่ทดลองทั้งหมด 3 ครั้ง ซึ่งทำให้ตัวอย่างของข้อมูลมีจำนวนทั้งหมด 15 ตัวอย่าง เมื่อรวมกับข้อมูลที่ได้จากการวัดบริเวณอ้างอิง (reference site) อีก 2 ครั้งจะได้ตัวอย่างของข้อมูลรวมทั้งหมด 17 ตัวอย่างข้อมูล โดยข้อมูลที่ได้จากการวัดเก็บข้อมูลทำให้สามารถทราบปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมก่อสร้างได้

สามารถสรุปขั้นตอนการทดลองเพื่อวัดปริมาณฝุ่นละอองของขั้นตอนการทดลองเพื่อวัดปริมาณฝุ่นละอองสำหรับขั้นตอนในกิจกรรมเทดินที่ได้รับการเพิ่มเติมขั้นตอนและอุปกรณ์เพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง ได้ดังตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 ขั้นตอนการทดลองเพื่อวัดปริมาณฝุ่นละอองสำหรับขั้นตอนในกิจกรรมเทดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง

ลำดับขั้นตอน	รายละเอียด
1.	ตรวจสอบทิศทางและลักษณะของลม
2.	วัดปริมาณฝุ่นละออง ณ บริเวณพื้นที่อ้างอิง
3.	เตรียมเปิดเครื่องมือวัดฝุ่นแบบพกพา สำหรับวัดปริมาณฝุ่นละออง
4.	วัดความเร็วลม โดยใช้เครื่องวัดความเร็วลม

ตารางที่ 5.3 ขั้นตอนการทดลองเพื่อวัดปริมาณฝุ่นละอองสำหรับขั้นตอนในกิจกรรมเทดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง (ต่อ)

ลำดับขั้นตอน	รายละเอียด
5.	ติดตั้งเครื่องฉีดพ่นน้ำชนิดมือโยกกับคนงาน
6.	วัดปริมาณฝุ่นละออง ณ จุดวัดที่ 1
7.	วัดปริมาณฝุ่นละออง ณ จุดวัดที่ 2

ตารางที่ 5.3 ขั้นตอนการทดลองเพื่อวัดปริมาณฝุ่นละอองสำหรับขั้นตอนในกิจกรรมเทดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง (ต่อ)

ลำดับขั้นตอน	รายละเอียด
8.	วัดปริมาณฝุ่นละออง ณ จุดวัดที่ 3
9.	วัดปริมาณฝุ่นละออง ณ จุดวัดที่ 4
10.	วัดปริมาณฝุ่นละออง ณ จุดวัดที่ 5

จากขั้นตอนในกิจกรรมเทดินปกติและขั้นตอนในกิจกรรมเทดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละอองสามารถเปรียบเทียบความแตกต่างของขั้นตอนและอุปกรณ์ที่เพิ่มขึ้นในขั้นตอนการดำเนินงานของกิจกรรมเทดิน ได้ดังตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.4 การเปรียบเทียบความแตกต่างของขั้นตอนและอุปกรณ์ที่เพิ่มขึ้นในขั้นตอนการดำเนินงานของกิจกรรมเทดิน

ขั้นตอนการก่อสร้าง	ความเหมือนหรือแตกต่าง	การทดลองที่ 1 : ขั้นตอนในกิจกรรมเทดินปกติ	การทดลองที่ 2 : ขั้นตอนในกิจกรรมเทดินที่ปรับปรุงเพื่อลดปริมาณฝุ่นละออง
1. ตรวจสอบทิศทางและลักษณะของลม	เหมือน		
2. วัดปริมาณฝุ่นละออง ณ บริเวณพื้นที่อ้างอิง	เหมือน		
3. เตรียมเปิดเครื่องมือวัดฝุ่นแบบพกพาเพื่อวัดปริมาณฝุ่นละออง	เหมือน		
4. วัดความเร็วลมโดยใช้เครื่องวัดความเร็วลม	เหมือน		

ตารางที่ 5.4 การเปรียบเทียบความแตกต่างของขั้นตอนและอุปกรณ์ที่เพิ่มขึ้นในขั้นตอนการดำเนินงานของกิจกรรมเทดิน (ต่อ)

ขั้นตอนการก่อสร้าง	ความเหมือนหรือแตกต่าง	การทดลองที่ 1 : ขั้นตอนในกิจกรรมเทดินปกติ	การทดลองที่ 2 : ขั้นตอนในกิจกรรมเทดินที่ปรับปรุงเพื่อลดปริมาณฝุ่นละออง
5. ติดตั้งเครื่องฉีดพ่นน้ำชนิดมือโยกกับคนงาน	แตกต่าง	ไม่มีการติดตั้งเครื่องฉีดพ่นน้ำชนิดมือโยก	
6. วัดปริมาณฝุ่นละออง ณ จุดวัดที่ 1	เหมือน		
7. วัดปริมาณฝุ่นละออง ณ จุดวัดที่ 2	เหมือน		

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5.4 การเปรียบเทียบความแตกต่างของขั้นตอนและอุปกรณ์ที่เพิ่มขึ้นในขั้นตอนการดำเนินงานของกิจกรรมเทดิน (ต่อ)

ขั้นตอนการก่อสร้าง	ความเหมือนหรือแตกต่าง	การทดลองที่ 1 : ขั้นตอนในกิจกรรมเทดินปกติ	การทดลองที่ 2 : ขั้นตอนในกิจกรรมเทดินที่ปรับปรุงเพื่อลดปริมาณฝุ่นละออง
8. วัดปริมาณฝุ่นละออง ณ จุดวัดที่ 3	เหมือน		
9. วัดปริมาณฝุ่นละออง ณ จุดวัดที่ 4	เหมือน		
10. วัดปริมาณฝุ่นละออง ณ จุดวัดที่ 5	เหมือน		

5.5 กรณีศึกษาที่ 2: กิจกรรมเกลี่ยดิน

กิจกรรมเกลี่ยดิน คือ กิจกรรมก่อสร้างวัสดุบนชั้นคันทางหรือบนชั้นวัสดุคัดเลือก (ดิน) ที่ปฏิบัติงานต่อจากกิจกรรมเทดิน โดยใช้วัสดุลูกรังหรือมวลรวมดิน (Soil aggregate) นำมาคลุกเคล้าผสมน้ำ (Mix process) แล้วจึงทำการปรับเกลี่ยแต่งระดับและบดอัดแน่นให้ได้ระดับตามรูปแบบ โดยความหนาแต่ละชั้นไม่เกิน 15 เซนติเมตร รวมถึงความหนาแน่นของแต่ละชั้นต้องไม่น้อยกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ของการทดสอบมาตรฐาน (Modify Proctor Density) ซึ่งเป็นวิธีทดสอบเฉพาะเพื่อใช้ในการควบคุมงานก่อสร้างถนน โดยขั้นตอนของกิจกรรมเกลี่ยดิน มีรายละเอียดดังนี้

1. กองวัสดุสำหรับกิจกรรมเกลี่ยดิน ดังแสดงในรูปที่ 5.18

รูปที่ 5.18 กองวัสดุ (ดิน)

2. เริ่มกิจกรรมเกลี่ยดินโดยรถเกลี่ยดิน (Grader) ทำการล้มกองวัสดุเพื่อง่ายต่อการปรับเกลี่ยดิน

รูปที่ 5.19 รถเกลี่ยดิน (Grader) ทำการล้มกองดินเพื่อปรับเกลี่ยดิน

3. จากนั้นเริ่มเข้าสู่ขั้นตอนการคลุกเคล้าผสมน้ำ (Mix process) และทำการบดอัดดินเพื่อให้ได้ความแน่นตามรูปแบบที่กำหนดไว้ ดังแสดงในรูปที่ 5.20

รูปที่ 5.20 ลักษณะของชั้นดินที่ได้ความแน่นตามรูปแบบ

ซึ่งเมื่อพิจารณาจากขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดิน พบว่า การเกลี่ยดินของรถเกลี่ยดินเป็นกิจกรรมที่ทำให้เกิดฝุ่นละออง ดังแสดงในรูปที่ 5.21

รูปที่ 5.21 การเกลี่ยดินของรถเกลี่ยดินเป็นกิจกรรมที่ทำให้เกิดฝุ่นละออง

สำหรับวิธีออกแบบเพื่อจัดการป้องกันและลดปริมาณการเกิดฝุ่นละอองในกิจกรรมก่อสร้าง สามารถทำได้โดยการเพิ่มเติมอุปกรณ์ในการป้องกันไม่ให้เกิดฝุ่นละออง คือ เพิ่มขั้นตอนการติดตั้งแผงกั้นฝุ่นครอบคลุมบริเวณก่อสร้าง ดังรูปที่ 5.22

รูปที่ 5.22 การติดตั้งแผงกั้นฝุ่น ครอบคุลมบริเวณโครงการก่อสร้าง

โดยสามารถเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินปกติกับขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินที่ได้รับการเพิ่มเติมขั้นตอนและอุปกรณ์ในการลดการเกิดฝุ่นละอองได้ดังแสดงในตารางที่ 5.5 ดังนี้

ตารางที่ 5.5 การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินปกติกับขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง

ขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินปกติ	**ขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง**
1. เริ่มกิจกรรมเกลี่ยดิน โดยรถเกลี่ยดิน (Grader) ทำการล้มกองวัสดุเพื่อง่ายต่อการปรับเกลี่ยดิน	1. ติดตั้งแผงกั้นฝุ่นละออง ครอบคลุมบริเวณก่อสร้าง
2. จากนั้นเริ่มเข้าสู่ขั้นตอนการคลุกเคล้าผสมน้ำ (Mix process) และทำการบดอัดดินเพื่อให้ได้ความแน่นตามรูปแบบที่กำหนดไว้	2. เริ่มกิจกรรมเกลี่ยดิน โดยรถเกลี่ยดิน (Grader) ทำการล้มกองวัสดุเพื่อง่ายต่อการปรับเกลี่ยดิน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5.5 การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินปกติกับขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง (ต่อ)

ขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินปกติ	ขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง
3. -	3. จากนั้นเริ่มเข้าสู่ขั้นตอนการคลุกเคล้าผสมน้ำ (Mix process) และทำการบดอัดดินเพื่อให้ได้ความแน่นตามรูปแบบที่กำหนดไว้

สำหรับวิธีการทดลองได้ทำการศึกษาในกรณีกิจกรรมเกลี่ยดินแบ่งออกเป็น 2 การทดลอง ประกอบด้วย

- การทดลองที่ 1: ขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินปกติ
- การทดลองที่ 2: ขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง

5.5.1 การทดลองที่ 1: ขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินปกติ

<u>รูปแบบการทดลอง</u>

รูปแบบการทดลองที่ 1 ขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินปกติจะทำการวัดปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้น โดยใช้เครื่องมือวัดฝุ่นแบบพกพา (Dylos air quality monitor) ทำการวัดปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมเกลี่ยดิน ซึ่งมีรายละเอียดของขั้นตอนในการทดลอง ดังนี้

ขั้นตอนการทดลอง

1. ตรวจสอบทิศทางและลักษณะของลม ซึ่งสามารถตรวจสอบได้จากเว็บไซต์ของสถานีอุตุนิยมวิทยาหรือสถานีอุตุนิยมวิทยาโดยตรง สำหรับข้อมูลทิศทางลมนั้นจะใช้กำหนดตำแหน่งจุดวัดในการวัดค่าปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นในบริเวณโครงการก่อสร้าง

- จุดวัดที่ 1 (บริเวณจุดที่เกิดการก่อสร้าง) ระยะห่างจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองกับจุดติดตั้งเครื่องมือสำหรับวัดค่าฝุ่นละออง 1 เมตร
- จุดวัดที่ 2 (บริเวณพื้นที่ก่อสร้างเหนือลม) ระยะห่างในการวัดจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองกับจุดติดตั้งเครื่องมือสำหรับวัดค่าฝุ่นละออง 4.75 เมตร
- จุดวัดที่ 3 (ชุมชนบริเวณพื้นที่ก่อสร้างเหนือลม) ระยะห่างในการวัดจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองกับจุดติดตั้งเครื่องมือสำหรับวัดค่าฝุ่นละออง 9.5 เมตร

- จุดวัดที่ 4 (บริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม) ระยะห่างในการวัดจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองกับจุดติดตั้งเครื่องมือสำหรับวัดค่าฝุ่นละออง 4.75 เมตร
- จุดวัดที่ 5 (ชุมชนบริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม) ระยะห่างในการวัดจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองกับจุดติดตั้งเครื่องมือสำหรับวัดค่าฝุ่นละออง 9.5 เมตร

โดยจะทำการวัดค่าปริมาณฝุ่นละอองบริเวณก่อสร้าง ซึ่งเลือกสถานีอุตุนิยมวิทยาลำปางเป็นบริเวณพื้นที่อ้างอิง (reference site) สำหรับวัดค่าปริมาณฝุ่นละอองจากบริเวณที่ปราศจากการก่อสร้างใดๆ ซึ่งจะต้องทำการวัดค่าปริมาณฝุ่นละอองในช่วงเช้าก่อนเก็บข้อมูล ณ โครงการก่อสร้าง และช่วงเย็นหลังจากเก็บข้อมูลจากโครงการก่อสร้างแล้วเสร็จ

2. ตรวจสอบสภาพภูมิอากาศของแต่ละวัน หากในกรณีที่เกิดฝนตก ควรหยุดทำการเก็บข้อมูลเป็นระยะเวลา 2 วัน จึงเริ่มทำการเก็บข้อมูลอีกครั้ง เพื่อให้ดินในพื้นที่ในโครงการก่อสร้างแห้งและความชื้นในอากาศมีปริมาณที่น้อยลง

3. จากนั้นเดินทางไปยังบริเวณโครงการก่อสร้าง เพื่อทำการเตรียมความพร้อมในการเก็บข้อมูล

4. จากนั้นทำการวัดค่าและเก็บข้อมูลของกิจกรรมเกลี่ยดินเป็นระยะเวลา 3 วัน ซึ่งในแต่ละวันจะมีทิศทางลมที่เกิดขึ้นแตกต่างกันส่งผลทำให้การกำหนดตำแหน่งจุดวัดต่างๆแตกต่างเช่นกัน โดยการวัดค่าปริมาณฝุ่นละออง ณ ตำแหน่งจุดวัดต่างๆ สามารถทำตามขั้นตอนดังนี้

เริ่มทำการเปิดเครื่องมือวัดฝุ่นแบบพาและทำการวัดความเร็วลมของแต่ละช่วงเวลา โดยใช้เครื่องมือวัดความเร็วลม (Kestrel 3000) ซึ่งเป็นเครื่องมือสำหรับใช้วัดความเร็วลม ซึ่งกำหนดความเร็วลมในการเก็บข้อมูลนั้นควรไม่เกิน 5 เมตรต่อวินาที สำหรับการทำงานของเครื่องมือวัดความเร็วลม ทำการเปิดเครื่องมือและตั้งเครื่องมือบริเวณที่ต้องการ เครื่องมือจะทำการแสดงค่าความเร็วลมบนหน้าจอโดยอัตโนมัติ ซึ่งหน่วยความเร็วคือหน่วยเมตรต่อวินาที เมื่อรถเกลี่ยดิน (Grader) เริ่มเคลื่อนที่เข้าสู่บริเวณโครงการก่อสร้างเพื่อเริ่มงาน โดยผู้วิจัยได้ทำการวัดข้อมูลจากจำนวนรอบเที่ยวขาไป - กลับ ในการเกลี่ยดินของเครื่องจักร ซึ่งวัดเก็บข้อมูลจำนวน 12 เที่ยว ใช้เวลาเฉลี่ยจุดละไม่เกิน 40 นาที ต่อ 1 จุดการวัด จากนั้นทำการติดตั้งเครื่องมือวัดฝุ่นแบบพกพา ณ บริเวณจุดวัดที่ 1 ระยะห่างจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองกับจุดติดตั้งเครื่องมือสำหรับวัดค่าฝุ่นละออง 1 เมตร โดยในบริเวณจุดวัดที่ 1 โดยทำการตั้งเครื่องมือวัดฝุ่นแบบพกพาไว้ที่บริเวณระยะกึ่งกลางของถนนที่ 75 เมตรจากความยาวทั้งหมดของถนน 150 เมตร จากนั้นเมื่อครบเวลาที่กำหนดเบื้องต้นแล้วรอจนแน่ใจว่าฝุ่นละอองไม่ฟุ้งกระจาย เมื่อสังเกตว่าไม่มีการฟุ้งกระจายของฝุ่นละออง จากนั้นทำการเปลี่ยนจุดสำหรับเก็บข้อมูลไปยังจุดวัดที่ 2 คือ พื้นที่ก่อสร้างเหนือลม ซึ่งอยู่ห่างจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองเป็นระยะทาง 4.75 เมตร (โดยระยะทาง 4.75 เมตรคือระยะทางแบ่งครึ่งของความกว้างถนนทั้งหมดมีระยะทาง 9.50 เมตร) จากนั้นเก็บข้อมูลจุดวัดที่ 3 คือ ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณ

เหนือลม ซึ่งมีระยะห่างจากขอบถนนเป็นระยะทาง 9.5 เมตร จุดที่ 4 คือ บริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม ซึ่งอยู่ห่างจากบริเวณแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองเป็นระยะทาง 4.75 เมตร และจุดที่ 5 คือ ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณใต้ลม ซึ่งมีระยะห่างจากขอบถนนเป็นระยะทาง 9.5 เมตร ซึ่งทำการเก็บข้อมูลตามข้อปฏิบัติเหมือนกับจุดที่ 2 ทั้งหมด เมื่อเสร็จจากการวัดปริมาณฝุ่นละอองในกิจกรรมก่อสร้าง (เกลี่ยดิน) ทำการเก็บข้อมูล ณ บริเวณพื้นที่อ้างอิงอีก 1 ครั้ง ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการเก็บตัวอย่างข้อมูลใน 1 กิจกรรมการเกลี่ยดิน โดยข้อมูลของตัวอย่างจากการวัดในแต่ละครั้ง จะได้ออกมาเป็นลักษณะกราฟเส้นแสดงปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กและขนาดใหญ่ที่เกิดขึ้นจำนวน 1 รูป โดยทำการทดลองในพื้นที่ทดลองทั้งหมด 3 ครั้ง เมื่อรวมกับข้อมูลที่ได้จากการวัดบริเวณอ้างอิง (reference site) อีก 2 ครั้งจะได้ตัวอย่างของข้อมูลรวมทั้งหมด 17 ตัวอย่างข้อมูล จากนั้นจึงนำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์เพื่อหาปริมาณของฝุ่นละอองที่เกิดจากกิจกรรมก่อสร้างและทำการออกแบบขั้นตอนการก่อสร้าง (เกลี่ยดินแบบใหม่) โดยวิธีการก่อสร้างแบบใหม่ซึ่งมีขั้นตอนการก่อสร้างที่ปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงเพื่อลดปริมาณการเกิดฝุ่นละอองต่อไป ซึ่งขั้นตอนการทดลองนั้นจะปฏิบัติตามการทดลองในกิจกรรมก่อสร้าง (เกลี่ยดิน) แบบเดิมเพียงแตกต่างที่ขั้นตอนการก่อสร้างที่ปรับปรุงหรือเพิ่มเติมบางขั้นตอน

สามารถสรุปขั้นตอนการทดลองเพื่อวัดปริมาณฝุ่นละอองสำหรับขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินปกติ ได้ดังตารางที่ 5.6 ดังนี้

ตารางที่ 5.6 ขั้นตอนการทดลองเพื่อวัดปริมาณฝุ่นละอองสำหรับขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินปกติ

ลำดับขั้นตอน	รายละเอียด
1.	ตรวจสอบทิศทางและลักษณะของลม
2.	วัดปริมาณฝุ่นละออง ณ บริเวณพื้นที่อ้างอิง

ตารางที่ 5.6 ขั้นตอนการทดลองเพื่อวัดปริมาณฝุ่นละอองสำหรับขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินปกติ (ต่อ)

ลำดับขั้นตอน	รายละเอียด
3.	เตรียมเปิดเครื่องมือวัดฝุ่นแบบพกพา สำหรับวัดปริมาณฝุ่นละออง
4.	วัดความเร็วลม โดยใช้เครื่องวัดความเร็วลม
5.	วัดปริมาณฝุ่นละออง ณ จุดวัดที่ 1
6.	วัดปริมาณฝุ่นละออง ณ จุดวัดที่ 2

ตารางที่ 5.6 ขั้นตอนการทดลองเพื่อวัดปริมาณฝุ่นละอองสำหรับขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินปกติ (ต่อ)

ลำดับขั้นตอน	รายละเอียด
7.	วัดปริมาณฝุ่นละออง ณ จุดวัดที่ 3
8.	วัดปริมาณฝุ่นละออง ณ จุดวัดที่ 4
9.	วัดปริมาณฝุ่นละออง ณ จุดวัดที่ 5

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.5.2 การทดลองที่ 2: ขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง

<u>รูปแบบการทดลอง</u>

การทดลองรูปแบบการทดลองที่ 2 ขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง เป็นการทดลองเพื่อวัดปริมาณฝุ่นละอองโดยการเพิ่มเติมขั้นตอนและอุปกรณ์เพื่อลดเกิดฝุ่นละออง คือ การติดตั้งแผงกั้นฝุ่นละอองครอบคลุมบริเวณก่อสร้างตั้งอยู่ในช่วงกม.ที่ 701+125 ซึ่งการติดตั้งแผงกั้นฝุ่นละอองผูกกับไม้ยูคาลิปตัสแบ่งออกเป็น 2 ด้าน ความยาวด้านละ 75 เมตร ครอบคลุมบริเวณพื้นที่ก่อสร้าง โดยรูปแบบการทดลองจะเหมือนกับรูปแบบการทดลองที่ 1 ทุกขั้นตอน แต่แตกต่างกันในส่วนของขั้นตอนที่เพิ่มขึ้น โดยมีอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเพิ่มเติมในขั้นตอนการก่อสร้าง ดังต่อไปนี้

- ไม้ยูคาลิปตัส ขนาด 2” × 3.00 เมตร จำนวน 50 ต้น

- เชือกฟาง
- ตาข่ายกรองแสง 70 เปอร์เซ็นต์ ความยาว 150 เมตร
- กรรไกร / คัตเตอร์

โดยมีขั้นตอนการทดลองดังนี้

1. คนงานทำการเตรียมไม้ยูคาลิปตัส สำหรับใช้เป็นหลักยึด ดังแสดงในรูปที่ 5.23

รูปที่ 5.23 คนงานเตรียมไม้ยูคาลิปตัส

2. ทำการขนย้ายไม้ยูคาลิปตัสไปยังบริเวณพื้นที่ก่อสร้างสำหรับทดลอง ดังแสดงในรูปที่ 5.24

รูปที่ 5.24 การขนย้ายไม้ยูคาลิปตัสไปยังบริเวณพื้นที่ก่อสร้าง

3. ใช้รถขุดตักทำการตอกไม้ยูคาลิปตัสลงในดิน ความลึกประมาณ 1 เมตร ทุกๆ 3 เมตร จำนวนด้านละ 25 ต้น รวมจำนวนไม้ยูคาลิปตัสที่ใช้ทั้งหมด 50 ต้น และความยาวของแผงกั้นฝุ่นละอองด้านละ 75 เมตร รวมความยาวของแผงกั้นฝุ่นทั้งหมด 150 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 5.25

รูปที่ 5.25 รถตักทำการตอกไม้ยูคาลิปตัส เพื่อทำเป็นหลักยึด

4. ทำการผูกแผงกั้นฝุ่นละอองติดกับไม้ยูคาลิปตัส โดยใช้เชือกฟางเหนียว ดังแสดงในรูปที่ 5.26

รูปที่ 5.26 ผูกแผงกั้นฝุ่นละอองติดกับไม้ยูคาลิปตัส

5. ทำการผูกเชือกฟางกับแผงกั้นฝุ่นละอองติดกับไม้ยูคาลิปตัส จนครบระยะทาง 75 เมตร ทั้ง 2 ด้าน ดังแสดงในรูปที่ 5.27

รูปที่ 5.27 ผูกเชือกฟางกับแผงกั้นฝุ่นละอองติดกับไม้ยูคาลิปตัส

6. ภาพหลังจากที่ทำการผูกเชือกฟางกับแผงกั้นฝุ่นละอองระยะ 75 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 5.28

รูปที่ 5.28 ภาพรวมหลังจากที่ทำการผูกเชือกฟางกับแผงกั้นฝุ่นละออง

7. เริ่มทำการติดตั้งไม้ยูคาลิปตัสและแผงกั้นฝุ่นละอองอีกด้านด้วยความยาว 75 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 5.29

รูปที่ 5.29 เริ่มทำการติดตั้งแผงกั้นฝุ่นละอองอีกด้านของบริเวณก่อสร้าง

8. ทำตามผูกเชือกกับแผงกั้นฝุ่นละอองติดกับไม้ยูคาลิปตัสที่ตอกลงดินเตรียมเอาไว้ โดยมีระยะทาง 75 เมตร ดังแสดงในรูปที่ 5.30

รูปที่ 5.30 การติดตั้งแผงกั้นฝุ่นละอองอีกด้านหนึ่งในบริเวณก่อสร้าง

เมื่อทำการติดตั้งแผงกั้นฝุ่นละออง จึงเริ่มทำการวัดปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นในระหว่างเกิดกิจกรรมเกลี่ยดิน โดยขั้นตอนการทดลองจะมีรูปแบบการวัดปริมาณฝุ่นละอองเหมือนกับรูปแบบการทดลองที่ 1 ของกิจกรรมเกลี่ยดินดังได้กล่าวไว้ในข้างต้น ซึ่งสามารถสรุปขั้นตอนการทดลองสำหรับขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินที่ได้รับการเพิ่มเติมขั้นตอนและอุปกรณ์ในการลดการเกิดฝุ่นละอองได้ดังตารางที่ 5.7

ตารางที่ 5.7 ขั้นตอนการทดลองสำหรับขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง

ขั้นตอนการทดลอง	รายละเอียด
1.	คนงานทำการเตรียมไม้ยูคาลิปตัส สำหรับใช้เป็นหลักยึดแผงกั้นฝุ่นละออง
2.	ทำการขนย้ายไม้ยูคาลิปตัสไปยังบริเวณพื้นที่ก่อสร้างสำหรับทดลอง

ตารางที่ 5.7 ขั้นตอนการทดลองสำหรับขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง (ต่อ)

ขั้นตอนการทดลอง	รายละเอียด
3.	ทำการผูกแผงกั้นฝุ่นละอองติดกับไม้ยูคาลิปตัส ผูกเชือกฟางกับแผงกั้นฝุ่นละอองติดกับไม้ยูคาลิปตัส จนครบระยะทาง 75 เมตร
4.	เริ่มทำการติดตั้งไม้ยูคาลิปตัสและแผงกั้นฝุ่นละอองอีกด้านหนึ่งด้วยความยาว 75 เมตร
5.	ทำการผูกเชือกกับแผงกั้นฝุ่นละอองติดกับไม้ยูคาลิปตัสที่ตอกลงดินเตรียมเอาไว้ ด้วยความยาว 75 เมตร
6.	หลังจากติดตั้งแผงกั้นฝุ่นละอองในบริเวณก่อสร้าง ทำการตรวจสอบทิศทางและลักษณะของลมในวันถัดไป

ตารางที่ 5.7 ขั้นตอนการทดลองสำหรับขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง (ต่อ)

ขั้นตอนการทดลอง	รายละเอียด
7.	วัดปริมาณฝุ่นละออง ณ บริเวณพื้นที่อ้างอิง
8.	เตรียมเปิดเครื่องมือวัดฝุ่นแบบพกพา สำหรับวัดปริมาณฝุ่นละออง
9.	วัดความเร็วลม โดยใช้เครื่องวัดความเร็วลม
10.	วัดปริมาณฝุ่นละออง ณ จุดวัดที่ 1

ตารางที่ 5.7 ขั้นตอนการทดลองสำหรับขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง (ต่อ)

ขั้นตอนการทดลอง	รายละเอียด
11.	วัดปริมาณฝุ่นละออง ณ จุดวัดที่ 2
12.	วัดปริมาณฝุ่นละออง ณ จุดวัดที่ 3
13.	วัดปริมาณฝุ่นละออง ณ จุดวัดที่ 4

ตารางที่ 5.7 ขั้นตอนการทดลองสำหรับขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง (ต่อ)

ขั้นตอนการทดลอง	รายละเอียด
14.	วัดปริมาณฝุ่นละออง ณ จุดวัดที่ 5

จากการทดลองสามารถเปรียบเทียบความแตกต่างของขั้นตอนการดำเนินงานของรูปแบบการทดลองที่ 1 กับรูปแบบการทดลองที่ 2 ได้ดังแสดงในตารางที่ 5.8

ตารางที่ 5.8 การเปรียบเทียบความแตกต่างของขั้นตอนการดำเนินงานของกิจกรรมเกลี่ยดิน

ขั้นตอนการก่อสร้าง	ความเหมือน /แตกต่าง	การทดลองที่ 1 : ขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินปกติ	การทดลองที่ 2 : ขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินที่ออกแบบเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง
1. คนงานทำการเตรียมไม้ยูคาลิปตัสสำหรับใช้เป็นหลักยึดแผงกั้นฝุ่นละออง	แตกต่าง	ไม่มีการติดตั้งแผงกั้นฝุ่นละออง	

ตารางที่ 5.8 การเปรียบเทียบความแตกต่างของขั้นตอนการดำเนินงานของกิจกรรมเกลี่ยดิน (ต่อ)

ขั้นตอนการก่อสร้าง	ความเหมือน / แตกต่าง	การทดลองที่ 1 : ขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินปกติ	การทดลองที่ 2 : ขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินที่ออกแบบเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง
2. ทำการขนย้ายไม้ยูคาลิปตัสไปยังบริเวณพื้นที่ก่อสร้างสำหรับทดลอง	แตกต่าง	ไม่มีการติดตั้งแผงกั้นฝุ่นละออง	
3. ทำการผูกแผงกั้นฝุ่นละอองติดกับไม้ยูคาลิปตัส โดยผูกเชือกฟางกับแผงกั้นฝุ่นละอองติดกับไม้ยูคาลิปตัส จนครบระยะทาง 75 เมตร	แตกต่าง	ไม่มีการติดตั้งแผงกั้นฝุ่นละออง	
4. เริ่มทำการติดตั้งไม้ยูคาลิปตัสและแผงกั้นฝุ่นละอองอีกด้านหนึ่งด้วยความยาว 75 เมตร	แตกต่าง	ไม่มีการติดตั้งแผงกั้นฝุ่นละออง	

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตารางที่ 5.8 การเปรียบเทียบความแตกต่างของขั้นตอนการดำเนินงานของกิจกรรมเกลี่ยดิน (ต่อ)

ขั้นตอนการก่อสร้าง	ความเหมือน /แตกต่าง	การทดลองที่ 1 : ขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินปกติ	การทดลองที่ 2 : ขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินที่ออกแบบเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง
5. ทำตามผูกเชือกกับแผงกั้นฝุ่นละอองติดกับไม้ยูคาลิปตัสที่ตอกลงดินเตรียมเอาไว้ที่ความยาว 75 เมตร	แตกต่าง	ไม่มีการติดตั้งแผงกั้นฝุ่นละออง	
6. ทำตามผูกเชือกกับแผงกั้นฝุ่นละอองติดกับไม้ยูคาลิปตัสที่ตอกลงดินด้วยความยาว 75 เมตร	แตกต่าง	ไม่มีการติดตั้งแผงกั้นฝุ่นละออง	
7. หลังจากการติดตั้งแผงกั้นฝุ่นละอองและทำการตรวจสอบทิศทางและลักษณะของลมในวันถัดไป	เหมือน		
8. วัดปริมาณฝุ่นละออง ณ บริเวณพื้นที่อ้างอิง	เหมือน		

ตารางที่ 5.8 การเปรียบเทียบความแตกต่างของขั้นตอนการดำเนินงานของกิจกรรมเกลี่ยดิน (ต่อ)

ขั้นตอนการก่อสร้าง	ความเหมือน /แตกต่าง	การทดลองที่ 1 : ขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินปกติ	การทดลองที่ 2 : ขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินที่ออกแบบเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง
9. เตรียมเปิดเครื่องมือวัดฝุ่นแบบพกพา สำหรับวัดปริมาณฝุ่นละออง	เหมือน		
10. วัดความเร็วลมโดยใช้เครื่องวัดความเร็วลม	เหมือน		
11. วัดปริมาณฝุ่นละออง ณ จุดวัดที่ 1	เหมือน		

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5.8 การเปรียบเทียบความแตกต่างของขั้นตอนการดำเนินงาน ของกิจกรรมเกลี่ยดิน (ต่อ)

ขั้นตอนการก่อสร้าง	ความเหมือน/แตกต่าง	การทดลองที่ 1 : ขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินปกติ	การทดลองที่ 2 : ขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินที่ออกแบบเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง
12. วัดปริมาณฝุ่นละออง ณ จุดวัดที่ 2	เหมือน		
13. วัดปริมาณฝุ่นละออง ณ จุดวัดที่ 3	เหมือน		
14. วัดปริมาณฝุ่นละออง ณ จุดวัดที่ 4	เหมือน		

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 5.8 การเปรียบเทียบความแตกต่างของขั้นตอนการดำเนินงาน ของกิจกรรมเกลี่ยดิน (ต่อ)

ขั้นตอนการก่อสร้าง	ความเหมือน/แตกต่าง	การทดลองที่ 1 : ขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินปกติ	การทดลองที่ 2 : ขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินที่ออกแบบเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง
15. วัดปริมาณฝุ่นละออง ณ จุดวัดที่ 5	เหมือน		

5.6 ผลการศึกษาปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นในกิจกรรมก่อสร้าง

จากการวัดค่าปริมาณฝุ่นละอองจากงานถมดิน ประกอบด้วย กิจกรรมเทดินและกิจกรรมเกลี่ยดิน มีรายละเอียดดังนี้

5.6.1 ผลการศึกษาปริมาณฝุ่นละอองจากกิจกรรมเทดิน

สามารถแบ่งรูปแบบการทดลองออกเป็น 2 ส่วน ประกอบด้วย

- การทดลองที่ 1: ขั้นตอนในกิจกรรมเทดินปกติ
- การทดลองที่ 2: ขั้นตอนในกิจกรรมเทดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง

โดยผลการทดลองที่ได้จากการเก็บข้อมูล สามารถแสดงได้นี้

5.6.1.1 ผลการทดลองที่ 1: ขั้นตอนในกิจกรรมเทดินปกติ

จากการวัดปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นโดยใช้เครื่องมือวัดฝุ่นแบบพกพา (Dylos air quality monitor) ตลอดระยะเวลาการทดลอง สามารถวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ดังแสดงในตารางที่ 5.9 และ ตารางที่ 5.10 ดังนี้

ตารางที่ 5.9 ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กของกิจกรรมเทดินปกติ

ตำแหน่งจุดวัด	ปริมาณฝุ่นละออง (Particle/ ft^3)			ค่าเฉลี่ยฝุ่นละออง ขนาดเล็ก (Particle/ ft^3)
	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	
จุดที่ 1 : บริเวณจุดที่เกิดการก่อสร้าง	932,600	1,222,700	527,733	894,344
จุดที่ 2 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างเหนือลม	460,300	416,700	363,500	413,500
จุดที่ 3 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณเหนือลม	414,033	370,900	215,500	333,478
จุดที่ 4 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม	476,472	547,450	375,267	466,396
จุดที่ 5 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณใต้ลม	463,600	471,867	369,533	435,000

ตารางที่ 5.10 ปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่ของกิจกรรมเทดินปกติ

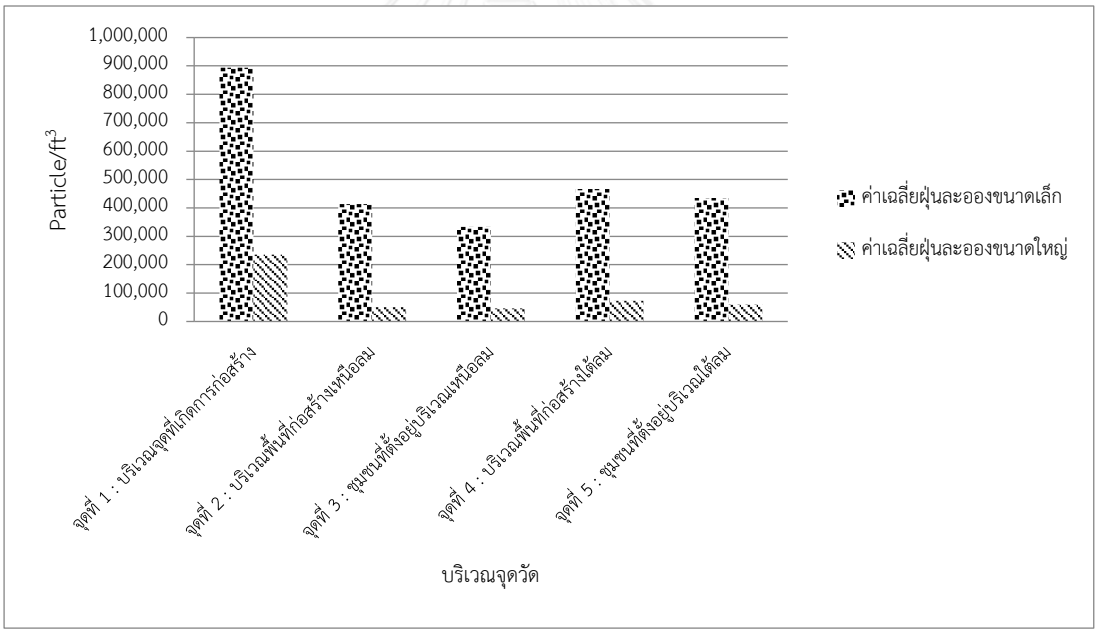
ตำแหน่งจุดวัด	ปริมาณฝุ่นละออง (Particle/ ft^3)			ค่าเฉลี่ยฝุ่นละออง ขนาดใหญ่ (Particle/ ft^3)
	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	
จุดที่ 1 : บริเวณจุดที่เกิดการก่อสร้าง	32,750	529,533	144,733	235,672
จุดที่ 2 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างเหนือลม	40,479	60,433	49,933	50,282
จุดที่ 3 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณเหนือลม	56,357	50,500	29,567	45,475
จุดที่ 4 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม	35,700	98,325	85,000	73,008
จุดที่ 5 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณใต้ลม	35,593	70,433	73,467	59,831

จากข้อมูลที่แสดงข้างต้นสามารถสรุปค่าปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นในกิจกรรมเทดินที่เกิดในระหว่างช่วงเวลาการทดลอง โดยค่าปริมาณฝุ่นละอองที่สามารถวัดได้จะนำมาวิเคราะห์และหาค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้น ซึ่งปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยของกิจกรรมเทดินปกติสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 5.11

ตารางที่ 5.11 ปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยของกิจกรรมเทดินปกติ

ตำแหน่งจุดวัด	ค่าเฉลี่ยฝุ่นละออง ขนาดเล็ก (Particle/ ft^3)	ค่าเฉลี่ยฝุ่นละออง ขนาดใหญ่ (Particle/ ft^3)
จุดที่ 1 : บริเวณจุดที่เกิดการก่อสร้าง	894,344	235,672
จุดที่ 2 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างเหนือลม	413,500	50,282
จุดที่ 3 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณเหนือลม	333,478	45,475
จุดที่ 4 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม	466,396	73,008
จุดที่ 5 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณใต้ลม	435,000	59,831

โดยสามารถแสดงค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กและขนาดใหญ่จากการวัดข้อมูลของกิจกรรมเทดินปกติดังแสดงในรูปที่ 5.31 ดังนี้



รูปที่ 5.31 ค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองที่ได้จากการวัดข้อมูลของกิจกรรมเทดินปกติ

5.6.1.2 ผลการทดลองที่ 2: ขั้นตอนในกิจกรรมเทดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง

จากการวัดปริมาณฝุ่นละอองโดยเครื่องมือวัดฝุ่นแบบพกพา (Dylos air quality monitor) สามารถวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ดังแสดงในตารางที่ 5.12 และ ตารางที่ 5.13

ตารางที่ 5.12 ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กจากขั้นตอนในกิจกรรมเทดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง

ตำแหน่งจุดวัด	ปริมาณฝุ่นละออง (Particle/ ft^3)			ค่าเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาดเล็ก (Particle/ ft^3)
	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	
จุดที่ 1 : บริเวณจุดที่เกิดการก่อสร้าง	676,533	538,633	427,133	547,433
จุดที่ 2 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างเหนือลม	348,067	234,975	144,033	242,358
จุดที่ 3 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณเหนือลม	370,900	229,567	137,700	246,056
จุดที่ 4 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม	547,450	263,575	340,233	383,753
จุดที่ 5 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณใต้ลม	446,000	262,300	248,433	318,911

ตารางที่ 5.13 ปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่จากขั้นตอนในกิจกรรมเทดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง

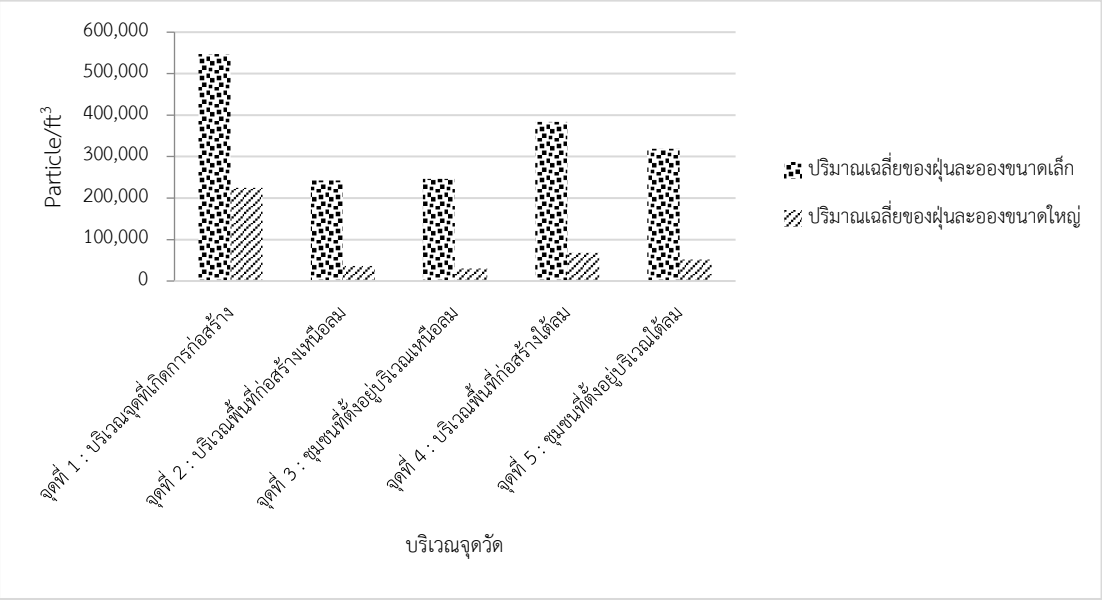
ตำแหน่งจุดวัด	ปริมาณฝุ่นละออง (Particle/ ft^3)			ค่าเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาดใหญ่ (Particle/ ft^3)
	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	
จุดที่ 1 : บริเวณจุดที่เกิดการก่อสร้าง	261,600	216,333	196,633	224,856
จุดที่ 2 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างเหนือลม	46,033	38,150	25,533	36,572
จุดที่ 3 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณเหนือลม	36,767	37,200	17,100	30,356
จุดที่ 4 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม	50,533	58,950	93,867	67,783
จุดที่ 5 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณใต้ลม	46,033	57,933	51,567	51,844

จากข้อมูลที่แสดงข้างต้นสามารถสรุปค่าปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นในกิจกรรมเทดินที่เกิดในระหว่างช่วงเวลาการทดลอง โดยค่าปริมาณฝุ่นละอองที่สามารถวัดได้จะนำมาวิเคราะห์และหาค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้น ซึ่งปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยที่เกิดขึ้นในขั้นตอนของกิจกรรมเทดินที่ได้รับการเพิ่มเติมขั้นตอนและอุปกรณ์เพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 5.14

ตารางที่ 5.14 ปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยของขั้นตอนในกิจกรรมเทดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง

ตำแหน่งจุดวัด	ค่าเฉลี่ยฝุ่นละออง ขนาดเล็ก (Particle/ ft^3)	ค่าเฉลี่ยฝุ่นละออง ขนาดใหญ่ (Particle/ ft^3)
จุดที่ 1 : บริเวณจุดที่เกิดการก่อสร้าง	547,433	224,856
จุดที่ 2 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างเหนือลม	242,358	36,572
จุดที่ 3 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณเหนือลม	246,056	30,356
จุดที่ 4 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม	383,753	67,783
จุดที่ 5 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณใต้ลม	318,911	51,844

โดยสามารถแสดงค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กและขนาดใหญ่จากการวัดข้อมูลขั้นตอนในกิจกรรมเทดินที่ได้รับการเพิ่มเติมขั้นตอนและอุปกรณ์เพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง ได้ดังแสดงในรูปที่ 5.32 ดังนี้



รูปที่ 5.32 ค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองสำหรับกิจกรรมเทดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง

5.6.1.3 การเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นระหว่างขั้นตอนในกิจกรรมเทดินปกติกับขั้นตอนในกิจกรรมเทดินที่ได้รับการเพิ่มเติมขั้นตอนและอุปกรณ์เพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง

จากการศึกษาและวัดข้อมูลฝุ่นละอองที่เกิดขึ้น สามารถเปรียบเทียบและวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างของปริมาณฝุ่นละออง โดยความแตกต่างของปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้น แสดงดังตารางที่ 5.15 และ ตารางที่ 5.16 ดังนี้

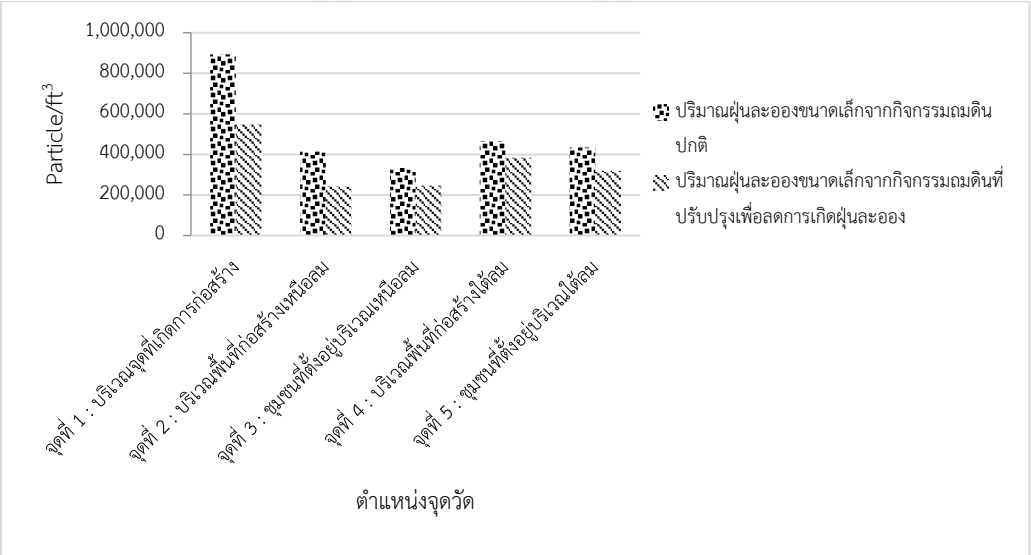
ตารางที่ 5.15 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กของกิจกรรมเทดินปกติกับกิจกรรมเทดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง

ตำแหน่งจุดวัด	ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กจากกิจกรรมเทดินปกติ (Particle/ft^3)	ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กจากกิจกรรมเทดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง (Particle/ft^3)
จุดที่ 1 : บริเวณจุดที่เกิดการก่อสร้าง	894,344	547,433
จุดที่ 2 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างเหนือลม	413,500	242,358
จุดที่ 3 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณเหนือลม	333,478	246,056
จุดที่ 4 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม	466,396	383,753
จุดที่ 5 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณใต้ลม	435,000	318,911

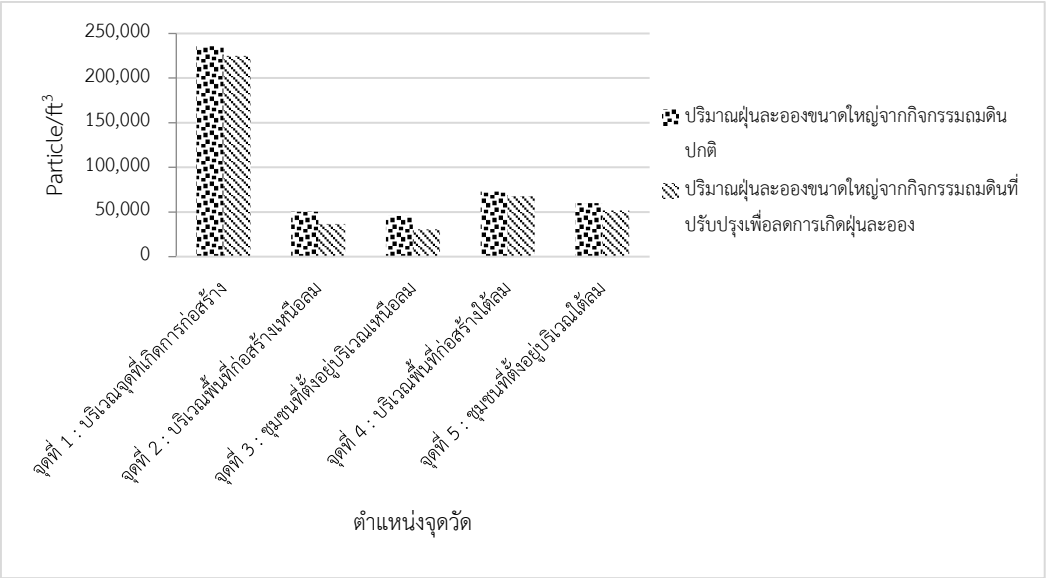
ตารางที่ 5.16 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่ของกิจกรรมเทดินปกติกับกิจกรรมเทดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง

ตำแหน่งจุดวัด	ปริมาณฝุ่นละออง ขนาดใหญ่จากกิจกรรม เทดินปกติ (Particle/ft^3)	ปริมาณฝุ่นละอองขนาด ใหญ่จากกิจกรรมเทดินที่ ปรับปรุงเพื่อลดการเกิด ฝุ่นละออง (Particle/ft^3)
จุดที่ 1 : บริเวณจุดที่เกิดการก่อสร้าง	235,672	224,856
จุดที่ 2 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างเหนือลม	50,282	36,572
จุดที่ 3 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณเหนือลม	45,475	30,356
จุดที่ 4 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม	73,008	67,783
จุดที่ 5 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณใต้ลม	59,831	51,844

โดยสามารถสรุปแสดงความแตกต่างของปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นระหว่างขั้นตอนในกิจกรรมเทดินปกติกับขั้นตอนในกิจกรรมเทดินที่ที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง ดังแสดงในรูปที่ 5.33 และ รูปที่ 5.34 ดังนี้



รูปที่ 5.33 ค่าความแตกต่างระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กจากกิจกรรมเทดินปกติกับกิจกรรมเทดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง



รูปที่ 5.34 ค่าความแตกต่างระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่จากกิจกรรมเทดินปกติกับกิจกรรมเทดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง

จากรูปที่ 5.33 และรูปที่ 5.34 แสดงให้เห็นว่าปริมาณฝุ่นละอองที่ได้จากการวัดข้อมูลกิจกรรมเทดินปกติกับกิจกรรมเทดินที่ได้รับการปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง พบว่ามีปริมาณฝุ่นละอองน้อยกว่าปริมาณฝุ่นละอองที่ได้จากการวัดข้อมูลจากกิจกรรมเทดินปกติ ซึ่งสามารถสรุปแนวทางในการลดปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นโดยตอนการฉีดพ่นน้ำในขั้นตอนการเทดินจากรถบรรทุก จากการทดลองพบว่าวิธีดังกล่าวสามารถลดการเกิดฝุ่นละอองได้เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นในกิจกรรมเทดินปกติ ดังแสดงในตารางที่ 5.17 และ 5.18 ดังนี้

ตารางที่ 5.17 ค่าความแตกต่างของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กที่ระหว่างกิจกรรมเทดินปกติกับกิจกรรมเทดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง

ตำแหน่งจุดวัด	กิจกรรมเทดินปกติ (Particle/ft^3)	กิจกรรมเทดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง (Particle/ft^3)	เพิ่ม/ลด	% เพิ่ม/ลด
จุดที่ 1 : บริเวณจุดที่เกิดการก่อสร้าง	894,344	547,433	ลด	48
จุดที่ 2 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างเหนือลม	413,500	242,358	ลด	52
จุดที่ 3 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณเหนือลม	333,478	246,056	ลด	30
จุดที่ 4 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม	466,396	383,753	ลด	19
จุดที่ 5 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณใต้ลม	435,000	318,911	ลด	31

ตารางที่ 5.18 ค่าความแตกต่างของปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่ที่ระหว่างกิจกรรมเทดินปกติกับกิจกรรมเทดินที่ได้รับการปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง

ตำแหน่งจุดวัด	กิจกรรมเทดินปกติ (Particle/ft^3)	กิจกรรมเทดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง (Particle/ft^3)	เพิ่ม/ลด	% เพิ่ม/ลด
จุดที่ 1 : บริเวณจุดที่เกิดการก่อสร้าง	235,672	224,856	ลด	5
จุดที่ 2 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างเหนือลม	50,282	36,572	ลด	32
จุดที่ 3 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณเหนือลม	45,475	30,356	ลด	40
จุดที่ 4 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม	73,008	67,783	ลด	7
จุดที่ 5 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณใต้ลม	59,831	51,844	ลด	14

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

5.6.2 ผลการศึกษาปริมาณฝุ่นละอองจากกิจกรรมเกลี่ยดิน

โดยแบ่งรูปแบบการทดลองออกเป็น 2 ส่วน ประกอบด้วย

- การทดลองที่ 1: ขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินปกติ
- การทดลองที่ 2: ขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง

โดยผลการทดลองที่ได้จากการเก็บข้อมูล สามารถสรุปได้นี้

5.6.2.1 ผลการทดลองที่ 1: ขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินปกติ

จากการวัดปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นโดยใช้เครื่องมือวัดฝุ่นแบบพกพา (Dylos air quality monitor) ตลอดระยะเวลาการทดลอง สามารถวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ดังแสดงในตารางที่ 5.19 และ ตารางที่ 5.20

ตารางที่ 5.19 ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กของกิจกรรมเกลี่ยดินปกติ

ตำแหน่งจุดวัด	ปริมาณฝุ่นละออง (Particle/ ft^3)			ค่าเฉลี่ยฝุ่นละออง ขนาดเล็ก (Particle/ft^3)
	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	
จุดที่ 1 : บริเวณจุดที่เกิดการก่อสร้าง	394,409	1,044,531	1,551,092	996,677
จุดที่ 2 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างเหนือลม	342,988	704,164	1,050,846	699,332
จุดที่ 3 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณเหนือลม	339,558	558,905	1,047,891	648,785
จุดที่ 4 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม	392,975	1,033,192	1,300,871	909,013
จุดที่ 5 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณใต้ลม	392,644	843,105	1,164,677	800,142

ตารางที่ 5.20 ปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่ของกิจกรรมเกลี่ยดินปกติ

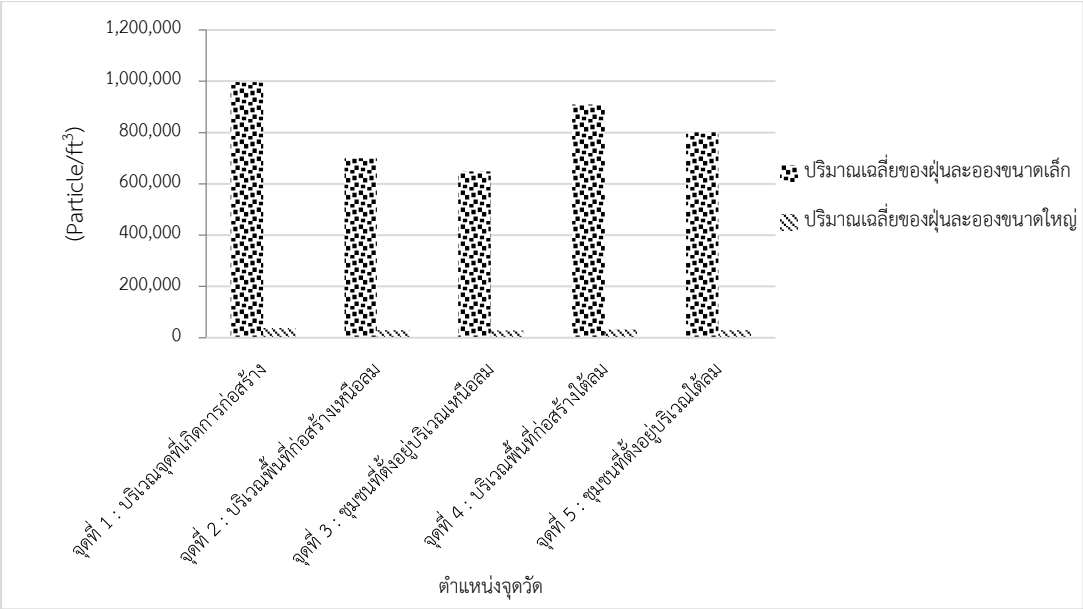
ตำแหน่งจุดวัด	ปริมาณฝุ่นละออง (Particle/ ft^3)			ค่าเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาดใหญ่ (Particle/ft^3)
	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	
จุดที่ 1 : บริเวณจุดที่เกิดการก่อสร้าง	47,986	31,946	33,377	37,770
จุดที่ 2 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างเหนือลม	21,375	38,300	28,308	29,328
จุดที่ 3 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณเหนือลม	21,808	28,462	33,327	27,866
จุดที่ 4 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม	24,444	36,346	33,336	31,375
จุดที่ 5 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณใต้ลม	23,777	29,780	33,288	28,948

จากข้อมูลที่แสดงข้างต้นสามารถสรุปค่าปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นในกิจกรรมเกลี่ยดินที่เกิดในระหว่างช่วงเวลาการทดลอง โดยค่าปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้จะนำมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้น ดังตารางที่ 5.21

ตารางที่ 5.21 ค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นละอองจากกิจกรรมเกลี่ยดินปกติ

ตำแหน่งจุดวัด	ค่าเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาดเล็ก (Particle/ft^3)	ค่าเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาดใหญ่ (Particle/ft^3)
จุดที่ 1 : บริเวณจุดที่เกิดการก่อสร้าง	996,677	37,770
จุดที่ 2 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างเหนือลม	699,332	29,328
จุดที่ 3 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณเหนือลม	648,785	27,866
จุดที่ 4 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม	909,013	31,375
จุดที่ 5 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณใต้ลม	800,142	28,948

โดยสามารถแสดงค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กและขนาดใหญ่จากการวัดข้อมูลของกิจกรรมเกลี่ยดินปกติได้ดังแสดงในรูปที่ 5.35 ได้ดังนี้



รูปที่ 5.35 ค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองจากกิจกรรมเกลี่ยดินปกติ

5.6.2.2 ผลการทดลองที่ 2: ขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง

จากการวัดปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นโดยใช้เครื่องมือวัดฝุ่นแบบพกพา (Dylos air quality monitor) ตลอดระยะเวลาการทดลอง สามารถวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กและขนาดใหญ่ตามที่แสดงในตารางที่ 5.22 และ ตารางที่ 5.23 ดังนี้

ตารางที่ 5.22 ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กทั้งหมดของกิจกรรมเกลี่ยดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง

ตำแหน่งจุดวัด	ปริมาณฝุ่นละออง (Particle/ ft^3)			ค่าเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาดเล็ก (Particle/ft^3)
	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	
จุดที่ 1 : บริเวณจุดที่เกิดการก่อสร้าง	188,576	191,476	196,100	192,051
จุดที่ 2 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างเหนือลม	97,415	108,888	147,657	117,986
จุดที่ 3 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณเหนือลม	79,294	107,876	143,581	110,251
จุดที่ 4 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม	164,438	189,569	194,907	182,971
จุดที่ 5 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณใต้ลม	159,813	175,650	189,585	175,016

ตารางที่ 5.23 ปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่ทั้งหมดของกิจกรรมเกลี่ยดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง

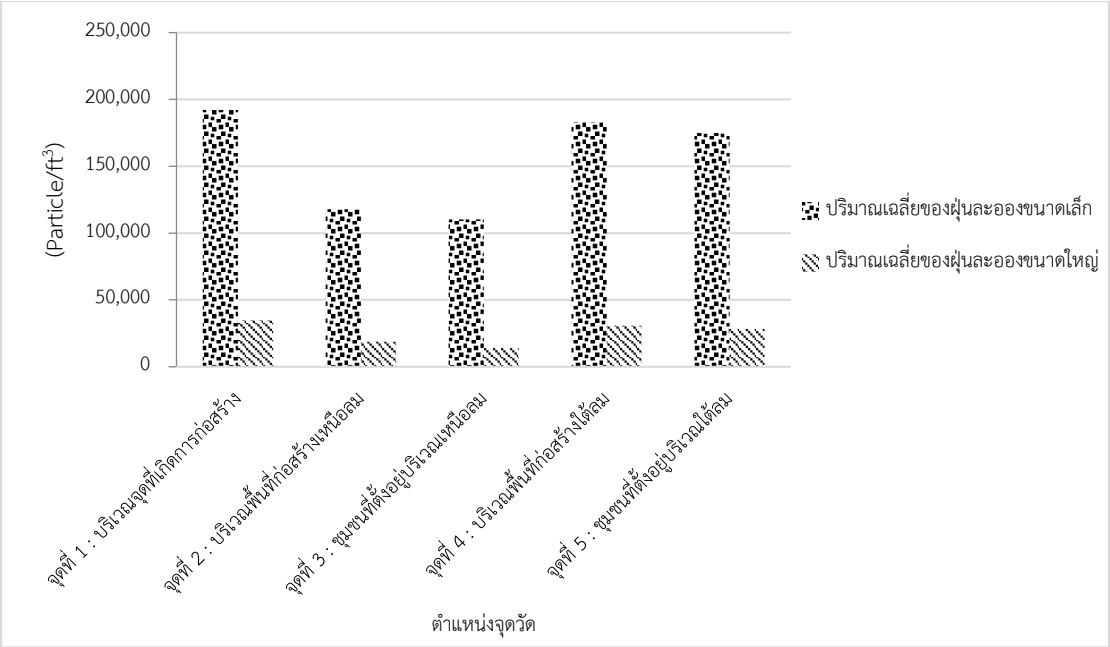
ตำแหน่งจุดวัด	ปริมาณฝุ่นละออง (Particle/ ft^3)			ค่าเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาดใหญ่ (Particle/ft^3)
	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	
จุดที่ 1 : บริเวณจุดที่เกิดการก่อสร้าง	42,848	32,133	29,246	34,742
จุดที่ 2 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างเหนือลม	22,445	14,458	19,639	18,847
จุดที่ 3 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณเหนือลม	10,706	13,371	17,465	13,847
จุดที่ 4 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม	32,419	31,994	28,093	30,835
จุดที่ 5 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณใต้ลม	27,047	29,627	28,069	28,248

จากข้อมูลที่แสดงข้างต้น สามารถสรุปค่าปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นในกิจกรรมเกลี่ยดินที่เกิดในระหว่างช่วงเวลาการทดลอง โดยค่าปริมาณฝุ่นละอองที่สามารถวัดได้จะนำมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้น ซึ่งปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยของขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 5.24

ตารางที่ 5.24 ปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยของขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง

ตำแหน่งจุดวัด	ค่าเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาดเล็ก (Particle/ft^3)	ค่าเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาดใหญ่ (Particle/ft^3)
จุดที่ 1 : บริเวณจุดที่เกิดการก่อสร้าง	192,051	34,742
จุดที่ 2 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างเหนือลม	117,986	18,847
จุดที่ 3 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณเหนือลม	110,251	13,847
จุดที่ 4 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม	182,971	30,835
จุดที่ 5 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณใต้ลม	175,016	28,248

โดยสามารถแสดงค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กและขนาดใหญ่จากการวัดข้อมูลในกิจกรรมเกลี่ยดินที่ได้รับการเพิ่มเติมขั้นตอนและอุปกรณ์ในการลดการเกิดฝุ่นละออง ได้ดังแสดงในรูปที่ 5.36 ดังนี้



รูปที่ 5.36 ค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองที่ได้จากการวัดในกิจกรรมเกลี่ยดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง

5.6.2.3 การเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นระหว่างกิจกรรมเกลี่ยดินปกติกับกิจกรรมเกลี่ยดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง

จากการศึกษาและวัดข้อมูลฝุ่นละอองที่เกิดขึ้น สามารถเปรียบเทียบและวิเคราะห์หาค่าความแตกต่างของปริมาณฝุ่นละออง โดยความแตกต่างของปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้น แสดงดังตารางที่ 5.25 และ ตารางที่ 5.26 ดังนี้

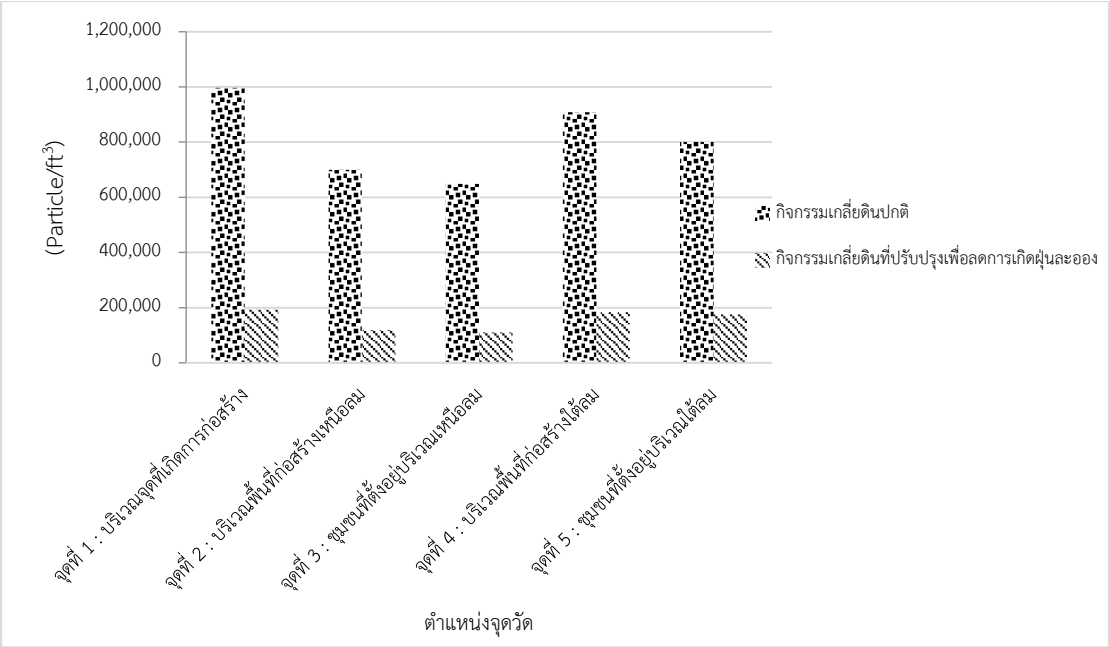
ตารางที่ 5.25 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กในกิจกรรมเกลี่ยดินปกติกับกิจกรรมเกลี่ยดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง

ตำแหน่งจุดวัด	กิจกรรมเกลี่ยดินปกติ (Particle/ft^3)	กิจกรรมเกลี่ยดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง (Particle/ft^3)
จุดที่ 1 : บริเวณจุดที่เกิดการก่อสร้าง	996,677	192,051
จุดที่ 2 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างเหนือลม	699,332	117,986
จุดที่ 3 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณเหนือลม	648,785	110,251
จุดที่ 4 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม	909,013	182,971
จุดที่ 5 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณใต้ลม	800,142	175,016

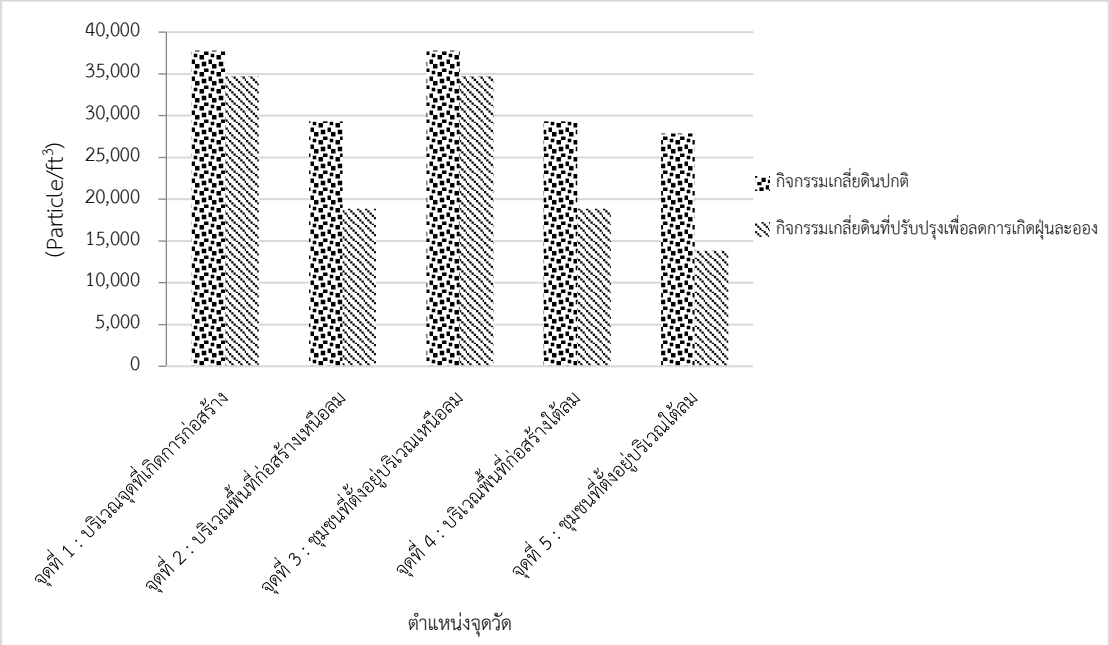
ตารางที่ 5.26 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่ในกิจกรรมเกลี่ยดินปกติกับกิจกรรมเกลี่ยดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง

ตำแหน่งจุดวัด	กิจกรรมเกลี่ยดินปกติ (Particle/ft^3)	กิจกรรมเกลี่ยดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง (Particle/ft^3)
จุดที่ 1 : บริเวณจุดที่เกิดการก่อสร้าง	37,770	34,742
จุดที่ 2 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างเหนือลม	29,328	18,847
จุดที่ 3 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณเหนือลม	27,866	13,847
จุดที่ 4 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม	31,375	30,835
จุดที่ 5 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณใต้ลม	28,948	28,248

โดยสามารถสรุปแสดงความแตกต่างของปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นระหว่างกิจกรรมเกลี่ยดินปกติกับกิจกรรมเกลี่ยดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง ดังแสดงในรูปที่ 5.37 และ รูปที่ 5.38 ดังนี้



รูปที่ 5.37 ค่าความแตกต่างของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กระหว่างกิจกรรมเกลี่ยดินปกติกับกิจกรรมเกลี่ยดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง



รูปที่ 5.38 ค่าความแตกต่างของปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่ระหว่างกิจกรรมเกลี่ยดินปกติกับกิจกรรมเกลี่ยดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง

จากรูปที่ 5.37 และรูปที่ 5.38 แสดงให้เห็นว่าปริมาณฝุ่นละอองที่ได้จากการวัดข้อมูลของกิจกรรมเกลี่ยดินที่ได้รับการเพิ่มเติมขั้นตอนและอุปกรณ์เพื่อลดการเกิดฝุ่นละอองมีปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นมีค่าน้อยกว่าปริมาณฝุ่นละอองที่ได้จากการวัดข้อมูลของของกิจกรรมเกลี่ยดิน ซึ่งสามารถสรุปแนวทางในการลดปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นโดยการเพิ่มขั้นตอนการติดตั้งแผงกั้นฝุ่นละอองเพื่อลดการเกิดฝุ่นละอองและเมื่อเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของปริมาณฝุ่นละอองระหว่างกิจกรรมเกลี่ยดินปกติกับกิจกรรมเกลี่ยดินที่ได้รับการเพิ่มเติมขั้นตอนและอุปกรณ์เพื่อลดการเกิดฝุ่นละอองดังแสดงในตารางที่ 5.27 และ 5.28 ดังนี้

ตารางที่ 5.27 ค่าความแตกต่างของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กระหว่างกิจกรรมเกลี่ยดินปกติกับกิจกรรมเกลี่ยดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง

ตำแหน่งจุดวัด	กิจกรรมเกลี่ยดินปกติ (Particle/ft^3)	กิจกรรมเกลี่ยดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง (Particle/ft^3)	เพิ่ม/ลด	% เพิ่ม/ลด
จุดที่ 1 : บริเวณจุดที่เกิดการก่อสร้าง	996,677	192,051	ลด	81
จุดที่ 2 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างเหนือลม	699,332	117,986	ลด	83
จุดที่ 3 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณเหนือลม	648,785	110,251	ลด	83
จุดที่ 4 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม	909,013	182,971	ลด	80
จุดที่ 5 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณใต้ลม	800,142	175,016	ลด	78

ตารางที่ 5.28 ค่าความแตกต่างของปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่ระหว่างกิจกรรมเกลี่ยดินปกติกับกิจกรรมเกลี่ยดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง

ตำแหน่งจุดวัด	กิจกรรมเกลี่ยดินปกติ (Particle/ft^3)	กิจกรรมเกลี่ยดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง (Particle/ft^3)	เพิ่ม/ลด	% เพิ่ม/ลด
จุดที่ 1 : บริเวณจุดที่เกิดการก่อสร้าง	37,770	34,742	ลด	8
จุดที่ 2 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างเหนือลม	29,328	18,847	ลด	44
จุดที่ 3 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณเหนือลม	27,866	13,847	ลด	67
จุดที่ 4 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม	31,375	30,835	ลด	2
จุดที่ 5 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณใต้ลม	28,948	28,248	ลด	3

5.7 การวิเคราะห์ต้นทุนจากกรณีศึกษาการลดฝุ่นละอองจากกิจกรรมการก่อสร้าง

จากกรณีศึกษาการลดปริมาณฝุ่นละอองจากกิจกรรมเทดินและกิจกรรมเกลี่ยดิน โดยทำการทดลองและเปรียบเทียบปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นระหว่าง ขั้นตอนการก่อสร้างปกติกับขั้นตอนการก่อสร้างที่ได้รับการเพิ่มเติมขั้นตอนและอุปกรณ์เพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง ซึ่งในขั้นตอนการก่อสร้างที่เพิ่มขั้นตอนและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง อาจส่งผลทำให้ต้นทุนที่ใช้ในการก่อสร้างมีความแตกต่างกับขั้นตอนการก่อสร้างปกติ

สำหรับการวิเคราะห์เรื่องต้นทุนในการก่อสร้างนั้น สามารถช่วยให้วิศวกร ผู้ที่ควบคุมงาน รวมถึงผู้ที่มีความเกี่ยวข้องกับงานก่อสร้างที่มีความต้องการลดปริมาณฝุ่นละอองจากการก่อสร้างใช้ประกอบพิจารณาว่าเมื่อสามารถลดปริมาณการเกิดฝุ่นละอองจากกิจกรรมก่อสร้างได้นั้น ย่อมมีความแตกต่างทางด้านต้นทุนตามมาและเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นแล้ว เกิดความคุ้มค่าในการนำขั้นตอนที่ได้ปรับปรุงและเพิ่มเติมอุปกรณ์ในขั้นตอนการก่อสร้าง โดยแบ่งการวิเคราะห์เป็น 2 กิจกรรม ประกอบด้วย

5.7.1 การวิเคราะห์ต้นทุนของกรณีศึกษา: กิจกรรมเทดิน

สำหรับการวิเคราะห์ต้นทุนในกิจกรรมเทดิน ซึ่งสามารถวิเคราะห์และเปรียบเทียบความแตกต่างของต้นทุนระหว่างขั้นตอนการก่อสร้างปกติกับขั้นตอนการก่อสร้างที่ได้รับการเพิ่มเติมขั้นตอนและอุปกรณ์เพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง ได้ดังแสดงในตารางที่ 5.29

ตารางที่ 5.29 การเปรียบเทียบความแตกต่างของต้นทุนในกิจกรรมเทดิน

รายการ	ต้นทุนของกิจกรรมเทดินปกติ (บาท)	ต้นทุนของกิจกรรมเทดินที่ได้รับการเพิ่มเติมขั้นตอนและอุปกรณ์ (บาท)	ต้นทุนต่อหน่วยของกิจกรรมเทดินปกติ (บาทต่อลบ.ม.)	ต้นทุนต่อหน่วยของกิจกรรมเทดินที่ได้รับการเพิ่มเติมขั้นตอนและอุปกรณ์ (บาทต่อลบ.ม.)
1. เทดิน 15 คัน จำนวน 16.56 ลบ.ม. ราคาลบ.ม. ละ 90 บาท	22,356	22,356	90	90
2. เครื่องฉีดพ่นชนิดมือโยกขนาด 16 ลิตร สำหรับใช้ฉีดพ่นน้ำ	-	473	-	0.03
3. จ้างคนงานเพิ่ม 1 คน สำหรับฉีดพ่นน้ำ	-	300		1.21
ยอดรวม	22,356	23,129	90	91.25

หมายเหตุ : อายุการใช้งานจริงของเครื่องฉีดพ่นชนิดมือโยกอยู่ที่ 60 วัน

จากตารางที่ 5.29 พบว่าต้นทุนของกิจกรรมเทดินที่ได้รับการเพิ่มเติมขั้นตอนและอุปกรณ์เพื่อลดการเกิดฝุ่นละอองมีต้นทุนที่สูงกว่ากิจกรรมเทดินปกติ โดยต้นทุนของกิจกรรมเทดินที่ได้รับการเพิ่มเติมขั้นตอนและอุปกรณ์มีต้นทุนอยู่ที่ 23,129 บาท ส่วนต้นทุนของกิจกรรมเทดินปกติมีต้นทุนอยู่ที่ 22,356 บาท ซึ่งเมื่อเทียบต้นทุนในหน่วยบาทต่อลูกบาศก์เมตรพบว่าต้นทุนของกิจกรรมเทดินปกติมีค่าน้อยกว่าต้นทุนของกิจกรรมเทดินที่ได้รับการเพิ่มเติมขั้นตอนและอุปกรณ์ 1.25 บาทต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นจากข้อมูลการเปรียบเทียบความแตกต่างของปริมาณการเกิดฝุ่นละอองของทั้ง 2 รูปแบบในตารางที่ 5.15 และ ตารางที่ 5.16

พบว่าขั้นตอนการก่อสร้างที่ได้รับการเพิ่มเติมขั้นตอนและอุปกรณ์เพื่อลดการเกิดฝุ่นละอองมีปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นมีค่าน้อยกว่าขั้นตอนการเทดินปกติ ดังนั้นการเพิ่มต้นทุน 1.25 บาทต่อลูกบาศก์เมตร แต่สามารถลดปริมาณการเกิดฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นในบริเวณโครงการก่อสร้างได้มากที่สุดถึง 43 เปอร์เซ็นต์

5.7.2 การวิเคราะห์ต้นทุนของกรณีศึกษา: กิจกรรมเกลี่ยดิน

สำหรับการวิเคราะห์ต้นทุนในกิจกรรมเกลี่ยดิน ซึ่งสามารถวิเคราะห์และเปรียบเทียบความแตกต่างของต้นทุนระหว่างขั้นตอนการก่อสร้างปกติกับขั้นตอนการก่อสร้างที่ได้รับการเพิ่มเติมขั้นตอนและอุปกรณ์เพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง ได้ดังแสดงในตารางที่ 5.30

ตารางที่ 5.30 การเปรียบเทียบความแตกต่างของต้นทุนในกิจกรรมเกลี่ยดิน

รายการ	ต้นทุนของกิจกรรมเกลี่ยดินปกติ (บาท)	ต้นทุนของกิจกรรมเกลี่ยดินที่ได้รับการเพิ่มเติมขั้นตอนและอุปกรณ์ (บาท)	ต้นทุนต่อหน่วยของกิจกรรมเกลี่ยดินปกติ (บาทต่อลบ.ม.)	ต้นทุนต่อหน่วยของกิจกรรมเกลี่ยดินที่ได้รับการเพิ่มเติมขั้นตอนและอุปกรณ์ (บาทต่อลบ.ม.)
1. เทดิน 15 คัน จำนวน 16.56 ลบ.ม. ราคาลบ.ม. ละ 90 บาท	22,356	22,356	90	90
2. ตาข่ายกรองแสง 70 เปอร์เซ็นต์ ความยาว 150 เมตร ราคาเมตรละ 23 บาท	-	3,959	-	0.53

ตารางที่ 5.30 การเปรียบเทียบความแตกต่างของต้นทุนในกิจกรรมเกลี่ยดิน (ต่อ)

รายการ	ต้นทุนของกิจกรรมเกลี่ยดินปกติ (บาท)	ต้นทุนของกิจกรรมเกลี่ยดินที่ได้รับการเพิ่มเติมขั้นตอนและอุปกรณ์ (บาท)	ต้นทุนต่อหน่วยของกิจกรรมเกลี่ยดินปกติ (บาทต่อลบ.ม.)	ต้นทุนต่อหน่วยของกิจกรรมเกลี่ยดินที่ได้รับการเพิ่มเติมขั้นตอนและอุปกรณ์ (บาทต่อลบ.ม.)
3. ไม้ยูคาลิปตัส ขนาด 2” × 3.00ม. จำนวน 50 ต้น ราคาต้นละ 20 บ.	-	1,000	90	0.4
4. จ้างคนงานติดตั้งแผงกั้นฝุ่นละออง จำนวน 5 คน	-	1,500	-	6.04
ยอดรวม	22,356	28,815	90	97

หมายเหตุ : อายุการใช้งานจริงของตาข่ายกรองแสงอยู่ที่ 30 วัน

: อายุการใช้งานจริงของไม้ยูคาลิปตัสอยู่ที่ 10 วัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

จากตารางที่ 5.30 พบว่าต้นทุนของกิจกรรมเกลี่ยดินที่ได้รับการเพิ่มเติมขั้นตอนและอุปกรณ์เพื่อลดการเกิดฝุ่นละอองมีต้นทุนที่สูงกว่ากิจกรรมเกลี่ยดินปกติ โดยต้นทุนของกิจกรรมเกลี่ยดินที่ได้รับการเพิ่มเติมขั้นตอนและอุปกรณ์มีต้นทุนอยู่ที่ 28,815 บาท ส่วนต้นทุนของกิจกรรมเกลี่ยดินปกติมีต้นทุนอยู่ที่ 22,356 บาท ซึ่งเมื่อเทียบต้นทุนในหน่วยบาทต่อลูกบาศก์เมตรพบว่าต้นทุนของกิจกรรมเกลี่ยดินปกติมีค่าน้อยกว่าต้นทุนของกิจกรรมเกลี่ยดินที่ได้รับการเพิ่มเติมขั้นตอนและอุปกรณ์ 7 บาทต่อลูกบาศก์เมตรและเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นจากตารางที่ 5.25 และตารางที่ 5.26 พบว่าขั้นตอนการก่อสร้างที่ได้รับการเพิ่มเติมขั้นตอนและอุปกรณ์เพื่อลดการเกิดฝุ่นละอองมีปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นมีค่าน้อยกว่าขั้นตอนการเกลี่ยดินปกติ ดังนั้นการเพิ่มต้นทุน 7 บาทต่อลูกบาศก์เมตร แต่สามารถลดปริมาณการเกิดฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นในบริเวณโครงการก่อสร้างได้มากที่สุดถึง 85 เปอร์เซ็นต์

5.8 บทสรุป

จากการศึกษาและเก็บข้อมูลปริมาณฝุ่นละอองจากกิจกรรมในงานก่อสร้าง พบว่าปริมาณฝุ่นละอองจะเกิดขึ้นมากในช่วงที่มีการปฏิบัติงาน ซึ่งจากการออกแบบรูปแบบการทดลองเพื่อลดปริมาณการเกิดฝุ่นละอองโดยการเพิ่มเติมขั้นตอนและอุปกรณ์เข้าไปในกิจกรรมก่อสร้างทั้ง 2 กิจกรรมก่อสร้าง ประกอบด้วย 1. กิจกรรมเทดิน 2. กิจกรรมเกลี่ยดิน พบว่าการเพิ่มเติมขั้นตอนและอุปกรณ์ในขั้นตอนการก่อสร้างสามารถลดการเกิดฝุ่นละอองจากกิจกรรมก่อสร้างได้ดีกว่ากิจกรรมก่อสร้างปกติ ซึ่งเมื่อพิจารณาในด้านของต้นทุนที่ใช้ในกิจกรรมก่อสร้างพบว่าทั้ง 2 กิจกรรมก่อสร้างซึ่งมีการเพิ่มเติมขั้นตอนและอุปกรณ์ในขั้นตอนการก่อสร้างมีต้นทุนค่าใช้จ่ายที่สูงกว่ากิจกรรมก่อสร้างปกติ เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมในส่วนของการซื้ออุปกรณ์ การจ้างคนงานเพิ่มขึ้นในขั้นตอนการก่อสร้าง เป็นต้น

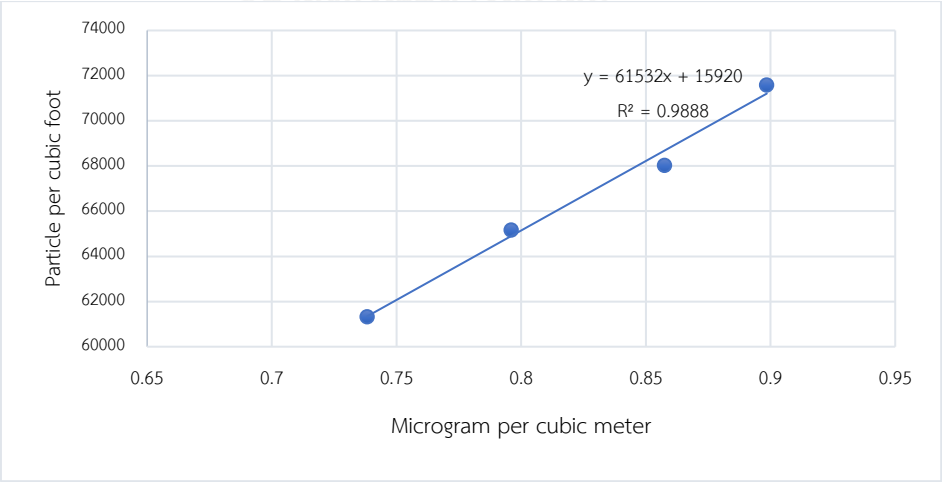
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

บทที่ 6

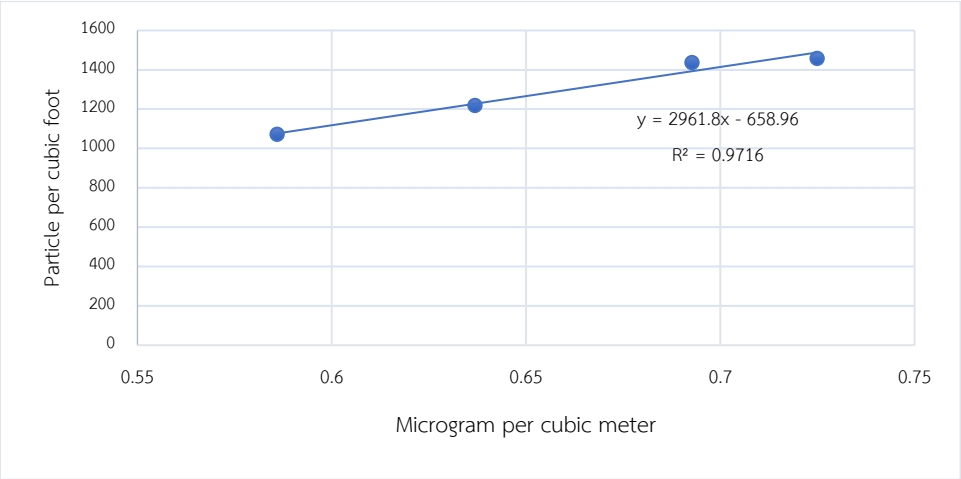
การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณฝุ่นละอองจากกิจกรรมก่อสร้างกับค่ามาตรฐานอากาศ

6.1 บทนำ

การศึกษาเปรียบเทียบความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นในกิจกรรมก่อสร้าง เริ่มจากการนำเครื่องมือวัดอนุภาคอากาศ (Particle Count/Mass Monitor) และเครื่องมือวัดฝุ่นแบบพกพา (Dylos air quality monitor) วัดปริมาณฝุ่นละอองในบริเวณพื้นที่เดียวกัน โดยจะต้องเป็นบริเวณที่ปราศจากสิ่งก่อสร้างและเป็นพื้นที่ปิดสำหรับทำการตรวจสอบปริมาณฝุ่นละอองที่ได้จากการวัดของเครื่องมือทั้งสองเครื่องมีค่าปริมาณฝุ่นละอองที่ใกล้เคียงหรือแตกต่าง ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการวัดของเครื่องมือทั้งสองชนิดจะทำการแสดงบนหน้าจอของเครื่องมือ ในกรณีที่ข้อมูลมีค่าปริมาณฝุ่นละอองที่ใกล้เคียงกัน จากนั้นทำการสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือวัดทั้งสองชนิด ซึ่งแสดงในหน่วย Particle/ft^{3}และ µg/m^3 จากโปรแกรม Microsoft excel ดังแสดงในรูปที่ 6.1 และ 6.2 เมื่อได้กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วย Particle/ft^3 และ µg/m^3 จึงทำการเปรียบเทียบเพื่อหาค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองจากกิจกรรมก่อสร้าง ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมเทดินและกิจกรรมเกลี่ยดินรวมถึงเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองกับมาตรฐานคุณภาพอากาศที่กำหนดไว้ในคู่มือการตรวจฝุ่นละอองในบรรยากาศกรมควบคุมมลพิษ



รูปที่ 6.1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ (Particle/ft^3) และความเข้มข้น (µg/m^3) ของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน



รูปที่ 6.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ (Particle/ft^3) และความเข้มข้น ($\mu g/m^3$) ของฝุ่นละอองขนาดมากกว่า 2.5 ไมครอน

โดยช่วง (Bandwidth) ของปริมาณฝุ่นละอองจากเครื่องมือวัดฝุ่นแบบพกพา (Dylos air quality monitor) สามารถจำแนกประเภทของฝุ่นละอองที่วัดได้ 2 ประเภทได้ดังนี้

1. ฝุ่นละอองขนาดเล็ก (Small Particle) มีช่วงขนาดของฝุ่นละอองอยู่ระหว่าง 0.5 ไมครอนขึ้นไปแต่ไม่ถึง 2.5 ไมครอน

2. ฝุ่นละอองขนาดใหญ่ (Small Particle) มีช่วงขนาดของฝุ่นละอองอยู่ระหว่าง 2.5 ไมครอนขึ้นไปแต่ไม่ถึง 10 ไมครอน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

6.2 ผลการศึกษาปริมาณฝุ่นละอองจากกรณีศึกษาการลดฝุ่นละอองในกิจกรรมก่อสร้าง

จากการศึกษากรณีศึกษาการลดปริมาณฝุ่นละอองจากกิจกรรมก่อสร้าง ประกอบด้วยกิจกรรมเทดินและกิจกรรมเกลี่ยดิน โดยทำการเปรียบเทียบความเข้มข้นของฝุ่นละอองระหว่างขั้นตอนในกิจกรรมก่อสร้างปกติกับขั้นตอนในกิจกรรมก่อสร้างที่ได้รับการเพิ่มเติมขั้นตอนและอุปกรณ์เพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่าขั้นตอนในกิจกรรมก่อสร้างที่ได้รับการเพิ่มเติมขั้นตอนและอุปกรณ์เพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง สามารถลดปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมก่อสร้างได้มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับขั้นตอนในกิจกรรมก่อสร้างปกติ โดยการเปรียบเทียบความเข้มข้นของฝุ่นละอองจากกิจกรรมก่อสร้างทั้ง 2 กรณีศึกษาสามารถทำได้ดังนี้

6.3.1 ผลการศึกษาและเปรียบเทียบความเข้มข้นของฝุ่นละอองจากกิจกรรมเทดิน

นำผลการศึกษาปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมเทดิน ซึ่งแบ่งเป็น 2 รูปแบบการทดลองได้แก่

- การทดลองที่ 1: ขั้นตอนในกิจกรรมเทดินปกติ
- การทดลองที่ 2: ขั้นตอนในกิจกรรมเทดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง

สามารถสรุปผลจากการทดลองของ 2 รูปแบบการทดลองดังแสดงในตารางที่ 5.15 และตารางที่ 5.16 โดยค่าปริมาณฝุ่นละอองที่ได้จากการทดลอง สามารถคำนวณหาค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองจากเส้นความชันของกราฟมาตรฐานอากาศดังแสดงในรูปที่ 6.1 และ รูปที่ 6.2 โดยการวิเคราะห์และคำนวณหาค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมก่อสร้าง สามารถคำนวณโดยใช้สมการที่ 5

$$y = ax + b \quad \text{---------- (5)}$$

โดยที่ y คือ ค่าปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้มีหน่วยเป็น particle/ft^3

a คือ ค่าความชันของเส้นตรงจากกราฟ

x คือ ค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองมีหน่วยเป็น $\mu g/m^3$

b คือ ระยะตัดแกน

สำหรับสมการเส้นตรงที่ได้จากกราฟมาตรฐานของฝุ่นละอองขนาดเล็ก (ขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน) ที่ใช้ในการเปรียบเทียบหาค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองดังสมการที่ 6

$$y = 61532X + 15920 \quad \text{---------- (6)}$$

สำหรับสมการเส้นตรงที่ได้จากกราฟมาตรฐานของฝุ่นละอองขนาดใหญ่ (ขนาดมากกว่า 2.5 ไมครอน) ที่ใช้ในการเปรียบเทียบหาค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองดังสมการที่ 7

$$y = 2961.8X - 658.96 \quad \text{---------- (7)}$$

จากนั้นนำค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กที่วัดได้และมีหน่วยเป็น particle/ft^3 จากการทดลองทั้งสองรูปแบบดังแสดงในตารางที่ 5.15 แทนค่าในสมการที่ 6 เพื่อคำนวณหาความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้น โดยสามารถสรุปค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กได้ดังตารางที่ 6.1 ดังนี้

ตารางที่ 6.1 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เกิดขึ้นในกิจกรรมเทดินปกติกับกิจกรรมเทดินที่ได้รับการปรับปรุง

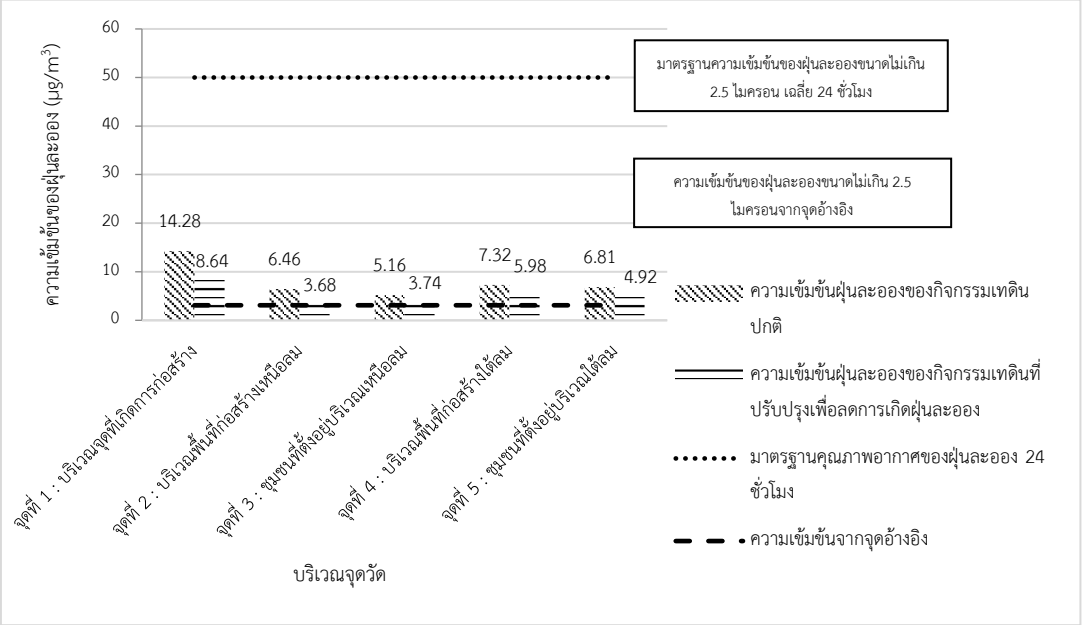
ตำแหน่งจุดวัด	ความเข้มข้นฝุ่นละอองของกิจกรรมเทดินปกติ ($\mu g/m^3$)	ความเข้มข้นฝุ่นละอองของกิจกรรมเทดินที่ได้รับการปรับปรุง ($\mu g/m^3$)
จุดที่ 1 : บริเวณจุดที่เกิดการก่อสร้าง	14.28	8.64
จุดที่ 2 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างเหนือลม	6.46	3.68
จุดที่ 3 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณเหนือลม	5.16	3.74
จุดที่ 4 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม	7.32	5.98
จุดที่ 5 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณใต้ลม	6.81	4.92

จากนั้นนำค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่ที่วัดได้และมีหน่วยเป็น particle/ft^3 จากการทดลองทั้งสองรูปแบบดังแสดงในตารางที่ 5.16 แทนค่าในสมการที่ 7 เพื่อคำนวณหาความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้น โดยสามารถสรุปค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองของฝุ่นละอองขนาดใหญ่ ได้ดังตารางที่ 6.2

ตารางที่ 6.2 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดใหญ่ที่เกิดขึ้นในกิจกรรมเทดินปกติกับกิจกรรมเทดินที่ได้รับการปรับปรุง

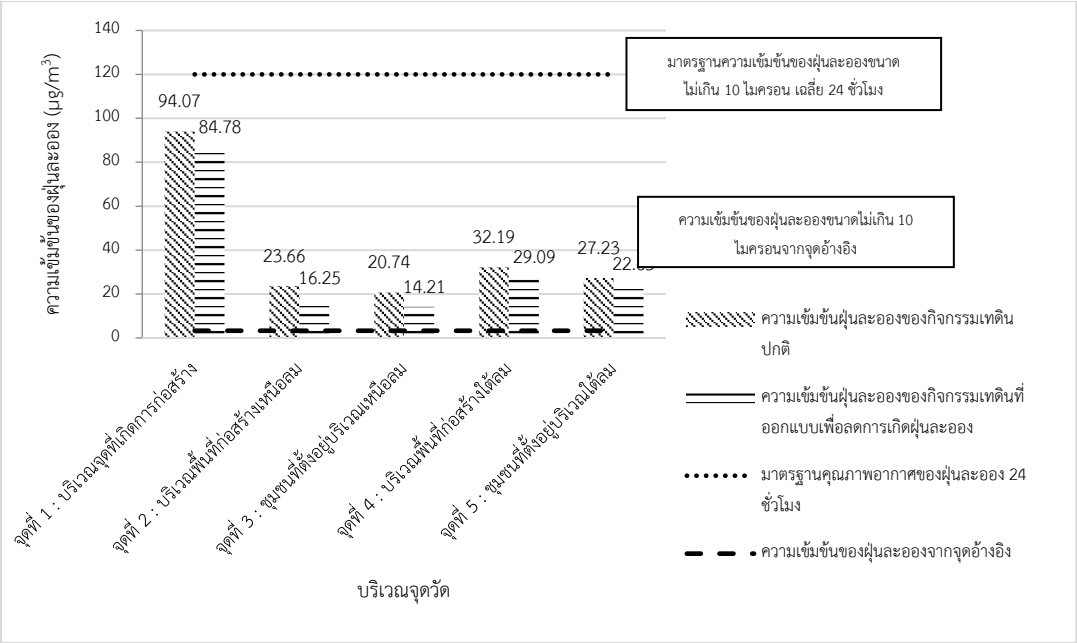
ตำแหน่งจุดวัด	ความเข้มข้นฝุ่นละอองของกิจกรรมเทดินปกติ ($\mu g/m^3$)	ความเข้มข้นฝุ่นละอองของกิจกรรมเทดินที่ได้รับการปรับปรุง ($\mu g/m^3$)
จุดที่ 1 : บริเวณจุดที่เกิดการก่อสร้าง	94.07	84.78
จุดที่ 2 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างเหนือลม	23.66	16.25
จุดที่ 3 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณเหนือลม	20.74	14.21
จุดที่ 4 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม	32.19	29.09
จุดที่ 5 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณใต้ลม	27.23	22.65

จากนั้นจึงทำการเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่ได้จากกิจกรรมเทดินกับค่ามาตรฐานความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนจากมาตรฐานส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม ซึ่งกำหนดค่ามาตรฐานความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนใน 24 ชั่วโมงไม่ควรเกิน 50 $\mu g/m^3$ และค่ามาตรฐานความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนจากมาตรฐานส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม ซึ่งกำหนดค่ามาตรฐานความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนใน 24 ชั่วโมงไม่ควรเกิน 120 $\mu g/m^3$ ดังแสดงในรูปที่ 6.4 และรูปที่ 6.5 ดังนี้



Chulalongkorn University

รูปที่ 6.3 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เกิดจากกิจกรรมเทดินเปรียบเทียบกับมาตรฐานความเข้มข้นของฝุ่นละออง



รูปที่ 6.4 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดใหญ่ที่เกิดจากกิจกรรมเทดินเปรียบเทียบกับมาตรฐานความเข้มข้นของฝุ่นละออง

6.3.2 ผลการศึกษาและเปรียบเทียบความเข้มข้นของฝุ่นละอองจากกิจกรรมเกลี่ยดิน

นำผลการศึกษาปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมเกลี่ยดิน ซึ่งแบ่งเป็น 2 รูปแบบการทดลองได้แก่

- การทดลองที่ 1: ขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินปกติ
- การทดลองที่ 2: ขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง

สามารถสรุปผลจากการทดลองของ 2 รูปแบบการทดลองดังแสดงในตารางที่ 5.25 และ ตารางที่ 5.26 โดยค่าปริมาณฝุ่นละอองที่ได้จากการทดลอง สามารถคำนวณหาค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองจากเส้นความชันของกราฟมาตรฐานอากาศดังแสดงในรูปที่ 6.1 และ 6.2 สำหรับการวิเคราะห์และคำนวณหาค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมก่อสร้าง สามารถคำนวณโดยใช้สมการที่ 5

จากนั้นนำค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กที่วัดได้และมีหน่วยเป็น particle/ft^3 จากการทดลองทั้งสองรูปแบบดังแสดงในตารางที่ 5.25 แทนค่าในสมการที่ 6 เพื่อคำนวณหาความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้น โดยสามารถสรุปค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองของฝุ่นละอองขนาดเล็กได้ดังตารางที่ 6.3 ดังนี้

ตารางที่ 6.3 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เกิดขึ้นในกิจกรรมเกลี่ยดินปกติกับกิจกรรมเกลี่ยดินที่ได้รับการปรับปรุง

ตำแหน่งจุดวัด	ความเข้มข้นฝุ่นละอองของกิจกรรมเกลี่ยดินปกติ ($\mu g/m^3$)	ความเข้มข้นฝุ่นละอองของกิจกรรมเกลี่ยดินที่ได้รับการปรับปรุง ($\mu g/m^3$)
จุดที่ 1 : บริเวณจุดที่เกิดการก่อสร้าง	15.94	2.86
จุดที่ 2 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างเหนือลม	11.11	1.66
จุดที่ 3 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณเหนือลม	10.29	1.53
จุดที่ 4 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม	14.51	2.71
จุดที่ 5 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณใต้ลม	12.75	2.59

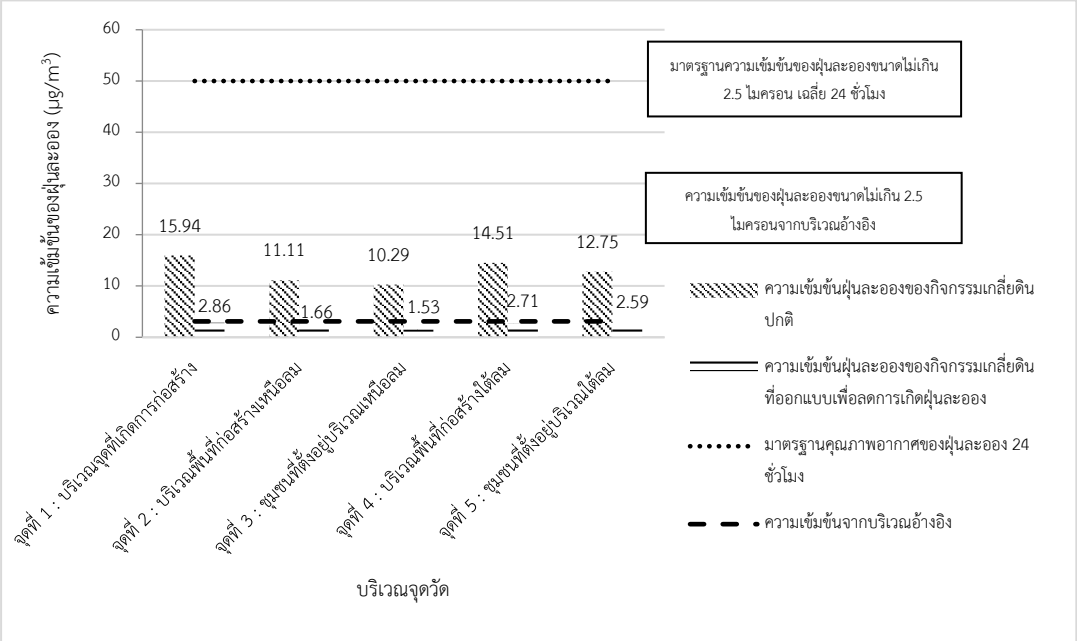
จากนั้นนำค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่ที่วัดได้และมีหน่วยเป็น particle/ft^3 จากการทดลองทั้งสองรูปแบบดังแสดงในตารางที่ 5.26 แทนค่าในสมการที่ 7 เพื่อคำนวณหาความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้น โดยสามารถสรุปค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองของฝุ่นละอองขนาดใหญ่ได้ดังตารางที่ 6.4

ตารางที่ 6.4 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดใหญ่เกิดขึ้นในกิจกรรมเกลี่ยดินปกติกับกิจกรรมเกลี่ยดินที่ได้รับการปรับปรุง

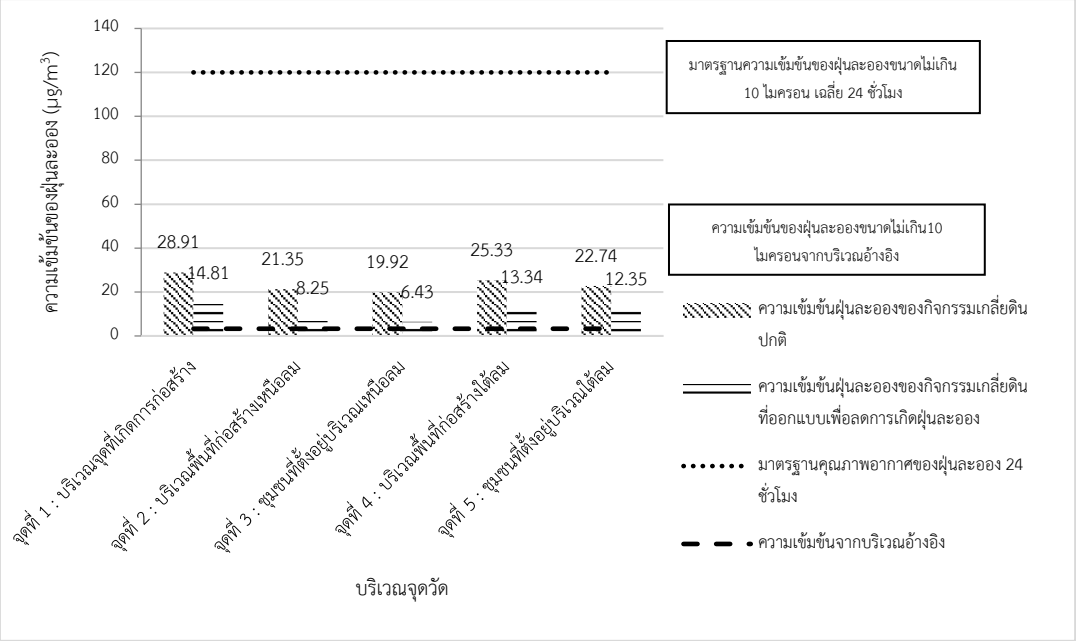
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตำแหน่งจุดวัด	ความเข้มข้นฝุ่นละอองของกิจกรรมเกลี่ยดินปกติ ($\mu g/m^3$)	ความเข้มข้นฝุ่นละอองของกิจกรรมเกลี่ยดินที่ได้รับการปรับปรุง ($\mu g/m^3$)
จุดที่ 1 : บริเวณจุดที่เกิดการก่อสร้าง	28.91	14.81
จุดที่ 2 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างเหนือลม	21.35	8.25
จุดที่ 3 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณเหนือลม	19.92	6.43
จุดที่ 4 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม	25.33	13.34
จุดที่ 5 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณใต้ลม	22.74	12.35

จากนั้นจึงทำการเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่ได้จากกิจกรรมเกลี่ยดินกับค่ามาตรฐานความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนจากมาตรฐานส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม ซึ่งกำหนดค่ามาตรฐานความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนใน 24 ชั่วโมงไม่ควรเกิน 50 $\mu g/m^3$ และค่ามาตรฐานความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนจากมาตรฐานส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม ซึ่งกำหนดค่ามาตรฐานความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนใน 24 ชั่วโมงไม่ควรเกิน 120 $\mu g/m^3$ ดังแสดงในรูปที่ 6.5 และรูปที่ 6.6 ดังนี้



รูปที่ 6.5 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เกิดจากกิจกรรมเกลี่ยดินเปรียบเทียบกับมาตรฐานความเข้มข้นของฝุ่นละออง



รูปที่ 6.6 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดใหญ่ที่เกิดจากกิจกรรมเกลี่ยดินเปรียบเทียบกับมาตรฐานความเข้มข้นของฝุ่นละออง

6.4 การวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณฝุ่นละอองจากกรณีศึกษาการลดฝุ่นละอองจากกระบวนการก่อสร้าง

จากการศึกษาการลดปริมาณฝุ่นละออง 2 กรณีศึกษา ประกอบด้วยกิจกรรมเทดินและกิจกรรมเกลี่ยดิน โดยทำการเปรียบเทียบความเข้มข้นของฝุ่นละอองระหว่างขั้นตอนการก่อสร้างปกติกับขั้นตอนที่ได้รับการเพิ่มเติมขั้นตอนและอุปกรณ์เพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง ซึ่งสามารถคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของความเข้มข้นฝุ่นละอองที่เกิดขึ้น โดยคำนวณจากสมการที่ 2 ซึ่งสามารถวิเคราะห์ผลจากการศึกษาทั้ง 2 กรณีศึกษาได้ดังนี้

6.4.1 กรณีศึกษากิจกรรมเทดิน

จากการทดลองเพื่อหาปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นเปรียบเทียบกันระหว่างขั้นตอนในกิจกรรมเทดินปกติและขั้นตอนในกิจกรรมเทดินที่ได้รับการเพิ่มเติมขั้นตอนและอุปกรณ์เพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง พบว่ามีความปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก ณ บริเวณจุดวัดต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 6.1 และปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดใหญ่ ณ บริเวณจุดวัดต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 6.2 สามารถวิเคราะห์หาปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กและ

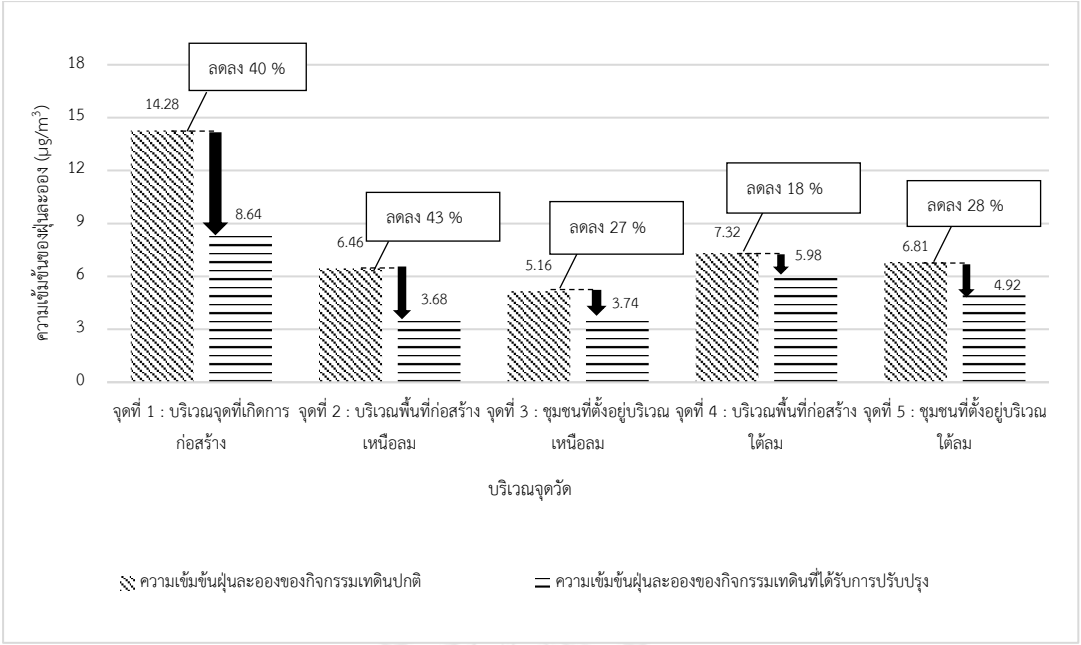
ขนาดใหญ่ดังแสดงในตารางที่ 6.5 และตารางที่ 6.6 โดยในขั้นตอนในกิจกรรมเทดินปกติมีการดำเนินงานเป็นไปตามขั้นตอนที่ปฏิบัติงานก่อสร้างทั่วไป แต่ในส่วนของขั้นตอนของกิจกรรมเทดินที่ออกแบบเพื่อป้องกันการเกิดฝุ่นละอองคือการใช้อุปกรณ์สำหรับฉีดพ่นน้ำในระหว่างขั้นตอนการเทดิน ซึ่งจะมีลักษณะการทำงานเป็นการฉีดพ่นน้ำเป็นละอองน้ำ โดยละอองน้ำจะทำหน้าที่ลดการเกิดและฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองสู่บริเวณโครงการก่อสร้างเมื่อเปรียบเทียบกับขั้นตอนการเทดินปกติ

ตารางที่ 6.5 การเปรียบเทียบการลดลงของความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กในกิจกรรมเทดิน

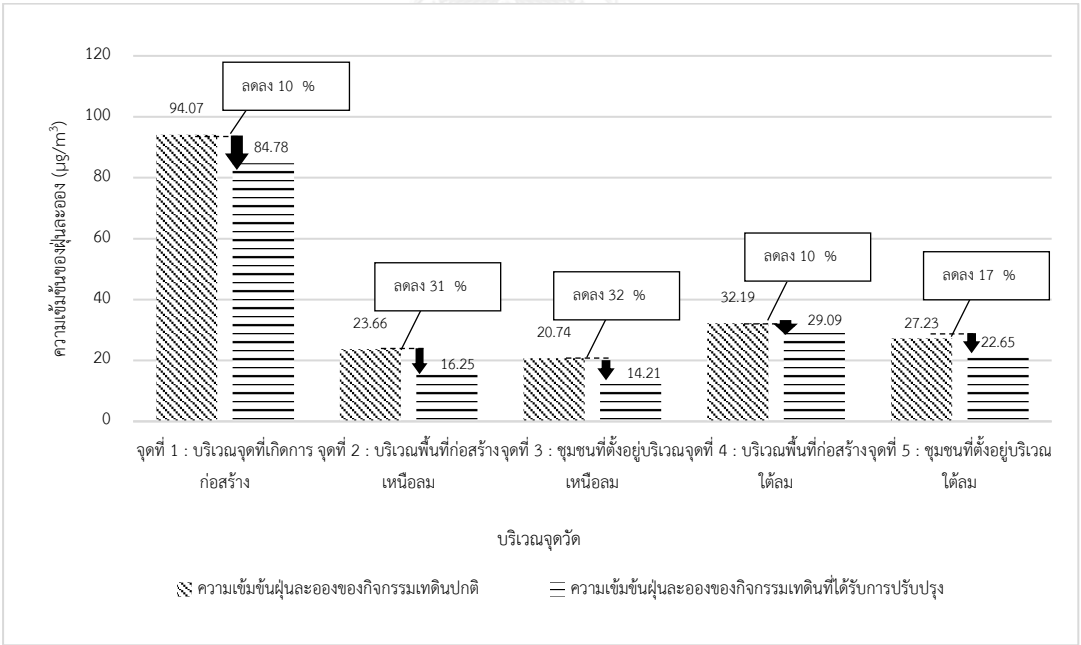
ตำแหน่งจุดวัด	ความเข้มข้นฝุ่นละอองกิจกรรมเทดินปกติ ($\mu g/m^3$)	ความเข้มข้นฝุ่นละอองของกิจกรรมเทดินที่ได้รับการปรับปรุง ($\mu g/m^3$)	ผลการเปรียบเทียบความเข้มข้นของฝุ่นละออง ($\mu g/m^3$)
จุดที่ 1 : บริเวณจุดที่เกิดการก่อสร้าง	14.28	8.64	ลดลง 40 %
จุดที่ 2 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างเหนือลม	6.46	3.68	ลดลง 43 %
จุดที่ 3 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณเหนือลม	5.16	3.74	ลดลง 27 %
จุดที่ 4 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม	7.32	5.98	ลดลง 18 %
จุดที่ 5 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณใต้ลม	6.81	4.92	ลดลง 28 %

ตารางที่ 6.6 การเปรียบเทียบการลดลงของความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดใหญ่ในกิจกรรมเทดิน

ตำแหน่งจุดวัด	ความเข้มข้นฝุ่นละอองกิจกรรมเทดินปกติ ($\mu g/m^3$)	ความเข้มข้นฝุ่นละอองของกิจกรรมเทดินที่ได้รับการปรับปรุง ($\mu g/m^3$)	ผลการเปรียบเทียบความเข้มข้นของฝุ่นละออง ($\mu g/m^3$)
จุดที่ 1 : บริเวณจุดที่เกิดการก่อสร้าง	94.07	84.78	ลดลง 10 %
จุดที่ 2 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างเหนือลม	23.66	16.25	ลดลง 31 %
จุดที่ 3 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณเหนือลม	20.74	14.21	ลดลง 32 %
จุดที่ 4 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม	32.19	29.09	ลดลง 10 %
จุดที่ 5 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณใต้ลม	27.23	22.65	ลดลง 17 %



รูปที่ 6.7 การเปรียบเทียบความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กของกิจกรรมเทดิน



รูปที่ 6.8 การเปรียบเทียบความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดใหญ่ของกิจกรรมเทดิน

6.4.2 กรณีศึกษากิจกรรมเกลี่ยดิน

จากการทดลองเพื่อหาปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นเปรียบเทียบกันระหว่างขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินปกติและขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินที่ได้รับการเพิ่มเติมขั้นตอนและอุปกรณ์เพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง พบว่ามีความปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก ณ บริเวณจุดวัดต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 6.4 และปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดใหญ่ ณ บริเวณจุดวัดต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 6.5 สามารถวิเคราะห์ได้ว่าปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ดังแสดงในตารางที่ 6.7 และตารางที่ 6.8 โดยในขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินปกติมีการดำเนินงานเป็นไปตามขั้นตอนที่ปฏิบัติงานก่อสร้างทั่วไปแต่ในส่วนของขั้นตอนของกิจกรรมเกลี่ยดินที่ป้องกันการเกิดฝุ่นละอองมีการเพิ่มเติมและติดตั้งการใช้อุปกรณ์ที่ใช้ป้องกันไม่ให้เกิดฝุ่นละออง คือ แผงกั้นฝุ่นละอองรอบบริเวณก่อสร้าง โดยติดตั้งแผงกั้นฝุ่นละอองสำหรับทำหน้าที่ลดการเกิดและฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองสู่บริเวณโครงการก่อสร้าง

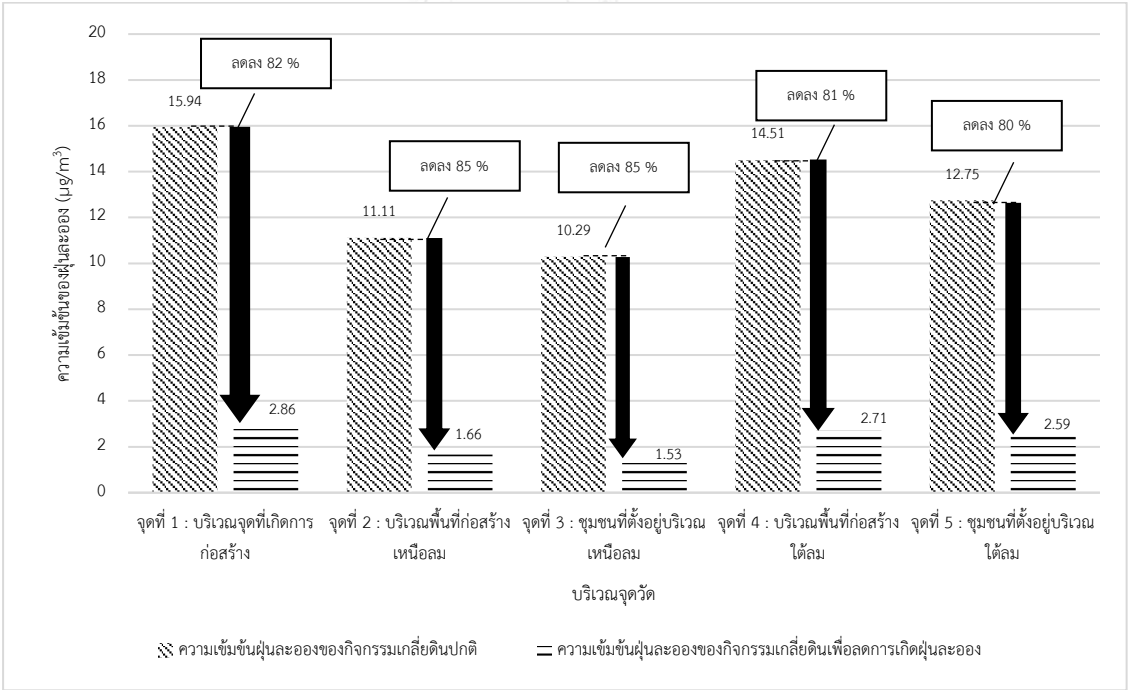
ตารางที่ 6.7 การเปรียบเทียบการลดลงของความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เกิดจากกิจกรรมเกลี่ยดิน

ตำแหน่งจุดวัด	ความเข้มข้นฝุ่นละอองกิจกรรมเกลี่ยดินปกติ ($\mu g/m^3$)	ความเข้มข้นฝุ่นละอองของกิจกรรมเกลี่ยดินที่ได้รับการปรับปรุง ($\mu g/m^3$)	ผลการเปรียบเทียบความเข้มข้นของฝุ่นละออง ($\mu g/m^3$)
จุดที่ 1 : บริเวณจุดที่เกิดการก่อสร้าง	15.94	2.86	ลดลง 82 %
จุดที่ 2 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างเหนือลม	11.11	1.66	ลดลง 85 %
จุดที่ 3 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณเหนือลม	10.29	1.53	ลดลง 85 %
จุดที่ 4 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม	14.51	2.71	ลดลง 81 %
จุดที่ 5 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณใต้ลม	12.75	2.59	ลดลง 80 %

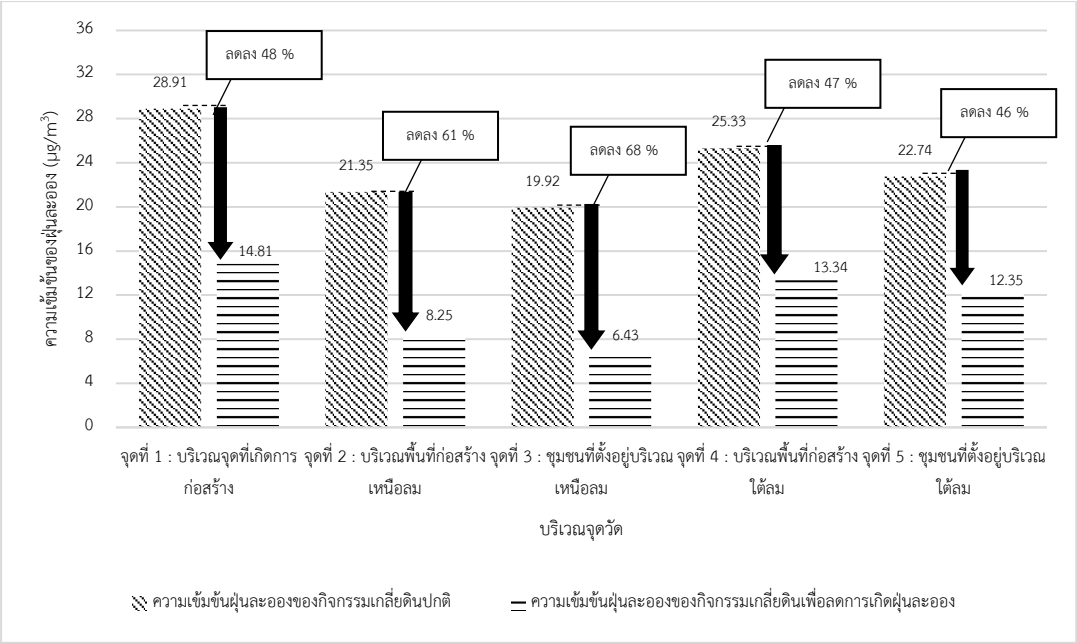
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางที่ 6.8 การเปรียบเทียบการลดลงของความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดใหญ่ที่เกิดจากกิจกรรมเกลี่ยดิน

ตำแหน่งจุดวัด	ความเข้มข้นฝุ่นละอองกิจกรรมเกลี่ยดินปกติ ($\mu g/m^3$)	ความเข้มข้นฝุ่นละอองของกิจกรรมเกลี่ยดินที่ได้รับการปรับปรุง ($\mu g/m^3$)	ผลการเปรียบเทียบความเข้มข้นของฝุ่นละออง ($\mu g/m^3$)
จุดที่ 1 : บริเวณจุดที่เกิดการก่อสร้าง	28.91	14.81	ลดลง 49 %
จุดที่ 2 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างเหนือลม	21.35	8.25	ลดลง 61 %
จุดที่ 3 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณเหนือลม	19.92	6.43	ลดลง 68 %
จุดที่ 4 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม	25.33	13.34	ลดลง 47 %
จุดที่ 5 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณใต้ลม	22.74	12.35	ลดลง 46 %



รูปที่ 6.9 การเปรียบเทียบความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กของกิจกรรมเกลี่ยดิน



รูปที่ 6.10 การเปรียบเทียบความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดใหญ่ของกิจกรรมเกลี่ยดิน

6.5 บทสรุป

กิจกรรมในการก่อสร้างมีหลายกิจกรรมที่ทำให้เกิดฝุ่นละอองในบริเวณก่อสร้าง โดยในการดำเนินกิจกรรมก่อสร้างสามารถหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดฝุ่นละอองได้โดยการเพิ่มการจัดการแก้ไขปัญหาฝุ่นละออง เช่น การเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์ที่ใช้ในกิจกรรมก่อสร้าง การเพิ่มขั้นตอนรวมถึงการติดตั้งอุปกรณ์บางอย่างในกิจกรรมก่อสร้างเพื่อลดและป้องกันการเกิดฝุ่นละออง จากผลการศึกษาได้แก่ กิจกรรมเทดินและกิจกรรมเกลี่ยดิน พบว่าการจัดการแก้ไขปัญหาฝุ่นละอองโดยการเพิ่มเติมอุปกรณ์และขั้นตอนบางอย่างในการปฏิบัติงานของกิจกรรมก่อสร้าง สามารถลดการเกิดฝุ่นละอองได้ดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการปฏิบัติงานที่ไม่ได้คำนึงถึงปัญหาฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นในบริเวณก่อสร้าง เมื่อเปรียบเทียบในด้านของต้นทุนที่ใช้ในการก่อสร้างพบว่า การเพิ่มเติมอุปกรณ์และขั้นตอนบางอย่างในการปฏิบัติงานของกิจกรรมก่อสร้างมีค่าใช้จ่ายสูงกว่าการปฏิบัติงานปกติเนื่องจากมีการเพิ่มเติมอุปกรณ์และบางขั้นตอนในการปฏิบัติงานของกิจกรรมก่อสร้าง

ทั้งนี้งานวิจัยนี้ได้เสนอแนวทางในการดำเนินกิจกรรมในงานก่อสร้าง สำหรับผู้ที่มีความสนใจแนวทางในการลดฝุ่นละอองในโครงการก่อสร้าง เพื่อประกอบการพิจารณาสำหรับใช้ในโครงการก่อสร้างเพื่อลดปัญหาการเกิดฝุ่นละอองที่ส่งผลกระทบต่อคนงานและประชาชนที่อาศัยอยู่โดยรอบบริเวณโครงการก่อสร้างต่อไป

บทที่ 7

สรุปผลการวิจัย ข้อจำกัดของงานวิจัยและข้อเสนอแนะ

7.1 สรุปผลการวิจัย

ปัญหาเรื่องฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมก่อสร้างนับว่าเป็นปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของคนงานที่ปฏิบัติหน้าที่รวมถึงประชาชนที่อาศัยอยู่บริเวณโดยรอบโครงการก่อสร้าง โดยงานวิจัยนี้มุ่งเน้นการลดการเกิดและฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองจากกิจกรรมก่อสร้าง (แหล่งกำเนิด) ซึ่งถือว่าเป็นการแก้ไขที่ต้นเหตุของปัญหาฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นในบริเวณโครงการก่อสร้าง ดังนั้น งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการวัดและวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นละอองที่มีแหล่งกำเนิดในกิจกรรมก่อสร้างถนนและนำเสนอแนวทางในการลดปริมาณฝุ่นละอองที่มีแหล่งกำเนิดจากกิจกรรมก่อสร้างถนน โดยทำการศึกษาเป็นกรณีศึกษาการก่อสร้างถนนในเขตจังหวัดลำปาง ซึ่งสามารถสรุปผลงานวิจัยได้ดังนี้

7.1.1 การศึกษากระบวนการวัดและวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมในการก่อสร้างถนน

จากการศึกษาและวิเคราะห์กิจกรรมก่อสร้างในส่วนของงานดิน ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรมเทดินและกิจกรรมเกลี่ยดิน สามารถวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นในกิจกรรมก่อสร้างได้แต่ละงานได้แก่ 1) กิจกรรมเทดินมีแหล่งกำเนิดฝุ่นละออง ได้แก่ เศษดินรวมถึงลักษณะของดินในแต่ละวัน เป็นต้น 2) กิจกรรมเกลี่ยดินมีแหล่งกำเนิดฝุ่นละออง ได้แก่ ลักษณะของดิน ความเร็วในการขับขี่ของรถเกลี่ยดิน การเกลี่ยดินเพื่อปรับระดับหน้าดิน เป็นต้น

จากการทดลองเก็บตัวอย่างปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นในกิจกรรมก่อสร้าง โดยใช้เครื่องมือวัดฝุ่นแบบพกพา (Dylos air quality monitor) เพื่อใช้พิจารณาสำหรับออกแบบวิธีการทดลองสำหรับลดการเกิดฝุ่นละอองในกิจกรรมก่อสร้าง พบว่าการเก็บตัวอย่างปริมาณฝุ่นละอองในโครงการก่อสร้างมีปัจจัยภายนอกที่ไม่สามารถควบคุมได้ ซึ่งปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองประกอบด้วยสภาพแวดล้อมของโครงการก่อสร้าง ได้แก่ สภาพลมของวันที่ทำการเก็บตัวอย่าง ลักษณะอากาศในวันที่เก็บตัวอย่าง ลักษณะของดินในวันที่เก็บตัวอย่าง ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าในการศึกษาเพื่อลดปริมาณการเกิดฝุ่นละอองควรทำการวัดปริมาณฝุ่นละอองในวันที่ท้องฟ้าโปร่ง ควรทำการทดลองในสถานที่ที่ไม่ได้รับการรบกวนจากกิจกรรมก่อสร้างอื่นและทำการควบคุมการทำงานของคนงานให้เป็นไปตามที่กำหนดตามรูปแบบการทดลองทุกครั้งเพื่อให้ได้ผลการทดลอง

สำหรับใช้เปรียบเทียบระหว่างปริมาณฝุ่นละอองจากขั้นตอนการก่อสร้างปกติกับปริมาณฝุ่นละอองจากขั้นตอนก่อสร้างที่ออกแบบเพื่อลดการเกิดฝุ่นละออง การวัดปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นในโครงการก่อสร้างถนนต้องทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 5 จุด ได้แก่

- จุดที่ 1 : บริเวณจุดที่เกิดการก่อสร้าง
- จุดที่ 2 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างเหนือลม
- จุดที่ 3 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณเหนือลม
- จุดที่ 4 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม
- จุดที่ 5 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณใต้ลม

ซึ่งปริมาณฝุ่นละอองในหน่วย Particle/ft^3 ต้องทำการเทียบค่าเป็นค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง โดยการวัดเปรียบเทียบกับเครื่องมือวัดอนุภาคอากาศ (Particle Count/Mass Monitor) ซึ่งมีหน่วยวัดเป็น $\mu g/m^3$ ดังนี้

สมการเปรียบเทียบค่ามาตรฐานสำหรับฝุ่นละอองขนาดเล็ก ได้แก่

$$y = 61532X + 15920$$

สมการเปรียบเทียบค่ามาตรฐานสำหรับฝุ่นละอองขนาดใหญ่ ได้แก่

$$y = 2961.8X - 658.96$$

โดยที่ y คือ ค่าปริมาณฝุ่นละออง มีหน่วยเป็น particle/ft^3

X คือ ค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง มีหน่วยเป็น $\mu g/m^3$

จากกรณีศึกษาได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นละอองจากบริเวณจุดวัดทั้งหมด 5 จุดของกิจกรรมเทดินและกิจกรรมเกลี่ยดิน พบว่าปริมาณฝุ่นละอองเกิดมากที่สุด คือ บริเวณจุดที่เกิดการก่อสร้าง ซึ่งเป็นบริเวณที่ใกล้กับแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นฝุ่นละอองของทั้ง 2 กิจกรรมก่อสร้างได้แก่ กิจกรรมเทดินซึ่งพบว่ามีค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กอยู่ที่ 14.28 $\mu g/m^3$ และค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดใหญ่อยู่ที่ 94.07 $\mu g/m^3$ ซึ่งพบว่าค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นฝุ่นละอองมีค่าน้อยกว่าค่ามาตรฐานความเข้มข้นของฝุ่นละออง ส่วนกิจกรรมเกลี่ยดินพบว่ามีค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กอยู่ที่ 15.94 $\mu g/m^3$ และค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดใหญ่อยู่ที่ 28.91 $\mu g/m^3$ ซึ่งพบว่าค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นฝุ่นละอองมีค่าน้อยกว่าค่ามาตรฐานความเข้มข้นของฝุ่นละออง ส่วนบริเวณจุดวัดที่มีค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองเกิดน้อยที่สุดจากกิจกรรมก่อสร้างทั้งสองกิจกรรมเกิดขึ้นในบริเวณจุดวัดที่ 3 คือ บริเวณชุมชนเหนือลม ซึ่งเป็นบริเวณที่มีระยะห่างจากแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองมากกว่า 9.5 เมตรและ

ตั้งอยู่ในบริเวณเหนือลม โดยมีค่าเฉลี่ยของฝุ่นละอองของทั้งสองกิจกรรมก่อสร้างได้แก่ 1. กิจกรรมเทดินมีค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กอยู่ที่ 5.16 $\mu g/m^3$ และค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดใหญ่อยู่ที่ 20.74 $\mu g/m^3$ ซึ่งพบว่าค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นฝุ่นละอองมีค่าน้อยกว่าค่ามาตรฐานความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่ 50 $\mu g/m^3$ และ 120 $\mu g/m^3$ ตามลำดับ 2. กิจกรรมเกลี่ยดิน มีค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กอยู่ที่ 10.29 $\mu g/m^3$และค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดใหญ่อยู่ที่ 19.92 $\mu g/m^3$ ซึ่งพบว่าค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นฝุ่นละอองมีค่าน้อยกว่าค่ามาตรฐานความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่ 50 $\mu g/m^3$ และ 120 $\mu g/m^3$ ตามลำดับ

7.1.2 แนวทางในการลดการเกิดฝุ่นละอองในกิจกรรมก่อสร้างถนน

จากการศึกษาแนวทางในการลดการเกิดฝุ่นละอองในกิจกรรมก่อสร้างถนน พบว่ากิจกรรมก่อสร้างถนนที่ใช้ในกรณีศึกษาสามารถลดการเกิดฝุ่นละอองขณะดำเนินงานก่อสร้าง ได้แก่ กิจกรรมเทดินและกิจกรรมเกลี่ยดิน โดยทำการวัดและเปรียบเทียบความเข้มข้นของฝุ่นละอองระหว่างขั้นตอนการก่อสร้างปกติกับขั้นตอนการก่อสร้างที่ปรับปรุงเพื่อลดการเกิดฝุ่นละอองโดยการเพิ่มเติมอุปกรณ์ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1) กิจกรรมเทดิน

จากการศึกษาการวัดหาปริมาณและความเข้มข้นของฝุ่นละอองของกิจกรรมเทดินระหว่างขั้นตอนในกิจกรรมเทดินปกติกับขั้นตอนในกิจกรรมเทดินที่ได้รับการเพิ่มขั้นตอนการฉีดพ่นน้ำ โดยใช้เครื่องมือฉีดพ่นน้ำชนิดมือโยก พบว่าบริเวณจุดวัดที่เกิดปริมาณและความเข้มข้นฝุ่นละอองเรียงลำดับจากมากไปน้อย สามารถสรุปได้ดังนี้

1) จุดที่ 1 : บริเวณจุดที่เกิดการก่อสร้าง
2) จุดที่ 4 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม
3) จุดที่ 5 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณใต้ลม
4) จุดที่ 2 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างเหนือลม
5) จุดที่ 3 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณเหนือลม

และพบว่าการเพิ่มขั้นตอนการฉีดพ่นน้ำในกิจกรรมเทดิน สามารถลดการเกิดฝุ่นละอองในโครงการก่อสร้างถนนได้สูงสุดถึง 43 เปอร์เซ็นต์

2) กิจกรรมเกลี่ยดิน

จากการทดลองเพื่อวัดและวิเคราะห์หาความเข้มข้นของฝุ่นละอองระหว่างขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินปกติกับขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินที่ได้รับการเพิ่มขั้นตอนขณะดำเนินกิจกรรมเกลี่ยดิน ด้วยวิธีการเพิ่มเติมขั้นตอนการติดตั้งแผงกั้นฝุ่นละอองรอบบริเวณโครงการก่อสร้าง โดยสามารถสรุปค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของฝุ่นละอองได้ดังนี้

จากการศึกษาการวัดหาปริมาณและความเข้มข้นของฝุ่นละอองของกิจกรรมเกลี่ยดินระหว่างขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินปกติกับขั้นตอนในกิจกรรมเกลี่ยดินที่ได้รับการเพิ่มขั้นตอนขณะดำเนินกิจกรรมเกลี่ยดิน ด้วยวิธีการเพิ่มเติมขั้นตอนการติดตั้งแผงกั้นฝุ่นละอองรอบบริเวณโครงการก่อสร้าง พบว่าบริเวณจุดวัดที่เกิดปริมาณและความเข้มข้นฝุ่นละอองเรียงลำดับจากมากไปน้อยสามารถสรุปได้ดังนี้

1) จุดที่ 1 : บริเวณจุดที่เกิดการก่อสร้าง
2) จุดที่ 4 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างใต้ลม
3) จุดที่ 5 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณใต้ลม
4) จุดที่ 2 : บริเวณพื้นที่ก่อสร้างเหนือลม
5) จุดที่ 3 : ชุมชนที่ตั้งอยู่บริเวณเหนือลม

และพบว่าการเพิ่มเติมขั้นตอนการติดตั้งแผงกั้นฝุ่นละอองรอบบริเวณโครงการก่อสร้างในกิจกรรมเกลี่ยดิน สามารถลดการเกิดฝุ่นละอองในโครงการก่อสร้างถนนได้สูงสุดถึง 85 เปอร์เซ็นต์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

7.1.3 ต้นทุนจากกรณีศึกษากิจกรรมก่อสร้างถนน

จากกรณีศึกษาการลดฝุ่นละอองจากกิจกรรมก่อสร้างถนน สามารถวิเคราะห์ต้นทุนที่ใช้ในกิจกรรมก่อสร้างถนนประกอบด้วยกิจกรรมเทดินและกิจกรรมเกลี่ยดิน โดยทำการศึกษาและเปรียบเทียบปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นระหว่างกิจกรรมก่อสร้างปกติกับกิจกรรมก่อสร้างที่ปรับปรุงโดยการเพิ่มขั้นตอนและอุปกรณ์ในกิจกรรมก่อสร้าง ซึ่งทำให้ต้นทุนที่ใช้ในกิจกรรมก่อสร้างมีความแตกต่างกัน โดยต้นทุนที่ใช้ในการเปรียบเทียบใช้ข้อมูลของกระทรวงการคลัง (2555)

โดยแบ่งผลการวิเคราะห์เรื่องต้นทุนที่ใช้ในกิจกรรมก่อสร้างดังนี้

1) ต้นทุนที่ใช้ในกิจกรรมเทดิน

จากการศึกษาพบว่ากิจกรรมเทดินที่มีการปรับปรุงโดยการเพิ่มเติมขั้นตอนการฉีดพ่นน้ำมีต้นทุนค่าใช้จ่ายเท่ากับ 23,129 บาทและกิจกรรมเทดินแบบปกติมีต้นทุนค่าใช้จ่าย 22,356 บาท เมื่อเทียบต้นทุนในหน่วยบาทต่อลูกบาศก์เมตรพบว่าต้นทุนของกิจกรรมเทดินปกติมีค่าน้อยกว่าต้นทุน

ของกิจกรรมเทดินที่ได้รับการเพิ่มเติมขั้นตอนและอุปกรณ์อยู่ที่ 1.25 บาทต่อลูกบาศก์เมตร อย่างไรก็ตามการเพิ่มขั้นตอนการฉีดพ่นน้ำโดยใช้เครื่องมือฉีดพ่นน้ำชนิดมือโยก สามารถลดปริมาณการเกิดฝุ่นละอองได้มากถึง 43 เปอร์เซ็นต์

2) ต้นทุนที่ใช้ในกิจกรรมเกลี่ยดิน

จากการศึกษาพบว่ากิจกรรมเกลี่ยดินที่มีการปรับปรุงโดยการเพิ่มเติมขั้นการติดตั้งแผงกั้นฝุ่นละอองรอบบริเวณโครงการก่อสร้างมีต้นทุนค่าใช้จ่ายเท่ากับ 28,815 บาทและกิจกรรมเกลี่ยดินแบบปกติมีต้นทุนค่าใช้จ่าย 22,356 บาท เมื่อเทียบต้นทุนในหน่วยบาทต่อลูกบาศก์เมตรพบว่าต้นทุนของกิจกรรมเกลี่ยดินปกติมีค่าน้อยกว่าต้นทุนของกิจกรรมเกลี่ยดินที่ได้รับการเพิ่มเติมขั้นตอนและอุปกรณ์อยู่ที่ 7 บาทต่อลูกบาศก์เมตร อย่างไรก็ตามการเพิ่มขั้นตอนการติดตั้งแผงกั้นฝุ่นละอองรอบบริเวณก่อสร้าง สามารถลดปริมาณการเกิดฝุ่นละอองได้มากถึง 85 เปอร์เซ็นต์

ซึ่งการวิเคราะห์เรื่องต้นทุนที่ใช้ในกิจกรรมก่อสร้างสามารถนำไปใช้สำหรับเป็นแนวทางในการตัดสินใจของผู้ที่มีความสนใจและต้องการลดปริมาณฝุ่นละอองจากการก่อสร้างถนนได้ต่อไป

7.2 ข้อจำกัดของงานวิจัย

ข้อจำกัดของงานวิจัยสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนของการศึกษาปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นในกิจกรรมก่อสร้างและส่วนของการศึกษาแนวทางในการลดการเกิดฝุ่นละออง โดยในส่วนของการศึกษาปริมาณฝุ่นละอองที่คนงานและประชาชนที่อาศัยในบริเวณโดยรอบโครงการก่อสร้าง ในการวัดและเก็บข้อมูลในแต่ละวันอาจได้ปริมาณฝุ่นละอองที่แตกต่างกัน เนื่องจากลักษณะของดินที่มาจากบ่อดินในแต่ละวันอาจมีความละเอียดแตกต่างกันรวมถึงสภาพอากาศและความเร็วลมของแต่ละวันที่แตกต่างกัน ทั้งนี้การวัดและเก็บข้อมูลของงานวิจัยนี้ดำเนินการวัดกิจกรรมก่อสร้างกิจกรรมละ 3 วัน ทำการการวัดและเก็บข้อมูลในโครงการก่อสร้างจึงวัดและเก็บข้อมูลเฉพาะกิจกรรมเทดินและกิจกรรมเกลี่ยดินซึ่งเป็นกิจกรรมที่เกิดฝุ่นละอองในปริมาณมากในกิจกรรมก่อสร้างถนน ในส่วนของการศึกษาแนวทางในการลดการเกิดฝุ่นละออง มีข้อจำกัดในเรื่องของการทำงานของคนงาน เช่น คนงานมีการหยุดพัก เมื่อมีการดำเนินกิจกรรมเทดินส่งผลทำให้ไม่สามารถปฏิบัติหน้าที่ได้ตามแผนที่กำหนดในช่วงเวลานั้นได้

7.3 ข้อเสนอแนะ

ปัญหามลพิษทางอากาศโดยเฉพาะปัญหาทางด้านฝุ่นละอองเป็นปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของคนงานและประชาชนที่อาศัยอยู่ในบริเวณโดยรอบโครงการก่อสร้าง ซึ่งงานวิจัยนี้พบว่ามีปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่น้อยกว่ามาตรฐานความเข้มข้นของฝุ่นละออง ในงานวิจัยนี้เหมาะสำหรับที่ต้องการศึกษาวิธีการลดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กในบริเวณกิจกรรมก่อสร้างถนนโดยการเก็บข้อมูลเป็นข้อมูลเฉพาะในส่วนของงานดินคือกิจกรรมเทดินและกิจกรรมเกลี่ยดิน จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในส่วนของปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นในแต่ละงานในกิจกรรมก่อสร้างถนนและการศึกษาเพิ่มเติมในส่วนของวิธีการลดปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่ในกิจกรรมก่อสร้างถนน เพื่อนำข้อมูลไปใช้ในการจัดการเพื่อลดปัญหาฝุ่นละอองในโครงการก่อสร้างถนนต่อไป

นอกจากนี้ยังมีกิจกรรมก่อสร้างในโครงการก่อสร้างถนน ทั้งในส่วนของงานถางป่าและขุดตอ งานรองพื้นทาง งานขุด งานพื้นทางและงานผิวทาง ดังนั้นผู้ที่มีความสนใจทำการศึกษาสามารถนำแนวทางการวัดและลดปริมาณฝุ่นละอองจากกิจกรรมก่อสร้างถนนที่แตกต่างออกไปเพื่อเป็นแนวทางในการลดการเกิดฝุ่นละอองซึ่งส่งผลกระทบต่อคนงานและประชาชนที่อาศัยอยู่บริเวณโดยรอบโครงการก่อสร้างถนนได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

รายการอ้างอิง

Particle Matter. http://www3.epa.gov/pm/basic.html.

Guildlines for Controlling Dust from Construction Sites. https://www.parracity.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0019/4294/NoDust_Booklet.pdf.

Fan, Shichao, Yuen-wah Wong, Liyin Shen, Weisheng Lu, Tao Wang, Ann Yu and Qiping Shen. "The Effectiveness of Dustbubbles on Dust Control in the Process of Concrete Drilling." *Safety science* 50, no. 5 (2012): 1284-1289.

Gambatese, John A and David E James. "Dust Suppression Using Truck-Mounted Water Spray System." *Journal of construction engineering and management* 127, no. 1 (2001): 53-59.

Gerry A. Croteau, Steven E. Guffy, Mary Ellen Flanagen and Noah S. Seixas. "The Effect of Local Exhaust Venlitation Controls on Dust Exposures During Concrete Cutting and Grinding Activities." *AIHA*, no. 63 (2000): 458-467.

Particulate Matter. http://www.greenfacts.org/en/particulate-matter-pm/index.htm.

Hamilton, E.A., S.M. Brook, R.L. Harris and M.B. Schenker. *The Yearbook of Occupational and Environmental Medicine.* Chicago,USA: Year Book Medicine Publisher Inc., 1992.

John, A.G. and E.J. David. "Dust Suppression Using Truck-Mounted Water Spray System." *construction engineering and management*, no. 127 (2001): 53-59.

Parramatta City Council. *Guildlines for Controlling Dust from Construction Sites.*, 2002.

Chulalongkorn University

Pasquill, F. and F.B. Smith. *Atmospheric Diffusion*, Edited by 3, 1983.

Zhenhua Xie and Xu Ming. "Technology on Pollution Prevention of Urban Construction Fugitive Dust." In *2009 International Conference on Management and Service Science (MASS 2009)*, 1-5. TBD Wuhan, China, 2009.

Zhenhua, Xie and Xu Ming. "Technology on Pollution Prevention of Urban Construction Fugitive Dust." In *Management and Service Science, 2009. MASS'09. International Conference on*, 1-5: IEEE, 2009.

กรมควบคุมมลพิษ. คู่มือการตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศ. กรุงเทพมหานคร, 2546.

กรมควบคุมมลพิษ. สถานการณ์และการจัดการปัญหามลพิษทางอากาศและเสียง ปี *2551*. 2551.

กรมควบคุมมลพิษ. (ร่าง) รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2557.

กรมควบคุมมลพิษ, สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง. พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.*2535*, Edited by 6, 2535.

กรมควบคุมมลพิษ, สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง. สถานการณ์และการจัดการปัญหามลพิษทางอากาศและเสียง, Edited by กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2551.

กรมทางหลวงชนบท กระทรวงคมนาคม. "แนวทางขั้นต่ำในการลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากการก่อสร้างโครงการคมนาคมขนส่งทางบก บนถนนปัจจุบันหรือผ่านชุมชน." กรมทางหลวงชนบท, (2556): 1-3.

กระทรวงคมนาคม, กรมทางหลวงชนบท. "แนวทางขั้นต่ำในการลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากการก่อสร้างโรงการคมนาคมขนส่งทางบก บนถนนปัจจุบันหรือผ่านชุมชน " วารสารกรมทางหลวงชนบท, (2556).

เกรียงไกร อุดมสินโรจน์. การจัดการเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม, Edited by 1. กรุงเทพฯ: มิตรนราการพิมพ์, 2539.

จันทร์ตระกูล, นิรันทร์. วารสารการส่งเสริมสุขภาพและอนามัยสิ่งแวดล้อม ปีที่ *21* ฉบับที่ 4 ตุลาคม - ธันวาคม, (2541): 109-122.

นพภาพร พานิชและคณะ. ตำราระบบบำบัดมลพิษทางอากาศ, Edited by 2. กรุงเทพฯ: ศุนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.

ประโพธิ อุปถัมภ์. "การควบคุมฝุ่นละอองจากการก่อสร้างถนน." จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.

ประภา มณฑลและคณะ. โครงการวิจัยเรื่องการประเมินผลกระทบต่อสุขภาพจากการสัมผัสอนุภาคผุ่นในภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย, 2553.

ฝุ่นละอองในบรรยากาศ. http://www.en.mahidol.ac.th/elearning/upload/Dust_Patcharawadee.pdf.

พานิชและคณะ, นพภาพร. ตำราระบบบำบัดมลพิษทางอากาศ กรมโรงงานอุตสาหกรรม, Edited by 2. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์บริการวิชาการจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2550.

มหาวิทยาลัยนเรศวร, ศูนย์วิจัยสิ่งแวดล้อม. "การลดฝุ่นจากการก่อสร้างอาคารและถนนในเขตเมืองพิษณุโลก." นเรศวร, 2548.

การลดฝุ่นจากการก่อสร้างอาคารและถนนในเขตเมืองพิษณุโลก. http://www.erc.nu.ac.th/Project-6.asp.

ยรรยง อาภาอนันต์. "การศึกษาแนวทางการลดปริมาณฝุ่นละอองที่ส่งผลกระทบต่อคนงาน." จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2553.

วนิดา จีนศาสตร์. มลพิษอากาศและการจัดการคุณภาพอากาศ, Edited by 1. กรุงเทพฯ: บริษัท มิสเตอร์ก๊อปปี้ (ประเทศไทย) จำกัด, 2551.

สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ. คู่มือการตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศ, Edited by 1, 2546.

สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ. สถานการณ์และการจัดการปัญหามลพิษทางอากาศและเสียง, 2556.

สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ. สถานการณ์และการจัดการปัญหามลพิษทางอากาศและเสียง, 2557.

สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ. สถานการณ์และการจัดการปัญหามลพิษทางอากาศในปี *2558* ในรอบ *6* เดือน, 2558.

ฝุ่นละอองในบรรยากาศ. www.en.mahidol.ac.th/elearning/upload/Airpollution.pd.

ภาคผนวก ก

แบบสัมภาษณ์ที่ใช้ในการระบุกิจกรรมที่ทำให้เกิดฝุ่นละอองในการก่อสร้างถนน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แบบสอบถาม

คำชี้แจง แบบสัมภาษณ์ฉบับนี้ต้องการข้อมูลเพื่อการนำไปวิเคราะห์หากิจกรรมการก่อสร้างในถนนที่เกิดปัญหาฝุ่นละอองในการก่อสร้าง โดยข้อมูลที่ได้รับจากความคิดเห็นของท่านจะนำไปวิเคราะห์หาลำดับการเกิดปัญหารวมถึงหาแนวทางในการแก้ไขป้องกันต่อไป

ข้อมูลที่ท่านตอบมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการวิเคราะห์ข้อมูลในเรื่องนี้เพื่อใช้เป็นประโยชน์ในทางการศึกษาเท่านั้น ดังนั้นจึงใคร่ขอความร่วมมือจากท่าน ขอให้ตอบตามความเป็นจริงหรือตามที่ท่านคิดและขอบคุณท่านเป็นการล่วงหน้ามา ณ ที่นี้ด้วย

ส่วนที่ 1 แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไป

1. ชื่อ -นามสกุล.....

2. ตำแหน่ง.....

3. เบอร์โทรศัพท์ติดต่อ..... E-mail.....

4. หน่วยงาน.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ส่วนที่ 2 คำถามเกี่ยวกับกิจกรรมในงานก่อสร้างถนนที่เกิดฝุ่นละออง โปรดใช้เครื่องหมาย √ ในช่องที่ท่านคิดว่าเป็นจริงที่สุด

คำอธิบาย 5 พบเห็นมากที่สุด (ทุกครั้ง)

4 พบเห็นมาก

3 พบเห็นปานกลาง

2 พบเห็นบางครั้ง

1 พบเห็นไม่มากนัก

0 ไม่พบเห็นเลย

ชื่อกิจกรรม	มากที่สุด 5	มาก 4	ปานกลาง 3	บางครั้ง 2	ไม่มากนัก 1	ไม่พบเห็นเลย 0
1. งานถางป่าและขุดตอ (Clearing & Grubbing)						
2. งานดินถมคันทาง (Reshaping & Levelling)						
2.1 งานขุด (Cutting)						
2.2 งานถม (Filling)						
3. งานรองพื้นทาง (Sub base)						
4. งานพื้นทาง (Base)						
5. งานผิวทาง (Surface)						
5.1 ผิวลาดยาง (Asphalt)						
5.2 ผิวคอนกรีต (Concrete)						

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผลจากการสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องกับงานก่อสร้างถนน

ชื่อกิจกรรม	มากที่สุด 5	มาก 4	ปานกลาง 3	บางครั้ง 2	ไม่มากนัก 1	ไม่พบเห็นเลย 0
1. งานถางป่าและขุดตอ (Clearing & Grubbing)	0	5	1	2	0	0
2. งานดินถมคันทาง (Reshaping & Levelling)	0	3	5	0	0	0
2.1 งานขุด (Cutting)	5	2	1	0	0	5
2.2 งานถม (Filling)	1	3	2	1	0	1
3. งานรองพื้นทาง (Sub base)	2	2	3	1	0	2
4. งานพื้นทาง (Base)						
5. งานผิวทาง (Surface)	1	0	3	2	2	1
5.1 ผิวลาดยาง (Asphalt)	0	1	0	3	4	0
5.2 ผิวคอนกรีต (Concrete)	0	3	5	0	0	0

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ผลลัพธ์จากการหาค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนัก

ชื่อกิจกรรม	ค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนัก
1. งานถางป่าและขุดตอ (Clearing & Grubbing)	3.375
2. งานดินถมคันทาง (Reshaping & Levelling)	
2.1 งานขุด (Cutting)	3.375
2.2 งานถม (Filling)	**4.5**
3. งานรองพื้นทาง (Sub base)	3.125
4. งานพื้นทาง (Base)	3.625
5. งานผิวทาง (Surface)	
5.1 ผิวลาดยาง (Asphalt)	2.5
5.2 ผิวคอนกรีต (Concrete)	1.75

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ข

เครื่องมือวัดฝุ่นแบบพกพา
(Dylos air quality monitor รุ่น DC 1700 Battery operated AQM)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

เครื่องมือวัดฝุ่นแบบพกพา

(Dylos air quality monitor รุ่น DC 1700 Battery operated AQM)

วิธีการใช้เครื่องมือ

1. ข้อแนะนำในการใช้เครื่องมือ

1) ควรอ่านข้อมูลการใช้เครื่องมืออย่างละเอียดและถี่ถ้วน

2) ควรปฏิบัติตามข้อแนะนำในการใช้เครื่องมืออย่างเคร่งครัด

3) ไม่ควรถอดหรือแยกชิ้นส่วนของเครื่องมือออกจากสภาพเดิม เนื่องจากการกระทำเหล่านั้นอาจส่งผลทำให้เครื่องมือเกิดความเสียหายจนไม่สามารถใช้งานได้

4) ไม่ควรวางเครื่องมือใกล้บริเวณที่มีน้ำ เนื่องจากอาจเป็นอันตรายต่อเครื่องมือได้

5) ไม่ควรนำของเหลวใส่เข้าไปในเครื่องมือ

6) ไม่ควรใช้สเปรย์หรือผ้าชุบน้ำ (เปียก) เช็ดทำความสะอาดเครื่องมือ ควรใช้ผ้าแห้งสำหรับเช็ดทำความสะอาดเท่านั้น

7) ไม่ควรติดตั้งหรือวางเครื่องมือในบริเวณที่มีความร้อนสูง

8) ในการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องมือกับคอมพิวเตอร์ ควรใช้สายอุปกรณ์เชื่อมต่อที่บริษัทกำหนดให้มาเท่านั้น

9) ควรส่งเครื่องมือเข้ารับบริการซ่อมทันที เมื่อพบว่าเครื่องมือได้รับความเสียหายจากเงื่อนไขดังนี้

- เมื่ออุปกรณ์ชาร์ตแบตเตอรี่หรือแถบแสดงแบตเตอรี่ของเครื่องมือเกิดความเสียหาย
- เมื่อเครื่องมือได้รับของเหลวเข้าไปในตัวเครื่อง
- เมื่อเครื่องมือไม่ทำงานตามคำสั่งที่ได้รับ
- เมื่อเครื่องมือไม่สามารถเปิดใช้งานได้

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

2. วิธีการใช้งานเครื่องมือให้ได้ประสิทธิภาพมากที่สุด ควรปฏิบัติตามข้อกำหนด ดังนี้

1) ไม่ควรติดตั้งเครื่องมือใกล้บริเวณสนามแม่เหล็กไฟฟ้า เนื่องจากสัญญาณจากอาจเกิดสัญญาณรบกวนการทำงานของเครื่องมือได้

2) ไม่ควรวางเครื่องมือให้ได้รับแสงแดดจากดวงอาทิตย์โดยตรง

3) ควรติดตั้งเครื่องมือในระดับความสูงเดียวกันกับห้อง กรณีที่วัดปริมาณอนุภาคในบริเวณภายใน (indoor)

3. การนำไปใช้ในทางการแพทย์

สำหรับการใช้เครื่องมือวัดฝุ่นแบบพกพา (Dylos air quality monitor รุ่น DC 1700 Battery operated AQM) สามารถใช้งานในการวัดปริมาณฝุ่นละอองในอากาศได้เท่านั้นแต่ไม่สามารถใช้ในทางการแพทย์ได้โดยตรง เพียงแต่ใช้บ่งบอกสถานที่ที่ทำการเก็บข้อมูลสำหรับทดลองนั้นเกิดปริมาณฝุ่นละอองมากน้อยเพียงใด กล่าวคือ หากข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือมีปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองมากอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนได้มากเท่านั้น

4. คู่มือการใช้งาน

สำหรับวิธีการใช้งานเครื่องมือวัดฝุ่นแบบพกพา (Dylos air quality monitor รุ่น DC 1700 Battery operated AQM) เริ่มแรกควรทำการเสียบปลั๊กและเปิดใช้เครื่องมือ โดยปลั๊กเสียบชาร์ตแบตเตอรี่ควรใช้ที่ 120V/60HZ จากนั้นให้ทำการเชื่อมปลั๊ก AC adapter เข้ากับตัวเครื่องมือ ซึ่งอยู่ทางขวามือของเครื่องมือและทำการเปิดเครื่องมือจากการกดปุ่มเปิด/ปิดเครื่องมือจะอยู่ทางด้านซ้ายมือ ดังรูป

รูปที่ 1.1

รูปที่ 1.2

รูปที่ 1.3

รายละเอียดของรูปภาพมีดังนี้

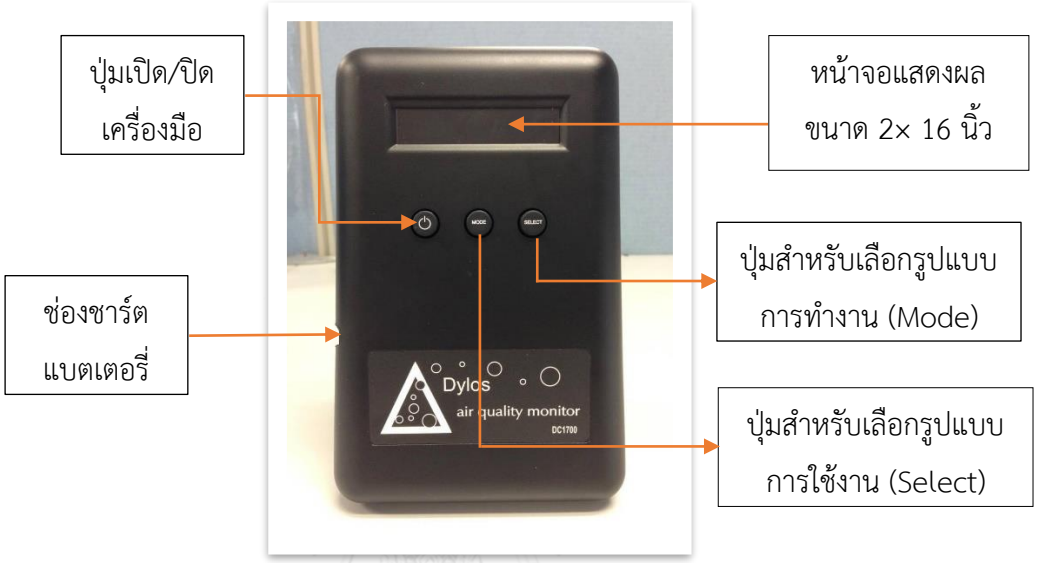
รูปที่ 1.1 ด้านขวามือของเครื่องมือ สำหรับเสียบสายเชื่อมระหว่างเครื่องมือกับคอมพิวเตอร์

รูปที่ 1.2 ด้านหน้าของเครื่องมือ

รูปที่ 1.3 ด้านซ้ายมือของเครื่องมือ สำหรับเปิด/ปิดเครื่องมือเพื่อใช้งาน

โดยแบตเตอรี่ภายในเครื่องมือสามารถใช้งานต่อเนื่องได้นานถึง 6 ชั่วโมง (ข้อแนะนำ: ในการชาร์ตแบตเตอรี่ควรชาร์ตเป็นเวลา 12 ชั่วโมงขึ้นไป สำหรับชาร์ตแบตเตอรี่ให้เต็มพร้อมใช้งาน)

5. ลักษณะส่วนประกอบต่างๆของเครื่องมือวัดฝุ่นแบบพกพา สามารถอธิบายได้ดังนี้



รูปที่ 1.4 ลักษณะส่วนประกอบของเครื่องมือ

6. โหมดรูปแบบการทำงาน ประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

คุณสมบัติทั่วไปของเครื่องมือวัดฝุ่นแบบพกพา

เครื่องวัดฝุ่นแบบพกพา (Dylos air quality monitor รุ่น DC 1700 Battery operated AQM) มีขนาด สูง 7 นิ้ว ยาว 4.5 นิ้ว และหนา 3 นิ้ว โดยมีน้ำหนักรวมของเครื่องมืออยู่ที่ 0.55 กิโลกรัม สามารถใช้งานได้หลายๆโหมด ซึ่งผู้ทดลองใช้สามารถเลือกใช้โหมดการทำงานได้ตามความต้องการ โดยการเลือกกดปุ่ม “Mode” จากนั้นเลือกรูปแบบการทำงานที่ต้องการใช้งานและหากผู้ทดลองต้องการเลือกดูข้อมูลที่บันทึกย้อนหลัง สามารถทำได้โดยการกดปุ่ม “Select” ข้อมูลที่บันทึกไว้จะปรากฏบนหน้าจอแสดงผลของเครื่องมือตามรูปแบบการทำงานที่ผู้ทดลองเลือกไว้ตั้งแต่แรกทันที

เครื่องมือวัดฝุ่นแบบพกพาเป็นเครื่องมือที่ใช้วัดหาปริมาณของฝุ่นละอองโดยใช้เลเซอร์สำหรับวัดปริมาณความเข้มข้นของอนุภาคในอากาศ โดยเครื่องมือสามารถวัดอนุภาคได้ 2 ขนาด

ได้แก่ 1. อนุภาคขนาดใหญ่มีขนาดใหญ่กว่า 2.5 ไมครอน 2. อนุภาคขนาดเล็กมีขนาดใหญ่กว่า 0.5 ไมครอน ซึ่งข้อมูลที่วัดได้ทั้งหมดนั้นจะแสดงบนหน้าจอแสดงผลของเครื่องมือ โดยอนุภาคขนาดเล็กแสดงอยู่ทางซ้ายมือของหน้าจอและอนุภาคขนาดใหญ่แสดงอยู่ทางขวามือ สำหรับค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือจะแสดงอยู่ในหน่วยของความเข้มข้นของอนุภาคที่ 0.01 ลูกบาศก์ฟุตต่อตัวอย่างที่ได้จากการวัด หมายความว่า ค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือแต่ละตัวต้องทำการคูณกับ 100 ทุกครั้ง เพื่อทราบปริมาณความเข้มข้นของอนุภาคที่วัดได้อย่างละเอียด สำหรับข้อมูลที่ได้จากการวัดหน้าจอของเครื่องมือจะแสดงผลของตัวอย่างที่ได้ในรูปแบบของไดนามิกบาร์กราฟ (Dynamic bar graph) ทำให้ผู้ทดลองสามารถทราบได้ว่าในแต่ละกิจกรรมที่ทำการเก็บตัวอย่างนั้นมีค่าปริมาณของอนุภาคที่เกิดขึ้นมากน้อยเพียงใด

สำหรับขนาดอนุภาคที่เครื่องมือวัดได้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภทได้แก่

- อนุภาคขนาดเล็ก (Small particle) ประกอบด้วย ฝุ่นละอองขนาดเล็ก (ละเอียด), แบคทีเรีย หมอกและควัน เป็นต้น
- อนุภาคขนาดใหญ่ (Large particle) ประกอบด้วย ฝุ่นละอองขนาดใหญ่ (หยาบ), เกสรดอกไม้, ไรฝุ่น เป็นต้น

รูปที่ 1.5 หน้าจอแสดงผลของเครื่องมือ

7. รูปแบบการวัดข้อมูลแบบต่อเนื่อง (Continuous mode)

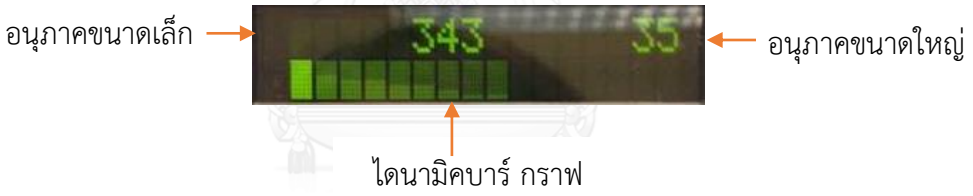
เมื่อผู้ทดลองได้ทำการเปิดใช้งานเครื่องมือวัดฝุ่นแบบพกพา (Dylos air quality monitor รุ่น DC 1700 Battery operated AQM) แล้ว เครื่องมือจะทำการวัดปริมาณอนุภาคแบบต่อเนื่องโดย

อัตโนมัติ โดยในระหว่างที่เครื่องมือทำการวัดข้อมูลนั้น ส่วนของหน้าจอจะทำการแสดงค่าปริมาณความเข้มข้นของอนุภาคขนาดใหญ่และขนาดเล็ก โดยข้อมูลที่ได้จากการวัดนั้นผู้ทดลองสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณความเข้มข้นของอนุภาคได้เลย

เมื่อทำการเปิดเครื่องมือเพื่อเริ่มต้นการใช้งาน ผู้ทดลองจะเห็นหน้าจอปรากฏข้อความ “continuous mode” และแสดงปริมาณของแบตเตอรี่ที่มีอยู่ภายในตัวเครื่องมือขณะนั้นๆ ดังรูป

รูปที่ 1.6 รูปแบบการทำงานและปริมาณของแบตเตอรี่

หลังจากนั้นอีก 2 วินาทีต่อมา หน้าจอของเครื่องมือจะแสดงปริมาณของอนุภาคที่เครื่องมือสามารถวัดได้ในขณะนั้นทันที



รูปที่ 1.7 หน้าจอแสดงผลของข้อมูล

8. โหมดควบคุมการทำงาน (Monitor mode)

เครื่องมือวัดฝุ่นแบบพกพา (Dylos air quality monitor รุ่น DC 1700 Battery operated AQM) มีรูปแบบในการวัดเพื่อเก็บตัวอย่างข้อมูลทุกๆ1 นาทีใน 1 ชั่วโมง โดยหน้าจอของเครื่องมือจะปรากฏข้อความว่า “Monitor mode” และเมื่อเวลาผ่านไป 1 ชั่วโมงแล้วหน้าจอจะทำการแสดงปริมาณความเข้มข้นของอนุภาคที่เครื่องมือสามารถวัดได้

รูปที่ 1.8 โหมดควบคุมการทำงาน (Monitor mode)

9. รูปแบบการวัดข้อมูลในหน่วยของนาที (Minute history mode)

รูปแบบของข้อมูลที่ได้จากการวัดโดยใช้เครื่องมือวัดฝุ่นแบบพกพาในหน่วยของนาที ผู้ทดลองสามารถเรียกดูข้อมูลในหน่วยของนาทีได้ โดยการกดปุ่ม “Mode” จำนวน 2 ครั้ง หลังจากนั้นหน้าจอแสดงผลจะปรากฏข้อความว่า “Minute history” ดังแสดงในรูปที่ 1.9

รูปที่ 1.9 ข้อมูลในรูปแบบนาที

จากนั้นหน้าจอจะปรากฏข้อความ “Press select to view history” ให้ผู้ทดลองทำการกดปุ่ม “Select” เพื่อแสดงข้อมูลในรูปแบบของนาที

รูปที่ 1.10 ข้อความแสดงความต้องการเลือกใช้รูปแบบต่างๆของเครื่องมือ

เมื่อผู้ทดลองทำการกดปุ่ม “Select” แล้ว หน้าจอจะปรากฏข้อความจำนวน 2 บรรทัด โดยบรรทัดแรกจะแสดงข้อความในรูปแบบของเวลา เช่น หากเลือกรูปแบบของนาที หน้าจอจะทำการแสดงข้อความ “ใน 1 นาทีผ่านมา” และบรรทัดที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยของปริมาณความเข้มข้นของอนุภาคขนาดใหญ่และขนาดเล็กที่เครื่องมือสามารถวัดได้ใน 1 นาทีที่ผ่านมา

รูปที่ 1.11 ข้อมูลที่เครื่องมือสามารถวัดได้ใน 1 นาทีที่ผ่านมา

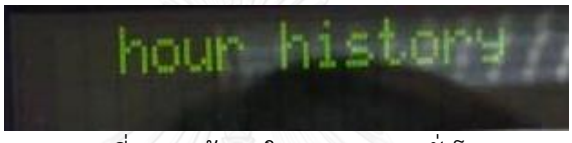
ในกรณีที่หน้าจอเครื่องมือปรากฏข้อความ “No data” หรือคำว่า “Time break” มีความหมายดังนี้

- ข้อความ “No data” หมายถึง ไม่มีการเก็บข้อมูลในช่วงระยะเวลาที่ผ่านมา
- ข้อความ “Time break” หมายถึง ระยะเวลาในการใช้เครื่องมือเพื่อวัดปริมาณของอนุภาคน้อยกว่า 1 นาที จึงทำให้เครื่องมือไม่สามารถประเมินค่าปริมาณความเข้มข้นของอนุภาคได้

รูปที่ 1.12 เครื่องมือไม่สามารถประเมินค่าปริมาณความเข้มข้นของอนุภาคได้ เนื่องจากมีระยะเวลาวัดไม่ถึง 1 นาที

10. รูปแบบการวัดข้อมูลในหน่วยของชั่วโมง (Hour history mode)

รูปแบบของข้อมูลในหน่วยของชั่วโมง จะแสดงข้อมูลที่เครื่องมือสามารถวัดได้ โดยผู้ทดลองสามารถเรียกดูข้อมูลย้อนหลังได้ โดยทำการกดปุ่ม “Mode” จำนวน 2 ครั้ง จากนั้นหน้าจอของเครื่องมือจะปรากฏข้อความ “ Hour history” ดังรูป 1.13



รูปที่ 1.13 ข้อมูลในรูปแบบของชั่วโมง

จากนั้นให้ผู้ทดลองกดปุ่ม “Select” เพื่อทำการเรียกดูข้อมูลย้อนหลังในหน่วยของชั่วโมง

รูปที่ 1.14 ข้อความแสดงความต้องการเลือกใช้รูปแบบต่างๆของเครื่องมือ

โดยหน้าจอจะแสดงปริมาณความเข้มข้นของอนุภาคขนาดใหญ่และเล็ก ในรูปแบบของชั่วโมง

รูปที่ 1.15 ข้อมูลที่เครื่องมือสามารถวัดได้ใน 1 ชั่วโมงที่ผ่านมา

11. รูปแบบการวัดข้อมูลในหน่วยของวัน (Day history mode)

รูปแบบของข้อมูลในหน่วยของวัน จะแสดงข้อมูลที่เครื่องมือสามารถวัดได้ โดยผู้ทดลองสามารถเรียกดูข้อมูลย้อนหลังได้ โดยทำการกดปุ่ม “Mode” จำนวน 3 ครั้ง จากนั้นหน้าจอของเครื่องมือจะปรากฏข้อความ “ Day history” ดังรูป 1.16

รูปที่ 1.16 ข้อมูลในรูปแบบของวัน

จากนั้นให้ผู้ทดลองกดปุ่ม “Select” เพื่อทำการเรียกดูข้อมูลย้อนหลังในหน่วยของวัน

รูปที่ 1.17 ข้อความแสดงความต้องการเลือกใช้รูปแบบต่างๆของเครื่องมือ

โดยหน้าจอจะแสดงปริมาณความเข้มข้นของอนุภาคขนาดใหญ่และเล็ก ในรูปแบบของชั่วโมง

1 DAY AGO	
1156	20

รูปที่ 1.18 ข้อมูลที่เครื่องมือสามารถวัดได้ใน 1วันที่ผ่านมา

12. รูปแบบของเวลาในการวัดข้อมูล (Date time mode)

เครื่องมือวัดฝุ่นแบบพกพา (Dylos air quality monitor รุ่น DC 1700 Battery operated AQM) สามารถระบุวัน เดือน ปี รวมถึงเวลาสำหรับการเก็บข้อมูลได้ ซึ่งเวลาดังกล่าวนั้นผู้ทดลองสามารถทำการตั้งได้ด้วยตัวเอง ซึ่งการระบุวันเวลาในการเก็บข้อมูลนั้นจะส่งผลดีต่อการวิเคราะห์หาช่วงเวลาที่เกิดปริมาณอนุภาคขนาดต่างๆ ซึ่งหากผู้ทดลองต้องการปรับเปลี่ยนเวลาในการวัดตัวอย่างข้อมูลนั้น ทำได้โดยการกดปุ่ม “Mode” จำนวน 4 ครั้ง โดยหลังจากที่กดแล้วหน้าจอของเครื่องมือจะแสดงข้อความ “Date time mode” ดังรูปที่ 1.19

รูปที่ 1.19 รูปแบบของเวลาที่แสดงบนหน้าจอ

จากนั้นให้ผู้ทดลองกดปุ่ม “Select” หากต้องการปรับเปลี่ยนวันเวลา

รูปที่ 1.20 ข้อความแสดงความต้องการในการปรับเปลี่ยนวันเวลา

เมื่อผู้ทดลองทำการกดปุ่ม “Select” แล้วจะปรากฏข้อความ ดังรูป 1.21 ดังนี้

Select = Change
Mode = Set

รูปที่ 1.21 คำสั่งในการปรับเปลี่ยนรูปแบบของเวลา

หมายเหตุ: หากต้องการเปลี่ยนเวลา ให้ผู้ทดลองกดปุ่ม “Select”
หากต้องการตั้งเวลาใหม่ ให้ผู้ทดลองกดปุ่ม “Mode”

เมื่อผู้ทดลองเลือกกดปุ่มคำสั่งตามความต้องการแล้ว จะปรากฏข้อความ ดังรูป

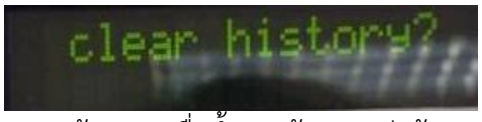
05/01/16 15:21
^^

รูปที่ 1.22 หน้าจอพร้อมปรับเปลี่ยนเวลาและวันที่

หมายเหตุ: หน้าจอเรียงลำดับจากซ้ายไปขวา คือ วันที่, เดือน, ปี และเวลา

13. การลบข้อมูลที่บันทึกในเครื่องมือ (Clear history mode)

กรณีที่ผู้ทดลองต้องการลบข้อมูลที่บันทึกในเครื่องมือ สามารถทำได้โดยการกดปุ่ม “Mode” จำนวน 5 ครั้ง โดยหน้าจอจะแสดงข้อความดังรูป

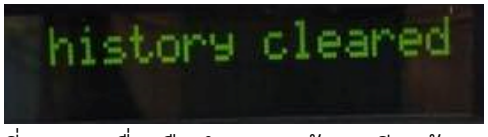


รูปที่ 1.23 หน้าจอแสดงข้อความเพื่อย้ำถามผู้ทดลองว่าต้องการลบข้อมูลหรือไม่

จากนั้นให้ผู้ทดลองกดปุ่ม “Select” เพื่อยืนยันว่าต้องการลบข้อมูล

รูปที่ 1.24 ข้อความแสดงความต้องการในการลบข้อมูลในเครื่องมือ

เมื่อผู้ทดลองทำการกดปุ่ม “Select” แล้ว เครื่องมือจะทำการลบข้อมูลที่บันทึกทั้งหมด ดังรูป



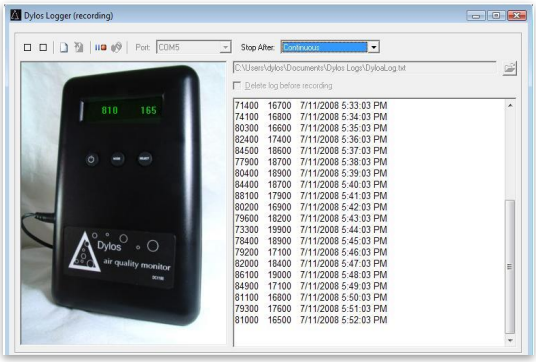
รูปที่ 1.25 เครื่องมือทำการลบข้อมูลเรียบร้อยแล้ว

เมื่อผู้ทดลองทำการลบข้อมูลเรียบร้อยแล้ว เครื่องมือจะทำการวัดข้อมูลแบบต่อเนื่องโดยอัตโนมัติทันที

14. การเก็บบันทึกข้อมูลภายในเครื่องมือ (Internal memory)

เครื่องมือฝุ่นแบบพกพา (Dylos air quality monitor รุ่น DC 1700 Battery operated AQM) มีหน่วยความจำขนาดใหญ่สำหรับเก็บข้อมูลที่วัดไดในแต่ละครั้ง โดยเครื่องมือสามารถวัดข้อมูลแบบต่อเนื่องได้นานถึง 1 สัปดาห์ สำหรับการอบันทึกข้อมูลของตัวอย่างที่ทำการบันทึก เครื่องมือจะทำการบันทึกทุกๆ 1 นาที ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการวัดข้อมูลในแต่ละครั้งนั้นจะแสดงในรูปของค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มข้นของอนุภาคขนาดใหญ่และเล็ก โดยเครื่องมือวัดฝุ่นแบบพกพาสามารถบันทึกข้อมูลได้สูงสุดถึง 10,000 ตัวอย่าง ในกรณีที่ตัวอย่างของข้อมูลเกินความสามารถในการบันทึก เครื่องมือจะทำการลบข้อมูลโดยอัตโนมัติเพื่อทำการเก็บตัวอย่างของข้อมูลได้ต่อไป สำหรับการเชื่อมข้อมูลจากเครื่องมือสู่คอมพิวเตอร์สามารถทำได้โดยการใช้สายเชื่อมข้อมูลเพื่อนำข้อมูลไปทำการวิเคราะห์จากโปรแกรม Dylos logger version 1.6 สำหรับข้อมูลที่ได้ทำการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมดังกล่าว ข้อมูลจะแสดงออกมาในรูปแบบของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของอนุภาคกับระยะเวลาที่ทำการวัดข้อมูล

รูปที่ 1.26 สายเชื่อมระหว่างเครื่องมือวัดฝุ่นแบบพกพากับคอมพิวเตอร์



รูปที่ 1.27 โปรแกรม Dylos logger version 1.6 ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่บันทึกมา

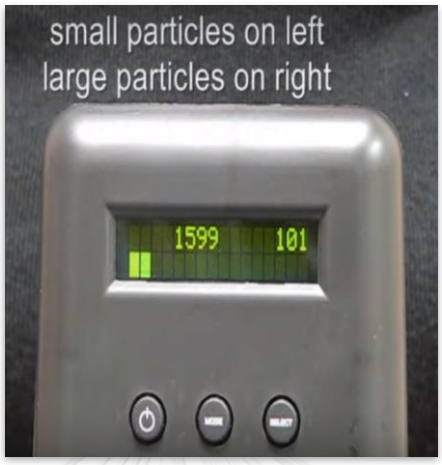
วิธีการใช้งานเบื้องต้น

สำหรับวิธีการใช้งานเบื้องต้นของเครื่องมือเครื่องวัดฝุ่นแบบพกพา (Dylos air quality monitor รุ่น DC 1700 Battery operated AQM) สามารถสรุปขั้นตอนของการทำงานตามรูปที่ 1.28 - 1.34 ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ทำการเปิดเครื่อง จากนั้นหน้าจอของเครื่องมือจะมีลักษณะของบาร์วัดปริมาณฝุ่นละออง โดยหน่วยที่ได้จากการวัดปริมาณฝุ่นละอองจะออกมาในหน่วยของ Particle per cubic foot

รูปที่ 1.28 ขั้นตอนการเปิดเพื่อใช้งานเครื่องมือ

ขั้นตอนที่ 2 หลังจากนั้นหน้าจอของเครื่องมือจะแสดงขนาดของฝุ่นละอองที่เครื่องมือสามารถทำการตรวจวัดได้ โดยฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กจะแสดงผลอยู่ทางซ้ายมือ และหน้าจอขนาดใหญ่จะแสดงผลอยู่ทางขวามือ



รูปที่ 1.29 การแสดงผลของขนาดฝุ่นละอองที่เครื่องมือสามารถวัดได้

ขั้นตอนที่ 3 หน้าจอของเครื่องมือจะแสดงโหมดที่ผู้ทดลองต้องการเลือกใช้ในการเก็บข้อมูล

รูปที่ 1.30 การเลือกใช้โหมดในการเก็บข้อมูล

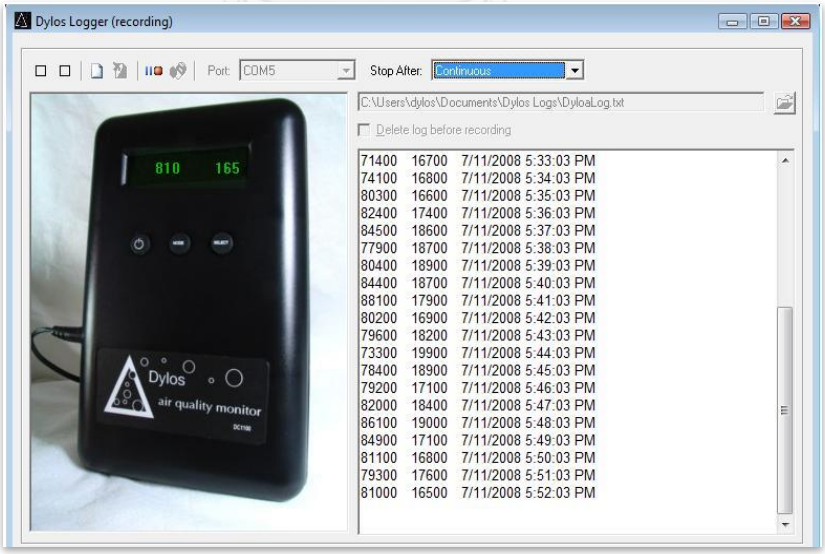
ขั้นตอนที่ 4 ตัวอย่างของการเลือกโหมดในการทำการเก็บข้อมูล

รูปที่ 1.31 ตัวอย่างการเลือกใช้โหมดในการเก็บข้อมูล

ขั้นตอนที่ 5 เครื่องมือแสดงผลการเก็บข้อมูลในโหมดที่ผู้ทดลองกำหนดไว้ข้างต้น

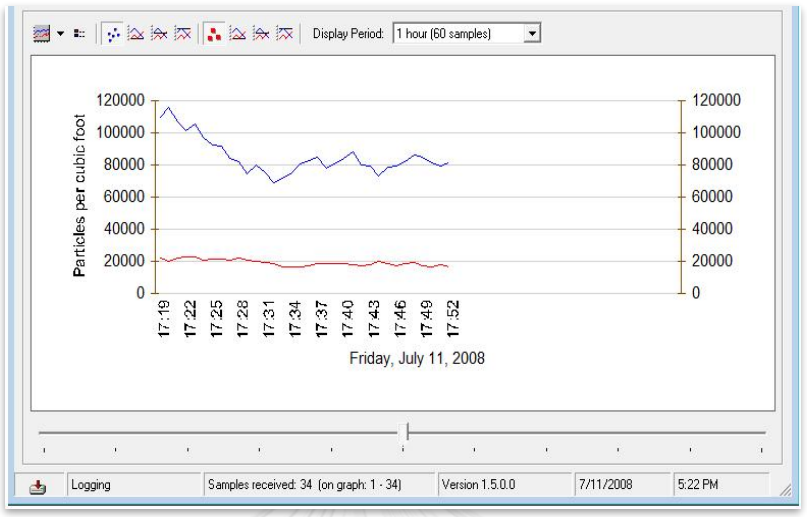
รูปที่ 1.32 เครื่องมือแสดงผลการเก็บข้อมูลในโหมดที่ผู้ทดลองกำหนดไว้ข้างต้น

ขั้นตอนที่ 6 หลังจากที่ได้ทำการเก็บตัวอย่างข้อมูล จะทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Dylos Logger version 1.6



รูปที่ 1.33 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Dylos Logger version 1.6

ขั้นตอนที่ 7 โปรแกรมทำการวิเคราะห์ค่าปริมาณฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นจากการก่อสร้าง โดยแสดงผลรูปแบบของกราฟ



รูปที่ 1.34 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Dylos Logger version 1.6

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ค

ข้อมูลการวัดปริมาณฝุ่นละออง

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Dylos Logger v 1.6.0.0

Unit: DC1700 v 2.08

Date/Time: 3/3/59 15:59 (Particles per cubic foot)

สถานที่ทดลอง แปลงทดลอง

ชุดข้อมูลกิจกรรมเทดิน ครั้งที่ 1

วันที่	ครั้งที่	เวลาในการวัด	ขนาดของฝุ่นละออง		เฉลี่ยขนาดของฝุ่นละออง	
			เล็ก	ใหญ่	เล็ก	ใหญ่
3/3/2559	1	13:37	899900	26800	932600	155861
3/3/2559		13:38	1356700	194600		
3/3/2559		13:39	884100	88300		
3/3/2559		13:53	572100	24700		
3/3/2559		13:54	1122100	243200		
3/3/2559		14:01	1051700	320000		
3/3/2559		14:02	755900	140800		
3/3/2559	2	15:02	371900	23200	460300	65833
3/3/2559		15:03	409900	40400		
3/3/2559		15:06	422500	40500		
3/3/2559		15:07	367200	14300		
3/3/2559		15:14	390100	13600		
3/3/2559		15:15	800200	263000		
3/3/2559	3	15:23	438300	16700	414033	18848
3/3/2559		15:24	409300	10200		
3/3/2559		15:46	394300	9900		
3/3/2559		15:47	416200	47630		
3/3/2559		15:50	417300	12760		
3/3/2559		15:51	408800	15900		
3/3/2559	4	14:12	458300	19900	476472	34206
3/3/2559		14:13	556000	31300		

3/3/2559		14:14	529100	48000		
3/3/2559		14:17	400200	23000		
3/3/2559		14:18	583900	70900		
3/3/2559		15:53	417900	16500		
3/3/2559		15:54	427900	28700		
3/3/2559	5	14:36	655000	80300	463600	36400
3/3/2559		14:37	14:37	364800		
3/3/2559		14:42	14:42	446100		
3/3/2559		14:43	14:43	512300		
3/3/2559		15:00	15:00	380200		
3/3/2559		15:01	15:01	423200		

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Dylos Logger v 1.6.0.0

Unit: DC1700 v 2.08

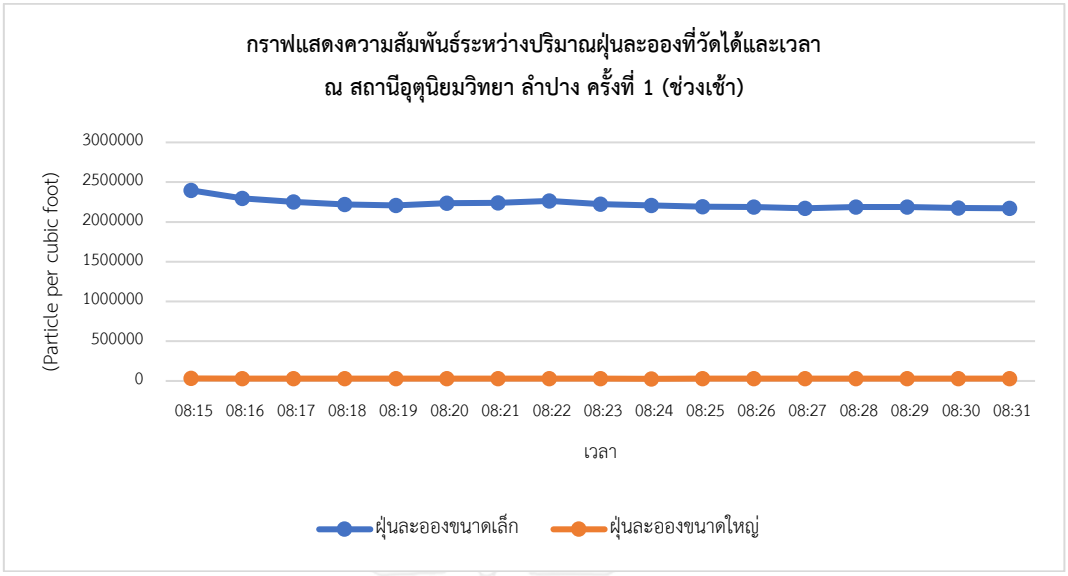
Date/Time: 03/03/59 09:25

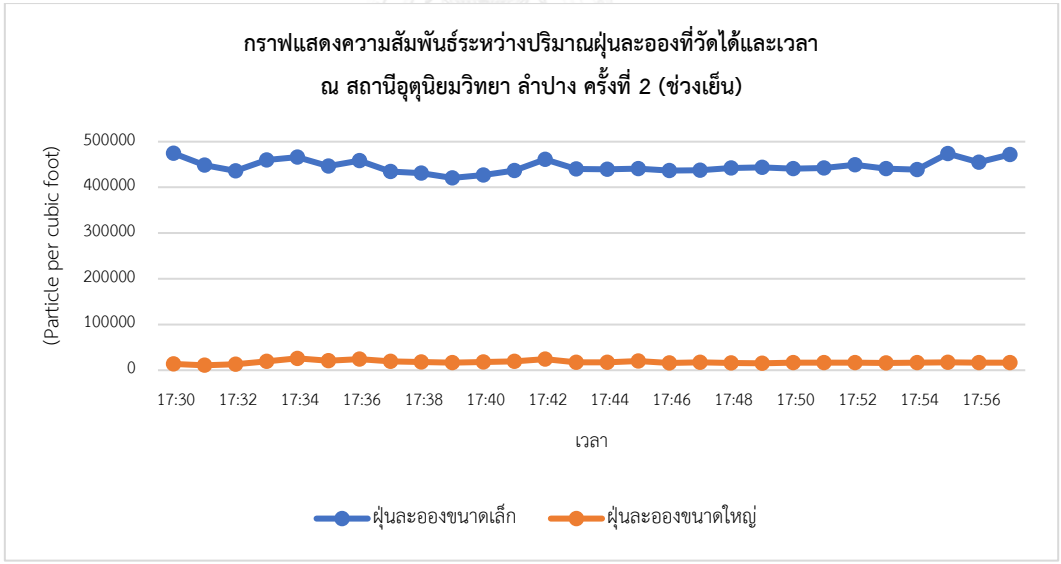
Particles per cubic foot

สถานที่ทดลอง สถานีอุตุนิยมวิทยา

วันที่	เวลาในการวัด	ขนาดของฝุ่นละออง	
		เล็ก	ใหญ่
3/3/2559	08:15	2397000	31800
3/3/2559	08:16	2297800	28700
3/3/2559	08:17	2250600	31600
3/3/2559	08:18	2221400	29000
3/3/2559	08:19	2209600	30400
3/3/2559	08:20	2236000	29200
3/3/2559	08:21	2240200	31600
3/3/2559	08:22	2264600	31400
3/3/2559	08:23	2223200	29600
3/3/2559	08:24	2207800	27200
3/3/2559	08:25	2190300	28400
3/3/2559	08:26	2186100	29100
3/3/2559	08:27	2171400	28900
3/3/2559	08:28	2187100	28500
3/3/2559	08:29	2189600	29100
3/3/2559	08:30	2176900	28700
3/3/2559	08:31	2173200	29100

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University


กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้และเวลา
ณ สถานีอุตุนิยมวิทยา ลำปาง ครั้งที่ 1 (ช่วงเช้า)
(Particle per cubic foot)
3000000
2500000
2000000
1500000
1000000
500000
0
08:15 08:16 08:17 08:18 08:19 08:20 08:21 08:22 08:23 08:24 08:25 08:26 08:27 08:28 08:29 08:30 08:31
เวลา
ฝุ่นละอองขนาดเล็ก
ฝุ่นละอองขนาดใหญ่


กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้และเวลา
ณ สถานีอุตุนิยมวิทยา ลำปาง ครั้งที่ 2 (ช่วงเย็น)
(Particle per cubic foot)
500000
400000
300000
200000
100000
0
17:30 17:32 17:34 17:36 17:38 17:40 17:42 17:44 17:46 17:48 17:50 17:52 17:54 17:56
เวลา
ฝุ่นละอองขนาดเล็ก
ฝุ่นละอองขนาดใหญ่

Dylos Logger v 1.6.0.0

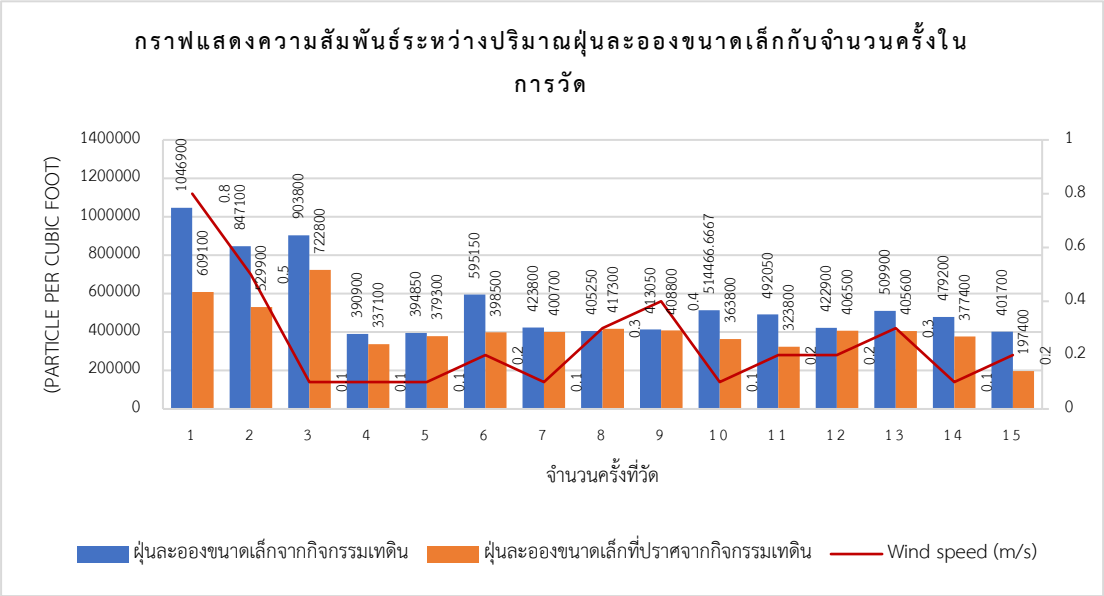
Unit: DC1700 v 2.08

Date/Time: 04/28/59 17:09

Particles per cubic foot

สถานที่ทดลอง สถานีอุตุนิยมวิทยา

วันที่	เวลาในการวัด	ขนาดของฝุ่นละออง	
		เล็ก	ใหญ่
3/3/2559	17:30	474600	13500
3/3/2559	17:31	448800	10800
3/3/2559	17:32	436400	13000
3/3/2559	17:33	459700	19600
3/3/2559	17:34	466400	26000
3/3/2559	17:35	446500	20700
3/3/2559	17:36	458800	24300
3/3/2559	17:37	434500	19400
3/3/2559	17:38	431400	17800
3/3/2559	17:39	420700	16400
3/3/2559	17:40	426900	18200
3/3/2559	17:41	436800	19700
3/3/2559	17:42	461100	24000
3/3/2559	17:43	440300	17500
3/3/2559	17:44	439700	17100
3/3/2559	17:45	441100	20100
3/3/2559	17:46	436800	15700
3/3/2559	17:47	437500	17200
3/3/2559	17:48	442100	15900
3/3/2559	17:49	443500	15400
3/3/2559	17:50	441300	16400
3/3/2559	17:51	442400	16400
3/3/2559	17:52	449200	16800
3/3/2559	17:53	441200	15900
3/3/2559	17:54	438900	16400
3/3/2559	17:55	474100	17200
3/3/2559	17:56	455000	16500
3/3/2559	17:57	472100	16900



หมายเหตุ : จำนวนครั้งที่วัด สามารถอธิบายได้ดังนี้

จำนวนครั้งที่ 1-3 วัด ณ บริเวณก่อสร้าง (ใกล้บริเวณที่มีกิจกรรมระยะ 1 เมตร)

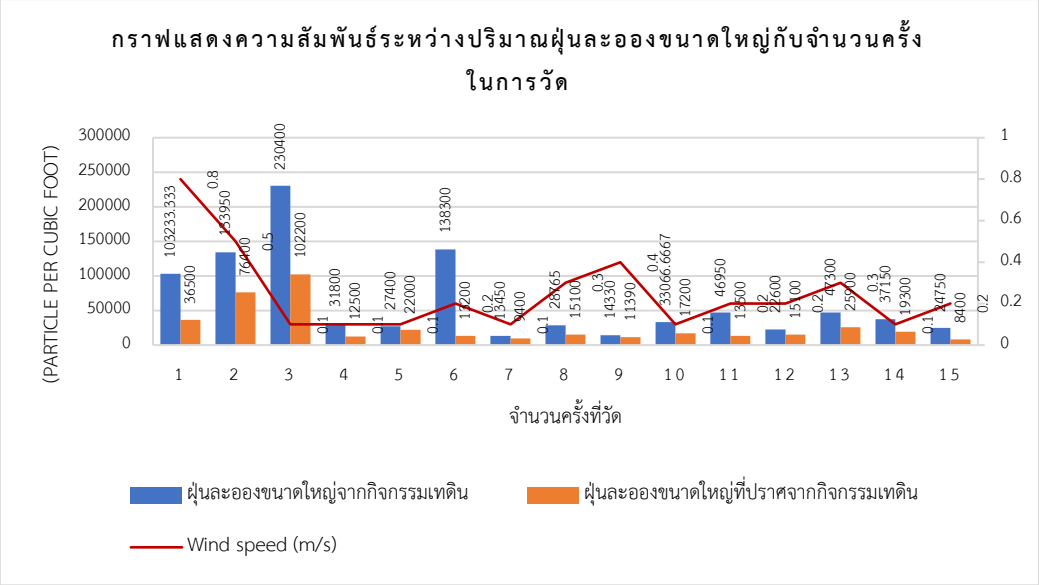
จำนวนครั้งที่ 4-6 วัด ณ บริเวณเหนือลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 7-9 วัด ณ บริเวณชุมชนเหนือลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 10-12 วัด ณ บริเวณใต้ลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 13-15 วัด ณ บริเวณชุมชนใต้ลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



หมายเหตุ : จำนวนครั้งที่วัด สามารถอธิบายได้ดังนี้

จำนวนครั้งที่ 1-3 วัด ณ บริเวณก่อสร้าง (ใกล้บริเวณที่มีกิจกรรมระยะ 1 เมตร)

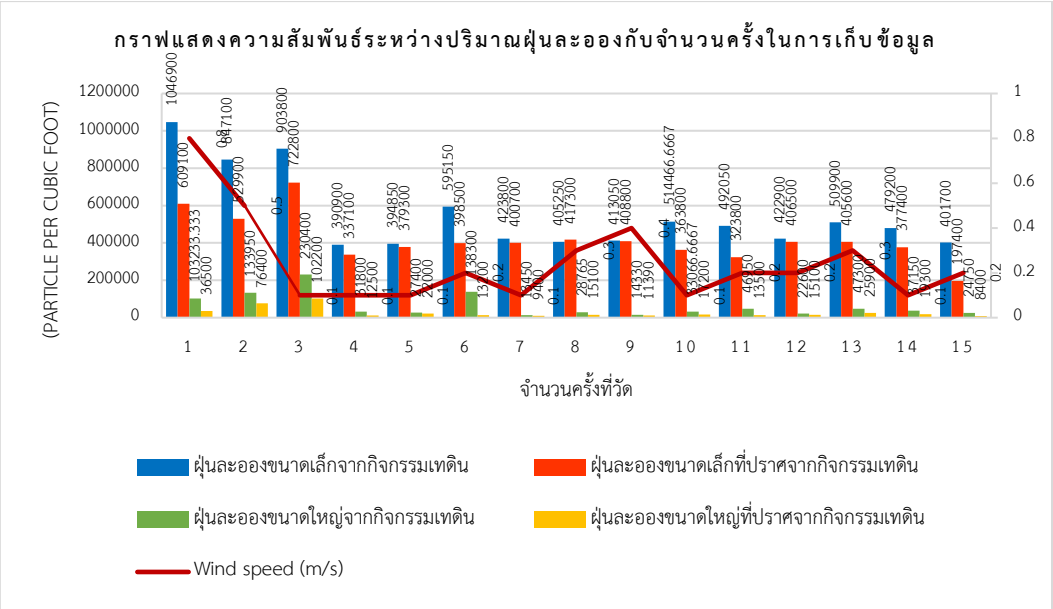
จำนวนครั้งที่ 4-6 วัด ณ บริเวณเหนือลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 7-9 วัด ณ บริเวณชุมชนเหนือลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 10-12 วัด ณ บริเวณใต้ลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 13-15 วัด ณ บริเวณชุมชนใต้ลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



หมายเหตุ : จำนวนครั้งที่วัด สามารถอธิบายได้ดังนี้

จำนวนครั้งที่ 1-3 วัด ณ บริเวณก่อสร้าง (ใกล้บริเวณที่มีกิจกรรมระยะ 1 เมตร)

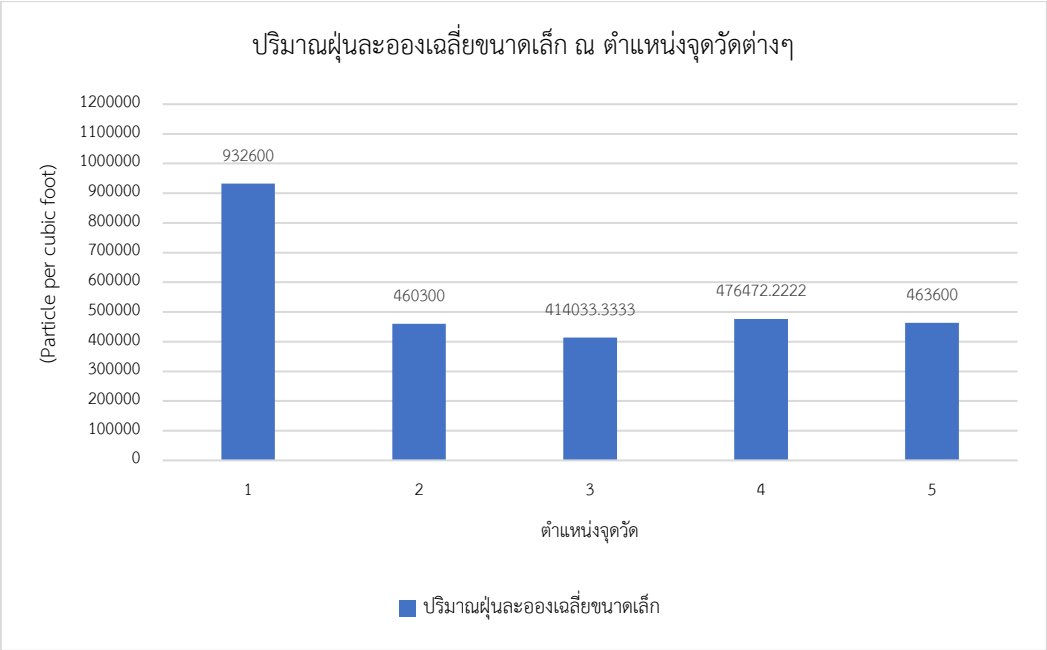
จำนวนครั้งที่ 4-6 วัด ณ บริเวณเหนือลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 7-9 วัด ณ บริเวณชุมชนเหนือลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 10-12 วัด ณ บริเวณใต้ลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 13-15 วัด ณ บริเวณชุมชนใต้ลม (ระยะ 9.5 เมตร)

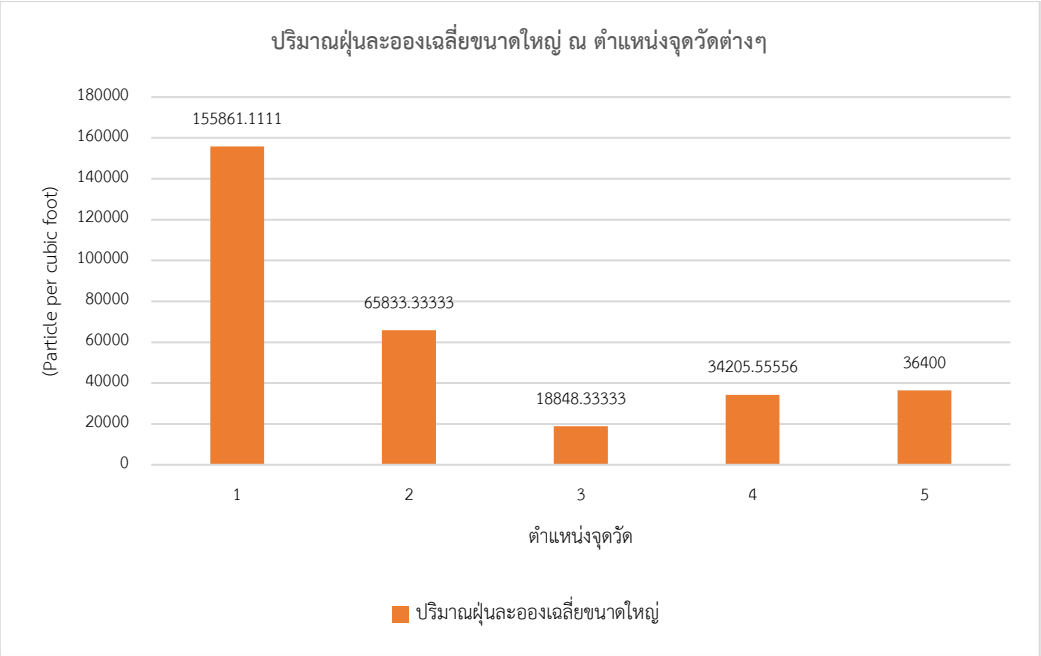
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



หมายเหตุ : จำนวนครั้งที่วัด สามารถอธิบายได้ดังนี้

จำนวนครั้งที่ 1 วัด ณ บริเวณก่อสร้าง (ใกล้บริเวณที่มีกิจกรรมระยะ 1 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 2 วัด ณ บริเวณเหนือลม (ระยะ 4.75 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 3 วัด ณ บริเวณชุมชนเหนือลม (ระยะ 9.5 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 4 วัด ณ บริเวณใต้ลม (ระยะ 4.75 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 5 วัด ณ บริเวณชุมชนใต้ลม (ระยะ 9.5 เมตร)

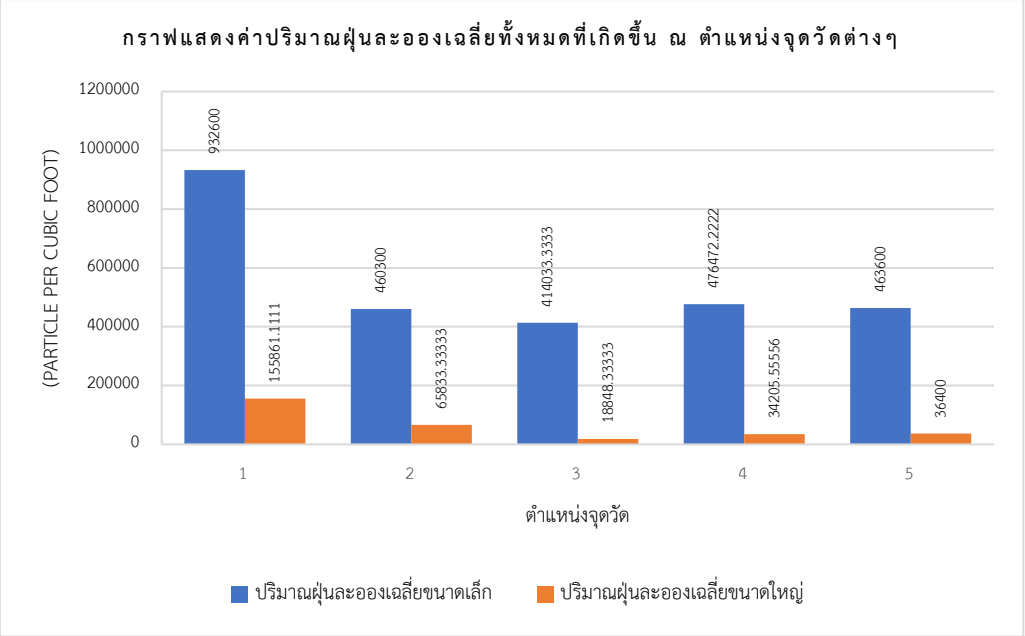
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



หมายเหตุ : จำนวนครั้งที่วัด สามารถอธิบายได้ดังนี้

จำนวนครั้งที่ 1 วัด ณ บริเวณก่อสร้าง (ใกล้บริเวณที่มีกิจกรรมระยะ 1 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 2 วัด ณ บริเวณเหนือลม (ระยะ 4.75 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 3 วัด ณ บริเวณชุมชนเหนือลม (ระยะ 9.5 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 4 วัด ณ บริเวณใต้ลม (ระยะ 4.75 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 5 วัด ณ บริเวณชุมชนใต้ลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



หมายเหตุ : จำนวนครั้งที่วัด สามารถอธิบายได้ดังนี้

จำนวนครั้งที่ 1 วัด ณ บริเวณก่อสร้าง (ใกล้บริเวณที่มีกิจกรรมระยะ 1 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 2 วัด ณ บริเวณเหนือลม (ระยะ 4.7.5 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 3 วัด ณ บริเวณชุมชนเหนือลม (ระยะ 9.5 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 4 วัด ณ บริเวณใต้ลม (ระยะ 4.75 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 5 วัด ณ บริเวณชุมชนใต้ลม (ระยะ 9.5 เมตร)

Chulalongkorn University

Dylos Logger v 1.6.0.0

Unit: DC1700 v 2.08

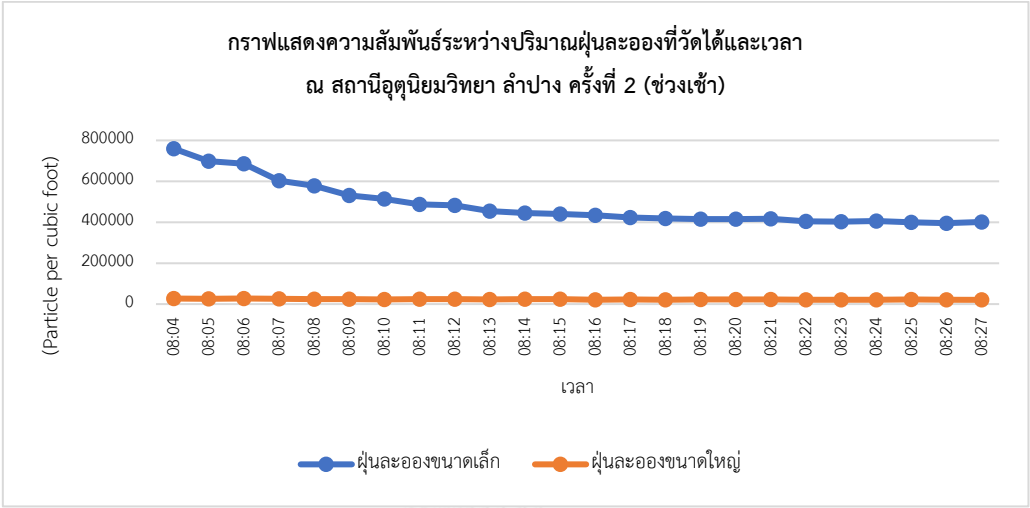
Date/Time: 04/28/59 08:34

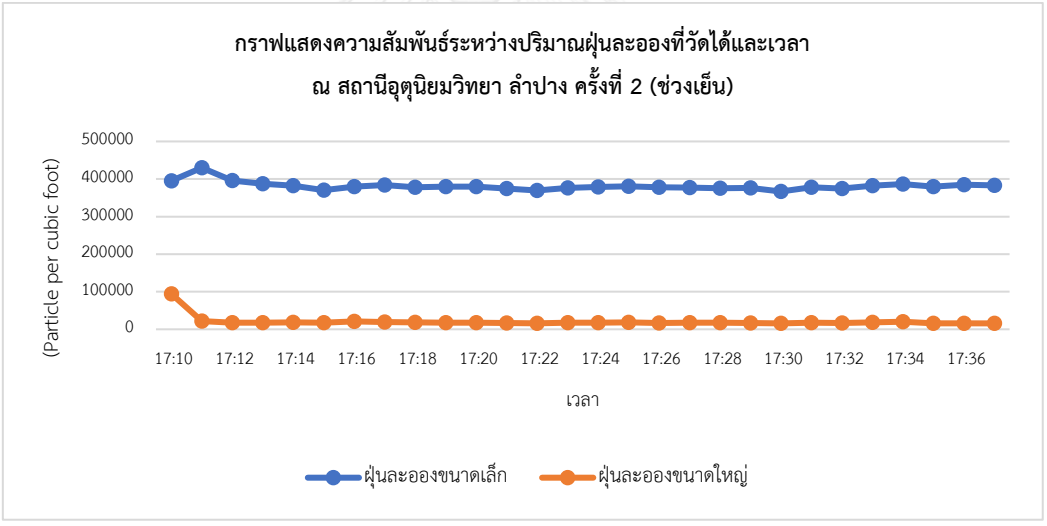
Particles per cubic foot

สถานที่ทดลอง สถานีอุตุนิยมวิทยา

วันที่	เวลาในการวัด	ขนาดของฝุ่นละออง	
		เล็ก	ใหญ่
28/4/2559	08:04	760000	27100
28/4/2559	08:05	698200	25200
28/4/2559	08:06	686000	26800
28/4/2559	08:07	602600	25400
28/4/2559	08:08	578700	24600
28/4/2559	08:09	530900	24100
28/4/2559	08:10	513600	22700
28/4/2559	08:11	488100	23800
28/4/2559	08:12	482400	24700
28/4/2559	08:13	454700	22600
28/4/2559	08:14	445600	24600
28/4/2559	08:15	441000	24200
28/4/2559	08:16	434300	21500
28/4/2559	08:17	422700	22200
28/4/2559	08:18	418300	21700
28/4/2559	08:19	415100	22000
28/4/2559	08:20	415700	22700
28/4/2559	08:21	416700	22600
28/4/2559	08:22	403700	21900
28/4/2559	08:23	403600	21800
28/4/2559	08:24	405600	21200
28/4/2559	08:25	400500	22600
28/4/2559	08:26	395600	20900
28/4/2559	08:27	400600	20700

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University


กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้และเวลา
ณ สถานีอุตุนิยมวิทยา ลำปาง ครั้งที่ 2 (ช่วงเช้า)
(Particle per cubic foot)
800000
600000
400000
200000
0
08:04
08:05
08:06
08:07
08:08
08:09
08:10
08:11
08:12
08:13
08:14
08:15
08:16
08:17
08:18
08:19
08:20
08:21
08:22
08:23
08:24
08:25
08:26
08:27
เวลา
ฝุ่นละอองขนาดเล็ก
ฝุ่นละอองขนาดใหญ่


กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้และเวลา
ณ สถานีอุตุนิยมวิทยา ลำปาง ครั้งที่ 2 (ช่วงเย็น)
(Particle per cubic foot)
500000
400000
300000
200000
100000
0
17:10
17:12
17:14
17:16
17:18
17:20
17:22
17:24
17:26
17:28
17:30
17:32
17:34
17:36
เวลา
ฝุ่นละอองขนาดเล็ก
ฝุ่นละอองขนาดใหญ่

Dylos Logger v 1.6.0.0

Unit: DC1700 v 2.08

Date/Time: 04/28/59 17:09

Particles per cubic foot

สถานที่ทดลอง สถานีอุตุนิยมวิทยา

วันที่	เวลาในการวัด	ขนาดของฝุ่นละออง	
		เล็ก	ใหญ่
28/4/2559	17:10	394800	94500
28/4/2559	17:11	429900	22000
28/4/2559	17:12	395700	17400
28/4/2559	17:13	387400	17600
28/4/2559	17:14	382400	18800
28/4/2559	17:15	370300	17600
28/4/2559	17:16	379800	20800
28/4/2559	17:17	384000	19700
28/4/2559	17:18	378000	18900
28/4/2559	17:19	379600	17700
28/4/2559	17:20	379500	17600
28/4/2559	17:21	375000	16700
28/4/2559	17:22	369200	16100
28/4/2559	17:23	375900	18000
28/4/2559	17:24	378900	17700
28/4/2559	17:25	380300	18500
28/4/2559	17:26	378400	16900
28/4/2559	17:27	377400	17700
28/4/2559	17:28	375400	17600
28/4/2559	17:29	376100	17200
28/4/2559	17:30	366800	15800
28/4/2559	17:31	377800	17900
28/4/2559	17:32	374500	16400
28/4/2559	17:33	382200	18300
28/4/2559	17:34	386700	19800
28/4/2559	17:35	379900	15900
28/4/2559	17:36	384700	16000
28/4/2559	17:37	383000	15800

Dylos Logger v 1.6.0.0

Unit: DC1700 v 2.08

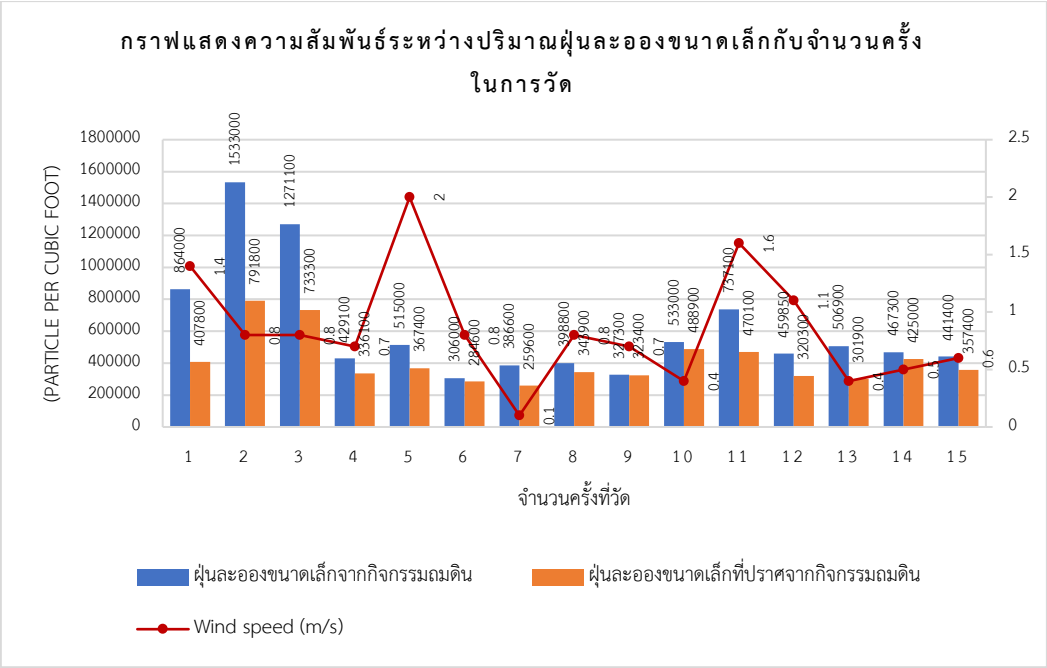
Date/Time: 04/28/59 15:59

Particles per cubic foot

สถานที่ทดลอง แปลงทดลอง

ชุดข้อมูลกิจกรรมเทดิน งานเทดินครั้งที่ 2

วันที่	ครั้งที่	เวลาในการวัด	ขนาดของฝุ่นละออง		เฉลี่ยขนาดของฝุ่นละออง	
			เล็ก	ใหญ่	เล็ก	ใหญ่
28/4/2559	1	13:01	864000	316200	1222700	529533.3333
28/4/2559		13:03	1533000	777900		
28/4/2559		13:04	1271100	494500		
28/4/2559	2	14:38	429100	61400	416700	60433.33333
28/4/2559		14:40	515000	84800		
28/4/2559		15:23	306000	35100		
28/4/2559	3	15:25	386600	68400	370900	50500
28/4/2559		15:46	398800	59700		
28/4/2559		15:49	327300	23400		
28/4/2559	4	13:12	533000	88900	547450	98325
28/4/2559		13:54	737100	184800		
28/4/2559		13:56	411600	38100		
28/4/2559		13:57	508100	81500		
28/4/2559	5	14:12	506900	80900	471866.6667	70433.33333
28/4/2559		14:14	467300	66300		
28/4/2559		14:25	441400	64100		



หมายเหตุ : จำนวนครั้งที่วัด สามารถอธิบายได้ดังนี้

จำนวนครั้งที่ 1-3 วัด ณ บริเวณก่อสร้าง (ใกล้บริเวณที่มีกิจกรรมระยะ 1 เมตร)

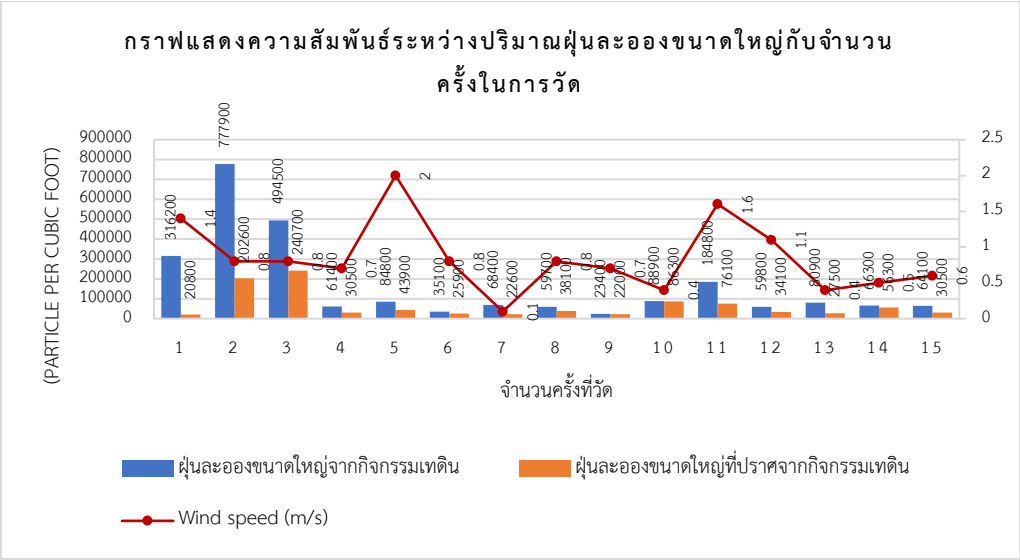
จำนวนครั้งที่ 4-6 วัด ณ บริเวณเหนือลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 7-9 วัด ณ บริเวณชุมชนเหนือลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 10-12 วัด ณ บริเวณใต้ลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 13-15 วัด ณ บริเวณชุมชนใต้ลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY



หมายเหตุ : จำนวนครั้งที่วัด สามารถอธิบายได้ดังนี้

จำนวนครั้งที่ 1-3 วัด ณ บริเวณก่อสร้าง (ใกล้บริเวณที่มีกิจกรรมระยะ 1 เมตร)

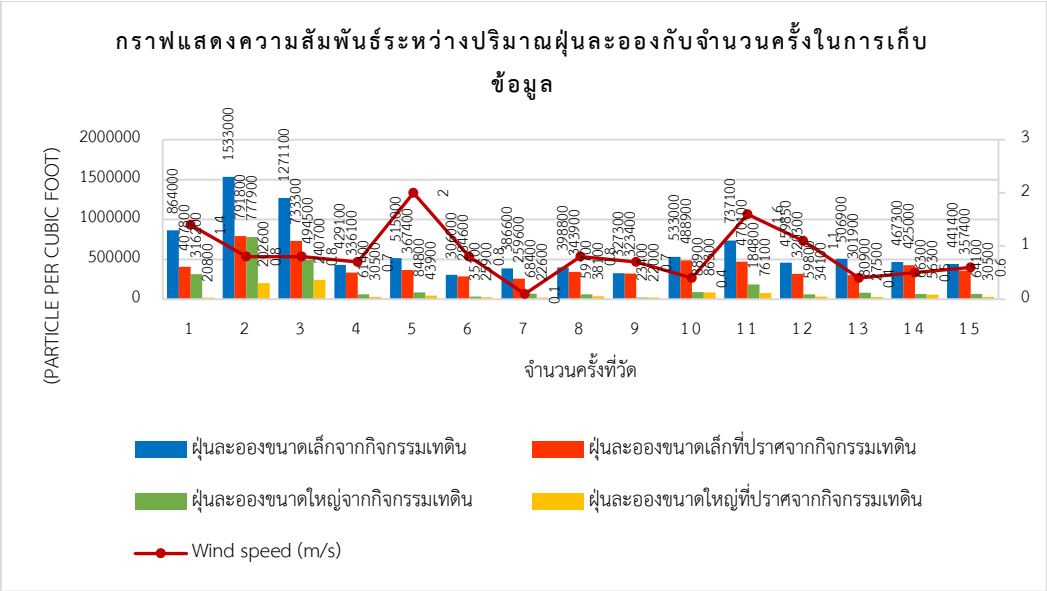
จำนวนครั้งที่ 4-6 วัด ณ บริเวณเหนือลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 7-9 วัด ณ บริเวณชุมชนเหนือลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 10-12 วัด ณ บริเวณใต้ลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 13-15 วัด ณ บริเวณชุมชนใต้ลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



หมายเหตุ : จำนวนครั้งที่วัด สามารถอธิบายได้ดังนี้

จำนวนครั้งที่ 1-3 วัด ณ บริเวณก่อสร้าง (ใกล้บริเวณที่มีกิจกรรมระยะ 1 เมตร)

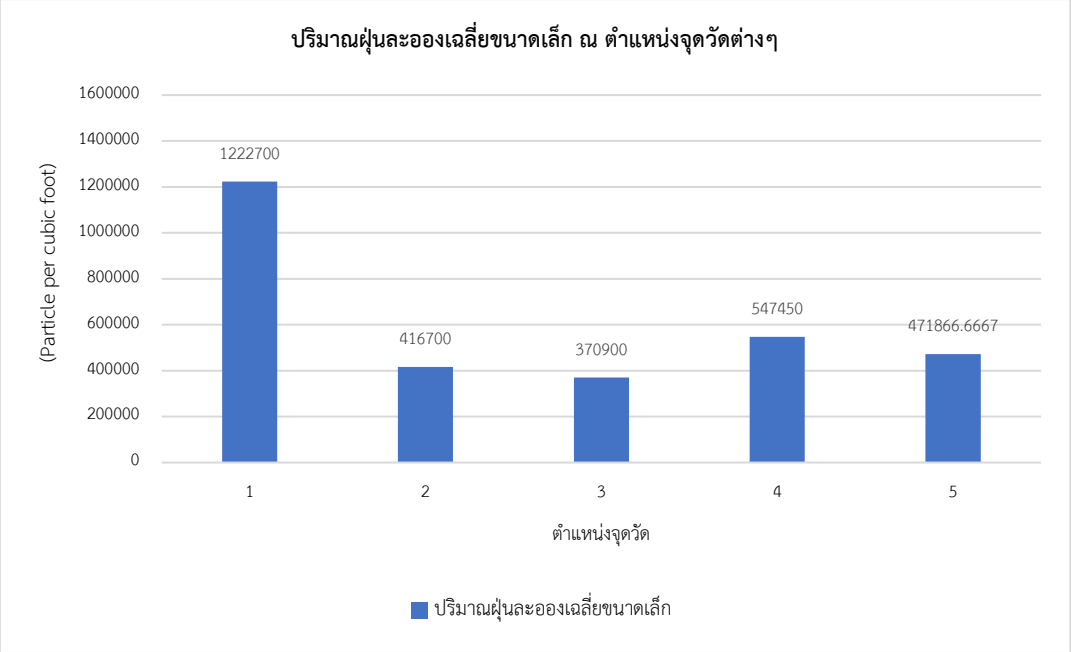
จำนวนครั้งที่ 4-6 วัด ณ บริเวณเหนือลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 7-9 วัด ณ บริเวณชุมชนเหนือลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 10-12 วัด ณ บริเวณใต้ลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 13-15 วัด ณ บริเวณชุมชนใต้ลม (ระยะ 9.5 เมตร)

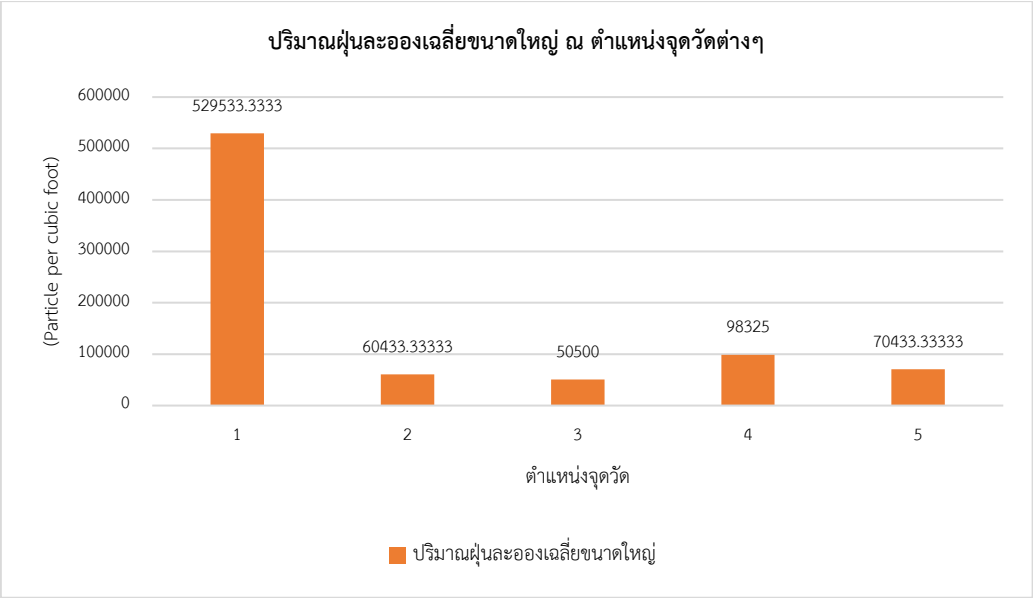
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



หมายเหตุ : จำนวนครั้งที่วัด สามารถอธิบายได้ดังนี้

จำนวนครั้งที่ 1 วัด ณ บริเวณก่อสร้าง (ใกล้บริเวณที่มีกิจกรรมระยะ 1 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 2 วัด ณ บริเวณเหนือลม (ระยะ 4.75 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 3 วัด ณ บริเวณชุมชนเหนือลม (ระยะ 9.5 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 4 วัด ณ บริเวณใต้ลม (ระยะ 4.75 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 5 วัด ณ บริเวณชุมชนใต้ลม (ระยะ 9.5 เมตร)

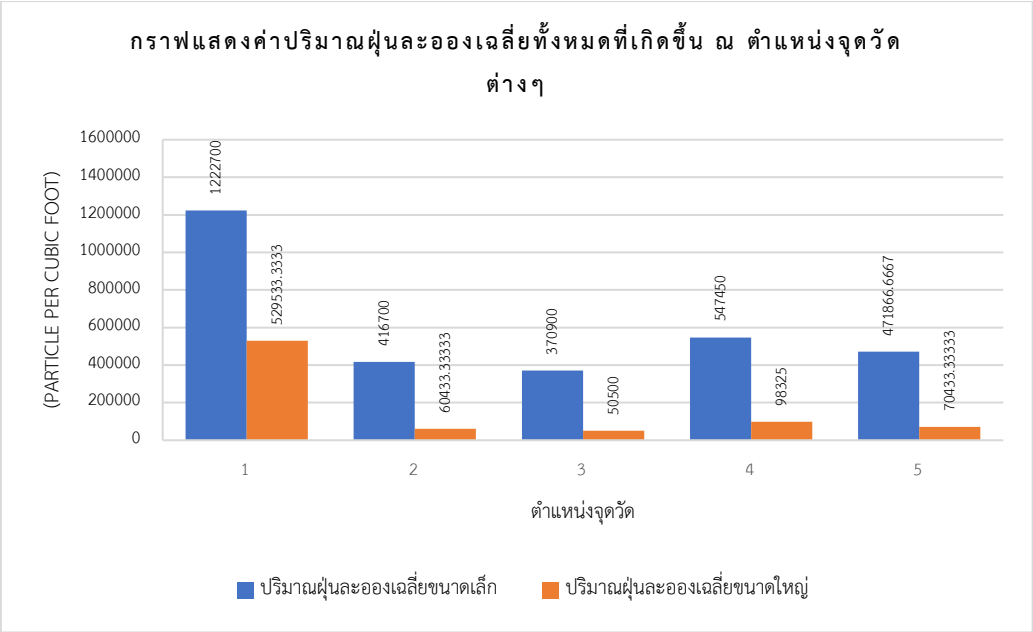
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



หมายเหตุ : จำนวนครั้งที่วัด สามารถอธิบายได้ดังนี้

จำนวนครั้งที่ 1 วัด ณ บริเวณก่อสร้าง (ใกล้บริเวณที่มีกิจกรรมระยะ 1 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 2 วัด ณ บริเวณเหนือลม (ระยะ 4.75 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 3 วัด ณ บริเวณชุมชนเหนือลม (ระยะ 9.5 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 4 วัด ณ บริเวณใต้ลม (ระยะ 4.75 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 5 วัด ณ บริเวณชุมชนใต้ลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



หมายเหตุ : จำนวนครั้งที่วัด สามารถอธิบายได้ดังนี้

จำนวนครั้งที่ 1 วัด ณ บริเวณก่อสร้าง (ใกล้บริเวณที่มีกิจกรรมระยะ 1 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 2 วัด ณ บริเวณเหนือลม (ระยะ 4.75 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 3 วัด ณ บริเวณชุมชนเหนือลม (ระยะ 9.5 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 4 วัด ณ บริเวณใต้ลม (ระยะ 4.75 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 5 วัด ณ บริเวณชุมชนใต้ลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Dylos Logger v 1.6.0.0

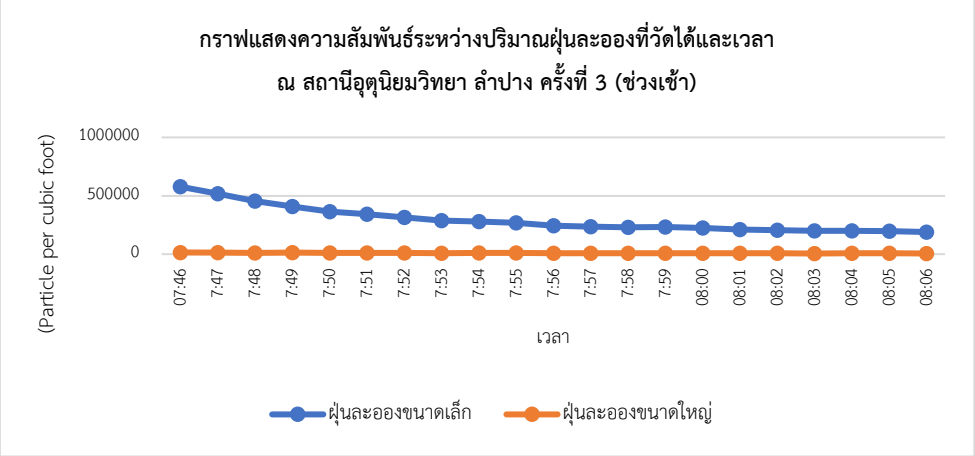
Unit: DC1700 v 2.08

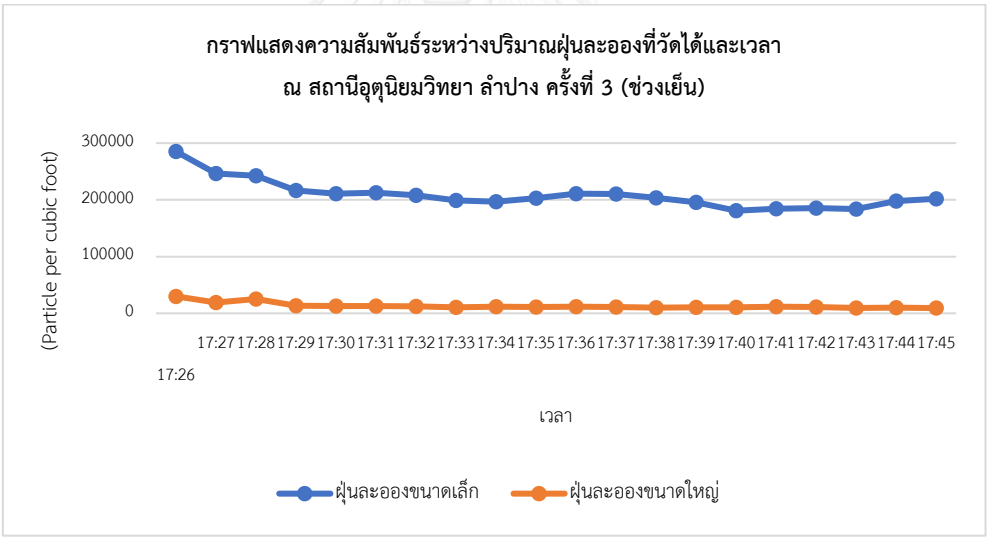
Date/Time: 05/03/59 08:34

Particles per cubic foot

สถานที่ทดลอง สถานีอุตุนิยมวิทยา

วันที่	เวลาในการวัด	ขนาดของฝุ่นละออง	
		เล็ก	ใหญ่
3/5/2559	07:46	577700	14500
3/5/2559	07:47	516900	12900
3/5/2559	07:48	453900	11000
3/5/2559	07:49	406900	12100
3/5/2559	07:50	363800	11900
3/5/2559	07:51	342800	11100
3/5/2559	07:52	315300	9400
3/5/2559	07:53	287800	9100
3/5/2559	07:54	278200	11200
3/5/2559	07:55	269700	10600
3/5/2559	07:56	242400	7400
3/5/2559	07:57	236300	7100
3/5/2559	07:58	231100	7200
3/5/2559	07:59	231800	8500
3/5/2559	08:00	223400	7400
3/5/2559	08:01	210900	7700
3/5/2559	08:02	204200	6600
3/5/2559	08:03	200400	6400
3/5/2559	08:04	201000	6900
3/5/2559	08:05	196600	6900
3/5/2559	08:06	189600	5300


กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้และเวลา
ณ สถานีอุตุนิยมวิทยา ลำปาง ครั้งที่ 3 (ช่วงเช้า)
(Particle per cubic foot)
1000000
500000
0
07:46
7:47
7:48
7:49
7:50
7:51
7:52
7:53
7:54
7:55
7:56
7:57
7:58
7:59
08:00
08:01
08:02
08:03
08:04
08:05
08:06
เวลา
ฝุ่นละอองขนาดเล็ก
ฝุ่นละอองขนาดใหญ่


กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้และเวลา
ณ สถานีอุตุนิยมวิทยา ลำปาง ครั้งที่ 3 (ช่วงเย็น)
(Particle per cubic foot)
300000
200000
100000
0
17:26
17:27
17:28
17:29
17:30
17:31
17:32
17:33
17:34
17:35
17:36
17:37
17:38
17:39
17:40
17:41
17:42
17:43
17:44
17:45
เวลา
ฝุ่นละอองขนาดเล็ก
ฝุ่นละอองขนาดใหญ่

Dylos Logger v 1.6.0.0

Unit: DC1700 v 2.08

Date/Time: 05/03/59 17:26

Particles per cubic foot

สถานที่ทดลอง สถานีอุตุนิยมวิทยา

วันที่	เวลาในการวัด	ขนาดของฝุ่นละออง	
		เล็ก	ใหญ่
3/5/2559	17:26	285300	29900
3/5/2559	17:27	246200	19100
3/5/2559	17:28	242600	25000
3/5/2559	17:29	216700	13200
3/5/2559	17:30	210900	12700
3/5/2559	17:31	212500	12700
3/5/2559	17:32	208300	12500
3/5/2559	17:33	198800	10600
3/5/2559	17:34	196900	11900
3/5/2559	17:35	203000	11300
3/5/2559	17:36	211100	11700
3/5/2559	17:37	210400	11400
3/5/2559	17:38	203400	10100
3/5/2559	17:39	195500	10600
3/5/2559	17:40	180900	10700
3/5/2559	17:41	184300	11600
3/5/2559	17:42	185600	11300
3/5/2559	17:43	183600	9700
3/5/2559	17:44	198000	9800
3/5/2559	17:45	201900	9200

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Dylos Logger v 1.6.0.0

Unit: DC1700 v 2.08

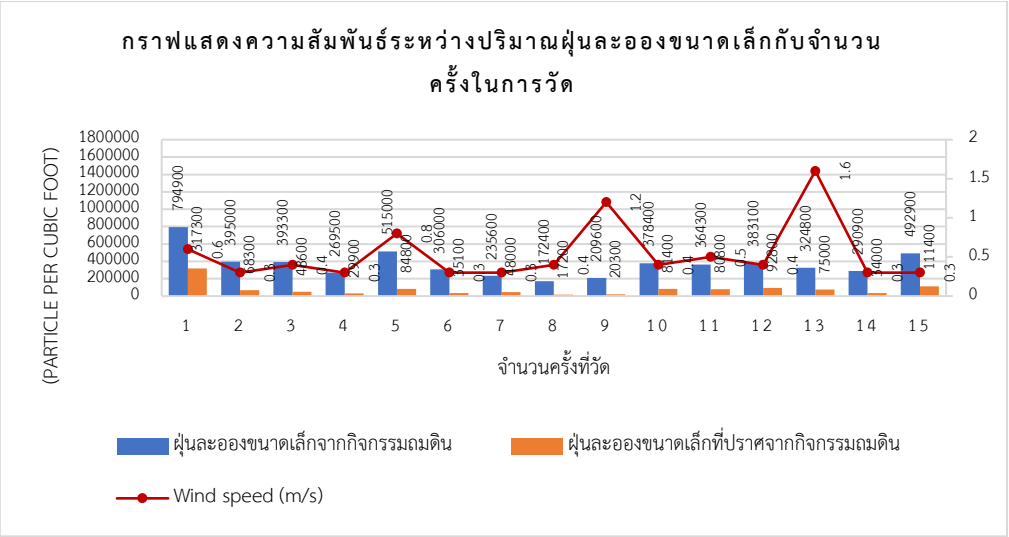
Date/Time: 05/03/59 16:59

Particles per cubic foot

สถานที่ทดลอง แปลงทดลอง

ชุดข้อมูลกิจกรรมเทดิน งานเทดินครั้งที่ 3

วันที่	ครั้งที่	เวลาในการวัด	ขนาดของฝุ่นละออง		เฉลี่ยขนาดของฝุ่นละออง	
			เล็ก	ใหญ่	เล็ก	ใหญ่
3/5/2559	1	12:39	794900	317300	527733.333	144733.333
3/5/2559		12:41	395000	68300		
3/5/2559		12:43	393300	48600		
3/5/2559	2	13:22	269500	29900	363500	49933.3333
3/5/2559		13:25	515000	84800		
3/5/2559		13:35	306000	35100		
3/5/2559	3	13:36	235600	48000	215500	29566.6667
3/5/2559		13:40	172400	17200		
3/5/2559		13:49	238500	23500		
3/5/2559	4	13:51	378400	81400	375266.667	85000
3/5/2559		14:21	364300	80800		
3/5/2559		14:22	383100	92800		
3/5/2559	5	14:26	324800	75000	369533.333	73466.6667
3/5/2559		14:32	290900	34000		
3/5/2559		14:43	492900	111400		



หมายเหตุ : จำนวนครั้งที่วัด สามารถอธิบายได้ดังนี้

จำนวนครั้งที่ 1-3 วัด ณ บริเวณก่อสร้าง (ใกล้บริเวณที่มีกิจกรรมระยะ 1 เมตร)

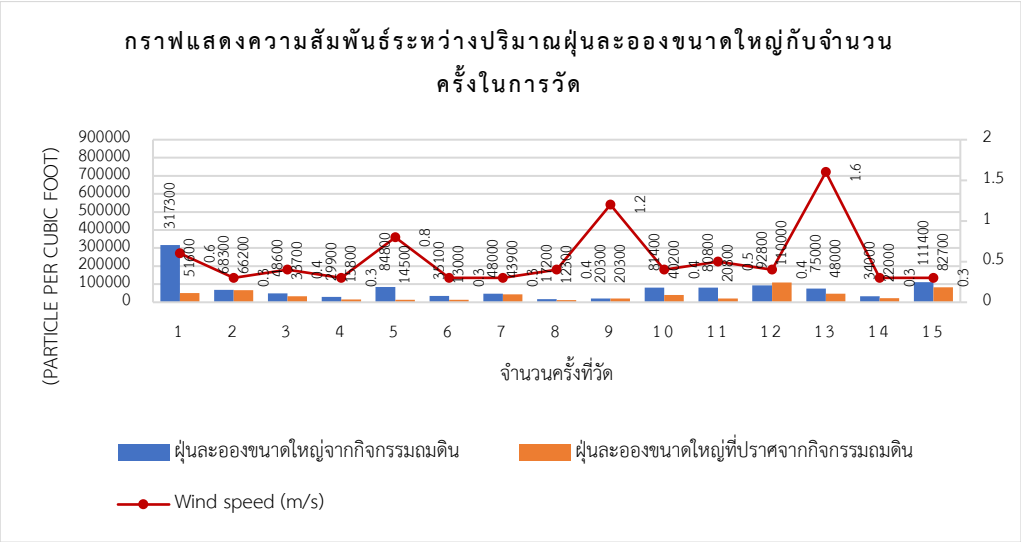
จำนวนครั้งที่ 4-6 วัด ณ บริเวณเหนือลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 7-9 วัด ณ บริเวณชุมชนเหนือลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 10-12 วัด ณ บริเวณใต้ลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 13-15 วัด ณ บริเวณชุมชนใต้ลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



หมายเหตุ : จำนวนครั้งที่วัด สามารถอธิบายได้ดังนี้

จำนวนครั้งที่ 1-3 วัด ณ บริเวณก่อสร้าง (ใกล้บริเวณที่มีกิจกรรมระยะ 1 เมตร)

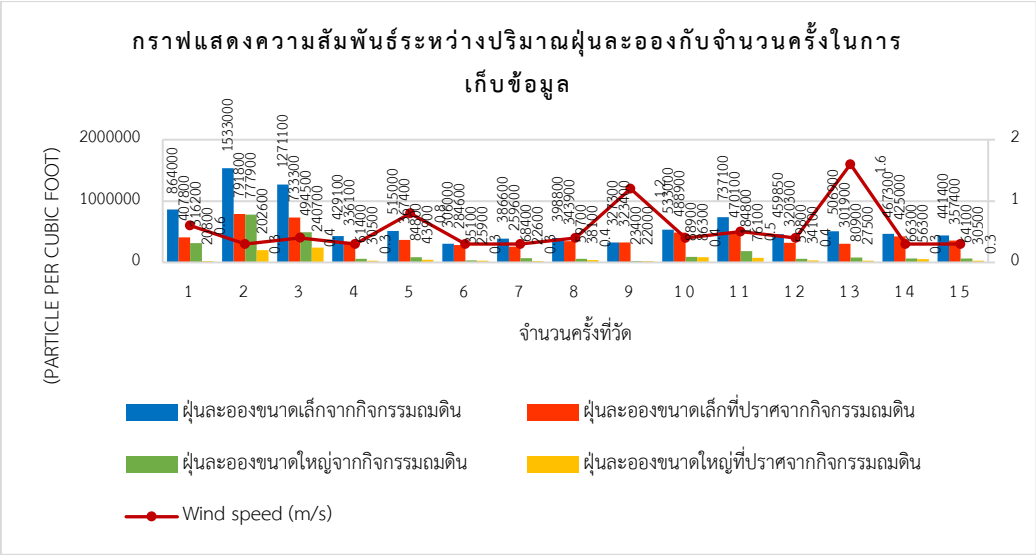
จำนวนครั้งที่ 4-6 วัด ณ บริเวณเหนือลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 7-9 วัด ณ บริเวณชุมชนเหนือลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 10-12 วัด ณ บริเวณใต้ลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 13-15 วัด ณ บริเวณชุมชนใต้ลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



หมายเหตุ : จำนวนครั้งที่วัด สามารถอธิบายได้ดังนี้

จำนวนครั้งที่ 1-3 วัด ณ บริเวณก่อสร้าง (ใกล้บริเวณที่มีกิจกรรมระยะ 1 เมตร)

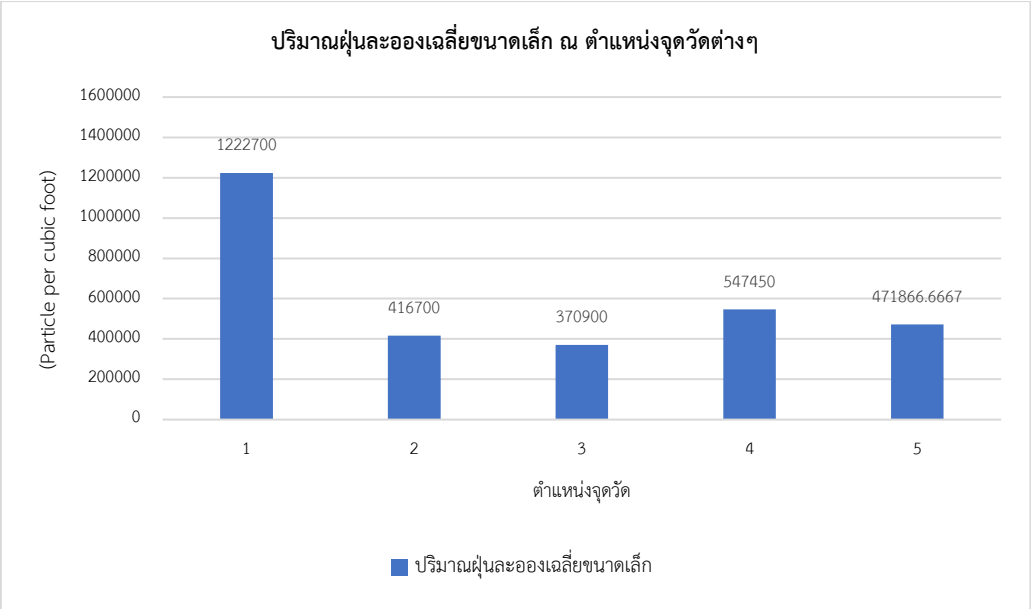
จำนวนครั้งที่ 4-6 วัด ณ บริเวณเหนือลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 7-9 วัด ณ บริเวณชุมชนเหนือลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 10-12 วัด ณ บริเวณใต้ลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 13-15 วัด ณ บริเวณชุมชนใต้ลม (ระยะ 9.5 เมตร)

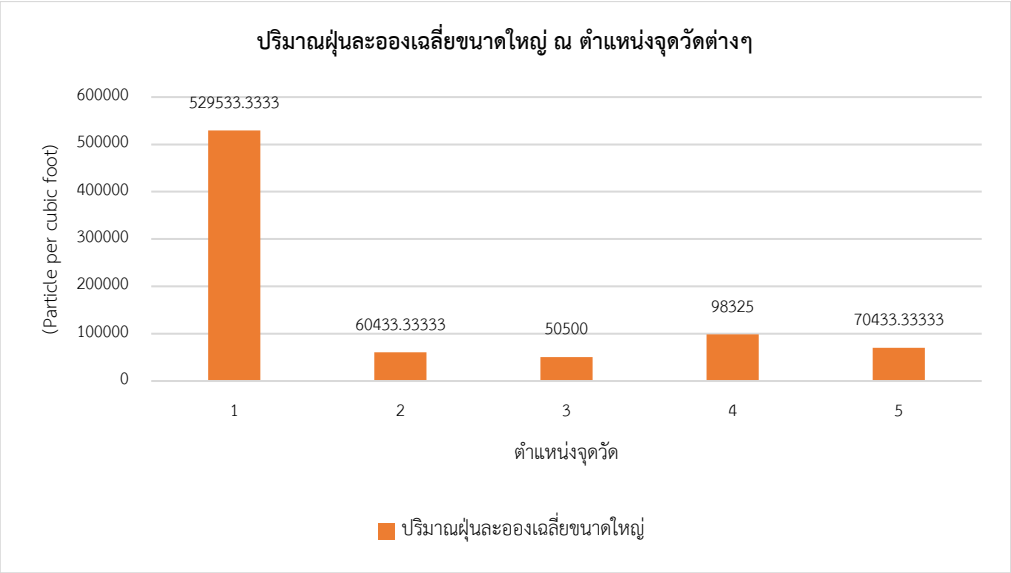
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



หมายเหตุ : จำนวนครั้งที่วัด สามารถอธิบายได้ดังนี้

จำนวนครั้งที่ 1 วัด ณ บริเวณก่อสร้าง (ใกล้บริเวณที่มีกิจกรรมระยะ 1 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 2 วัด ณ บริเวณเหนือลม (ระยะ 4.75 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 3 วัด ณ บริเวณชุมชนเหนือลม (ระยะ 9.5 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 4 วัด ณ บริเวณใต้ลม (ระยะ 4.75 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 5 วัด ณ บริเวณชุมชนใต้ลม (ระยะ 9.5 เมตร)

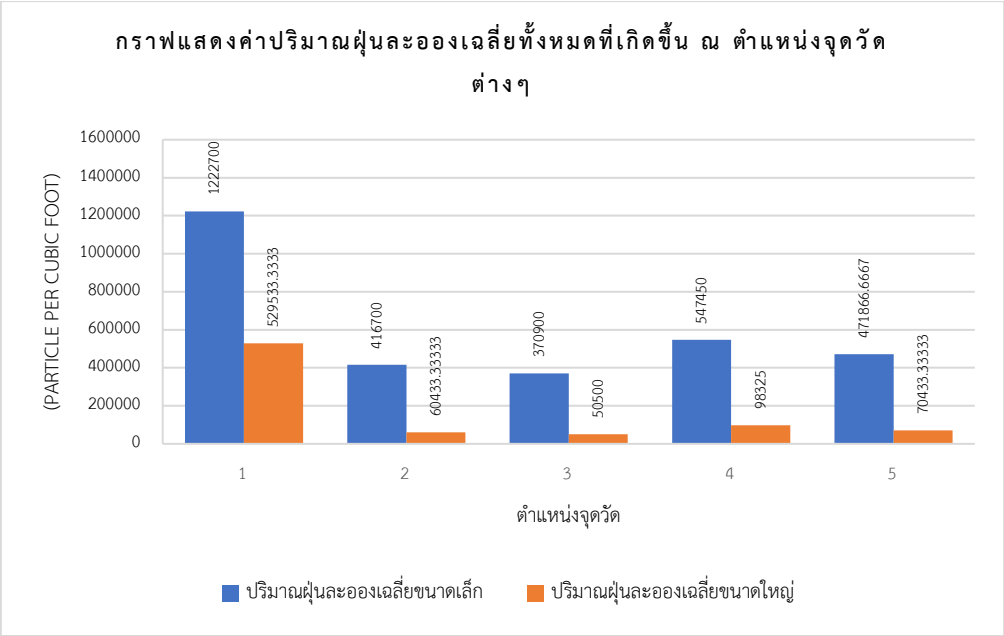
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



หมายเหตุ : จำนวนครั้งที่วัด สามารถอธิบายได้ดังนี้

จำนวนครั้งที่ 1 วัด ณ บริเวณก่อสร้าง (ใกล้บริเวณที่มีกิจกรรมระยะ 1 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 2 วัด ณ บริเวณเหนือลม (ระยะ 4.75 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 3 วัด ณ บริเวณชุมชนเหนือลม (ระยะ 9.5 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 4 วัด ณ บริเวณใต้ลม (ระยะ 4.75 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 5 วัด ณ บริเวณชุมชนใต้ลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



หมายเหตุ : จำนวนครั้งที่วัด สามารถอธิบายได้ดังนี้

จำนวนครั้งที่ 1 วัด ณ บริเวณก่อสร้าง (ใกล้บริเวณที่มีกิจกรรมระยะ 1 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 2 วัด ณ บริเวณเหนือลม (ระยะ 4.75 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 3 วัด ณ บริเวณชุมชนเหนือลม (ระยะ 9.5 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 4 วัด ณ บริเวณใต้ลม (ระยะ 4.75 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 5 วัด ณ บริเวณชุมชนใต้ลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางสรุปค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กทั้งหมด 3 แปลงทดลองของกิจกรรมเทดิน

ตำแหน่งจุดวัด	ปริมาณฝุ่นละออง (Particle/ ft^3)			ค่าเฉลี่ยฝุ่นละออง ขนาดเล็ก (Particle/ ft^3)
	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	
จุดที่ 1 : บริเวณโครงการก่อสร้าง	932600	1222700	527733.33	894344.44
จุดที่ 2 : บริเวณเหนือลม	460300	416700	363500	413500
จุดที่ 3 : บริเวณชุมชนเหนือลม	414033.33	370900	215500	333477.77
จุดที่ 4 : บริเวณใต้ลม	476472.22	547450	375266.67	466396.30
จุดที่ 5 : บริเวณชุมชนใต้ลม	463600	471866.67	369533.33	435000

ตารางสรุปค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่ทั้งหมด 3 แปลงทดลองของกิจกรรมเทดิน

ตำแหน่งจุดวัด	ปริมาณฝุ่นละออง (Particle/ ft^3)			ค่าเฉลี่ยฝุ่นละออง ขนาดใหญ่ (Particle/ ft^3)
	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	
จุดที่ 1 : บริเวณโครงการก่อสร้าง	32750	529533.33	144733.33	235672.22
จุดที่ 2 : บริเวณเหนือลม	40478.57	60433.33	49933.33	50281.74
จุดที่ 3 : บริเวณชุมชนเหนือลม	56357.14	50500	29566.67	45474.60
จุดที่ 4 : บริเวณใต้ลม	35700	98325	85000	73008.33
จุดที่ 5 : บริเวณชุมชนใต้ลม	35592.86	70433.33	73466.67	59830.95

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Dylos Logger v 1.6.0.0

Unit: DC1700 v 2.08

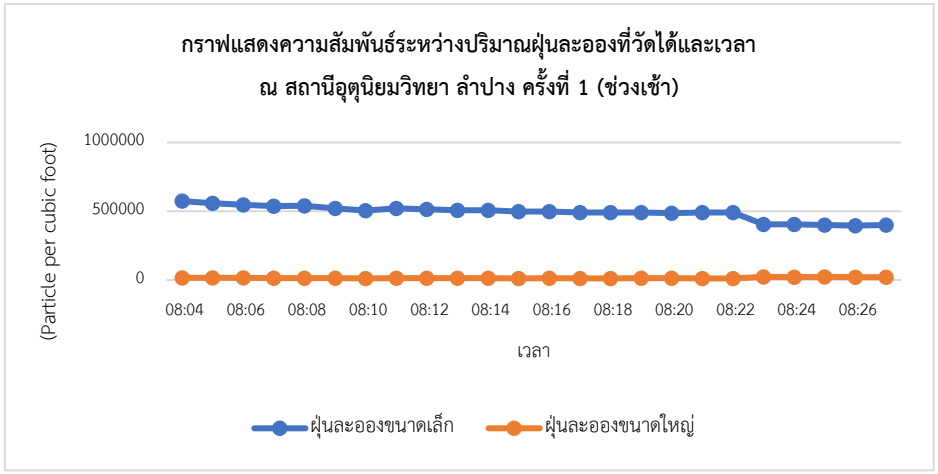
Date/Time: 05/04/59 08:34

Particles per cubic foot

สถานที่ทดลอง สถานีอุตุนิยมวิทยา

วันที่	เวลาในการวัด	ขนาดของฝุ่นละออง	
		เล็ก	ใหญ่
4/5/2559	08:04	573600	14900
4/5/2559	08:05	558100	14900
4/5/2559	08:06	546000	15900
4/5/2559	08:07	536700	14300
4/5/2559	08:08	538900	14300
4/5/2559	08:09	520300	13700
4/5/2559	08:10	505200	12000
4/5/2559	08:11	520200	12500
4/5/2559	08:12	513900	13500
4/5/2559	08:13	507500	12900
4/5/2559	08:14	507000	12400
4/5/2559	08:15	496700	11600
4/5/2559	08:16	498200	12600
4/5/2559	08:17	491700	11400
4/5/2559	08:18	491500	12100
4/5/2559	08:19	491400	13100
4/5/2559	08:20	485700	12300
4/5/2559	08:21	491800	12100
4/5/2559	08:22	489700	12200

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Dylos Logger v 1.6.0.0

Unit: DC1700 v 2.08

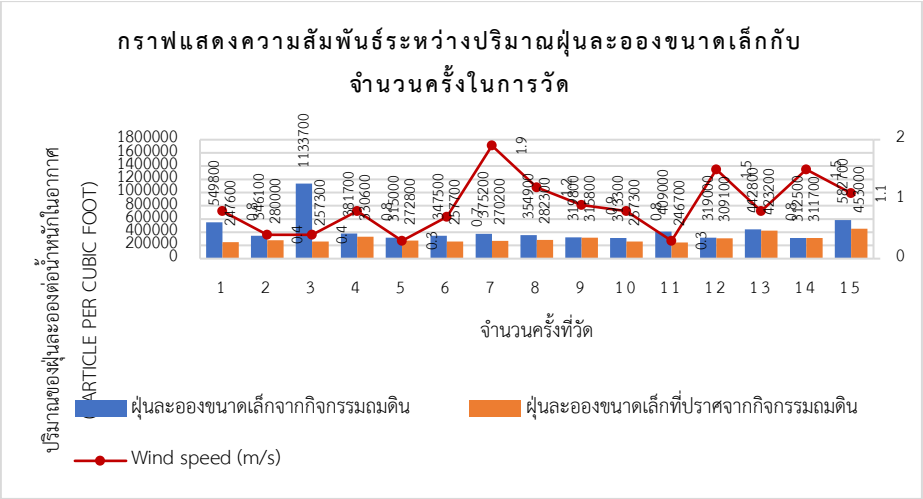
Date/Time: 05/04/59 16:59

Particles per cubic foot

สถานที่ทดลอง แปลงทดลอง

ชุดข้อมูลกิจกรรมเทดิน งานเทดินครั้งที่ 1

วันที่	ครั้งที่	เวลาในการวัด	ขนาดของฝุ่นละออง		เฉลี่ยขนาดของฝุ่นละออง	
			เล็ก	ใหญ่	เล็ก	ใหญ่
4/5/2559	1	13:06	549800	184900	676533.33	261600
4/5/2559		13:32	346100	37200		
4/5/2559		13:59	1133700	562700		
4/5/2559	2	14:19	381700	56500	348066.67	46033.33
4/5/2559		14:21	315000	43600		
4/5/2559		14:29	347500	38000		
4/5/2559	3	14:44	375200	37100	370900	36766.67
4/5/2559		15:05	354900	28300		
4/5/2559		15:12	319800	23400		
4/5/2559	4	14:01	313300	69000	547450	50533.33
4/5/2559		14:15	409000	62900		
4/5/2559		15:15	319000	19700		
4/5/2559	5	15:23	442800	25400	446000	46033.33
4/5/2559		15:32	312500	24800		
4/5/2559		15:39	582700	87900		



หมายเหตุ : จำนวนครั้งที่วัด สามารถอธิบายได้ดังนี้

จำนวนครั้งที่ 1-3 วัด ณ บริเวณก่อสร้าง (ใกล้บริเวณที่มีกิจกรรมระยะ 1 เมตร)

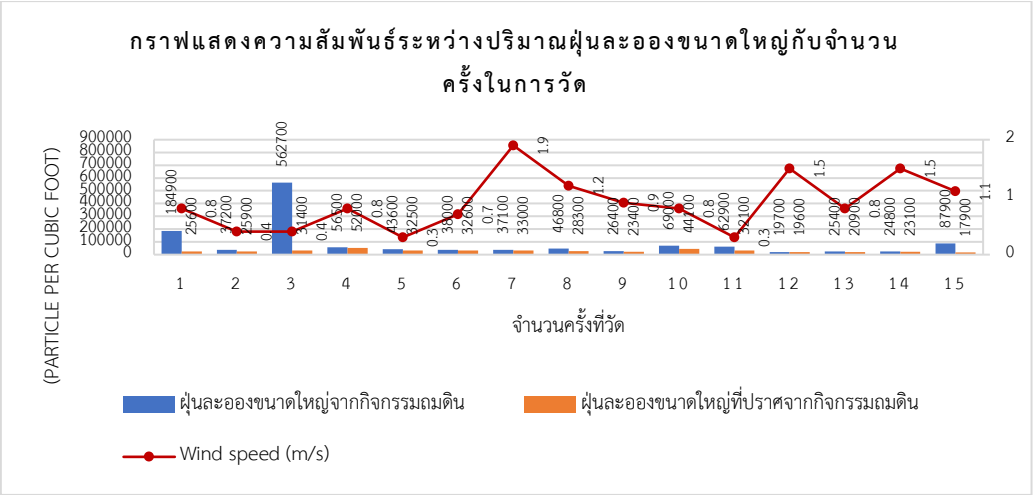
จำนวนครั้งที่ 4-6 วัด ณ บริเวณเหนือลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 7-9 วัด ณ บริเวณชุมชนเหนือลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 10-12วัด ณ บริเวณใต้ลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 13-15 วัด ณ บริเวณชุมชนใต้ลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



หมายเหตุ : จำนวนครั้งที่วัด สามารถอธิบายได้ดังนี้

จำนวนครั้งที่ 1-3 วัด ณ บริเวณก่อสร้าง (ใกล้บริเวณที่มีกิจกรรมระยะ 1 เมตร)

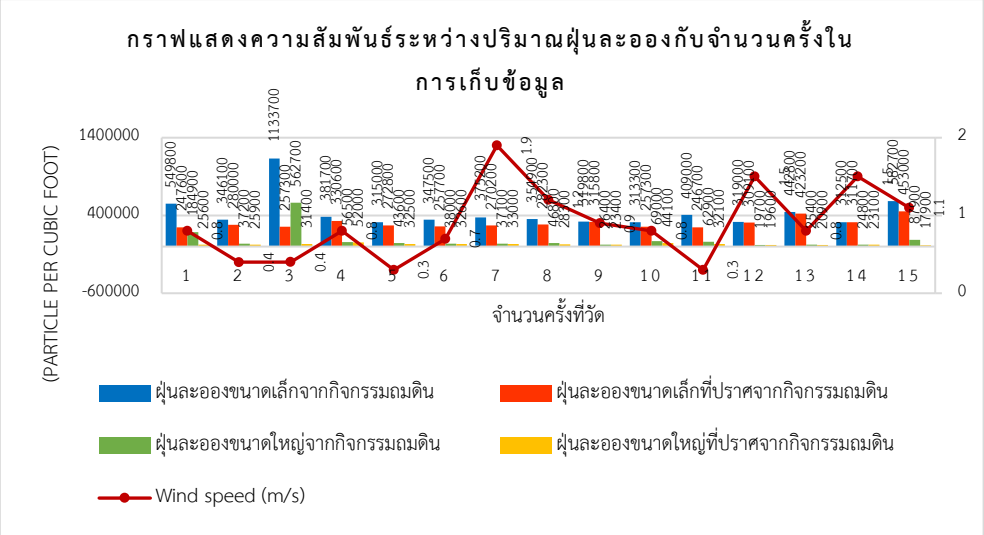
จำนวนครั้งที่ 4-6 วัด ณ บริเวณเหนือลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 7-9 วัด ณ บริเวณชุมชนเหนือลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 10-12 วัด ณ บริเวณใต้ลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 13-15 วัด ณ บริเวณชุมชนใต้ลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



หมายเหตุ : จำนวนครั้งที่วัด สามารถอธิบายได้ดังนี้

จำนวนครั้งที่ 1-3 วัด ณ บริเวณก่อสร้าง (ใกล้บริเวณที่มีกิจกรรมระยะ 1 เมตร)

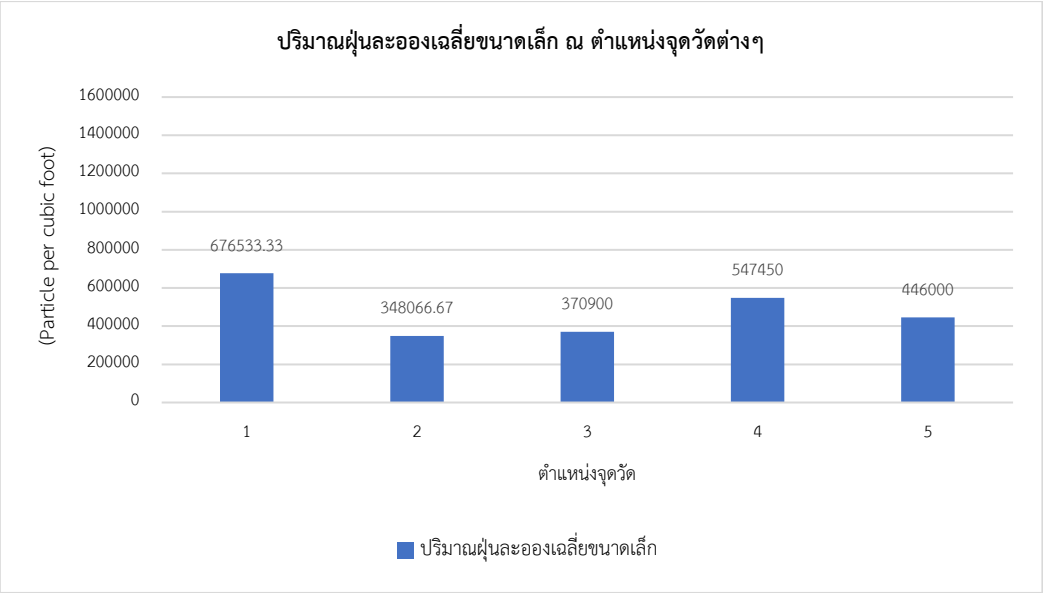
จำนวนครั้งที่ 4-6 วัด ณ บริเวณเหนือลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 7-9 วัด ณ บริเวณชุมชนเหนือลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 10-12 วัด ณ บริเวณใต้ลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 13-15 วัด ณ บริเวณชุมชนใต้ลม (ระยะ 9.5 เมตร)

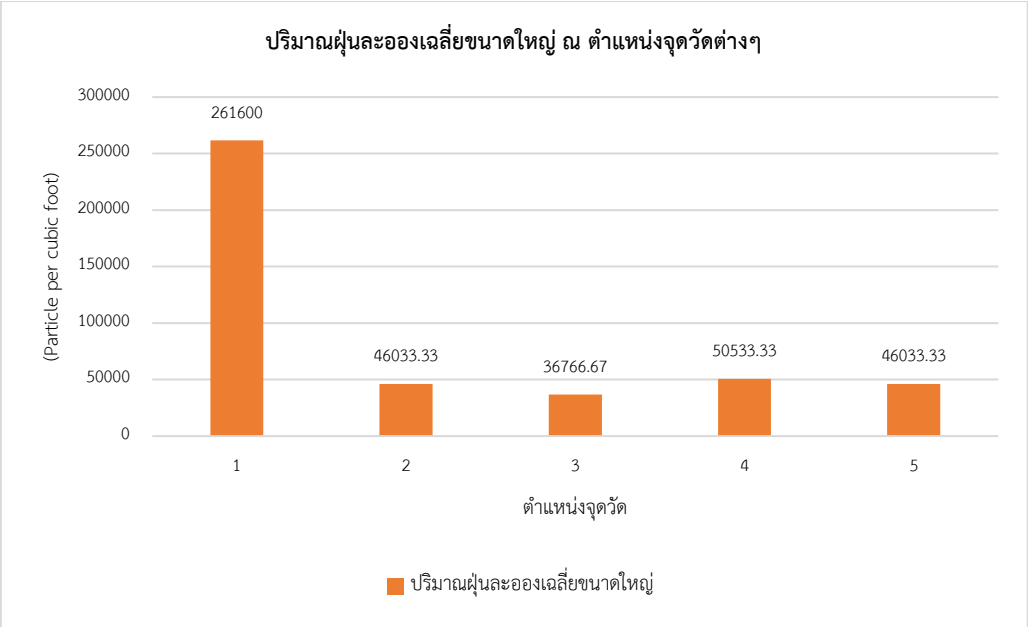
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



หมายเหตุ : จำนวนครั้งที่วัด สามารถอธิบายได้ดังนี้

จำนวนครั้งที่ 1 วัด ณ บริเวณก่อสร้าง (ใกล้บริเวณที่มีกิจกรรมระยะ 1 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 2 วัด ณ บริเวณเหนือลม (ระยะ 4.75 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 3 วัด ณ บริเวณชุมชนเหนือลม (ระยะ 9.5 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 4 วัด ณ บริเวณใต้ลม (ระยะ 4.75 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 5 วัด ณ บริเวณชุมชนใต้ลม (ระยะ 9.5 เมตร)

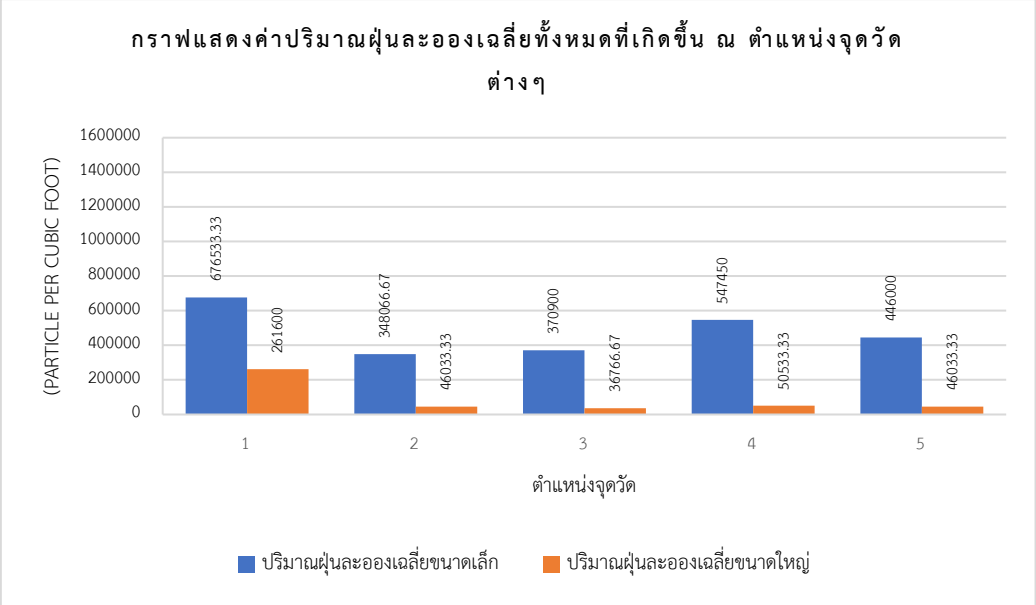
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



หมายเหตุ : จำนวนครั้งที่วัด สามารถอธิบายได้ดังนี้

จำนวนครั้งที่ 1 วัด ณ บริเวณก่อสร้าง (ใกล้บริเวณที่มีกิจกรรมระยะ 1 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 2 วัด ณ บริเวณเหนือลม (ระยะ 4.75 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 3 วัด ณ บริเวณชุมชนเหนือลม (ระยะ 9.5 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 4 วัด ณ บริเวณใต้ลม (ระยะ 4.75 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 5 วัด ณ บริเวณชุมชนใต้ลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



หมายเหตุ : จำนวนครั้งที่วัด สามารถอธิบายได้ดังนี้

จำนวนครั้งที่ 1 วัด ณ บริเวณก่อสร้าง (ใกล้บริเวณที่มีกิจกรรมระยะ 1 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 2 วัด ณ บริเวณเหนือลม (ระยะ 4.75 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 3 วัด ณ บริเวณชุมชนเหนือลม (ระยะ 9.5 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 4 วัด ณ บริเวณใต้ลม (ระยะ 4.75 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 5 วัด ณ บริเวณชุมชนใต้ลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Dylos Logger v 1.6.0.0

Unit: DC1700 v 2.08

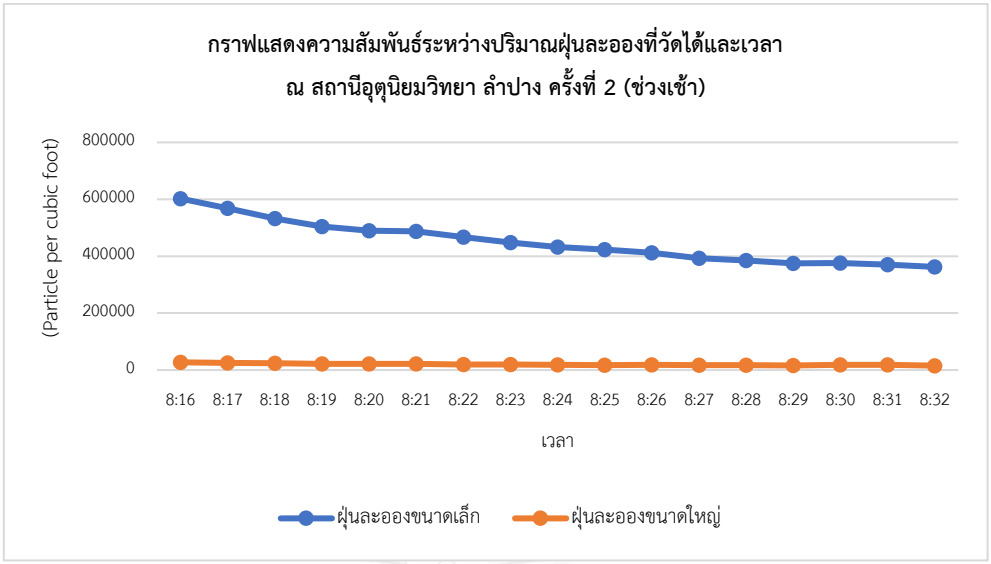
Date/Time: 05/06/59 14:23

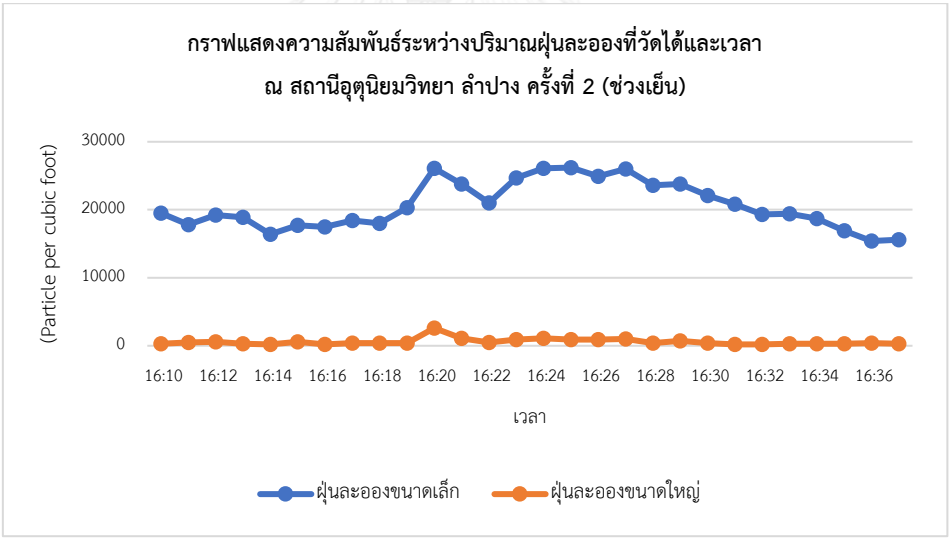
Particles per cubic foot

สถานที่ทดลอง สถานีอุตุนิยมวิทยา

วันที่	เวลาในการวัด	ขนาดของฝุ่นละออง	
		เล็ก	ใหญ่
6/5/2559	8:16	602500	27100
6/5/2559	8:17	569000	24600
6/5/2559	8:18	532800	23400
6/5/2559	8:19	504000	21100
6/5/2559	8:20	489800	22000
6/5/2559	8:21	487600	21500
6/5/2559	8:22	467400	19700
6/5/2559	8:23	448400	19900
6/5/2559	8:24	432600	17900
6/5/2559	8:25	423800	17200
6/5/2559	8:26	412400	18800
6/5/2559	8:27	393000	17100
6/5/2559	8:28	384700	17100
6/5/2559	8:29	375000	16200
6/5/2559	8:30	375900	18400
6/5/2559	8:31	370100	17900
6/5/2559	8:32	362500	15400

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University


กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้และเวลา
ณ สถานีอุตุนิยมวิทยา ลำปาง ครั้งที่ 2 (ช่วงเช้า)
(Particle per cubic foot)
800000
600000
400000
200000
0
8:16 8:17 8:18 8:19 8:20 8:21 8:22 8:23 8:24 8:25 8:26 8:27 8:28 8:29 8:30 8:31 8:32
เวลา
ฝุ่นละอองขนาดเล็ก
ฝุ่นละอองขนาดใหญ่


กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้และเวลา
ณ สถานีอุตุนิยมวิทยา ลำปาง ครั้งที่ 2 (ช่วงเย็น)
(Particle per cubic foot)
30000
20000
10000
0
16:10 16:12 16:14 16:16 16:18 16:20 16:22 16:24 16:26 16:28 16:30 16:32 16:34 16:36
เวลา
ฝุ่นละอองขนาดเล็ก
ฝุ่นละอองขนาดใหญ่

Dylos Logger v 1.6.0.0

Unit: DC1700 v 2.08

Date/Time: 04/28/59 17:09

Particles per cubic foot

สถานที่ทดลอง สถานีอุตุนิยมวิทยา

วันที่	เวลาในการวัด	ขนาดของฝุ่นละออง	
		เล็ก	ใหญ่
6/5/2559	16:10	19500	300
6/5/2559	16:11	17800	500
6/5/2559	16:12	19200	600
6/5/2559	16:13	18900	300
6/5/2559	16:14	16400	200
6/5/2559	16:15	17700	600
6/5/2559	16:16	17500	200
6/5/2559	16:17	18400	400
6/5/2559	16:18	18000	400
6/5/2559	16:19	20300	400
6/5/2559	16:20	26100	2600
6/5/2559	16:21	23800	1100
6/5/2559	16:22	21000	500
6/5/2559	16:23	24700	900
6/5/2559	16:24	26100	1100
6/5/2559	16:25	26200	900
6/5/2559	16:26	24900	900
6/5/2559	16:27	26000	1000
6/5/2559	16:28	23600	400
6/5/2559	16:29	23800	700
6/5/2559	16:30	22100	400
6/5/2559	16:31	20800	200
6/5/2559	16:32	19300	200
6/5/2559	16:33	19400	300
6/5/2559	16:34	18700	300
6/5/2559	16:35	16900	300
6/5/2559	16:36	15400	400
6/5/2559	16:37	15600	300

Dylos Logger v 1.6.0.0

Unit: DC1700 v 2.08

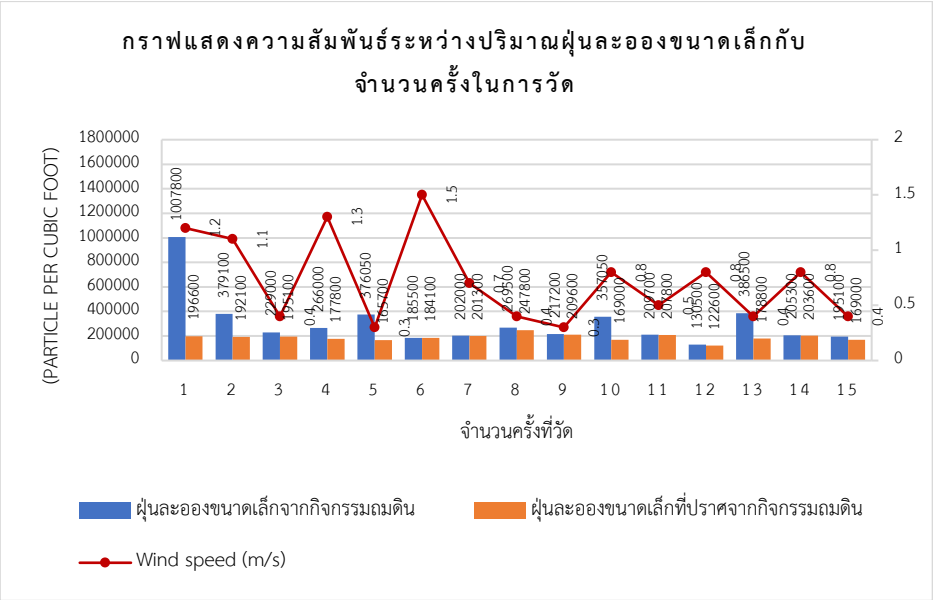
Date/Time: 05/06/59 16:39

Particles per cubic foot

สถานที่ทดลอง แปลงทดลอง

ชุดข้อมูลกิจกรรมเทดิน งานเทดินครั้งที่ 2

วันที่	ครั้งที่	เวลาในการวัด	ขนาดของฝุ่นละออง		เฉลี่ยขนาดของฝุ่นละออง	
			เล็ก	ใหญ่	เล็ก	ใหญ่
6/5/2559	1	13:29	1007800	509200	538633.33	216333.33
6/5/2559		13:30	379100	97000		
6/5/2559		13:37	229000	42800		
6/5/2559	2	13:45	266000	45100	234975	38150
6/5/2559		13:48	263700	44600		
6/5/2559		13:49	224700	35000		
6/5/2559		13:56	185500	27900		
6/5/2559	3	14:01	202000	28100	229566.67	37200
6/5/2559		14:04	269500	49800		
6/5/2559		15:12	217200	33700		
6/5/2559	4	14:25	351900	107800	263575	58950
6/5/2559		14:26	362200	81800		
6/5/2559		14:34	209700	31500		
6/5/2559		14:54	130500	14700		
6/5/2559	5	15:05	386500	103200	262300	57933.33
6/5/2559		15:16	205300	37800		
6/5/2559		15:24	195100	32800		



หมายเหตุ : จำนวนครั้งที่วัด สามารถอธิบายได้ดังนี้

จำนวนครั้งที่ 1-3 วัด ณ บริเวณก่อสร้าง (ใกล้บริเวณที่มีกิจกรรมระยะ 1 เมตร)

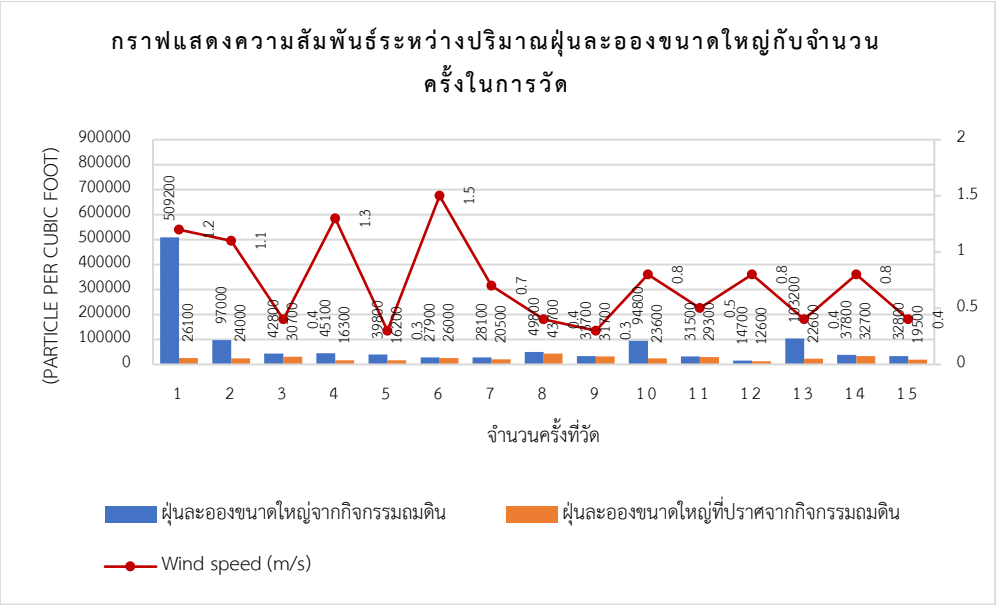
จำนวนครั้งที่ 4-6 วัด ณ บริเวณเหนือลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 7-9 วัด ณ บริเวณชุมชนเหนือลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 10-12วัด ณ บริเวณใต้ลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 13-15 วัด ณ บริเวณชุมชนใต้ลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



หมายเหตุ : จำนวนครั้งที่วัด สามารถอธิบายได้ดังนี้

จำนวนครั้งที่ 1-3 วัด ณ บริเวณก่อสร้าง (ใกล้บริเวณที่มีกิจกรรมระยะ 1 เมตร)

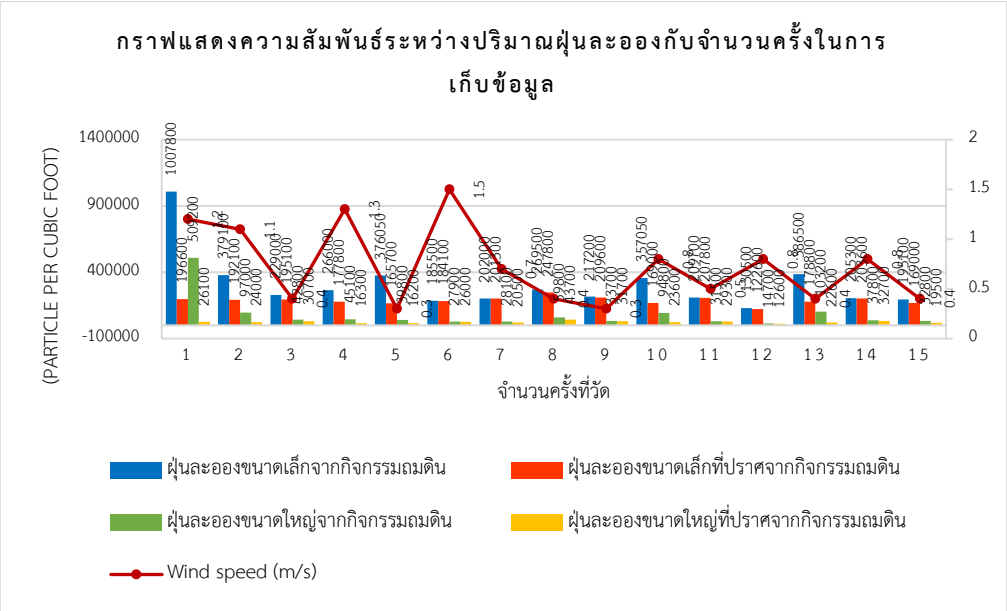
จำนวนครั้งที่ 4-6 วัด ณ บริเวณเหนือลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 7-9 วัด ณ บริเวณชุมชนเหนือลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 10-12วัด ณ บริเวณใต้ลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 13-15วัด ณ บริเวณชุมชนใต้ลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



หมายเหตุ : จำนวนครั้งที่วัด สามารถอธิบายได้ดังนี้

จำนวนครั้งที่ 1-3 วัด ณ บริเวณก่อสร้าง (ใกล้บริเวณที่มีกิจกรรมระยะ 1 เมตร)

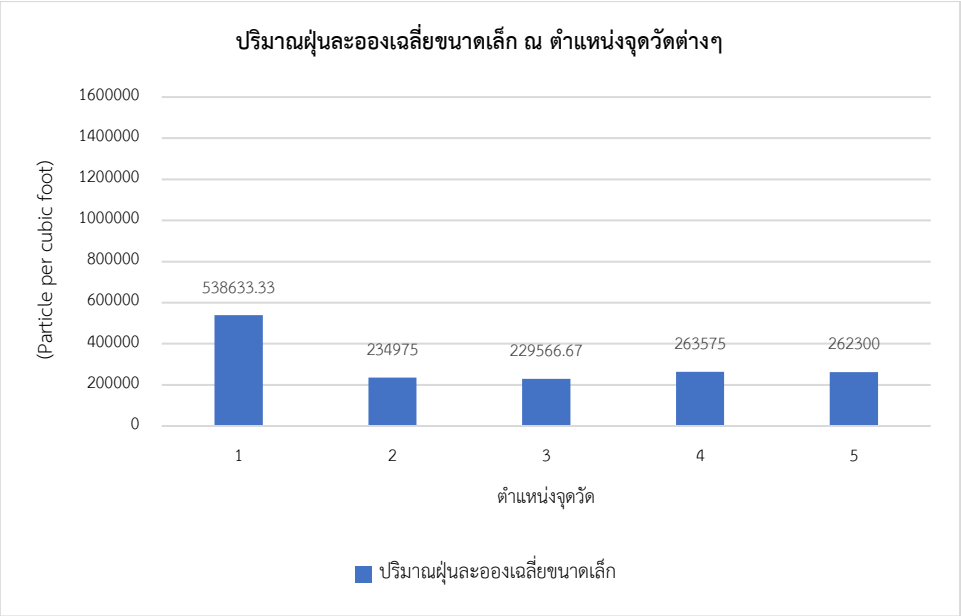
จำนวนครั้งที่ 4-6 วัด ณ บริเวณเหนือลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 7-9 วัด ณ บริเวณชุมชนเหนือลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 10-12วัด ณ บริเวณใต้ลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 13-15 วัด ณ บริเวณชุมชนใต้ลม (ระยะ 9.5 เมตร)

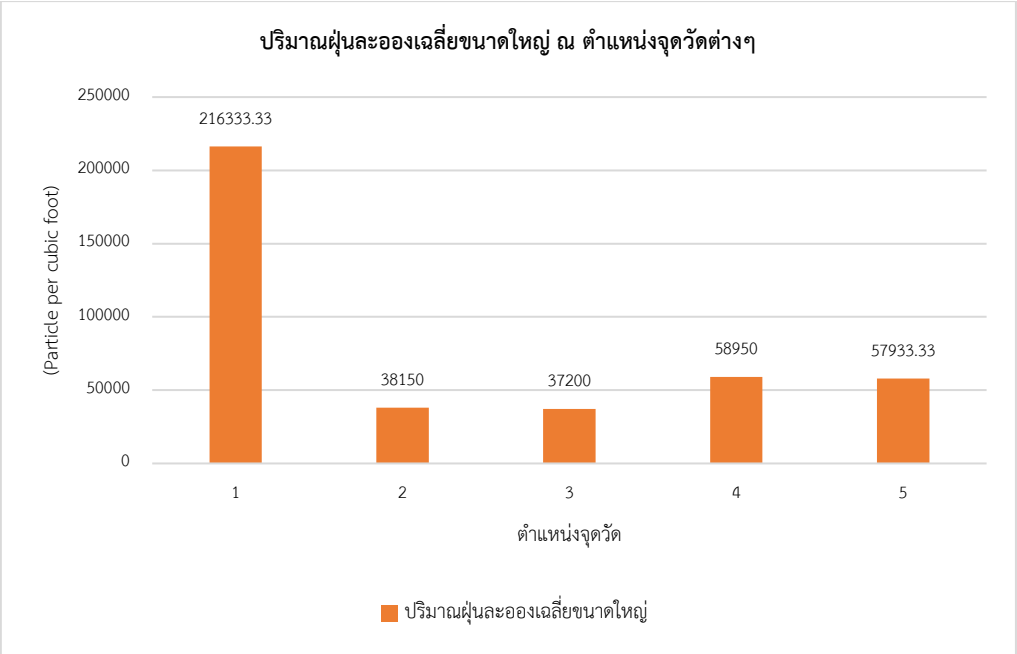
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



หมายเหตุ : จำนวนครั้งที่วัด สามารถอธิบายได้ดังนี้

จำนวนครั้งที่ 1 วัด ณ บริเวณก่อสร้าง (ใกล้บริเวณที่มีกิจกรรมระยะ 1 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 2 วัด ณ บริเวณเหนือลม (ระยะ 4.75 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 3 วัด ณ บริเวณชุมชนเหนือลม (ระยะ 9.5 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 4 วัด ณ บริเวณใต้ลม (ระยะ 4.75 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 5 วัด ณ บริเวณชุมชนใต้ลม (ระยะ 9.5 เมตร)

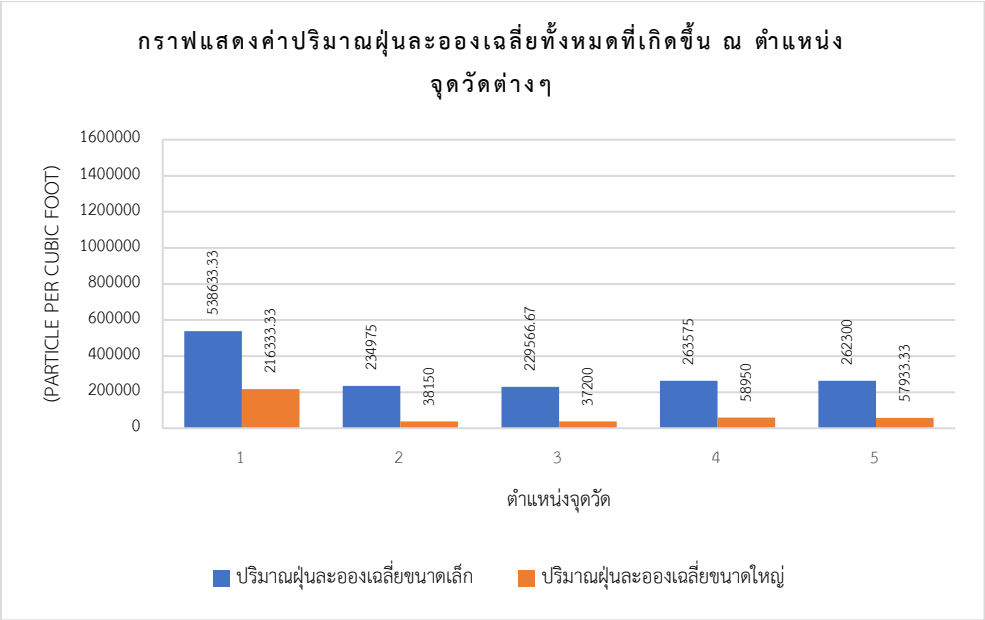
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



หมายเหตุ : จำนวนครั้งที่วัด สามารถอธิบายได้ดังนี้

จำนวนครั้งที่ 1 วัด ณ บริเวณก่อสร้าง (ใกล้บริเวณที่มีกิจกรรมระยะ 1 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 2 วัด ณ บริเวณเหนือลม (ระยะ 4.75 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 3 วัด ณ บริเวณชุมชนเหนือลม (ระยะ 9.5 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 4 วัด ณ บริเวณใต้ลม (ระยะ 4.75 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 5 วัด ณ บริเวณชุมชนใต้ลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



หมายเหตุ : จำนวนครั้งที่วัด สามารถอธิบายได้ดังนี้

จำนวนครั้งที่ 1 วัด ณ บริเวณก่อสร้าง (ใกล้บริเวณที่มีกิจกรรมระยะ 1 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 2 วัด ณ บริเวณเหนือลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 3 วัด ณ บริเวณชุมชนเหนือลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 4 วัด ณ บริเวณใต้ลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 5 วัด ณ บริเวณชุมชนใต้ลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Dylos Logger v 1.6.0.0

Unit: DC1700 v 2.08

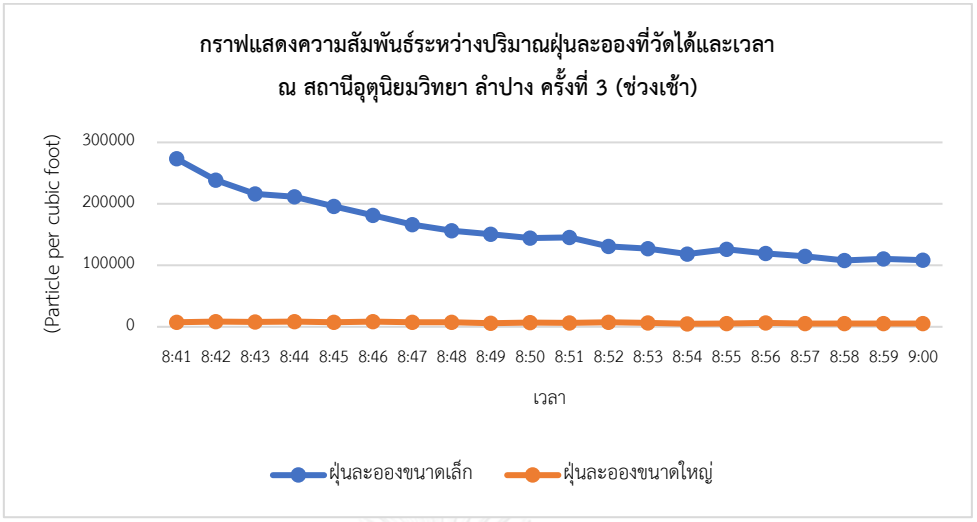
Date/Time: 05/16/59 10:23

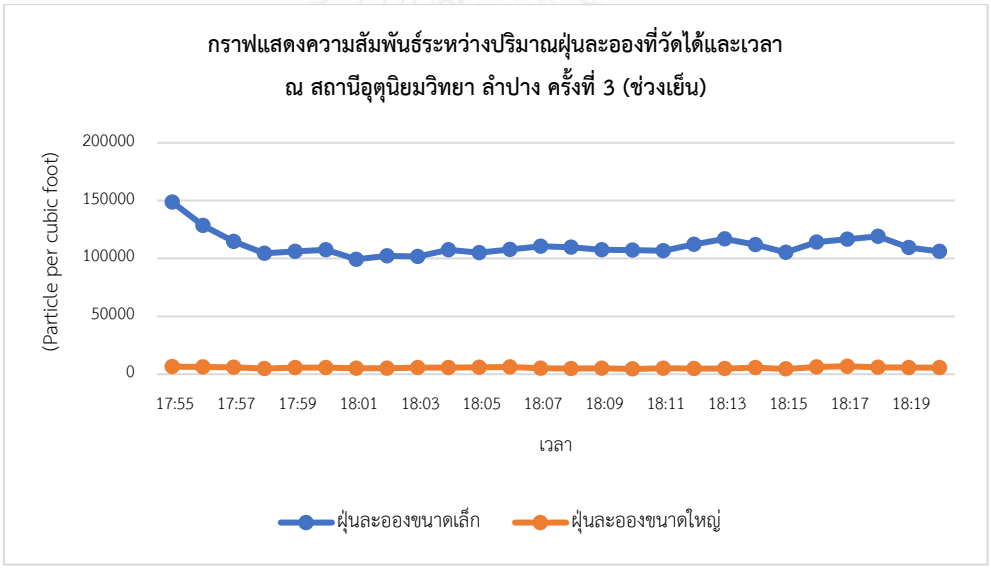
Particles per cubic foot

สถานที่ทดลอง สถานีอุตุนิยมวิทยา

วันที่	เวลาในการวัด	ขนาดของฝุ่นละออง	
		เล็ก	ใหญ่
16/5/2559	8:41	273300	7300
16/5/2559	8:42	238800	8500
16/5/2559	8:43	216500	7800
16/5/2559	8:44	211500	8500
16/5/2559	8:45	196100	7200
16/5/2559	8:46	181500	8400
16/5/2559	8:47	166400	7500
16/5/2559	8:48	156200	7300
16/5/2559	8:49	150600	6000
16/5/2559	8:50	144500	6700
16/5/2559	8:51	145600	6200
16/5/2559	8:52	130600	7500
16/5/2559	8:53	127100	6200
16/5/2559	8:54	118100	5000
16/5/2559	8:55	126000	5400
16/5/2559	8:56	119200	6400
16/5/2559	8:57	114500	5300
16/5/2559	8:58	108000	5200
16/5/2559	8:59	110300	5300
16/5/2559	9:00	108500	5500

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University


กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้และเวลา
ณ สถานีอุตุนิยมวิทยา ลำปาง ครั้งที่ 3 (ช่วงเช้า)
(Particle per cubic foot)
300000
200000
100000
0
8:41 8:42 8:43 8:44 8:45 8:46 8:47 8:48 8:49 8:50 8:51 8:52 8:53 8:54 8:55 8:56 8:57 8:58 8:59 9:00
เวลา
ฝุ่นละอองขนาดเล็ก
ฝุ่นละอองขนาดใหญ่


กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้และเวลา
ณ สถานีอุตุนิยมวิทยา ลำปาง ครั้งที่ 3 (ช่วงเย็น)
(Particle per cubic foot)
200000
150000
100000
50000
0
17:55 17:57 17:59 18:01 18:03 18:05 18:07 18:09 18:11 18:13 18:15 18:17 18:19
เวลา
ฝุ่นละอองขนาดเล็ก
ฝุ่นละอองขนาดใหญ่

Dylos Logger v 1.6.0.0

Unit: DC1700 v 2.08

Date/Time: 05/16/59 18:00

Particles per cubic foot

สถานที่ทดลอง สถานีอุตุนิยมวิทยา

วันที่	เวลาในการวัด	ขนาดของฝุ่นละออง	
		เล็ก	ใหญ่
16/5/2559	17:55	148700	6600
16/5/2559	17:56	128400	6300
16/5/2559	17:57	114700	6000
16/5/2559	17:58	104400	4800
16/5/2559	17:59	106000	5800
16/5/2559	18:00	107500	5800
16/5/2559	18:01	99300	5300
16/5/2559	18:02	102300	5100
16/5/2559	18:03	101700	5600
16/5/2559	18:04	107400	5600
16/5/2559	18:05	105000	6100
16/5/2559	18:06	107900	6300
16/5/2559	18:07	110500	5200
16/5/2559	18:08	109600	4900
16/5/2559	18:09	107600	5200
16/5/2559	18:10	107100	4500
16/5/2559	18:11	106700	5300
16/5/2559	18:12	112200	4800
16/5/2559	18:13	117000	5000
16/5/2559	18:14	112000	5600
16/5/2559	18:15	105200	4500
16/5/2559	18:16	114200	6300
16/5/2559	18:17	116700	6900
16/5/2559	18:18	119100	6000
16/5/2559	18:19	109300	5700
16/5/2559	18:20	106100	5700

Dylos Logger v 1.6.0.0

Unit: DC1700 v 2.08

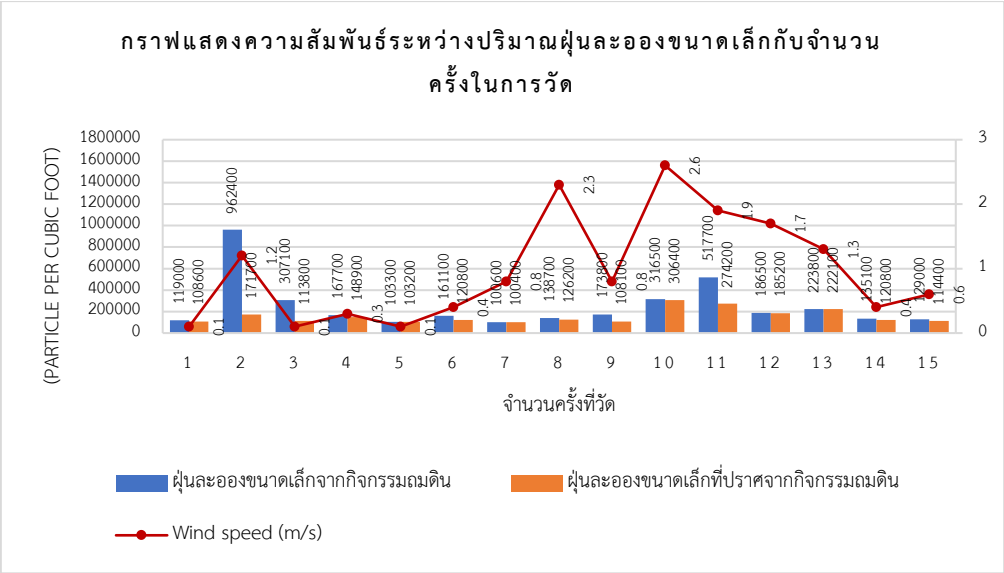
Date/Time: 05/06/59 16:39

Particles per cubic foot

สถานที่ทดลอง แปลงทดลอง

ชุดข้อมูลกิจกรรมเทดิน งานเทดินครั้งที่ 3

วันที่	ครั้งที่	เวลาในการวัด	ขนาดของฝุ่นละออง		เฉลี่ยขนาดของฝุ่นละออง	
			เล็ก	ใหญ่	เล็ก	ใหญ่
16/5/2559	1	14:59	119000	13200	427133.33	196633.33
16/5/2559		15:03	962400	548900		
16/5/2559		15:06	307100	42800		
16/5/2559	2	15:10	167700	35600	144033.33	25533.33
16/5/2559		15:14	103300	10700		
16/5/2559		15:19	161100	30300		
16/5/2559	3	15:23	100600	7000	137700	17100
16/5/2559		15:32	138700	21000		
16/5/2559		15:38	173800	23300		
16/5/2559	4	16:23	316500	67500	340233.33	93866.67
16/5/2559		16:25	517700	181900		
16/5/2559		16:27	186500	32200		
16/5/2559	5	16:30	223800	39600	162633.33	25133.33
16/5/2559		15:15	135100	22200		
16/5/2559		15:24	129000	13600		



หมายเหตุ : จำนวนครั้งที่วัด สามารถอธิบายได้ดังนี้

จำนวนครั้งที่ 1-3 วัด ณ บริเวณก่อสร้าง (ใกล้บริเวณที่มีกิจกรรมระยะ 1 เมตร)

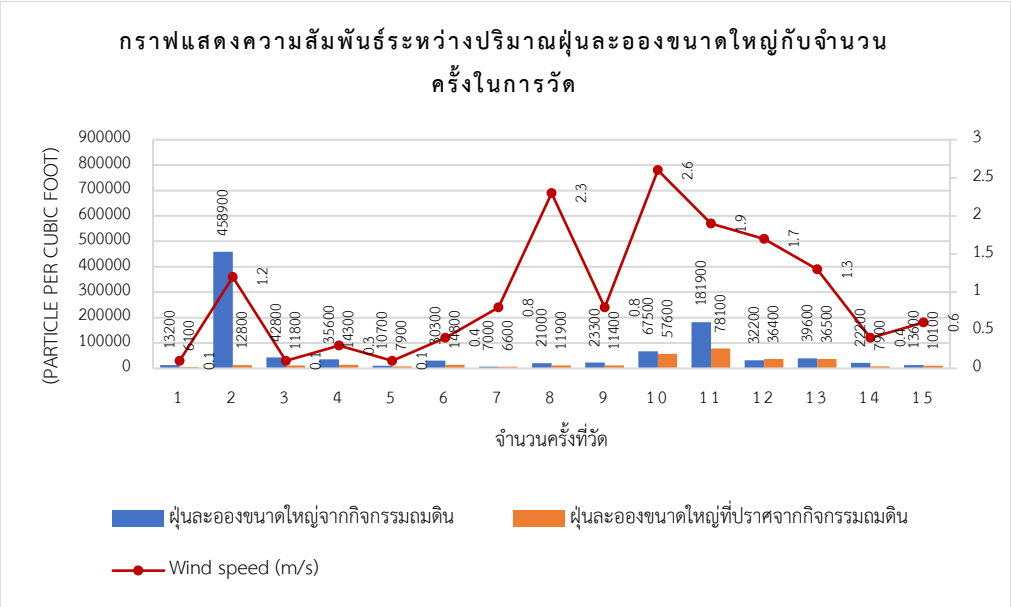
จำนวนครั้งที่ 4-6 วัด ณ บริเวณเหนือลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 7-9 วัด ณ บริเวณชุมชนเหนือลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 10-12 วัด ณ บริเวณใต้ลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 13-15 วัด ณ บริเวณชุมชนใต้ลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



หมายเหตุ : จำนวนครั้งที่วัด สามารถอธิบายได้ดังนี้

จำนวนครั้งที่ 1-3 วัด ณ บริเวณก่อสร้าง (ใกล้บริเวณที่มีกิจกรรมระยะ 1 เมตร)

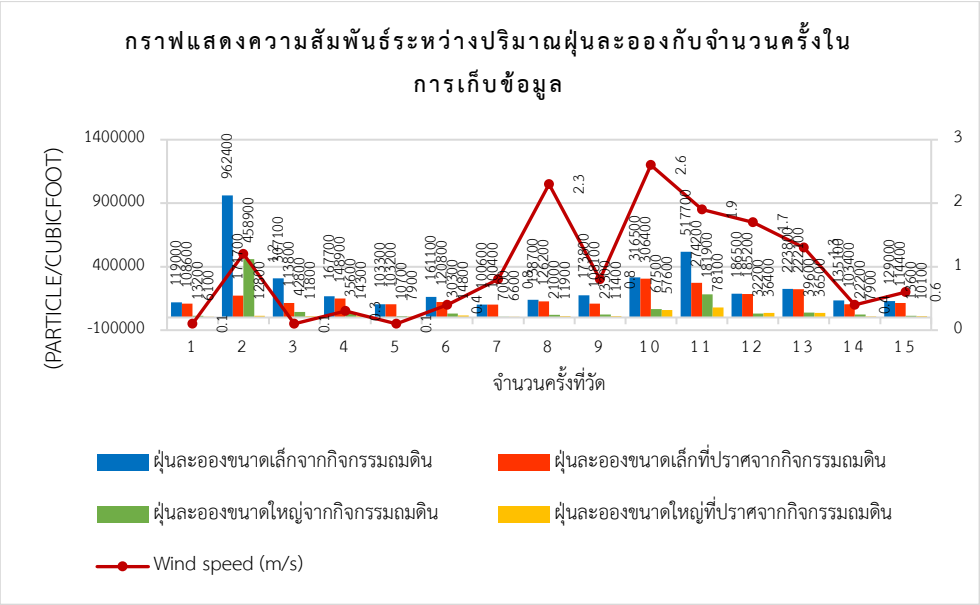
จำนวนครั้งที่ 4-6 วัด ณ บริเวณเหนือลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 7-9 วัด ณ บริเวณชุมชนเหนือลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 10-12 วัด ณ บริเวณใต้ลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 13-15 วัด ณ บริเวณชุมชนใต้ลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



หมายเหตุ : จำนวนครั้งที่วัด สามารถอธิบายได้ดังนี้

จำนวนครั้งที่ 1-3 วัด ณ บริเวณก่อสร้าง (ใกล้บริเวณที่มีกิจกรรมระยะ 1 เมตร)

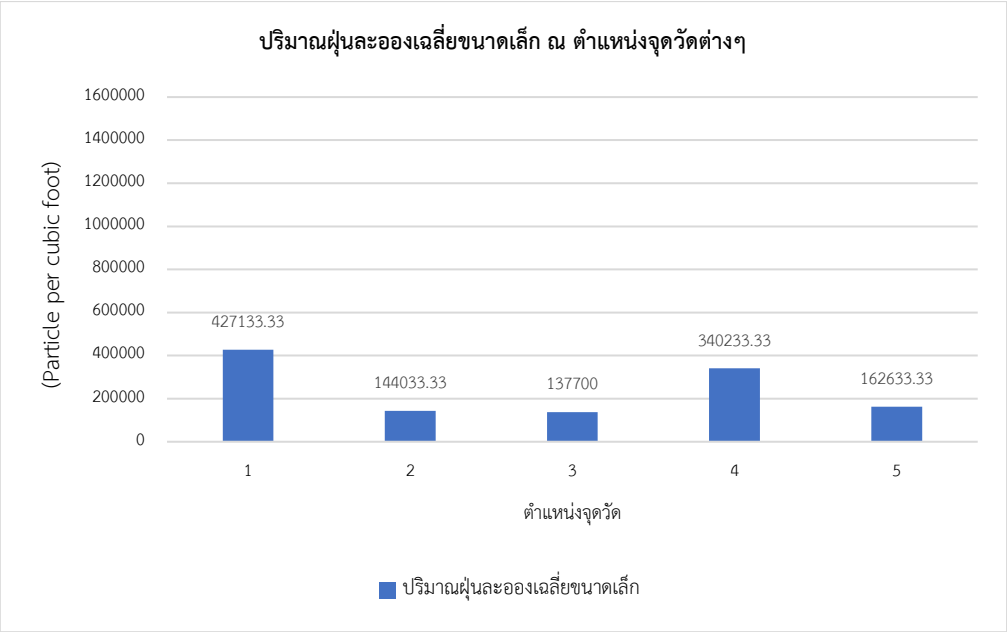
จำนวนครั้งที่ 4-6 วัด ณ บริเวณเหนือลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 7-9 วัด ณ บริเวณชุมชนเหนือลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 10-12 วัด ณ บริเวณใต้ลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 13-15 วัด ณ บริเวณชุมชนใต้ลม (ระยะ 9.5 เมตร)

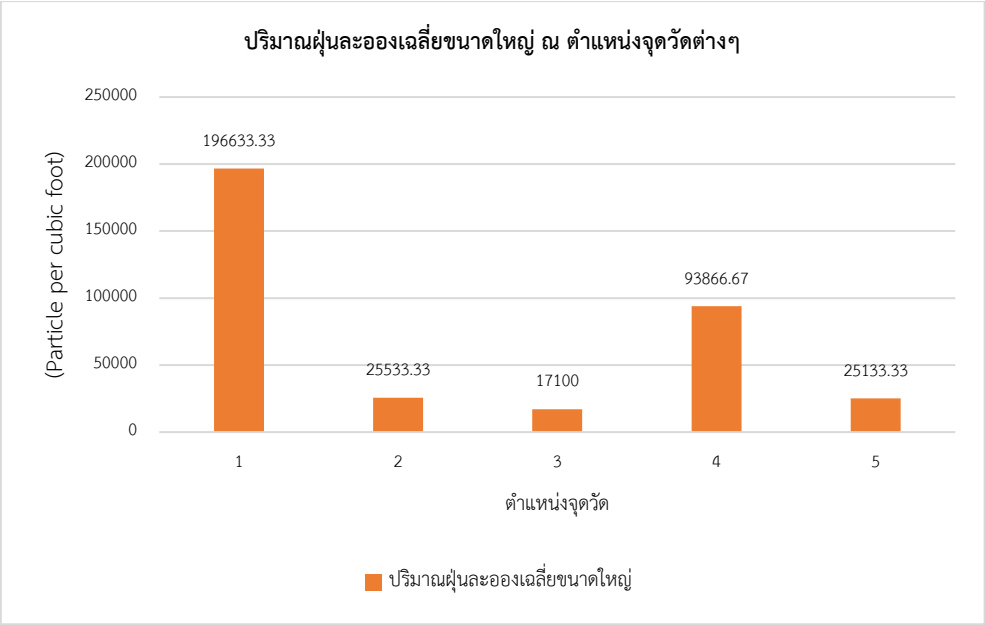
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



หมายเหตุ : จำนวนครั้งที่วัด สามารถอธิบายได้ดังนี้

จำนวนครั้งที่ 1 วัด ณ บริเวณก่อสร้าง (ใกล้บริเวณที่มีกิจกรรมระยะ 1 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 2 วัด ณ บริเวณเหนือลม (ระยะ 4.75 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 3 วัด ณ บริเวณชุมชนเหนือลม (ระยะ 9.5 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 4 วัด ณ บริเวณใต้ลม (ระยะ 4.75 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 5 วัด ณ บริเวณชุมชนใต้ลม (ระยะ 9.5 เมตร)

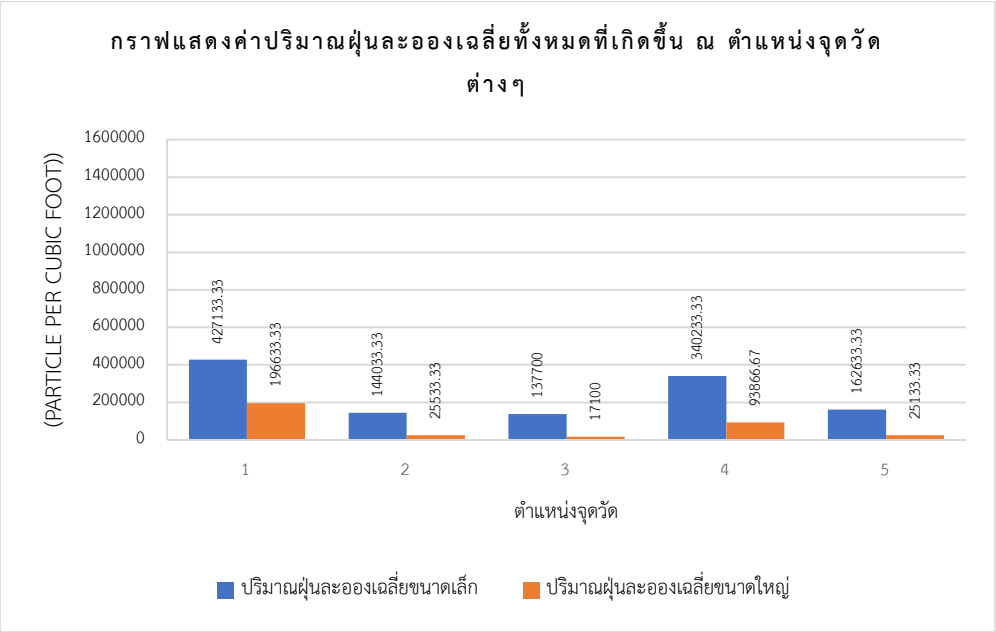
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



หมายเหตุ : จำนวนครั้งที่วัด สามารถอธิบายได้ดังนี้

จำนวนครั้งที่ 1 วัด ณ บริเวณก่อสร้าง (ใกล้บริเวณที่มีกิจกรรมระยะ 1 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 2 วัด ณ บริเวณเหนือลม (ระยะ 4.75 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 3 วัด ณ บริเวณชุมชนเหนือลม (ระยะ 9.5 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 4 วัด ณ บริเวณใต้ลม (ระยะ 4.75 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 5 วัด ณ บริเวณชุมชนใต้ลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



หมายเหตุ : จำนวนครั้งที่วัด สามารถอธิบายได้ดังนี้

จำนวนครั้งที่ 1 วัด ณ บริเวณก่อสร้าง (ใกล้บริเวณที่มีกิจกรรมระยะ 1 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 2 วัด ณ บริเวณเหนือลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 3 วัด ณ บริเวณชุมชนเหนือลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 4 วัด ณ บริเวณใต้ลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 5 วัด ณ บริเวณชุมชนใต้ลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางสรุปค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กทั้งหมด 3 แปลงทดลองของกิจกรรมเทดิน

ตำแหน่งจุดวัด	ปริมาณฝุ่นละออง (Particle/ ft^3)			ค่าเฉลี่ยฝุ่นละออง ขนาดเล็ก (Particle/ ft^3)
	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	
จุดที่ 1 : บริเวณโครงการก่อสร้าง	676533.33	538633.33	427133.33	547433.33
จุดที่ 2 : บริเวณเหนือลม	348066.67	234975	144033.33	242358.33
จุดที่ 3 : บริเวณชุมชนเหนือลม	370900	229566.67	137700	246055.57
จุดที่ 4 : บริเวณใต้ลม	547450	263575	340233.33	383752.78
จุดที่ 5 : บริเวณชุมชนใต้ลม	446000	262300	162633.33	290311.11

ตารางสรุปค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่ทั้งหมด 3 แปลงทดลองของกิจกรรมเทดิน

ตำแหน่งจุดวัด	ปริมาณฝุ่นละออง (Particle/ ft^3)			ค่าเฉลี่ยฝุ่นละออง ขนาดใหญ่ (Particle/ ft^3)
	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	
จุดที่ 1 : บริเวณโครงการก่อสร้าง	261600	216333.33	196633.33	224855.55
จุดที่ 2 : บริเวณเหนือลม	46033.33	38150	25533.33	36572.22
จุดที่ 3 : บริเวณชุมชนเหนือลม	36766.67	37200	17100	30355.57
จุดที่ 4 : บริเวณใต้ลม	50533.33	58950	93866.67	67783.33
จุดที่ 5 : บริเวณชุมชนใต้ลม	46033.33	57933.33	25133.33	43033.33

Dylos Logger v 1.6.0.0

Unit: DC1700 v 2.08

Date/Time: 03/01/59 16:30

Particles per cubic foot

สถานที่ : แปลงทดลอง

ชุดข้อมูลกิจกรรมเกลี่ยดิน ชุดที่ 1

วันที่	จุดในการวัด	เวลาในการวัด	ขนาดของฝุ่นละออง		ค่าเฉลี่ยของฝุ่นละออง	
			เล็ก	ใหญ่	เล็ก	ใหญ่
1/3/2016	1	13:58	978100	413200	394409	47986
1/3/2016		13:59	464400	86900		
1/3/2016		14:00	323700	22700		
1/3/2016		14:02	310400	14200		
1/3/2016		14:03	520000	92700		
1/3/2016		14:04	336200	17000		
1/3/2016		14:05	360200	22600		
1/3/2016		14:06	345400	35200		
1/3/2016		14:07	361900	26300		
1/3/2016		14:08	378100	23500		
1/3/2016		14:09	327100	15600		
1/3/2016		14:10	336700	17100		
1/3/2016		14:11	319900	12200		
1/3/2016		14:12	305800	9400		
1/3/2016		14:13	351100	34700		
1/3/2016		14:14	297900	16800		
1/3/2016		14:16	359500	26700		
1/3/2016		14:17	369100	35100		
1/3/2016		14:18	335200	22200		
1/3/2016		14:19	628400	73900		
1/3/2016		14:20	343600	23000		

1/3/2016		14:21	324300	14700		
1/3/2016		14:31	390600	23600		
1/3/2016		14:32	327400	13100		
1/3/2016		14:33	327700	12400		
1/3/2016		14:34	363200	19500		
1/3/2016		14:35	345600	16600		
1/3/2016		14:36	369500	25600		
1/3/2016		14:37	355600	20900		
1/3/2016		14:39	538300	65200		
1/3/2016		14:40	521700	73700		
1/3/2016		14:41	358600	21700		
1/3/2016		14:42	288700	15200		
1/3/2016		14:43	314800	19100		
1/3/2016		14:44	323700	20500		
1/3/2016		14:45	338900	20900		
1/3/2016		14:46	287000	11600		
1/3/2016		14:47	279800	10300		
1/3/2016		14:48	291400	11800		
1/3/2016	2	14:49	344600	17000	342988	21375
1/3/2016		14:50	298700	11500		
1/3/2016		14:51	314900	15700		
1/3/2016		14:52	283700	11400		
1/3/2016		14:53	266200	9100		
1/3/2016		14:54	300600	12500		
1/3/2016		14:55	400500	34100		
1/3/2016		15:00	376200	19700		
1/3/2016		15:01	272900	13700		
1/3/2016	3	15:02	271600	14500	339558	21808
1/3/2016		15:03	386200	36900		
1/3/2016		15:04	302400	13300		

1/3/2016		15:05	397300	35500		
1/3/2016		15:07	302800	18900		
1/3/2016		15:08	334000	19200		
1/3/2016		15:09	357200	15600		
1/3/2016		15:10	284100	12300		
1/3/2016		15:11	270200	11800		
1/3/2016		15:12	292600	14700		
1/3/2016		15:13	334000	16200		
1/3/2016		15:14	371300	28200		
1/3/2016		15:15	297100	12300		
1/3/2016		15:16	285200	10700		
1/3/2016		15:17	326800	14800		
1/3/2016		15:18	296900	15700		
1/3/2016		15:19	345500	21400		
1/3/2016		15:20	379900	24100		
1/3/2016		15:21	337500	19700		
1/3/2016		15:22	475000	48200		
1/3/2016		15:23	371600	23900		
1/3/2016		15:24	481100	62100		
1/3/2016	4	15:34	382800	16800	392975	24444
1/3/2016		15:36	374700	22500		
1/3/2016		15:37	380700	15100		
1/3/2016		15:38	378100	14200		
1/3/2016		15:39	382500	22900		
1/3/2016		15:40	354700	21900		
1/3/2016		15:41	363200	22900		
1/3/2016		15:43	411000	23100		
1/3/2016		15:45	409400	20300		
1/3/2016		15:46	420800	18600		
1/3/2016		15:49	425200	23900		

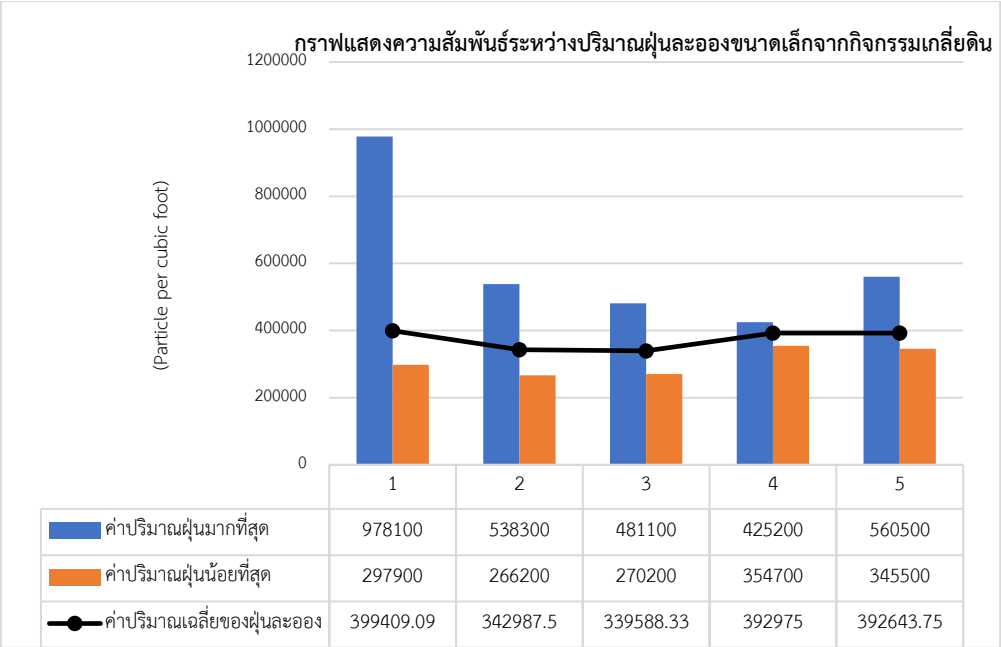
1/3/2016		15:50	386000	30000		
1/3/2016		15:51	391800	35700		
1/3/2016		15:53	421500	64400		
1/3/2016		15:54	393300	16100		
1/3/2016		15:56	411900	22700		
1/3/2016	5	15:59	403200	31900	392644	25494
1/3/2016		16:00	402700	30800		
1/3/2016		16:01	395400	28100		
1/3/2016		16:04	390600	36300		
1/3/2016		16:08	394500	17700		
1/3/2016		16:09	390300	14300		
1/3/2016		16:12	372900	31800		
1/3/2016		16:13	404800	17500		
1/3/2016		16:14	386100	18500		
1/3/2016		16:15	362600	10000		
1/3/2016		16:16	395500	22100		
1/3/2016		16:17	403600	30300		
1/3/2016		16:18	393000	24900		
1/3/2016		16:20	397300	36700		
1/3/2016		16:21	405400	27800		
1/3/2016		16:22	384400	29200		

ตารางสรุปค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กจากกิจกรรมเกลี่ยดินของแต่ละจุดวัด

ตำแหน่งจุดวัดข้อมูล	ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก (Particle/ ft^3)		
	ค่าปริมาณฝุ่นมากที่สุด	ค่าปริมาณเฉลี่ยของฝุ่นละออง	ค่าปริมาณฝุ่นน้อยที่สุด
จุดที่ 1	978100	399409	297900
จุดที่ 2	538300	342988	266200
จุดที่ 3	481100	339588	270200
จุดที่ 4	425200	392975	354700
จุดที่ 5	560500	392644	345500

ตารางสรุปค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่จากกิจกรรมเกลี่ยดินของแต่ละจุดวัด

ตำแหน่งจุดวัดข้อมูล	ปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่ (Particle/ ft^3)		
	ค่าปริมาณฝุ่นมากที่สุด	ค่าปริมาณเฉลี่ยของฝุ่นละออง	ค่าปริมาณฝุ่นน้อยที่สุด
จุดที่ 1	413200	47986	9400
จุดที่ 2	73700	21375	9100
จุดที่ 3	62100	21808	10700
จุดที่ 4	64400	31008	14200
จุดที่ 5	62300	25494	8900



หมายเหตุ : จำนวนครั้งที่วัด สามารถอธิบายได้ดังนี้

จำนวนครั้งที่ 1 วัด ณ บริเวณก่อสร้าง (ใกล้บริเวณที่มีกิจกรรมระยะ 1 เมตร)

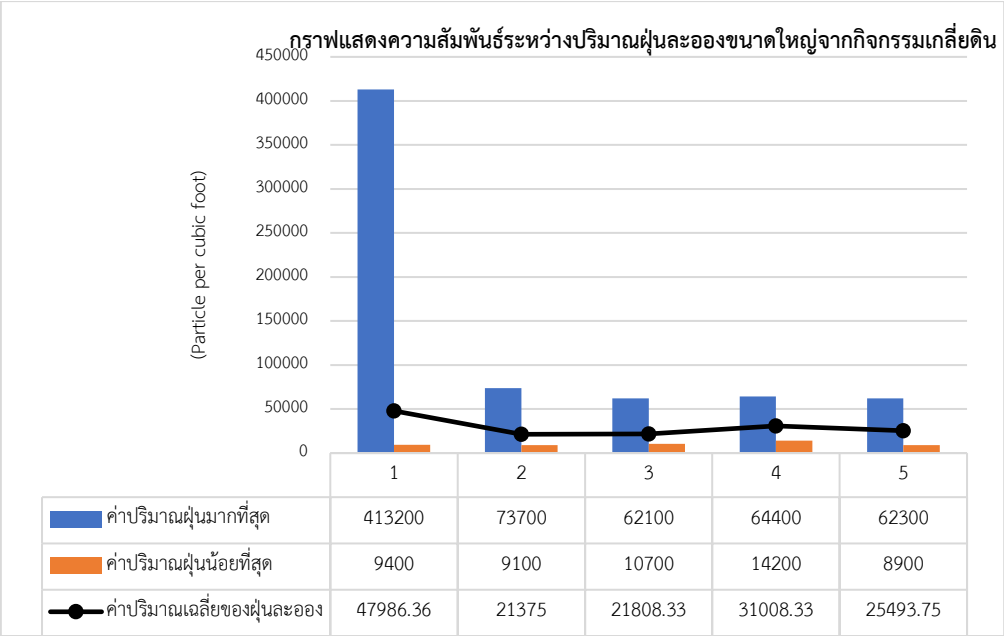
จำนวนครั้งที่ 2 วัด ณ บริเวณเหนือลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 3 วัด ณ บริเวณชุมชนเหนือลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 4 วัด ณ บริเวณใต้ลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 5 วัด ณ บริเวณชุมชนใต้ลม (ระยะ 9.5 เมตร)

Chulalongkorn University



หมายเหตุ : จำนวนครั้งที่วัด สามารถอธิบายได้ดังนี้

จำนวนครั้งที่ 1 วัด ณ บริเวณก่อสร้าง (ใกล้บริเวณที่มีกิจกรรมระยะ 1 เมตร)

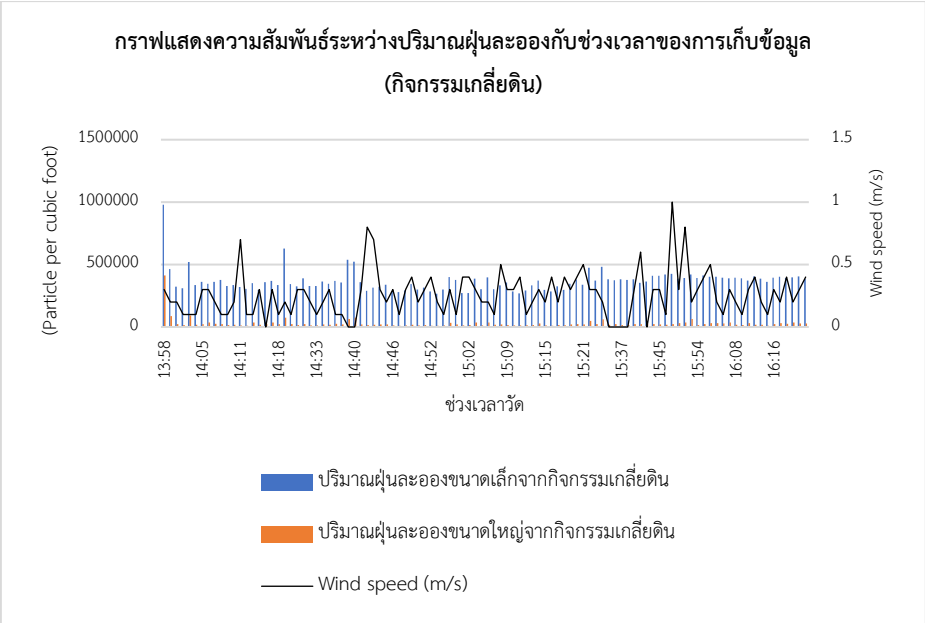
จำนวนครั้งที่ 2 วัด ณ บริเวณเหนือลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 3 วัด ณ บริเวณชุมชนเหนือลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 4 วัด ณ บริเวณใต้ลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 5 วัด ณ บริเวณชุมชนใต้ลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



หมายเหตุ : ช่วงเวลาในการวัด สามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้

ทิศทางลม : ลมเหนือ (N)

เวลา 13:58 – 14:21 น. วัด ณ บริเวณก่อสร้าง (ใกล้บริเวณที่มีกิจกรรมระยะ 1 เมตร)

เวลา 14:31 – 14:55 น. วัด ณ บริเวณเหนือลม (ระยะ 4.75 เมตร)

เวลา 15:00 – 15:24 น. วัด ณ บริเวณชุมชนเหนือลม (ระยะ 9.5 เมตร)

เวลา 15:33 – 15:56 น. ณ บริเวณใต้ลม (ระยะ 4.75 เมตร)

เวลา 15:59 – 16:22 น. วัด ณ บริเวณชุมชนใต้ลม (ระยะ 9.5 เมตร)

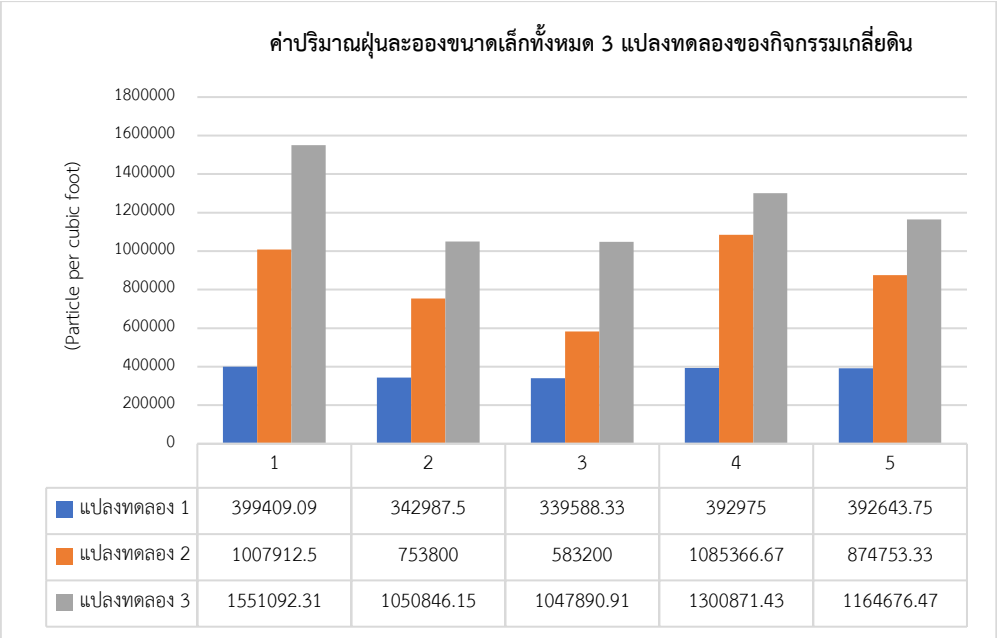
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางสรุปค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กทั้งหมด 3 แปลงทดลองของกิจกรรมเกลี่ยดิน

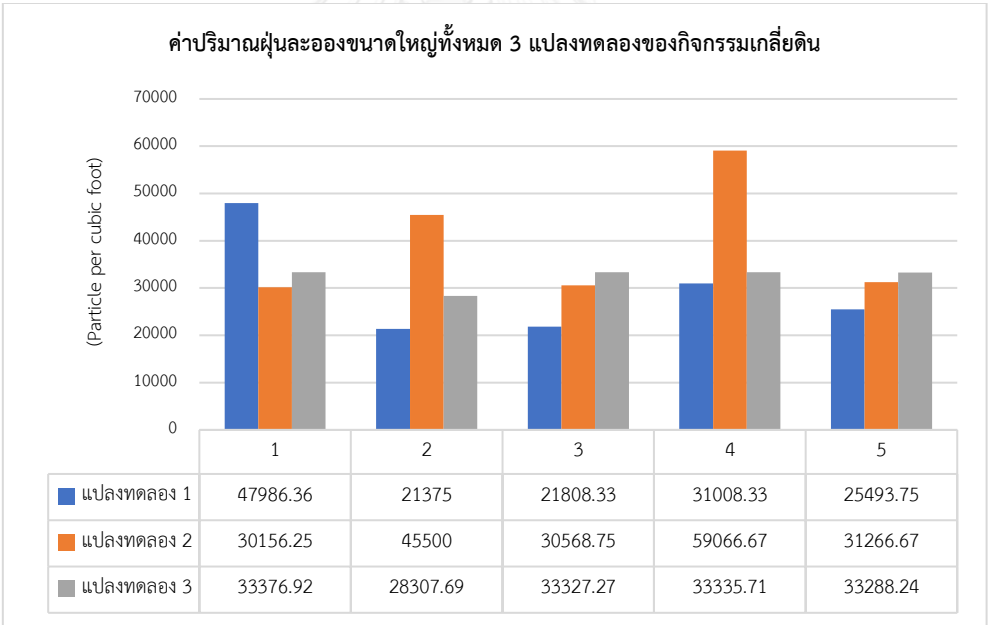
ตำแหน่งจุดวัด	ปริมาณฝุ่นละออง (Particle/ ft^3)			ค่าเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาดเล็ก (Particle/ ft^3)
	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	
จุดที่ 1 : บริเวณโครงการก่อสร้าง	399409.09	1007912.5	1551092.31	986138
จุดที่ 2 : บริเวณเหนือลม	342987.50	753800	1050846.15	715878
จุดที่ 3 : บริเวณชุมชนเหนือลม	339588.33	583200	1047890.91	656893
จุดที่ 4 : บริเวณใต้ลม	392975	1085366.67	1300871.43	926404
จุดที่ 5 : บริเวณชุมชนใต้ลม	392643.75	874753.33	1164676.47	81069

ตารางสรุปค่าเฉลี่ยของปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่ทั้งหมด 3 แปลงทดลองของกิจกรรมเกลี่ยดิน

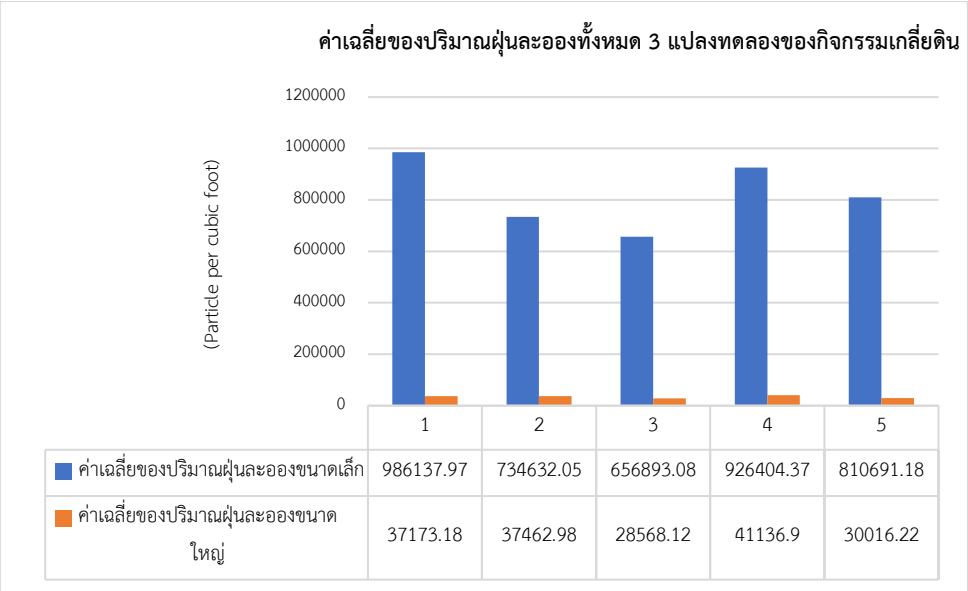
ตำแหน่งจุดวัด	ปริมาณฝุ่นละออง (Particle/ ft^3)			ค่าเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาดใหญ่ (Particle/ ft^3)
	วันที่ 1	วันที่ 2	วันที่ 3	
จุดที่ 1 : บริเวณโครงการก่อสร้าง	47986.36	30156.25	33376.92	37173
จุดที่ 2 : บริเวณเหนือลม	21375	45500	28307.69	31728
จุดที่ 3 : บริเวณชุมชนเหนือลม	21808.33	30568.75	33327.27	28568
จุดที่ 4 : บริเวณใต้ลม	31008.33	59066.67	33335.71	41137
จุดที่ 5 : บริเวณชุมชนใต้ลม	25493.75	31266.67	33288.24	30016



	1	2	3	4	5
แปลงทดลอง 1	399409.09	342987.5	339588.33	392975	392643.75
แปลงทดลอง 2	1007912.5	753800	583200	1085366.67	874753.33
แปลงทดลอง 3	1551092.31	1050846.15	1047890.91	1300871.43	1164676.47



	1	2	3	4	5
แปลงทดลอง 1	47986.36	21375	21808.33	31008.33	25493.75
แปลงทดลอง 2	30156.25	45500	30568.75	59066.67	31266.67
แปลงทดลอง 3	33376.92	28307.69	33327.27	33335.71	33288.24



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Dylos Logger v 1.6.0.0

Unit: DC1700 v 2.08

Date/Time: 03/03/59 10:38

Particles per cubic foot

สถานที่ : แปลงทดลอง

ชุดข้อมูลกิจกรรมเกลี่ยดิน ชุดที่ 2

วันที่	จุดในการวัด	เวลาในการวัด	ขนาดของฝุ่นละออง		ค่าเฉลี่ยของฝุ่นละออง	
			เล็ก	ใหญ่	เล็ก	ใหญ่
3/3/2016	1	10:38	1212400	25500	1007913	30156
3/3/2016		10:39	1407200	38400		
3/3/2016		10:40	1402700	49400		
3/3/2016		10:41	1184000	38700		
3/3/2016		10:42	1014400	30400		
3/3/2016		10:43	979200	28900		
3/3/2016		10:44	941400	26600		
3/3/2016		10:45	873100	20300		
3/3/2016		10:46	880600	25000		
3/3/2016		10:47	834100	20200		
3/3/2016		10:48	889200	23700		
3/3/2016		10:49	968600	34700		
3/3/2016		10:50	958700	36500		
3/3/2016		10:51	864900	34100		
3/3/2016		10:52	824400	23300		
3/3/2016		10:53	891700	26800		
3/3/2016	2	11:32	794500	35500	753800	45500.00
3/3/2016		11:33	651200	31000		
3/3/2016		11:34	666900	30800		
3/3/2016		11:35	645800	25400		
3/3/2016		11:36	651600	31600		
3/3/2016		11:37	834400	64000		
3/3/2016		11:39	765000	44300		
3/3/2016		11:40	750000	43600		
3/3/2016		11:41	645500	36500		
3/3/2016		11:42	1086200	88400		

3/3/2016		11:43	755600	59500		
3/3/2016		11:44	796100	42200		
3/3/2016		11:45	854800	70900		
3/3/2016		11:46	655600	33300		
3/3/2016	3	11:48	733000	51900	583200	30569
3/3/2016		11:49	570100	31700		
3/3/2016		11:50	540800	22300		
3/3/2016		11:51	798200	61200		
3/3/2016		11:52	613800	30600		
3/3/2016		11:53	621000	30300		
3/3/2016		11:54	528700	21000		
3/3/2016		11:55	580000	25100		
3/3/2016		11:56	588000	22500		
3/3/2016		11:57	507200	18100		
3/3/2016		11:58	591600	38600		
3/3/2016		11:59	510500	26000		
3/3/2016		12:00	488000	19000		
3/3/2016		12:01	557100	33300		
3/3/2016		12:02	497300	22300		
3/3/2016		12:03	605900	35200		
3/3/2016	4	10:55	831600	23200	1085367	59067
3/3/2016		10:56	995700	44400		
3/3/2016		10:57	1000200	28200		
3/3/2016		10:58	997400	26400		
3/3/2016		10:59	946500	24300		
3/3/2016		11:00	1024300	27000		
3/3/2016		11:01	1178200	39700		
3/3/2016		11:02	1132600	42700		
3/3/2016		11:03	1042700	37900		
3/3/2016		11:04	964400	26300		
3/3/2016		11:05	1340800	162000		
3/3/2016		11:06	1206400	69600		
3/3/2016		11:07	1508200	251500		
3/3/2016		11:08	1001000	35700		
3/3/2016		11:09	1110500	47100		

3/3/2016	5	11:10	947400	31500	874753	31267
3/3/2016		11:11	1080900	54400		
3/3/2016		11:12	930100	43600		
3/3/2016		11:13	895800	28000		
3/3/2016		11:14	829400	24300		
3/3/2016		11:15	884700	31000		
3/3/2016		11:16	835300	25300		
3/3/2016		11:17	849900	26200		
3/3/2016		11:18	760900	24900		
3/3/2016		11:19	1016500	61600		
3/3/2016		11:20	790100	23600		
3/3/2016		11:21	788300	20000		
3/3/2016		11:22	857800	27000		
3/3/2016		11:23	822600	26600		
3/3/2016		11:24	831600	21000		

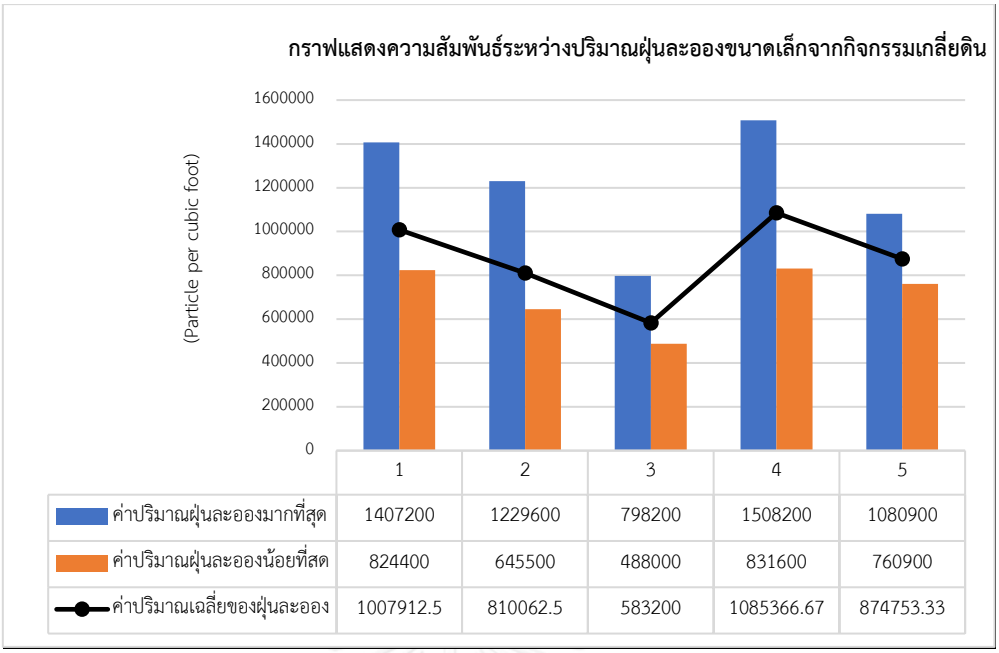
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตารางสรุปค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กจากกิจกรรมเกลี่ยดินของแต่ละจุดวัด

ตำแหน่งจุดวัดข้อมูล	ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก (Particle/ ft^3)		
	ค่าปริมาณฝุ่นมากที่สุด	ค่าปริมาณเฉลี่ยของฝุ่นละออง	ค่าปริมาณฝุ่นน้อยที่สุด
จุดที่ 1	1407200	1007913	824400
จุดที่ 2	1229600	810063	645500
จุดที่ 3	798200	583200	488000
จุดที่ 4	1508200	1085367	831600
จุดที่ 5	1080900	874753	760900

ตารางสรุปค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่จากกิจกรรมเกลี่ยดินของแต่ละจุดวัด

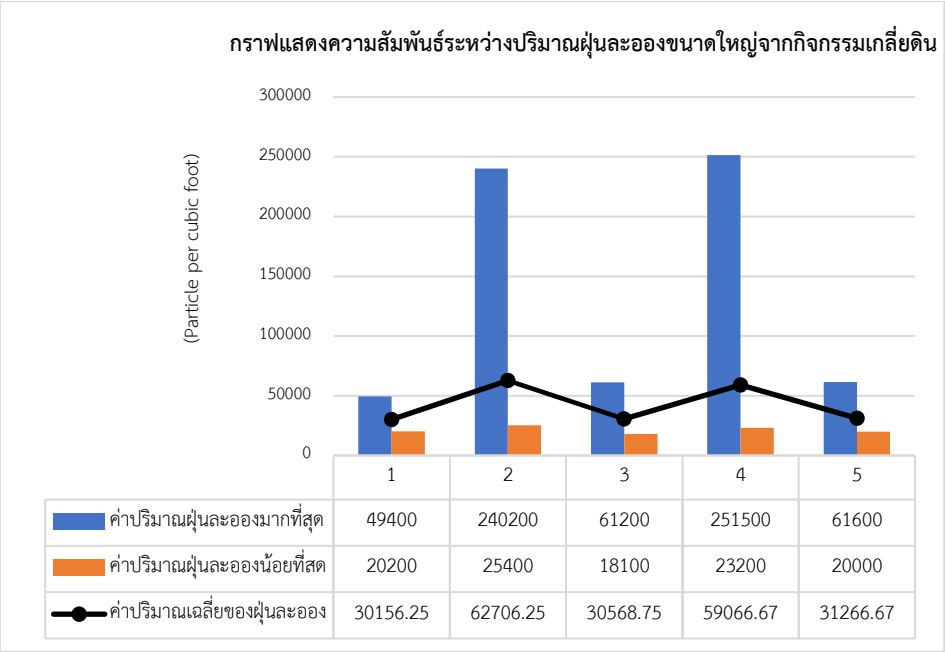
ตำแหน่งจุดวัดข้อมูล	ปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่ (Particle/ ft^3)		
	ค่าปริมาณฝุ่นมากที่สุด	ค่าปริมาณเฉลี่ยของฝุ่นละออง	ค่าปริมาณฝุ่นน้อยที่สุด
จุดที่ 1	49400	30156	20200
จุดที่ 2	240200	62706	25400
จุดที่ 3	61200	30569	18100
จุดที่ 4	251500	59067	23200
จุดที่ 5	61600	31267	20000



หมายเหตุ : จำนวนครั้งที่วัด สามารถอธิบายได้ดังนี้

จำนวนครั้งที่ 1 วัด ณ บริเวณก่อสร้าง (ใกล้บริเวณที่มีกิจกรรมระยะ 1 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 2 วัด ณ บริเวณเหนือลม (ระยะ 4.75 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 3 วัด ณ บริเวณชุมชนเหนือลม (ระยะ 9.5 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 4 วัด ณ บริเวณใต้ลม (ระยะ 4.75 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 5 วัด ณ บริเวณชุมชนใต้ลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



หมายเหตุ : จำนวนครั้งที่วัด สามารถอธิบายได้ดังนี้

จำนวนครั้งที่ 1 วัด ณ บริเวณก่อสร้าง (ใกล้บริเวณที่มีกิจกรรมระยะ 1 เมตร)

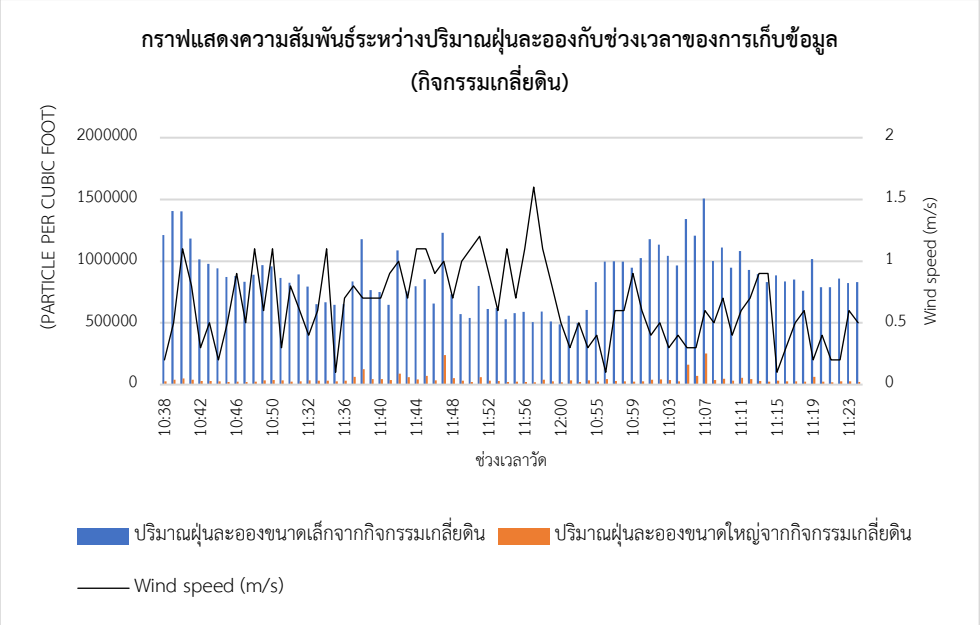
จำนวนครั้งที่ 2 วัด ณ บริเวณเหนือลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 3 วัด ณ บริเวณชุมชนเหนือลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 4 วัด ณ บริเวณใต้ลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 5 วัด ณ บริเวณชุมชนใต้ลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



หมายเหตุ : ช่วงเวลาในการวัด สามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้

ทิศทางลม : ลมตะวันออกเฉียงใต้ (SE)

เวลา 10:38 – 10:53 น. วัด ณ บริเวณก่อสร้าง (ใกล้บริเวณที่มีกิจกรรมระยะ 1 เมตร)

เวลา 11:32 – 11:47 น. วัด ณ บริเวณเหนือลม (ระยะ 4.75 เมตร)

เวลา 11:48 – 12:03 น. วัด ณ บริเวณชุมชนเหนือลม (ระยะ 9.5 เมตร)

เวลา 10:55 – 11:09 น. ณ บริเวณใต้ลม (ระยะ 4.75 เมตร)

เวลา 11:10 – 11:25 น. วัด ณ บริเวณชุมชนใต้ลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Dylos Logger v 1.6.0.0

Unit: DC1700 v 2.08

Date/Time: 03/04/59 09:04

Particles per cubic foot

สถานที่ : แปลงทดลอง

ชุดข้อมูลกิจกรรมเกลี่ยดิน ชุดที่ 3

วันที่	จุดในการวัด	เวลาในการวัด	ขนาดของฝุ่นละออง		ค่าเฉลี่ยของฝุ่นละออง	
			เล็ก	ใหญ่	เล็ก	ใหญ่
4/3/2016	1	9:04	2149300	50900	1551092	33377
4/3/2016		9:05	2043500	45400		
4/3/2016		9:06	1904300	34500		
4/3/2016		9:07	1782700	34100		
4/3/2016		9:08	1621200	31000		
4/3/2016		9:09	1424400	25700		
4/3/2016		9:10	1503100	32800		
4/3/2016		9:11	1508000	36900		
4/3/2016		9:12	1401600	31900		
4/3/2016		9:13	1304300	30200		
4/3/2016		9:14	1152900	25100		
4/3/2016		9:15	1186800	28400		
4/3/2016		9:16	1182100	27000		
4/3/2016	2	9:19	1125600	30800	1050846	28308
4/3/2016		9:20	896900	24600		
4/3/2016		9:21	968900	24200		
4/3/2016		9:22	1102900	23800		
4/3/2016		9:23	1276700	27000		
4/3/2016		9:24	1183900	31100		
4/3/2016		9:26	894000	22700		
4/3/2016		9:27	901700	24000		
4/3/2016		9:28	978400	26600		
4/3/2016		9:29	1075700	33500		

4/3/2016		9:30	1001400	28500		
4/3/2016		9:31	1280300	42100		
4/3/2016		9:32	974600	29100		
4/3/2016		9:34	1008800	27700		
4/3/2016		9:35	963800	28000		
4/3/2016		9:36	1062100	42600		
4/3/2016		9:38	1047200	31800		
4/3/2016		9:39	1058000	28400		
4/3/2016	3	9:40	1005200	29200	1047891	33327
4/3/2016		9:41	1076400	47100		
4/3/2016		9:44	1176600	30600		
4/3/2016		9:45	1013200	34800		
4/3/2016		9:46	1114000	32300		
4/3/2016		9:52	1001500	34100		
4/3/2016		9:57	1195500	33700		
4/3/2016		9:58	1158500	33300		
4/3/2016		9:59	1166600	32500		
4/3/2016		10:00	1316000	31900		
4/3/2016		10:01	1306900	35900		
4/3/2016		10:02	1377900	32000		
4/3/2016		10:03	1331300	34500		
4/3/2016	4	10:04	1375700	34500	1300871	33336
4/3/2016		10:05	1305200	34300		
4/3/2016		10:06	1333400	31900		
4/3/2016		10:07	1295900	34900		
4/3/2016		10:08	1301300	30600		
4/3/2016		10:09	1343300	32600		
4/3/2016		10:10	1404700	34100		
4/3/2016		10:13	1354500	36500		
4/3/2016		10:14	1277200	32800		
4/3/2016		10:17	1083700	30400		
4/3/2016		10:18	1114800	32100		
4/3/2016		10:19	1159300	32700		
4/3/2016	5	10:20	1083000	33300	1164677	33288
4/3/2016		10:21	1098500	32900		

4/3/2016		10:22	1106500	34000		
4/3/2016		10:23	1137500	32700		
4/3/2016		10:24	1158200	35100		
4/3/2016		10:25	1181000	34400		
4/3/2016		10:26	1183800	32600		
4/3/2016		10:27	1158900	35000		
4/3/2016		10:28	1155500	33700		
4/3/2016		10:29	1213400	37500		
4/3/2016		10:30	1222800	30000		
4/3/2016		10:31	1110900	30200		

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

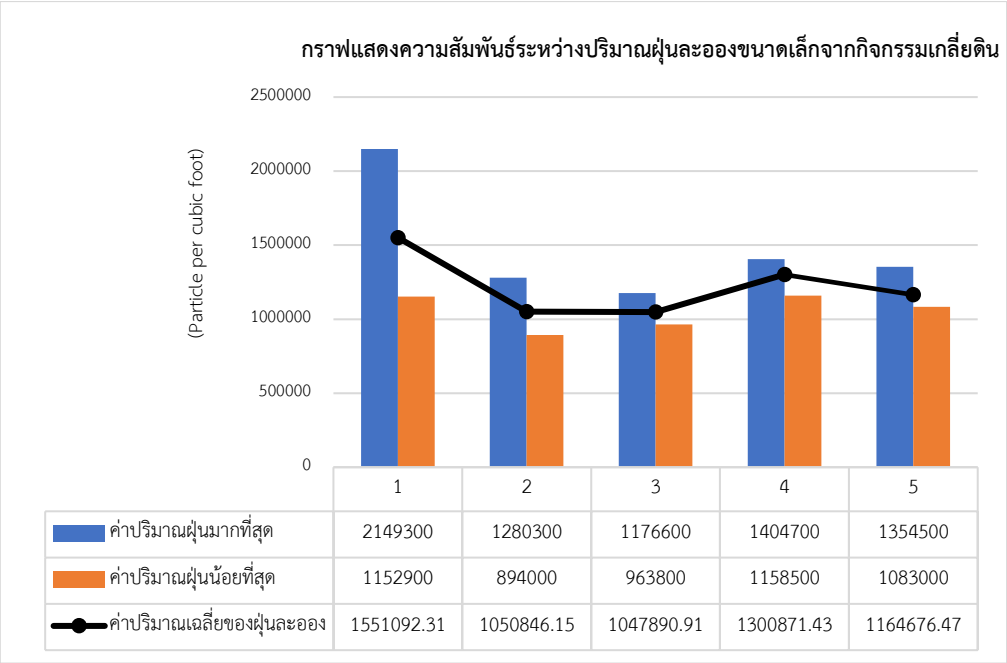
ตารางสรุปค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กจากกิจกรรมเกลี่ยดินของแต่ละจุดวัด

ตำแหน่งจุดวัดข้อมูล	ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก (Particle/ ft^3)		
	ค่าปริมาณฝุ่นมากที่สุด	ค่าปริมาณเฉลี่ยของฝุ่นละออง	ค่าปริมาณฝุ่นน้อยที่สุด
จุดที่ 1	2149300	1551092	1152900
จุดที่ 2	1280300	1050846	894000
จุดที่ 3	1176600	1047891	963800
จุดที่ 4	1404700	1300871	1158500
จุดที่ 5	1354500	1164677	1083000

ตารางสรุปค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่จากกิจกรรมเกลี่ยดินของแต่ละจุดวัด

ตำแหน่งจุดวัดข้อมูล	ปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่ (Particle/ ft^3)		
	ค่าปริมาณฝุ่นมากที่สุด	ค่าปริมาณเฉลี่ยของฝุ่นละออง	ค่าปริมาณฝุ่นน้อยที่สุด
จุดที่ 1	50900	33377	25100
จุดที่ 2	42100	28308	22700
จุดที่ 3	47100	33327	27700
จุดที่ 4	35900	33336	30600
จุดที่ 5	37500	33288	30000

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



หมายเหตุ : จำนวนครั้งที่วัด สามารถอธิบายได้ดังนี้

จำนวนครั้งที่ 1 วัด ณ บริเวณก่อสร้าง (ใกล้บริเวณที่มีกิจกรรมระยะ 1 เมตร)

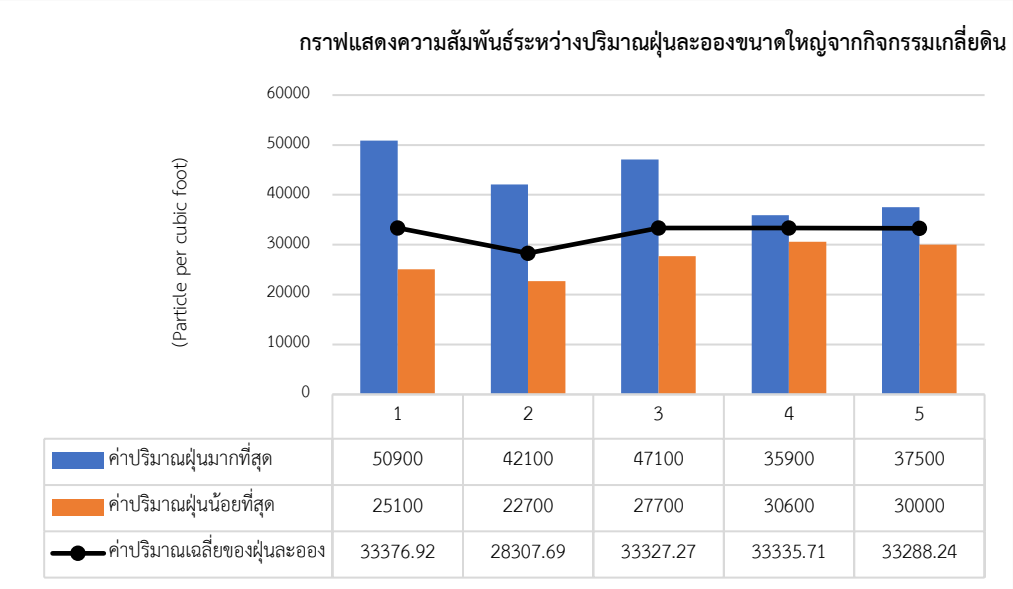
จำนวนครั้งที่ 2 วัด ณ บริเวณเหนือลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 3 วัด ณ บริเวณชุมชนเหนือลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 4 วัด ณ บริเวณใต้ลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 5 วัด ณ บริเวณชุมชนใต้ลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



	1	2	3	4	5
ค่าปริมาณฝุ่นมากที่สุด	50900	42100	47100	35900	37500
ค่าปริมาณฝุ่นน้อยที่สุด	25100	22700	27700	30600	30000
ค่าปริมาณเฉลี่ยของฝุ่นละออง	33376.92	28307.69	33327.27	33335.71	33288.24

หมายเหตุ : จำนวนครั้งที่วัด สามารถอธิบายได้ดังนี้

จำนวนครั้งที่ 1 วัด ณ บริเวณก่อสร้าง (ใกล้บริเวณที่มีกิจกรรมระยะ 1 เมตร)

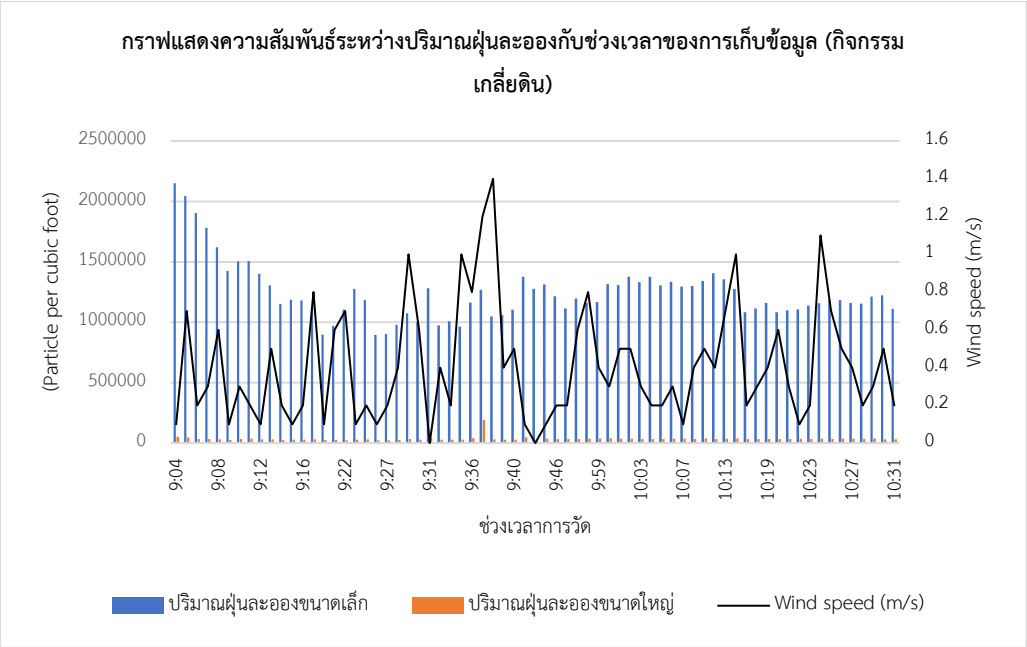
จำนวนครั้งที่ 2 วัด ณ บริเวณเหนือลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 3 วัด ณ บริเวณชุมชนเหนือลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 4 วัด ณ บริเวณใต้ลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 5 วัด ณ บริเวณชุมชนใต้ลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



หมายเหตุ : ช่วงเวลาในการวัด สามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้

ทิศทางลม : ลมตะวันออกเฉียงใต้ (SE)

เวลา 9:04 – 9:17 น. วัด ณ บริเวณก่อสร้าง (ใกล้บริเวณที่มีกิจกรรมระยะ 1 เมตร)

เวลา 9:19 –9:32 น. วัด ณ บริเวณเหนือลม (ระยะ 4.75 เมตร)

เวลา 9:34 – 9:47 น. วัด ณ บริเวณชุมชนเหนือลม (ระยะ 9.5 เมตร)

เวลา 9:57 – 10:12 น. ณ บริเวณใต้ลม (ระยะ 4.75 เมตร)

เวลา 10:13 – 10:26 น. วัด ณ บริเวณชุมชนใต้ลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Dylos Logger v 1.6.0.0

Unit: DC1700 v 2.08

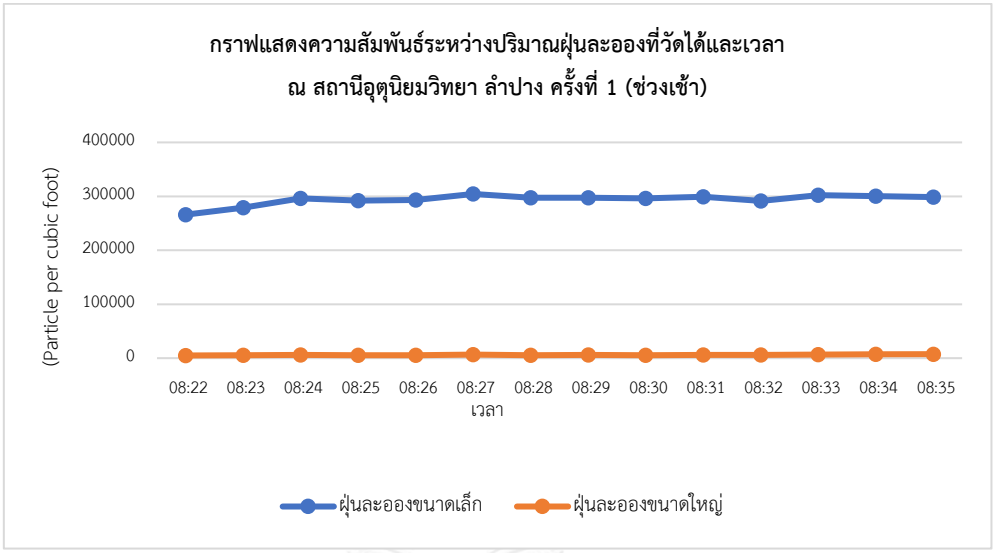
Date/Time: 05/19/59 08:34

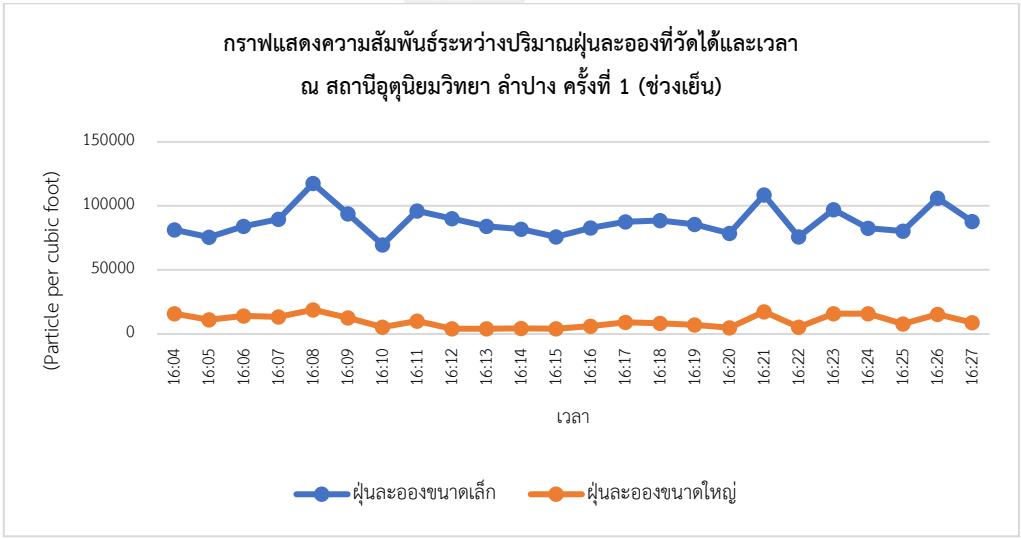
Particles per cubic foot

สถานที่ทดลอง สถานีอุตุนิยมวิทยา

วันที่	เวลาในการวัด	ขนาดของฝุ่นละออง	
		เล็ก	ใหญ่
19/5/2559	08:22	266100	5000
19/5/2559	08:23	279300	5700
19/5/2559	08:24	296100	5800
19/5/2559	08:25	292200	5400
19/5/2559	08:26	293200	5700
19/5/2559	08:27	304400	6500
19/5/2559	08:28	297200	5600
19/5/2559	08:29	297400	6200
19/5/2559	08:30	296000	5300
19/5/2559	08:31	299100	6100
19/5/2559	08:32	291300	6300
19/5/2559	08:33	302100	6900
19/5/2559	08:34	300300	7000
19/5/2559	08:35	298800	7400

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University


กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้และเวลา
ณ สถานีอุตุนิยมวิทยา ลำปาง ครั้งที่ 1 (ช่วงเช้า)
(Particle per cubic foot)
400000
300000
200000
100000
0
08:22 08:23 08:24 08:25 08:26 08:27 08:28 08:29 08:30 08:31 08:32 08:33 08:34 08:35
เวลา
ฝุ่นละอองขนาดเล็ก
ฝุ่นละอองขนาดใหญ่


กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้และเวลา
ณ สถานีอุตุนิยมวิทยา ลำปาง ครั้งที่ 1 (ช่วงเย็น)
(Particle per cubic foot)
150000
100000
50000
0
16:04 16:05 16:06 16:07 16:08 16:09 16:10 16:11 16:12 16:13 16:14 16:15 16:16 16:17 16:18 16:19 16:20 16:21 16:22 16:23 16:24 16:25 16:26 16:27
เวลา
ฝุ่นละอองขนาดเล็ก
ฝุ่นละอองขนาดใหญ่

Dylos Logger v 1.6.0.0

Unit: DC1700 v 2.08

Date/Time: 05/19/59 17:45

Particles per cubic foot

สถานที่ทดลอง สถานีอุตุนิยมวิทยา

วันที่	เวลาในการวัด	ขนาดของฝุ่นละออง	
		เล็ก	ใหญ่
19/5/2559	16:04	81300	15800
19/5/2559	16:05	75700	11200
19/5/2559	16:06	84000	14100
19/5/2559	16:07	89600	13400
19/5/2559	16:08	117500	18900
19/5/2559	16:09	93800	12500
19/5/2559	16:10	69700	5300
19/5/2559	16:11	96100	10200
19/5/2559	16:12	90200	4100
19/5/2559	16:13	84200	4100
19/5/2559	16:14	81900	4400
19/5/2559	16:15	75900	4200
19/5/2559	16:16	82900	6100
19/5/2559	16:17	87600	9100
19/5/2559	16:18	88500	8400
19/5/2559	16:19	85700	7000
19/5/2559	16:20	78600	4800
19/5/2559	16:21	108600	17300
19/5/2559	16:22	75800	5400
19/5/2559	16:23	97100	15900
19/5/2559	16:24	82700	15900
19/5/2559	16:25	80300	7900
19/5/2559	16:26	106100	15300
19/5/2559	16:27	87800	8800

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Dylos Logger v 1.6.0.0

Unit: DC1700 v 2.08

Date/Time: 05/19/59 14:38

Particles per cubic foot

สถานที่ : แปลงทดลอง

ชุดข้อมูลกิจกรรมเกลี่ยดิน ชุดที่ 1

วันที่	จุดในการวัด	เวลาในการวัด	ขนาดของฝุ่นละออง		ค่าเฉลี่ยของฝุ่นละออง	
			เล็ก	ใหญ่	เล็ก	ใหญ่
19/5/2016	1	13:22	130700	16400	188576	42848
19/5/2016		13:23	159900	20700		
19/5/2016		13:24	244700	63000		
19/5/2016		13:25	120100	16400		
19/5/2016		13:26	274600	70700		
19/5/2016		13:27	237300	76000		
19/5/2016		13:28	95000	13100		
19/5/2016		13:29	97500	7000		
19/5/2016		13:30	292300	68100		
19/5/2016		13:31	144000	32500		
19/5/2016		13:32	430500	174600		
19/5/2016		13:33	212200	43100		
19/5/2016		13:34	123800	18400		
19/5/2016		13:35	168400	31900		
19/5/2016		13:36	159100	26400		
19/5/2016		13:37	229200	27400		
19/5/2016		13:38	154500	18500		
19/5/2016		13:39	146400	38400		
19/5/2016		13:40	178800	53900		
19/5/2016		13:41	99600	14100		
19/5/2016		13:42	261500	69200		
19/5/2016		15:03	102500	15600		
19/5/2016		15:04	226700	95100		
19/5/2016		15:05	93800	12200		

19/5/2016		15:06	76300	8000		
19/5/2016		15:08	65200	4500		
19/5/2016		15:09	97100	16200		
19/5/2016		15:10	60200	3500		
19/5/2016		15:11	117400	38200		
19/5/2016		15:12	58100	6500		
19/5/2016		15:13	145700	47800		
19/5/2016		15:14	87500	14400		
19/5/2016	2	15:15	164800	62500	97415	22445
19/5/2016		15:16	184900	78700		
19/5/2016		15:17	60600	5700		
19/5/2016		15:18	51800	3400		
19/5/2016		15:19	131400	20100		
19/5/2016		15:20	51000	3300		
19/5/2016		15:21	50400	3900		
19/5/2016		15:22	60100	4600		
19/5/2016		15:23	62800	4700		
19/5/2016		15:32	74000	11200		
19/5/2016		15:33	105300	30300		
19/5/2016		15:34	92000	15600		
19/5/2016		15:35	75600	10800		
19/5/2016		15:36	81500	12400		
19/5/2016		15:37	69600	5000		
19/5/2016		15:39	105200	19500		
19/5/2016		15:40	100200	19600		
19/5/2016	3	15:41	107800	10900	79294	10706
19/5/2016		15:42	91400	8500		
19/5/2016		15:44	65800	6600		
19/5/2016		15:45	70700	5200		
19/5/2016		15:47	59900	4300		
19/5/2016		15:48	58500	3400		
19/5/2016		15:49	57900	4200		
19/5/2016		15:52	76100	9700		
19/5/2016		15:53	56500	4800		
19/5/2016		13:49	146500	22700		

19/5/2016	4	13:51	225200	47000	164438	32419
19/5/2016		13:53	228900	46600		
19/5/2016		13:55	157400	32600		
19/5/2016		13:58	150800	35900		
19/5/2016		14:01	261900	50500		
19/5/2016		14:02	198000	28900		
19/5/2016		14:04	127700	27100		
19/5/2016		14:07	87600	11900		
19/5/2016		14:10	136700	20300		
19/5/2016		14:11	147500	24900		
19/5/2016		14:14	168700	28700		
19/5/2016		14:16	131900	28200		
19/5/2016		14:22	98500	16000		
19/5/2016		14:24	186700	44400		
19/5/2016		14:25	177000	53000		
19/5/2016	5	14:28	206700	39700	159813	27047
19/5/2016		14:35	159600	27600		
19/5/2016		14:38	212500	34300		
19/5/2016		14:39	71200	10100		
19/5/2016		14:42	213500	30200		
19/5/2016		14:45	136700	17900		
19/5/2016		14:46	132400	20800		
19/5/2016		14:47	118000	18400		
19/5/2016		14:50	180700	28200		
19/5/2016		14:52	195500	41800		
19/5/2016		14:53	166400	29200		
19/5/2016		14:54	211900	30200		
19/5/2016		14:56	85500	11600		
19/5/2016		14:57	173400	42900		
19/5/2016		14:58	133200	22800		
19/5/2016		15:00	54200	3200		
19/5/2016		15:01	77000	14500		

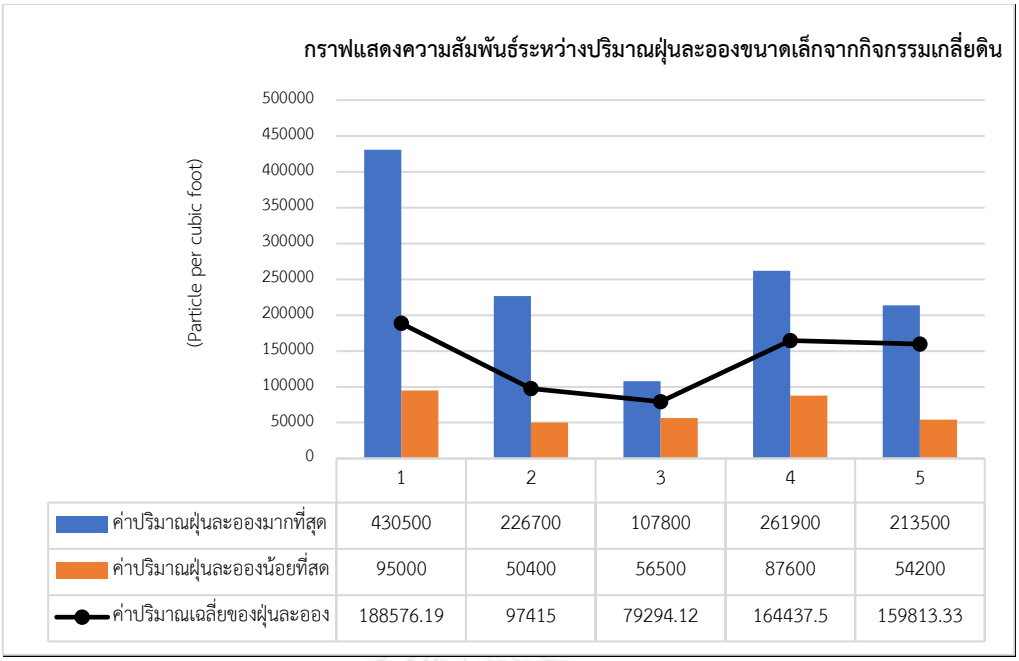
ตารางสรุปค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กจากกิจกรรมเกลี่ยดินของแต่ละจุดวัด

ตำแหน่งจุดวัดข้อมูล	ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก (Particle/ ft^3)		
	ค่าปริมาณฝุ่นมากที่สุด	ค่าปริมาณเฉลี่ยของฝุ่นละออง	ค่าปริมาณฝุ่นน้อยที่สุด
จุดที่ 1	430500	188576	95000
จุดที่ 2	226700	97415	50400
จุดที่ 3	107800	79294	56500
จุดที่ 4	261900	164438	87600
จุดที่ 5	213500	159813	54200

ตารางสรุปค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่จากกิจกรรมเกลี่ยดินของแต่ละจุดวัด

ตำแหน่งจุดวัดข้อมูล	ปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่ (Particle/ ft^3)		
	ค่าปริมาณฝุ่นมากที่สุด	ค่าปริมาณเฉลี่ยของฝุ่นละออง	ค่าปริมาณฝุ่นน้อยที่สุด
จุดที่ 1	174600	42848	7000
จุดที่ 2	95100	22445	3300
จุดที่ 3	30300	10706	3400
จุดที่ 4	53000	32419	11900
จุดที่ 5	42900	27047	3200

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



หมายเหตุ : จำนวนครั้งที่วัด สามารถอธิบายได้ดังนี้

จำนวนครั้งที่ 1 วัด ณ บริเวณก่อสร้าง (ใกล้บริเวณที่มีกิจกรรมระยะ 1 เมตร)

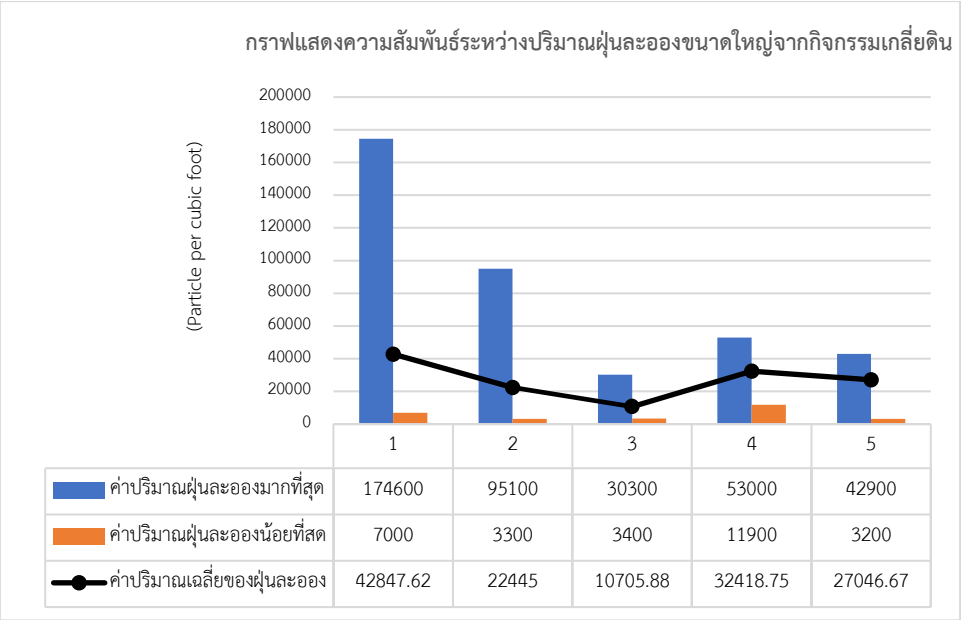
จำนวนครั้งที่ 2 วัด ณ บริเวณเหนือลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 3 วัด ณ บริเวณชุมชนเหนือลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 4 วัด ณ บริเวณใต้ลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 5 วัด ณ บริเวณชุมชนใต้ลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



หมายเหตุ : จำนวนครั้งที่วัด สามารถอธิบายได้ดังนี้

จำนวนครั้งที่ 1 วัด ณ บริเวณก่อสร้าง (ใกล้บริเวณที่มีกิจกรรมระยะ 1 เมตร)

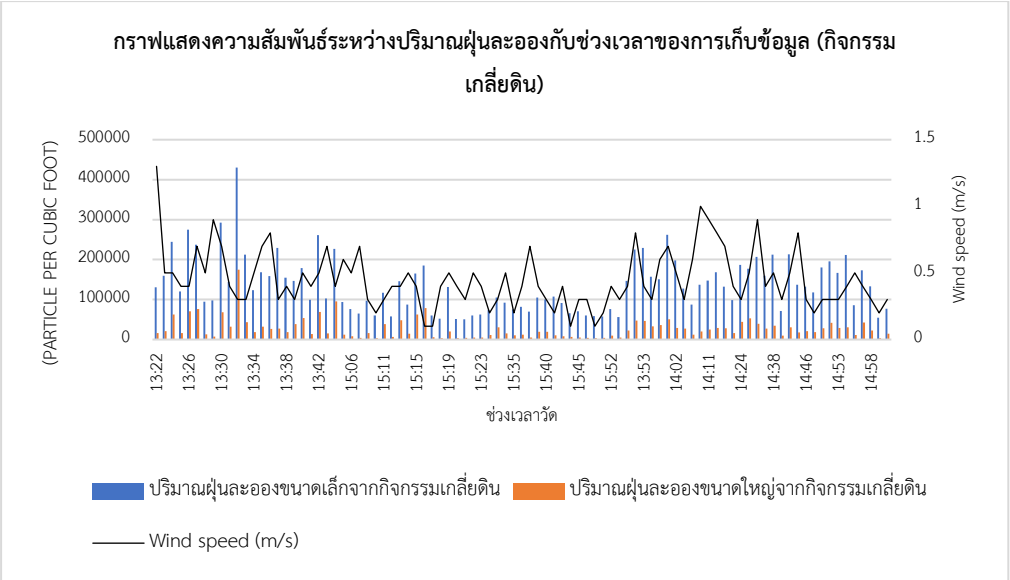
จำนวนครั้งที่ 2 วัด ณ บริเวณเหนือลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 3 วัด ณ บริเวณชุมชนเหนือลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 4 วัด ณ บริเวณใต้ลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 5 วัด ณ บริเวณชุมชนใต้ลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



หมายเหตุ : ช่วงเวลาในการวัด สามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้

ทิศทางลม : ลมตะวันตกเฉียงใต้ (SW)

เวลา 10:38 – 10:53 น. วัด ณ บริเวณก่อสร้าง (ใกล้บริเวณที่มีกิจกรรมระยะ 1 เมตร)

เวลา 11:32 – 11:47 น. วัด ณ บริเวณเหนือลม (ระยะ 4.75 เมตร)

เวลา 11:48 – 12:03 น. วัด ณ บริเวณชุมชนเหนือลม (ระยะ 9.5 เมตร)

เวลา 10:55 – 11:09 น. ณ บริเวณใต้ลม (ระยะ 4.75 เมตร)

เวลา 11:10 – 11:25 น. วัด ณ บริเวณชุมชนใต้ลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Dylos Logger v 1.6.0.0

Unit: DC1700 v 2.08

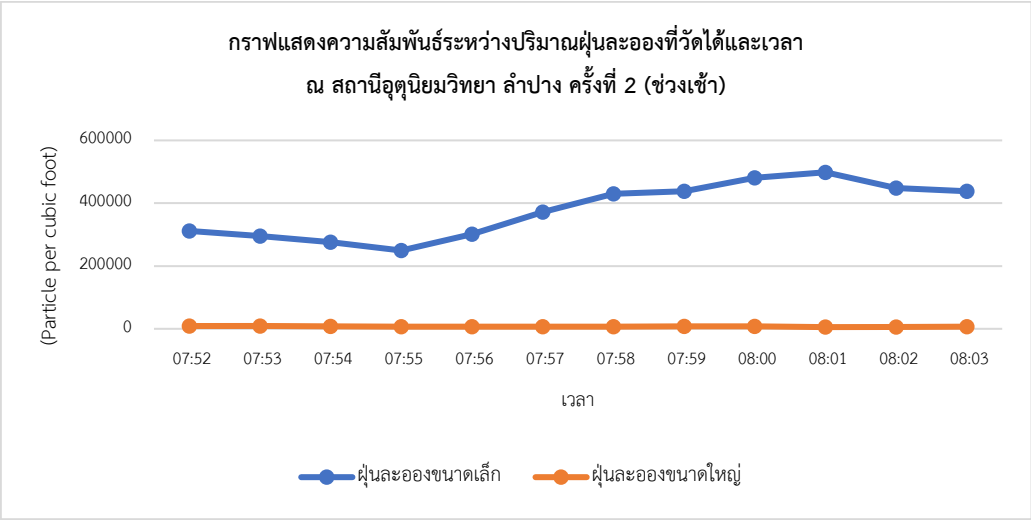
Date/Time: 05/23/59 15:45

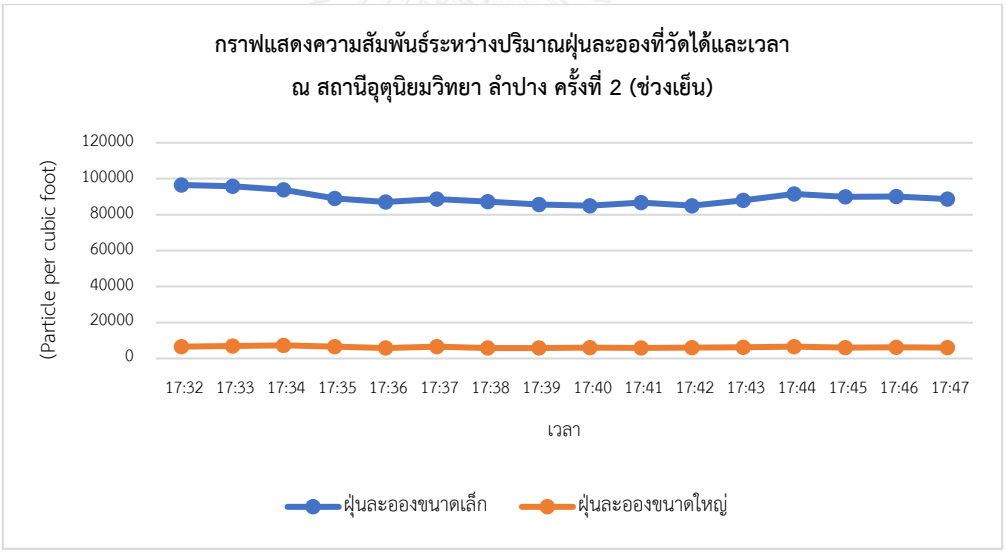
Particles per cubic foot

สถานที่ทดลอง สถานีอุตุนิยมวิทยา

วันที่	เวลาในการวัด	ขนาดของฝุ่นละออง	
		เล็ก	ใหญ่
23/5/2559	07:52	311400	8500
23/5/2559	07:53	295500	9100
23/5/2559	07:54	276000	8100
23/5/2559	07:55	249400	6800
23/5/2559	07:56	301700	6400
23/5/2559	07:57	371400	6800
23/5/2559	07:58	430400	7200
23/5/2559	07:59	437900	7800
23/5/2559	08:00	481100	7600
23/5/2559	08:01	498500	5400
23/5/2559	08:02	448600	6000
23/5/2559	08:03	438300	6500

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University


กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้และเวลา
ณ สถานีอุตุนิยมวิทยา ลำปาง ครั้งที่ 2 (ช่วงเช้า)
(Particle per cubic foot)
600000
400000
200000
0
07:52
07:53
07:54
07:55
07:56
07:57
07:58
07:59
08:00
08:01
08:02
08:03
เวลา
ฝุ่นละอองขนาดเล็ก
ฝุ่นละอองขนาดใหญ่


กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้และเวลา
ณ สถานีอุตุนิยมวิทยา ลำปาง ครั้งที่ 2 (ช่วงเย็น)
(Particle per cubic foot)
120000
100000
80000
60000
40000
20000
0
17:32
17:33
17:34
17:35
17:36
17:37
17:38
17:39
17:40
17:41
17:42
17:43
17:44
17:45
17:46
17:47
เวลา
ฝุ่นละอองขนาดเล็ก
ฝุ่นละอองขนาดใหญ่

Dylos Logger v 1.6.0.0

Unit: DC1700 v 2.08

Date/Time: 05/23/59 15:45

Particles per cubic foot

สถานที่ทดลอง สถานีอุตุนิยมวิทยา

วันที่	เวลาในการวัด	ขนาดของฝุ่นละออง	
		เล็ก	ใหญ่
23/5/2559	17:32	96500	6600
23/5/2559	17:33	95800	6900
23/5/2559	17:34	93800	7300
23/5/2559	17:35	89000	6600
23/5/2559	17:36	87000	5800
23/5/2559	17:37	88600	6500
23/5/2559	17:38	87200	5800
23/5/2559	17:39	85600	5800
23/5/2559	17:40	85000	6100
23/5/2559	17:41	86800	5900
23/5/2559	17:42	85000	6100
23/5/2559	17:43	87900	6200
23/5/2559	17:44	91500	6600
23/5/2559	17:45	89900	6100
23/5/2559	17:46	90100	6200
23/5/2559	17:47	88600	6000

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Dylos Logger v 1.6.0.0

Unit: DC1700 v 2.08

Date/Time: 23/05/59 16:04

Particles per cubic foot

สถานที่ : แปลงทดลอง

ชุดข้อมูลกิจกรรมเกลี่ยดิน ชุดที่ 2

วันที่	จุดในการวัด	เวลาในการวัด	ขนาดของฝุ่นละออง		ค่าเฉลี่ยของฝุ่นละออง	
			เล็ก	ใหญ่	เล็ก	ใหญ่
23/5/2016	1	11:17	144800	15900	191476	32133
23/5/2016		11:18	174300	17800		
23/5/2016		11:19	145700	18700		
23/5/2016		11:20	175800	26900		
23/5/2016		11:21	240700	42800		
23/5/2016		11:22	277500	76900		
23/5/2016		11:23	228400	47100		
23/5/2016		11:24	260600	43000		
23/5/2016		11:25	154000	22100		
23/5/2016		11:27	135100	18200		
23/5/2016		11:29	137800	18200		
23/5/2016		11:30	157000	20200		
23/5/2016		11:31	220700	42700		
23/5/2016		11:32	175000	43600		
23/5/2016		11:33	172900	39500		
23/5/2016		11:35	160400	26200		
23/5/2016		11:37	320500	44600		
23/5/2016		11:38	202800	27600		
23/5/2016		11:41	173000	23400		
23/5/2016		11:42	226100	36000		
23/5/2016		11:43	137900	23400		
23/5/2016		10:07	121700	17000		
23/5/2016		10:08	149100	28100		
23/5/2016		10:10	129900	22900		
23/5/2016		10:12	145000	23900		
23/5/2016		10:14	115900	25500		

23/5/2016		10:17	91300	11400		
23/5/2016		10:18	107900	15900		
23/5/2016		10:19	75400	7600		
23/5/2016		10:20	78500	6900		
23/5/2016	2	10:22	69400	6000	108888	15013
23/5/2016		10:24	129200	13700		
23/5/2016		10:25	127700	10400		
23/5/2016		10:27	106900	13700		
23/5/2016		10:28	120500	15700		
23/5/2016		10:32	76400	8100		
23/5/2016		10:33	97400	13400		
23/5/2016		13:44	104200	12600		
23/5/2016		13:45	123400	17400		
23/5/2016		13:46	128800	16700		
23/5/2016		13:47	124000	15700		
23/5/2016		13:48	96100	8200		
23/5/2016		13:49	103600	9300		
23/5/2016		13:50	95500	10000		
23/5/2016		13:52	125600	14800		
23/5/2016		13:53	129700	27500		
23/5/2016		13:54	108400	13700		
23/5/2016	3	13:55	100500	12000	107876	13629
23/5/2016		13:56	95300	8200		
23/5/2016		13:57	140300	22800		
23/5/2016		14:00	110500	14900		
23/5/2016		14:01	90100	9200		
23/5/2016		14:02	97300	11500		
23/5/2016		14:03	103300	13400		
23/5/2016		14:04	99100	12700		
23/5/2016		14:07	91400	10200		
23/5/2016		14:08	109300	15600		
23/5/2016		14:09	89000	9800		
23/5/2016		10:40	199300	30300		
23/5/2016		10:41	209400	38000		
23/5/2016		10:42	169000	27300		

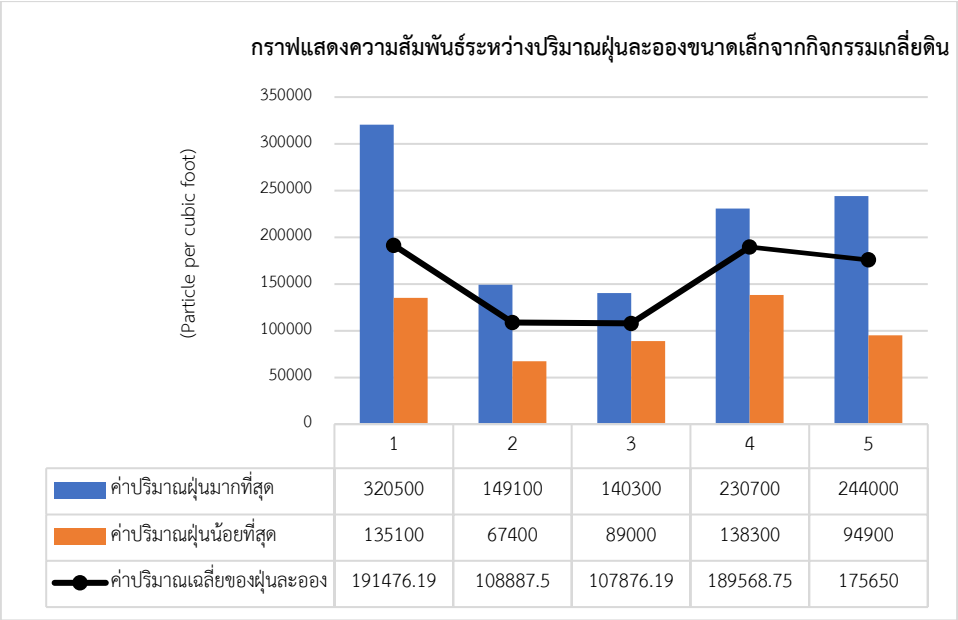
23/5/2016		10:48	210300	63300		
23/5/2016		10:50	220500	42300		
23/5/2016		10:56	230700	53100		
23/5/2016		11:01	201300	49600		
23/5/2016		11:02	152400	14700		
23/5/2016		11:03	200400	26300		
23/5/2016	4	11:04	157000	18700	189569	31994
23/5/2016		11:07	209700	28600		
23/5/2016		11:08	138300	15500		
23/5/2016		11:10	203800	41100		
23/5/2016		11:14	193000	26900		
23/5/2016		11:15	145100	13300		
23/5/2016		11:16	192900	22900		
23/5/2016		11:45	233000	35600		
23/5/2016		11:46	200400	35500		
23/5/2016		11:47	214700	39300		
23/5/2016		11:49	217300	38000		
23/5/2016		11:51	100300	16700		
23/5/2016		11:52	201700	40500		
23/5/2016		11:53	141800	31200		
23/5/2016		11:54	244000	55800		
23/5/2016		13:19	236200	27500		
23/5/2016		13:20	213800	52500		
23/5/2016		13:21	97200	10400		
23/5/2016	5	13:22	143900	20200	175650	29627
23/5/2016		13:23	96200	10500		
23/5/2016		13:24	94900	10200		
23/5/2016		13:25	170300	25000		
23/5/2016		13:26	166000	23000		
23/5/2016		13:27	178800	26600		
23/5/2016		13:28	201500	34600		
23/5/2016		13:29	198000	32900		
23/5/2016		13:30	154400	25600		
23/5/2016		13:31	179200	29100		
23/5/2016		13:32	180700	31100		

ตารางสรุปค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กจากกิจกรรมเกลี่ยดินของแต่ละจุดวัด

ตำแหน่งจุดวัดข้อมูล	ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก (Particle /ft^3)		
	ค่าปริมาณฝุ่นมากที่สุด	ค่าปริมาณเฉลี่ยของฝุ่นละออง	ค่าปริมาณฝุ่นน้อยที่สุด
จุดที่ 1	320500	191476	135100
จุดที่ 2	149100	108888	67400
จุดที่ 3	140300	107876	89000
จุดที่ 4	230700	189569	138300
จุดที่ 5	244000	175650	94900

ตารางสรุปค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่จากกิจกรรมเกลี่ยดินของแต่ละจุดวัด

ตำแหน่งจุดวัดข้อมูล	ปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่ (Particle /ft^3)		
	ค่าปริมาณฝุ่นมากที่สุด	ค่าปริมาณเฉลี่ยของฝุ่นละออง	ค่าปริมาณฝุ่นน้อยที่สุด
จุดที่ 1	76900	32133	15900
จุดที่ 2	28100	14458	6000
จุดที่ 3	27500	13371	8200
จุดที่ 4	63300	31994	13300
จุดที่ 5	55800	29627	10200



หมายเหตุ : จำนวนครั้งที่วัด สามารถอธิบายได้ดังนี้

จำนวนครั้งที่ 1 วัด ณ บริเวณก่อสร้าง (ใกล้บริเวณที่มีกิจกรรมระยะ 1 เมตร)

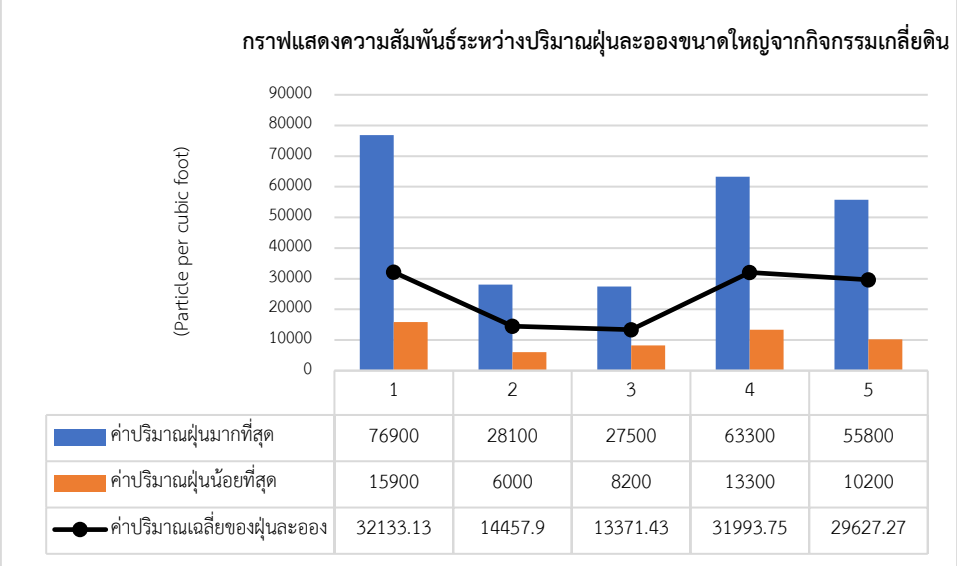
จำนวนครั้งที่ 2 วัด ณ บริเวณเหนือลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 3 วัด ณ บริเวณชุมชนเหนือลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 4 วัด ณ บริเวณใต้ลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 5 วัด ณ บริเวณชุมชนใต้ลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



หมายเหตุ : จำนวนครั้งที่วัด สามารถอธิบายได้ดังนี้

จำนวนครั้งที่ 1 วัด ณ บริเวณก่อสร้าง (ใกล้บริเวณที่มีกิจกรรมระยะ 1 เมตร)

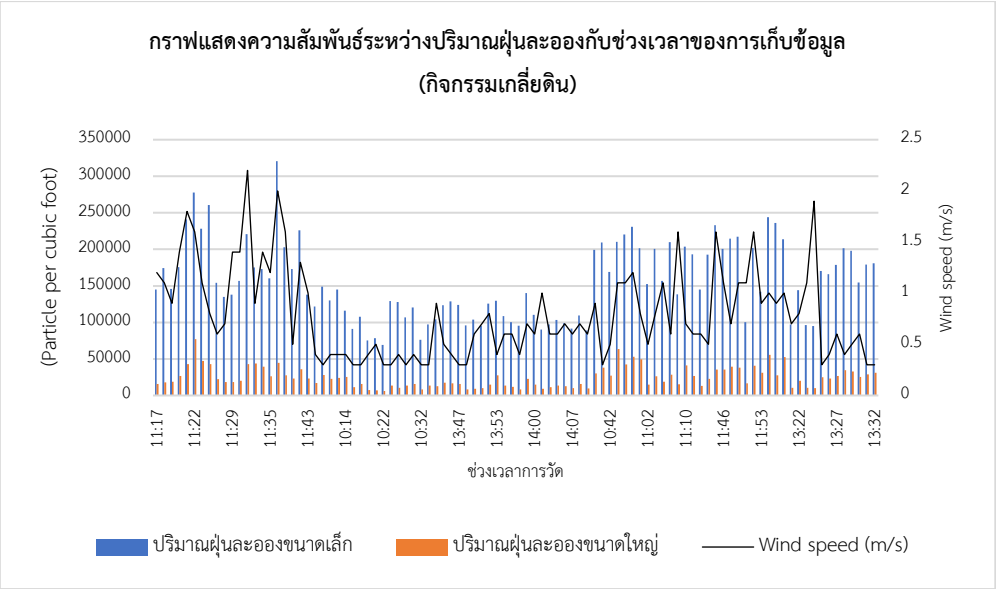
จำนวนครั้งที่ 2 วัด ณ บริเวณเหนือลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 3 วัด ณ บริเวณชุมชนเหนือลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 4 วัด ณ บริเวณใต้ลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 5 วัด ณ บริเวณชุมชนใต้ลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



หมายเหตุ : ช่วงเวลาในการวัด สามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้

ทิศทางลม : ลมตะวันตกเฉียงใต้ (SW)

เวลา 9:04 – 9:17 น. วัด ณ บริเวณก่อสร้าง (ใกล้บริเวณที่มีกิจกรรมระยะ 1 เมตร)

เวลา 9:19 –9:32 น. วัด ณ บริเวณเหนือลม (ระยะ 4.75 เมตร)

เวลา 9:34 – 9:47 น. วัด ณ บริเวณชุมชนเหนือลม (ระยะ 9.5 เมตร)

เวลา 9:57 – 10:12 น. ณ บริเวณใต้ลม (ระยะ 4.75 เมตร)

เวลา 10:13 – 10:26 น. วัด ณ บริเวณชุมชนใต้ลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Dylos Logger v 1.6.0.0

Unit: DC1700 v 2.08

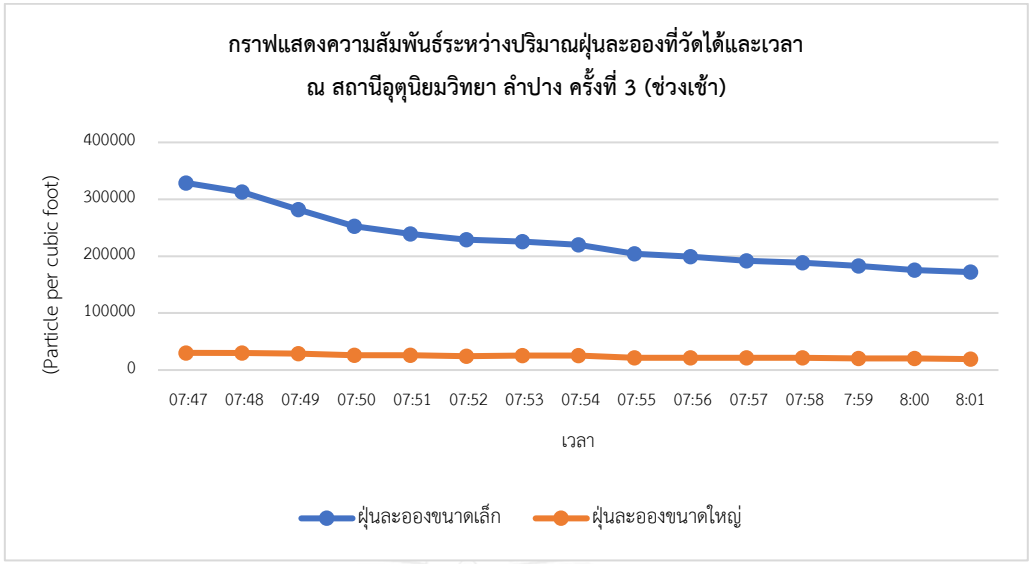
Date/Time: 05/27/59 19:35

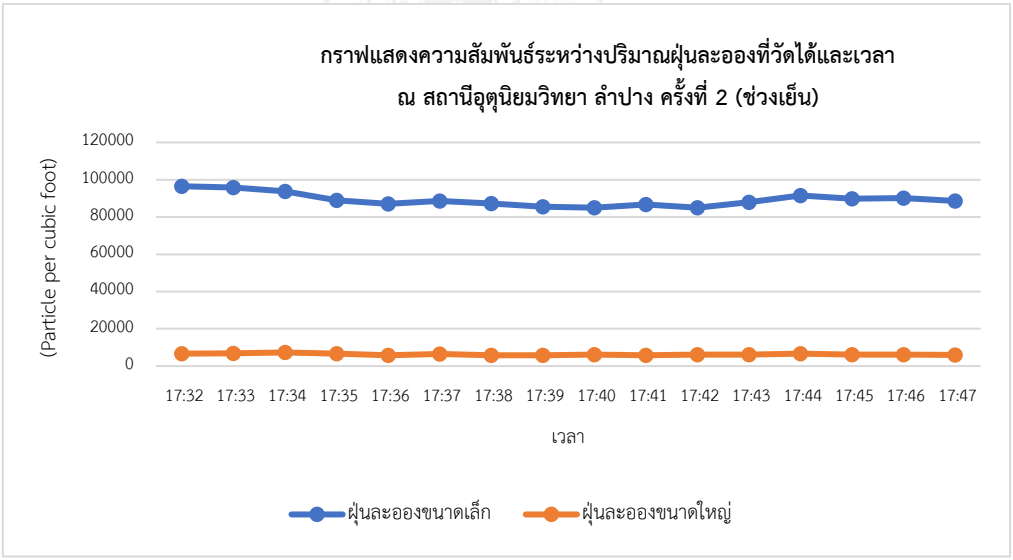
Particles per cubic foot

สถานที่ทดลอง สถานีอุตุนิยมวิทยา

วันที่	เวลาในการวัด	ขนาดของฝุ่นละออง	
		เล็ก	ใหญ่
27/5/2559	07:47	328800	30200
27/5/2559	07:48	313000	29800
27/5/2559	07:49	282100	28900
27/5/2559	07:50	252800	26100
27/5/2559	07:51	239000	26000
27/5/2559	07:52	229000	24500
27/5/2559	07:53	225500	25600
27/5/2559	07:54	220000	25200
27/5/2559	07:55	204600	21300
27/5/2559	07:56	199100	21700
27/5/2559	07:57	192100	21300
27/5/2559	07:58	188500	21300
27/5/2559	07:59	183200	20300
27/5/2559	08:00	175400	20400
27/5/2559	08:01	172100	19200

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University


กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้และเวลา
ณ สถานีอุตุนิยมวิทยา ลำปาง ครั้งที่ 3 (ช่วงเช้า)
(Particle per cubic foot)
400000
300000
200000
100000
0
07:47 07:48 07:49 07:50 07:51 07:52 07:53 07:54 07:55 07:56 07:57 07:58 7:59 8:00 8:01
เวลา
ฝุ่นละอองขนาดเล็ก
ฝุ่นละอองขนาดใหญ่


กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้และเวลา
ณ สถานีอุตุนิยมวิทยา ลำปาง ครั้งที่ 2 (ช่วงเย็น)
(Particle per cubic foot)
120000
100000
80000
60000
40000
20000
0
17:32 17:33 17:34 17:35 17:36 17:37 17:38 17:39 17:40 17:41 17:42 17:43 17:44 17:45 17:46 17:47
เวลา
ฝุ่นละอองขนาดเล็ก
ฝุ่นละอองขนาดใหญ่

Dylos Logger v 1.6.0.0

Unit: DC1700 v 2.08

Date/Time: 05/27/59 20:45

Particles per cubic foot

สถานที่ทดลอง สถานีอุตุนิยมวิทยา

วันที่	เวลาในการวัด	ขนาดของฝุ่นละออง	
		เล็ก	ใหญ่
27/5/2559	15:47	131400	20400
27/5/2559	15:48	136400	18900
27/5/2559	15:49	133400	19100
27/5/2559	15:50	130300	16900
27/5/2559	15:51	130900	16200
27/5/2559	15:52	125400	17400
27/5/2559	15:53	130400	16300

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

Dylos Logger V1.6.0.0

Unit DC 1700 V.2.08

Date / time: 27/05/2559 20:30

Particles per cubic foot

สถานที่: แปลงทดลอง

ชุดข้อมูลกิจกรรมเกลี่ยดิน ชุดที่ 3

วันที่	จุดในการวัด	เวลาในการวัด	ขนาดของฝุ่นละออง		ค่าเฉลี่ยของฝุ่นละออง	
			เล็ก	ใหญ่	เล็ก	ใหญ่
27/5/2016	1	9:09	194200	35100	196100.00	29246
27/5/2016		9:10	196500	29100		
27/5/2016		9:11	279600	39300		
27/5/2016		9:12	211000	30900		
27/5/2016		9:14	187800	28900		
27/5/2016		9:16	214100	32000		
27/5/2016		9:17	219500	37900		
27/5/2016		9:18	206600	33500		
27/5/2016		9:20	183100	23400		
27/5/2016		9:21	191500	25700		
27/5/2016		9:22	196900	31600		
27/5/2016		9:23	168000	21200		
27/5/2016		9:24	161200	19900		
27/5/2016		9:25	188000	26100		
27/5/2016		9:26	254300	48700		
27/5/2016		9:27	205100	30300		
27/5/2016		9:28	182300	36000		
27/5/2016		9:29	173800	22900		
27/5/2016		9:30	181000	28000		
27/5/2016		9:31	159200	25000		
27/5/2016		9:32	183900	34200		
27/5/2016		9:35	169000	19700		
27/5/2016		9:36	194100	23800		
27/5/2016		9:37	239900	31100		
27/5/2016		9:38	167100	22400		
27/5/2016		9:41	179700	20400		

27/5/2016		9:42	194000	23300		
27/5/2016		9:53	209400	38500		
27/5/2016		10:40	146200	19500		
27/5/2016		10:41	167000	23800		
27/5/2016		10:42	164400	31700		
27/5/2016		10:43	130200	14000		
27/5/2016		10:45	133000	14900		
27/5/2016		10:46	159400	28400		
27/5/2016		10:47	171300	19100		
27/5/2016		10:48	187200	23500		
27/5/2016		10:49	190100	29900		
27/5/2016		10:50	137900	15700		
27/5/2016		10:51	132600	15400		
27/5/2016	2	10:52	134000	16800	147657	19639
27/5/2016		10:53	167100	33100		
27/5/2016		10:54	128500	14200		
27/5/2016		10:55	151600	24200		
27/5/2016		10:56	127900	13300		
27/5/2016		10:57	156000	20500		
27/5/2016		10:58	137300	15000		
27/5/2016		10:59	137800	17600		
27/5/2016		11:00	131700	11100		
27/5/2016		11:01	143700	21500		
27/5/2016		11:02	130600	15400		
27/5/2016		11:03	130600	13100		
27/5/2016		11:08	142500	19400		
27/5/2016		11:09	142300	17900		
27/5/2016		11:11	153100,	17700		
27/5/2016		11:12	155500	21100		
27/5/2016		11:13	139300	14500		
27/5/2016	3	11:15	148400	19800	143581	17465
27/5/2016		11:16	127200	12800		
27/5/2016		11:17	131000	12600		
27/5/2016		11:20	139800	16300		
27/5/2016		11:21	140400	17200		

27/5/2016		11:22	149000	16900		
27/5/2016		11:24	164000	27600		
27/5/2016		11:25	136700	16300		
27/5/2016		11:26	160700	19400		
27/5/2016		11:27	142900	15000		
27/5/2016		11:28	136800	13600		
27/5/2016		11:29	140800	18800		
27/5/2016	4	10:09	199700	23400	194907	28093
27/5/2016		10:11	211100	30200		
27/5/2016		10:15	191200	26100		
27/5/2016		10:17	187100	29200		
27/5/2016		10:18	185300	30300		
27/5/2016		10:19	221300	40300		
27/5/2016		10:20	157200	18400		
27/5/2016		10:21	203100	24000		
27/5/2016		10:23	199700	20800		
27/5/2016		10:24	169100	22800		
27/5/2016		10:25	177000	24700		
27/5/2016		10:30	245000	46600		
27/5/2016		10:31	157600	22500		
27/5/2016		10:35	215300	36000		
27/5/2016		10:37	203900	26100		
27/5/2016	5	11:30	141800	18400	189585	28069
27/5/2016		11:31	121800	13000		
27/5/2016		11:37	190900	28200		
27/5/2016		11:38	204100	35900		
27/5/2016		11:43	223500	28900		
27/5/2016		11:53	196400	25100		
27/5/2016		13:15	194300	30100		
27/5/2016		13:17	223300	39000		
27/5/2016		13:23	172800	28000		
27/5/2016		13:24	194400	31700		
27/5/2016		13:29	207200	30600		
27/5/2016		13:31	180700	26500		

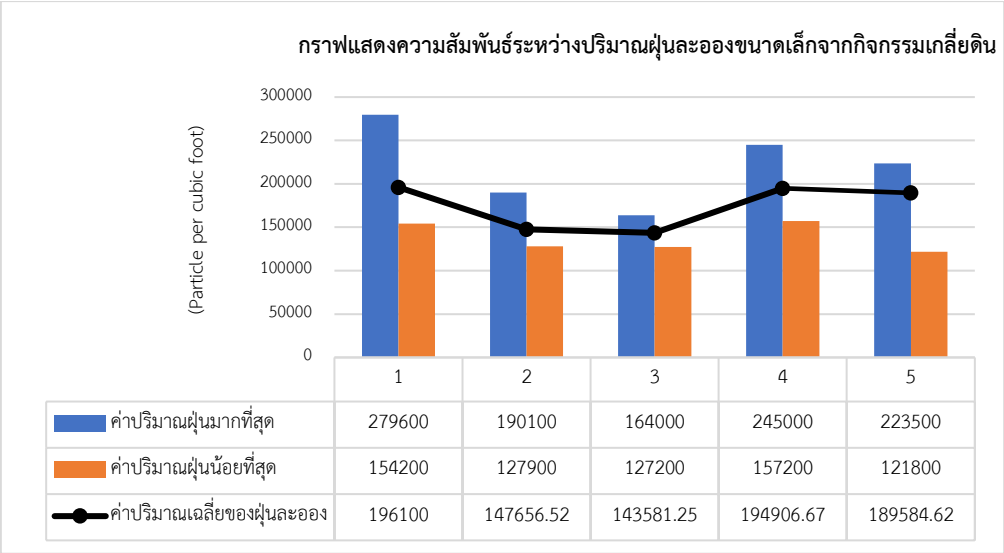
ตารางสรุปค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กจากกิจกรรมเกลี่ยดินของแต่ละจุดวัด

ตำแหน่งจุดวัดข้อมูล	ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก (Particle/ ft^3)		
	ค่าปริมาณฝุ่นมากที่สุด	ค่าปริมาณเฉลี่ยของฝุ่นละออง	ค่าปริมาณฝุ่นน้อยที่สุด
จุดที่ 1	279600	196100	154200
จุดที่ 2	190100	147657	127900
จุดที่ 3	164000	143581	127200
จุดที่ 4	245000	194907	157200
จุดที่ 5	223500	189585	121800

ตารางสรุปค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่จากกิจกรรมเกลี่ยดินของแต่ละจุดวัด

ตำแหน่งจุดวัดข้อมูล	ปริมาณฝุ่นละอองขนาดใหญ่ (Particle/ ft^3)		
	ค่าปริมาณฝุ่นมากที่สุด	ค่าปริมาณเฉลี่ยของฝุ่นละออง	ค่าปริมาณฝุ่นน้อยที่สุด
จุดที่ 1	48700	29246	19700
จุดที่ 2	33100	19639	11100
จุดที่ 3	27600	17465	12600
จุดที่ 4	46600	28093	13300
จุดที่ 5	39000	28069	13000

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



หมายเหตุ : จำนวนครั้งที่วัด สามารถอธิบายได้ดังนี้

จำนวนครั้งที่ 1 วัด ณ บริเวณก่อสร้าง (ใกล้บริเวณที่มีกิจกรรมระยะ 1 เมตร)

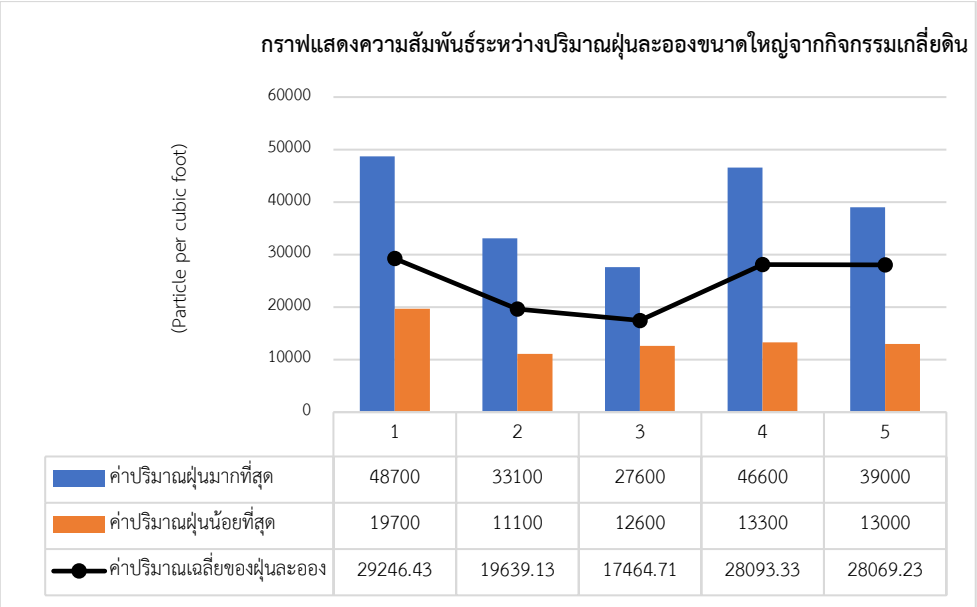
จำนวนครั้งที่ 2 วัด ณ บริเวณเหนือลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 3 วัด ณ บริเวณชุมชนเหนือลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 4 วัด ณ บริเวณใต้ลม (ระยะ 4.75 เมตร)

จำนวนครั้งที่ 5 วัด ณ บริเวณชุมชนใต้ลม (ระยะ 9.5 เมตร)

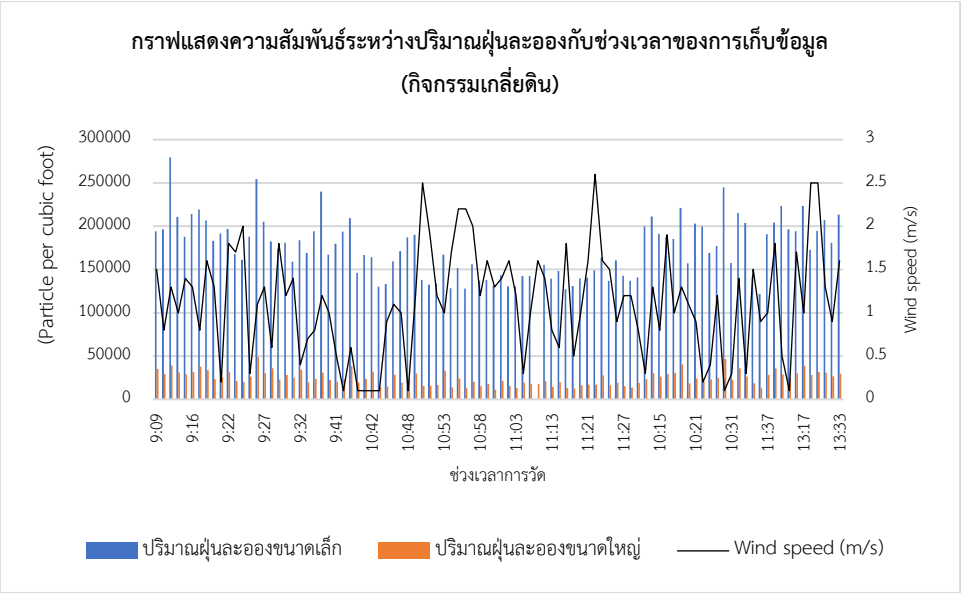
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



หมายเหตุ : จำนวนครั้งที่วัด สามารถอธิบายได้ดังนี้

จำนวนครั้งที่ 1 วัด ณ บริเวณก่อสร้าง (ใกล้บริเวณที่มีกิจกรรมระยะ 1 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 2 วัด ณ บริเวณเหนือลม (ระยะ 4.75 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 3 วัด ณ บริเวณชุมชนเหนือลม (ระยะ 9.5 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 4 วัด ณ บริเวณใต้ลม (ระยะ 4.75 เมตร)
จำนวนครั้งที่ 5 วัด ณ บริเวณชุมชนใต้ลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University



หมายเหตุ : ช่วงเวลาในการวัด สามารถอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้

ทิศทางลม : ลมตะวันตกเฉียงใต้ (SW)

เวลา 9:09 – 9:53 น. วัด ณ บริเวณก่อสร้าง (ใกล้บริเวณที่มีกิจกรรมระยะ 1 เมตร)

เวลา 10:40 –11:03 น. วัด ณ บริเวณเหนือลม (ระยะ 4.75 เมตร)

เวลา 11:08 – 11:29 น. วัด ณ บริเวณชุมชนเหนือลม (ระยะ 9.5 เมตร)

เวลา 10:09 – 10:37 น. ณ บริเวณใต้ลม (ระยะ 4.75 เมตร)

เวลา 11:30 – 13:33 น. วัด ณ บริเวณชุมชนใต้ลม (ระยะ 9.5 เมตร)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวสมจินตนา แขนงแก้ว เกิดวันที่ 18 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2535 ที่จังหวัดพะเยา สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ จังหวัดพะเยา จากนั้นสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต จากภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี เมื่อปีการศึกษา 2556 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมก่อสร้างและการบริหาร ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2557

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University