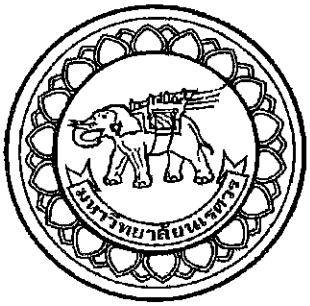


การตกสะสมของฝุ่นตกตามแนวความสูงของอาคารในเขตเมืองพิษณุโลก

THE DEPOSITION OF DUST FALL IN VERTICAL DIRECTION OF BUILDINGS IN PHITSANULOK CITY

นายกฤษฎา สนธิโพธิ์ รหัส 50360470

นายนิคม ล้วนทร รหัส 50361477

นายพงศธร สุขธาดาพงศ์ รหัส 50361699

1550 7315

ว.ส.

ท279ก

2553

วันที่รับ 20 มิ.ย. 2554

เลขทะเบียน 1550 7315

เลขเรียกหนังสือ ว.ส.

มหาวิทยาลัยนเรศวร ท279ก 2553

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2553

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การศึกษาการตกสะสมของฝุ่นตกตามแนวความสูงของอาคารในเมืองพิษณุโลก		
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายกฤษฎา	สนธิโพธิ์	รหัส 50360470
	นายนิคม	ล้วนทร	รหัส 50361477
	นายพงศธร	สุขธาดาพงศ์	รหัส 50361699
ที่ปรึกษาโครงงาน	ผศ.ดร.ปาจรีย์ ทองสนิท		
สาขาวิชา	วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม		
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา		
ปีการศึกษา	2553		

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

.....ที่ปรึกษาโครงงาน

(ผศ.ดร.ปาจรีย์ ทองสนิท)

.....กรรมการ

(อาจารย์ วรางค์ลักษณ์ ซ่อนกลิ่น)

.....กรรมการ

(ดร. ธนพล เพ็ญรัตน์)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การศึกษาการตกสะสมของฝุ่นตกตามแนวความสูงของอาคารในเมืองพิษณุโลก	
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายกฤษฎา สนธิโพธิ์	รหัส 50360470
	นายนิคม ล้วนทร	รหัส 50361477
	นายพงศธร สุขธาดาพงศ์	รหัส 50361699
ที่ปรึกษาโครงงาน	ผศ.ดร.ปาจรีย์ ทองสนิท	
สาขาวิชา	วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม	
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา	
ปีการศึกษา	2553	

.....

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ศึกษาการสะสมของฝุ่นตกตามแนวความสูงของอาคารในเมืองพิษณุโลก ทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 4 จุดในเมืองพิษณุโลกได้แก่ 1.วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีพุทธชินราช 2. ศาลากลางจังหวัดจังหวัดพิษณุโลก 3. ตึกวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยนเรศวร 4.หอพักจันทร์สุริยา ทำการวัดปริมาณฝุ่นตก โดยวิธี Dust fall Jar เป็นระยะเวลาเวลาทุก 30 วัน ในช่วงฤดูฝนเดือนกรกฎาคม 2553 ถึงเดือนตุลาคม 2553 และช่วงฤดูหนาวเดือนพฤศจิกายน 2553 ถึงเดือนธันวาคม 2553 พบว่า ปริมาณฝุ่นตก ในเมืองพิษณุโลกมีค่าอยู่ในช่วง 56.88 ถึง 96.08 $mg/m^2/day$ มีค่าไม่เกินปริมาณของฝุ่นตกในบริเวณย่านที่อยู่อาศัย 65 ถึง 130 $mg/m^2/day$ ที่ระดับความสูง 1.5-2.5 เมตร มีปริมาณฝุ่นตกมากกว่าระดับความสูงอื่นๆ เนื่องมาจากสภาพแวดล้อมรอบๆที่ตั้งอุปกรณ์ ที่ตั้งอยู่บริเวณริมถนน ใกล้สถานที่ก่อสร้าง ใกล้บริเวณที่อาศัยของนก

Project title	The deposition of dust fall in vertical direction of buildings in Phitsanulok City		
Name	Mr. Kritsada	Sonthipho	ID. 50360470
	Mr. Nikom	Luanthon	ID. 50361477
	Mr.Pongsathon	Suktadapong	ID. 50361699
Project advisor	Asst. Prof. Dr Pajaree	Thongsanit	
Major	Environmental Engineering		
Department	Civil Engineering		
Academic year	2010		

.....

Abstract

This research was study of the dust fall in the vertical direction of buildings in Phitsanulok city. The researchers collected the dust samples which were from four sites namely The first Buddhachinaraj Boromarajonani Nursing College, the second Phitsanulok City Hall, the third Civil Engineering Building in Naresuan University, the fourth Chunsuriya Dormitory. Dust fall measured using dust fall jar method for 30 days during rainy season (July 2010 – October 2010) and cold season (November 2010 – December 2010). The level of dust fall in Phitsanulok is 56.88 to 96.08 mg/m^2/day. These data were not exceeding the dust fall in residential areas at 65 to 130 mg/m^2/day. This research found that at the height of 1.5-2.5 m had the higher of dust fall value than other heights. Because of the environment nearby the roads, construction building and living birds area.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ทางคณะผู้ดำเนินงาน ต้องขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปาจรีย์ ทองสนิท ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน กรุณาให้คำปรึกษาและชี้แนวทางการแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้น ในระหว่างการทำโครงงาน ตลอดจนติดตามประเมินผลการทำโครงงานมาโดยตลอด และทางผู้จัดทำใคร่ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

— ขอขอบคุณ อาจารย์ วรางค์ลักษณ์ ซ่อนกลิ่น ที่ให้คำแนะนำ ตลอดจนให้ความช่วยเหลือในการปฏิบัติการปริมาณฝุ่นตก ตลอดระยะเวลาที่ดำเนินโครงงาน

ขอขอบพระคุณคณะอาจารย์ทุกท่าน และบิดามารดา ที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจแก่คณะผู้ดำเนินโครงการ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อม บุคลากร เจ้าหน้าที่กองอาคารสถานที่คณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่ได้ให้คำแนะนำ ความช่วยเหลือ และให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการจัดทำโครงการวิเคราะห์ฝุ่นตก และเพื่อนวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมชั้นปีที่ 4 ทุกคน ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำโครงงานนี้

คณะผู้ดำเนินโครงงานทางวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ขอบคุณผู้มีพระคุณทุกท่าน หากมีข้อบกพร่องในโครงงานวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมฉบับนี้ คณะผู้ดำเนินโครงงานยินดีรับฟังคำชี้แนะและนำไปเป็นแนวทางในการจัดทำโรงงานครั้งต่อไป

คณะผู้จัดทำโครงงานวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

นายกฤษฎา สนธิโพธิ์

นายนิคม ล้วนทร

นายพงศธร สุขธาดาพงศ์

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์.....ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....ค
กิตติกรรมประกาศ.....ง
สารบัญ.....จ
สารบัญตาราง.....ช
สารบัญภาพ.....ซ
สารบัญสัญลักษณ์และอักษรย่อ.....ญ

บทที่ 1 บทนำ.....1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....2
1.3 ขอบเขตการวิจัย.....2
1.4คำสำคัญหรือคำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....2
1.6 แผนการดำเนินงาน.....3

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....4
2.1 การตกสะสมของฝุ่นจากบรรยากาศ.....4
2.2 ฝุ่นตก.....5
2.3 อนุภาคในอากาศ.....6
2.4 ประเภทและแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศ.....10
2.5 ผลกระทบของอนุภาคละอองในบรรยากาศ.....11
2.6 มาตรฐานคุณภาพอากาศ.....13

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย....17

3.1 พื้นที่ทำการทดลอง....17

3.2 พื้นที่เก็บตัวอย่างฝุ่นตกและแหล่งกำเนิด....18

3.3 ลักษณะอาคารที่ใช้เก็บตัวอย่าง....19

3.4 วิธีการดำเนินการทดลอง....22

3.5 แผนการดำเนินการทดลอง....23

3.6 การตรวจวัดปริมาณการตกสะสมของฝุ่นโดย Dust Fall Jar....24

บทที่ 4 ผลการทดลอง....29

4.1 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่ศึกษา....29

4.2 ปริมาณฝุ่นตก....31

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ....37

5.1 สรุปผลวิจัย....37

5.2 ข้อเสนอแนะ....38

บรรณานุกรม....39

ภาคผนวก ก รายละเอียดพื้นที่ จุดเก็บตัวอย่าง ภายในรัศมี 100เมตร....41

ภาคผนวก ข วิเคราะห์ปริมาณอนุภาคการตกสะสมของฝุ่น....44

ภาคผนวก ค ตารางการเก็บสะสมฝุ่นตก....47

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน....54

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 ระยะเวลาในการดำเนินงาน..... 3

2.1 ส่วนประกอบและแหล่งที่มาของฝุ่นละอองในอากาศ.....5

2.2 คำจำกัดความทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับอนุภาคมลสาร..... 6

2.3 ขนาดทั่วไปของอนุภาคมลสาร.....9

2.4 แสดงมาตรฐานของฝุ่นตก.....14

3.1 จำนวนการเก็บตัวอย่างการตกสะสมของฝุ่น.....23

1.การเก็บตัวอย่างฝุ่นตกเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2553.....48

2.การเก็บตัวอย่างฝุ่นตกเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553.....49

3.การเก็บตัวอย่างฝุ่นตกเดือน กันยายน พ.ศ. 2553.....50

4.การเก็บตัวอย่างฝุ่นตกเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553.....51

5.การเก็บตัวอย่างฝุ่นตกเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2553.....52

6.การเก็บตัวอย่างฝุ่นตกเดือนธันวาคมคม พ.ศ. 2553.....53

สารบัญภาพ

ภาพ หน้า

3.1 แผนที่จังหวัดพิษณุโลก..... 17
3.2 จุดที่ตั้งเครื่องมือเก็บตัวอย่าง..... 18
3.3 จุดที่ตั้งเครื่องมือเก็บตัวอย่าง..... 18
3.4 จุดที่ตั้งเครื่องมือเก็บตัวอย่างวิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีพุทธชินราช.....19
3.5 จุดที่ตั้งเครื่องมือเก็บตัวอย่างศาลากลางจังหวัด จังหวัดพิษณุโลก.....20
3.6 จุดที่ตั้งเครื่องมือเก็บตัวอย่างคณะวิศวกรรมศาสตร์ (ตึก CE).....21
3.7 จุดที่ตั้งเครื่องมือเก็บตัวอย่างหอพักจันทร์สุริยา..... 21
3.8 เครื่องมือเก็บตัวอย่างการตกสะสมของฝุ่นชนิด Dust Fall Jar.....24
3.9 เครื่องชั่งไฟฟ้าอย่างละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง.....25
3.10 ตู้ดูดความชื้น (Desiccators Cabinet).....25
3.11 อ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water Bath).....26
4.1 ปริมาณฝุ่นตกในบริเวณตึกวิศวกรรมโยธา.....31
4.2 ปริมาณฝุ่นตกในบริเวณหอจันทร์สุริยา.....33
4.3 ปริมาณฝุ่นตกในบริเวณวิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีพุทธชินราช.....34
4.4 ปริมาณฝุ่นตกในบริเวณศาลากลาง.....35

สารบัญสัญลักษณ์และอักษรย่อ

$mg/m^2/day$	=	มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน
m	=	เมตร
ตึก CE	=	อาคารวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
น.น.	=	น้ำหนัก
g	=	กรัม

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันในจังหวัดพิษณุโลกเกิดมลภาวะทางอากาศมาจากหลายสาเหตุ ทั้งจากการก่อสร้าง การจราจร การทำถนนและการซ่อมแซมบำรุงต่างๆ ทั้งในและนอกเขตเทศบาลนครพิษณุโลก โดยในเขตอำเภอเมืองพิษณุโลกจะมีมลภาวะทางอากาศที่หลากหลาย เนื่องจากในเขตอำเภอเมืองพิษณุโลกเป็นศูนย์กลางทางคมนาคมของจังหวัดทั้งทางเครื่องบิน รถไฟ รถยนต์และทางน้ำ เขตอำเภอเมืองพิษณุโลกมีพื้นที่ประมาณ 750.810 ตารางกิโลเมตร มีประชากร 270,239 คน

ฝุ่นเป็นหนึ่งในมลภาวะทางอากาศของเขตอำเภอเมืองพิษณุโลก ฝุ่นละอองคือ อนุภาคของแข็งขนาดเล็กที่ลองลอยอยู่ในอากาศ ซึ่งเกิดจากวัตถุที่ถูกทุบตี บด กระแทก จนแตกออกเป็นชิ้นส่วนเล็กๆ เมื่อถูกกระแสลมพัดก็จะปลิวกระจายตัวอยู่ในอากาศ และตกลงสู่พื้น ซึ่งเวลาในการตกจะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับน้ำหนักของอนุภาคฝุ่น แหล่งกำเนิดของฝุ่นจะแสดงถึงคุณสมบัติความเป็นพิษของฝุ่นด้วย แหล่งที่มาของฝุ่นละอองแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ ฝุ่นที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ และฝุ่นที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ฝุ่นสามารถเข้ามาอยู่ในอาคารบ้านเรือน อาคารสำนักงาน ห้างสรรพสินค้า อาคารในลักษณะต่างๆ สถานที่เหล่านี้เป็นที่ที่มนุษย์ใช้เวลาในการอยู่อาศัย พักผ่อน หรือทำกิจกรรมการงานต่างๆ ทำให้มนุษย์ต้องสูดดมฝุ่นอยู่ตลอดเวลา ทำให้อาจเกิดพิษต่อร่างกาย ต่อระบบทางเดินหายใจ ทำให้ระคายเคือง แสบจมูก ไอ จาม มีเสมหะ หรือมีการสะสมของฝุ่นในถุงลมปอด ทำให้การทำงานของปอดเสื่อมลงและฝุ่นตกยังทำให้เกิดการทำลายและการกัดกร่อนผิวหนังของโลหะ หินอ่อน หรือวัสดุอื่นๆ เช่น รั้วเหล็ก หลังคาสังกะสี รูปปั้น

ปริมาณฝุ่นตกในเขตเทศบาลนครพิษณุโลกมีค่าเฉลี่ย 166.46 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน และปริมาณฝุ่นตกนอกเขตเทศบาลมีค่าเฉลี่ย 150.87 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวันซึ่งเกินค่ากำหนดไว้ที่ 65-130 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน

งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้น เพื่อศึกษาการตกสะสมของฝุ่นตกตามแนวความสูงของอาคารในเมืองพิษณุโลก

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาการตกสะสมของฝุ่นตกตามแนวความสูงของอาคารในเมืองพิษณุโลก

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 ศึกษาการตกสะสมของฝุ่นตกตามแนวความสูงของอาคารในเมืองพิษณุโลก

จำนวน 4 จุดได้แก่

1.3.1.1 วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีพุทธชินราช จังหวัดพิษณุโลก

1.3.1.2 ศาลากลางจังหวัด จังหวัดพิษณุโลก

1.3.1.3 คณะวิศวกรรมศาสตร์ (ตึก CE) มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก

1.3.1.4 หอพักจันทร์สุริยา จังหวัดพิษณุโลก

1.3.2 ศึกษาในช่วงระยะเวลา กรกฎาคม 2553 – ธันวาคม 2553

1.4 คำสำคัญหรือคำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

ฝุ่นตกตามแนวความสูง, เมืองพิษณุโลก

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ทราบการตกสะสมของฝุ่นตกตามแนวความสูงของอาคารในเมืองพิษณุโลก

1.5.2 เป็นข้อมูลเพื่อการจัดการคุณภาพอากาศในจังหวัดพิษณุโลก

1.6 แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 ระยะเวลาในการดำเนินงานทั้งสิ้น 6 เดือน ตั้งแต่ กรกฎาคม 2553 – มกราคม 2554

รายละเอียด	ก.ค. 53	ส.ค. 53	ก.ย. 53	ต.ค. 53	พ.ย. 53	ธ.ค. 53	ม.ค. 54	ก.พ. 54	มี.ค. 54
เก็บตัวอย่างฝุ่น	→	→	→	→	→	→			
วิเคราะห์องค์ประกอบ		→	→	→	→	→	→		
วิเคราะห์ข้อมูล		→	→	→	→	→	→	→	
สรุปและจัดทำรายงาน		→	→	→	→	→	→	→	→
สอบโปรเจค									→

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การตกสะสมของฝุ่นจากบรรยากาศ

กระบวนการตกสะสมของฝุ่นจากบรรยากาศ แบ่งได้ 2 ชนิด คือการตกสะสมแบบแห้ง (Dry Deposition) และการตกสะสมแบบเปียก (Wet Deposition) การตกสะสมแบบแห้งและแบบเปียกคือ กระบวนการที่ก๊าซชนิดต่างๆในบรรยากาศตลอดจนอนุภาคเคลื่อนย้ายตัวจากบรรยากาศตกลงสู่แหล่งรับที่มีพื้นที่ผิวต่างๆ โดยที่ความสามารถในการตกสะสมทั้งสองชนิดดังกล่าวขึ้นอยู่กับปัจจัยสำคัญนี้คือ สถานะของสิ่งที่สนใจว่าอยู่ในรูปก๊าซหรืออนุภาค ความสามารถในการละลายได้ จำนวนการตกในพื้นที่นั้นๆ ลักษณะภูมิประเทศ และชนิดของพื้นที่ผิวปกคลุมในบริเวณที่สนใจ

2.1.1 การตกสะสมแบบแห้ง (Dry Deposition)

หมายถึง สารทุกชนิด เช่น ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ หรืออนุภาคซัลเฟตที่ตกตะกอนสะสมจากบรรยากาศในสภาวะไอหรือก๊าซ ที่ไม่ใช่ฝน ตกลงสู่แหล่งรองรับบนพื้นโลก เช่น

1. การดูดซับหรือดูดซึมก๊าซโดยพืช ดิน น้ำและผิววัสดุต่างๆที่มนุษย์ผลิต
2. การตกตะกอนเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกของอนุภาคที่ค่อนข้างหยาบ
3. การชนของอนุภาคที่ละเอียดบนผิววัสดุ หรือพืช

ปัจจัยที่มีผลต่อการตกสะสมแบบแห้งของก๊าซ หรืออนุภาค ก็คือระดับสภาพความปั่นป่วนของอากาศ คุณสมบัติทางเคมีของอิออนตัวที่ตก และลักษณะพื้นผิวของบริเวณที่สนใจตามธรรมชาติ สำหรับก๊าซความสามารถในการละลาย และปฏิกิริยาการเคมีจะมีผลต่อการดูดเข้าสู้พื้นผิวของแหล่งรับได้ และสำหรับอนุภาค ขนาด และความหนาแน่น และรูปทรงของอนุภาคเป็นเครื่องกำหนดความสามารถในการถูกจับโดยพื้นผิวต่างๆของแหล่งรับเช่นกัน

2.1.2 การตกสะสมแบบเปียก (Wet Deposition)

หมายถึง ปริมาณของสารที่เคลื่อนย้ายจากบรรยากาศโดยฝน หิมะ หรือน้ำรูปแบบอื่นๆลงสู้พื้นโลก และกระบวนการเปลี่ยนแปลงของก๊าซ ของเหลวและของแข็งจากบรรยากาศลงสู่พื้นโลกในระหว่างเกิดฝนตก โดยทั่วไปจากปรากฏในรูปฝนกรดที่มีสาเหตุมาจาก H_2SO_4 และ HNO_3 (จากการวิเคราะห์น้ำฝนพบว่า SO_4^{2-} และNO^{3-} เป็นหลัก) โดย SO_2/SO_3 หรือ NO_2 ทำปฏิกิริยาและละลายอยู่ในเมฆและน้ำฝนในรูปของกรดซัลฟิวริกและกรดไนตริก (อุรบล,2541)

2.2 ฝุ่นตก (Dust fall)

ฝุ่นตกเป็นมวลสารที่ตกโดยเทคนิคเชิงกราวิเมตริก (Gravimetric) หรือการตกตะกอน (Sedimentation) เป็นการเก็บรวบรวมอนุภาคที่มีมวลเพียงพอที่จะตกออกจากบรรยากาศโดยแรงโน้มถ่วงของโลก หลักการของการเก็บตัวอย่างคือ อนุภาคที่ตกผ่านตัวกลาง (มัชฌิม) จะมีความเร็วเป็นค่าคงที่ค่าหนึ่ง หลังจากที่ได้เกิดสมดุลระหว่างความด้านทานเชิงโมเลกุลของตัวกลางกับแรงโน้มถ่วง

วิธีเก็บตัวอย่างฝุ่นตกนี้ไม่ต้องใช้แหล่งสุญญากาศหรือระบบตวงวัดปริมาณการไหล แต่สามารถเก็บรวบรวมได้โดยใช้ภาชนะเก็บฝุ่นตก (Dust fall Jar Container) วิธีนี้เหมาะกับอนุภาคขนาดใหญ่ ซึ่งมีขนาดเล็กสุด 20-50 ไมโครเมตร และเนื่องจากไม่มีการดูดอากาศ หรือวัดปริมาณอากาศ วิธีนี้ไม่สามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับความเข้มข้นเชิงปริมาตรของมวลสารอากาศ

โดยปกติจะเก็บสะสมตัวอย่างตลอดช่วง 30 วัน แล้วทำให้แห้ง และชั่งน้ำหนัก ผลลัพธ์ส่วนใหญ่จะรายงานเป็นหน่วยน้ำหนักต่อพื้นที่ของปากภาชนะต่อระยะเวลาเก็บ ส่วนประกอบและแหล่งที่มาของฝุ่นในอากาศแสดงในตาราง

ตาราง 2.1 ส่วนประกอบและแหล่งที่มาของฝุ่นละอองในอากาศ

ส่วนประกอบ	แหล่งที่มา
สารประกอบคาร์บอน	กระบวนการเผาไหม้
สารประกอบอินทรีย์ เช่น ไดออกซีน โพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน	กระบวนการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์
เกลือแอมโมเนีย	การทำให้เป็นกลางของกรดในอากาศ
เกลือโซเดียมและแมกนีเซียมคลอไรด์	ทะเล
แคลเซียมซัลเฟต	วัสดุก่อสร้าง เช่น ดินและทราย
ซัลเฟต	การเติมออกซิเจนของซัลเฟอร์ไดออกไซด์
ไนเตรท	การเติมออกซิเจนของไนโตรเจนไดออกไซด์
ตะกั่ว	น้ำมันที่มีสารตะกั่ว
ดิน	แร่ธาตุต่างๆ

ที่มา : มาริษา เพ็ญสุตภู่

การศึกษาของพงศธร วงษ์ธิ ในปี 2550 ได้ทำการตรวจวัดในพื้นที่เขตเทศบาลนครพิษณุโลกจำนวน 4 จุดได้แก่ มหาวิทยาลัยนเรศวร ส่วนสนามบิน, โรงเรียนผดุงราษฎร์, ชุมชนบ้านคลอง, โรงแรมน่านเจ้า และบริเวณนอกเขตเทศบาลนครพิษณุโลก 4 จุด ได้แก่มหาวิทยาลัยนเรศวร หนองอ้อ, ตลาด อำเภอวังทอง, ศูนย์อนามัยที่ 9, สถานีอนามัยตำบลบ้านกร่าง ทำการเก็บตัวอย่างในช่วงเดือน มิถุนายน 2549 ถึง กุมภาพันธ์ 2550 จากการวิเคราะห์พบว่า ปริมาณฝุ่นตกในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก มีค่าเฉลี่ย 166.46 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน และปริมาณฝุ่นตกนอกเขตเทศบาลนครพิษณุโลก มีค่าเฉลี่ย 150.87 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ซึ่งเกินค่ามาตรฐานของฝุ่นตกในย่านที่อยู่อาศัยกำหนดไว้ที่ 65-130 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน

2.3 อนุภาคในอากาศ

อนุภาคมลสารประกอบด้วยอนุภาคของแข็งและ/หรือของเหลว ซึ่งประกอบด้วยสารที่แตกต่างกันมากมาย แต่อนุภาคจะมีมวลสารประกอบเคมีที่แตกต่างกัน โครงสร้างมีทั้งแบบ Homogeneous หรือ Heterogeneous และอาจแตกต่างกันในเรื่องขนาด รูปร่าง อนุภาคมลสารมีแหล่งกำเนิดจากกระบวนการเผาไหม้ กิจกรรมในโรงงานอุตสาหกรรม และแหล่งกำเนิดตามธรรมชาติ ส่วนประกอบของอนุภาคที่แขวนลอยอยู่ในอากาศจะแตกต่างกันตามเวลาและสถานที่ที่เกิดแหล่งกำเนิดที่สำคัญของอนุภาคมลสารมาจาก ยวดยายพาหนะ อุตสาหกรรม โรงไฟฟ้า ขยะขี้เถ้า ภูเขาไฟ ไฟป่า และรวมถึงละอองเกสรดอกไม้

ตาราง 2.2 คำจำกัดความทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับอนุภาคมลสาร มีดังนี้

	คำจำกัดความ
อนุภาคมลสาร (Particulate matter)	วัสดุทุกชนิด(ยกเว้นน้ำ)อยู่ในรูปของของแข็งหรือของเหลวในบรรยากาศ หรือในกระแสก๊าซ ที่สภาวะมาตรฐาน
อนุภาค (Particle)	มวลแยกเป็นอิสระของของแข็งหรือของเหลว
ฝุ่น (Dust)	อนุภาคของแข็งที่เกิดเองในธรรมชาติหรือเกิดเองตามธรรมชาติหรือเกิดจากโรงงานอุตสาหกรรมโดยทั่วไปเกิดจากกระบวนการสลายตัว (Disintegration) มีขนาดใหญ่กว่า Colloid ไม่แพร่กระจายในอากาศ สามารถลอยอยู่ในบรรยากาศได้ชั่วขณะหนึ่งในที่สุดจะตกลงสู่พื้นล่างด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก โดยปกติฝุ่นละอองจะมีขนาดเฉลี่ยประมาณ 20 ไมครอนหรือเล็กกว่า

ตาราง 2 คำจำกัดความทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับอนุภาคมลสาร มีดังนี้ (ต่อ)

	คำจำกัดความ
ละอองลอย (Aerosol)	ได้จากการฟุ้งกระจายของของเหลวหรือของแข็งในตัวกลางที่เป็นก๊าซ เป็นอนุภาคที่ประกอบไปด้วย Colloidal ที่แขวนลอย มีขนาดใหญ่กว่าโมเลกุล แต่ไม่ใหญ่พอที่จะตกตะกอน (Settle) ด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก มีขนาดเล็กตั้งแต่ 0.01- 100 ไมครอน แต่ที่สำคัญในมลพิษทางอากาศมีขนาด 0.01 – 50 ไมครอน ขนาดที่พบทั่วไปบางชนิด ได้แก่ ละอองไอ ฝุ่น และไอเสีย อนุภาคที่มีขนาดใหญ่กว่า 50 ไมครอน จะตกตะกอนอย่างรวดเร็วในบรรยากาศภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก ส่วนอนุภาคที่เล็กกว่า 5 ไมครอน จะสามารถลอยแขวนอย่างสมบูรณ์ อนุภาคที่ใหญ่กว่า 5 ไมครอนจะตกลงสู่พื้น
ขี้เถ้า (Fly ash)	หรือขี้เถ้าลอย ที่ปลิวออกมากับไอเสียเกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง มีขนาดเฉลี่ยประมาณ 3-80 ไมครอน
ฝุ่นตก (Dust fall)	ฝุ่นละอองที่อยู่ในอากาศจะตกลงสู่พื้นเบื้องล่างได้ โดยปกติแล้วฝุ่นตกเป็นอนุภาคของแข็งที่มีขนาดเล็กมาก ไม่อาจจะมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าจนกระทั่งมีขนาดโตสามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า มีขนาดโดยเฉลี่ย 20-40 ไมครอน ฝุ่นตกใช้เป็นดัชนีที่สำคัญของมลพิษทางอากาศ
ไอเสีย (Fume)	ประกอบด้วยอนุภาคของของแข็งซึ่งเกิดจากการกลั่นตัว (Condensation) จากการ Sublimation การกลั่น (Distillation) การทำให้เป็นปูนขาว (Calcinations) หรือปฏิกิริยาเคมี ส่วนใหญ่แล้วขนาดเล็กกว่า 1 ไมครอน เช่น ควันบุหรี่และไอระเหยของโลหะออกไซด์ที่กลั่นตัว
ควัน (Smoke)	ได้แก่อนุภาคขนาดเล็ก ๆ ของคาร์บอน ที่เกิดจากเชื้อเพลิงซึ่งเผาไหม้ไม่สมบูรณ์และลอยไปกับอากาศมีขนาดเล็กกว่า1 ไมครอน
เขม่า (Soot)	การจับตัวเป็นก้อนของอนุภาคคาร์บอน

ตาราง 2 คำจำกัดความทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับอนุภาคมลสาร มีดังนี้ (ต่อ)

	คำจำกัดความ
ละอองน้ำ(Mist)	เป็นอนุภาคของเหลวเกิดจากการกลั่นตัวของไอละเหย ปฏิบัติการเคมี หรือการกระจายของของเหลวหยดเล็กๆ อย่างเบาบางในทางอุตุนิยมวิทยาละอองน้ำ คือ การฟุ้งกระจายของหยดน้ำอย่างเบาบาง ซึ่งมีขนาดใหญ่พอจะตกลงมาจากอากาศ ละอองน้ำอามาจากการกลั่นตัวของก๊าซหรือไอระเหยหรืออาจมาจากการกระจายของเหลวด้วยการตีน้ำ พ่น หรือกวนให้เป็นฟอง
หมอก(Fog)	คือ ละอองไอ เป็นของเหลวที่ฟุ้งกระจายเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ มีขนาดโดยเฉลี่ย 1.0-40 ไมครอน ในทางอุตุนิยมวิทยา คือ น้ำหรือน้ำแข็งที่ฟุ้งกระจาย
การขัดสีโลหะ	มักจะก่อให้เกิดอนุภาคขนาดใหญ่กว่าหลายไมครอน อนุภาคที่เล็กกว่านั้น(0.1-1 ไมครอน) เกิดจากการกลั่นตัวของไอระเหย

ที่มา : พจนีย์ ขุมมงคล วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์ และ คณะ (2536)

อนุภาคมลสารในอากาศมีขนาดตั้งแต่ 0.001 ถึง 500 ไมครอน ซึ่งขนาดที่พบมากในบรรยากาศจะอยู่ในช่วง 0.1 -10 ไมครอนซึ่งเป็นอนุภาคมลสารแขวนลอย (Suspended particulate matter) สามารถแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศและมีแนวโน้มที่จะแขวนลอยอยู่ในอากาศได้นานเป็นชั่วโมงหรือวัน อนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 0.1 ไมครอน จะมีขนาดใกล้เคียงกับโมเลกุลอนุภาคที่มีขนาดใหญ่กว่า 1 ไมครอน แต่เล็กกว่า 20 ไมครอน จะเคลื่อนที่ไปกับก๊าซที่มันแขวนลอยอยู่ ส่วนอนุภาคที่มีขนาดใหญ่กว่า 20 ไมครอน จะมีอัตราเร็วในการตกตะกอนสูง ดังนั้นจึงแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศไม่นาน ขนาดของอนุภาคสารต่างๆแสดงในตาราง 2.2 (อรุบล, 2541)

ตาราง 2.3 ขนาดทั่วไปของอนุภาคมลสาร

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

ที่มา: มลภาวะทางอากาศ (2540)

2.4 ประเภทและแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศ

อนุภาคฝุ่นละอองแขวนลอยในอากาศทั่วไปอาจจะฟุ้งกระจายจากแหล่งกำเนิดโดยตรงหรือเกิดจากปฏิกิริยาต่างๆในอากาศ เช่น การรวมตัวของปฏิกิริยาทางฟิสิกส์ หรือปฏิกิริยาทางเคมี หรือปฏิกิริยาเคมีแสง (Photochemical reaction) อนุภาคฝุ่นละอองจำแนกตามแหล่งกำเนิดได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

2.4.1 แหล่งกำเนิดจากธรรมชาติ

เช่น ภูเขาไฟระเบิด ทำให้เกิดฝุ่นละอองแก๊สซัลเฟอร์ไดร์ออกไซด์ ไฟไหม้ป่าทำให้เกิดควัน ฝุ่นละออง สารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่เกิดจากพืช เช่นการเน่าเปื่อยเป็นแก๊สมีเทน ละอองเกสร ดอกไม้ สารกัมมันตรังสีที่อยู่ในธรรมชาติอนุภาคต่างๆจากดินที่ถูกพัดพาขึ้นไปแขวนลอยในอากาศ ไอระเหยจากน้ำทะเล ฝุ่นละอองจากลมพายุแก่ธรรมชาติ และแผ่นดินไหว เป็นต้น

2.4.2 แหล่งกำเนิดที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ มี 3 แบบคือ

- แหล่งกำเนิดจากปล่องควัน มลพิษเกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง จากบ้านเรือน โรงไฟฟ้า โรงงานอุตสาหกรรม การก่อสร้าง โรงงานปูนซีเมนต์ เตาเผาขยะ เมรุเผาศพจากวัด เป็นต้น

- แหล่งกำเนิดที่อยู่ในพื้นที่ เป็นบริเวณพื้นที่ที่ปล่อยมลพิษต่อเนื่อง มีอาณาเขตกว้าง ระบุจุดที่ปล่อยแน่นอนไม่ได้ เช่นสถานบริการน้ำมัน เขตทิ้งขยะ การเผาขยะและเศษวัสดุในพื้นที่ทั่วไป การเผาไร่นา การพ่นยาปราบศัตรูพืช ฯลฯ

- แหล่งกำเนิดที่เคลื่อนที่ได้ ได้แก่ ยานพาหนะที่ใช้การคมนาคมทางบก ทางน้ำ ทางอากาศ ส่วนใหญ่มีการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงเพื่อใช้ในการขับเคลื่อนของเครื่องยนต์ เช่น รถ เรือ เครื่องบิน เป็นแหล่งสารมลพิษที่ทำให้อากาศเสียเกิดจากการคมนาคมขนส่ง มลพิษที่สำคัญในอากาศได้แก่ แก๊สคาร์บอนมอนนอกไซด์ ออกไซด์ของไนโตรเจน สารประกอบไฮโดรคาร์บอน เขม่า ควันดำ-ขาว และฝุ่นละออง สารพิษเหล่านี้เกิดจากการสันดาป (เผาไหม้) ที่ไม่สมบูรณ์ของเครื่องยนต์ ซึ่งเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

(1) การคมนาคมขนส่ง ซึ่งเกิดการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิงจากยานพาหนะหรือรถประเภทต่าง ๆ เช่น เครื่องยนต์ดีเซลจะปล่อยควันดำ ซึ่งเป็นอนุภาคของคาร์บอนจำนวนมากที่เกิดจากการสันดาปไม่สมบูรณ์ของน้ำมันดีเซล หรือการปล่อยควันขาวซึ่งเป็นละอองไอของน้ำมันหล่อลื่น เป็นต้น นอกจากนี้การขนส่งหิน ดินทราย ซีเมนต์ หรือวัตถุอื่นๆ ที่ไม่ได้คลุมด้วยผ้าใบ หรือถนนสกปรกทำให้เกิดฝุ่นละอองติดอยู่ที่ล้อ หรือถนน ซึ่งขณะรถแล่นจะทำให้เกิดการกระจายตัวของฝุ่นละอองอยู่ในอากาศ

(2) การก่อสร้าง การก่อสร้างหลายชนิดมักมีการเปิดหน้าดินก่อนการก่อสร้าง ซึ่งทำให้เกิดฝุ่นได้ง่าย เช่น อาคารสิ่งก่อสร้าง การปรับปรุงสาธารณูปโภค การก่อสร้างอาคารสูงทำให้ฝุ่นปูนซีเมนต์ถูกลมพัดออกจากอาคารหรือการรื้อถอนทำลายอาคารหรือสิ่งก่อสร้างเป็นต้น

(3) โรงงานอุตสาหกรรม การเผาไหม้เชื้อเพลิง เช่น น้ำมันเตา, ถ่านหิน, ฟืน, แกลบ เพื่อนำพลังงานไปใช้ในกระบวนการผลิต ทำให้เกิดฝุ่นละออง เช่น ขี้เถ้าบิน (Coal fly ash) จากโรงไฟฟ้า กระบวนการผลิตที่มีฝุ่นออกมา เช่น การโม่หิน, การผลิตปูนซีเมนต์ นอกจากนี้ในอุตสาหกรรมที่มีการปลดปล่อยออกไซด์ของไนโตรเจน และ ไฮโดรคาร์บอน ออกสู่บรรยากาศ ยังสามารถทำให้เกิดอนุภาคฝุ่นละอองในอากาศได้จากการเกิดปฏิกิริยาโฟโตเคมิคอลระหว่างออกไซด์ของไนโตรเจนและไฮโดรคาร์บอน ซึ่งเรียกว่า Smog reaction ได้อนุภาคที่มีรัศมีขนาดเล็กกว่า 0.2 ไมครอน

(4) การเผาวัสดุในที่โล่งแจ้ง ได้แก่การเผาขยะมูลฝอยหรือวัสดุต่าง ๆ จะเกิดเขม่าขี้เถ้าเป็นจำนวนมากฟุ้งกระจายไปในอากาศและลอยไปตามกระแสลมปกคลุมพื้นที่กว้าง ฝุ่นละอองที่เกิดจากแหล่งกำเนิดชนิดต่างๆ จะถูกปลดปล่อยออกสู่บรรยากาศ แล้วอาจจะแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศหรือถูกพัดพาไปโดยการพัดพาของอากาศและกระแสลม ฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่ น้ำหนักมากจะแขวนลอยในบรรยากาศได้ไม่นานก็ตกกลับด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก เรียกว่า การตกกลับแบบแห้ง (Dry deposition) ส่วนฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอน จะแขวนลอยในบรรยากาศได้นานกว่า ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กนี้สามารถตกกลับแบบเปียก (Wet deposition) ได้ 2 รูปแบบ คือ อนุภาคฝุ่นจะเข้าไปเป็นแกนกลางให้ไอน้ำเกาะแล้วรวมตัวอยู่ในเมฆ เรียกว่า Rain out และการตกกลับโดยฝนตกชะเอาอนุภาคฝุ่นในบรรยากาศลงมา เรียกว่า Wash out

2.5 ผลกระทบของอนุภาคฝุ่นละอองในบรรยากาศ

2.5.1 ผลกระทบของฝุ่นต่อบรรยากาศทั่วไป

ฝุ่นละอองจะลดความสามารถในการมองเห็น (Visibility) เนื่องจากฝุ่นละอองในบรรยากาศมีทั้งที่เป็นของแข็งและของเหลว ซึ่งสามารถจะดูดซับและหักเหแสงได้ ทำให้ทัศนวิสัยในการมองเห็นเสื่อมลง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดและความหนาแน่น รวมทั้งองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองแต่ละประเภท

ดังจะเห็นได้จากการที่ท้องฟ้าของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล มีหมอกควันปกคลุมหนาแน่นมากขึ้นในช่วง 2-3 ปี ที่ผ่านมา โดยเฉพาะในช่วงฤดูหนาวของแต่ละปี ซึ่งอากาศจะค่อนข้างเย็นในตอนเช้าและฝุ่นขนาดเล็กที่แขวนลอยอยู่ในอากาศจะเป็นแกนกลางให้ความชื้นหรือไอน้ำ

ในอากาศมาเกาะและกลั่นตัวได้ง่ายขึ้น เกิดเป็นหมอกควัน (Smog) ในตอนเช้าตรู่ไปจนถึงช่วงสายๆ ของวัน

2.5.2 ผลกระทบของฝุ่นต่อวัตถุและสิ่งก่อสร้าง

(1) วัสดุก่อสร้าง วัสดุก่อสร้างอาจถูกกัดกร่อน หรือทำให้เสียรูปทรงไปได้ เนื่องจากมลพิษทางอากาศ ยกตัวอย่างเช่น ควัน เขม่า และอนุภาคที่มีความเหนียวเหนอะ จะติดอยู่กับผิวของวัสดุก่อสร้าง อาคารบ้านเรือน เป็นการทำลายความสวยงามของวัสดุและสิ่งก่อสร้างนั้นๆ ทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการทำความสะอาดอีกด้วยก๊าซที่มีคุณสมบัติเป็นกรด เช่น ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์และซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ ถ้าหากในบรรยากาศมีความชื้นจะทำปฏิกิริยากับแคลเซียมไบคาร์บอเนตหรือหินปูน ให้กลายสภาพเป็นแคลเซียมซัลเฟตและยิปซั่มซึ่งจะละลายน้ำได้ นอกจากนั้นกรดคาร์บอนิก (H_2CO_3) ซึ่งเกิดจากการทำปฏิกิริยาของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และความชื้นในอากาศ เมื่อทำทำปฏิกิริยากับแคลเซียมคาร์บอเนตหรือแคลเซียมไบคาร์บอเนต ซึ่งละลายน้ำได้เช่นกัน ดังนั้นสิ่งก่อสร้างที่ทำด้วยหินปูน (limestone) เช่น พวกอนุสาวรีย์ รูปปั้นทางศิลปกรรมโบสถ์วิหาร จะเสียได้รวดเร็ว

(2) สี มลพิษทางอากาศ เช่น ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์และเกลือโลหะต่างๆ อาจทำให้สีที่ทาอยู่บนวัสดุเปลี่ยนสภาพได้ โดยการทำปฏิกิริยากับตัวสี เช่น สีที่มีตัวสีเป็นสารตะกั่ว จะเปลี่ยนเป็นสีดำอย่างรวดเร็วในบรรยากาศที่มีก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์อยู่ด้วย ทั้งนี้เนื่องมาจากการที่ตัวสีเปลี่ยนไปเป็นตะกั่วซัลไฟด์ซึ่งมีสีดำ การทาสีในบรรยากาศที่มีก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์อยู่ 1-2 ppm จะทำให้สีแห้งช้าขึ้นกว่าปกติร้อยละ 50-100 และสีนั้นจะหลุดลอกง่าย

(3) อื่นๆ มลพิษทางอากาศยังทำให้วัสดุสิ่งของอื่นๆ เสื่อมคุณภาพหรือเสียประ โยชน์ใช้สอยได้ เช่น ทำให้เครื่องหนัง ผ้า และสิ่งทอ มีความทนทานน้อยลง ทำให้เกิดรอยแตกขึ้นกับยางได้ง่ายกว่าปกติ เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์มีอายุการใช้งานสั้นลง เพราะหน้า สัมผัสของวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ของอุปกรณ์ดังกล่าวเสื่อมสภาพเร็วขึ้น เป็นต้น นอกจาก นั้นยังทำความสกปรกให้กับสิ่งของเครื่องใช้และพื้นผิวต่างๆ ทำให้ท้องฟ้ามืดครึ้มและทัศนวิสัยลดลง ซึ่งอาจเป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดอุบัติเหตุทางรถยนต์ และ การคมนาคมไม่สะดวก

2.5.3 ผลกระทบต่อพืช

อนุภาคฝุ่นละอองในบรรยากาศสามารถตกลงมาสู่พืช แล้วจับเกรอะกรังบนส่วนต่าง ๆ ของพืชโดยเฉพาะใบซึ่งเป็นส่วนที่มีพื้นผิวมาก และรับการตกลงมาเกาะของอนุภาคฝุ่นละอองได้ดี ดังนั้นจึงไปขัดขวางการหายใจของพืช ทำให้พืชหายใจได้อย่างจำกัด เป็นผลให้ประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงลดลง อนุภาคฝุ่นละอองที่ปิดปากใบยังทำให้เกิดการสะสมความร้อนไว้ภายในมาก

ขึ้นจึงมีส่วนเร่งรัดหรือขัดขวางการเจริญเติบโตของพืชได้ และถ้าฝุ่นละอองนั้นมีสารพิษปะปนอยู่ เช่น โลหะหนัก หรือปูนซีเมนต์ ทำให้พืชจะได้รับพิษเพิ่มจากสารต่าง ๆ นั้นอีกด้วย

2.5.4 ผลกระทบต่อสุขภาพมนุษย์

ฝุ่นละอองนอกจากจะลดความสามารถในการมองเห็น ทำให้เกิดความสกปรก และสร้างความเดือดร้อนรำคาญแล้ว จากการศึกษาพบว่าฝุ่นละอองสามารถทำให้เสียชีวิตก่อนเวลาอันสมควร ทำให้เกิดโรคในระบบทางเดินหายใจ และโรคในระบบหัวใจและหลอดเลือด ซึ่งมีการยืนยันจากการศึกษาของวิทยาลัยการสาธารณสุข จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พบว่าเด็กนักเรียนที่อาศัยอยู่บริเวณที่มีฝุ่นละอองสูง (PM10 > 100 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร) จะมีอัตราการป่วยด้วยโรคในระบบทางเดินหายใจสูงกว่าเด็กที่อาศัยอยู่บริเวณที่มีฝุ่นละอองต่ำ (PM10 < 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) และยังพบว่าระดับความรุนแรงของอาการป่วยจะเปลี่ยนแปลงตามระดับของฝุ่นละออง

2.6 มาตรฐานคุณภาพอากาศ

2.6.1 มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศของประเทศไทย

ประเทศไทยได้มีการจัดทำมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศครั้งแรกในปี พ.ศ. 2524 ตาม พ.ร.บ. ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม ปี พ.ศ. 2518 โดยออกเป็นประกาศของสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ในราชกิจจานุเบกษาตอนที่ 197 (1 ธ.ค. 2524) ซึ่งได้มีการกำหนดค่าความเข้มข้นของฝุ่นละออง (Total suspended particulates) ในบรรยากาศ ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง มีค่าไม่เกิน 0.33 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร และค่าเฉลี่ยในเวลา 1 ปี มีค่าไม่เกิน 0.1 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร (เป็นค่าเฉลี่ยทางเรขาคณิต ; Geometric mean) โดยใช้วิธีการวัดแบบ Gravimetric ต่อมาได้มีการจัดทำมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศขึ้นใหม่ในปี พ.ศ. 2538 ตาม พ.ร.บ. ส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมปี พ.ศ. 2535 โดยกรมควบคุมมลพิษ สำนักนโยบายและแผนกระทรวง วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมได้มีการกำหนดค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองในบรรยากาศโดยแบ่งเป็น 2 ขนาด คือ

1. ฝุ่นรวม (TSP) และฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM-10) ซึ่งฝุ่นรวมยังมีค่าความเข้มข้นเท่ากับมาตรฐานเดิม คือ มีค่าไม่เกิน 0.33 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร สำหรับค่าเฉลี่ยในเวลา 24 ชั่วโมง และค่าเฉลี่ยในเวลา 1 ปี มีค่าไม่เกิน 0.10 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร โดยใช้วิธีการวัดแบบ Gravimetric-High Volume

2. ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน กำหนดให้มีค่าไม่เกิน 0.12 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร สำหรับค่าเฉลี่ยในเวลา 24 ชั่วโมง และค่าเฉลี่ยในเวลา 1 ปี มีค่าไม่เกิน 0.55 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร โดยใช้วิธีการวัดแบบ Gravimetric-High Volume ดังแสดงใน ตาราง 3

ตารางที่ 2.4 แสดงมาตรฐานของฝุ่นตก หน่วย ($mgm^{-2}d^{-1}$)

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

Combined weight of dissolved and undissolved deposits.

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พรพิชัย คลังวิเชียร และคณะ(2545) ได้ทำการศึกษาปริมาณฝุ่นตกภายในอาคารในเขตเมืองพิษณุโลก โดยทำการเก็บตัวอย่าง 9 จุด กระจายในเขตเมืองพิษณุโลกได้แก่ บ้านพักอาศัยในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก 2 จุด บ้านพักนอกเขตเทศบาลนครพิษณุโลก 2 จุด โรงพยาบาลพระพุทธชินราช สถานีรถไฟพิษณุโลก ห้างสรรพสิน- ค้า Big C สำนักงานวิศวกรรมโยธาฝ่ายวิชาการ อาคารอเนกประสงค์โรงเรียนท่าทองพิทยาคม เป็นเวลา 32 วัน ทำการวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นในอาคารที่เกิดขึ้นแต่ละจุด พบว่า ปริมาณฝุ่นตกภายในอาคารบริเวณอาคารอเนกประสงค์โรงเรียนท่าทองพิทยาคม มีปริมาณฝุ่นมากที่สุด 0.00082 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน และปริมาณฝุ่นตกน้อยที่สุดคือ 0.00065 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน เนื่องจากบริเวณนั้นอยู่ใกล้กับตลาดสดและมีถนนลูกรังมีสภาพค่อนข้างร้อนในช่วงบ่ายและไม่มีฝนตกและเป็นบริเวณที่คนอยู่อาศัยกันอย่างหนาแน่น

ศลีจิตร น้ำจิตร และคณะ (2545) ได้ศึกษาปริมาณฝุ่นตกภายนอกอาคารในเขตเมืองพิษณุโลกพบว่า บริเวณป้ายรถเมล์วงเวียนสถานีรถไฟพิษณุโลกมีปริมาณฝุ่นตก 153.76 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน เนื่องจากบริเวณดังกล่าวเป็นเส้นทางคมนาคม เป็นวันที่ผู้ใช้รถใช้ถนนทำให้เกิดฝุ่นจากผิวถนน รวมทั้งการก่อสร้างตลาดสด และการปรับปรุงสถานีรถไฟ และในวันนั้นอากาศค่อนข้างร้อนในช่วงบ่ายทำให้ปริมาณฝุ่นเพิ่มมากขึ้น

พงศธร วงษ์ธิ (2550) ได้ทำการตรวจวัดในพื้นที่เขตเทศบาลนครพิษณุโลกจำนวน 4 จุด ได้แก่ มหาวิทยาลัยนเรศวร ส่วนสนามบิน, โรงเรียนผดุงราษฎร์, ชุมชนบ้านคลอง, โรงแรมน่านเจ้า และบริเวณนอกเขตเทศบาลนครพิษณุโลก 4 จุด ได้แก่มหาวิทยาลัยนเรศวร หนองอ้อ, ตลาด อำเภอวังทอง, ศูนย์อนามัยที่ 9, สถานีอนามัยตำบลบ้านกร่าง ทำการเก็บตัวอย่างในช่วงเดือน มิถุนายน 2549 ถึง กุมภาพันธ์ 2550 จากการวิเคราะห์พบว่า ปริมาณฝุ่นตกในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก มีค่าเฉลี่ย 166.46 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน และปริมาณฝุ่นตกนอกเขตเทศบาลนครพิษณุโลก มีค่าเฉลี่ย 150.87 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ซึ่งเกินค่ามาตรฐานของฝุ่นตกในย่านที่อยู่อาศัยกำหนดไว้ที่ 65-130 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน

Mustafa Arslan and Mustafa Boybay (1989) ทำการศึกษาฝุ่นตกบริเวณรอบๆโรงงานซีเมนต์ในประเทศตุรกี โดยศึกษาอนุภาคหลักๆได้แก่ สารที่ละลายน้ำได้ สารที่ละลายน้ำไม่ได้ พวกที่เผาไหม้ได้ และพวกที่ไม่เผาไหม้ และศึกษามลพิษของฝุ่นรวมทั้งปัจจัยการเปลี่ยนแปลง เช่น อุตุนิยมวิทยา ลักษณะพื้นที่ ฤดูกาล ส่วนประกอบทางเคมีและแร่ธาตุ ทำการทดลอง 7 ตัวอย่าง ในเวลา 15 เดือน พบว่าอัตราการเกิดฝุ่นนอกพื้นที่เฉลี่ย 36.37 gm^{-2} ต่อเดือน อัตราการตกสำหรับอนุภาคที่ไม่ละลายน้ำ และเผาไหม้ได้ เป็น 26.29 และ 8.51 gm^{-2} ต่อเดือน ตามลำดับ สำหรับค่า pH ค่อนข้างเป็นด่าง ในช่วงฤดูร้อน pH จะมีค่า 8.63 ในฤดูหนาว pH จะมีค่า 6.49 การลดลงของ pH อาจมีผลจากความเป็นกรดจาก SO_2 ที่เกิดจากกระบวนการเผาไหม้ Ca, Si, Al, และ Fe

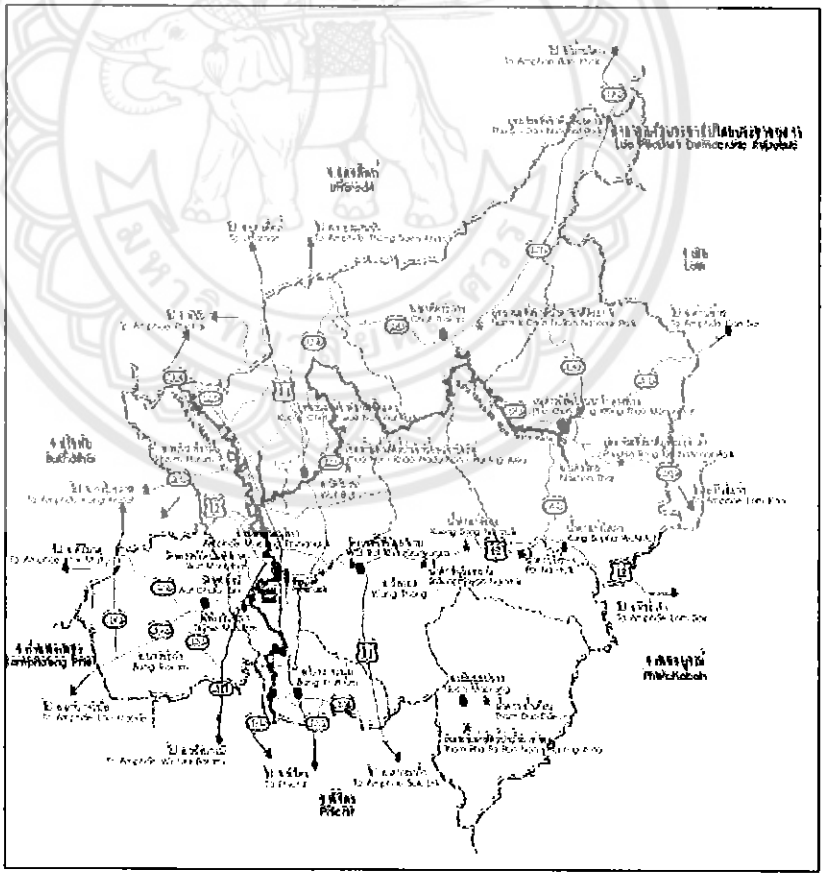
บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ศึกษาการตกสะสมของฝุ่นตกตามแนวความสูงของอาคารในเมืองพิษณุโลก มีวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

3.1 พื้นที่ทำการทดลอง

ลักษณะพื้นที่โดยทั่วไป



ภาพ 3.1 แผนที่จังหวัดพิษณุโลก

3.2 พื้นที่เก็บตัวอย่างฝุ่นตกและแหล่งกำเนิด

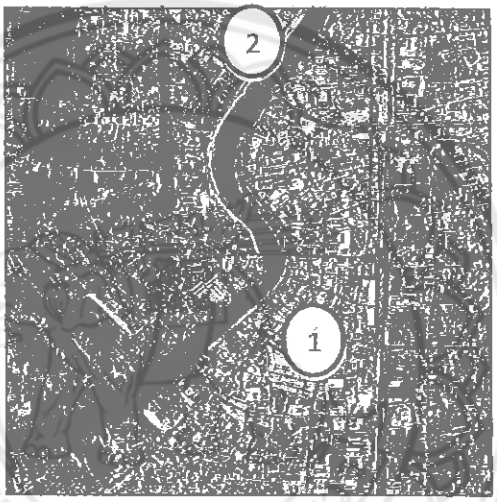
ศึกษาการตกสะสมของฝุ่นตกตามแนวความสูงของอาคารในเมืองพิษณุโลก จำนวน 4 จุด ได้แก่

3.2.1.วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีพุทธชินราช จังหวัดพิษณุโลก

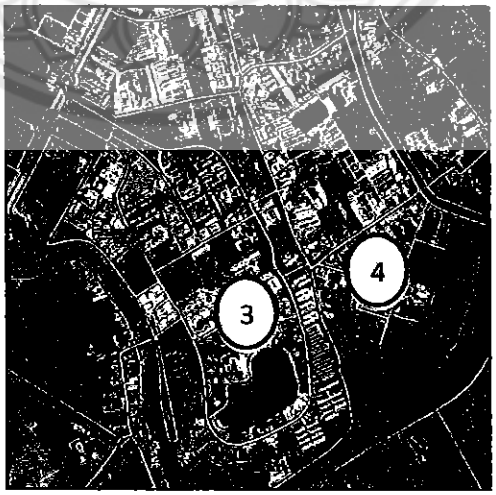
3.2.2.ศาลากลางจังหวัด จังหวัดพิษณุโลก

3.2.3.คณะวิศวกรรมศาสตร์(ตึก CE) มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก

3.2.4.หอจันทร์สุริยา จังหวัดพิษณุโลก



ภาพ 3.2 จุดที่ตั้งเครื่องมือเก็บตัวอย่าง



ภาพ 3.3 จุดที่ตั้งเครื่องมือเก็บตัวอย่าง

3.3 ลักษณะอาคารที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง

เลือกอาคารที่ทำการเก็บตัวอย่างการตกสะสมของฝุ่นในเมืองพิษณุโลก เพื่อให้ตัวอย่างของฝุ่นตกที่ได้เป็นตัวแทนของฝุ่นตก ที่เกิดขึ้นในบริเวณเมืองพิษณุโลก

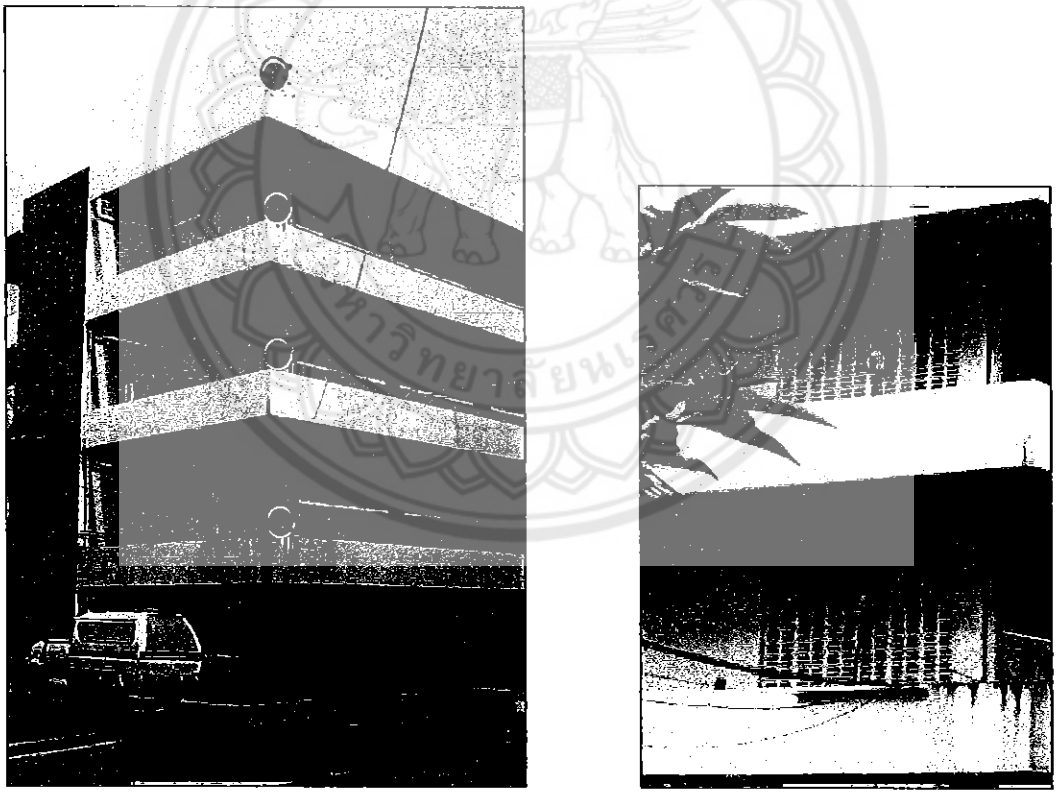
ในการเลือกเก็บตัวอย่างการตกสะสมของฝุ่นตกบริเวณในเมืองพิษณุโลก 4 จุด

ลักษณะของอาคารที่เลือกในการเก็บตัวอย่าง เลือกอาคารที่มีระเบียง มีความสูง 4 ชั้นขึ้นไป

จุดที่ 1.วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีพุทธชินราช จังหวัดพิษณุโลก

เก็บตัวอย่าง 5 ตัวอย่าง

● ที่ตั้งอุปกรณ์เก็บตัวอย่าง



ภาพ 3.4 จุดที่ตั้งเครื่องมือเก็บตัวอย่างวิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีพุทธชินราช

*หมายเหตุ ที่ความสูง +1.5 เมตร จุดเก็บอยู่บริเวณด้านหลังตึก

จุดที่ 2.ศาลากลางจังหวัด จังหวัดพิษณุโลก

เก็บตัวอย่าง 7 ตัวอย่าง

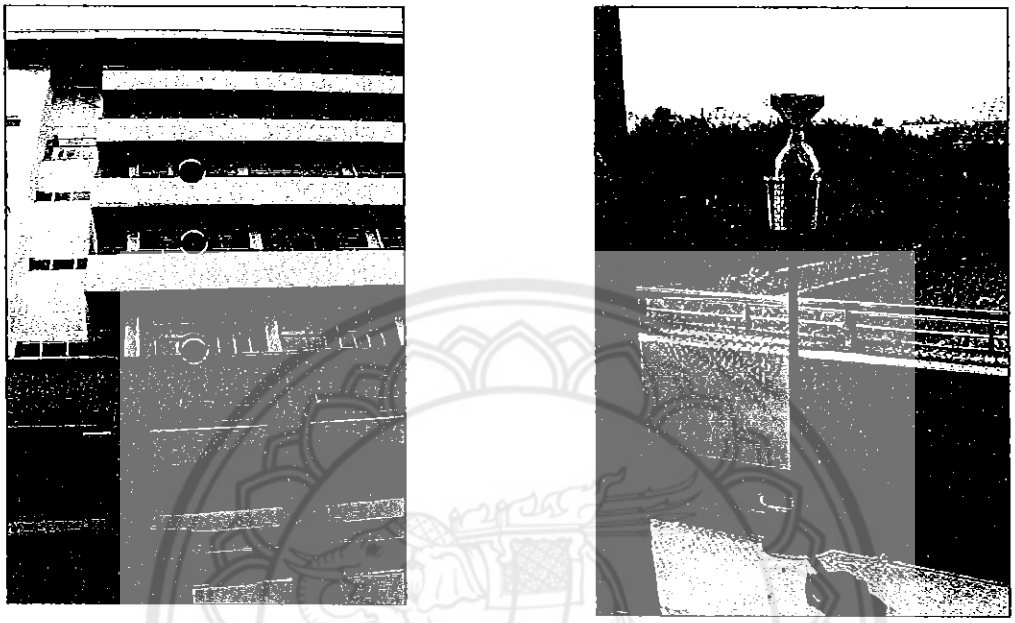
- ที่ตั้งอุปกรณ์เก็บตัวอย่าง

ภาพ 3.5 จุดที่ตั้งเครื่องมือเก็บตัวอย่างศาลากลางจังหวัด จังหวัดพิษณุโลก

จุดที่ 3.คณะวิศวกรรมศาสตร์(ตึก CE) มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก

เก็บตัวอย่าง 4 ตัวอย่าง

- ที่ตั้งอุปกรณ์เก็บตัวอย่าง



ภาพ 3.6 จุดที่ตั้งเครื่องมือเก็บตัวอย่างคณะวิศวกรรมศาสตร์ (ตึก CE)

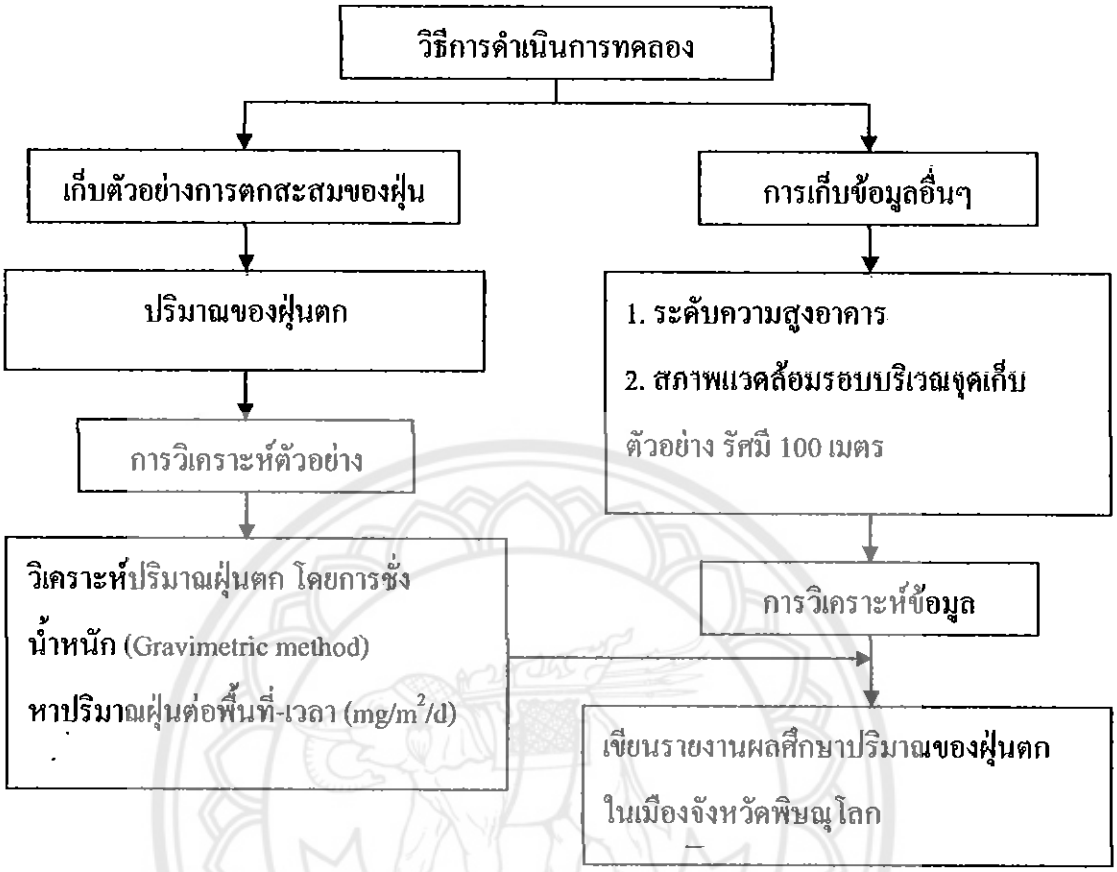
จุดที่ 4.หอพักจันทร์สุริยา จังหวัดพิษณุโลก

เก็บตัวอย่าง 5 ตัวอย่าง

- ที่ตั้งอุปกรณ์เก็บตัวอย่าง

ภาพ 3.7 จุดที่ตั้งเครื่องมือเก็บตัวอย่างหอพักจันทร์สุริยา

3.4 วิธีการดำเนินการทดลอง



3.5 แผนการดำเนินการทดลอง

จุดเก็บตัวอย่างการตกสะสมของฝุ่น

ในการวิจัยนี้เก็บตัวอย่างของฝุ่นในเมืองพิษณุโลก จากจุดเก็บตัวอย่างในจังหวัดพิษณุโลก จำนวน 4 จุด การเก็บตัวอย่างของฝุ่นตกจะใช้วิธี Dust fall Jar ใช้ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างเวลา 30 วัน ใช้เวลาเก็บตัวอย่างทั้งหมด 6 เดือน รวมทั้งสิ้น 126 ตัวอย่าง โดยจำนวนการเก็บตัวอย่าง และวันที่ทำการเก็บ แล้วนำมาวิเคราะห์หาปริมาณฝุ่นตก

ตาราง 3.1 จำนวนการเก็บตัวอย่างการตกสะสมของฝุ่น

จุดเก็บตัวอย่างอากาศ	พารามิเตอร์	จำนวนตัวอย่าง (ต่อจุด)
ในเมืองจำนวน 4 จุด ได้แก่		
1.วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีพุทธชินราช	- ปริมาณการตกสะสมของฝุ่น	5
2.ศาลากลางจังหวัด จังหวัดพิษณุโลก		7
3.คณะวิศวกรรมศาสตร์(ตึก CE)		4
4.หอพักจันทร์สุริยา จังหวัดพิษณุโลก		5

3.6 การตรวจวัดปริมาณการตกสะสมของฝุ่นโดย Dust Fall Jar .

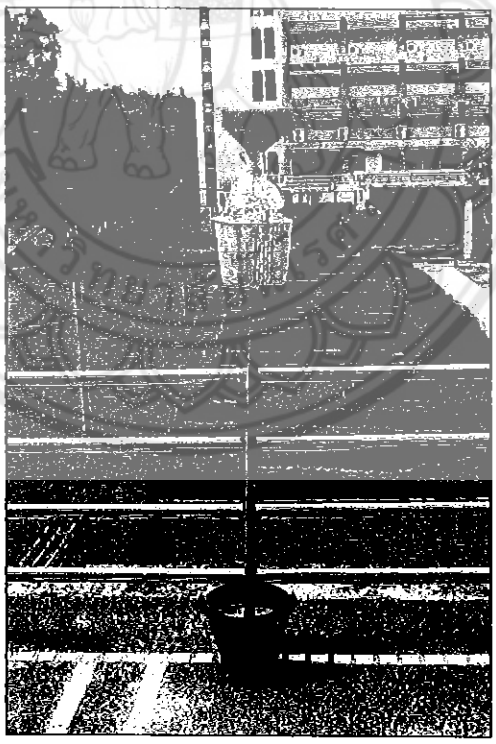
3.6.1 หลักการ

ฝุ่นตกเป็นการเก็บตัวอย่างมวลสาร โดยใช้เทคนิคเชิงกราวิเมตริก (Gravimetric) หรือการตกตะกอน (sedimentation) เป็นการเก็บรวบรวมอนุภาคที่มีมวลเพียงพอที่จะตกออกจากบรรยากาศโดยแรงโน้มถ่วงของโลก

3.6.2 อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างอากาศ ประกอบด้วย

1. ขวดเก็บตัวอย่างเป็นขวดน้ำ 6 ลิตร และฝาปิดเจาะรูนำกรวยเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 นิ้วใส่ติดไว้พร้อมตะแกรง พลาสติกไว้ด้านบนกรวย

2. ขาตั้งเก็บตัวอย่าง ประกอบด้วยถังหล่อปูนมีข้อต่อท่อ และนำท่อ PVC ยาวประมาณ 1.0 เมตร ต่อกัน ใช้ตะกร้าเป็นฐานวาง



ภาพ 3.8 เครื่องมือเก็บตัวอย่างการตกสะสมของฝุ่นชนิด Dust Fall Jar

อุปกรณ์นี้ดัดแปลงจากเครื่องมือตัวอย่างการตกสะสมของฝุ่นชนิด Dust Fall Jar ของกรมควบคุมมลพิษ

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

3.6.3 วิธีการเก็บตัวอย่าง

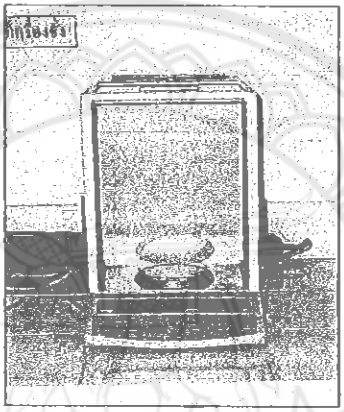
นำอุปกรณ์เก็บตัวอย่างไปวางในจุดที่ต้องการเก็บตัวอย่าง โดยมีหลักเกณฑ์คือ

(1) ตั้งบริเวณระเบียงของตึกแต่ละชั้น

(2) ตึกที่ตั้งอุปกรณ์ต้องมีอย่างน้อย 4 ชั้น โดยปกติ จะวางไว้ตลอดช่วง 30 วัน จากนั้นเก็บขวดพลาสติกไปวิเคราะห์ต่อในห้องปฏิบัติการ โดยควรปิดฝาภาชนะเก็บฝุ่นให้สนิท

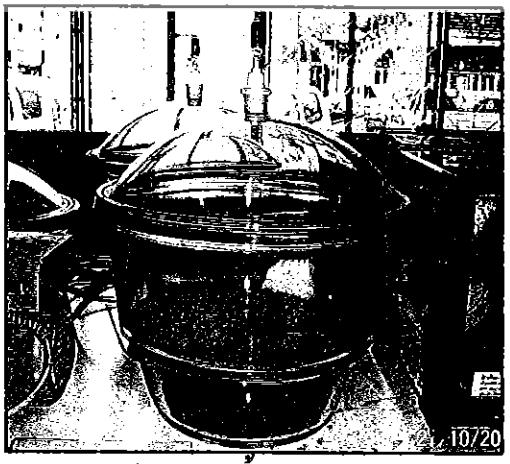
3.6.4 อุปกรณ์สำหรับการตรวจวิเคราะห์ ประกอบด้วย

(1) เครื่องชั่งไฟฟ้าอย่างละเอียด สำหรับชั่งตัวอย่างฝุ่นตก เครื่องชั่งมีทศนิยม 4 ตำแหน่ง



ภาพ 3.9 เครื่องชั่งไฟฟ้าอย่างละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง

(2) ตู้ดูดความชื้น (Desiccator Cabinet) ใช้สำหรับดูดความชื้นของบีกเกอร์ ทั้งก่อนและหลังเก็บตัวอย่าง มีอุปกรณ์วัดความชื้น (Hygrometer) ให้เห็นเด่นชัด โดยปกติค่าความชื้นสัมพัทธ์จะไม่มากกว่า 50% ภายในตู้จะใช้ซิลิกาเจล เป็นสารดูดความชื้น



ภาพ 3.10 ตู้ดูดความชื้น (Desiccators Cabinet)

i55073l5
ว.ส.
ก279ก
2553

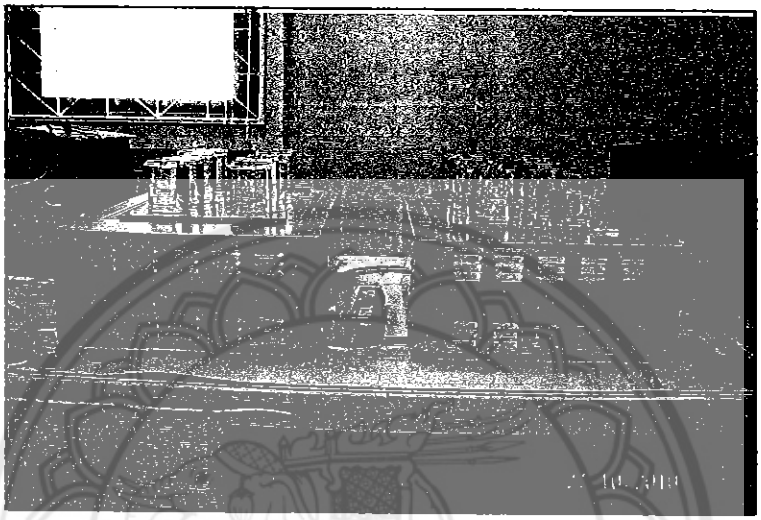
(3) ตู้อบที่ควบคุมอุณหภูมิได้ (Hot Air Oven)

(4) คีมคีบปากแบน (Forceps) ชนิดเคลือบด้วยเทฟลอน (Teflon) สำหรับคีบบีกเกอร์

(5) ขวดใส่น้ำกลั่นที่ขจัดไอออนแล้ว (Deionized Water)

(6) บีกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร

(7) อ่างปรับอุณหภูมิได้ (Water Bath) ชนิด 8 หลุม



ภาพ 3.11 อ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water Bath)

3.6.6 การตรวจวิเคราะห์

วิเคราะห์ปริมาณด้วยวิธีการชั่งน้ำหนัก (Gravimetric method) การคำนวณหาปริมาณอนุภาคการตกสะสมของฝุ่น โดยมีการวิเคราะห์ดังนี้

(1) การเตรียมบีกเกอร์เพื่อระเหย

1. ทำความสะอาดบีกเกอร์ด้วยน้ำประปา และน้ำกลั่น ตามลำดับ
2. อบให้แห้งในเตาอบ อุณหภูมิ 105 ^{o}C ประมาณ 1 ชั่วโมง
3. นำบีกเกอร์ที่อบแล้วใส่ในตู้ควบคุมความชื้น ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น
4. ชั่งน้ำหนักบีกเกอร์ด้วยเครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่งแล้วบันทึกน้ำหนักบีกเกอร์ไว้เป็นน้ำหนักบีกเกอร์เปล่า

(2) วิธีการเตรียมตัวอย่างเพื่อหาปริมาณฝุ่นตก

1. ฉีดน้ำกลั่นรอบๆ ผนังภาชนะเก็บฝุ่น เพื่อชะฝุ่นที่ติดตามผนังภาชนะ แล้วใช้แท่งแก้ว ปาด คน หรือเขี่ย ฝุ่นที่ติดรอบๆ และก้นภาชนะ
2. เทสารละลายที่ได้จากข้อ 1. ลงในขวดบีกเกอร์ระเหยที่ทราบน้ำหนักแล้ว
3. ชะตัวอย่างในภาชนะเก็บประมาณ 2-3 ครั้ง จนกระทั่งภาชนะเก็บตัวอย่างสะอาด
4. นำบีกเกอร์แห้งที่บรรจุตัวอย่าง ไปตั้งบนอ่างปรับอุณหภูมิได้ (Water Bath) ตั้งอุณหภูมิที่ประมาณ 100 องศาเซลเซียส แล้วระเหยจนสารละลายในบีกเกอร์แห้ง
5. นำบีกเกอร์ที่สารละลายแห้งแล้ว เข้าตู้อบอุณหภูมิประมาณ 103 องศาเซลเซียส เพื่ออบให้แห้งแล้วชั่งหาน้ำหนักของฝุ่น ซึ่งขั้นตอนเหมือนกับการเตรียมบีกเกอร์
6. คำนวณน้ำหนักฝุ่น จากผลต่างระหว่างน้ำหนักบีกเกอร์ที่มีตัวอย่างฝุ่นกับน้ำหนักบีกเกอร์เปล่า
7. รายงานผลการวิเคราะห์ในหน่วยน้ำหนัก/พื้นที่ของปากภาชนะ/ระยะเวลาเก็บ

การคำนวณหาปริมาณอนุภาคการตกสะสมของฝุ่น หาได้จากสูตรดังนี้

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

โดยที่

DF = ปริมาณการตกสะสมของฝุ่นในอากาศ (มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน)

W_1 = น้ำหนักบีกเกอร์ก่อนเก็บตัวอย่าง (กรัม)

W_2 = น้ำหนักบีกเกอร์หลังเก็บตัวอย่าง (กรัม)

A = พื้นที่หน้าตัดของอุปกรณ์เก็บตัวอย่าง (ตารางเมตร)

T = ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง (วัน)

10^3 = เปลี่ยนหน่วยกรัม เป็น มิลลิกรัม

บทที่ 4

ผลการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาปริมาณฝุ่นตกโดยใช้ภาชนะเก็บฝุ่นตก Dust fall Jar Container โดยทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 4 จุด ในบริเวณเมืองพิษณุโลก 4 จุด ได้แก่ วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีพุทธชินราช ศาลากลางจังหวัด คณะวิศวกรรมศาสตร์ (ตึก CE) มหาวิทยาลัยนเรศวร หอพักจันทร์สุริยา โดยทำการเก็บตัวอย่างในช่วงเดือน กรกฎาคม 2553 ถึงเดือน ธันวาคม 2553 โดยมีผลการทดลองดังต่อไปนี้

4.1 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่ศึกษา

ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ด้วยความอนุเคราะห์จากสถานีอุตุนิยมวิทยา จังหวัดพิษณุโลก สรุปได้ว่า จังหวัดพิษณุโลก สภาพภูมิอากาศโดยทั่วไปมีลักษณะร้อนชื้น ฝนตกชุกสลับกับแห้งแล้งมีลมมรสุมพัดผ่าน สามารถแบ่งฤดูกาลได้เป็น 3 ฤดู คือฤดูหนาว ฤดูฝน ฤดูร้อน

ฤดูฝน อยู่ในช่วงประมาณปลายเดือนพฤษภาคม-ตุลาคม โดยได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

ฤดูหนาว อยู่ในช่วงประมาณเดือนพฤศจิกายน-กุมภาพันธ์ โดยได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจากประเทศจีนที่แผ่มาปกคลุม

ฤดูร้อน อยู่ในช่วงประมาณเดือนมีนาคม-พฤษภาคม

ส่วนลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาบริเวณพื้นที่ศึกษา ได้ตรวจสอบจากสถิติภูมิอากาศของประเทศไทยในคาบ 30 ปี (พ.ศ.2514-2543) ของกรมอุตุนิยมวิทยา บริเวณสถานีตรวจอากาศพิษณุโลก ตั้งอยู่ที่เส้นละติจูด 13 องศา 44 ลิปดาเหนือและเส้นลองติจูด 100 องศา 34 ลิปดาตะวันออก

ความกดอากาศ : มีความกดอากาศเฉลี่ยตลอดปีเท่ากับ 1009.2 เฮคโตปาสคาล

อุณหภูมิ : อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีเท่ากับ 27.7 องศาเซลเซียส มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดในเดือนเมษายน เท่ากับ 30.7 องศาเซลเซียส และมีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดในเดือนธันวาคม เท่ากับ 24.1 องศาเซลเซียส

ความชื้นสัมพัทธ์ : ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปีเท่ากับ 71 เปอร์เซ็นต์ โดยเดือนสิงหาคมและกันยายน มีปริมาณความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 80 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเดือนมีนาคมมีปริมาณความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ 61 เปอร์เซ็นต์

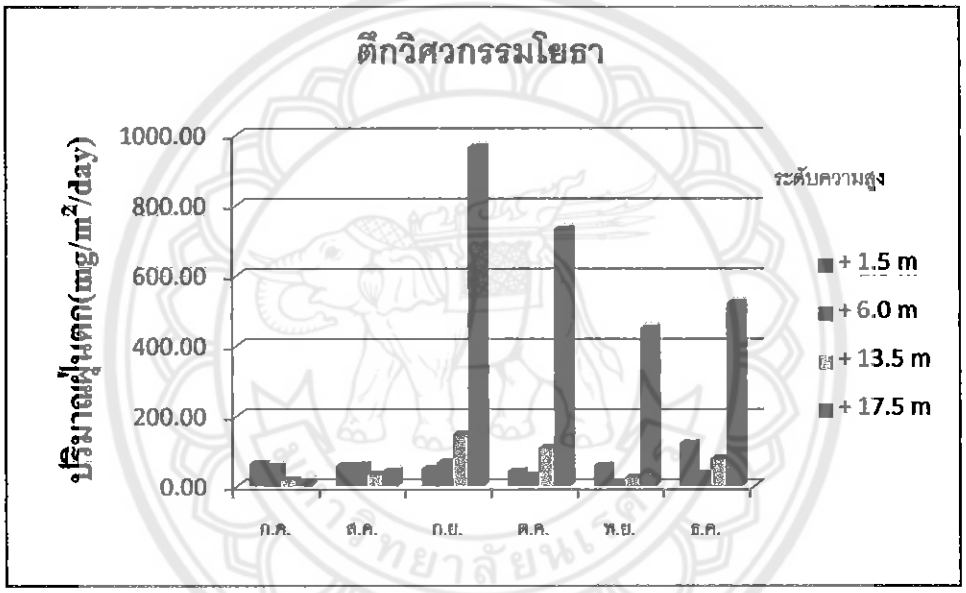
ความเร็วและทิศทางลม : ความเร็วเฉลี่ยตลอดทั้งปีมีค่าอยู่ในช่วง 0.9 น๊อต (มกราคม) – 2.1 น๊อต (กันยายน) โดยเดือนมกราคม – กันยายน กระแสลมพัดมาจากทิศเหนือด้วยความเร็ว 0.9 - 2.1 น๊อต ส่วนเดือนตุลาคม – ธันวาคม มีกระแสลมพัดมาจากทิศใต้ด้วยความเร็ว 1.0 - 1.1 น๊อต

ปริมาณน้ำฝน : มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดปีเท่ากับ 1335.6 มิลลิลิตร ซึ่งเดือนสิงหาคมมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 256.7 มิลลิลิตร และเดือนมกราคมมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 5.1 มิลลิลิตร

4.2 ปริมาณฝุ่นตก

ปริมาณฝุ่นตกในบริเวณเมืองพิษณุโลก ทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 4 จุด เพื่อทำการวัดปริมาณฝุ่นตก โดยวิธี Dust fall Jar เป็นระยะเวลาเวลาทุก 30 วัน ในช่วงฤดูฝน เดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคม และช่วงฤดูหนาว เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม ดังต่อไปนี้

4.2.1 ปริมาณฝุ่นตกสะสมในแต่ละระดับความสูง เก็บตัวอย่างปริมาณการตกสะสมของฝุ่นในอากาศ $mg/m^2/day$ เป็นระยะเวลาทุก 30 วัน โดยเก็บตัวอย่างในเมืองพิษณุโลกจำนวน 4 จุด ในเดือนกรกฎาคมถึงเดือนธันวาคม ดังต่อไปนี้



ภาพ 4.1 ปริมาณฝุ่นตกในบริเวณตึกวิศวกรรมโยธา

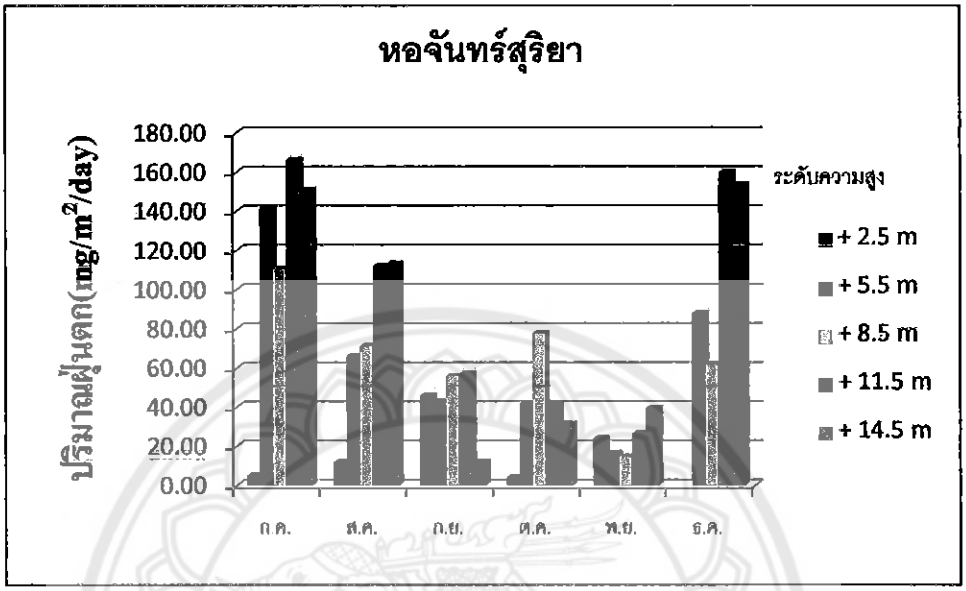
พื้นที่ในบริเวณตึกวิศวกรรมโยธา ปริมาณฝุ่นตกสะสมที่ตรวจวัดได้เฉลี่ยในแต่ละเดือน พบว่า

ที่ระดับความสูง 1.5 m	มีค่าอยู่ในช่วง 42.65 ถึง 121.78	$mg/m^2/day$
	มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 65.87	$mg/m^2/day$
ที่ระดับความสูง 6.0 m	มีค่าอยู่ในช่วง 5.46 ถึง 67.77	$mg/m^2/day$
	มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 42.35	$mg/m^2/day$
ที่ระดับความสูง 13.5 m	มีค่าอยู่ในช่วง 17.76 ถึง 148.48	$mg/m^2/day$
	มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 68.61	$mg/m^2/day$
ที่ระดับความสูง 17.5 m	มีค่าอยู่ในช่วง 12.01 ถึง 965.20	$mg/m^2/day$
	มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 453.80	$mg/m^2/day$

จากรูปจะพบว่าที่ระดับความสูง +1.5 เมตร มีปริมาณฝุ่นที่มาก เนื่องจากระดับที่ตั้งอยู่ในบริเวณโล่ง อยู่ใกล้ลานจอดรถ ใกล้เครื่องสำรองไฟ และมีระยะการตกสะสมของฝุ่นมาก

<u>หมายเหตุ</u> ที่ระดับความสูง +17.5 เมตร มีปริมาณฝุ่นตกมากที่สุดในช่วงเดือนกันยายนถึงเดือนธันวาคม เป็นเพราะว่า มีการเก็บมูลนกบนฝ้าเพดานชั้น 7 ซึ่งอุปกรณ์เก็บฝุ่นอยู่ด้านล่างจึงทำให้มีปริมาณฝุ่นมากกว่าปกติ

4.2.2 ปริมาณฝุ่นตกสะสมในแต่ละระดับความสูง เก็บตัวอย่างปริมาณการตกสะสมของฝุ่นในอากาศ mg/m^2/day เป็นระยะเวลาทุก 30 วัน โดยเก็บตัวอย่างในเมืองพิษณุโลกจำนวน 4 จุด ในเดือนกรกฎาคมถึงเดือนธันวาคม ดังต่อไปนี้



ภาพ 4.2 ปริมาณฝุ่นตกในบริเวณหอจันทร์สุริยา

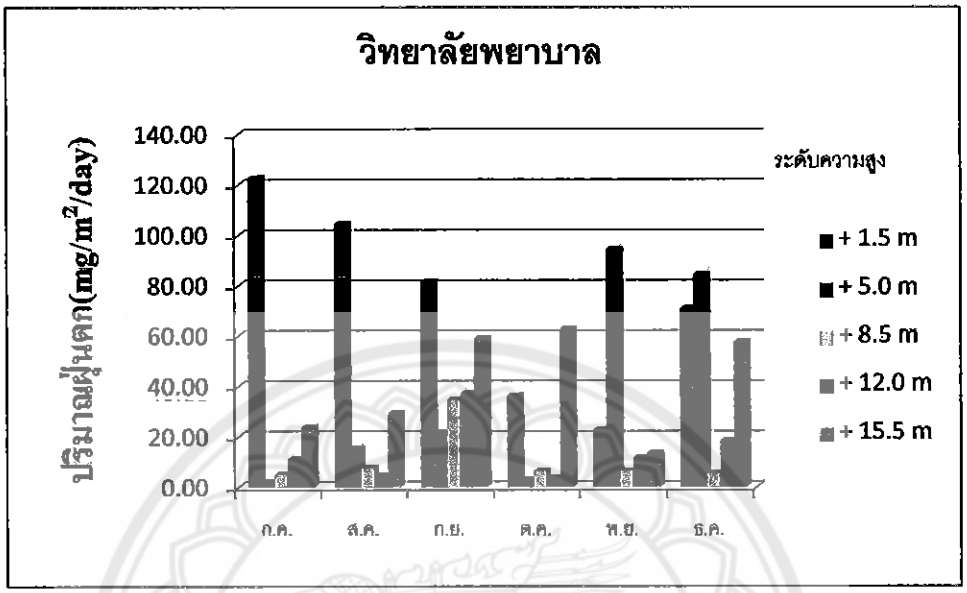
พื้นที่ในบริเวณหอจันทร์สุริยา ปริมาณฝุ่นตกสะสมที่ตรวจวัดได้เฉลี่ยในแต่ละเดือน **พบว่า**

ที่ระดับความสูง 2.5 m	มีค่าอยู่ในช่วง 5.07 ถึง 384.43	mg/m^2/day
	มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 79.21	mg/m^2/day
ที่ระดับความสูง 5.5 m	มีค่าอยู่ในช่วง 16.19 ถึง 141.45	mg/m^2/day
	มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 66.06	mg/m^2/day
ที่ระดับความสูง 8.5 m	มีค่าอยู่ในช่วง 14.73 ถึง 110.71	mg/m^2/day
	มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 65.41	mg/m^2/day
ที่ระดับความสูง 11.5 m	มีค่าอยู่ในช่วง 26.74 ถึง 166.32	mg/m^2/day
	มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 93.96	mg/m^2/day
ที่ระดับความสูง 14.5 m	มีค่าอยู่ในช่วง 11.94 ถึง 153.70	mg/m^2/day
	มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 77.63	mg/m^2/day

จากรูปแต่ระดับความสูงมีปริมาณฝุ่นที่ใกล้เคียงกัน เนื่องจากลักษณะของตึกคล้ายขั้นบันได ซึ่งไม่มี สิ่งกีดขวางการตกของฝุ่นในแนวดิ่งและบริเวณที่ตั้งช่วงเดือนกันยายนและเดือนสิงหาคม มีการก่อสร้างระบบที่ระบายน้ำด้านทิศเหนือของบริเวณที่ตั้งอุปกรณ์ จึงทำให้มีปริมาณฝุ่นที่มากและที่ระดับความสูง 2.5 เมตร มีการตั้งอุปกรณ์อยู่ใต้ตึก ทำให้มีปริมาณฝุ่นน้อย

<u>หมายเหตุ</u> ในเดือนธันวาคมที่ระดับความสูง +1.5 เมตร ไม่มีการเก็บตัวอย่าง

4.2.3 ปริมาณฝุ่นตกสะสมในแต่ละระดับความสูง เก็บตัวอย่างปริมาณการตกสะสมของฝุ่นในอากาศ mg/m^2/day เป็นระยะเวลาทุก 30 วัน โดยเก็บตัวอย่างในเมืองพิษณุโลกจำนวน 4 จุด ในเดือนกรกฎาคมถึงเดือนธันวาคม ดังต่อไปนี้



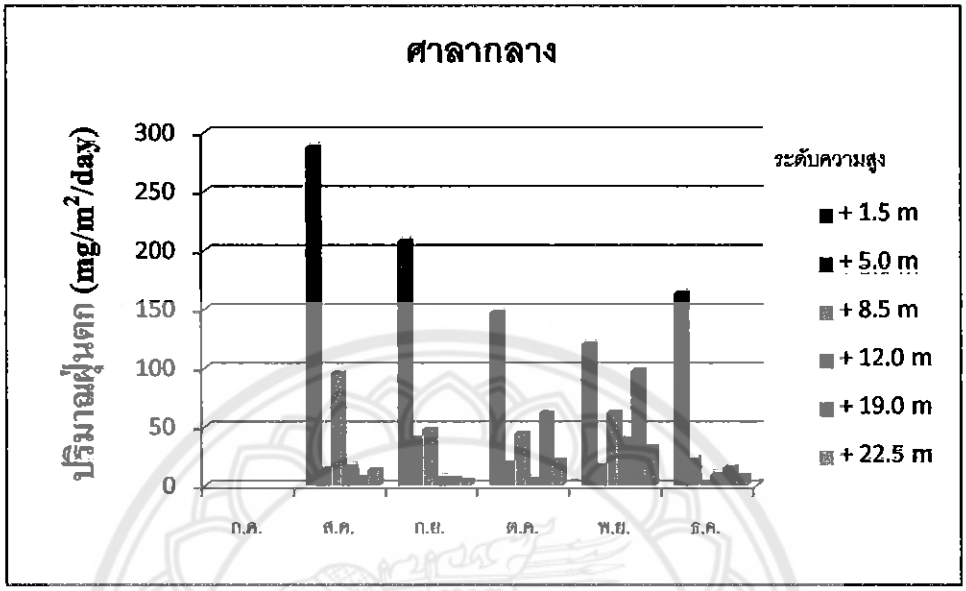
ภาพ 4.3 ปริมาณฝุ่นตกในบริเวณวิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีพุทธชินราช

พื้นที่ในบริเวณวิทยาลัยพยาบาล ปริมาณฝุ่นตกสะสมที่ตรวจวัดได้เฉลี่ยในแต่ละเดือน พบว่า

ที่ระดับความสูง 1.5 m	มีค่าอยู่ในช่วง 22.92 ถึง 122.90	mg/m^2/day
	มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 73.29	mg/m^2/day
ที่ระดับความสูง 5.0 m	มีค่าอยู่ในช่วง 1.94 ถึง 94.67	mg/m^2/day
	มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 36.90	mg/m^2/day
ที่ระดับความสูง 8.5 m	มีค่าอยู่ในช่วง 5.12 ถึง 34.79	mg/m^2/day
	มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.00	mg/m^2/day
ที่ระดับความสูง 12.5 m	มีค่าอยู่ในช่วง 3.82 ถึง 37.32	mg/m^2/day
	มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.57	mg/m^2/day
ที่ระดับความสูง 15.5 m	มีค่าอยู่ในช่วง 13.73 ถึง 63.03	mg/m^2/day
	มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 41.18	mg/m^2/day

จากรูปจะเห็นได้ว่าบริเวณวิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีพุทธชินราช ที่ระดับความสูง 1.5 m มีปริมาณฝุ่นตกสะสมมากที่สุด เนื่องจากเป็นระดับความสูงที่ต่ำที่สุดและอยู่ใกล้ถนนและที่ความสูง +15.5 เมตร มีปริมาณฝุ่นมากรองลงมาซึ่งที่ตั้งอุปกรณ์ทั้ง 2 ระดับ คือ +1.5และ +15.5 เมตร ตั้งในพื้นที่โล่ง ทำให้มีปริมาณฝุ่นมาก ในเดือนพฤศจิกายนและเดือนธันวาคมพบว่าที่ระดับความสูง 5.0 เมตร มีปริมาณฝุ่นตกสะสมมาก เนื่องจากมีขึ้นกในภาชนะเก็บฝุ่น ทำให้มีปริมาณฝุ่นที่มาก

4.2.4 ปริมาณฝุ่นตกสะสมในแต่ละระดับความสูง เก็บตัวอย่างปริมาณการตกสะสมของฝุ่นในอากาศ mg/m^2/day เป็นระยะเวลาทุก 30 วัน โดยเก็บตัวอย่างในเมืองพิษณุโลกจำนวน 4 จุด ในเดือนกรกฎาคมถึงเดือนธันวาคม ดังต่อไปนี้



ภาพ 4.4 ปริมาณฝุ่นตกในบริเวณศาลากลาง

พื้นที่ในบริเวณศาลากลาง ปริมาณฝุ่นตกสะสมที่ตรวจวัดได้เฉลี่ยในแต่ละเดือน พบว่า

ที่ระดับความสูง 1.5 m	มีค่าอยู่ในช่วง 120.05 ถึง 287.51	mg/m^2/day
	มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 184.98	mg/m^2/day
ที่ระดับความสูง 5.0 m	มีค่าอยู่ในช่วง 13.66 ถึง 39.84	mg/m^2/day
	มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.10	mg/m^2/day
ที่ระดับความสูง 8.5 m	มีค่าอยู่ในช่วง 1.64 ถึง 95.39	mg/m^2/day
	มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 50.24	mg/m^2/day
ที่ระดับความสูง 12.0 m	มีค่าอยู่ในช่วง 5.09 ถึง 39.56	mg/m^2/day
	มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.02	mg/m^2/day
ที่ระดับความสูง 15.5 m	มีค่าอยู่ในช่วง 30.40 ถึง 73.30	mg/m^2/day
	มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 45.75	mg/m^2/day
ที่ระดับความสูง 19.0 m	มีค่าอยู่ในช่วง 6.15 ถึง 97.86	mg/m^2/day
	มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 37.58	mg/m^2/day
ที่ระดับความสูง 22.5 m	มีค่าอยู่ในช่วง 4.06 ถึง 32.56	mg/m^2/day
	มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.07	mg/m^2/day

จากรูปจะเห็นได้ว่าบริเวณศาลากลางที่ระดับความสูง 1.5 เมตร มีปริมาณฝุ่นตกสะสมมากที่สุดในทุกเดือน เนื่องจากอยู่ล่างสุด มีระยะการตกของฝุ่นมากกว่าความสูงระดับอื่น ที่ตั้งอุปกรณ์ที่ความสูง +1.5 เมตร อยู่ใกล้ที่จอดรถ มีประชาชนมาใช้บริการที่ศาลากลางจำนวนมากทำให้มีปริมาณฝุ่นที่มากและตั้งอยู่ที่บริเวณโล่ง ส่วนความสูงระดับอื่น จะตั้งที่ระเบียงแต่ละชั้น ซึ่งจะมีพื้นระเบียงชั้นบนบังการตกของฝุ่นในแนวดิ่ง

หมายเหตุ เดือนกรกฎาคมไม่มีการเก็บตัวอย่างการเก็บสะสมฝุ่นตก

มหาวิทยาลัยนเรศวร

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุปผลวิจัย

การศึกษาปริมาณฝุ่นตกในบริเวณเมืองพิษณุโลก ทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 4 จุด เพื่อทำการวัดปริมาณฝุ่นตก โดยวิธี Dust fall Jar เป็นระยะเวลาเวลาทุก 30 วัน ในช่วงฤดูฝน เดือนกรกฎาคม 2553 ถึงเดือนตุลาคม 2553 และช่วงฤดูหนาว เดือนพฤศจิกายน 2553 ถึงเดือนธันวาคม 2553 สรุปได้ดังนี้

ปริมาณฝุ่นตกในเขตเมืองพิษณุโลก

ตึกวิศวกรรมโยธา

ปริมาณฝุ่นตกในบริเวณตึกวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร พบว่าที่ระดับความสูง +17.5 เมตร มีปริมาณฝุ่นตกมากที่สุด มีค่าอยู่ในช่วง 12.01 ถึง 965.20 $mg/m^2/day$ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 453.80 $mg/m^2/day$

หอจันทร์สุริยา

ปริมาณฝุ่นตกในบริเวณหอจันทร์สุริยา ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก พบว่าที่ระดับความสูง +11.5 เมตร มีปริมาณฝุ่นตกมากที่สุด มีค่าอยู่ในช่วง 26.74 ถึง 166.32 $mg/m^2/day$ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 93.96 $mg/m^2/day$

วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีพุทธชินราช

ปริมาณฝุ่นตกในบริเวณวิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีพุทธชินราช พบว่าที่ระดับความสูง +1.5 เมตร มีปริมาณฝุ่นตกสะสมมากที่สุด มีค่าอยู่ในช่วง 22.92 ถึง 122.90 $mg/m^2/day$ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 73.29 $mg/m^2/day$

ศาลากลาง

ปริมาณฝุ่นตกในบริเวณศาลากลางจังหวัดพิษณุโลก พบว่าที่ระดับความสูง +1.5 เมตรมีปริมาณฝุ่นตกสะสมมากที่สุด มีค่าอยู่ในช่วง 120.05 ถึง 287.51 $mg/m^2/day$ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 184.98 $mg/m^2/day$

ปริมาณฝุ่นตกในเมืองพิษณุโลกมีค่าอยู่ในช่วง 56.88 ถึง 96.08 mg/m^2/day ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 72.74 mg/m^2/day มีค่าไม่เกินค่าของฝุ่นตกในบริเวณย่านที่อยู่อาศัย 65 ถึง 130 mg/m^2/day โดยมีปริมาณฝุ่นตกเฉลี่ยตลอดการทดลองเท่ากับ 72.74 mg/m^2/day

จากข้อมูลที่ศึกษาพบว่าส่วนมากที่ความสูง +1.5 เมตรมีปริมาณฝุ่นมากกว่าระดับอื่นๆ

ข้อเสนอแนะ

1. ควรหาจุดที่ตั้งที่ไม่มีสัตว์จำพวกนกมาทำรังหรือมาอาศัยเพราะจะทำให้มีมูลนกอยู่กับตัวอย่าง หรือต้องหาวิธีป้องกัน

2. ควรเลือกตึกที่มีความสูงแต่ละชั้นใกล้เคียงกันเพราะจะทำให้ง่ายต่อการเปรียบเทียบ

3. ควรตั้งอุปกรณ์เก็บตัวอย่างให้อยู่ในแนวเดียวกัน เพราะจะทำให้ง่ายต่อการเปรียบเทียบ

4. ควรมีการเปลี่ยนกรวยเก็บตัวอย่างทุกๆ 3 เดือนต่อครั้ง

บรรณานุกรม

มาริยา เพ็ญสุตภู่ภิญโญกุล. (2542). ฝุ่นจากการจราจร : กลไกการเกิดผลกระทบต่อสุขภาพ. สืบค้นเมื่อวันที่ 16 มีนาคม 2548

พงศธร วงษ์ธิ . (2550). **การศึกษาอิออนในการตกสะสมฝุ่นตก ในเขตเมืองพิษณุโลก** . วิทยานิพนธ์ วศ.ม., มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

พจนีย์ ขุมมงคล วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์ และคณะ. (2536). **มลพิษทางอากาศและวิธีการควบคุม.** กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี.

อรุบล โชติพงศ์ . (2541). **การศึกษาปริมาณฝุ่นที่มีผลกระทบต่อระบบหายใจ** . กรุงเทพฯ.สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อมจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย .

พรชัย คลังวิเชียร และคณะ. (2545). การศึกษาปริมาณฝุ่นตก ภายในอาคารในเขตเมืองพิษณุโลก. มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ศลีจิตร น้ำจิตร และคณะ, (2545). การศึกษาปริมาณฝุ่นตก ภายนอกอาคารบริเวณเขตเมืองพิษณุโลก. มหาวิทยาลัยนเรศวร.

กองการจัดการคุณภาพอากาศและเสียง. (2542). สถานการณ์และการจัดการปัญหามลพิษทางอากาศและเสียง ปี 2539 – 2540. กรุงเทพฯ : กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข.

Mustafa Arslan and Mustafa Boybay. (1989). A study on the characterization of dustfall. Firat University, Chemistry Department, Elazi Ä, Turkey

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายละเอียดพื้นที่ จุดเก็บตัวอย่าง ภายในรัศมี 100 เมตร

ภาคผนวก ก

รายละเอียดพื้นที่ จุดเก็บตัวอย่าง ภายในรัศมี 100เมตร

จุดที่ 1 วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี

หัวข้อ	ทิศเหนือ	ทิศตะวันออก	ทิศใต้	ทิศตะวันตก
มีต้นไม้ใหญ่และอาคารสูง	สูง10 เมตร ห่าง 15 เมตร	ไม่มี	สูง 10 เมตร ห่าง 10 เมตร	สูง 14 เมตร ห่าง 7 เมตร
ลานจอดรถ และโรงจอดรถ	ไม่มี	ไม่มี	ลานจอดรถ	ลานจอดรถ
องศาความลาดชันของพื้นที่	พื้นที่ราบ	พื้นที่ราบ	พื้นที่ราบ	พื้นที่ราบ
สภาวะพื้นผิวของสถานที่	สนามหญ้า	สระน้ำ	ลานคอนกรีต	สนามหญ้า
อ่างเก็บน้ำ บึง ฟาร์ม ทุ่งหญ้า และสระน้ำ	พื้นหญ้า	สระน้ำ	ไม่มี	พื้นหญ้า
มีถนนและการจราจรหนาแน่น	มี	ไม่มี	มี	มี

จุดที่ 2 ศาลากลางจังหวัดพิษณุโลก

หัวข้อ	ทิศเหนือ	ทิศตะวันออก	ทิศใต้	ทิศตะวันตก
มีต้นไม้ใหญ่และอาคารสูง	สูง10 เมตร ห่าง 15 เมตร	สูง 20 เมตร ห่าง 10 เมตร	สูง 10 เมตร ห่าง 10 เมตร	สูง 14 เมตร ห่าง 7 เมตร
ลานจอดรถ และโรงจอดรถ	ไม่มี		ลานจอดรถ	ลานจอดรถ
องศาความลาดชันของพื้นที่	พื้นที่ราบ	ไม่มี	พื้นที่ราบ	พื้นที่ราบ
สภาวะพื้นผิวของสถานที่	สนามหญ้า	พื้นที่ราบ	ลานคอนกรีต	สนามหญ้า
อ่างเก็บน้ำ บึง ฟาร์ม ทุ่งหญ้า และสระน้ำ	พื้นหญ้า	สระน้ำ สระน้ำ	ไม่มี	พื้นหญ้า
มีถนนและการจราจรหนาแน่น	มี	ไม่มี	มี	มี

จุดที่ 3 อาคารวิศวกรรมโยธา

หัวข้อ	ทิศเหนือ	ทิศตะวันออก	ทิศใต้	ทิศตะวันตก
มีต้นไม้ใหญ่และอาคารสูง	สูง10 เมตร ห่าง 15 เมตร	สูง 20 เมตร ห่าง 10 เมตร	สูง 10 เมตร ห่าง 15 เมตร	สูง 10 เมตร ห่าง 3 เมตร
ลานจอดรถ และโรงจอดรถ	ไม่มี	ไม่มี	ลานจอดรถ	ลานจอดรถ
องศาความลาดชันของพื้นที่	พื้นที่ราบ	พื้นที่ราบ	พื้นที่ราบ	พื้นที่ราบ
สภาวะพื้นผิวของสถานที่	สนามหญ้า	ลานคอนกรีต	ลานคอนกรีต	ลานคอนกรีต
อ่างเก็บน้ำ บึง ฟาร์ม ทุ่งหญ้า และสระน้ำ	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
มีถนนและการจราจรหนาแน่น	ไม่มี	ไม่มี	มี	มี

จุดที่ 4 หอพักจันทร์สุริยา

หัวข้อ	ทิศเหนือ	ทิศตะวันออก	ทิศใต้	ทิศตะวันตก
มีต้นไม้ใหญ่และอาคารสูง	สูง 6 เมตร ห่าง 10 เมตร	สูง 20 เมตร ห่าง 6 เมตร	สูง 10 เมตร ห่าง 15 เมตร	สูง 10 เมตร ห่าง 3 เมตร
ลานจอดรถ และโรงจอดรถ	ไม่มี	ลานจอดรถ	ไม่มี	ลานจอดรถ
องศาความลาดชันของพื้นที่	พื้นที่ราบ	พื้นที่ราบ	พื้นที่ราบ	พื้นที่ราบ
สภาวะพื้นผิวของสถานที่	ลานคอนกรีต	ลานคอนกรีต	สนามหญ้า	ลานคอนกรีต
อ่างเก็บน้ำ บึง ฟาร์ม ทุ่งหญ้า และสระน้ำ	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
มีถนนและการจราจรหนาแน่น	มี	มี	มี	มี

ภาคผนวก ข

วิเคราะห์ปริมาณอนุภาคการตกสะสมของฝุ่น

ภาคผนวก ข

วิเคราะห์ปริมาณอนุภาคการตกสะสมของฝุ่น

วิเคราะห์ปริมาณด้วยวิธีการชั่งน้ำหนัก (Gravimetric method) การคำนวณหาปริมาณอนุภาคการตกสะสมของฝุ่น โดยมีการวิเคราะห์ดังนี้

การเตรียมบีกเกอร์

1. ทำความสะอาดบีกเกอร์ด้วย น้ำประปา และน้ำกลั่น ตามลำดับ หลังจากนั้นล้างด้วยน้ำกลั่นแบบขจัดไอออนแล้ว (Deionized Water)
2. อบให้แห้งในเตาอบ อุณหภูมิ 103 ^{o}C ประมาณ 1 ชั่วโมง
3. นำบีกเกอร์ที่อบแล้วใส่ในตู้ควบคุมความชื้น ประมาณ 30 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น
4. ชั่งน้ำหนักบีกเกอร์ด้วยเครื่องชั่งละเอียด ทศนิยม 4 ตำแหน่งแล้วบันทึกน้ำหนักบีกเกอร์ไว้เป็นน้ำหนักบีกเกอร์เปล่าครั้งที่หนึ่ง

วิธีเตรียมตัวอย่างเพื่อหาปริมาณฝุ่น

1. ฉีดน้ำกลั่นรอบๆผนังภาชนะเก็บฝุ่น เพื่อชะฝุ่นที่ติดตามผนังภาชนะ แล้วใช้แท่งแก้ว ปาด คน หรือเขี่ย ฝุ่นที่ติดรอบๆ และก้นภาชนะ
2. เทสารละลายที่ได้จากข้อ 1. ลงในบีกเกอร์ที่ทราบน้ำหนักแล้ว โดยเทผ่านตะแกรงขนาด 20 mesh เพื่อกำจัดพวกใบไม้ ซากแมลงต่างๆ
3. ชะตัวอย่างในภาชนะเก็บประมาณ 2-3 ครั้ง จนกระทั่งภาชนะเก็บตัวอย่างสะอาด
4. นำบีกเกอร์แห้งที่บรรจุตัวอย่าง ไปตั้งบนอ่างปรับอุณหภูมิได้ (Water Bath) ตั้งอุณหภูมิที่ประมาณ 105 องศาเซลเซียส แล้วระเหยจนสารละลายในบีกเกอร์แห้ง
5. นำบีกเกอร์ที่สารละลายแห้งแล้ว เข้าตู้อบอุณหภูมิประมาณ 103 องศาเซลเซียส ประมาณ 1 ชั่วโมง เพื่ออบให้แห้งแล้วชั่งหาน้ำหนักของฝุ่น ซึ่งขั้นตอนเหมือนกับการเตรียมบีกเกอร์
6. คำนวณน้ำหนักฝุ่น จากผลต่างระหว่างน้ำหนักบีกเกอร์ที่มีตัวอย่างฝุ่นกับน้ำหนักบีกเกอร์เปล่า
7. รายงานผลการวิเคราะห์ในหน่วยน้ำหนัก/พื้นที่ของปากภาชนะ/ระยะเวลาเก็บ

การคำนวณหาปริมาณอนุภาคการตกสะสมของฝุ่น หาได้จากสูตรดังนี้

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

โดยที่

DF = ปริมาณการตกสะสมของฝุ่นในอากาศ (มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน)

W_1 = น้ำหนักบีกเกอร์ก่อนเก็บตัวอย่าง (กรัม)

W_2 = น้ำหนักบีกเกอร์หลังเก็บตัวอย่าง (กรัม)

A = พื้นที่หน้าตัดของอุปกรณ์เก็บตัวอย่าง (ตารางเมตร)

T = ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง (วัน)

10^3 = เปลี่ยนหน่วยกรัม เป็น มิลลิกรัม

ภาคผนวก ค

ตารางการเก็บสะสมฝุ่นตก

ตารางที่ 1 การเก็บตัวอย่างฝุ่นตกเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2553

ครั้งที่ 1 เดือน กรกฎาคม 2553						
สถานที่	ตั้งวันที่	เก็บวันที่	น.น.ก่อน (g)	น.น.หลัง (g)	น.น. (g)	ปริมาณการตกสะสมในอากาศ(mg/m^2/day)
หอจันทร์						
+2.5	7/7/2553	8/8/2553	226.2672	226.2723	0.005	5.07
+5.5	7/7/2553	8/8/2553	228.5210	228.6632	0.142	141.45
+8.5	7/7/2553	8/8/2553	162.4922	162.6035	0.111	110.71
+11.5	7/7/2553	8/8/2553	161.9482	162.1154	0.167	166.32
+14.5	7/7/2553	8/8/2553	166.4462	166.5981	0.151	151.10
ตึก CE						
+1.5	2/7/2553	2/8/2553	226.2885	226.3506	0.062	63.76
+6.0	2/7/2553	2/8/2553	227.9324	227.9872	0.054	56.27
+13.5	2/7/2553	2/8/2553	159.6105	159.6278	0.017	17.76
+17.5	2/7/2553	2/8/2553	227.0270	227.0387	0.011	12.01
วิทยาลัย						
+1.5	8/7/2553	31/7/2553	168.9662	169.0550	0.088	122.90
+5.0	8/7/2553	31/7/2553	159.3099	159.3113	0.001	1.94
+8.5	8/7/2553	31/7/2553	165.1264	165.1301	0.003	5.12
+12.0	8/7/2553	31/7/2553	227.3576	227.3657	0.008	11.21
+15.5	8/7/2553	31/7/2553	224.6780	224.6953	0.017	23.94
ศาลากลาง						
+1.5	-	-	-	-	-	-
+5.0	-	-	-	-	-	-
+8.5	-	-	-	-	-	-
+12.0	-	-	-	-	-	-
+15.5	-	-	-	-	-	-
+19.0	-	-	-	-	-	-
+22.5	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ ศาลากลางไม่มีการเก็บตัวอย่าง

ตารางที่ 2 การเก็บตัวอย่างฝุ่นตกเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553

ครั้งที่ 2 เดือน สิงหาคม 2553						
สถานที่	ตั้งวันที่	เก็บวันที่	น.น.ก่อน (g)	น.น.หลัง (g)	น.น. (g)	ปริมาณการตกสะสมในอากาศ(mg/m^2/day)
หอจันทร์						
+2.5	8/8/2553	2/9/2553	226.2672	226.2765	0.009	11.84
+5.5	8/8/2553	2/9/2553	234.9120	234.9640	0.052	66.21
+8.5	8/8/2553	2/9/2553	166.9750	167.0310	0.056	71.30
+11.5	8/8/2553	2/9/2553	166.4070	166.4950	0.088	112.05
+14.5	8/8/2553	2/9/2553	171.0370	171.1260	0.089	113.32
ตึก CE						
+1.5	2/8/2553	2/9/2553	232.6260	232.6830	0.057	58.53
+6.0	2/8/2553	2/9/2553	234.3090	234.3670	0.058	59.55
+13.5	2/8/2553	2/9/2553	159.6105	159.6427	0.032	33.06
+17.5	2/8/2553	2/9/2553	227.0270	227.0685	0.041	42.61
วิทยาลัย						
+1.5	31/7/2553	31/8/2553	173.6140	173.7160	0.102	104.73
+5.0	31/7/2553	31/8/2553	159.3099	159.3249	0.015	15.40
+8.5	31/7/2553	31/8/2553	165.1264	165.1339	0.007	7.70
+12.0	31/7/2553	31/8/2553	227.3576	227.3622	0.004	4.72
+15.5	31/7/2553	31/8/2553	224.6780	224.7067	0.028	29.47
ศาลากลาง						
+1.5	31/7/2553	31/8/2553	232.1690	232.4490	0.280	287.51
+5.0	31/7/2553	31/8/2553	167.7501	167.7634	0.013	13.66
+8.5	31/7/2553	31/8/2553	227.8858	227.9787	0.092	95.39
+12.0	31/7/2553	31/8/2553	230.9750	230.9900	0.015	15.40
+15.5	31/7/2553	31/8/2553	231.8840	231.9150	0.031	31.83
+19.0	31/7/2553	31/8/2553	227.2744	227.2812	0.006	6.98
+22.5	31/7/2553	31/8/2553	224.6318	224.6450	0.013	13.55

ตารางที่ 3 การเก็บตัวอย่างฝุ่นตกเดือนกันยายน พ.ศ. 2553

ครั้งที่ 3 เดือน กันยายน 2553						
สถานที่	ตั้งวันที่	เก็บวันที่	น.น.ก่อน (g)	น.น.หลัง (g)	น.น. (g)	ปริมาณการตกสะสมในอากาศ($mg/m^2/day$)
หอจันทร์						
+2.5	2/9/2553	29/9/2553	232.4510	232.4971	0.046	45.86
+5.5	2/9/2553	29/9/2553	234.9122	234.9552	0.043	42.77
+8.5	2/9/2553	29/9/2553	166.9753	167.0316	0.056	56.00
+11.5	2/9/2553	29/9/2553	166.4077	166.4653	0.057	57.30
+14.5	2/9/2553	29/9/2553	171.0370	171.0490	0.012	11.94
ตึก CE						
+1.5	2/9/2553	29/9/2553	232.6261	232.6749	0.048	50.11
+6.0	2/9/2553	29/9/2553	234.3098	234.3758	0.066	67.77
+13.5	2/9/2553	29/9/2553	164.0070	164.1516	0.144	148.48
+17.5	2/9/2553	29/9/2553	233.3770	234.3170	0.940	965.20
วิทยาลัย						
+1.5	31/8/2553	29/9/2553	173.6140	173.6884	0.074	81.66
+5.0	31/8/2553	29/9/2553	163.7016	163.7215	0.019	21.84
+8.5	31/8/2553	29/9/2553	169.6925	169.7242	0.031	34.79
+12.0	31/8/2553	29/9/2553	233.7220	233.7560	0.034	37.32
+15.5	31/8/2553	29/9/2553	230.9238	230.9777	0.053	59.16
ศาลากลาง						
+1.5	31/8/2553	29/9/2553	232.1690	232.3580	0.189	207.45
+5.0	31/8/2553	29/9/2553	172.3670	172.4033	0.036	39.84
+8.5	31/8/2553	29/9/2553	234.2656	234.3090	0.043	47.64
+12.0	31/8/2553	29/9/2553	230.9889	230.9943	0.005	5.93
+15.5	31/8/2553	29/9/2553	231.8844	231.9121	0.027	30.40
+19.0	31/8/2553	29/9/2553	233.6292	233.6348	0.005	6.15
+22.5	31/8/2553	29/9/2553	230.9100	230.9137	0.003	4.06

ตารางที่ 4 การเก็บตัวอย่างฝุ่นตกเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

ครั้งที่ 4 เดือน ตุลาคม 2553						
สถานที่	ตั้งวันที่	เก็บวันที่	น.น.ก่อน (g)	น.น.หลัง (g)	น.น. (g)	ปริมาณการตกสะสมในอากาศ($mg/m^2/day$)
หอจันทร์						
+2.5	29/9/2553	29/10/2553	166.4497	166.4536	0.003	4.14
+5.5	29/9/2553	29/10/2553	169.7268	169.7662	0.039	41.80
+8.5	29/9/2553	29/10/2553	165.8240	165.8974	0.073	77.88
+11.5	29/9/2553	29/10/2553	172.4114	172.4505	0.039	41.49
+14.5	29/9/2553	29/10/2553	174.5259	174.5556	0.029	31.51
ตึก CE						
+1.5	29/9/2553	29/10/2553	177.9514	177.9916	0.040	42.65
+6.0	29/9/2553	29/10/2553	176.1187	176.1476	0.028	30.66
+13.5	29/9/2553	29/10/2553	176.7640	176.8666	0.102	108.86
+17.5	29/9/2553	29/10/2553	176.3818	177.0718	0.690	732.11
วิทยาลัย						
+1.5	29/9/2553	29/10/2553	175.3343	175.3686	0.034	36.39
+5.0	29/9/2553	29/10/2553	175.7107	175.7134	0.002	2.86
+8.5	29/9/2553	29/10/2553	174.7573	174.7634	0.006	6.47
+12.0	29/9/2553	29/10/2553	173.6731	173.6767	0.003	3.82
+15.5	29/9/2553	29/10/2553	174.9587	175.0181	0.059	63.03
ศาลากลาง						
+1.5	29/9/2553	29/10/2553	172.8810	173.0193	0.138	146.74
+5.0	29/9/2553	29/10/2553	162.2282	162.2460	0.017	18.89
+8.5	29/9/2553	29/10/2553	173.9925	174.0342	0.041	44.25
+12.0	29/9/2553	29/10/2553	176.4977	176.5025	0.004	5.09
+15.5	29/9/2553	29/10/2553	173.0606	173.0983	0.037	40.00
+19.0	29/9/2553	29/10/2553	163.1411	163.1992	0.058	61.65
+22.5	29/9/2553	29/10/2553	163.1411	163.1615	0.020	21.65

ตารางที่ 5 การเก็บตัวอย่างฝุ่นตกเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2553

ครั้งที่ 5 เดือน พฤศจิกายน 2553						
สถานที่	ตั้งวันที่	เก็บวันที่	น.น.ก่อน (g)	น.น.หลัง (g)	น.น. (g)	ปริมาณการตกสะสมในอากาศ(mg/m^2/day)
หอจันทร์						
+2.5	29/10/2553	3/12/2553	166.4497	166.4760	0.026	23.92
+5.5	29/10/2553	3/12/2553	169.7268	169.7446	0.017	16.19
+8.5	29/10/2553	3/12/2553	165.8240	165.8402	0.016	14.73
+11.5	29/10/2553	3/12/2553	172.4114	172.4408	0.029	26.74
+14.5	29/10/2553	3/12/2553	174.5259	174.5694	0.043	39.56
ตึก CE						
+1.5	29/10/2553	3/12/2553	177.9514	178.0156	0.064	58.39
+6.0	29/10/2553	3/12/2553	176.1187	176.1247	0.006	5.46
+13.5	29/10/2553	3/12/2553	176.7640	176.7915	0.027	25.01
+17.5	29/10/2553	3/12/2553	176.3818	176.8761	0.494	449.54
วิทยาลัย						
+1.5	29/10/2553	3/12/2553	175.3343	175.3595	0.025	22.92
+5.0	29/10/2553	3/12/2553	175.7107	175.8148	0.104	94.67
+8.5	29/10/2553	3/12/2553	174.7573	174.7644	0.007	6.46
+12.0	29/10/2553	3/12/2553	173.6731	173.6861	0.013	11.82
+15.5	29/10/2553	3/12/2553	174.9587	174.9738	0.015	13.73
ศาลากลาง						
+1.5	29/10/2553	3/12/2553	172.8810	173.0130	0.132	120.05
+5.0	29/10/2553	3/12/2553	162.2282	162.2465	0.018	16.64
+8.5	29/10/2553	3/12/2553	173.9925	174.0610	0.068	62.30
+12.0	29/10/2553	3/12/2553	176.4977	176.5412	0.043	39.56
+15.5	29/10/2553	3/12/2553	173.0606	173.1412	0.080	73.30
+19.0	29/10/2553	3/12/2553	163.1411	163.2487	0.107	97.86
+22.5	29/10/2553	3/12/2553	163.1411	163.1769	0.035	32.56

ตารางที่ 6 การเก็บตัวอย่างฝุ่นตกเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553

ครั้งที่ 6 เดือน ธันวาคม 2553						
สถานที่	ตั้งวันที่	เก็บวันที่	น.น.ก่อน (g)	น.น.หลัง (g)	น.น. (g)	ปริมาณการตกสะสมในอากาศ($mg/m^2/day$)
หอจันทร์						
+2.5	-	-	-	-	-	-
+5.5	3/12/2553	7/1/2554	169.7268	169.8235	0.096	87.94
+8.5	3/12/2553	7/1/2554	165.8240	165.892	0.068	61.84
+11.5	3/12/2553	7/1/2554	172.4114	172.5872	0.175	159.88
+14.5	3/12/2553	7/1/2554	172.0480	172.2170	0.169	153.70
ตึก CE						
+1.5	3/12/2553	7/1/2554	177.9514	178.0853	0.133	121.78
+6.0	3/12/2553	7/1/2554	176.1187	176.1565	0.037	34.38
+13.5	3/12/2553	7/1/2554	176.7640	176.8503	0.086	78.49
+17.5	3/12/2553	7/1/2554	176.3818	176.9550	0.573	521.30
วิทยาลัย						
+1.5	3/12/2553	7/1/2554	175.3343	175.4125	0.078	71.12
+5.0	3/12/2553	7/1/2554	175.7107	175.8038	0.093	84.67
+8.5	3/12/2553	7/1/2554	174.7573	174.7633	0.006	5.46
+12.0	3/12/2553	7/1/2554	173.6731	173.6935	0.020	18.55
+15.5	3/12/2553	7/1/2554	174.9587	175.0222	0.063	57.75
ศาลากลาง						
+1.5	3/12/2553	7/1/2554	172.8810	173.0604	0.179	163.16
+5.0	3/12/2553	7/1/2554	162.2282	162.2518	0.023	21.46
+8.5	3/12/2553	7/1/2554	173.9925	173.9943	0.001	1.64
+12.0	3/12/2553	7/1/2554	176.4977	176.5077	0.010	9.09
+15.5	3/12/2553	7/1/2554	173.0606	173.1191	0.058	53.20
+19.0	3/12/2553	7/1/2554	174.8066	174.8234	0.016	15.28
+22.5	3/12/2553	7/1/2554	163.1411	163.1505	0.009	8.55

*หมายเหตุ หอจันทร์สุริยาที่ความสูง +2.5 เมตร ไม่มีการเก็บตัวอย่าง

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน

ชื่อ – ชื่อสกุล นายกฤษฎา สนธิโพธิ์
เกิดเมื่อ 31 มีนาคม 2531
ภูมิลำเนา 29 หมู่ 3 ตำบลหนองหลวง อำเภอท่าตะโก จังหวัดนครสวรรค์
โทรศัพท์ 080-5074734

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนท่าตะโกพิทยาคม อำเภอท่าตะโก จังหวัดนครสวรรค์
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail:jikaboom_zeb@hotmail.com

ชื่อ – ชื่อสกุล นายนิคม ถ้วนทร
เกิดเมื่อ 2 กุมภาพันธ์ 2531
ภูมิลำเนา 77 หมู่ 1 ตำบลธารทหาร อำเภอหนองบัว จังหวัดนครสวรรค์
โทรศัพท์ 089-9588699

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนท่าตะโกพิทยาคม อำเภอท่าตะโก จังหวัดนครสวรรค์
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail:kom_jeeds@hotmail.com

ชื่อ – ชื่อสกุล นายพงศธร สุขธาดาพงศ์
เกิดเมื่อ 6 กรกฎาคม 2531
ภูมิลำเนา 122/2 ถนน ประชาราษฎร์ ตำบลในเมือง อำเภอสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย
โทรศัพท์ 086-432695

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนสวรรค์อนันต์วิทยา อำเภอสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail:nilanam_dew@hotmail.com