การตกสะสมของฝุ่นตกในเขตเมืองพิษณุโลก

The deposition of dust fall in the environment of Phitsanulok

นายฐิติวัฒน์ แจ้งเพิ่ม รหัส 50360876

นายธีรพล เกี่ยวพันธุ์ รหัส 50361255

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 28 มิ.ย. 2554
เลขทะเบียน 1551537
เลขเรียกหนังสือ ม.ร.
มหาวิทยาลัยนเรศวร T3691

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมโยธา 2553

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2553

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การตกสะสมของฝุ่นตกในเขตเมืองพิษณุโลก
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายฐิติวัฒน์ แจ้งเพิ่ม รหัส 50360876
	นายธีรพล เกี่ยวพันธุ์ รหัส 50361255
ที่ปรึกษาโครงงาน	ผศ.ดร. ปาจรีย์ ทองสนิท
สาขาวิชา	วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา
ปีการศึกษา	2553

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

.....ที่ปรึกษาโครงงาน

(ผศ.ดร. ปาจรีย์ ทองสนิท)

.....กรรมการ

(อาจารย์ ดร. ธนพล เพ็ญรัตน์)

.....กรรมการ

(อาจารย์ วรางค์ลักษณ์ ซ่อนกลิ่น)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การตกสะสมของฝุ่นตกในเขตเมืองพิษณุโลก	
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายฐิติวัฒน์ แข้งเพิ่ม	รหัส 50360876
	นายธีรพล เกี่ยวพันธุ์	รหัส 50361255
ที่ปรึกษาโครงงาน	ผศ. ดร. ปาจรีย์ ทองสนิท	
สาขาวิชา	วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม	
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา	
ปีการศึกษา	2553	

.....

บทคัดย่อ

โครงงานนี้ศึกษาปริมาณฝุ่นตกภายนอกอาคารในเขตเมืองพิษณุโลก โดยทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 9 จุด ทำการเก็บตัวอย่างทุกๆ ประมาณ 30 วัน เป็นระยะเวลา 6 เดือน คือตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2553 – ธันวาคม 2553 และนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาปริมาณและเปรียบเทียบปริมาณฝุ่นตกในแต่ละพื้นที่ ซึ่งค่าในแต่ละเดือนจะแตกต่างกันไปตามสภาวะแวดล้อม

จากการเก็บตัวอย่างทดลองในครั้งนี้ พบว่าบริเวณบริเวณศาลากลางจังกวัดพิษณุโลก ซึ่งมีปริมาณถึง 679.18 $mg/m^2/day$ ในเดือนธันวาคม 2553 ซึ่งฝุ่นจากบริเวณดังกล่าวเกิดจากการฟุ้งกระจายของฝุ่นจากการทำความสะอาดและยานพาหนะเข้าออกบริเวณนั้น และมีจัดเตรียมงานประจำปีบริเวณจุดเก็บตัวอย่างจึงมีการทำกิจกรรมต่างๆและมีการใช้รถใช้ถนนทำให้เกิดฝุ่นที่ผิวถนน (Road Dust) จึงทำให้มีการฟุ้งกระจายของฝุ่นมากขึ้น

Project title	The deposition of dust fall in the environment of Phitsanulok
Name	Mr. Titivat Jangperm ID. 50360876
	Mr. Theeraphon Kiawphan ID. 50361255
Project advisor	Ass. Prof .Dr. Pajaree Thongsanit
Major	Environmental Engineering
Department	Civil Engineering
Academic year	2010

.....

ABSTRACT

This project objective was to study the quantity of dust fall in Phitsanulok district.. The researchers collected the nine site samples every 30 days for six months during July 2010 to December 2010. Those data were calculate and compared the concentration of dust fall in each area where was collected in the different time.

The experimental results around Phitsanulok city hall is 679.18 mg/m^2/day in December 2010. The high level of dust fall was from cleaning up the building or sweeping the streets. That area was the heavy density of vehicles and the annual fair.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เพราะได้รับความกรุณาจาก อาจารย์ ปาจรีย์ ทองสนิท ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานที่ให้คำชี้แนะ อธิบายขอบเขต รูปแบบ และเอกสารที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำโครงงาน ตลอดจนให้ข้อเสนอแนะในการแก้ไข ปรับปรุง และติดตามผลมาโดยตลอด คณะผู้ดำเนินโครงงานรู้สึกสำนึกในความกรุณาและขอขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณบิดามารดา และคณะอาจารย์ทุกท่าน ที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจแก่คณะผู้ดำเนินโครงงานมาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณคุณขวัญฤทัย ทองบุญฤทธิ์ ที่ให้คำปรึกษาและเป็นกำลังใจแก่คณะผู้ดำเนินโครงการมาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมที่ให้คำแนะนำในการใช้ห้องปฏิบัติการ ช่วยเหลือ และให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการจัดทำโครงงานวิเคราะห์ฝุ่นตก และเพื่อนวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมชั้นปีที่ 4 ทุกคน ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำโครงงานนี้

คณะผู้ดำเนินทำโครงงานวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ขอขอบคุณผู้มีพระคุณทุกท่าน หากมีข้อบกพร่องในโครงงานฉบับนี้ คณะผู้ดำเนินโครงงานขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย คณะผู้จัดทำโครงงานยินดีรับฟังคำชี้แนะและจะนำไปปรับปรุงในการทำโครงงานครั้งต่อไป

คณะผู้ดำเนินโครงงานวิศวกรรม
นายฐิติวัฒน์ แจ้งเพิ่ม
นายธีรพล เกี่ยวพันธุ์

สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองปริญญานิพนธ์	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ซ
สารบัญรูป	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย	2
1.4 ความสำคัญหรือคำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.6 แผนการดำเนินงาน	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 การตกสะสมของฝุ่นจากบรรยากาศ	4
2.1.1 การตกสะสมแบบแห้ง (Dry Deposition)	4
2.1.2 การตกสะสมแบบเปียก (Wet Deposition)	4
2.2 ฝุ่นตก (Dust Fall)	5
2.3 อนุภาคในอากาศ	6
2.4 ประเภทและแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศ	9
2.4.1 แหล่งกำเนิดจากธรรมชาติ	10
2.4.2 แหล่งกำเนิดที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์	10

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.5 ผลกระทบของอนุภาคฝุ่นละอองในบรรยากาศ	11
2.5.1 ผลกระทบของฝุ่นต่อบรรยากาศทั่วไป	11
2.5.2 ผลกระทบของฝุ่นต่อวัสดุและสิ่งก่อสร้าง	12
2.5.3 ผลกระทบต่อพืช	12
2.5.4 ผลกระทบต่อสุขภาพมนุษย์	13
2.6 มาตรฐานคุณภาพอากาศ	13
2.6.1 มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศของประเทศไทย	13
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	15
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	17
3.1 พื้นที่ทำการทดลอง	17
3.2 พื้นที่เก็บตัวอย่างฝุ่นตกและแหล่งกำเนิด	18
3.3 ลักษณะพื้นที่ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง	19
3.4 วิธีการดำเนินการทดลอง	25
3.5 แผนการดำเนินการทดลอง	26
3.6 การตรวจวัดปริมาณการตกสะสมของฝุ่นโดย Dust Fall Jar	27
3.6.1 หลักการ	27
3.6.2 อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่า	27
3.6.3 วิธีการเก็บตัวอย่าง	28
3.6.4 อุปกรณ์สำหรับการตรวจวิเคราะห์	28
3.6.5 การตรวจวิเคราะห์	29

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลอง	31
4.1 ปริมาณฝุ่นตก	31
4.1.1 บริเวณบ้านคลอง	32
4.1.2 อาคารพาณิชย์ หน้าสถานีตำรวจ	33
4.1.3 ตลาดบริเวณโรงเรียนผดุงราษฎ์	34
4.1.4 วิทยาลัยพยาบาลบรมราชนนี	35
4.1.5 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยนเรศวร	36
4.1.6 บริเวณซอยวัดเขื่อนขันธ์	37
4.1.7 สนามกีฬากลาง	38
4.1.8 บริเวณชุมชนประชาอุทิศ	39
4.1.9 ศาลากลางจังหวัดพิษณุโลก	40
4.1.10 บริเวณที่ติดถนนสายหลัก	41
4.1.11 บริเวณที่ไม่ติดถนนสายหลัก	42
4.1.12 ปริมาณฝุ่นตกสะสมใน 6 เดือน	43
4.2 ปริมาณฝุ่นตกเขตเมืองพิษณุโลกแต่ละเดือน	44
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	50
5.1 บทสรุป	50
5.2 ข้อเสนอแนะ	51
เอกสารอ้างอิง	52
ภาคผนวก ก	54
ภาคผนวก ข	58
ภาคผนวก ค	63
ภาคผนวก ง	65
ประวัติผู้ดำเนินโครงการ	66

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 1 ส่วนประกอบและแหล่งที่มาของฝุ่นละอองในอากาศ	5
ตารางที่ 2 คำจำกัดความทั่วไปเกี่ยวกับอนุภาคสาร	6
ตารางที่ 3 ขนาดทั่วไปของอนุภาค	9
ตารางที่ 4 แสดงมาตรฐานของฝุ่นตก หน่วย ($mgm^{-2}d^{-1}$)	14
ตารางที่ 5 สภาพแวดล้อมของขุดเก็บตัวอย่างแต่ละขุด	24
ตารางที่ 6 จำนวนการเก็บตัวอย่างการตกสะสมของฝุ่น	26

มหาวิทยาลัยนเรศวร

สารบัญรูป

ภาพที่	หน้า
ภาพ 3.1 แผนที่จังหวัดพิษณุโลก	17
ภาพ 3.2 จุดที่ตั้งอุปกรณ์เก็บตัวอย่าง	18
ภาพ 3.3 เครื่องชั่งไฟฟ้าอย่างละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง	27
ภาพ 3.4 ตู้ดูดความชื้น (Desiccators Cabinet)	27
ภาพ 3.5 อ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water Bath)	28
ภาพ 4.1 ปริมาณฝุ่นตก ในเขตเมืองพิษณุโลก	31
ภาพ 4.2 แสดงปริมาณฝุ่นตกสะสมบริเวณร้านกาแฟบริเวณบ้านคลอง	32
ภาพ 4.3 แสดงปริมาณฝุ่นตกสะสมบริเวณอาคารพาณิชย์บริเวณหน้าสถานีตำรวจ	33
ภาพ 4.4 แสดงปริมาณฝุ่นตกสะสมบริเวณโรงเรียนผดุงราษฎร์	34
ภาพ 4.5 แสดงปริมาณฝุ่นตกสะสมบริเวณวิทยาลัยพยาบาลบรมราชนนี	35
ภาพ 4.6 แสดงปริมาณฝุ่นตกสะสมบริเวณโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยนเรศวร	36
ภาพ 4.7 แสดงปริมาณฝุ่นตกสะสมบริเวณซอยวัดเชื่อนขันธ์	37
ภาพ 4.8 แสดงปริมาณฝุ่นตกสะสมบริเวณสนามกีฬากลาง	38
ภาพ 4.9 แสดงปริมาณฝุ่นตกสะสมบริเวณชุมชนประชาอุทิศ	39
ภาพ 4.10 แสดงปริมาณฝุ่นตกสะสมบริเวณศาลากลางจังหวัดพิษณุโลก	40
ภาพ 4.11 แสดงปริมาณฝุ่นตกบริเวณที่ติดถนนสายหลัก	41
ภาพ 4.12 แสดงปริมาณฝุ่นตกบริเวณที่ไม่ติดถนนสายหลัก	42
ภาพ 4.13 ปริมาณฝุ่นตกสะสมใน 6 เดือน	43
ภาพ 4.14 แสดงปริมาณฝุ่นตกสะสมเขตเมืองพิษณุโลกเดือนกรกฎาคม	44
ภาพ 4.15 แสดงปริมาณฝุ่นตกสะสมเขตเมืองพิษณุโลกเดือนสิงหาคม	45
ภาพ 4.16 แสดงปริมาณฝุ่นตกสะสมเขตเมืองพิษณุโลกเดือนกันยายน	46
ภาพ 4.17 แสดงปริมาณฝุ่นตกสะสมเขตเมืองพิษณุโลกเดือนตุลาคม	47
ภาพ 4.18 แสดงปริมาณฝุ่นตกสะสมเขตเมืองพิษณุโลกเดือนพฤศจิกายน	48
ภาพ 4.19 แสดงปริมาณฝุ่นตกสะสมเขตเมืองพิษณุโลกเดือนธันวาคม	49

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เทศบาลนครพิษณุโลกมีเนื้อที่ 18.26 ตารางกิโลเมตร มีแม่น้ำแบ่งพื้นที่ออกเป็น 2 ส่วน คือ ฝั่งตะวันออกของแม่น้ำน่าน ซึ่งเป็นย่านธุรกิจและการค้า มีประชากรอาศัยอยู่อย่างหนาแน่น และบริเวณฝั่งตะวันตกของแม่น้ำส่วนใหญ่เป็นที่ตั้งของสถานที่ราชการ เขตเทศบาลพิษณุโลกมีประชากรรวมทั้งสิ้น 841,914 คนความหนาแน่นของประชากรเฉลี่ย 12.85 คนต่อตารางกิโลเมตร (เทศบาลนครพิษณุโลก, 2551) ซึ่งประชากรค่อนข้างหนาแน่นและมีการจราจรที่หนาแน่น โดยมีทั้งรถยนต์ส่วนบุคคล รถจักรยานยนต์และรถโดยสารประจำทาง จึงทำให้ปัญหาสิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้นคือมีผลทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ เช่น ปัญหาฝุ่นละอองจากท่อไอเสียรถประเภทต่างๆ

จังหวัดพิษณุโลกจัดเป็นเขตเศรษฐกิจที่สำคัญ มีการขยายตัวอย่างรวดเร็วของกิจกรรมการคมนาคมขนส่ง การจราจรและกิจกรรมการก่อสร้าง ซึ่งการขยายตัวเหล่านี้ก่อให้เกิดปัญหามลภาวะทางอากาศ

เนื่องจากปริมาณฝุ่นละอองที่เพิ่มขึ้นตามการขยายตัวของเมือง ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นเหล่านี้ก่อให้เกิดการระคายเคืองของนัยตาและมีผลทำให้ทัศนวิสัยในการมองเห็นเสื่อมลง และเมื่อฝุ่นละอองดูดซับโลหะ สารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ไว้ที่ผิว ก็สามารถแปรสภาพเป็นสารกรดได้เมื่อรวมตัวกับละอองน้ำในอากาศไม่ว่าจะเป็นน้ำฝนหรือไอน้ำจะก่อให้เกิดความเสียหายต่ออาคารบ้านเรือน ทำให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญต่อประชาชน (นพภาพรและคณะ, 2550)

ปริมาณฝุ่นตกในเขตเทศบาลนครพิษณุโลกมีค่าเฉลี่ย 166.46 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน และปริมาณฝุ่นตกนอกเขตเทศบาลมีค่าเฉลี่ย 150.87 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวันซึ่งเกินมาตรฐานกำหนดไว้ที่ 65-130 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน

งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้น เพื่อศึกษาการตกสะสมของฝุ่นตกตามแนวราบทั่วบริเวณเขตเมืองพิษณุโลก

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาปริมาณฝุ่นตกในเขตเมืองพิษณุโลก บริเวณถนนสายหลัก และบริเวณเขตการค้าในเขตเทศบาลเมืองพิษณุโลก

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1. ศึกษาปริมาณฝุ่นตกในเขตเมืองพิษณุโลกจำนวน 9 จุดได้แก่
    1. ร้านกาแฟ บริเวณบ้านคลอง
    2. อาคารพาณิชย์ หน้าสถานีตำรวจ อ.เมือง จ.พิษณุโลก
    3. ตลาดบริเวณโรงเรียนผดุงราษฎ์
    4. วิทยาลัยพยาบาลบรมราชนนี จ.พิษณุโลก
    5. โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยนเรศวร
    6. ซอยวัดเขื่อนขันธ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก
    7. สนามกีฬากลาง
    8. ชุมชนประชาอุทิศ
    9. ศาลากลางจังหวัดพิษณุโลก
2. ศึกษาในช่วงระยะเวลา กรกฎาคม 2553 – ธันวาคม 2553
3. การพัฒนาอุปกรณ์ขึ้นมาเอง

1.4 คำสำคัญหรือคำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

ฝุ่นตกตามแนวราบ, จังหวัดพิษณุโลก

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบปริมาณฝุ่นตกในเขตเมืองพิษณุโลก
2. เป็นข้อมูลเพื่อการจัดการคุณภาพอากาศและการสืบหาแหล่งกำเนิดของฝุ่นตกในเขตจังหวัดพิษณุโลก

1.6 แผนการดำเนินงาน

ระยะเวลาในการดำเนินงานทั้งสิ้น 6 เดือน ตั้งแต่ กรกฎาคม 2553 – ธันวาคม 2553

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) การตกสะสมแบบแห้งและแบบเปียกคือกระบวนการที่ก๊าซชนิดต่างๆในบรรยากาศตลอดจนอนุภาคเคลื่อนย้ายตัวจากบรรยากาศตกลงสู่แหล่งรับที่มีพื้นที่ผิวต่างๆโดยที่ความสามารถในการตกสะสมทั้งสองชนิดดังกล่าวขึ้นอยู่กับปัจจัยสำคัญนี้คือ สถานะของสิ่งที่สนใจว่าอยู่ในรูปก๊าซหรืออนุภาค ความสามารถในการละลายได้ จำนวนการตกในพื้นที่นั้นๆ ลักษณะภูมิประเทศ และชนิดของพื้นที่ผิวปกคลุมในบริเวณที่สนใจ

2.1.1 การตกสะสมแบบแห้ง (Dry Deposition)

หมายถึง สารทุกชนิด เช่นก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ หรืออนุภาคซัลเฟตที่ตกตะกอนสะสมจากบรรยากาศในสภาวะไอหรือก๊าซ ที่ไม่ใช่ฝน ตกลงสู่แหล่งรองรับบนพื้นโลก เช่น

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

ปัจจัยที่มีผลต่อการตกสะสมแบบแห้งของก๊าซ หรืออนุภาค ก็คือระดับสภาพความปั่นป่วนของอากาศ คุณสมบัติทางเคมีของอิออนตัวที่ตก และลักษณะพื้นผิวของบริเวณที่สนใจตามธรรมชาติ สำหรับก๊าซความสามารถในการละลาย และปฏิกิริยาการเคมีจะมีผลต่อการดูดเข้าสู่พื้นผิวของแหล่งรับได้ และสำหรับอนุภาค ขนาด และความหนาแน่น และรูปทรงของอนุภาคเป็นเครื่องกำหนดความสามารถในการถูกจับโดยพื้นผิวต่างๆของแหล่งรับเช่นกัน

2.1.2 การตกสะสมแบบเปียก (Wet Deposition)

หมายถึง ปริมาณของสารที่เคลื่อนย้ายจากบรรยากาศโดยฝน หิมะ หรือน้ำรูปแบบอื่นๆลงสู่พื้นโลก 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)

สำหรับสารตั้งต้นที่ก่อให้เกิดกรดจากการกระทำของมนุษย์ในประเทศไทยมีสัดส่วนโดยโมลของ SO_2/NO_x เป็น 0.53 (Karo N.,et al., 1992) ซึ่งพบว่ามีค่าปริมาณน้ำฝนถึง 52 % (จากค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนที่ตรวจวัดที่เขื่อนศรีนครินทร์ และเขื่อนน้ำพอง)

2.2 ฝุ่นตก (Dust fall)

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

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

โดยปกติจะเก็บสะสมตัวอย่างตลอดช่วง 30 วัน แล้วทำให้แห้ง และชั่งน้ำหนัก ผลลัพธ์ส่วนใหญ่จะรายงานเป็นหน่วยน้ำหนักต่อพื้นที่ของปากภาชนะต่อระยะเวลาเก็บ ส่วนประกอบและแหล่งที่มาของฝุ่นในอากาศแสดงในตาราง

ตาราง 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

ตาราง2 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 มีขนาดใหญ่กว่าไมเลกุล 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 4 (อรุบล, 2541)

ตาราง 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
สมือก	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 โรงงานอุตสาหกรรม โรงไฟฟ้า 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 แล้วอาจจะแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศ หรือถูกพัดพาไปโดยการพัดพาของอากาศและกระแสลม ฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่น้ำหนักมากจะแขวนลอยในบรรยากาศได้ไม่นานก็ตกกลับด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก 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 เสื่อมคุณภาพหรือเสียประโยชน์ใช้สอยได้ เช่น ทำให้เครื่องหนัง ผ้า และสิ่งทอ มีความทนทานน้อยลง ทำให้เกิดรอยแตกขึ้นกับยางได้ง่ายกว่าปกติ เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์มีอายุการใช้งานสั้นลง เพราะหน้า สัมผัสของวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ของอุปกรณ์ดังกล่าวเสื่อมสภาพเร็วขึ้น เป็นต้น นอกจาก นั้นยังทำความสกปรกให้กับสิ่งของเครื่องใช้และพื้นผิวต่างๆ ทำให้ทัศนวิสัยลดลง 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

ตารางที่ 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

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 จัดเป็นส่วนประกอบหลักของอนุภาค โดยส่วนประกอบทั่วไปคล้ายซีเมนต์ หรือวัตถุดิบของมันเอง สำหรับอัตราส่วนของโลหะหนักได้แก่ Pb, Mn, Ni, และ Co พบค่าสูงสุดของตะกั่วเท่ากับ 3,600 mg/kg

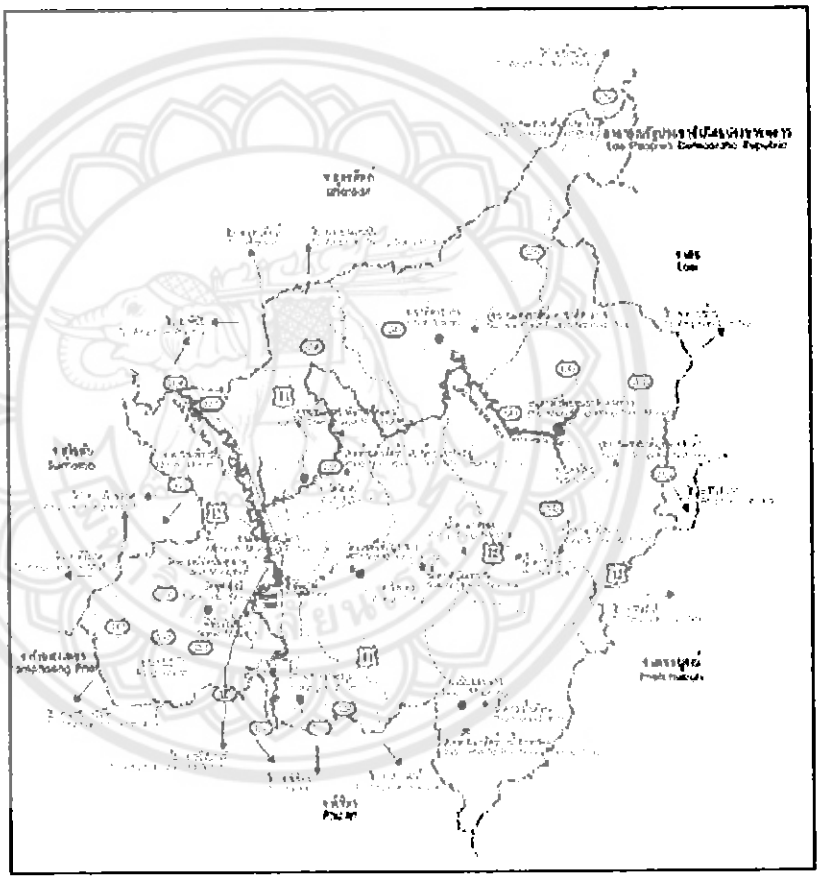
Omar, A. (2004) ได้ศึกษาการกระจายตัวของโลหะหนักในดิน ฝุ่นและฝุ่นถนนในเขตอุตสาหกรรม Karak ประเทศจอร์แดน เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณเหล็ก ทองแดง สังกะสี นิกเกิลและตะกั่วที่ปนเปื้อนในฝุ่น ฝุ่นถนนและดิน ทำการเก็บตัวอย่างในช่วงปลายฤดูร้อนโดยทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นจำนวน 20 ตัวอย่าง เก็บตัวอย่างฝุ่นถนนขอบทางด้วยแปรงไพลีเอธิลีน และเก็บด้วยวิธี Shimadzu AAS model AA-6200 Atomic Absorption Flam Spectrophotometer จากการวิเคราะห์พบว่า มีการปนเปื้อนของเหล็ก ทองแดง สังกะสี นิกเกิลและตะกั่วในช่วง 58.8-94.8,1.8-84.9,15.4-136.9,1.7-6.5 และ 2.1-314.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ อีกทั้งยังพบว่าที่ผิวหน้ามีปริมาณโลหะหนักสะสมอยู่น้อยกว่าในพื้นดิน ทั้งนี้เนื่องมาจากโลหะหนักนั้นมีแหล่งกำเนิดมาจากดินและกิจกรรมในพื้นที่นั้นๆ

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาการตกสะสมของฝุ่นตกในเขตจังหวัดพิษณุโลก มีวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

3.1 พื้นที่ทำการทดลอง

ลักษณะพื้นที่โดยทั่วไป

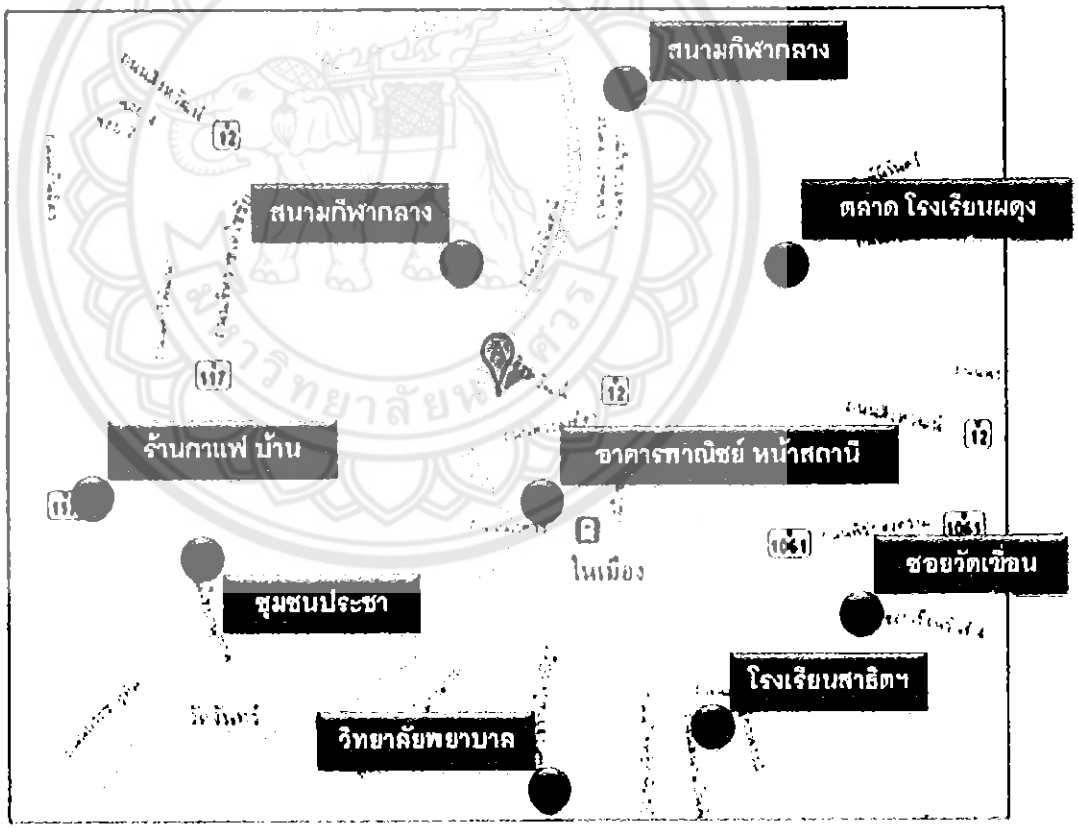


ภาพ 3.1 แผนที่จังหวัดพิษณุโลก

3.2 พื้นที่เก็บตัวอย่างฝุ่นตกและแหล่งกำเนิด

เพื่อศึกษาปริมาณฝุ่นตกในเขตเมืองพิษณุโลกจำนวน 9 จุดได้แก่

1. ร้านกาแฟ บริเวณบ้านคลอง
2. อาคารพาณิชย์ หน้าสถานีตำรวจ อ.เมือง จ.พิษณุโลก
3. ตลาดบริเวณโรงเรียนผดุงราษฎร์
4. วิทยาลัยพยาบาลบรมราชนนี จ.พิษณุโลก
5. โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยนเรศวร
6. ซอยวัดเขื่อนขันธ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก
7. สนามกีฬากลาง
8. ชุมชนประชาอุทิศ
9. ศาลากลางจังหวัดพิษณุโลก



ภาพ 3.2 จุดที่ตั้งอุปกรณ์เก็บตัวอย่าง

3.3 ลักษณะพื้นที่ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง

เลือกพื้นที่ที่ทำการเก็บตัวอย่างการตกสะสมของฝุ่น ในเขตเมืองพิษณุโลก เพื่อให้ตัวอย่างของฝุ่นตกที่ได้เป็นตัวแทนของฝุ่นตก ที่เกิดขึ้นในบริเวณเมืองพิษณุโลก สำหรับในเขตเทศบาล มีการศึกษาปริมาณฝุ่นตก โดยมีการเก็บตัวอย่าง จากบริเวณต่างๆในเขตเทศบาลเมือง

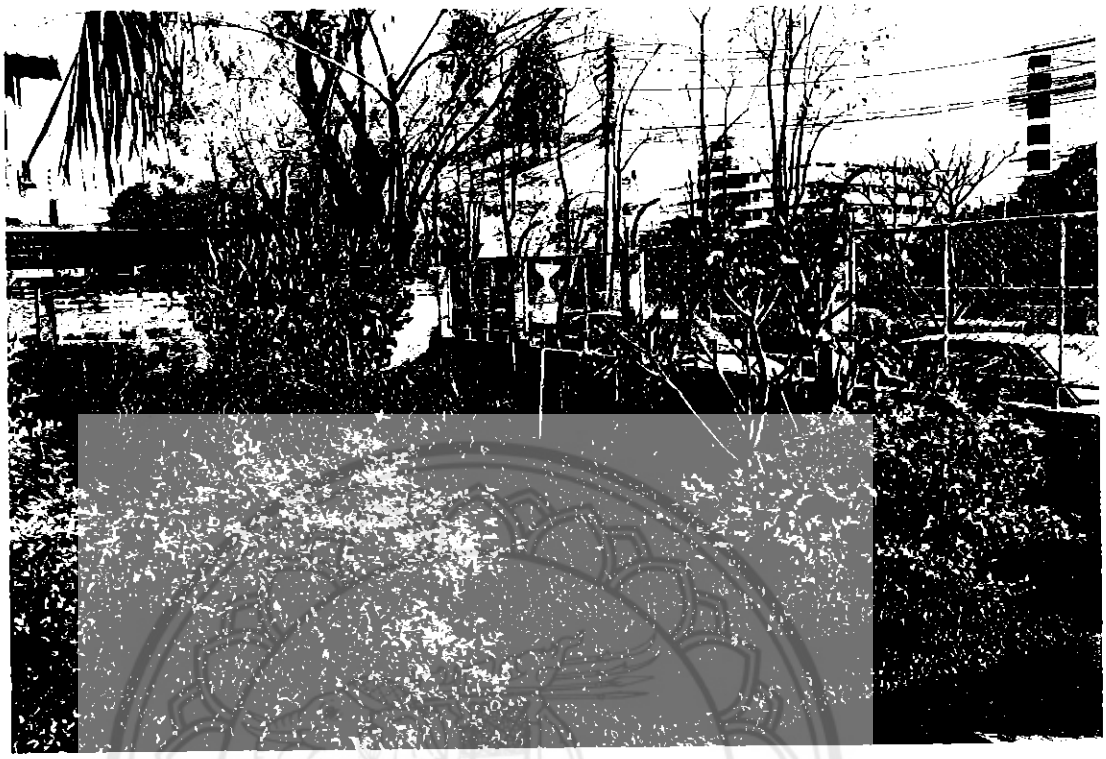
ลักษณะของพื้นที่ที่เลือกในการเก็บตัวอย่าง เลือกพื้นที่ที่มีลักษณะคล้ายกัน เป็นบริเวณโล่ง และโดยบริเวณรอบอาคารไม่มีอาคารสูงมากกว่าปิดบังทางลม เพื่อให้มีการระบายอากาศแบบธรรมชาติ

จุดที่ 1. ร้านกาแฟ บริเวณบ้านคลอง

จุดที่ 2. อาคารพาณิชย์ หน้าสถานีตำรวจ

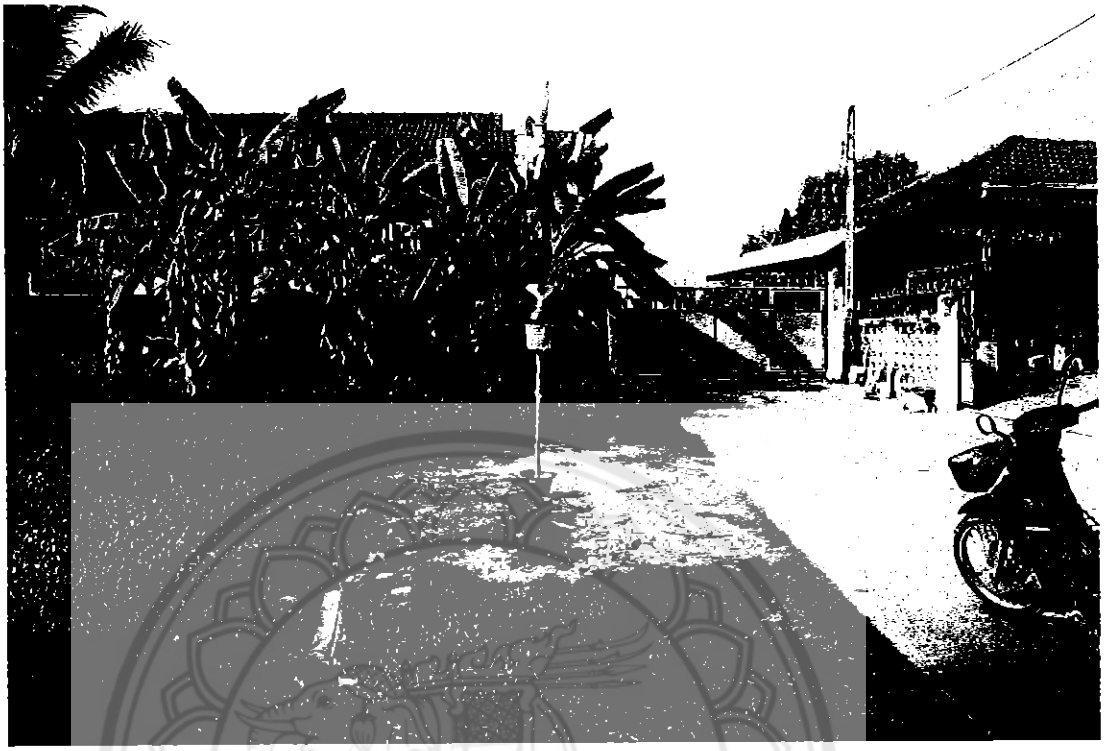
จุดที่ 3. ตลาดบริเวณโรงเรียนผดุงราษฎร์

จุดที่ 4. วิทยาลัยพยาบาลบรมราชนนี



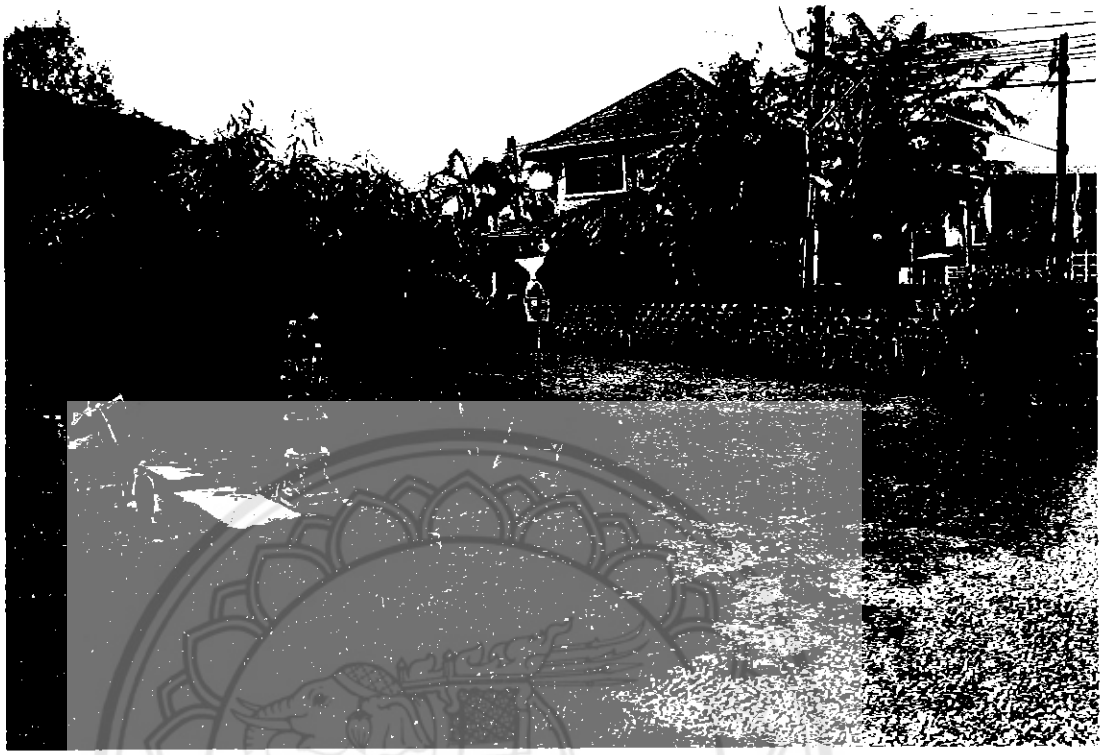
จุดที่ 5. โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยนเรศวร

จุดที่ 6. ซอยวัดเขื่อนขันธ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก



จุดที่ 7. สนามกีฬากลาง

จุดที่ 8. ชุมชนประชาอุทิศ



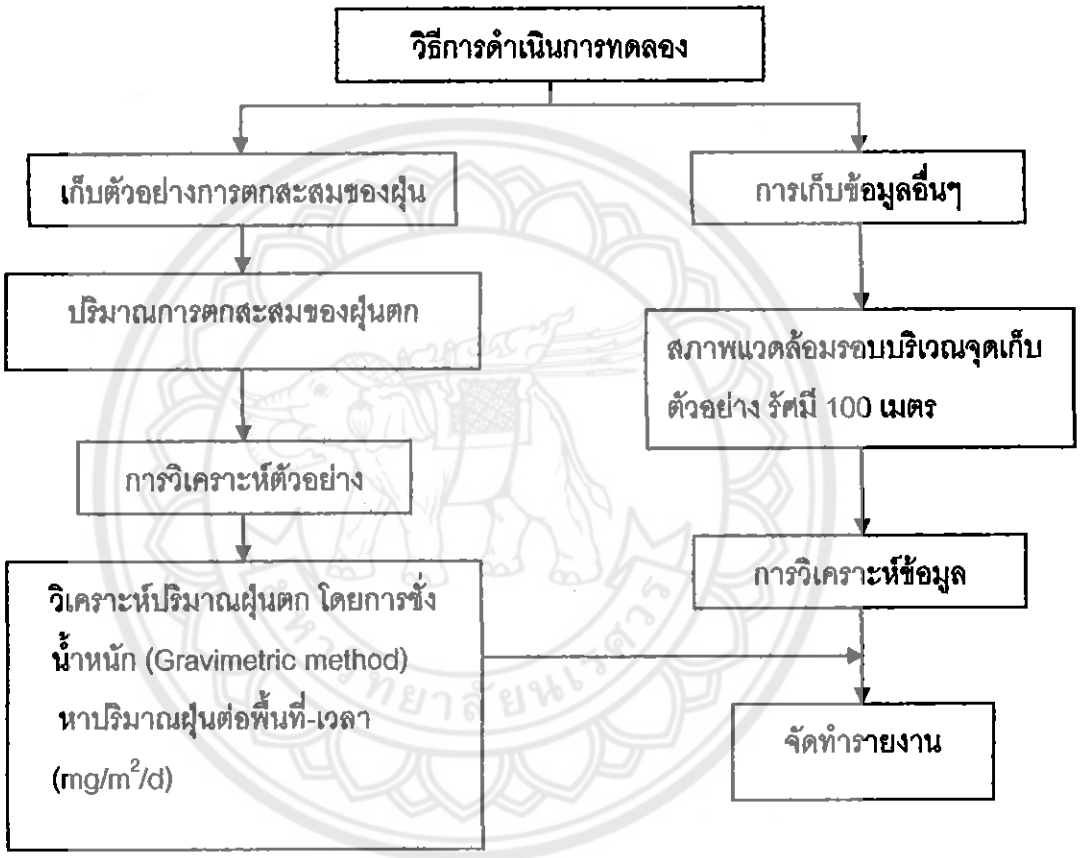
จุดที่ 9. ศาลากลางจังหวัดพิษณุโลก

ตาราง 5 สภาพแวดล้อมของจุดเก็บตัวอย่างแต่ละจุด (รัศมี 20 เมตร)

จุดเก็บตัวอย่าง	สภาพแวดล้อม			
	ถนนสายหลัก	พื้นที่ผิวจุดเก็บตัวอย่าง	ลานจอดรถ	ต้นไม้ใหญ่และอาคารสูง
บริเวณบ้านคลอง	ไม่ติดถนน	สนามหญ้า	มี	ไม่มี
บริเวณหน้าสถานีตำรวจ	ติดถนน	คอนกรีต	มี	มี
บริเวณโรงเรียนผดุงราษฎร์	ติดถนน	พื้นดิน	มี	ไม่มี
วิทยาลัยพยาบาลบรมราชนนี	ไม่ติดถนน	สนามหญ้า	มี	มี
โรงเรียนสาธิตมหาวิยาลัยนเรศวร	ไม่ติดถนน	คอนกรีต	มี	มี
บริเวณซอยวัดเขื่อนขันธ์	ไม่ติดถนน	สนามหญ้า	มี	ไม่มี
สนามกีฬากลาง	ติดถนน	คอนกรีต	มี	ไม่มี
บริเวณชุมชนประชาอุทิศ	ไม่ติดถนน	สนามหญ้า	มี	ไม่มี
ศาลากลาง	ไม่ติดถนน	คอนกรีต	มี	มี

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

3.4 วิธีการดำเนินการทดลอง



15511537
ม.
ว 319 ก
2553

3.5 แผนการดำเนินการทดลอง

จุดเก็บตัวอย่างการตกสะสมของฝุ่น

ในการวิจัยนี้เก็บตัวอย่างของฝุ่นในเขตเมืองพิษณุโลก จากจุดเก็บตัวอย่างในเขตจังหวัดพิษณุโลก จำนวน 9 จุด การเก็บตัวอย่างของฝุ่นตกจะใช้วิธี Dust fall Jar โดยเก็บตัวอย่างฝุ่นตกจากจุดเก็บตัวอย่างละ 1 ตัวอย่าง ใช้ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างเวลา 30 วัน ใช้เวลาเก็บตัวอย่าทั้งหมด 6 เดือน รวมทั้งสิ้น 54 ตัวอย่าง โดยจำนวนการเก็บตัวอย่าง และวันที่ทำการเก็บ แล้วนำมาวิเคราะห์หาปริมาณองค์ประกอบทางเคมีดังตาราง

ตาราง 6 จำนวนการเก็บตัวอย่างการตกสะสมของฝุ่น

จุดเก็บตัวอย่างอากาศ	พารามิเตอร์	จำนวนตัวอย่าง (ต่อจุด)
ในเขตเทศบาลจำนวน 10 จุด ได้แก่		
• ร้านกาแฟ บริเวณบ้านคลอง	- ปริมาณการตก	1
• อาคารพาณิชย์ หน้าสถานีตำรวจ อ.เมือง จ.พิษณุโลก	สะสมของฝุ่น	1
• บริเวณเทศบาลเมืองพิษณุโลก		1
• ตลาดบริเวณโรงเรียนผดุงราษฎร์		1
• วิทยาลัยพยาบาลบรมราชนนี จ.พิษณุโลก		1
• โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยนเรศวร		1
• ซอยวัดเขื่อนขันธ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก		1
• สนามกีฬากลาง		1
• ชุมชนประชาอุทิศ		1
• ศาลากลางจังหวัดพิษณุโลก		1

3.6 การตรวจวัดปริมาณการตกสะสมของฝุ่นโดย Dust Fall Jar

3.6.1 หลักการ

ฝุ่นตกเป็นการเก็บตัวอย่างมวลสาร โดยใช้เทคนิคเชิงกราวิเมตริก (Gravimetric) หรือการตกตะกอน (sedimentation) เป็นการเก็บรวบรวมอนุภาคที่มีมวลเพียงพอที่จะตกออกจากบรรยากาศโดยแรงโน้มถ่วงของโลก

3.6.2 อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่าง ประกอบด้วย

(1) ถังเก็บตัวอย่างเป็นถังพลาสติกมีกรวยอยู่ด้านบนถังพลาสติกโดยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของกรวยประมาณ 20เซนติเมตร สูง 37 เซนติเมตร

(2) ขาตั้งขวดเก็บตัวอย่าง ประกอบด้วยท่อเหล็กยาวประมาณ 1.5 เมตรมีข้อต่อต่อกับตะแกรงสำหรับวางถังพลาสติก

3.6.3 วิธีการเก็บตัวอย่าง

นำอุปกรณ์เก็บตัวอย่างไปวางในจุดที่ต้องการเก็บตัวอย่าง โดยมีหลักเกณฑ์คือ

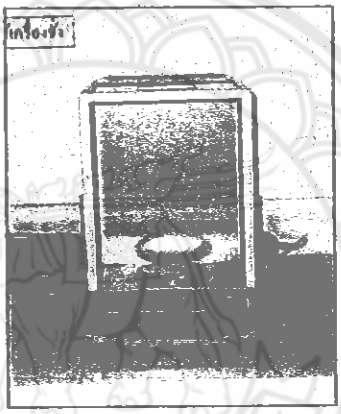
(1) ต้องอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดมลพิษต่างๆ อย่างน้อย 50 เมตร

(2) ตามแนวราบโดยรอบไม่มีกำแพงหรือสิ่งกีดขวางอื่นใดอย่างน้อย 10 เมตร

(3) สูงจากพื้นอย่างน้อย 1.5 เมตรโดยปกติ จะวางไว้ตลอดช่วง 30 วัน ควรมีการบันทึกสภาพอากาศจากนั้นเก็บถังพลาสติกไปวิเคราะห์ต่อในห้องปฏิบัติการ โดยควรปิดฝาภาชนะเก็บฝุ่นให้สนิท

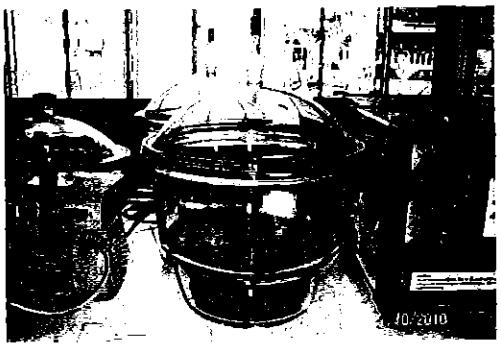
3.6.4 อุปกรณ์สำหรับการตรวจวิเคราะห์ ประกอบด้วย

(1) เครื่องชั่งไฟฟ้าอย่างละเอียด สำหรับชั่งตัวอย่างฝุ่นตก เครื่องชั่งมีทศนิยม 4 ตำแหน่ง



ภาพ 3.3 เครื่องชั่งไฟฟ้าอย่างละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง

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



ภาพ 3.4 ตู้ดูดความชื้น (Desiccators Cabinet)

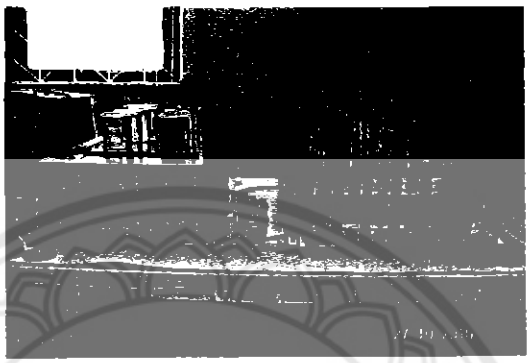
(3) ตู้อบที่ควบคุมอุณหภูมิได้ (Hot Air Oven)

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

(5) ขวดใส่น้ำกลั่นที่ขจัดไอออนแล้ว (Deionized Water)

(6) บีกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร

(7) อ่างควบคุมอุณหภูมิได้ (Water Bath) ชนิด 8 หลุม



ภาพ 3.5 อ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water Bath)

(8) แท่งแก้วคนสาร

(9) กระบอกตวงขนาด 1000 มิลลิลิตร

3.6.5 การตรวจวิเคราะห์

วิเคราะห์ปริมาณด้วยวิธีการชั่งน้ำหนัก (Gravimetric method) การคำนวณหาปริมาณอนุภาคการตกสะสมของฝุ่น โดยมีการวิเคราะห์ดังนี้

(1) การเตรียมบีกเกอร์เพื่อระเหย

1. ทำความสะอาดบีกเกอร์ด้วยน้ำประปา และน้ำกลั่น ตามลำดับ
2. อบให้แห้งในเตาอบ อุณหภูมิ 103 $^{\circ}$C ประมาณ 1 ชั่วโมง
3. นำบีกเกอร์ที่อบแล้วใส่ในตู้ควบคุมความชื้น ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น
4. ชั่งน้ำหนักบีกเกอร์ด้วยเครื่องชั่งละเอียด ทศนิยม 4 ตำแหน่งแล้วบันทึกน้ำหนักบีกเกอร์ไว้เป็นน้ำหนักบีกเกอร์เปล่า

(2) วิธีการเตรียมตัวอย่างเพื่อหาปริมาณฝุ่นตก

1. ฉีดน้ำกลั่นรอบๆ ผนังภาชนะเก็บฝุ่น เพื่อชะฝุ่นที่ติดตามผนังภาชนะ แล้วใช้แท่งแก้ว ปาด ดน หรือเขี่ย ฝุ่นที่ติดรอบๆ และก้นภาชนะ
2. เทสารละลายที่ได้จากข้อ 1. ลงในบีกเกอร์ระเหยที่ทราบน้ำหนักแล้ว
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)

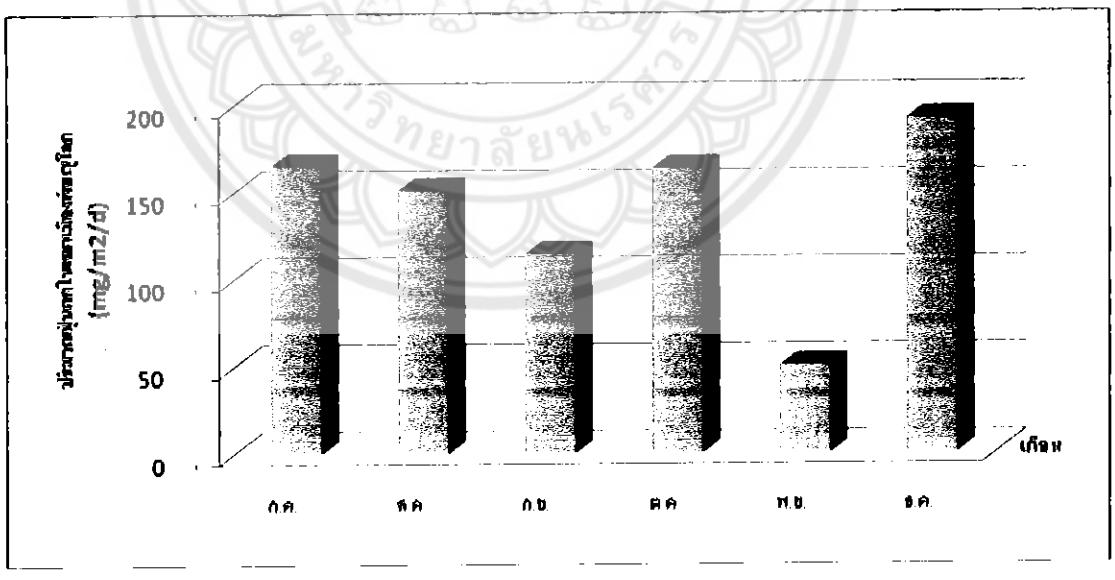
10^3 = เปลี่ยนหน่วยกรัม เป็น มิลลิกรัม

บทที่ 4
ผลการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาปริมาณฝุ่นตกโดยใช้ภาชนะ Dust fall Jar Container โดยทำการเก็บตัวอย่างในบริเวณเขตเทศบาลนครพิษณุโลกทั้งหมด 9 จุด ได้แก่ ร้านกาแฟบ้านคลอง, อาคารพาณิชย์หน้าสถานีตำรวจ, โรงเรียนผดุงราษฎร์, วิทยาลัยพยาบาลบรมราชนนี, โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยนเรศวร, ซอยวัดเขื่อนขันธ์, สนามกีฬากลาง, ชุมชนประชาอุทิศและศาลากลางจังหวัดพิษณุโลกโดยทำการเก็บตัวอย่างในช่วงเดือน กรกฎาคม 2553 ถึงเดือน ธันวาคม 2553 โดยมีผลการทดลองดังต่อไปนี้

4.1 ปริมาณฝุ่นตก

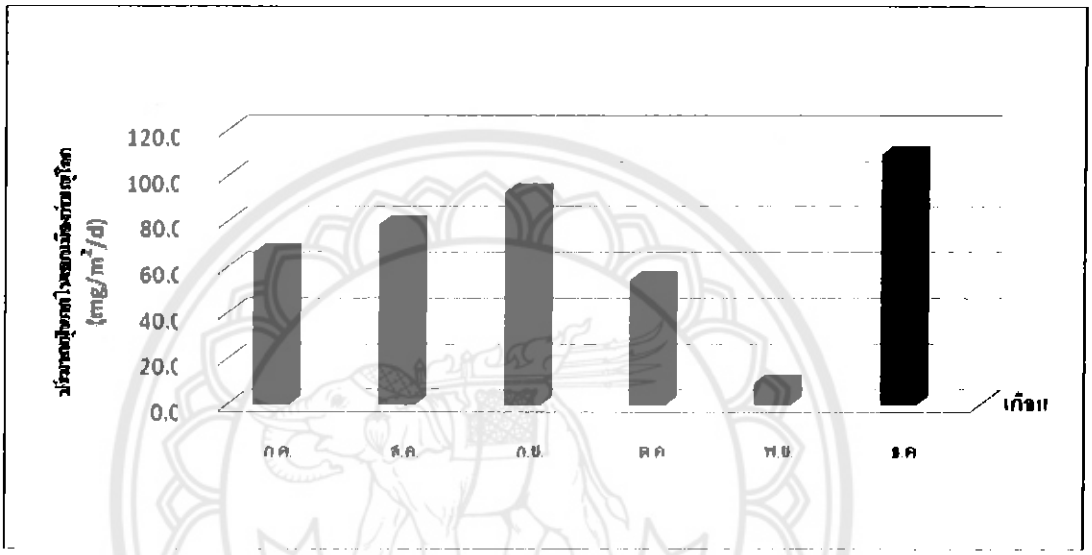
ปริมาณฝุ่นตกในเขตเมืองพิษณุโลก ทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 9 จุด เพื่อทำการวัดปริมาณฝุ่นตก โดยวิธี Dust fall Jar เป็นระยะเวลาเวลาทุก 30 วัน ในช่วงฤดูฝน เดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคม และช่วงฤดูหนาว เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2553 ถึงเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2554 ดังต่อไปนี้



ภาพ 4.1 ปริมาณฝุ่นตก ในเขตเมืองพิษณุโลก

จากภาพ 4.1 พบปริมาณฝุ่นตก ในเขตเทศบาลนครพิษณุโลกมีค่าอยู่ในช่วง 50.70 ถึง 192.25 mg/m^2/day ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 139.88 mg/m^2/day และมีค่าเกินมาตรฐานของฝุ่นตก ในบริเวณย่านที่อยู่อาศัย 65 ถึง 130 mg/m^2/day (วงศ์พันธ์, 2540) โดยมีปริมาณฝุ่นตกเฉลี่ยตลอดการทดลองเท่ากับ 139.88 mg/m^2/day

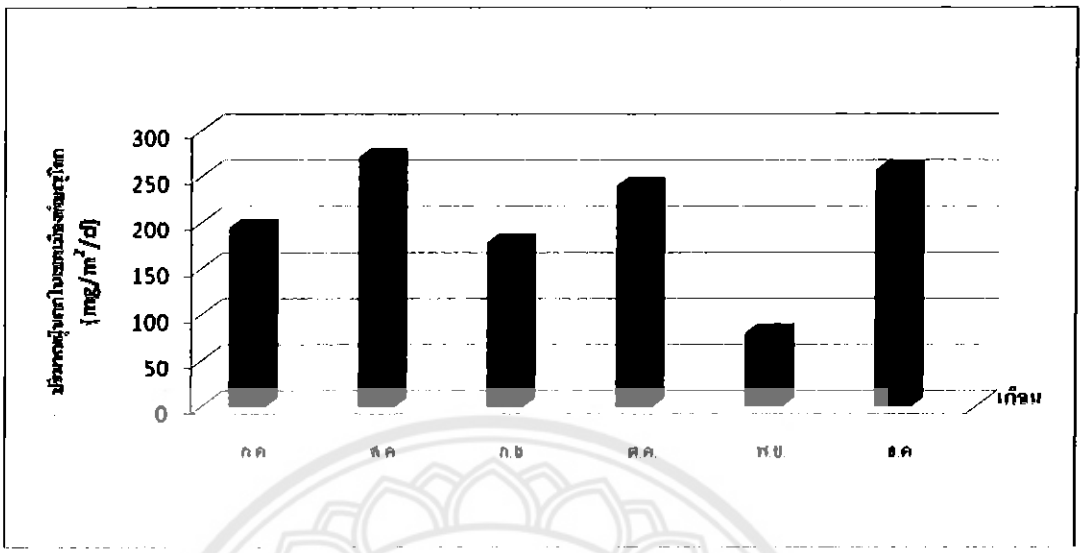
4.1.1 ร้านกาแฟบริเวณบ้านคลอง



ภาพ 4.2 แสดงปริมาณฝุ่นตกสะสมบริเวณร้านกาแฟบริเวณบ้านคลอง

จากภาพ 4.2 ปริมาณฝุ่นตกสะสมแนวราบเฉลี่ย 9.82 ถึง 109.77 mg/m^2/day ซึ่งฝุ่นที่เกิดขึ้นบริเวณจุดเก็บตัวอย่างมาจากการสัญจรของยานพาหนะเข้าออกบริเวณนั้นและจากการทำความสะอาดบริเวณร้านกาแฟที่อยู่ใกล้กับจุดเก็บตัวอย่าง ส่วนเดือนธันวาคมมีปริมาณฝุ่นตกสะสมมากที่สุด เนื่องจากมีการเผาขยะและเศษวัสดุบริเวณใกล้ๆจุดเก็บตัวอย่าง ทำให้เกิดจารฟุ้งกระจายของฝุ่นในอากาศ

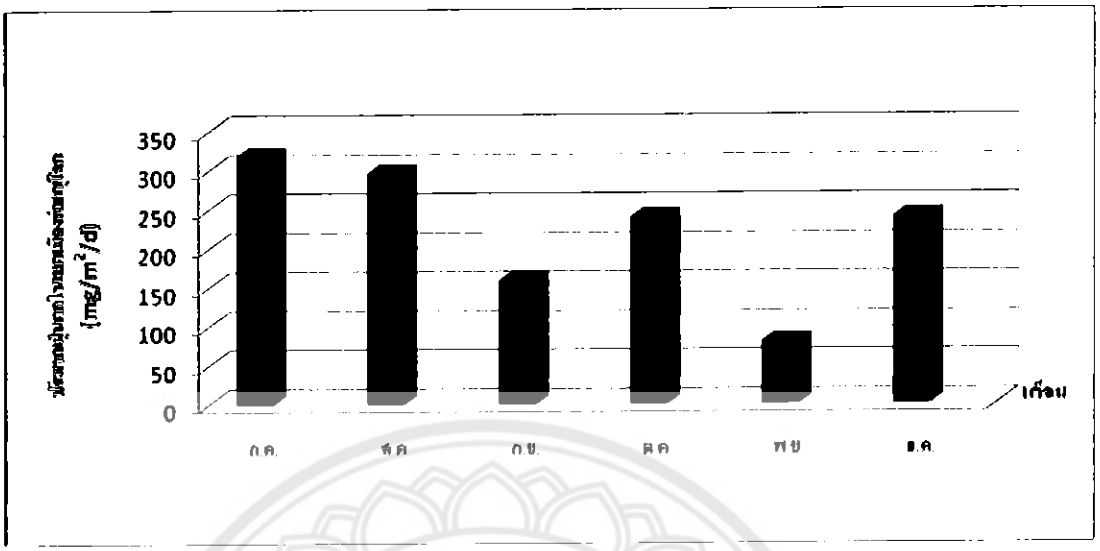
4.1.2 อาคารพาณิชย์ หน้าสถานีตำรวจ



ภาพ 4.3 แสดงปริมาณฝุ่นตกสะสมบริเวณอาคารพาณิชย์บริเวณหน้าสถานีตำรวจ

จากภาพ 4.3 ปริมาณฝุ่นตกสะสมแนวราบเฉลี่ย 80.49 ถึง 271.08 mg/m^2/day ซึ่งฝุ่นส่วนใหญ่เกิดจากพื้นผิวถนนและท่อไอเสียจากยานพาหนะส่วนในเดือนสิงหาคมมีปริมาณฝุ่นตกมากที่สุด เพราะมีการจราจรอย่างหนาแน่น ทำให้บริเวณนี้มีฝุ่นที่เกิดจากผิวถนน และฝุ่นที่เกิดจากท่อไอเสียของยานพาหนะต่างๆ อีกทั้งมีการรื้อถอนอาคารก่อสร้างบริเวณใกล้เคียงกับจุดเก็บตัวอย่าง

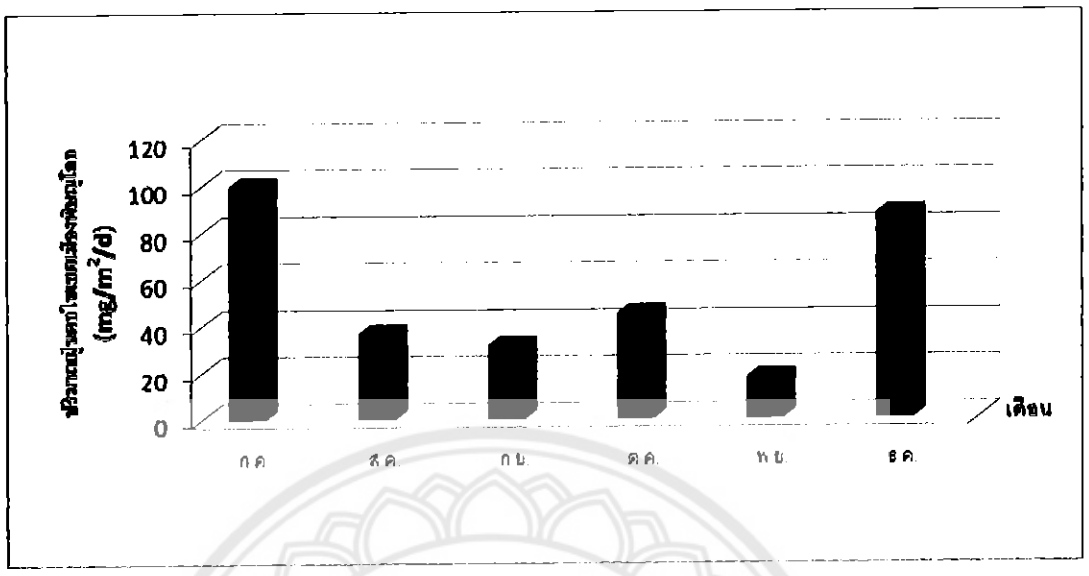
4.1.3 ตลาดบริเวณโรงเรียนผดุงราษฎร์



ภาพ 4.4 แสดงปริมาณฝุ่นตกสะสมบริเวณโรงเรียนผดุงราษฎร์

จากภาพ 4.4 ปริมาณฝุ่นตกสะสมแนวราบเฉลี่ย 80.49 ถึง 318.42 mg/m^2/day ซึ่งจุดเก็บตัวอย่างอย่างอยู่ใกล้ตลาดชุมชนและโรงเรียนผดุงราษฎร์ ทำให้บริเวณนี้มีผู้ใช้รถจำนวนมากในระหว่างจอดรอและรับส่งทำให้ฝุ่นจากท่อไอเสียรวมตัวกับฝุ่นที่เกิดจากผิวถนน (Road Dust) เกิดการปลิวและฟุ้งกระจายตัวในขณะยานพาหนะสัญจรไปมาบริเวณนี้

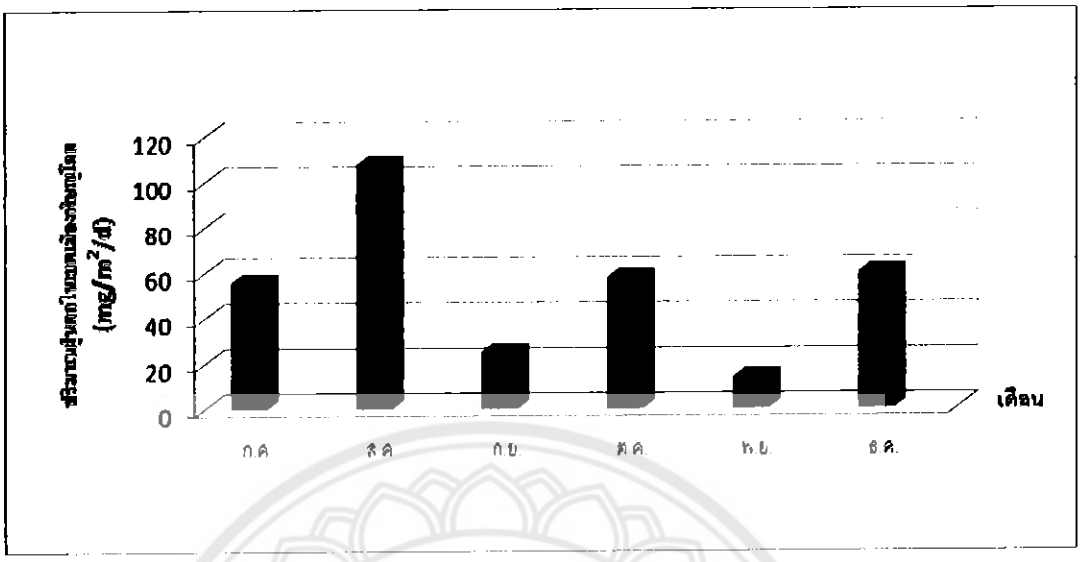
4.1.4 วิทยาลัยพยาบาลบรมราชนนี



ภาพ 4.5 แสดงปริมาณฝุ่นตกสะสมบริเวณวิทยาลัยพยาบาลบรมราชนนี

จากภาพ 4.5 ปริมาณฝุ่นตกสะสมแนวราบเฉลี่ย 18.01 ถึง 100.06 mg/m^2/day ซึ่งฝุ่นส่วนใหญ่เกิดจากการทำความสะอาดบริเวณนั้นและการสัญจรไปมาของนิสิตและบุคลากรในวิทยาลัย และจากการทำกิจกรรมต่างในวิทยาลัย

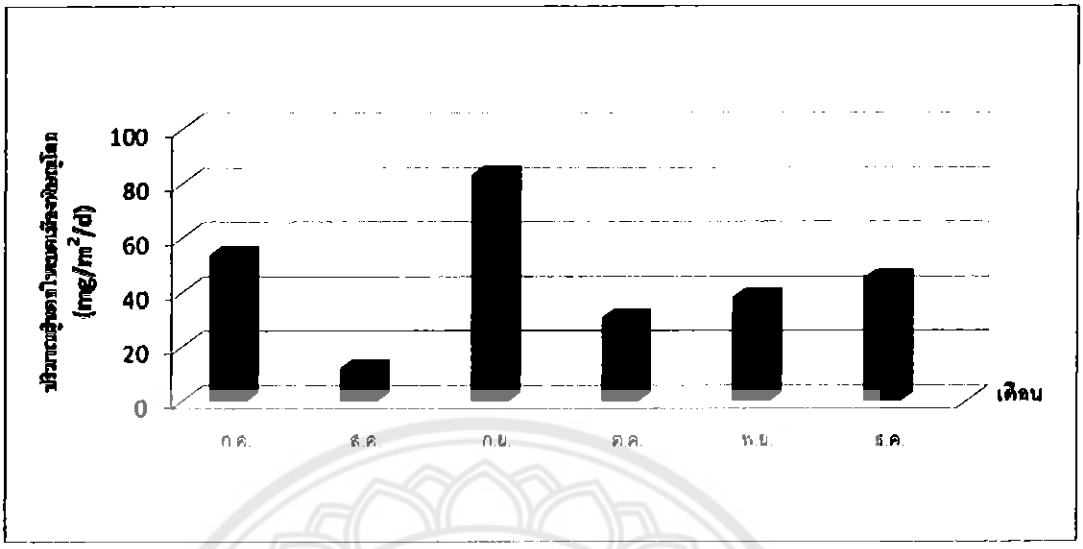
4.1.5 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยนเรศวร



ภาพ 4.6 แสดงปริมาณฝุ่นตกสะสมบริเวณโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยนเรศวร

จากภาพ 4.6 ปริมาณฝุ่นตกสะสมแนวราบเฉลี่ย14.01 ถึง 107.81 mg/m^2/day ซึ่งฝุ่นส่วนใหญ่เกิดจากการทำความสะอาดและกิจกรรมต่างๆภายในโรงเรียน และจากการสัญจรไปมาของนักเรียนและบุคลากร จะมีการสัญจรแออัดอย่างในช่วงตอนเช้าและช่วงตอนเย็น ทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของฝุ่นจากผิวถนน (Road Dust) เมื่อมียานพาหนะวิ่งผ่าน

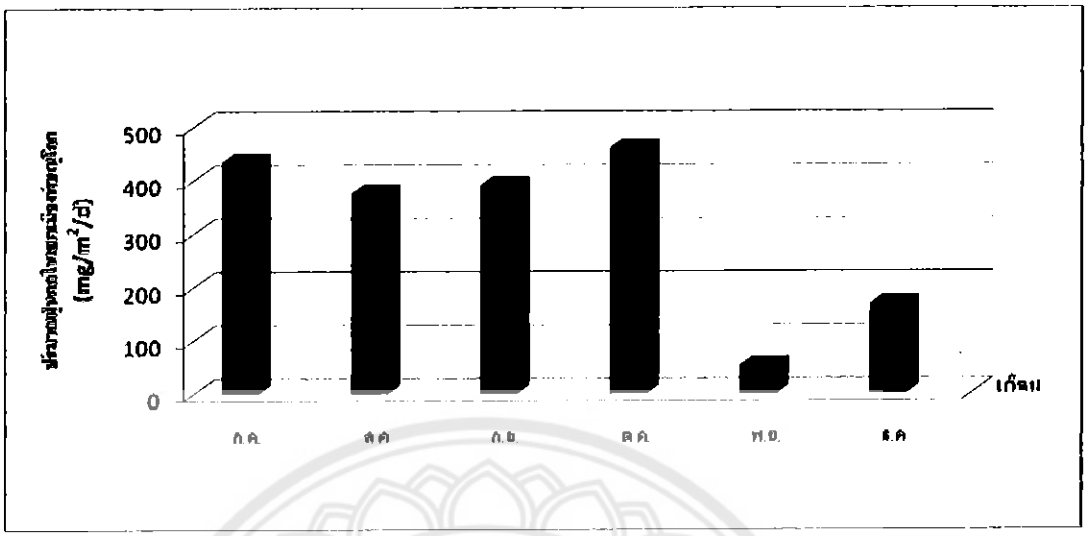
4.1.6 บริเวณซอยวัดเชื่อนขันธ์



ภาพ 4.7 แสดงปริมาณฝุ่นตกสะสมบริเวณซอยวัดเชื่อนขันธ์

จากภาพ 4.7 ปริมาณฝุ่นตกสะสมแนวราบเฉลี่ย 12.32 ถึง 83.42 mg/m^2/day ซึ่งฝุ่นส่วนใหญ่เกิดจากฝุ่นที่ผิวถนน (Road Dust) เมื่อคนในชุมชนที่สัญจรไปมาทำให้ฝุ่นบริเวณถนนฟุ้งปลิว ซึ่งในบริเวณจุดเก็บตัวอย่างนี้เป็นชุมชนน้อยไม่ค่อยมีการสัญจรมากนัก ปริมาณฝุ่นตกสะสมเฉลี่ยจึงมีปริมาณไม่มากนัก

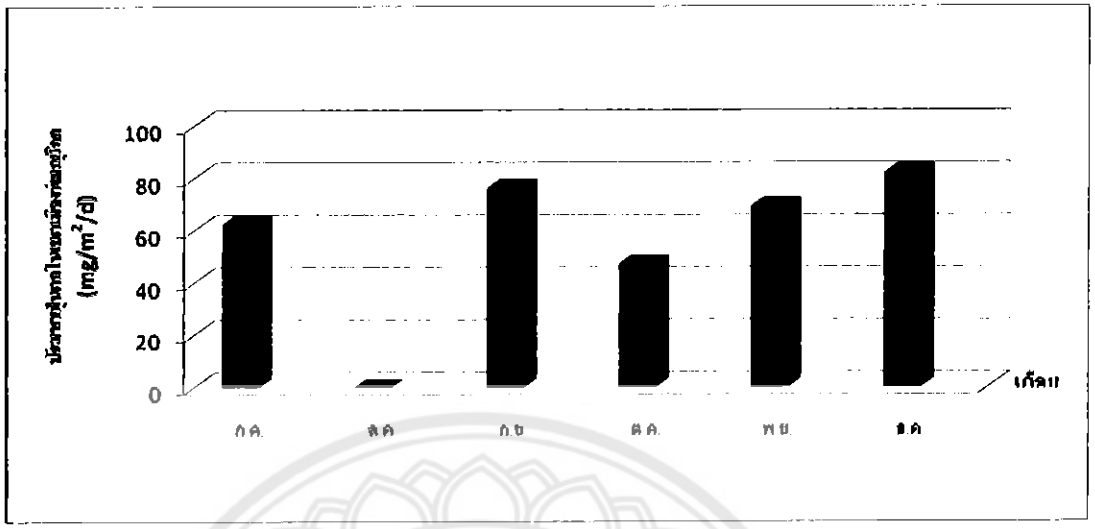
4.1.7 สนามกีฬากลาง



ภาพ 4.8 แสดงปริมาณฝุ่นตกสะสมบริเวณสนามกีฬากลาง

จากภาพ 4.8 ปริมาณฝุ่นตกสะสมแนวราบเฉลี่ย 53.93 ถึง 461.12 mg/m^2/day ซึ่งบริเวณนี้เป็นมีผู้ใช้รถจำนวนมากในระหว่างสัญจรไปมาและรับส่งบริเวณหน้าสนามกีฬากลางและโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา ฝุ่นส่วนใหญ่เกิดจากควันจากท่อไอเสียจากยานพาหนะทุกชนิดเป็นฝุ่นขนาดเล็กเมื่อลอยอยู่ในอากาศไปรวมตัวกับฝุ่นอื่นๆทำให้มีขนาดใหญ่ขึ้นจนทำให้ตกสู่พื้นและฝุ่นจากผิวถนน (Road Dust) เมื่อรถวิ่งผ่านทำให้ฝุ่นบริเวณนั้นฟุ้งปลิวและเกิดการกระจายตัว

4.1.8 บริเวณชุมชนประชาอุทิศ

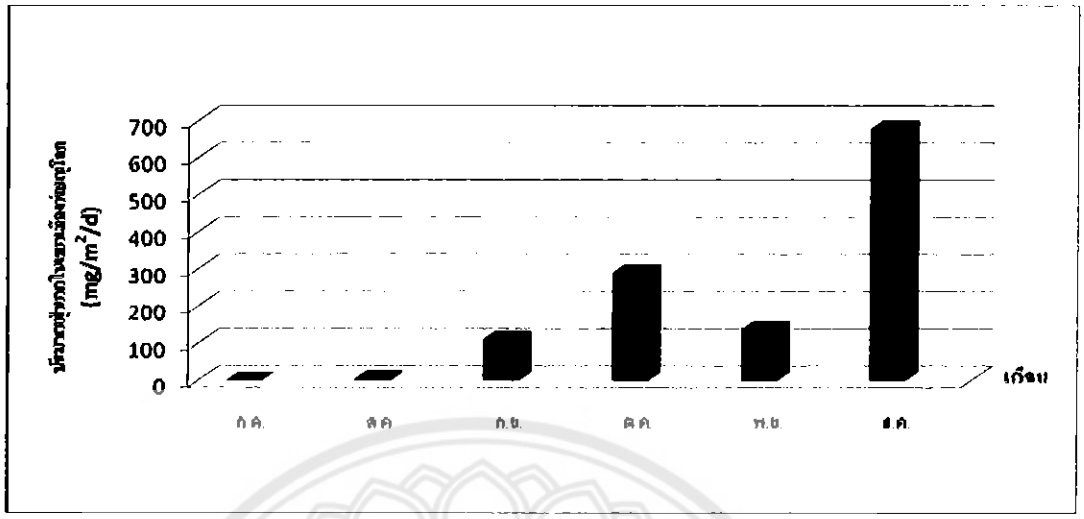


ภาพ 4.9 แสดงปริมาณฝุ่นตกสะสมบริเวณชุมชนประชาอุทิศ

จากภาพ 4.9 ปริมาณฝุ่นตกสะสมแนวราบเฉลี่ย 47.32 ถึง 82.03 mg/m^2/day **ซึ่งฝุ่นส่วนใหญ่เกิด**จากฝุ่นที่เกิดจากผิวถนน (Road Dust) และเมื่อรถวิ่งผ่านทำให้ฝุ่นบริเวณ**ถนนฟุ้งปลิว และรวมตัว**กับฝุ่นจากท่อไอเสียยานพาหนะจะให้มีขนาดใหญ่ขึ้นและตกลงมาตามแรง**โน้มถ่วงของโลก**

หมายเหตุ เดือนสิงหาคมไม่มีผลการทดลองเนื่องจากอุปกรณ์ในการระเหยแตก

4.1.9 ศาลากลางจังหวัดพิษณุโลก

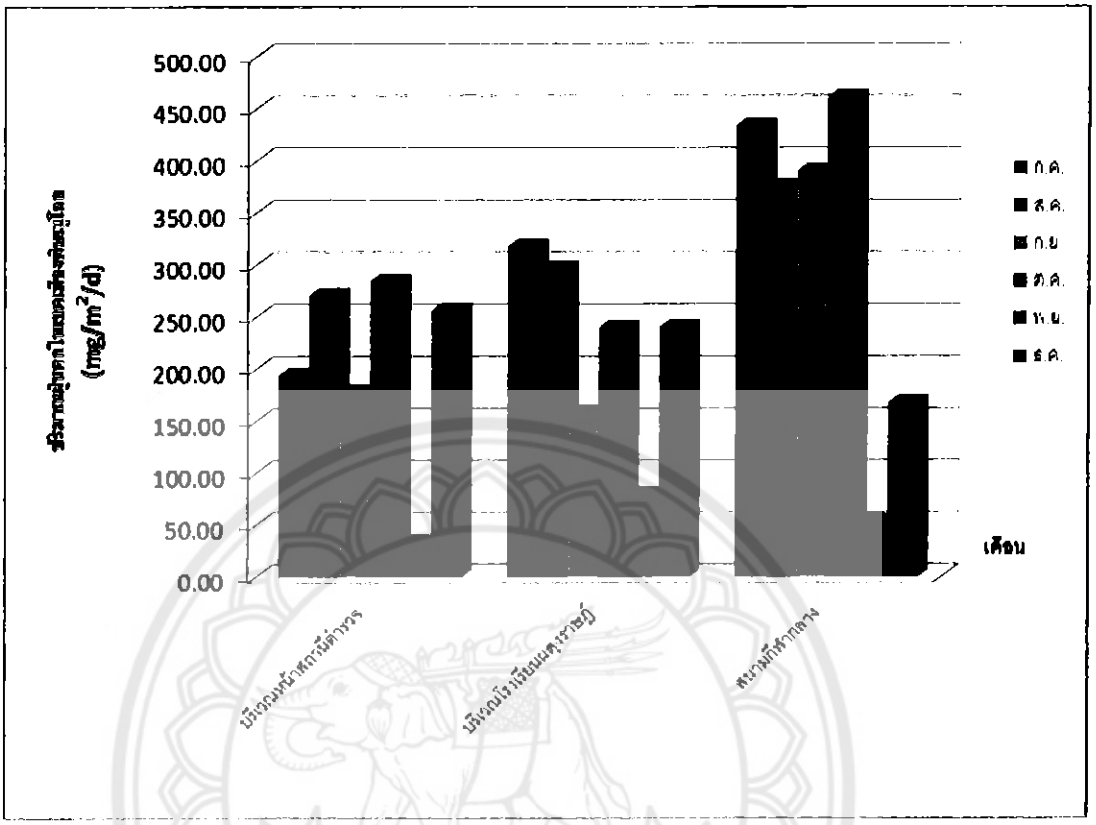


ภาพ 4.10 แสดงปริมาณฝุ่นตกสะสมบริเวณศาลากลางจังหวัดพิษณุโลก

จากภาพ 4.10 ปริมาณฝุ่นตกสะสมแนวราบเฉลี่ย 5.24 ถึง 679.18 mg/m^2/day ซึ่งฝุ่นส่วนใหญ่เกิดการฟุ้งกระจายของฝุ่นจากการทำความสะอาดและยานพาหนะเข้าออกบริเวณนั้น และในเดือนธันวาคมมีฝุ่นตกสะสมมากสุด เนื่องจากมีจัดเตรียมงานประจำปีบริเวณจุดเก็บตัวอย่างจึงมีการทำกิจกรรมต่างๆบริเวณจุดเก็บมากขึ้นจึงทำให้มีการฟุ้งกระจายของฝุ่นมากขึ้นตาม

หมายเหตุ เดือนกรกฎาคมไม่มีผลการทดลองเนื่องจากไม่มีการเก็บตัวอย่าง

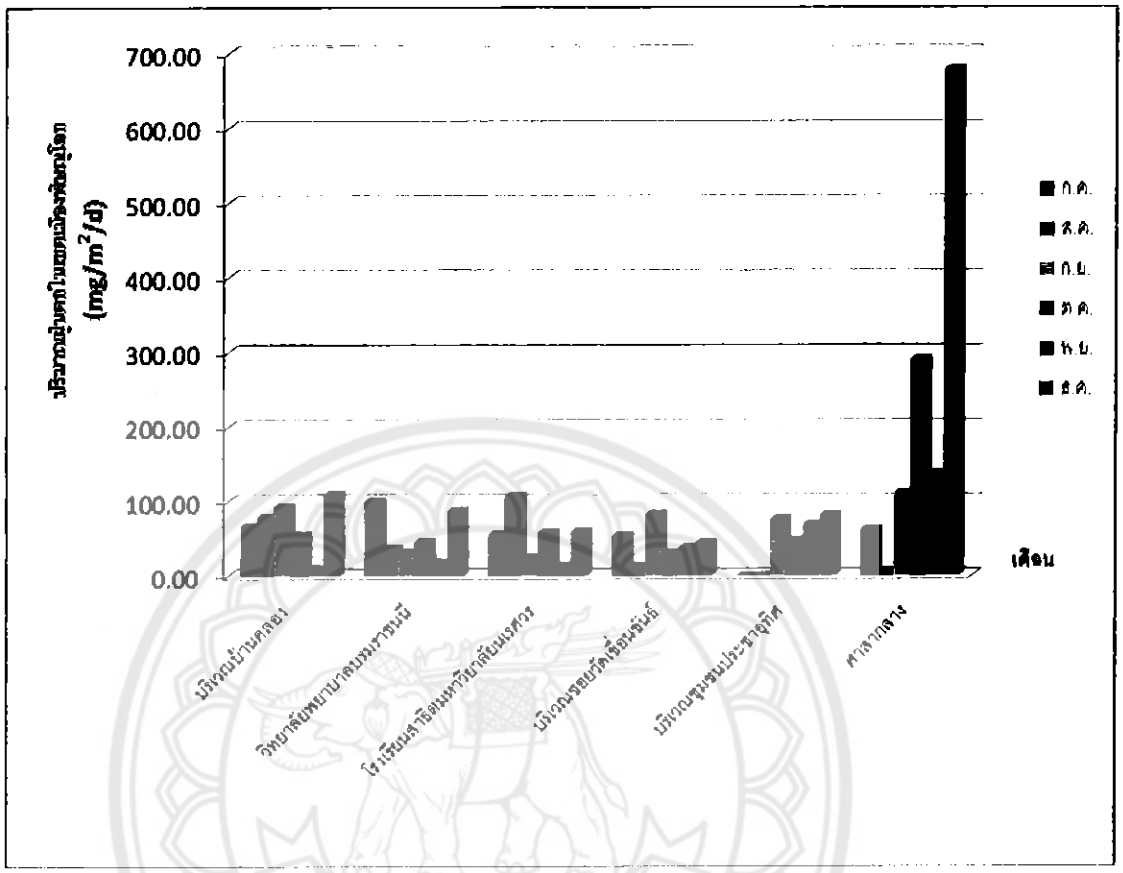
4.1.10 บริเวณที่ติดถนนสายหลัก (รัศมี 20 เมตร)



ภาพ 4.11 แสดงปริมาณฝุ่นตกบริเวณที่ติดถนนสายหลัก (รัศมี 20 เมตร)

จากภาพ 4.11 ปริมาณฝุ่นตกสะสมแนวราบเฉลี่ย 203.41 ถึง 313.97 mg/m^2/day ซึ่งบริเวณนี้เป็นมีผู้ใช้รถจำนวนมากในระหว่างสัญจรไปมา ฝุ่นส่วนใหญ่เกิดจากควันจากท่อไอเสียจากยานพาหนะทุกชนิดเป็นฝุ่นขนาดเล็กเมื่อลอยอยู่ในอากาศไปรวมตัวกับฝุ่นอื่นๆทำให้มีขนาดใหญ่ขึ้นจนทำให้ตกสู่พื้นและฝุ่นจากผิวถนน (Road Dust) เมื่อรถวิ่งผ่านทำให้ฝุ่นบริเวณนั้นฟุ้งปลิวและเกิดการกระจายตัว

4.1.11 บริเวณที่ไม่ติดถนนสายหลัก

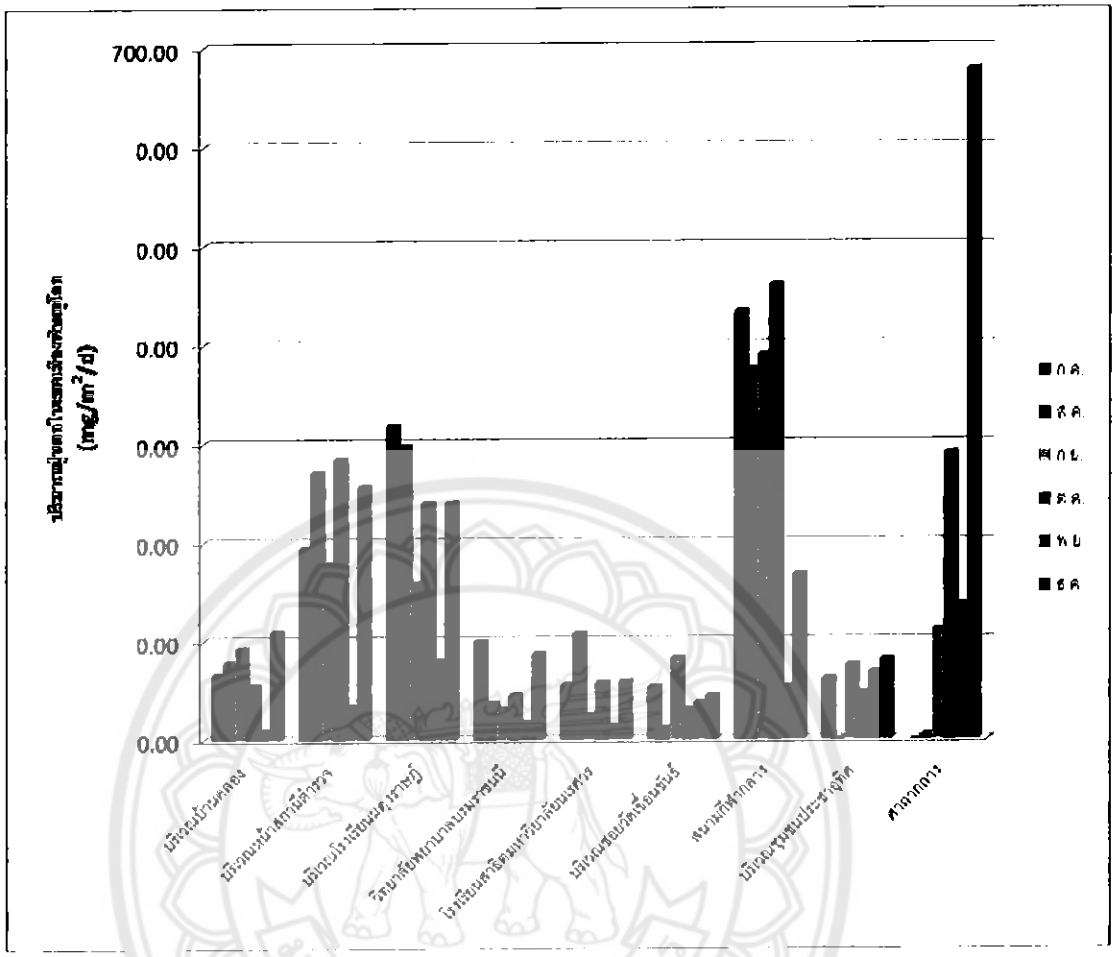


ภาพ 4.12 แสดงปริมาณฝุ่นตกบริเวณที่ไม่ติดถนนสายหลัก

จากภาพ 4.12 ปริมาณฝุ่นตกสะสมแนวราบเฉลี่ย 44.04 ถึง 245.012 mg/m^2/day ซึ่งฝุ่นส่วนใหญ่เกิดจากกิจกรรมของคนในชุมชน อาทิเช่น การทำความสะอาดพื้น การเผาขยะหรือเศษหญ้า และการสัญจรไปมาของคนในชุมชน ฝุ่นที่ผิวถนน (Road Dust) เมื่อคนในชุมชนที่สัญจรไปมาทำให้ฝุ่นบริเวณถนนฟุ้งปลิว ซึ่งในบริเวณจุดเก็บตัวอย่างนี้เป็นชุมชนน้อยไม่ค่อยมีการสัญจรมากนัก ปริมาณฝุ่นตกสะสมเฉลี่ยจึงมีปริมาณไม่มากนัก

<u>หมายเหตุ</u> บริเวณศาลากลางมีปริมาณฝุ่นตกมาก เนื่องจากในเดือนธันวาคมมีการจัดงานประจำปี

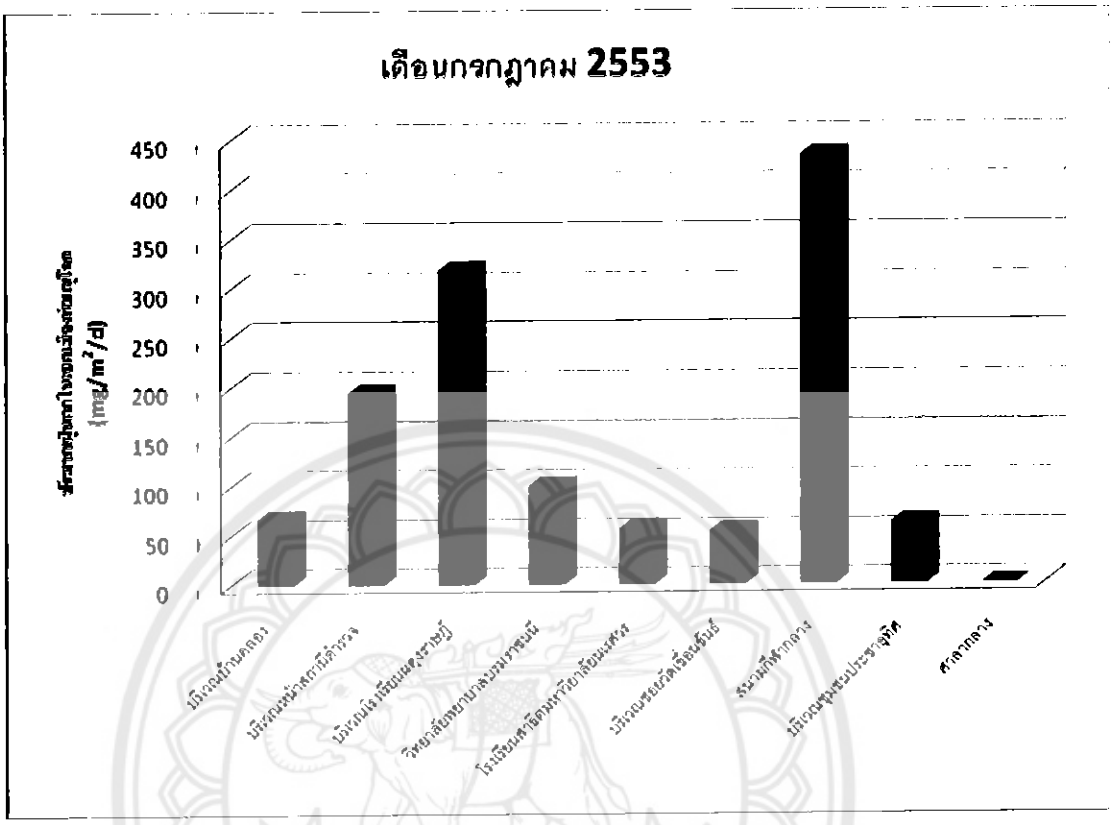
4.1.12 ปริมาณฝุ่นตกสะสมใน 6 เดือน (กรกฎาคม – ธันวาคม 2553)



ภาพ 4.13 ปริมาณฝุ่นตกสะสมใน 6 เดือน

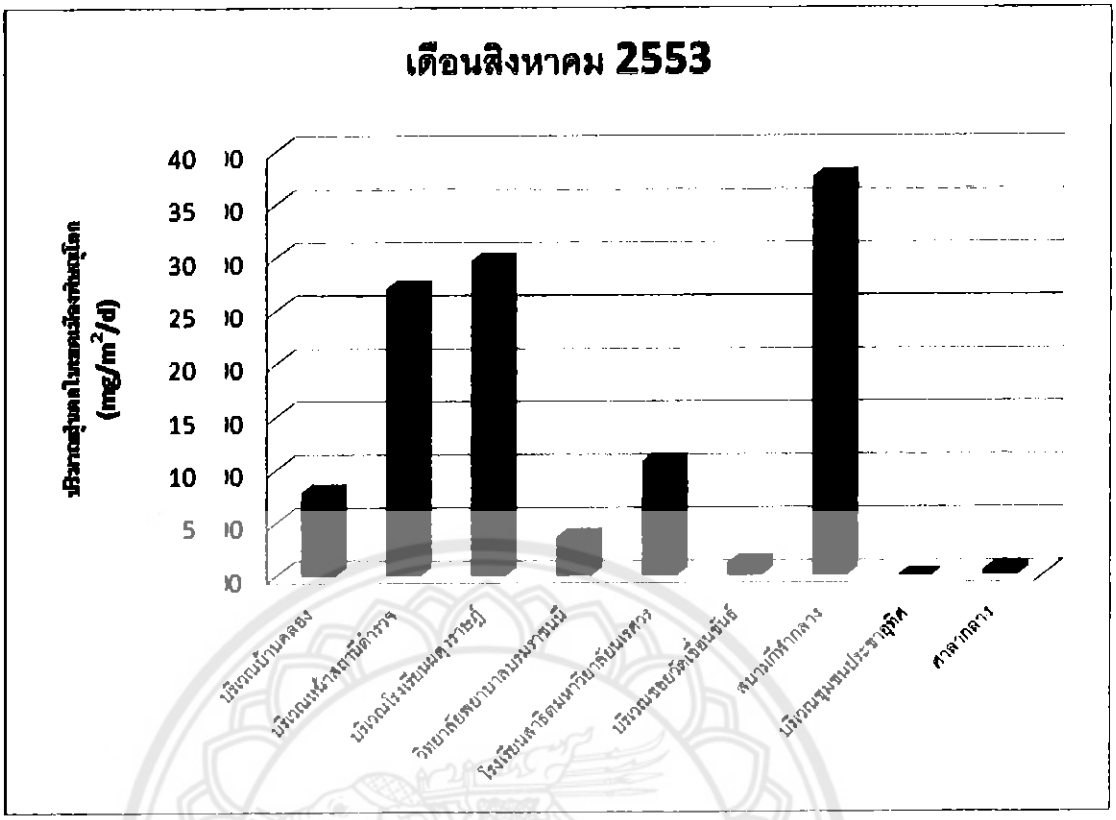
จากภาพ 4.13 แสดงปริมาณฝุ่นตกสะสมภายนอกอาคารเขตเมืองพิษณุโลกระยะเวลา 6 เดือน พบว่าในเดือนธันวาคม บริเวณที่มีฝุ่นตกสะสมมากที่สุดคือ บริเวณศาลากลางจังหวัดพิษณุโลก ซึ่งมีปริมาณ 679.18 mg/m^2/day เนื่องจากมีจัดเตรียมงานประจำปีบริเวณจุดเก็บตัวอย่าง จึงมีการทำกิจกรรมต่างๆบริเวณจุดเก็บมากขึ้นจึงทำให้มีการฟุ้งกระจายของฝุ่นมากขึ้นตาม อีกทั้งยังมีการใช้ยานพาหนะอย่างแออัดทำให้ฝุ่นจากท่อไอเสียรถทุกชนิด เป็นฝุ่นขนาดเล็กเมื่อลอยตัวอยู่ในอากาศไปรวมตัวกับฝุ่นที่เกิดจากผิวถนน (Road Dust) และเมื่อยานพาหนะวิ่งผ่านทำให้ฝุ่นบริเวณถนนฟุ้งปลิว กระจายตังจากลมและไปตกในระยะไกล เมื่อมีขนาดใหญ่ขึ้นก็จะตกสู่พื้นตามแรงโน้มถ่วงของโลก

4.2 ปริมาณฝุ่นตกเขตเมืองพิษณุโลกแต่ละเดือน



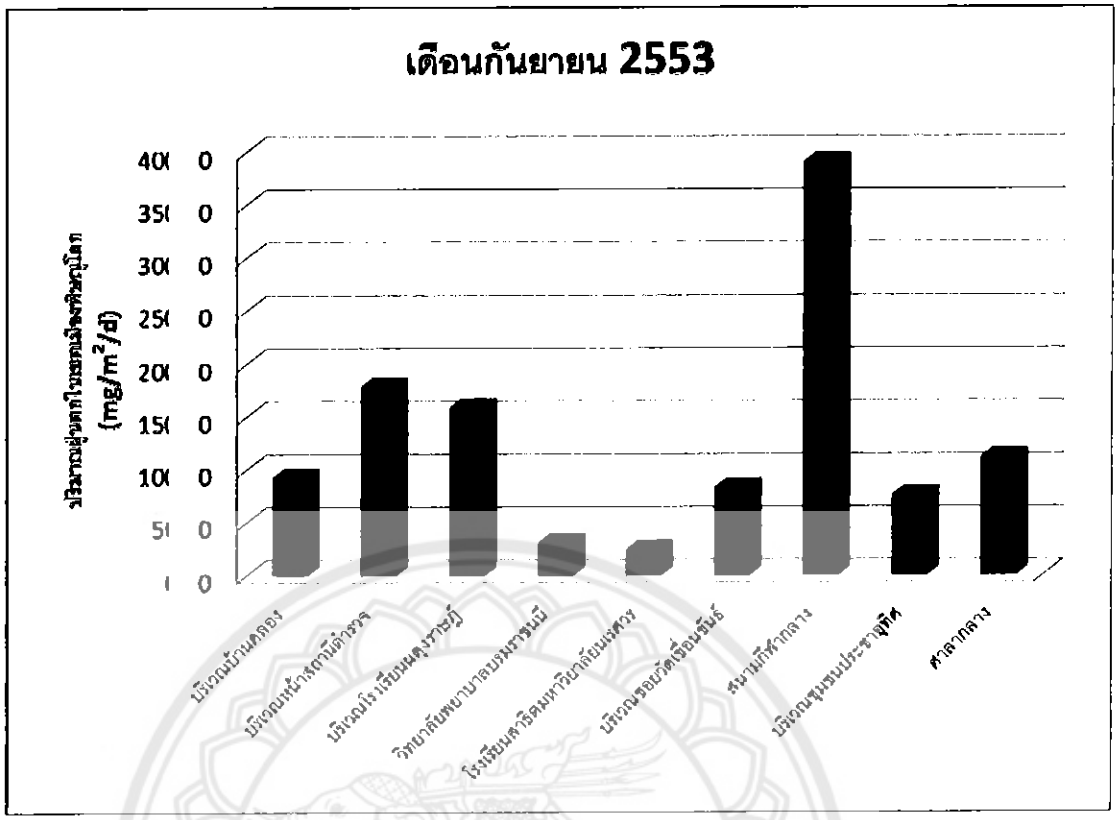
ภาพ 4.14 แสดงปริมาณฝุ่นตกสะสมเขตเมืองพิษณุโลก

จากภาพ 4.14 บริเวณสนามกีฬากลางมีปริมาณฝุ่นตกมากที่สุด เพราะ จุดเก็บตัวอย่างตั้งอยู่ติดถนนสายหลัก อีกทั้งยังอยู่ใกล้สถานศึกษา ทำให้บริเวณนั้นมีการจราจรอย่างหนาแน่น ฝุ่นที่เกิดส่วนใหญ่มาจากท่อไอเสียและฝุ่นที่เกิดจากผิวถนน (Road Dust) ปลิวในขณะที่รถยนต์สัญจรไปมา ประกอบกับพื้นที่ผิว ณ จุดเก็บตัวอย่างเป็นคอนกรีต ทำให้ฝุ่นที่เกิดขึ้นสามารถฟุ้งกระจายได้ดีและบริเวณนั้นไม่มีอาคารสูงหรือต้นไม้เป็นแนวกันฝุ่น



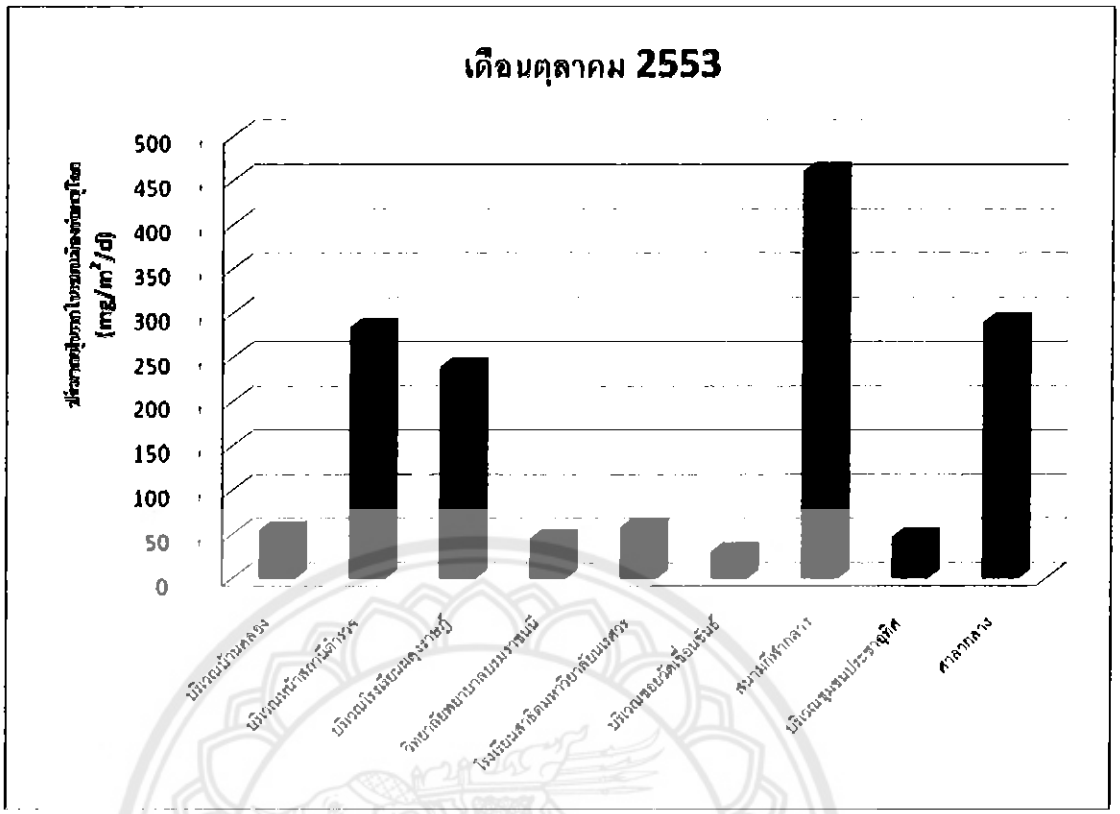
ภาพ 4.15 แสดงปริมาณฝุ่นตกสะสมเขตเมืองพิษณุโลก

จากภาพ 4.15 บริเวณสนามกีฬากลางมีปริมาณฝุ่นตกมากที่สุด เพราะ จุดเก็บตัวอย่างตั้งอยู่ติดถนนสายหลัก และอยู่ใกล้สถานศึกษา ทำให้บริเวณนั้นมีการจราจรอย่างหนาแน่น ฝุ่นที่เกิดส่วนใหญ่มาจากท่อไอเสียและฝุ่นที่เกิดจากผิวถนน (Road Dust) ปลิวในขณะที่รถยนต์สัญจรไปมา ประกอบกับพื้นที่ผิว ณ จุดเก็บตัวอย่างเป็นคอนกรีต ทำให้ฝุ่นที่เกิดขึ้นสามารถฟุ้งกระจายได้ดีและบริเวณนั้นไม่มีอาการสูงหรือต้นไม้เป็นแนวกันฝุ่น



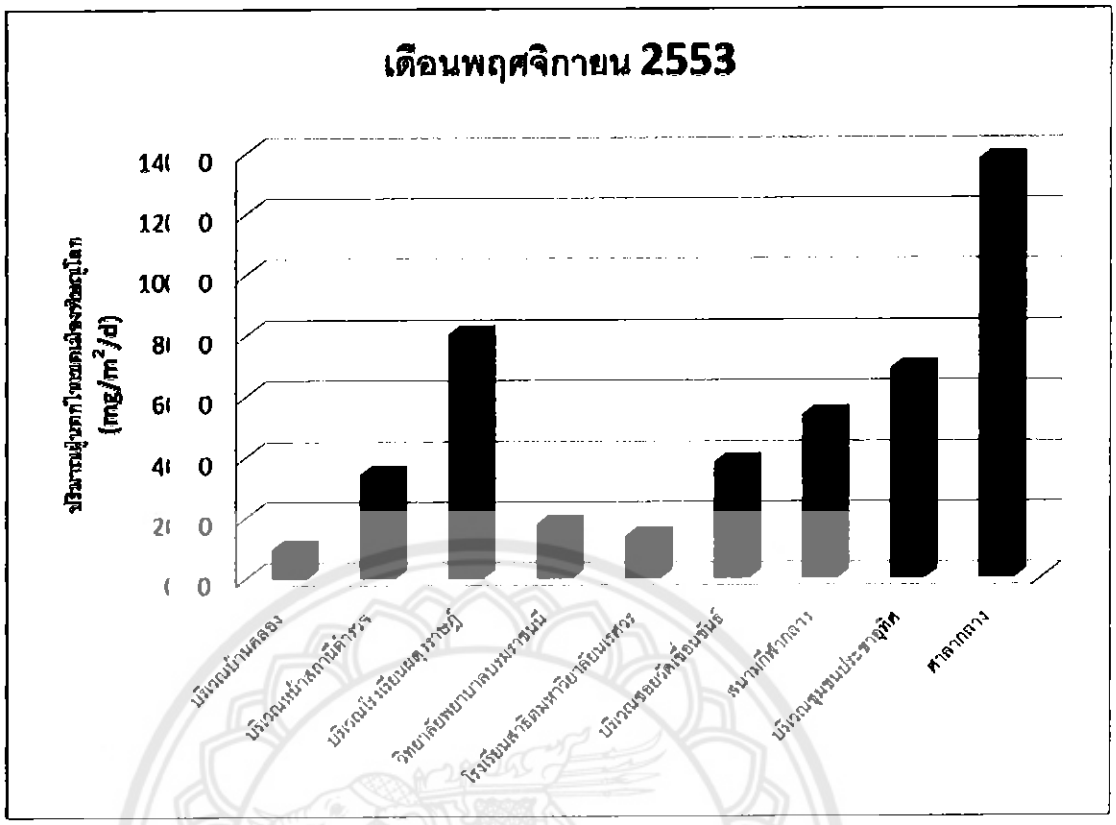
ภาพ 4.16 แสดงปริมาณฝุ่นตกสะสมเขตเมืองพิษณุโลก

จากภาพ 4.16 บริเวณสนามกีฬากลางมีปริมาณฝุ่นตกมากที่สุด เพราะ จุดเก็บตัวอย่างตั้งอยู่ติดถนนสายหลัก อีกทั้งยังอยู่ใกล้สถานศึกษา ทำให้บริเวณนั้นมีการจราจรอย่างหนาแน่น ฝุ่นที่เกิดส่วนใหญ่มาจากท่อไอเสียและฝุ่นที่เกิดจากผิวถนน (Road Dust) ปลิวในขณะที่รถยนต์วิ่งไปมา ประกอบกับพื้นที่ผิว ณ จุดเก็บตัวอย่างเป็นคอนกรีต ทำให้ฝุ่นที่เกิดขึ้นสามารถฟุ้งกระจายได้ดีและบริเวณนั้นไม่มีอาคารสูงหรือต้นไม้เป็นแนวกันฝุ่น



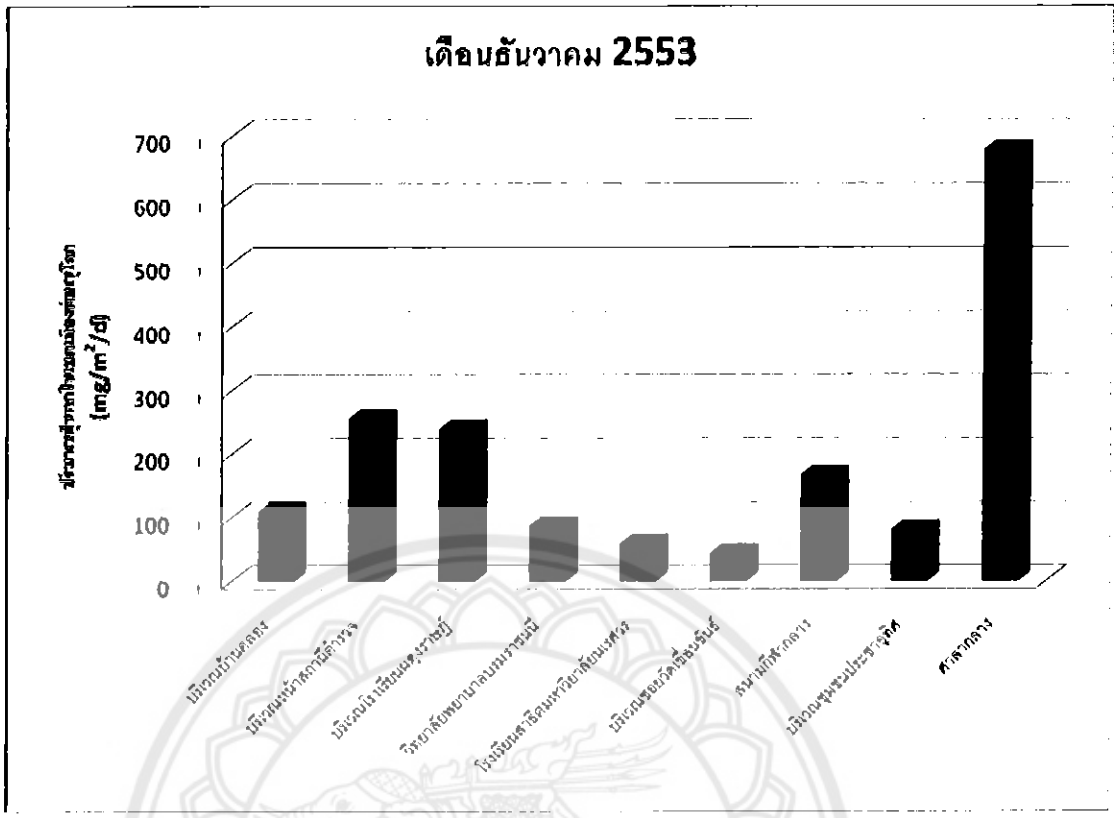
ภาพ 4.17 แสดงปริมาณฝุ่นตกสะสมเขตเมืองพิษณุโลก

จากภาพ 4.17 บริเวณสนามกีฬากลางมีปริมาณฝุ่นตกมากที่สุด เพราะ **จุดเก็บตัวอย่างตั้งอยู่ติดถนนสายหลัก อีกทั้งยังอยู่ใกล้สถานศึกษา ทำให้บริเวณนั้นมีการจราจรอย่างหนาแน่นฝุ่นส่วนใหญ่เกิดจากท่อไอเสียและฝุ่นที่เกิดจากผิวถนน (Road Dust) ปลิวในขณะที่รถยนต์วิ่งไปมา ประกอบกับสภาพอากาศค่อนข้างแห้งในช่วงฤดูหนาว ฝุ่นจะมีปริมาณมากที่สุดเมื่ออากาศร้อนและแห้ง (ในช่วงบ่าย) และพื้นที่ผิว ณ จุดเก็บตัวอย่างเป็นคอนกรีต ทำให้ฝุ่นที่เกิดขึ้นสามารถฟุ้งกระจายได้ดีและบริเวณนั้นไม่มีอาคารสูงหรือต้นไม้เป็นแนวกันฝุ่น**



ภาพ 4.18 แสดงปริมาณฝุ่นตกสะสมเขตเมืองพิษณุโลก

จากภาพ 4.18 บริเวณศาลากลางมีปริมาณฝุ่นตกมากที่สุด เพราะ จุดเก็บตัวอย่างอยู่ใกล้ลานจอดรถ และมีการทำความสะอาดพื้นใกล้ๆจุดเก็บตัวอย่าง อีกทั้งมีประชาชนเข้ามาติดต่อราชการจำนวนมาก ประกอบกับพื้นที่ผิว ณ จุดเก็บตัวอย่างเป็นคอนกรีต ทำให้ฝุ่นที่เกิดขึ้นสามารถฟุ้งกระจายได้ดี และสภาพอากาศค่อนข้างแห้งในช่วงฤดูหนาว ฝุ่นจะมีปริมาณมากที่สุดเมื่ออากาศร้อนและแห้ง (ในช่วงบ่าย)



ภาพ 4.19 แสดงปริมาณฝุ่นตกสะสมเขตเมืองพิษณุโลก

จากภาพ 4.19 บริเวณศาลากลางมีปริมาณฝุ่นตกมากที่สุด เพราะ จุดเก็บตัวอย่างอยู่ใกล้ลานจอดรถ อีกทั้งมีการจัดเตรียมงานประจำปีของจังหวัดพิษณุโลก (งานกาชาด) ทำให้มีการสัญจรไปมาของประชาชนอย่างหนาแน่น และมีการจราจรที่ติดขัด ทำให้ฝุ่นที่เกิดจากผิวถนน (Road Dust) ปลิวในขณะที่รถยนต์สัญจรไปมาและการสัญจรของประชาชนที่มาเที่ยวงานจำนวนมาก ประกอบกับพื้นที่ผิว ณ จุดเก็บตัวอย่างเป็นคอนกรีต ทำให้ฝุ่นที่เกิดขึ้นสามารถฟุ้งกระจายได้ดี และสภาพอากาศค่อนข้างแห้งในช่วงฤดูหนาว ฝุ่นจะมีปริมาณมากที่สุดเมื่ออากาศร้อนและแห้ง (ในช่วงบ่าย)

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุป

จากการศึกษาปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตกในเขตเมืองพิษณุโลก ทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 9 จุด โดยเริ่มทำการเก็บตัวอย่าง ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2553 – ธันวาคม 2553 เป็นระยะเวลา 6 เดือน โดยวิธี Dust Fall Jar เก็บตัวอย่างความเข้มข้นฝุ่นตกทุก 30 วัน

ฝุ่นส่วนใหญ่ในเขตเมืองพิษณุโลกเกิดจากการฟุ้งกระจายของฝุ่นที่เกิดจากผิวถนน (Road Dust) และการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ของยานพาหนะ

ปริมาณฝุ่นตกบริเวณที่ติดถนนสายหลักบริเวณนี้เป็นมีผู้ใช้รถจำนวนมากในระหว่างสัญจรไปมา ฝุ่นส่วนใหญ่เกิดจากควันจากท่อไอเสียจากยานพาหนะทุกชนิดเป็นฝุ่นขนาดเล็กเมื่อลอยอยู่ในอากาศไปรวมตัวกับฝุ่นอื่นๆทำให้มีขนาดใหญ่ขึ้นจนทำให้ตกสู่พื้นและฝุ่นจากผิวถนน (Road Dust) เมื่อรถวิ่งผ่านทำให้ฝุ่นบริเวณนั้นฟุ้งปลิวและเกิดการกระจายตัว

ปริมาณฝุ่นตกบริเวณที่ไม่ติดถนนสายหลักฝุ่นส่วนใหญ่เกิดจากกิจกรรมของคนในชุมชน อาทิ เช่น การทำความสะอาดพื้น การเผาขยะหรือเศษหญ้า และการสัญจรไปมาของคนในชุมชน ฝุ่นที่ผิวถนน (Road Dust) เมื่อคนในชุมชนที่สัญจรไปมาทำให้ฝุ่นบริเวณถนนฟุ้งปลิว ซึ่งในบริเวณจุดเก็บตัวอย่างนี้เป็นชุมชนน้อยไม่ค่อยมีการสัญจรมากนัก ปริมาณฝุ่นตกสะสมเฉลี่ยจึงมีปริมาณไม่มากนัก

พบว่าปริมาณฝุ่นมากที่สุดคือในเดือนธันวาคม 2553 บริเวณศาลากลางจังหวัดพิษณุโลก ซึ่งมีปริมาณถึง 679.18 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ซึ่งฝุ่นส่วนใหญ่เกิดจากการทำความสะอาดทำให้ฝุ่นมีการฟุ้งกระจาย และเกิดจากยานพาหนะ โดยในเดือนธันวาคมมียานพาหนะเข้าออกบริเวณนั้นเป็นจำนวนมาก เนื่องจากมีการจัดเตรียมงานประจำปี โดยการใช้รถ ใช้ถนนทำให้เกิดฝุ่นที่ผิวถนน (Road Dust) จึงทำให้มีการฟุ้งกระจายของฝุ่นมากขึ้น ประกอบกับสภาพอากาศค่อนข้างแห้งในช่วงปลายฤดูหนาว ฝุ่นจะมีปริมาณมากที่สุดเมื่ออากาศร้อนและแห้ง(ในช่วงบ่าย)

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรจัดตั้งนโยบายป้องกันและควบคุมปริมาณฝุ่นที่แหล่งกำเนิดมาจากฝุ่นปลิวบนผิวถนน
2. ปรับปรุงคุณภาพน้ำมันเชื้อเพลิง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเผาไหม้ของยานพาหนะ
3. ป้องกันการฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองจากรถบรรทุกด้วยการคลุมผ้าใบให้มิดชิด
4. การก่อสร้าง รื้อถอนอาคารควรใช้ผ้าใบคลุมให้มิดชิด เพื่อป้องกันกานฟุ้งกระจายของฝุ่น และรถที่เข้าออกจากบริเวณการก่อสร้างควรมีการล้างล้อรถ
5. การก่อสร้างถนนควรมีพรมน้ำให้เปียกตลอดเวลาเพื่อป้องกันการฟุ้งกระจายของฝุ่น
6. ปลูกต้นไม้กันแนวฝุ่น

เอกการอ้างอิง

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

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

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

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

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 ğ, Turkey

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ข้อมูลการทดลอง

ข้อมูลฝุ่นตกสะสมเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2553

ตารางแนวราบ ครั้งที่ 1 เดือนกรกฎาคม 2553						
สถานที่	ตั้งวันที่	เก็บวันที่	น.น.ก่อนระเหย (g)	น.น.หลังระเหย (g)	น.น.ฝุ่น (g)	ปริมาณการตกสะสมของฝุ่นในอากาศ(mg/m^2/day)
บริเวณบ้านทดลอง	1/7/2553	31/7/2553	158.7217	158.7846	0.0629	66.74
บริเวณหน้าสถานีตำรวจ	1/7/2553	31/7/2553	226.1267	226.3101	0.1834	194.59
บริเวณโรงเรียนผดุงราษฎร์	1/7/2553	31/7/2553	231.1700	231.4701	0.3001	318.42
วิทยาลัยพยาบาลบรมราชนนี	8/7/2553	31/7/2553	169.8155	169.8878	0.0723	100.06
โรงเรียนสาธิตมหาวิยาลัยนเรศวร	8/7/2553	31/7/2553	227.5435	227.5840	0.0405	56.05
บริเวณซอยวัดเขื่อนขันธ์	1/7/2553	31/7/2553	225.7295	225.7804	0.0509	54.01
สนามกีฬากลาง	1/7/2553	31/7/2553	225.1559	225.5650	0.4091	434.07
บริเวณชุมชนประชาอุทิศ	1/7/2553	31/7/2553	163.8884	163.9472	0.0588	62.39
ศาลากลาง			-	-	-	-

ข้อมูลฝุ่นตกสะสมเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553

ตารางแนวราบ ครั้งที่ 2 เดือนสิงหาคม 2553						
สถานที่	ตั้งวันที่	เก็บวันที่	น.น.ก่อนระเหย (g)	น.น.หลังระเหย (g)	น.น.ฝุ่น (g)	ปริมาณการตกสะสมของฝุ่นในอากาศ(mg/m^2/day)
บริเวณบ้านทดลอง	31/7/2553	31/8/2553	163.0900	163.1670	0.0770	79.06
บริเวณหน้าสถานีตำรวจ	31/7/2553	31/8/2553	232.4470	232.7110	0.2640	271.08
บริเวณโรงเรียนผดุงราษฎร์	31/7/2553	31/8/2553	237.6260	237.9150	0.2890	296.75
วิทยาลัยพยาบาลบรมราชนนี	31/7/2553	31/8/2553	174.4950	174.5310	0.0360	36.97
โรงเรียนสาธิตมหาวิยาลัยนเรศวร	31/7/2553	31/8/2553	233.9070	234.0120	0.1050	107.81
บริเวณซอยวัดเขื่อนขันธ์	31/7/2553	31/8/2553	232.0280	232.0400	0.0120	12.32
สนามกีฬากลาง	31/7/2553	31/8/2553	231.4350	231.8010	0.3660	375.81
บริเวณชุมชนประชาอุทิศ	31/7/2553	31/8/2553	163.8884	-	-	-
ศาลากลาง	31/7/2553	31/8/2553	230.3105	230.3156	0.0051	5.24

ข้อมูลฝุ่นตกสะสมเดือนกันยายน พ.ศ. 2553

ตารางแนวราบ ครั้งที่ 3 เดือนกันยายน 2553						
สถานที่	ตั้งวันที่	เก็บวันที่	น.น.ก่อนระเหย (g)	น.น.หลังระเหย (g)	น.น.ฝุ่น (g)	ปริมาณการตกสะสมของฝุ่นในอากาศ(mg/m^2/day)
บริเวณบ้านคลอง	31/8/2553	29/9/2553	163.0900	163.1750	0.0850	93.30
บริเวณหน้าสถานีตำรวจ	31/8/2553	29/9/2553	232.4470	232.6100	0.1630	178.91
บริเวณโรงเรียนผดุงราษฎ์	31/8/2553	29/9/2553	237.6260	237.7710	0.1450	159.15
วิทยาลัยพยาบาลบรมราชนนี	31/8/2553	29/9/2553	174.4950	174.5240	0.0290	31.83
โรงเรียนสาธิตมหาวิยาลัยนเรศวร	31/8/2553	29/9/2553	233.9070	233.9300	0.0230	25.25
บริเวณซอยวัดเขื่อนขันธ์	31/8/2553	29/9/2553	232.0280	232.1040	0.0760	83.42
สนามกีฬากลาง	31/8/2553	29/9/2553	231.4350	231.7910	0.3560	390.75
บริเวณชุมชนประชาอุทิศ	31/8/2553	29/9/2553	163.8884	163.9580	0.0696	76.39
ศาลากลาง	31/8/2553	29/9/2553	230.3105	230.4126	0.1021	112.07

ข้อมูลฝุ่นตกสะสมเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

ตารางแนวราบ ครั้งที่ 4 เดือนตุลาคม 2553						
สถานที่	ตั้งวันที่	เก็บวันที่	น.น.ก่อนระเหย (g)	น.น.หลังระเหย (g)	น.น.ฝุ่น (g)	ปริมาณการตกสะสมของฝุ่นในอากาศ(mg/m^2/day)
บริเวณบ้านคลอง	29/9/2553	29/10/2553	174.4549	174.5065	0.0516	54.75
บริเวณหน้าสถานีตำรวจ	29/9/2553	29/10/2553	176.3176	176.5857	0.2681	284.46
บริเวณโรงเรียนผดุงราษฎ์	29/9/2553	29/10/2553	176.0787	176.3050	0.2263	240.11
วิทยาลัยพยาบาลบรมราชนนี	29/9/2553	29/10/2553	173.8808	173.9237	0.0429	45.52
โรงเรียนสาธิตมหาวิยาลัยนเรศวร	29/9/2553	29/10/2553	172.8667	172.9215	0.0548	58.14
บริเวณซอยวัดเขื่อนขันธ์	29/9/2553	29/10/2553	165.3930	165.4221	0.0291	30.88
สนามกีฬากลาง	29/9/2553	29/10/2553	175.4154	175.8500	0.4346	461.12
บริเวณชุมชนประชาอุทิศ	29/9/2553	29/10/2553	171.5607	171.6053	0.0446	47.32
ศาลากลาง	29/9/2553	29/10/2553	173.4465	173.7203	0.2738	290.51

ข้อมูลฝุ่นตกสะสมเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2553

ตารางแนวราบ ครั้งที่ 5 เดือนพฤศจิกายน 2553						
สถานที่	ตั้งวันที่	เก็บวันที่	น.น.ก่อนระเหย (g)	น.น.หลังระเหย (g)	น.น.ฝุ่น (g)	ปริมาณการตกสะสมของฝุ่นในอากาศ(mg/m^2/day)
บริเวณบ้านคลอง	29/10/2553	3/12/2553	174.4549	174.4657	0.0108	9.82
บริเวณหน้าสถานีตำรวจ	29/10/2553	3/12/2553	176.3176	176.3554	0.0378	34.38
บริเวณโรงเรียนผดุงราษฎร์	29/10/2553	3/12/2553	176.0787	176.1672	0.0885	80.49
วิทยาลัยพยาบาลบรมราชนนี	29/10/2553	3/12/2553	173.8808	173.9006	0.0198	18.01
โรงเรียนสาธิตมหาวิยาลัยนเรศวร	29/10/2553	3/12/2553	172.8667	172.8821	0.0154	14.01
บริเวณซอยวัดเขื่อนขันธ์	29/10/2553	3/12/2553	165.3930	165.4351	0.0421	38.29
สนามกีฬากลาง	29/10/2553	3/12/2553	175.4154	175.4747	0.0593	53.93
บริเวณชุมชนประชาอุทิศ	29/10/2553	3/12/2553	171.5607	171.6369	0.0762	69.30
ศาลากลาง	29/10/2553	3/12/2553	173.4465	173.5983	0.1518	138.06

ข้อมูลฝุ่นตกสะสมเดือนธันวาคม พ.ศ. 2553

ตารางแนวราบ ครั้งที่ 6 เดือนธันวาคม 2553						
สถานที่	ตั้งวันที่	เก็บวันที่	น.น.ก่อนระเหย (g)	น.น.หลังระเหย (g)	น.น.ฝุ่น (g)	ปริมาณการตกสะสมของฝุ่นในอากาศ(mg/m^2/day)
บริเวณบ้านคลอง	3/12/2553	7/1/2554	174.4549	174.5756	0.1207	109.77
บริเวณหน้าสถานีตำรวจ	3/12/2553	7/1/2554	176.3176	176.6002	0.2826	257.01
บริเวณโรงเรียนผดุงราษฎร์	3/12/2553	7/1/2554	176.0787	176.3435	0.2648	240.82
วิทยาลัยพยาบาลบรมราชนนี	3/12/2553	7/1/2554	173.8808	173.9774	0.0966	87.85
โรงเรียนสาธิตมหาวิยาลัยนเรศวร	3/12/2553	7/1/2554	172.8667	172.9328	0.0661	60.12
บริเวณซอยวัดเขื่อนขันธ์	3/12/2553	7/1/2554	165.3930	165.4428	0.0498	45.29
สนามกีฬากลาง	3/12/2553	7/1/2554	175.4154	175.6003	0.1849	168.16
บริเวณชุมชนประชาอุทิศ	3/12/2553	7/1/2554	171.5607	171.6509	0.0902	82.03
ศาลากลาง	3/12/2553	7/1/2554	173.4465	174.1933	0.7468	679.18

ตัวอย่างการคำนวณ

จากสูตร

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

โดยที่

DF = ปริมาณการตกสะสมของฝุ่นในอากาศ (มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน)

W_1 = น้ำหนักบีกเกอร์ก่อนเก็บตัวอย่าง (กรัม)

W_2 = น้ำหนักบีกเกอร์หลังเก็บตัวอย่าง (กรัม)

A = พื้นที่หน้าตัดของอุปกรณ์เก็บตัวอย่าง (ตารางเมตร)

T = ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง (วัน)

10^3 = เปลี่ยนหน่วยกรัม เป็น มิลลิกรัม

ตัวอย่าง

$$DF(mg/m^2 / day) = \frac{\left(158.7846(g) - 158.1267(g)\right) \times 10^3}{0.0134 \times 30}$$

$$= 66.74 mg/m^2 / day$$

ภาคผนวก ข

รายละเอียดพื้นที่ จุดเก็บตัวอย่าง ภายในรัศมี 50 เมตร

จุดที่ 1 ร้านกาแฟบริเวณบ้านคลอง

หัวข้อ	ทิศเหนือ	ทิศตะวันออก	ทิศใต้	ทิศตะวันตก
มีต้นไม้ใหญ่และอาคารสูง	สูง2.5 เมตร ห่าง 5 เมตร	ไม่มี	สูง 6 เมตร ห่าง 3 เมตร	สูง 6 เมตร ห่าง 4 เมตร
ลานจอดรถและโรงจอดรถ	ไม่มี	ไม่มี	ลานจอดรถ	ไม่มี
องศาความลาดชันของพื้นที่	พื้นที่ราบ	พื้นที่ราบ	พื้นที่ราบ	พื้นที่ราบ
สภาวะพื้นผิวของสถานที่	สนามหญ้า	สนามหญ้า	สนามหญ้า	สนามหญ้า
มีพื้นที่ป่า อ่างเก็บน้ำ บึง ฟาร์ม หรือทุ่งหญ้า	พื้นหญ้า	พื้นหญ้า	พื้นหญ้า	พื้นหญ้า
มีถนนและการจราจรหนาแน่น	ห่าง 20 เมตร	ห่าง 5 เมตร	ไม่มี	ไม่มี

จุดที่ 2 อาคารพาณิชย์หน้าสถานีตำรวจ

หัวข้อ	ทิศเหนือ	ทิศตะวันออก	ทิศใต้	ทิศตะวันตก
มีต้นไม้ใหญ่และอาคารสูง	สูง 15 เมตร ห่าง 10 เมตร	สูง 15 เมตร ห่าง 0.5เมตร	สูง 15 เมตร ห่าง 0.5 เมตร	สูง 10 เมตร ห่าง 8 เมตร
ลานจอดรถและโรงจอดรถ	ลานจอดรถ	ลานจอดรถ	ไม่มี	ลานจอดรถ
องศาความลาดชันของพื้นที่	พื้นที่ราบ	พื้นที่ราบ	พื้นที่ราบ	พื้นที่ราบ
สภาวะพื้นผิวของสถานที่	คอนกรีต	คอนกรีต	คอนกรีต	คอนกรีต
มีพื้นที่ป่า อ่างเก็บน้ำ บึง ฟาร์ม หรือทุ่งหญ้า	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
มีถนนและการจราจรหนาแน่น	ห่าง 1 เมตร	ห่าง10 เมตร	ไม่มี	ห่าง 30 เมตร

จุดที่ 3 สนามกีฬากลาง

หัวข้อ	ทิศเหนือ	ทิศตะวันออก	ทิศใต้	ทิศตะวันตก
มีต้นไม้ใหญ่และอาคารสูง	ไม่มี	สูง 4 เมตร ห่าง 1 เมตร	ไม่มี	สูง 10 เมตร ห่าง 30 เมตร
ลานจอดรถและโรงจอดรถ	ลานจอดรถ	ไม่มี	ลานจอดรถ	ลานจอดรถ
องศาความลาดชันของพื้นที่	พื้นที่ราบ	พื้นที่ราบ	พื้นที่ราบ	พื้นที่ราบ
สภาวะพื้นผิวของสถานที่	คอนกรีต	คอนกรีต	คอนกรีต	คอนกรีต
มีพื้นที่ป่า อ่างเก็บน้ำ บึง ฟาร์ม หรือทุ่งหญ้า	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
มีถนนและการจราจรหนาแน่น	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ห่าง 1 เมตร

จุดที่ 4 โรงเรียนผดุงราษฎร์

หัวข้อ	ทิศเหนือ	ทิศตะวันออก	ทิศใต้	ทิศตะวันตก
มีต้นไม้ใหญ่และอาคารสูง	ไม่มี	ไม่มี	สูง 10 เมตร ห่าง 20 เมตร	สูง 10 เมตร ห่าง 5 เมตร
ลานจอรถและโรงจอดรถ	ลานจอดรถ	ลานจอดรถ	ลานจอดรถ	ไม่มี
องศาความลาดชันของพื้นที่	พื้นที่ราบ	พื้นที่ราบ	พื้นที่ราบ	พื้นที่ราบ
สภาวะพื้นผิวของสถานที่	พื้นหญ้า	พื้นหญ้า	คอนกรีต	คอนกรีต
มีพื้นที่ป่า อ่างเก็บน้ำ บึง ฟาร์ม หรือทุ่งหญ้า	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
มีถนนและการจราจรหนาแน่น	ไม่มี	ไม่มี	ห่าง 10 เมตร	ไม่มี

จุดที่ 5 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยนเรศวร

หัวข้อ	ทิศเหนือ	ทิศตะวันออก	ทิศใต้	ทิศตะวันตก
มีต้นไม้ใหญ่และอาคารสูง	สูง 15 เมตร ห่าง 20 เมตร	ไม่มี	ไม่มี	สูง 15 เมตร ห่าง 50 เมตร
ลานจอดรถและโรงจอดรถ	ลานจอดรถ	ไม่มี	ลานจอดรถ	สนามหญ้า
องศาความลาดชันของพื้นที่	พื้นที่ราบ	พื้นที่ราบ	พื้นที่ราบ	พื้นที่ราบ
สภาวะพื้นผิวของสถานที่	ลานคอนกรีต	ลานคอนกรีต	ลานคอนกรีต	สนามหญ้า
มีพื้นที่ป่า อ่างเก็บน้ำ บึง ฟาร์ม หรือทุ่งหญ้า	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	สนามหญ้า
มีถนนและการจราจรหนาแน่น	ห่าง 10 เมตร	ไม่มี	ไม่มี	ห่าง 50 เมตร

จุดที่ 6 ศาลากลาง

หัวข้อ	ทิศเหนือ	ทิศตะวันออก	ทิศใต้	ทิศตะวันตก
มีต้นไม้ใหญ่และอาคารสูง	สูง 20 เมตร ห่าง20 เมตร	สูง 25 เมตร ห่าง 5 เมตร	สูง10 เมตร ห่าง10 เมตร	สูง 25 เมตร ห่าง 5 เมตร
ลานจอดรถและโรงจอดรถ	ไม่มี	ไม่มี	ลานจอดรถ	ไม่มี
องศาความลาดชันของพื้นที่	พื้นที่ราบ	พื้นที่ราบ	พื้นที่ราบ	พื้นที่ราบ
สภาวะพื้นผิวของสถานที่	สนามหญ้า	สนามหญ้า	สนามหญ้า	สนามหญ้า
มีพื้นที่ป่า อ่างเก็บน้ำ บึง ฟาร์ม หรือทุ่งหญ้า	สนามหญ้า	สนามหญ้า	สนามหญ้า	สนามหญ้า
มีถนนและการจราจรหนาแน่น	ไม่มี	ไม่มี	ห่าง 30 เมตร	ห่าง 20 เมตร

จุดที่ 7 ชุมชนประชาอุทิศ

หัวข้อ	ทิศเหนือ	ทิศตะวันออก	ทิศใต้	ทิศตะวันตก
มีต้นไม้ใหญ่และอาคารสูง	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
ลานจอดรถและโรงจอดรถ	ลานจอดรถ	ไม่มี	ลานจอดรถ	ลานจอดรถ
องศาความลาดชันของพื้นที่	พื้นที่ราบ	พื้นที่ราบ	พื้นที่ราบ	พื้นที่ราบ
สภาวะพื้นผิวของสถานที่	พื้นหญ้า	พื้นหญ้า	พื้นหญ้า	พื้นหญ้า
มีพื้นที่ป่า อ่างเก็บน้ำ บึง ฟาร์ม หรือทุ่งหญ้า	สนามหญ้า	สนามหญ้า	สนามหญ้า	สนามหญ้า
มีถนนและการจราจรหนาแน่น	ไม่มี	ไม่มี	ห่าง 5 เมตร	ไม่มี

จุดที่ 8 ซอยวัดเขื่อนขันธ์

หัวข้อ	ทิศเหนือ	ทิศตะวันออก	ทิศใต้	ทิศตะวันตก
มีต้นไม้ใหญ่และอาคารสูง	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
ลานจอดรถและโรงจอดรถ	ไม่มี	มี	ไม่มี	ไม่มี
องศาความลาดชันของพื้นที่	พื้นที่ราบ	พื้นที่ราบ	พื้นที่ราบ	พื้นที่ราบ
สภาวะพื้นผิวของสถานที่	คอนกรีต	คอนกรีต	คอนกรีต	คอนกรีต
มีพื้นที่ป่า อ่างเก็บน้ำ บึง ฟาร์ม หรือทุ่งหญ้า	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
มีถนนและการจราจรหนาแน่น	ไม่มี	ห่าง 1 เมตร	ไม่มี	ไม่มี

จุดที่ 9 วิทยาลัยพยาบาลบรมราชนนี

หัวข้อ	ทิศเหนือ	ทิศตะวันออก	ทิศใต้	ทิศตะวันตก
มีต้นไม้ใหญ่และอาคารสูง	สูง 15 เมตร ห่าง 20 เมตร	ไม่มี	สูง 15 เมตร ห่าง 15 เมตร	สูง 20 เมตร ห่าง 25 เมตร
ลานจอดรถและโรงจอดรถ	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	มี
องศาความลาดชันของพื้นที่	พื้นที่ราบ	พื้นที่ราบ	พื้นที่ราบ	พื้นที่ราบ
สภาวะพื้นผิวของสถานที่	คอนกรีต	คอนกรีต	คอนกรีต	คอนกรีต
มีพื้นที่ป่า อ่างเก็บน้ำ บึง ฟาร์ม หรือทุ่งหญ้า	ไม่มี	ไม่มี	สระน้ำ	ไม่มี
มีถนนและการจราจรหนาแน่น	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี

ภาคผนวก ค

วิเคราะห์ปริมาณอนุภาคการตกสะสมของฝุ่น

วิเคราะห์ปริมาณด้วยวิธีการชั่งน้ำหนัก (Gravimetric method) การคำนวณหาปริมาณอนุภาคการตกสะสมของฝุ่น โดยมีการวิเคราะห์ดังนี้

การเตรียมถ้วยระเหย

1. ทำความสะอาดบีกเกอร์ด้วย น้ำประปา และน้ำกลั่น ตามลำดับ
2. อบให้แห้งในเตาอบ อุณหภูมิ 103 ^{o}C ประมาณ 3 ชั่วโมง
3. นำบีกเกอร์ที่อบแล้วใส่ในตู้ควบคุมความชื้น ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น
4. ชั่งน้ำหนักบีกเกอร์เปล่าด้วยเครื่องชั่งละเอียด ทศนิยม 4 ตำแหน่งแล้วบันทึกน้ำหนักถ้วยไว้เป็นน้ำหนักถ้วยเปล่าครั้งที่หนึ่ง

วิธีเตรียมตัวอย่างเพื่อหาปริมาณฝุ่น

1. ฉีดน้ำกลั่นรอบๆ ผนังภาชนะเก็บฝุ่น เพื่อชะฝุ่นที่ติดตามผนังภาชนะ แล้วใช้แท่งแก้ว ปาด คน หรือเขี่ย ฝุ่นที่ติดรอบๆ และก้นภาชนะ
2. เทสารละลายที่ได้จากข้อ 1 ลงในบีกเกอร์ระเหยที่ทราบน้ำหนักแล้ว
3. ชะตัวอย่างในภาชนะเก็บประมาณ 2-3 ครั้ง จนกระทั่งภาชนะเก็บตัวอย่างสะอาด
4. นำบีกเกอร์แห้งที่บรรจุตัวอย่าง ไปตั้งบนอ่างปรับอุณหภูมิได้ (Water Bath) ตั้งอุณหภูมิที่ประมาณ 100 องศาเซลเซียส แล้วระเหยจนสารละลายในบีกเกอร์แห้ง
5. นำบีกเกอร์ที่สารละลายแห้งแล้ว เข้าตู้อบอุณหภูมิประมาณ 103 องศาเซลเซียส เพื่ออบให้แห้งแล้วชั่งหาน้ำหนักของฝุ่น ซึ่งขั้นตอนเหมือนกับการเตรียมบีกเกอร์
6. คำนวณน้ำหนักฝุ่นจากผลต่างระหว่างน้ำหนักบีกเกอร์ที่มีตัวอย่างฝุ่นกับน้ำหนักบีกเกอร์เปล่า
7. รายงานผลการวิเคราะห์ในหน่วยน้ำหนัก/พื้นที่ของปากภาชนะ/ระยะเวลาเก็บ
8. 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

มหาวิทยาลัยนเรศวร

ภาคผนวก ง

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 น็อต (มกราคม) – 2.1 น็อต (กันยายน) โดยเดือนมกราคม – กันยายน กระแสลมพัดมาจากทิศเหนือด้วยความเร็ว0.9 - 2.1 น็อต ส่วนเดือนตุลาคม – ธันวาคม มีกระแสลมพัดมาจากทิศใต้ด้วยความเร็ว1.0 - 1.1 น็อต

ปริมาณน้ำฝน : มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดปีเท่ากับ 1335.6 มิลลิลิตร ซึ่งเดือนสิงหาคมมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 256.7 มิลลิลิตร และเดือนมกราคมมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 5.1 มิลลิลิตร

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน

ชื่อ – ชื่อสกุล นายฐิติวัฒน์ แจ้งเพิ่ม
เกิดเมื่อ 18 พฤศจิกายน 2531
ภูมิลำเนา 410/1 ถนนสำราญรื่น ตำบลท่าอิฐ อำเภอเมือง จังหวัดอุตรดิตถ์
โทรศัพท์ 08 6207 8179
ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนอุตรดิตถ์ อำเภอเมือง จังหวัดอุตรดิตถ์
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ชื่อ – ชื่อสกุล นายธีรพล เกี่ยวพันธุ์
เกิดเมื่อ 25 ธันวาคม 2531
ภูมิลำเนา 16 หมู่1 ตำบลปากน้ำ อำเภอสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย
โทรศัพท์ 08 2160 0972
ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนสวรรค์อนันต์วิทยา อำเภอสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร