



ฝุ่นตกบริเวณริมถนนภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร  
The Deposition of dust fall in roadside area of Naresuan University

นายอรรดพล ไพรัตน์ รหัส 51384307  
นายอภิสิทธิ์ สุดหล้า รหัส 51385236

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมโยธา  
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร  
ปีการศึกษา 2554

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ..... 23, พ.ค. 2555.....
เลขทะเบียน..... 16052988.....
เลขเรียกหนังสือ..... พส.....
มหาวิทยาลัยนเรศวร ๑35๗

2554



## ใบรับรองปริญญาโท

ชื่อหัวข้อโครงการ	ผู้บังคับการบริเวณริมถนนภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร	
ผู้ดำเนินโครงการ	นายอรุณพล ไพรัตน์	รหัส 51384307
	นายอภิสิทธิ์ สุดกล้า	รหัส 51385236
ที่ปรึกษาโครงการ	ผศ.ดร.ปจรรย์ ทองสนิท	
สาขาวิชา	วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม	
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา	
ปีการศึกษา	2554	

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญาโทฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

.....ที่ปรึกษาโครงการ  
(ผศ.ดร.ปจรรย์ ทองสนิท)

.....กรรมการ  
(อาจารย์ชัยวัฒน์ โพธิ์ทอง )

.....กรรมการ  
(ดร.จิรภัทร อนันต์ภัทรชัย)

ชื่อหัวข้อโครงการ	ฝุ่นตกบริเวณริมถนนภายในมหาวิทยาลัยนครสวรรค์	
ผู้ดำเนินโครงการ	นายอรรถพล ไพรัตน์	รหัส 51384307
	นายอภิสิทธิ์ สุดกล้า	รหัส 51385236
ที่ปรึกษาโครงการ	ผศ.ดร.ปวงริย์ ทองสนิท	
สาขาวิชา	วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม	
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา	
ปีการศึกษา	2554	

### บทคัดย่อ

การศึกษาการตกสะสมของฝุ่นตกบริเวณริมถนนภายในมหาวิทยาลัยนครสวรรค์ โดยทำการเก็บตัวอย่าง 13 จุด ในช่วงเดือนกันยายน 2554 - กุมภาพันธ์ 2555 โดยวิธี Dust fall Jar เก็บตัวอย่างสะสม 30 วัน และนำตัวอย่างมาวิเคราะห์ข้อมูล พบว่าปริมาณฝุ่นตกที่จุดเก็บตัวอย่างบริเวณประตู 4 มีค่ามากสุดในช่วงเดือนธันวาคม 2554 โดยมีปริมาณฝุ่น  $623.23 \text{ mg/m}^2/\text{day}$  ซึ่งเกินค่ามาตรฐานฝุ่นตกในบริเวณย่านที่พักอาศัย  $65-130 \text{ mg/m}^2/\text{day}$  เนื่องจากฝุ่นส่วนใหญ่ในบริเวณริมถนนภายในมหาวิทยาลัยนครสวรรค์เกิดจากการฟุ้งกระจายของฝุ่นบนพื้นผิวถนน การเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของเครื่องยนต์ที่เกิดจากการคมนาคม และฝุ่นบนถนน

**Project title**            The Deposition of dust fall in roadside area of Naresuan University.  
**Name**                     Mr. Auttapon Pairat    ID : 51384308  
                                   Mr. Apisit        Sudla    ID : 51385236  
**Project advisor**        Asst.Prof. Dr. Pajaree Thongsanit  
**Major**                     Environmental Engineering  
**Department**            Civil Engineering  
**Academic year**         2011

---

### **Abstract**

The project studied deposition of dust fall in roadside area of Naresuan University. The samples were collected from 13 sampling sites. The samples were sampling during September 2011 to February 2011 using dust fall jar samples retained for 30 days. The study found that the highest dust level was sampling at gate number four with  $623.23 \text{ mg/m}^2/\text{d}$  in December 2011. That data was exceeding the dust fall standard in residential area with  $65\text{-}130 \text{ mg/m}^2/\text{d}$ . Because of the most of dust on road surface in Naresuan University area was occurred by incomplete combustion of the engines transportation and road dust.

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เพราะได้รับความกรุณาจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปาจริย์ ทองสนิท ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการที่ให้คำแนะนำ ขอบเขต รูปแบบและเอกสารที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำโครงการ ตลอดจนให้ข้อเสนอแนะในการแก้ไขปรับปรุง และติดตามผลมาโดยตลอด คณะผู้ดำเนินโครงการรู้สึกสำนึกในความกรุณา และขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณบิดามารดา และคณะอาจารย์ทุกท่าน ที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจ แก่คณะผู้ดำเนินโครงการมาโดยตลอด

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมที่ได้การให้คำแนะนำในการใช้ห้องปฏิบัติการ ที่ รุปนรรักษ์ สิริโชค ที่ให้คำปรึกษาที่ดี ช่วยเหลือ และให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการจัดทำโครงการนี้และโครงการนี้จะไม่สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ถ้าไม่มีเพื่อนวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมทุกคน ที่ให้ความช่วยเหลือในการทำโครงการนี้

คณะผู้ดำเนินโครงการทางวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ขอขอบคุณผู้มีพระคุณทุกท่านที่ให้คำแนะนำ และผู้จัดทำโครงการยินดียินดีรับฟังคำแนะนำทุกท่านหากมีข้อบกพร่องในโครงการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมฉบับนี้ คณะผู้ดำเนินโครงการจะนำไปเป็นแนวทางในการจัดทำโครงการครั้งต่อไป

คณะผู้ดำเนินโครงการวิศวกรรม

นายอรรถพล ไพรัตน์

นายอภิสิทธิ์ สุธงษ์

## สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองปริญญาโท	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	1
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.5 แผนการดำเนินงาน	2
1.6 กรอบแนวความคิด	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 การตกสะสมของฝุ่นจากบรรยากาศ	4
2.2 ฝุ่นตก	5
2.3 อนุภาคในอากาศ	6
2.4 ชนิดของฝุ่นละออง	9
2.5 ผลกระทบของอนุภาคฝุ่นละอองในบรรยากาศ	11
2.6 มาตรฐานคุณภาพอากาศ	13
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	15

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 3	วิธีการดำเนินการวิจัย	18
3.1	พื้นที่ทำการทดลอง	18
3.2	จุดเก็บตัวอย่าง	20
3.3	แผนการดำเนินการทดลอง	26
3.4	วิธีการดำเนินการทดลอง	27
3.5	การตรวจวัดปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตก	28
บทที่ 4	ผลการทดลองและวิเคราะห์	32
4.1	ปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตกบริเวณริมถนนภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร	33
4.2	กราฟแสดงปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตก	46
4.3	เส้นระดับปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตก	48
บทที่ 5	สรุปผลการทดลอง	55
	สรุปผลการทดลอง	55
	ข้อเสนอแนะ	56
	เอกสารอ้างอิง	57
	ภาคผนวก ก วิเคราะห์ปริมาณของอนุภาคการตกสะสมของฝุ่น	59
	ภาคผนวก ข ปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตก	63
	ภาคผนวก ค ปริมาณปริมาณรถเข้า - ออก มหาวิทยาลัยนเรศวร	66

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ส่วนประกอบและแหล่งที่มาของฝุ่นละอองในอากาศ	6
2.2 คำจำกัดความทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับอนุภาคมลสาร	7
2.3 ขนาดทั่วไปของอนุภาคมลสาร	9
2.4 แสดงมาตรฐานของฝุ่นตก	13
3.1 แสดงจุดเก็บตัวอย่างการตกสะสมของฝุ่นตกบริเวณริมถนนภายในเขตมหาวิทยาลัย	19
4.1 ค่าค่าสุด-สูงสุดและค่าเฉลี่ยของฝุ่นตกสะสมของแต่ละจุด	47
ข-1 ปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตกบริเวณริมถนนภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร	57
ค-1 ปริมาณรถเข้ามหาวิทยาลัยนเรศวร	67
ค-2 ปริมาณรถออกมหาวิทยาลัยนเรศวร	68



## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
3.1 แผนที่มหาวิทยาลัยขอนแก่น	18
3.2 แผนที่แสดงจุดเก็บตัวอย่างการตกสะสมของฝุ่นตกบริเวณริมถนนภายในเขตมหาวิทยาลัย	19
3.3 แสดงจุดเก็บตัวอย่าง จุดที่ 1 ประตู่ 1	20
3.4 แสดงจุดเก็บตัวอย่าง จุดที่ 2 ลานสมเด็จพระ	20
3.5 แสดงจุดเก็บตัวอย่าง จุดที่ 3 ประตู่ 5	21
3.6 แสดงจุดเก็บตัวอย่าง จุดที่ 4 ทางแยกคณะนิติศาสตร์	21
3.7 แสดงจุดเก็บตัวอย่าง จุดที่ 5 หน้าสระว่ายนํ้ามหาวิทยาลัย	22
3.8 แสดงจุดเก็บตัวอย่าง จุดที่ 6 ประตู่ 4	22
3.9 แสดงจุดเก็บตัวอย่าง จุดที่ 7 หอพักนิสิต	23
3.10 แสดงจุดเก็บตัวอย่าง จุดที่ 8 วิทยาลัยพลังงานทดแทน	23
3.11 แสดงจุดเก็บตัวอย่าง จุดที่ 9 ประตู่ 3	24
3.12 แสดงจุดเก็บตัวอย่าง จุดที่ 10 คณะคณิตศาสตร์	24
3.13 แสดงจุดเก็บตัวอย่าง จุดที่ 11 หน้าอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้า	25
3.14 แสดงจุดเก็บตัวอย่าง จุดที่ 12 หน้าคณะแพทยศาสตร์	25
3.15 แสดงจุดเก็บตัวอย่าง จุดที่ 13 ประตู่ 2	26
3.16 แสดงอุปกรณ์เก็บตัวอย่างฝุ่นตก Dust Fall Jar	28
3.17 เครื่องซั่งไฟฟ้าอย่างละเอียด	29
3.18 อ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water Bath)	29
4.1 ปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตกบริเวณประตู่ 1	33
4.2 ปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตกบริเวณลานสมเด็จพระ	34
4.3 ปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตกบริเวณประตู่ 5	35
4.4 ปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตกบริเวณทางแยกคณะนิติศาสตร์	36
4.5 ปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตกบริเวณหน้าสระว่ายนํ้ามหาวิทยาลัย	37
4.6 ปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตกบริเวณประตู่ 4	38

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.7 ปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตกบริเวณหอพักนิสิต	39
4.8 ปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตกบริเวณวิทยาลัยพลังงานทดแทน	40
4.9 ปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตกบริเวณประตู 3	41
4.10 ปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตกบริเวณหน้าภาควิชาคณิตศาสตร์	42
4.11 ปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตกบริเวณหน้าอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้า	43
4.12 ปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตกบริเวณหน้าคณะแพทยศาสตร์	44
4.13 ปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตกบริเวณประตู 2	45
4.14 แสดงปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตกบริเวณริมถนนภายในมหาวิทยาลัยนครสวรรค์	46
4.21 ค่าพิกัดของแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง	48
4.22 แสดงเส้นระดับปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตก ช่วงเดือนกันยายน 2554	49
4.23 แสดงเส้นระดับปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตก ช่วงเดือนตุลาคม 2554	50
4.24 แสดงเส้นระดับปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตก ช่วงเดือนพฤศจิกายน 2554	51
4.25 แสดงเส้นระดับปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตก ช่วงเดือนธันวาคม 2554	52
4.26 แสดงเส้นระดับปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตก ช่วงเดือนมกราคม 2555	53
4.27 แสดงเส้นระดับปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตก ช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 2555	54

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

มหาวิทยาลัยนเรศวรตั้งอยู่บริเวณถนนพิษณุโลก-นครสวรรค์ ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก มีเนื้อที่ 1,300 ไร่ เป็นศูนย์กลางการศึกษาในภูมิภาคภาคเหนือตอนล่างและภาคกลางตอนบนของประเทศไทย เปิดสอนในระดับปริญญาตรี-ปริญญาเอก มีนิสิตและบุคลากรไม่ต่ำกว่า 32,000 คน มหาวิทยาลัยนเรศวรถือได้ว่าเป็นมหาวิทยาลัยในด้านการวิจัยในระดับดีเยี่ยมของประเทศไทย

จากการที่มหาวิทยาลัยมีการพัฒนาสภาพอย่างต่อเนื่องไม่ว่าจะเป็นสิ่งปลูกสร้าง เส้นทางคมนาคมภายในมหาวิทยาลัยจึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ปัจจุบันการจราจรภายในมหาวิทยาลัยมีการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลและจักรยานยนต์มากขึ้นจึงทำให้ปัญหาที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้นั้นคือฝุ่นละอองขนาดเล็ก การฟุ้งกระจายของฝุ่นดินและฝุ่นจากยานพาหนะเมื่ออนุภาคเหล่านี้เข้าสู่ร่างกายโดยการหายใจจะก่อให้เกิดผลกระทบต่อทางเดินหายใจ ระคายเคืองนัยซ์ตามีผลทำให้ทัศนวิสัยในการมองเห็นเสื่อมลงและสร้างความรำคาญต่อผู้ขับขี่รถได้ ฝุ่นตกเป็นการเก็บตัวอย่างอนุภาคมลสาร โดยใช้เทคนิคเชิงกราววิเมตริกหรือตกตะกอนเป็นการเก็บรวบรวมอนุภาคที่มีมวลเพียงพอที่จะตกออกจากบรรยากาศโดยแรงโน้มถ่วงของโลก

การตรวจสอบความเข้มข้นของฝุ่นละอองเป็นวิธีการเพื่อหาแนวทางป้องกันและแก้ไขเพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบต่อผู้ที่ทำงานและอาศัยอยู่บริเวณริมถนนภายในมหาวิทยาลัย งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้น ศึกษาความเข้มข้นของฝุ่นตกบริเวณริมถนนรอบมหาวิทยาลัยนเรศวร

### 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อศึกษาความเข้มข้นของฝุ่นตกบริเวณริมถนนภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร

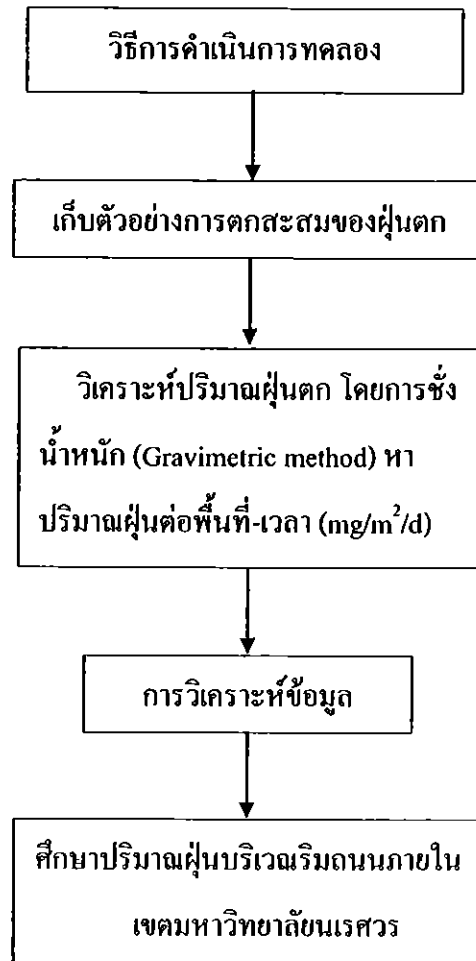
### 1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ทราบความเข้มข้นของฝุ่นตกบริเวณริมถนนภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร

1.3.2 ใช้เป็นข้อมูลเพื่อการจัดการคุณภาพอากาศและศึกษาแหล่งกำเนิดฝุ่นตกภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร



## 1.6 กรอบแนวความคิด



## บทที่ 2

### หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 การตกสะสมของฝุ่นจากบรรยากาศ

การบวนการตกสะสมของฝุ่นจากบรรยากาศ แบ่งได้ 2 ชนิด คือการตกสะสมแบบแห้ง (Dry Deposition) และ การตกสะสมแบบเปียก (Wet Deposition) การตกสะสมแบบแห้งและแบบเปียก คือกระบวนการที่ก๊าซชนิดต่างๆ ในบรรยากาศตลอดจนอนุภาคเคลื่อนย้ายตัวจากบรรยากาศตกลงสู่แหล่งรับที่มีพื้นที่ผิวต่างๆ โดยที่ความสามารถในการตกสะสมทั้งสองชนิดดังกล่าวขึ้นอยู่กับปัจจัยสำคัญดังนี้คือ สถานะของสิ่งที่สนใจว่าอยู่ในรูปก๊าซหรืออนุภาค ความสามารถในการละลายได้ จำนวนการตกในพื้นที่นั้นๆ ลักษณะภูมิประเทศและชนิดของพื้นผิวปกคลุมในบริเวณที่สนใจ

2.1.1 การตกสะสมแบบแห้ง (Dry Deposition) หมายถึง สารทุกชนิดเช่น ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ หรืออนุภาคซัลเฟตที่ตกตะกอนสะสมจากบรรยากาศในสภาวะไอหรือก๊าซที่ไม่ใช่ฝนตกลงสู่แหล่งรองรับบนพื้นโลก เช่น

2.1.1.1 การดูดซับหรือดูดซึมก๊าซโดยพืช ดิน น้ำและผิววัสดุต่างๆที่มนุษย์ผลิต

2.1.1.2 การตกตะกอนเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกของอนุภาคที่ค่อนข้างหยาบ

2.1.1.3 การชนของอนุภาคละเอียดบนผิววัสดุหรือพืช

ปัจจัยที่มีผลต่อการตกสะสมแบบแห้งของก๊าซหรืออนุภาคคือระดับสภาพความปั่นป่วนของอากาศ คุณสมบัติทางเคมีของไอออนตัวที่ตกและลักษณะพื้นผิวของบริเวณที่สนใจตามธรรมชาติสำหรับก๊าซ ความสามารถในการละลายและปฏิกิริยาเคมีจะมีผลต่อการดูดเข้าสู่พื้นผิวของแหล่งรับได้ สำหรับอนุภาคขนาด ความหนาแน่นและรูปทรงของอนุภาคเป็นเครื่องกำหนดความสามารถในการถูกจับโดยพื้นผิวต่างๆของแหล่งรับเช่นกัน

2.1.2 การตกสะสมแบบเปียก (Wet Deposition) หมายถึง ปริมาณของสารที่เคลื่อนย้ายจากบรรยากาศโดยฝน, หิมะ หรือน้ำรูปแบบอื่นๆลงสู่พื้นโลก และกระบวนการเปลี่ยนแปลงของก๊าซ, ของเหลวและของแข็งจากบรรยากาศลงสู่พื้นโลกในระหว่างเกิดฝนตก โดยทั่วไปจะปรากฏในรูปฝนกรดที่มีสาเหตุมาจาก  $H_2SO_4$  และ  $HNO_3$  (จากการวิเคราะห์น้ำฝนพบ  $SO_4^{2-}$  และ  $NO_3^-$  เป็นหลัก) โดย  $SO_2 / SO_3$  หรือ  $NO_2$  ทำปฏิกิริยาและละลายอยู่ในเมฆและน้ำฝนในรูปของกรดซัลฟิวริกและกรดไนตริก

สำหรับสารตั้งต้นที่ก่อให้เกิดกรดจากการกระทำของมนุษย์ในประเทศไทยมีสัดส่วนโดยโมเลกุลของ  $SO_2 / NO_x$  เป็น 0.53 (Karo N., et al., 1992). ซึ่งพบว่ามีค่าปริมาณน้ำฝนถึง 52% (จากค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนที่ตรวจวัดที่เขื่อนศรีนครินทร์และที่เขื่อนน้ำพอง)

## 2.2 ฝุ่นตก (Dust fall)

วัดโดยใช้ภาชนะ ไม่มีฝาบนตั้งอยู่บนขาตั้งบริเวณที่มีการวัดความเข้มข้นของฝุ่น การออกแบบมีลักษณะเฉพาะของภาชนะแตกต่างกันในแต่ละประเทศมาตรฐาน ASTM กำหนดให้ใช้กระบอกซึ่งมีก้านตั้งค้ำและก้นกระบอกแบนราบและมีขนาดที่กำหนดไว้ มาตรฐานอังกฤษ กำหนดให้มีตะขากัน กรวยและขวดพร้อมด้วยขาตั้งดังแสดงในมาตรฐานออสเตรเลียกำหนดให้เพียงกรวยแก้วขนาด 15 เซนติเมตร ติดกับปากขวดแก้วขนาด 4.5 ลิตร ซึ่งตั้งอยู่ในกระป๋องบนขาตั้งอย่างง่าย (วงศัพนธ์และคณะ, 2540)

โดยปกติเราเติมน้ำในภาชนะดังกล่าวเพื่อเก็บกักฝุ่นและเติมน้ำมาสำหรับเพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของสาหร่ายในน้ำนั้น ช่วงเวลาเก็บตัวอย่างปกติประมาณ 30 วัน เมื่อถึงกำหนดเวลาเรากรองใบไม้ แมลงและวัตถุเจือปนอื่นๆ ออกจากตัวอย่างก่อนที่จะวิเคราะห์หาข้อมูลต่อไปนี้คือ

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

การวิเคราะห์ทางเคมีเพื่อหาคุณสมบัติอื่นๆ แล้วแต่กรณีซึ่งการวัดปริมาณฝุ่นหนักเป็นเพียงตัวเลขที่ชี้ให้เห็นถึงปริมาณอนุภาคส่วนที่ตกลงสู่พื้นดิน โดยง่าย ตัวอย่างของข้อมูลในตัวเมืองมีดังนี้

- ย่านที่อยู่อาศัย 65 -130 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน
- ย่านอุตสาหกรรมเบาบาง 100-200 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน
- ย่านอุตสาหกรรมหนัก 150-350 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน

ย่านปริมาณที่สูงมากถึง 2600 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน เคยตรวจพบในบริเวณซึ่งไม่มีการควบคุม วิธีวิเคราะห์นี้ไม่ละเอียดแม่นยำแต่สามารถชี้ให้เห็นถึงระดับความสกปรกในบริเวณนั้นและเป็นประโยชน์ในการชี้ให้เห็นแนวโน้มด้านอากาศเสีย (วงศัพนธ์และคณะ, 2540)

ตารางที่ 2.1 ส่วนประกอบและแหล่งที่มาของฝุ่นละอองในอากาศ

ส่วนประกอบ	แหล่งที่มา
1. สารประกอบคาร์บอน	กระบวนการเผาไหม้
2. สารประกอบอินทรีย์ เช่น ไดออกซิน โพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน	กระบวนการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์
3. เกล็ดแอมโมเนีย	การทำให้เป็นกลางของกรดในอากาศ
4. เกล็ดโซเดียมและแมกนีเซียมคลอไรด์	ทะเล
5. แคลเซียมซัลเฟต	วัสดุก่อสร้าง เช่น ดินและทราย
6. ซัลเฟต	การเติมออกซิเจนของซัลเฟอร์ไดออกไซด์
7. ไนเตรต	การเติมออกซิเจนของไนโตรเจนไดออกไซด์
8. ตะกั่ว	น้ำมันที่มีสารตะกั่ว
9. ดิน	แร่ธาตุต่างๆ

ที่มา : มารีษา เพ็ญสุตภูภิญโญกุล (2542)

### 2.3 อนุภาคในอากาศ

อนุภาคมลสารประกอบด้วยอนุภาคของแข็งหรือของเหลว ซึ่งประกอบด้วยสารที่แตกต่างกันมากมายแต่ละอนุภาคจะมีสารประกอบเคมีที่แตกต่างกันและอาจแตกต่างกันในเรื่องของขนาด รูปร่าง อนุภาคมลสารที่มีแหล่งกำเนิดจากกระบวนการเผาไหม้ กิจกรรมในโรงงานอุตสาหกรรมและแหล่งกำเนิดตามธรรมชาติ ส่วนประกอบของอนุภาคที่แขวนลอยอยู่ในอากาศจะแตกต่างกันตามเวลาและสถานที่ที่เกิดแหล่งกำเนิดที่สำคัญของอนุภาคมลสารมาจากยานพาหนะ อุตสาหกรรม ขยะ เถ้า ภูเขาไฟ ไฟป่ารวมถึงละอองเกสรดอกไม้



ตารางที่ 2.2 คำจำกัดความทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับอนุภาคมลสาร มีดังนี้

	คำจำกัดความ
อนุภาคมลสาร (Particulate matter)	วัสดุทุกชนิด (ยกเว้นน้ำ) อยู่ในรูปของของแข็งหรือของเหลวในบรรยากาศ หรือในกระแสก๊าซ ที่สภาวะมาตรฐาน
อนุภาค (Particle)	มวลแยกเป็นชิ้นอิสระของของแข็งหรือของเหลว
ฝุ่น (Dust)	อนุภาคของของแข็งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติหรือเกิดจากโรงงานอุตสาหกรรมโดยทั่วไป เกิดจากกระบวนการสลายตัว (Disintegration) มีขนาดใหญ่กว่า Colloid ไม่แพร่กระจายในอากาศ สามารถลอยอยู่ในบรรยากาศได้ชั่วขณะหนึ่ง ในที่สุดจะตกลงมาสู่พื้นล่างด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก โดยปกติจะมีขนาดเฉลี่ยประมาณ 20 ไมครอนหรือเล็กกว่า
ละอองลอย (Aerosol)	ได้จากการฟุ้งกระจายของของเหลวหรือของแข็งในตัวกลางซึ่งเป็นก๊าซเป็นอนุภาคที่ประกอบด้วย Colloidal ที่แขวนลอย มีขนาดใหญ่กว่าโมเลกุล แต่ขนาดไม่ใหญ่พอที่จะตกตะกอน (Settle) ด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก มีขนาดตั้งแต่ 0.01 – 100 ไมครอน แต่ที่สำคัญในมลพิษทางอากาศมีขนาด 0.01 – 50 ไมครอน ขนาดที่พบทั่วไปบางชนิด ได้แก่ ละอองไอ ฝุ่น และไอเสีย อนุภาคที่มีขนาดใหญ่กว่า 50 ไมครอน จะตกตะกอนอย่างรวดเร็วในบรรยากาศภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก ส่วนอนุภาคที่เล็กกว่า 5 ไมครอน จะสามารถลอยแขวนอย่างสมบูรณ์ อนุภาคที่ใหญ่กว่า 5 ไมครอน จะตกลงสู่พื้น
ขี้เถ้า (Fly ash)	หรือขี้เถ้าลอย ที่ปลิวออกมาจากไอเสีย เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง มีขนาดเฉลี่ยประมาณ 3 – 80 ไมครอน
ฝุ่นตก (Dust fall)	ฝุ่นละอองที่มีอยู่ในอากาศและจะตกลงสู่พื้นเบื้องล่างได้ โดยปกติแล้วฝุ่นตกเป็นอนุภาคของของแข็งที่มีขนาดเล็กมาก ไม่อาจมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า จนกระทั่งมีขนาดโตสามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า มีขนาดโดยเฉลี่ย 20 – 40 ไมครอน ฝุ่นตกใช้เป็นดัชนีที่สำคัญของมลพิษทางอากาศ
ไอเสีย (Fume)	ประกอบด้วยอนุภาคของของแข็งซึ่งเกิดจากการกลั่นตัว (Condensation) จากการ Sublimation การกลั่น (Distillation) การทำให้เป็นปูนขาว (Calcinations) หรือปฏิกิริยาเคมี ส่วนใหญ่แล้วขนาดเล็กกว่า 1 ไมครอน เช่น ควันทูร์และไอระเหยของโลหะออกไซด์ที่กลั่นตัว

ตารางที่ 2.2 คำจำกัดความทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับอนุภาคมลสาร (ต่อ)

เขม่า (Soot)	การจับตัวเป็นก้อนของอนุภาคคาร์บอน
ละอองน้ำ (Mist)	เป็นอนุภาคของเหลวเกิดจากการกลั่นตัวของไอรระเหย ปฏิกริยาเคมี หรือการฟุ้งกระจายของของเหลวหยดเล็กๆ อย่างเบาบาง ในทางอุตุนิยมวิทยาละอองน้ำ คือ การฟุ้งกระจายของหยดน้ำอย่างเบาบาง ซึ่งมีขนาดใหญ่พอจะตกลงมาจากอากาศ ละอองน้ำอาจมาจากการกลั่นตัวของก๊าซหรือไอรระเหย หรืออาจมาจากการกระจายของเหลวด้วยการดีน้ำ พ่นหรือกวนให้เป็นฟอง
ควัน (Smoke)	ได้แก่ อนุภาคขนาดเล็กๆของคาร์บอน ที่เกิดจากเชื้อเพลิงซึ่งเผาไหม้ไม่สมบูรณ์และลอยไปกับอากาศ มีขนาดเล็กกว่า 1 ไมครอน
หมอก (Fog)	คือ ละอองไอน้ำ เป็นของเหลวที่ฟุ้งกระจายเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ มีขนาดโดยเฉลี่ย 1.0 – 40 ไมครอน ในทางอุตุนิยมวิทยา คือ น้ำหรือน้ำแข็งที่ฟุ้งกระจาย
การขจัดสีโลหะ	มักจะก่อให้เกิดอนุภาคขนาดใหญ่กว่าหลายไมครอน อนุภาคที่เล็กกว่านั้น (0.1 – 1 ไมครอน) เกิดจากการกลั่นตัวของไอรระเหย

ที่มา : พจนีย์ ชุมมงคล (2536)

อนุภาคมลสารในอากาศมีขนาดตั้งแต่ 0.001 ถึง 500 ไมครอน ซึ่งขนาดที่พบบ่อยในบรรยากาศจะอยู่ในช่วง 0.1 – 10 ไมครอน ซึ่งเป็นอนุภาคมลสารแขวนลอย (Suspended Particulate Matter) สามารถแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศและมีแนวโน้มที่จะแขวนลอยอยู่ในอากาศได้นานเป็นชั่วโมงหรือวัน อนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 0.1 ไมครอน จะมีขนาดใกล้เคียงกับโมเลกุลอนุภาคที่มีขนาดใหญ่กว่า 1 ไมครอน แต่เล็กกว่า 20 ไมครอน จะเคลื่อนที่ไปกับก๊าซที่มันแขวนลอยอยู่ ส่วนอนุภาคที่มีขนาดใหญ่กว่า 20 ไมครอน จะมีอัตราเร็วในการตกตะกอนสูง ดังนั้นจึงแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศได้ไม่นานขนาดของอนุภาคมลสารต่างๆ แสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ขนาดทั่วไปของอนุภาคมลสาร

สาร	ขนาดใหญ่ที่สุด (ไมครอน)	ขนาดเล็กที่สุด (ไมครอน)
ละอองน้ำ	500	40
ผงถ่านหิน	250	25
ฝุ่น	200	20
ฝุ่นโรงถลุงเหล็ก	200	1
ผงซีเมนต์	150	10
ขี้เถ้า	110	3
เกสรดอกไม้	60	20
หมอก	40	1.5
สปอร์ต้นไม้	30	10
แบคทีเรีย	15	1
ยากำจัดแมลงแบบผง	10	0.4
สีฝุ่น	4	0.1
สมีอก	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 (วงศ์พันธ์และคณะ, 2540)

2.4 ชนิดของฝุ่นละออง ชนิดของฝุ่นละอองสามารถแบ่งตามองค์ประกอบ แหล่งที่เกิด และขนาดได้ ดังนี้

2.4.1 แบ่งตามองค์ประกอบทางเคมี

2.4.1.1 ฝุ่นละอองจากสารอินทรีย์ (Organic Dust) มีองค์ประกอบของคาร์บอน ไฮโดรเจนและออกซิเจนแบ่งเป็น

ก. ฝุ่นละอองจากสารอินทรีย์ที่ไม่มีชีวิต เช่น ละอองเกสรของพืชหรือหญ้าทำให้เกิดอาการแพ้

ข. ฝุ่นละอองจากสารอินทรีย์ที่มีชีวิต เช่น แบคทีเรีย เชื้อราทำให้เกิดโรคบาดทะยัก กอติบ วัณโรค ไทฟอยด์ เป็นต้น

2.4.1.2 ฝุ่นละอองจากสารอนินทรีย์ (Inorganic Dust) มีองค์ประกอบต่างๆ เช่น  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$  หรือประกอบด้วยโลหะหนัก เช่น ตะกั่ว แคดเมียม แอสเบสตอส เมื่อร่างกายได้รับฝุ่นนี้เข้าไปจะสะสมในร่างกายทำให้เกิดอันตรายอย่างร้ายแรง

2.4.2 แบ่งตามแหล่งที่กำเนิดอนุภาคฝุ่นละอองที่แขวนลอยฟุ้งกระจายอยู่ในบรรยากาศทั่วไป นั้นอาจเกิดได้จากแหล่งกำเนิดโดยตรงแล้วแพร่กระจายสู่บรรยากาศจากแหล่งกำเนิดนั้นหรือเกิดจากปฏิกิริยาต่างๆ ในบรรยากาศ เช่น การรวมตัวด้วยปฏิกิริยาทางฟิสิกส์ ปฏิกิริยาทางเคมี และปฏิกิริยาเคมีแสง (Photochemical Reaction) ทำให้เกิดเป็นอนุภาคขึ้นและแพร่กระจายเข้าสู่ภายในอาคารที่อยู่ในบริเวณแหล่งกำเนิดนั้นด้วยซึ่งการแบ่งตามแหล่งกำเนิดอนุภาคฝุ่นละอองแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

2.4.2.1 อนุภาคฝุ่นที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ (Natural Particle) เกิดจากกระแสลมที่พัดผ่านตามธรรมชาติทำให้เกิดฝุ่น เช่น ดิน ทราย ละอองน้ำ เขม่าควันจากไฟฟ้า ฝุ่นเกลือจากทะเล ภูเขาไฟ ฯลฯ และเกิดจากปฏิกิริยาโฟโตเคมีคอลของก๊าซ (Photochemical Gas Reactions) ซึ่งเกิดระหว่างก๊าซโอโซนในธรรมชาติและสารไฮโดรคาร์บอน เป็นผลทำให้เกิดอนุภาคที่มีขนาดเล็ก ซึ่งมีรัศมีน้อยกว่า 0.2 ไมครอน

2.4.2.2 ฝุ่นละอองที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ (Anthropogenic Particle) แบ่งได้หลายประเภท ดังต่อไปนี้

ก. การคมนาคมขนส่งเกิดการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิงจากยานพาหนะหรือรถประเภทต่างๆ เช่น เครื่องยนต์ดีเซลจะปล่อยควันดำ ซึ่งเป็นอนุภาคของคาร์บอนจำนวนมากที่เกิดจากการสันดาปไม่สมบูรณ์ของน้ำมันดีเซลและการปล่อยควันขาวซึ่งเป็นละอองไอน้ำของน้ำมันหล่อลื่น เป็นต้น นอกจากนี้การขนส่งหิน ดินทราย ซีเมนต์ที่ไม่ได้คลุมด้วยผ้าใบซึ่งขณะรถแล่นจะทำให้เกิดการกระจายตัวของฝุ่นละอองอยู่ในอากาศ

ข. การก่อสร้าง การก่อสร้างหลายชนิดมักมีการเปิดหน้าดินก่อนการก่อสร้างซึ่งทำให้เกิดฝุ่นได้ง่าย เช่น อาคารสิ่งก่อสร้าง การปรับปรุงสาธารณูปโภค การก่อสร้างอาคารสูงทำให้ฝุ่นปูนซีเมนต์ถูกลมพัดออกจากอาคารหรือการรื้อถอนทำลายอาคารหรือสิ่งก่อสร้าง เป็นต้น

ค. โรงงานอุตสาหกรรม การเผาไหม้เชื้อเพลิง เช่น น้ำมันเตา ถ่านหิน ฟืน เพื่อนำพลังงานไปใช้ในกระบวนการผลิตทำให้เกิดฝุ่นละออง เช่น ฝุ่นเถ้าบิน (Coal Fly Ash) จากโรงไฟฟ้ากระบวนการผลิตที่มีฝุ่นออกมา เช่น การโม่หิน การผลิตปูนซีเมนต์ นอกจากนี้ในอุตสาหกรรมที่มีการปลดปล่อยออกไซด์ของไนโตรเจนและไฮโดรคาร์บอนออกสู่บรรยากาศ ยังสามารถทำให้เกิดอนุภาคฝุ่นละอองในอากาศได้จากการเกิดปฏิกิริยาโฟโตเคมีคอลระหว่างออกไซด์ของไนโตรเจนและไฮโดรคาร์บอน ซึ่งเรียกว่า Smog Reaction ได้อนุภาคที่มีรัศมีขนาดเล็กกว่า 0.2 ไมครอน

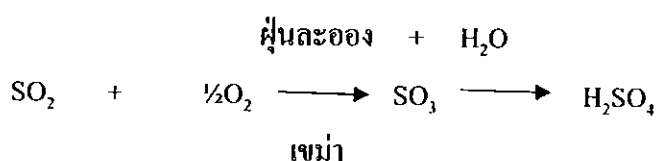
ง. การเผาวัสดุในที่โล่งแจ้ง ได้แก่ การเผาขยะมูลฝอยหรือวัสดุต่างๆจะเกิดเขม่า  
 ซี้ดำเป็นจำนวนมากฟุ้งกระจายไปในอากาศและลอยไปตามกระแสลมปกคลุมพื้นที่กว้าง ฝุ่น  
 ละอองที่เกิดจากแหล่งกำเนิดชนิดต่างๆ จะถูกปลดปล่อยออกสู่บรรยากาศแล้วอาจจะแขวนลอยอยู่  
 ในบรรยากาศซึ่งถูกพัดพาไปโดยการพัดพาของอากาศและกระแสลม ฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่  
 น้ำหนักมากจะแขวนลอยในบรรยากาศได้ไม่นานก็ตกกลับด้วยแรงโน้มถ่วงของโลกเรียกว่า การตก  
 กลับแบบแห้ง (Dry Deposition) ส่วนฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมครอน  
 จะแขวนลอยในบรรยากาศได้นานกว่า ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กนี้สามารถตกกลับแบบเปียก (Wet  
 Deposition) ได้ 2 รูปแบบ คือ อนุภาคฝุ่นจะเข้าไปเป็นแกนกลางให้ไอน้ำเกาะแล้วรวมตัวอยู่ในเมฆ  
 เรียกว่า Rain Out และการตกกลับโดยฝนตกชะเอาอนุภาคฝุ่นในบรรยากาศลงมา เรียกว่า Wash Out

## 2.5 ผลกระทบของอนุภาคฝุ่นละอองในบรรยากาศ

2.5.1 ผลกระทบต่อบรรยากาศทั่วไป เนื่องจากอนุภาคของฝุ่นละอองที่แขวนลอยใน  
 บรรยากาศมีทั้งที่เป็นของแข็งและของเหลวซึ่งสามารถดูดซับและหักเหได้ จึงทำให้ลด  
 ความสามารถในการมองเห็น (Visibility) ทำให้ทัศนวิสัยในการมองเห็นไม่ดี ซึ่งถ้ามีปริมาณ  
 อนุภาคฝุ่นละอองแขวนลอยในบรรยากาศมากจนกลายเป็นหมอกอาจรบกวนการมองเห็นมากจน  
 อาจทำให้เกิดอันตรายในการสัญจรได้

ฝุ่นละอองจะลดความสามารถในการมองเห็น(Visibility) เนื่องจากฝุ่นละอองในบรรยากาศ  
 มีทั้งที่เป็นของแข็งและของเหลวซึ่งสามารถจะดูดซับและหักเหแสงได้ทำให้ทัศนวิสัยในการ  
 มองเห็นเสื่อมลงทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดและความหนาแน่นรวมทั้งองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละออง  
 แต่ละประเภท ดังจะเห็นได้จากกรณีที่ท้องฟ้าของกรุงเทพมหานครและปริมณฑลมีหมอกควันปก  
 คลุมหนาแน่นมากขึ้นในช่วง 2-3 ปีที่ผ่านมาโดยเฉพาะในช่วงฤดูหนาวของแต่ละปีซึ่งอากาศจะ  
 ค่อนข้างเย็นในตอนเช้าและฝุ่นขนาดเล็กที่แขวนลอยอยู่ในอากาศจะเป็นแกนกลางให้ความชื้นหรือ  
 ไอน้ำในอากาศมาเกาะและกลั่นตัวได้ง่ายขึ้นเกิดเป็นหมอกควัน (Smog) ในตอนเช้าตรู่ไปจนถึงช่วง  
 สายของวัน

นอกจากนี้ฝุ่นละอองยังเข้าไปมีส่วนทำให้เกิดการเร่งปฏิกิริยาและทำให้เกิดมลภาวะใน  
 อากาศรุนแรงขึ้น โดยเฉพาะเกิดร่วมกับซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในอากาศ เช่น



ที่มา : นัทธีรา สรรวมณี (2541)

ซึ่งจะได้กรดซัลฟูริกมีอันตรายรุนแรงต่อระบบทางเดินหายใจและสิ่งแวดล้อมดังกรณี ตัวอย่างการเกิดมลพิษทางอากาศที่สำคัญ คือ โฟโตเคมีคัลสม็อก(Photochemical Smog) และ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ ( $H_2S$ ) ก็สามารถเกิดปฏิกิริยากับ โอโซนให้ก๊าซซัลเฟอร์ออกมาได้อีก ถ้ามีอนุภาคในบรรยากาศช่วยและปฏิกิริยาก็จะยิ่งเกิดเร็วขึ้นถ้ามีอนุภาคในบรรยากาศมาก

2.5.2 ผลกระทบต่อวัตถุและสิ่งแวดล้อม อนุภาคฝุ่นละอองแขวนลอยในบรรยากาศที่ตกกลับตามแรงดึงดูดของโลก และเกาะติดวัตถุและสิ่งก่อสร้างต่างๆทำให้เกิดเป็นความสกปรกและเทอะ นอกจากนี้อุณหภูมิของอนุภาคฝุ่นละอองยังมีคุณสมบัติในการดูดซับ โลหะ สารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ ไว้ที่พื้นผิวของอนุภาค หรือจากชนิดของอนุภาคฝุ่นละอองเองที่เป็นชนิดที่มีสภาพเป็นกรดหรือมีองค์ประกอบทางเคมีที่เป็นอันตรายเมื่อเกาะติดวัตถุหรือสิ่งก่อสร้างจึงสามารถทำอันตรายต่อสิ่งต่างๆเหล่านี้ได้ เช่น ทำให้เกิดการสึกกร่อนของวัสดุที่ทำจากโลหะการทำลายผิวหน้าของสิ่งก่อสร้าง เช่นการเสื่อมสภาพของผลงานทางศิลปะ เป็นต้น

2.5.3 ผลกระทบต่อพืช อนุภาคฝุ่นละอองในบรรยากาศสามารถตกลงมาสู่พืชแล้วจับเกาะกรังบนส่วนต่างๆ ของพืชโดยเฉพาะใบซึ่งเป็นส่วนที่มีพื้นผิวมากและรับการตกลงมาเกาะของอนุภาคฝุ่นละอองได้ดี ดังนั้นจึงไปขัดขวางการหายใจของพืชทำให้พืชหายใจได้อย่างจำกัดเป็นผลให้ประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงลดลงอนุภาคฝุ่นละอองที่ปิดปากใบยังทำให้เกิดการสะสมความร้อนไว้ภายในมากขึ้นจึงมีส่วนเร่งรัดหรือขัดขวางการเจริญเติบโตของพืชได้และถ้าฝุ่นละอองนั้นมีสารพิษปะปนอยู่ เช่น โลหะหนักหรือปูนซีเมนต์ทำให้พืชจะได้รับพิษเพิ่มจากสารต่างๆ นั้นอีก

2.5.4 ผลกระทบต่อสุขภาพมนุษย์ ฝุ่นละอองนอกจากจะลดความสามารถในการมองเห็นทำให้เกิดความสกปรกและสร้างความเคืองระคายเคืองรำคาญได้

## 2.6 มาตรฐานคุณภาพอากาศ

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

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

Examples of dust deposition stands outside the U.K. (as $\text{mgm}^{-2}\text{d}^{-1}$ )			
Argentina	Annual Average	333	
Australia (W. Australia)	Loss of amenity perceived	133	
Canada	Alberta	Annual Average	180
	Manitoba	Annual Average	153
		(Maximum acceptable)	266
	Newfoundland	(Maximum desirable)	200
		Annual Average	153
	Ontario	Monthly Average	233
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	

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

U.S.A.	Kentucky	Annual Average	196
	Louisiana	Annual Average	262
	Maryland	Annual Average	183
	Mississippi	Monthly Average (above background)	175
	Montana	Annual Average (residential areas)	196
	New York	Daringly 12 months no more than 5% of 30 d values to exceed And 84 % to be below	100
			130
			196
	North Dakota	3 monthly Average	267
	Pennsylvania	Annual Average	500
		Monthly Average	183
Washington	Annual Average	170	
Wyoming	Monthly Average		
<b>Combined weight of dissolved and undissolved deposits</b>			



## 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พงศธร วงษ์ธิ (2550) การศึกษาปริมาณฝุ่นตกรวมปริมาณไอออนในฝุ่นตกรวมและอัตราการกัดกร่อนโลหะจากบรรยากาศในเขตเมืองพิษณุโลก โดยทำการตรวจวัดในพื้นที่เขตเทศบาลนครพิษณุโลก จำนวน 4 จุด ได้แก่ มหาวิทยาลัยนเรศวร ส่วนสนามบิน โรงเรียนศุภราชบุรี ชุมชนบ้านคลอง โรงเรณุน่านเจ้า และบริเวณนอกเขตเทศบาลนครพิษณุโลก 4 จุด ได้แก่มหาวิทยาลัยนเรศวรหนอง อ้อ ตลาดอำเภอวังทอง ศูนย์อนามัยที่ 9 สถานีอนามัยตำบลบ้านกว้าง ทำการเก็บตัวอย่างในช่วงเดือน มิถุนายน 2549 ถึง กุมภาพันธ์ 2550 พบว่า ปริมาณฝุ่นตกรวมในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก มีค่าเฉลี่ย 166.46 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน และปริมาณฝุ่นตกรวมนอกเขตเทศบาลนครพิษณุโลก มีค่าเฉลี่ย 150.87 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ซึ่งเกินค่ามาตรฐานของฝุ่นตกรวมในย่านที่อยู่อาศัย กำหนดไว้ที่ 65-130 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน การศึกษาความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 7.39 ซึ่งไม่มีความเป็นกรด ค่านำไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 15.38  $\mu\text{s}/\text{cm}$  และปริมาณไอออนฝุ่นตกรวมในเขตเมืองพิษณุโลก พบว่าแคลเซียมมีปริมาณสูงสุด มีค่าเฉลี่ย 3.08 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน อันดับรองลงมา ได้แก่ ซัลเฟต มีค่าเฉลี่ย 2.55 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน และปริมาณไอออนฝุ่นตกรวมในเขตเมืองพิษณุโลกมีค่าที่พบ เรียงลำดับ จากมากไปน้อยดังนี้  $\text{Ca}^{2+} > \text{SO}_4^{2-} > \text{NO}_3^- > \text{NH}_4^+ > \text{Cl}^- > \text{K}^+ > \text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+}$  แสดงว่าค่าความเป็นกรดในพื้นที่เขตเมืองพิษณุโลกเกิดจาก ไอออนซัลเฟตและไนเตรตเป็นหลัก โดยมีไอออนแคลเซียมและแอมโมเนียมเป็นตัวบัพเฟออร์ในการลดค่าความเป็นกรด โดยจากการศึกษาพบว่าอัตราการกัดกร่อนของโลหะเรียงจากมากไปน้อย คือ เหล็ก > ทองแดง > สังกะสี โดยพื้นที่ในเขตเทศบาลนครพิษณุโลกจะมีอัตราการกัดกร่อนโลหะที่สูงกว่านอกเขตเทศบาลนครพิษณุโลก

พรพิชัย คลังวิเชียร และคณะ (2545) การศึกษาฝุ่นตกรวมในเขตนครพิษณุโลก ได้ทำการศึกษาปริมาณฝุ่นตกรวมภายในอาคารในเขตเมืองพิษณุโลก โดยทำการเก็บตัวอย่าง 9 จุด กระจายในเขตเมืองพิษณุโลก ได้แก่ บ้านพักอาศัยในเขตเทศบาลนครพิษณุโลก 2 จุด บ้านพักนอกเขตเทศบาลนครพิษณุโลก 2 จุด โรงพยาบาลพระพุทธชินราช สถานีรถไฟพิษณุโลก ห้างสรรพสินค้า Big C สำนักงานวิศวกรรมโยธาฝ่ายวิชาการ อาคารอเนกประสงค์โรงเรียนท่าทองพิทยาคม เป็นเวลา 32 วัน ทำการวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นในอาคารที่เกิดขึ้นแต่ละจุด พบว่า ปริมาณฝุ่นตกรวมภายในอาคารบริเวณอาคารอเนกประสงค์โรงเรียนท่าทองพิทยาคม มีปริมาณฝุ่นตกรวมมากที่สุด 0.00082 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวันและปริมาณฝุ่นตกรวมน้อยที่สุดคือ 0.00065 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน เนื่องจากบริเวณนั้นอยู่ใกล้กับตลาดสดและมีถนนลูกรัง มีสภาพค่อนข้างร้อนในช่วงบ่ายและไม่มีฝนตกและเป็นบริเวณที่คนอยู่อาศัยกันอย่างหนาแน่น และได้ศึกษาปริมาณฝุ่นตกรวมภายนอกอาคาร ในเขตเมือง

พิษณุโลกพบว่า บริเวณป่าจรดเมดลิ่งเวียนสถานีรถไฟพิษณุโลกมีปริมาณฝุ่นตค 153.76 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน เนื่องจากบริเวณดังกล่าวเป็นเส้นทางคมนาคมเป็นวันที่ผู้ใช้รถใช้ถนนทำให้เกิดฝุ่นจากผิวถนนรวมทั้งการก่อสร้างตลาดสดและการปรับปรุงสถานีรถไฟและในวันนั้นอากาศค่อนข้างร้อนในช่วงบ่ายทำให้ปริมาณฝุ่นเพิ่มมากขึ้น

ศลิจิตร์ นัจจิตร และคณะ (2545) การศึกษาปริมาณฝุ่นตคภายนอกอาคารบริเวณเขตเมืองพิษณุโลกซึ่งได้ทำการวางตัวอย่างทั้งหมด 10 จุด โดยแบ่งเป็นบริเวณถนนสายหลักทางสี่แยกเป็นเส้นทางคมนาคมจำนวน 7 จุดและบริเวณย่านการค้าในเขตเทศบาลเมืองพิษณุโลกจำนวน 3 จุดมีลักษณะการวาง 2 แบบ คือ วางในแนวราบ และวางในแนวตั้ง(แนวตั้ง) ทำการเก็บตัวอย่างทุกๆ 1 วัน เป็นเวลา 1 สัปดาห์ และนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาปริมาณฝุ่นตคและเปรียบเทียบปริมาณฝุ่นตคในแต่ละพื้นที่ ซึ่งค่าที่ได้ในแต่ละวันจะแตกต่างกันน้อยสุดถึงมากที่สุด พบว่า บริเวณป่าจรดเมดลิ่งเวียนรถไฟ ซึ่งมีปริมาณถึง 153.76 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ในวันที่ 30 มกราคม 2546 เนื่องจากบริเวณดังกล่าวเป็นเส้นทางคมนาคมเป็นวันที่มีผู้ใช้รถใช้ถนนทำให้เกิดฝุ่นที่ผิวถนน (Road Dust) รวมทั้งการก่อสร้างตลาดสดและการปรับปรุงสถานีรถไฟในวันนี้มีสภาพอากาศค่อนข้างร้อนในช่วงบ่ายทำให้มีปริมาณฝุ่นเพิ่มมากขึ้น ส่วนมากมาจากบริเวณการก่อสร้างตลาดสด

ภัทรกร กำซ้อน และคณะ (2553) การศึกษาการตกสะสมของฝุ่นตคในเขตและบริเวณโดยรอบมหาวิทยาลัยนเรศวร โดยทำการเก็บตัวอย่าง 16 จุด ในเขตมหาวิทยาลัยนเรศวร เก็บตัวอย่าง 8 จุด และ อีก 8 จุดบริเวณโดยรอบมหาวิทยาลัย ในช่วงเดือนกรกฎาคม 2553 ถึงเดือนมกราคม 2554 โดยวิธี Dust Fall Jar เก็บตัวอย่างสะสม 30 วัน พบว่าปริมาณฝุ่นตคในเขตมหาวิทยาลัยนเรศวรที่จุดเก็บตัวอย่างอาคารศูนย์วิจัยฝึกอบรมพลังงาน มีค่ามากที่สุดอยู่ในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2553 โดยมีปริมาณฝุ่น 184.12 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ซึ่งมีค่าเกินมาตรฐานฝุ่นตคในบริเวณย่านที่พักอาศัย 65-130 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน เนื่องจากบริเวณนั้นอยู่ใกล้กับแหล่งอาศัยของนกแปลงทดลองการปลูกพืชสวนครัว ปริมาณฝุ่นตคบริเวณโดยรอบมหาวิทยาลัยนเรศวรพบว่าที่จุดเก็บตัวอย่าง ร้านคังเซน-เคนโก อินเทอร์เน็ตเนชั่นแนลบริเวณประตู 5 มีค่ามากที่สุดอยู่ในช่วงเดือนสิงหาคม 2553 โดยมีปริมาณฝุ่น 100.64 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ซึ่งมีค่าตามมาตรฐานฝุ่นตคบริเวณดังกล่าวเป็นย่านธุรกิจ ตลาดนัดและการจราจรหนาแน่น

กฤษฎา สานธิโพธิ์ และคณะ (2553) การวิจัยนี้ศึกษาการสะสมของฝุ่นตกตามแนวความสูงของอาคารในเมืองพิษณุโลก การเก็บตัวอย่างทั้งหมด 4 จุดในเมืองพิษณุโลกได้แก่ 1.วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีพุทธชินราช 2 .ศาลากลางจังหวัดจังหวัดพิษณุโลก 3. ตึกวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยนเรศวร 4.หอพักจันทร์สุริยาทำการวัดปริมาณฝุ่นตก 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<sup>2</sup>/day มีค่าไม่เกินปริมาณของฝุ่นตกในบริเวณย่านที่อยู่อาศัย 65 ถึง 130 mg/m<sup>2</sup>/day ที่ระดับความสูง 1.5-2.5 เมตร มีปริมาณฝุ่นตกมากกว่าระดับความสูงอื่นๆ เนื่องจากสภาพแวดล้อมรอบๆที่ตั้งอุปกรณ์ที่ตั้งอยู่บริเวณริมถนนใกล้สถานที่ก่อสร้าง ใกล้บริเวณที่อาศัยของนก

## บทที่ 3

### วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตกบริเวณริมถนนภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร มีวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

#### 3.1 พื้นที่ทำการทดลอง

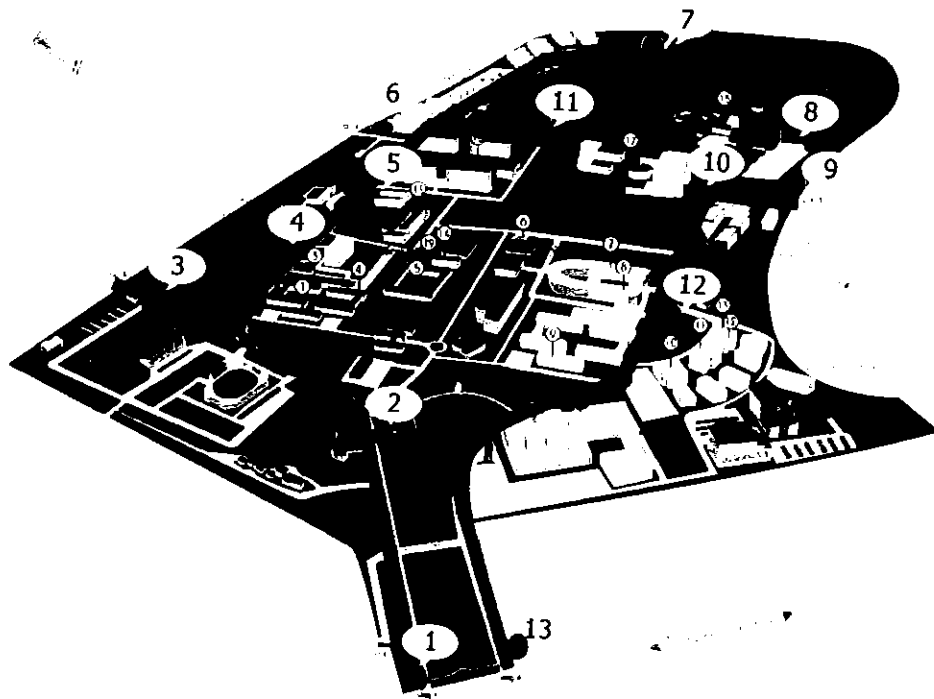
##### 3.1.1 ลักษณะพื้นที่โดยทั่วไป



ภาพที่ 3.1 แผนที่มหาวิทยาลัยนเรศวร

ที่มา: [www.nu.ac.th/c\\_map.php](http://www.nu.ac.th/c_map.php)

ศึกษาบริเวณการตกสะสมของฝุ่น บริเวณริมถนนภายในเขตมหาวิทยาลัยนเรศวร มหาวิทยาลัยนเรศวรมีพื้นที่ประมาณ 1,300 ไร่ ซึ่งอยู่ห่างจากตัวเมืองพิษณุโลกไปทางใต้ประมาณ ประมาณ 10 กิโลเมตร ตั้งอยู่ ณ เลขที่ 99 หมู่ 9 ต.ท่าโพธิ์ อ.เมืองพิษณุโลก จ.พิษณุโลก



ขยายแผนที่ (4961x3508 pixels)

ที่มา: [www.nu.ac.th/c\\_map.php](http://www.nu.ac.th/c_map.php)

ภาพที่ 3.2 แผนที่แสดงจุดเก็บตัวอย่างการตกสะสมของฝุ่นตกบริเวณริมถนนภายในเขตมหาวิทยาลัย

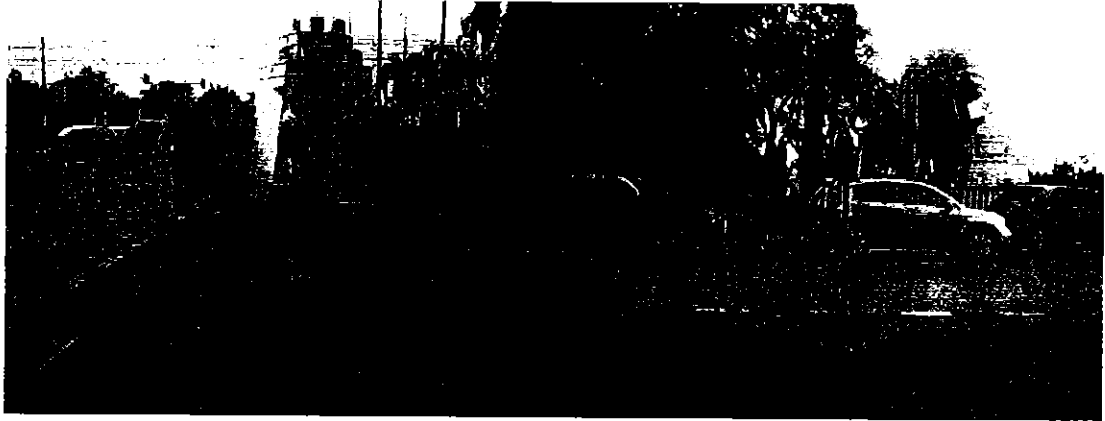
ตารางที่ 3.1 แสดงจุดเก็บตัวอย่างการตกสะสมของฝุ่นตกบริเวณริมถนนภายในเขตมหาวิทยาลัย

จุด	บริเวณ
1	ประตู 1
2	ลานสมเด็จพระ
3	ประตู 5
4	ทางแยกคณะนิติศาสตร์
5	หน้าสระว่ายน้ำมหาวิทยาลัย
6	ประตู 4
7	หอพักนิสิต
8	วิทยาลัยพลังงานทดแทน
9	ประตู 3
10	หน้าภาควิชาคณิตศาสตร์
11	หน้าอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้า
12	คณะแพทยศาสตร์
13	ประตู 2

### 3.2 จุดเก็บตัวอย่าง

#### 3.2.1 จุดเก็บตัวอย่างภายในมหาวิทยาลัยนครสวรรค์ 13 จุด

จุดที่ 1 ประตู่ 1 จุดเก็บตัวอย่างตั้งอยู่บริเวณทางทิศเหนือของมหาวิทยาลัย ห่างจากประตูทางเข้าประมาณ 5 เมตร



ภาพที่ 3.3 แสดงจุดเก็บตัวอย่างจุดที่ 1 ประตู่ 1

จุดที่ 2 ลานสมเด็จพระเจ้าตากสินมหาราช จุดเก็บตัวอย่างตั้งอยู่บริเวณข้างลานสมเด็จพระเจ้าตากสินมหาราชตรงข้ามสถานีวิทยุกระจายเสียงมหาวิทยาลัยนครสวรรค์ประมาณ 50 เมตร



ภาพที่ 3.4 แสดงจุดเก็บตัวอย่างจุดที่ 2 ลานสมเด็จพระเจ้าตากสินมหาราช

จุดที่ 3 ประตูล 5 จุดเก็บตัวอย่างตั้งอยู่บริเวณทางเข้า-ออกทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ของมหาวิทยาลัย ห่างจากประตูทางเข้า-ออกประมาณ 10 เมตร



ภาพที่ 3.5 แสดงจุดเก็บตัวอย่างจุดที่ 3 ประตูล 5

จุดที่ 4 ทางแยกถนนนิติศาสตร์ จุดเก็บตัวอย่างตั้งอยู่บริเวณทางทิศตะวันออกของมหาวิทยาลัย อยู่ห่างจากตรงข้ามทางเข้าคณะนิติศาสตร์ประมาณ 10 เมตร



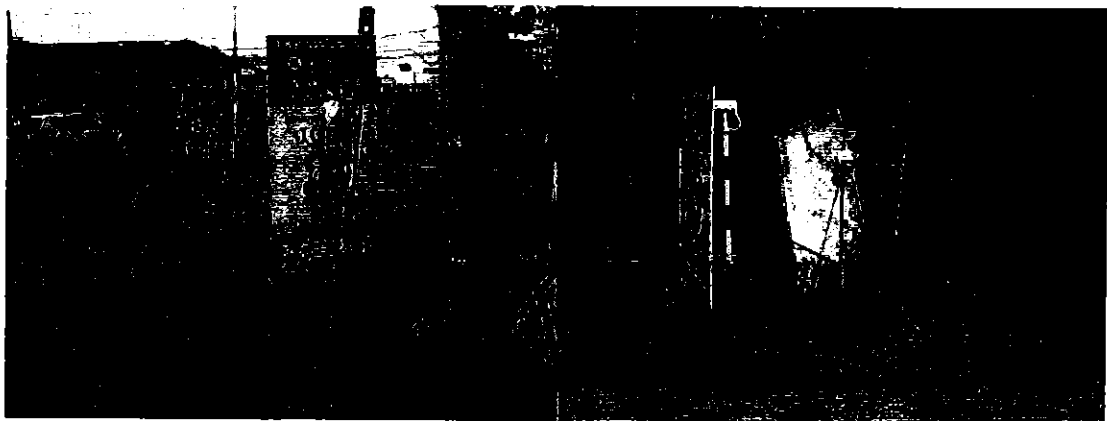
ภาพที่ 3.6 แสดงจุดเก็บตัวอย่างจุดที่ 4 ทางแยกถนนนิติศาสตร์

จุดที่ 5 หน้าสระว่ายน้ำมหาวิทยาลัย จุดเก็บตัวอย่างตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ของทางมหาวิทยาลัย ตั้งอยู่บริเวณทางเข้าสระว่ายน้ำ



ภาพที่ 3.7 แสดงจุดเก็บตัวอย่างจุดที่ 5 หน้าสระว่ายน้ำมหาวิทยาลัย

จุดที่ 6 ประตู 4 จุดเก็บตัวอย่างตั้งอยู่บริเวณทางเข้า-ออกทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ของทางมหาวิทยาลัย ห่างจากประตูเข้า-ออกประมาณ 10 เมตร



ภาพที่ 3.8 แสดงจุดเก็บตัวอย่างจุดที่ 6 ประตู 4



จุดที่ 7 หอพักนิสิต จุดเก็บตัวอย่างตั้งอยู่บริเวณทิศตะวันตกเฉียงเหนือของมหาวิทยาลัย ตั้งอยู่ใกล้กับหอพักนิสิต



ภาพที่ 3.9 แสดงจุดเก็บตัวอย่างจุดที่ 7 หอพักนิสิต

จุดที่ 8 วิทยาลัยพลังงานทดแทน จุดเก็บตัวอย่างตั้งอยู่บริเวณทิศตะวันตกเฉียงเหนือของทาง มหาวิทยาลัย ห่างจากตึกวิทยาลัยพลังงานทดแทนประมาณ 10 เมตร



ภาพที่ 3.10 แสดงจุดเก็บตัวอย่างจุดที่ 8 วิทยาลัยพลังงานทดแทน

จุดที่ 9 ประศู 3 จุดเก็บตัวอย่างตั้งอยู่บริเวณประตูทางเข้า-ออกทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือของมหาวิทยาลัย ห่างจากป้อมยามประมาณ 5 เมตร



ภาพที่ 3.11 แสดงจุดเก็บตัวอย่างจุดที่ 9 ประศู 3

จุดที่ 10 หน้าภาควิชาคณิตศาสตร์ จุดเก็บตัวอย่างตั้งอยู่บริเวณทิศตะวันตกเฉียงเหนือของมหาวิทยาลัย ห่างจากตึกคณิตศาสตร์ ประมาณ 20 เมตร



ภาพที่ 3.12 แสดงจุดเก็บตัวอย่างจุดที่ 10 คณะคณิตศาสตร์

จุดที่ 11 หน้าอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้า จุดเก็บตัวอย่างตั้งอยู่บริเวณทิศตะวันตกของมหาวิทยาลัย ห่างจากอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้าประมาณ 20 เมตร



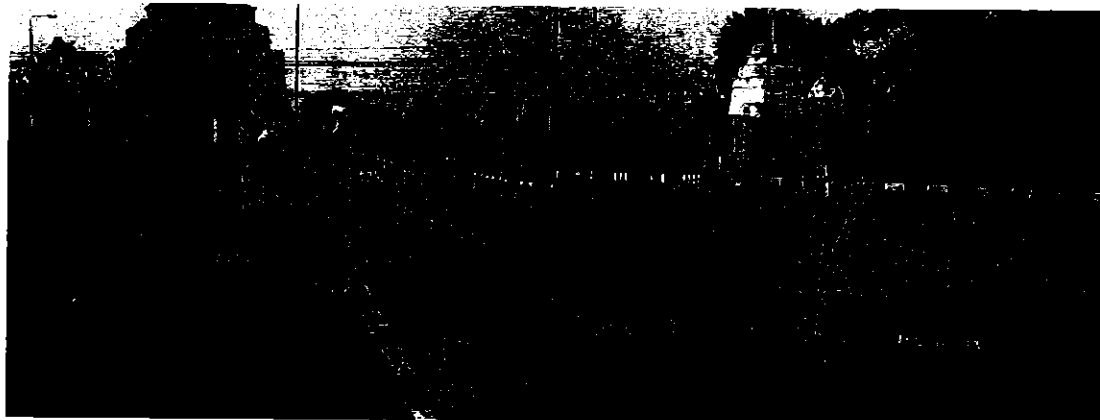
ภาพที่ 3.13 แสดงจุดเก็บตัวอย่างจุดที่ 11 หน้าอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้า

จุดที่ 12 หน้าคณะแพทยศาสตร์ จุดเก็บตัวอย่างตั้งอยู่บริเวณตะวันตกเฉียงของมหาวิทยาลัย ตรงข้ามตึกแพทยศาสตร์ประมาณ 15 เมตร



ภาพที่ 3.14 แสดงจุดเก็บตัวอย่างจุดที่ 12 หน้าคณะแพทยศาสตร์

จุดที่ 13 ประตู่ 2 จุดเก็บตัวอย่างตั้งอยู่บริเวณทิศเหนือของมหาวิทยาลัย ห่างจากประตูเข้า-ออกประมาณ 3 เมตร



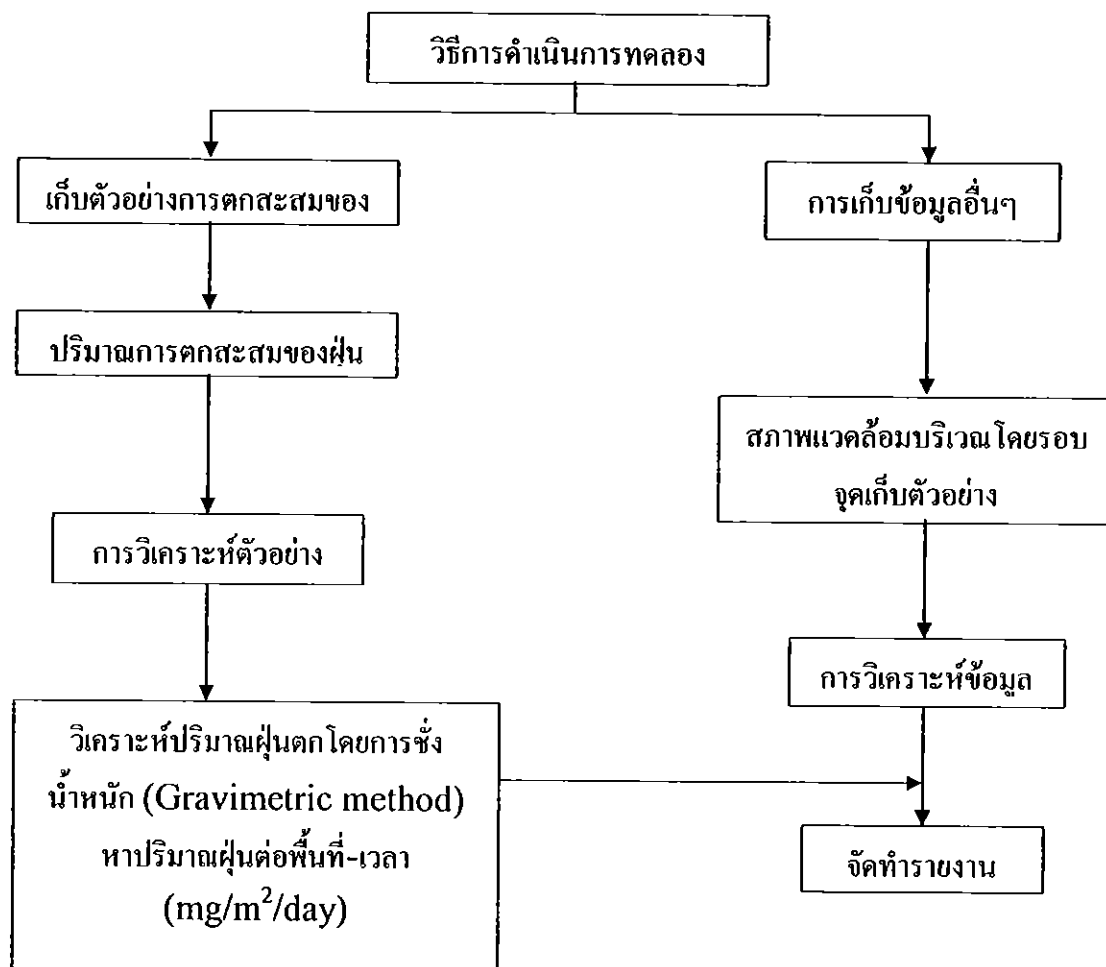
ภาพที่ 3.15 แสดงจุดเก็บตัวอย่างจุดที่ 13 ประตู่ 2

### 3.3 แผนการดำเนินการทดลอง

3.3.1 จุดเก็บตัวอย่างการตกสะสมของฝุ่นตก ในการวิจัยนี้เก็บตัวอย่างการตกสะสมของฝุ่น บริเวณริมถนนภายในเขตมหาวิทยาลัย จากจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด 13 จุด ได้แก่ ประตู 2 ลานสมเด็จพระสังฆราช ประตู 5 ทางแยกถนนนิติศาสตร์ หน้าสระว่ายน้ำมหาวิทยาลัย ประตู 4 หอพักนิสิต มหาวิทยาลัยพลังงานทดแทน ประตู 3 หน้าภาควิชาคณิตศาสตร์ หน้าอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้าคณะแพทยศาสตร์ และประตู 1

ทำการเก็บตัวอย่างการตกสะสมของฝุ่นตก โดยวิธี Dust fall Jar จุดเก็บตัวอย่างละ 6 ตัวอย่าง เป็นเวลา 6 เดือนรวมทั้งสิ้น 78 ตัวอย่างนำมาวิเคราะห์หาปริมาณฝุ่นตก

### 3.4 วิธีการดำเนินการทดลอง



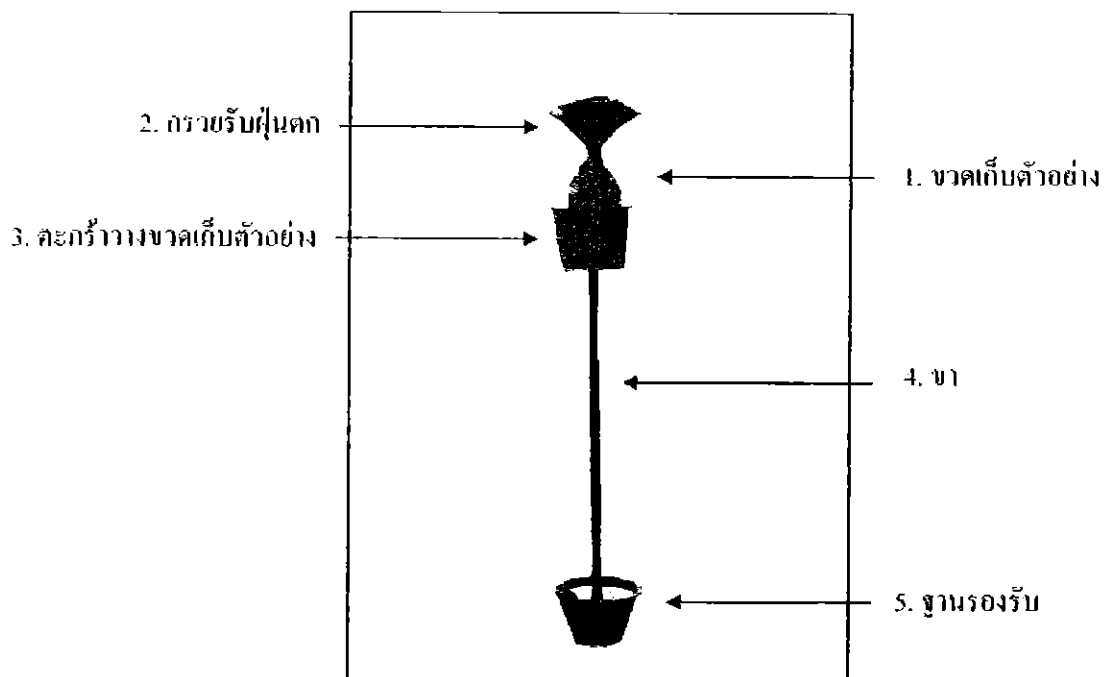
### 3.5 การตรวจวัดปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตก

### 3.5.1 ปริมาณการตกสะสมของฝุ่น โดย Dust Fall Jar วิธีอนุภาคฝุ่นโดยอาศัยแรงโน้มถ่วง หลักการ

ฝุ่นตกเป็นการเก็บตัวอย่างมวลสาร โดยใช้เทคนิคเชิงกราวิเมตริก (Gravimetric) หรือการตกตะกอน (sedimentation) เป็นการเก็บรวบรวมอนุภาคที่มีมวลเพียงพอที่จะตกออกจากบรรยากาศโดยแรงโน้มถ่วงของโลก

#### 3.5.2 อุปกรณ์สำหรับเก็บตัวอย่างอากาศ ประกอบด้วย

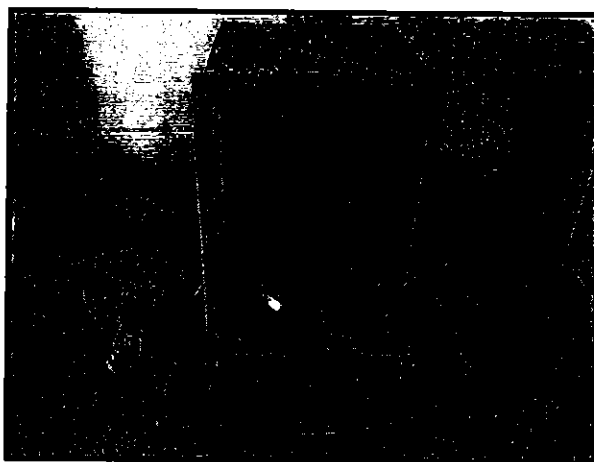
1. ขวดเก็บตัวอย่าง มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 19 เซนติเมตร สูง 22 เซนติเมตร
2. กรวยรับฝุ่นตก ขนาดผ่าศูนย์กลางประมาณ 19 เซนติเมตร
3. ตะกร้าวางขวดเก็บตัวอย่าง เพื่อป้องกันไม่ให้ขวดเก็บตัวอย่างหลุดออกจากฐาน
4. ขา ทำจากท่อ PVC เส้นผ่าศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร สูงประมาณ 120 เซนติเมตร
5. ฐานรองรับ เป็นถังน้ำหล่อด้วยซีเมนต์ ใช้รองรับขา PVC



ภาพที่ 3.16 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างฝุ่นตก Dust Fall Jar

#### 3.5.3 อุปกรณ์สำหรับการตรวจวิเคราะห์ ประกอบด้วย

1. เครื่องซังไฟฟ้าอย่างละเอียด สำหรับซังตัวอย่างฝุ่นตก



ภาพที่ 3.17 เครื่องซังไฟฟ้าอย่างละเอียด

2. คีมคีบปากแบน (Forceps) ชนิดเคลือบด้วยเทฟลอน (Teflon) สำหรับคีบบีกเกอร์
3. ตู้ดูดความชื้น (Desiccator Cabinet) ใช้สำหรับดูดความชื้นของบีกเกอร์ทั้งก่อนและหลังเก็บตัวอย่าง
4. ตู้ควบคุมอุณหภูมิได้ (Hot Air Oven)
5. อ่างปรับอุณหภูมิ (Water Bath) ชนิด 8 หลุม



ภาพที่ 3.18 อ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water Bath)

6. ขวดใส่น้ำกลั่นที่ขจัดไอออนแล้ว (Desionized Water)

7. บีกเกอร์ ขนาดความจุ 500 มิลลิลิตร
8. แท่งแก้วคน ที่ปลายค้อนหนึ่งเป็นพลาสติก (Stirring row with polish man
9. ตะแกรงร่อนขนาด 20 mesh

3.5.4 วิเคราะห์ปริมาณอนุภาคการตกสะสมของฝุ่น วิเคราะห์ปริมาณด้วยวิธีการชั่งน้ำหนัก (Gravimetric methon) การคำนวณหาปริมาณอนุภาคการตกสะสมของฝุ่น โดยมีการวิเคราะห์ดังนี้

การเตรียมด้วยระเหย

1. ทำความสะอาดบีกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตรด้วยน้ำประปา และน้ำกลั่น ตามลำดับ
2. อบให้แห้งในเตาอบ อุณหภูมิ 105 °C ประมาณ 1 ชั่วโมง
3. นำบีกเกอร์ที่อบแล้วใส่ในตู้ควบคุมความชื้น ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น ประมาณ 30 นาที
4. ชั่งน้ำหนักบีกเกอร์เปล่าด้วยเครื่องชั่งละเอียด ทศนิยม 4 ตำแหน่ง แล้วบันทึกน้ำหนักบีกเกอร์ไว้เป็นน้ำหนักบีกเกอร์เปล่าครั้งที่หนึ่ง

วิธีเตรียมตัวอย่างเพื่อหาปริมาณฝุ่น

1. ฉีดน้ำกลั่นรอบๆ ฉนังภาชนะเก็บฝุ่น เพื่อนชะฝุ่นที่ติดตามฉนังภาชนะแล้วใช้แท่งแก้วปาดคน หรือเขี่ยฝุ่นที่ติดรอบๆ และก้นภาชนะ
2. เทสารละลายที่ได้จากข้อ 1. ผ่านตะแกรงร่อนขนาด 20 meshลงในบีกเกอร์ที่ทราบน้ำหนักแล้ว
3. ชะตัวอย่างในภาชนะเก็บประมาณ 2-3 ครั้ง จนกระทั่งภาชนะเก็บตัวอย่างสะอาด
4. นำบีกเกอร์ ที่บรรจุตัวอย่าง ไปตั้งบนอ่างปรับอุณหภูมิได้ (Water Bath) ตั้งอุณหภูมิที่ประมาณ 105 องศาเซลเซียส แล้วระเหยจนสารละลายให้บีกเกอร์แห้ง
5. นำบีกเกอร์ที่สารละลายแห้งแล้ว เข้าตู้อบอุณหภูมิประมาณ 105 องศา เข้าตู้ควบคุมความชื้น แล้วชั่งหาน้ำหนักของฝุ่น
6. คำนวมน้ำหนักฝุ่น จากผลต่างระหว่างน้ำหนักบีกเกอร์ที่มีตัวอย่างฝุ่นกับน้ำหนักบีกเกอร์เปล่า
7. รายงานผลการวิเคราะห์ในหน่วยน้ำหนัก/พื้นที่ของปากภาชนะ/ระยะเวลาเก็บ



การคำนวณหาปริมาณอนุภาคการตกสะสมของฝุ่นหาได้จากสูตร ดังนี้

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

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

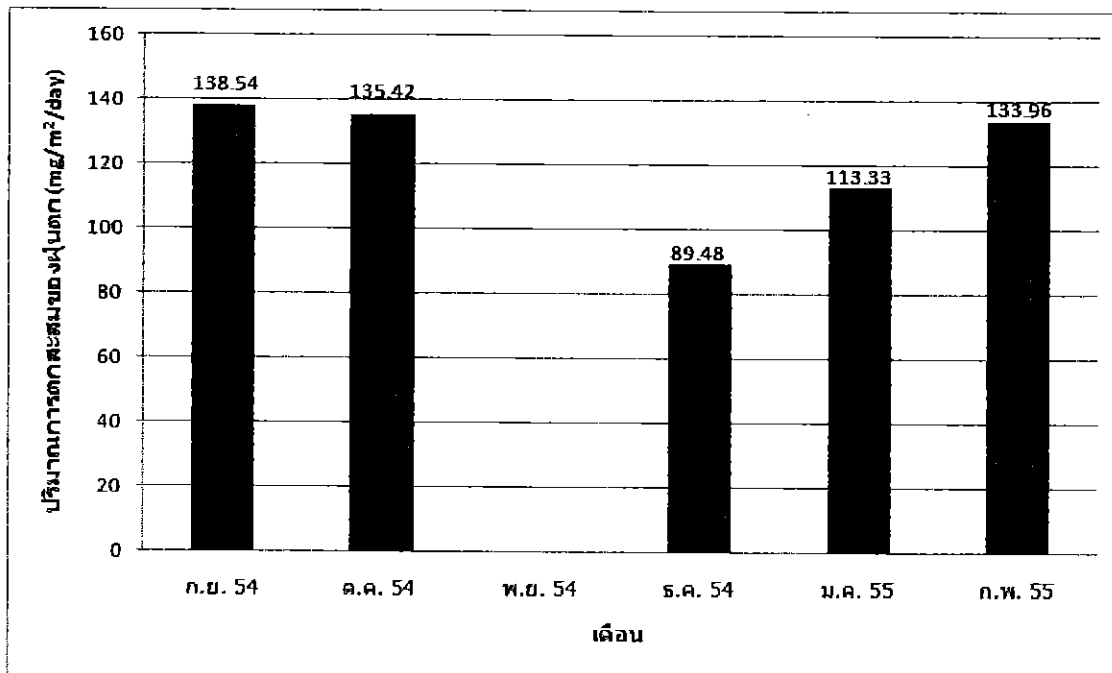
## บทที่ 4

### ผลการทดลองและวิเคราะห์

การศึกษาปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตบบริเวณริมถนนภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร โดยทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 13 จุด ได้แก่ ประตู่ 1 ลานสมเด็จพระประตู่ 5 ทางแยกคณะนิติศาสตร์ หน้าสะพานข้ามมหาวิทยาลัย ประตู่ 4 หอพักนิสิต วิทยาลัยพลังงานทดแทน ประตู่ 3 หน้าภาควิชาคณิตศาสตร์ หน้าอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้า หน้าคณะแพทยศาสตร์ และ ประตู่ 2 ได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้

## 4.1 ปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตลบบริเวณริมถนนภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร

### 4.1.1 ประตู่ 1



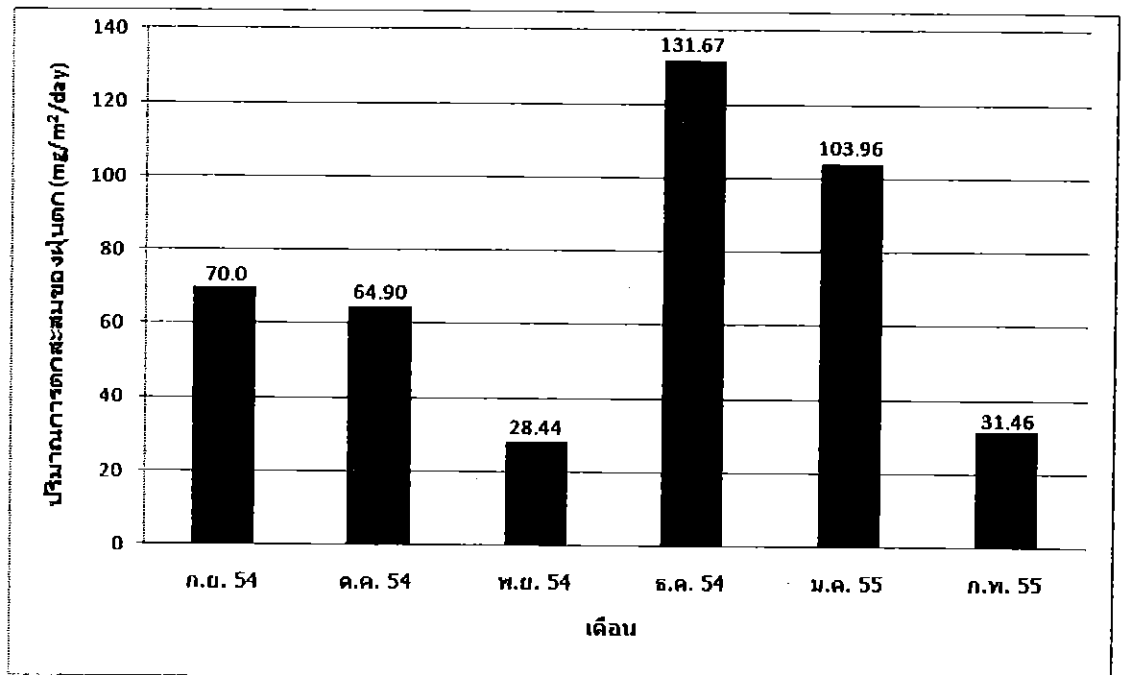
ภาพที่ 4.1 ปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตลบบริเวณประตู่ 1

หมายเหตุ เดือนพฤศจิกายน 2554 ไม่นำมาคำนวณเนื่องจากตัวอย่างมีการปะปนของเกสรดอกไม้

ประตู่ 1 จุดเก็บตัวอย่างตั้งอยู่บริเวณทางทิศเหนือของมหาวิทยาลัย ห่างจากประตูทางเข้าประมาณ 5 เมตร ปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตลบบริเวณประตู่ 1 พบว่ามีค่ามากที่สุดอยู่ในช่วงเดือนกันยายน 2554 โดยมีปริมาณฝุ่น 138.54 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน ซึ่งมีค่าเกินมาตรฐานฝุ่นตลบในบริเวณย่านที่พักอาศัย 65-130 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน (วงค์พันธ์ ลิมปเสนีย์และคณะ, (2540)) มีค่าน้อยสุดในช่วงเดือนธันวาคม 2554 โดยมีปริมาณฝุ่น 89.48 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน ซึ่งมีค่าไม่เกินมาตรฐานฝุ่นตลบในบริเวณย่านที่พักอาศัย 65-130 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 122.15 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน ซึ่งมีค่าไม่เกินมาตรฐานฝุ่นตลบในบริเวณย่านที่พักอาศัย

จุดเก็บตัวอย่างการตกสะสมของฝุ่นตลบบริเวณประตู่ 1 มีค่าเกินมาตรฐานฝุ่นตลบในบริเวณย่านที่พักอาศัยทั้งหมด 3 ค่าใน 5 ตัวอย่างได้แก่ตัวอย่าง เดือนกันยายน-ตุลาคม 2554 และเดือนกุมภาพันธ์ 2555 เนื่องจากบริเวณดังกล่าวมีการจราจรเข้า-ออกเป็นประจำของยานพาหนะเป็นประจำ

#### 4.1.2 ลานสมเด็จ

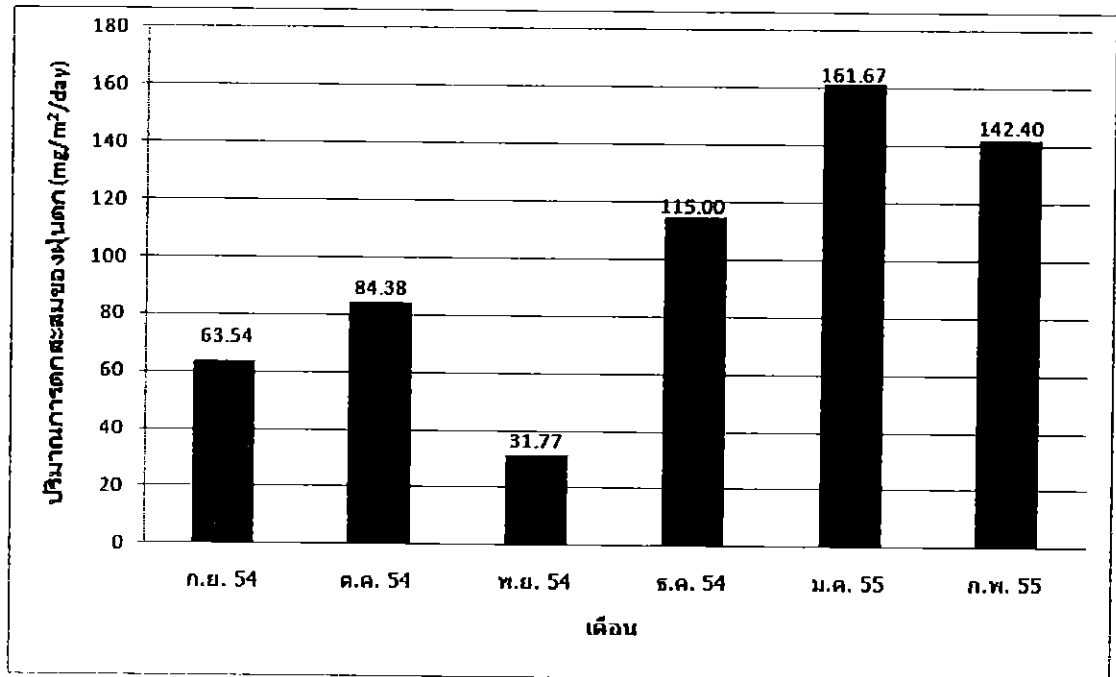


ภาพที่ 4.2 ปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตกบริเวณลานสมเด็จ

ลานสมเด็จจุดเก็บตัวอย่างตั้งอยู่บริเวณข้างลานสมเด็จตรงข้ามสถานีวิทยุวิทยุกระจายเสียงมหาวิทยาลัยนเรศวรประมาณ 50 เมตร ปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตกบริเวณลานสมเด็จ พบว่ามีค่ามากที่สุดอยู่ในช่วงเดือนธันวาคม 2554 โดยมีปริมาณฝุ่น 131.67 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน ซึ่งมีค่าเกินมาตรฐานฝุ่นตกในบริเวณย่านที่พักอาศัย 65-130 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน (วงศ์พันธ์ ติมปี เสนีย์และคณะ,(2540)) และมีค่าน้อยสุดในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2554 โดยมีปริมาณฝุ่น 28.44 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน ซึ่งมีค่าไม่เกินมาตรฐานฝุ่นตกในบริเวณย่านที่พักอาศัย 65-130 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 71.74 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน ซึ่งมีค่าไม่เกินมาตรฐานฝุ่นตกในบริเวณย่านที่พักอาศัย

จุดเก็บตัวอย่างการตกสะสมของฝุ่นตกบริเวณลานสมเด็จมีค่าเกินมาตรฐานฝุ่นตกในบริเวณย่านที่พักอาศัยทั้งหมด 1 ค่าใน 6 ตัวอย่าง คือตัวอย่างเดือนธันวาคม 2554 เนื่องจาก ในช่วงเดือนธันวาคมทางมหาวิทยาลัยนเรศวร ได้มีพิธีประทานปริญญาบัตร จึงได้มีการสวนปรับภูมิทัศน์ของพื้นที่โดยรอบลานสมเด็จ

## 4.1.3 ประตู่ 5

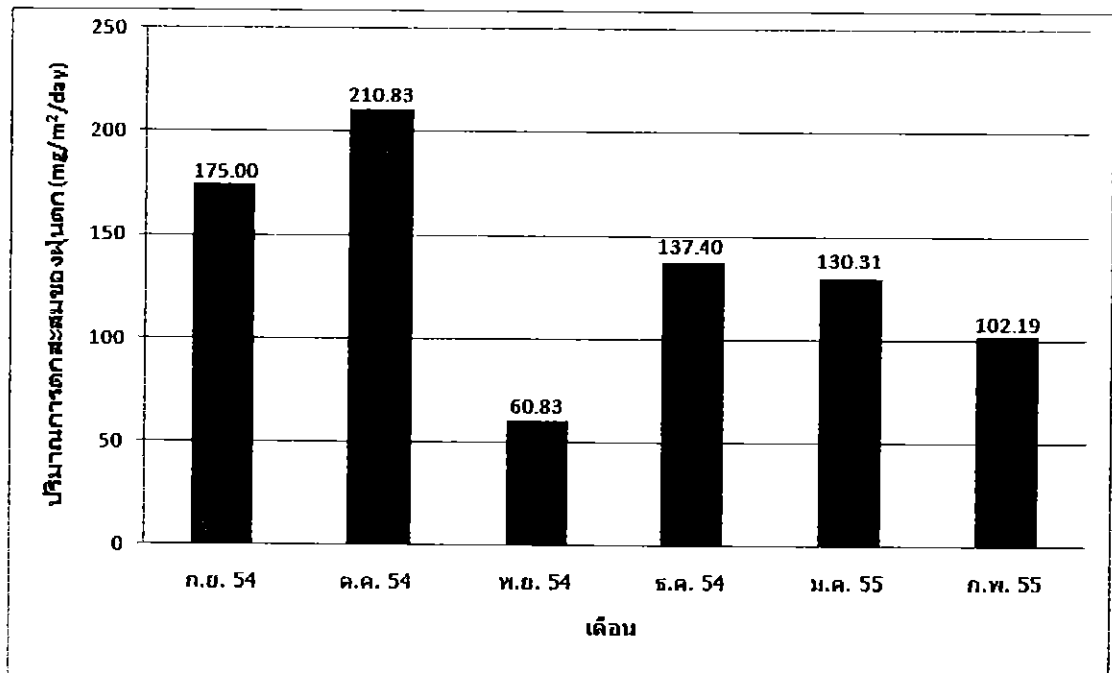


ภาพที่ 4.3 ปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตกบริเวณประตู่ 5

ประตู่ 5 จุดเก็บตัวอย่างตั้งอยู่บริเวณทางเข้า-ออกทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ของมหาวิทยาลัย ห่างจากประตูทางเข้า-ออกประมาณ 10 เมตร ปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตกบริเวณประตู่ 5 พบว่ามีค่ามากที่สุดอยู่ในช่วงเดือนมกราคม 2555 โดยมีปริมาณฝุ่น 161.67 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน ซึ่งมีค่าเกินมาตรฐานฝุ่นตกในบริเวณย่านที่พักอาศัย 65-130 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน (วงศ์พันธ์ ลิ้มปเสนีย์และคณะ, 2540)) และมีค่าน้อยสุดในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2554 โดยมีปริมาณฝุ่น 31.77 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน ซึ่งมีค่าไม่เกินมาตรฐานฝุ่นตกในบริเวณย่านที่พักอาศัย 65-130 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 99.79 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน ซึ่งมีค่าไม่เกินมาตรฐานฝุ่นตกในบริเวณย่านที่พักอาศัย

จุดเก็บตัวอย่างการตกสะสมของฝุ่นตกบริเวณประตู่ 5 มีค่าเกินมาตรฐานฝุ่นตกในบริเวณย่านที่พักอาศัยทั้งหมด 2 ค่าใน 6 ตัวอย่าง ได้แก่ตัวอย่างเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ 2555 เนื่องจากบริเวณดังกล่าวมีการสัญจรเข้า-ออกของยานพาหนะเป็นประจำ

#### 4.1.4 ทางแยกคณะนิติศาสตร์

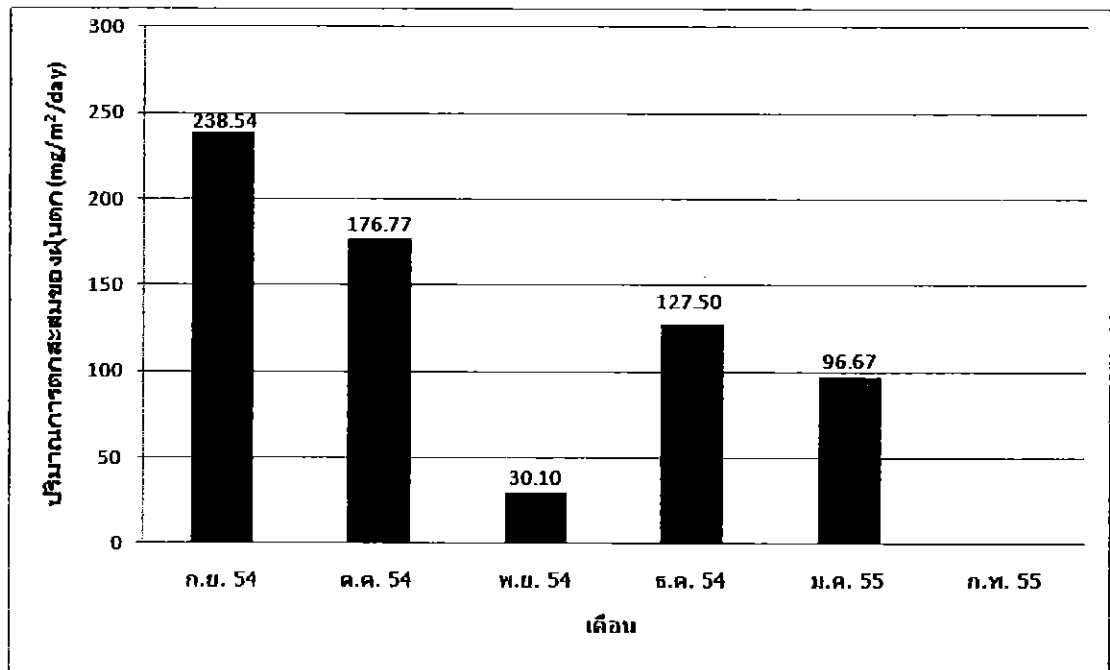


ภาพที่ 4.4 ปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตกลบริเวณทางแยกคณะนิติศาสตร์

แยกคณะนิติศาสตร์ จุดเก็บตัวอย่างตั้งอยู่บริเวณทางทิศตะวันออกของมหาวิทยาลัย อยู่ห่างจากตรงข้ามทางเข้าคณะนิติศาสตร์ประมาณ 10 เมตร ปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตกลบริเวณทางแยกคณะนิติศาสตร์ พบว่ามีค่ามากที่สุดอยู่ในช่วงเดือนตุลาคม 2554 โดยมีปริมาณฝุ่น 210.83 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน ซึ่งมีค่าเกินมาตรฐานฝุ่นตกลในบริเวณย่านที่พักอาศัย 65-130 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน (วงค์พันธ์ ลิมปเสนีย์และคณะ, 2540) และมีค่าน้อยสุดในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2554 โดยมีปริมาณฝุ่น 60.83 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน ซึ่งมีค่าไม่เกินมาตรฐานฝุ่นตกลในบริเวณย่านที่พักอาศัย 65-130 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 136.09 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน ซึ่งมีค่าเกินมาตรฐานฝุ่นตกลในบริเวณย่านที่พักอาศัย

จุดเก็บตัวอย่างการตกสะสมของฝุ่นตกลบริเวณแยกคณะนิติศาสตร์ มีค่าเกินมาตรฐานฝุ่นตกลในบริเวณย่านที่พักอาศัยทั้งหมด 4 ค่าใน 6 ตัวอย่างได้แก่ตัวอย่างเดือน กันยายน ตุลาคม ธันวาคม 2554 และเดือน มกราคม 2555 เนื่องจากบริเวณดังกล่าวมียานพาหนะสัญจรเป็นประจำและพื้นที่ใกล้เคียงเป็นสนามฟุตบอลอาจเกิดฝุ่นจากการทำกิจกรรมดังกล่าวได้

#### 4.1.5 ฝุ่นละอองน้ำมหาวิทยาลัย



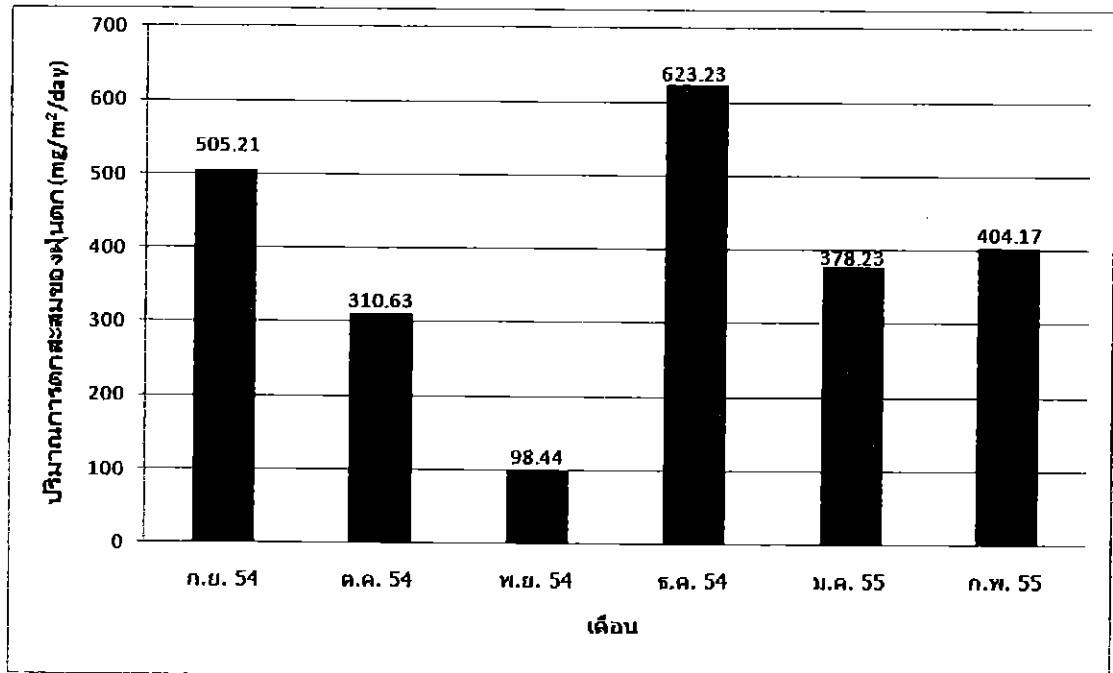
ภาพที่ 4.5 ปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตกรวมบริเวณหน้ามหาวิทยาลัย

หมายเหตุ เดือนกุมภาพันธ์ 2555 ไม่ได้เก็บตัวอย่าง

หน้ามหาวิทยาลัย จุดเก็บตัวอย่างตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ของทางมหาวิทยาลัยตั้งอยู่บริเวณทางเข้าสระว่ายน้ำ ปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตกรวมบริเวณหน้ามหาวิทยาลัย พบว่ามีค่ามากที่สุดอยู่ในช่วงเดือนกันยายน 2554 โดยมีปริมาณฝุ่น 238.54 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน ซึ่งมีค่าเกินมาตรฐานฝุ่นตกรวมในบริเวณย่านที่พักอาศัย 65-130 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน (วงศ์พันธ์ ลิ้มปเสนีย์และคณะ, 2540) และมิต่ำน้อยสุดในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2554 โดยมีปริมาณฝุ่น 30.10 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน ซึ่งมีค่าไม่เกินมาตรฐานฝุ่นตกรวมในบริเวณย่านที่พักอาศัย 65-130 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 133.92 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน ซึ่งมีค่าเกินมาตรฐานฝุ่นตกรวมในบริเวณย่านที่พักอาศัย

จุดเก็บตัวอย่างการตกสะสมของฝุ่นตกรวมแยกคณะนิติศาสตร์ มีค่าเกินมาตรฐานฝุ่นตกรวมในบริเวณย่านที่พักอาศัยทั้งหมด 2 ค่าใน 5 ตัวอย่าง ได้แก่ ตัวอย่างเดือน กันยายน-ตุลาคม 2554 เนื่องจากบริเวณดังกล่าวมียานพาหนะสัญจรผ่านเป็นประจำ

## 4.1.6 ประตู่ 4



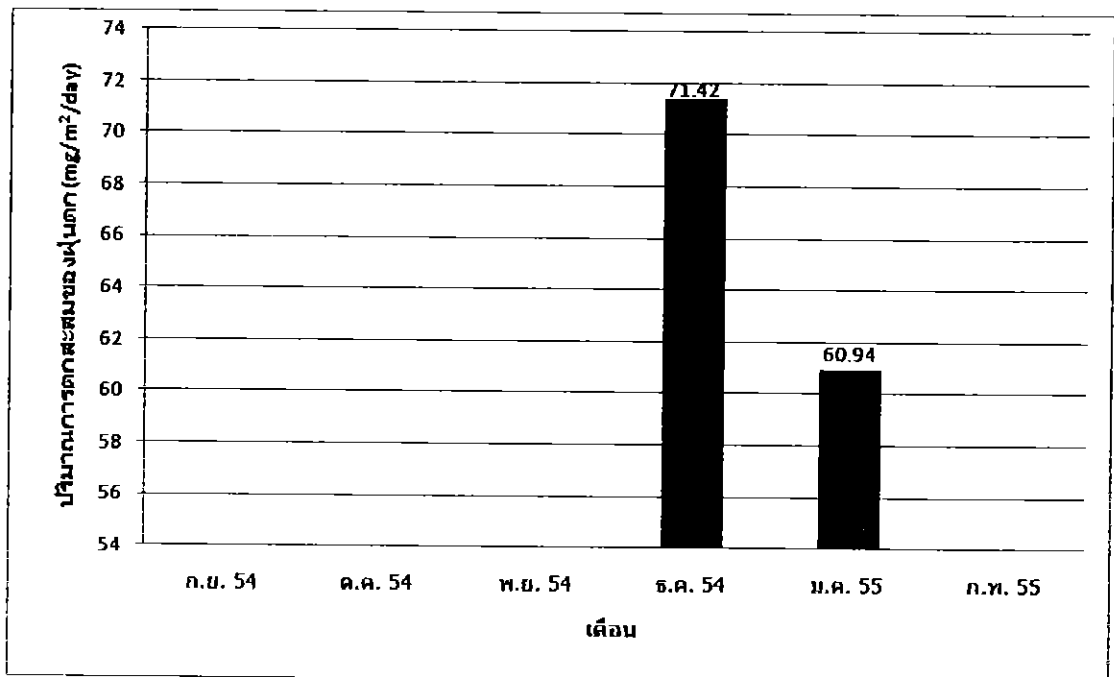
ภาพที่ 4.6 ปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตกบริเวณประตู่ 4

ประตู่ 4 จุดเก็บตัวอย่างตั้งอยู่บริเวณทางเข้า-ออกทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ของทางมหาวิทยาลัย ห่างจากประตูเข้า-ออกประมาณ 10 เมตร ปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตกบริเวณประตู่ 4 พบว่ามีค่ามากที่สุดอยู่ในช่วงเดือนธันวาคม 2554 โดยมีปริมาณฝุ่น 623.23 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน ซึ่งมีค่าเกินมาตรฐานฝุ่นตกในบริเวณย่านที่พักอาศัย 65-130 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน (วงค์พื้นที่ลิมปเสนีย์และคณะ, 2540) และมีค่าน้อยสุดในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2554 โดยมีปริมาณฝุ่น 98.44 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน ซึ่งมีค่าไม่เกินมาตรฐานฝุ่นตกในบริเวณย่านที่พักอาศัย 65-130 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 386.65 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน ซึ่งมีค่าเกินมาตรฐานฝุ่นตกในบริเวณย่านที่พักอาศัย

จุดเก็บตัวอย่างการตกสะสมของฝุ่นตกบริเวณประตู่ 4 มีค่าเกินมาตรฐานฝุ่นตกในบริเวณย่านที่พักอาศัยทั้งหมด 5 ค่าใน 6 ตัวอย่าง ได้แก่ตัวอย่างเดือน กันยายน ตุลาคม ธันวาคม 2554 และเดือน มกราคม-กุมภาพันธ์ 2555 เนื่องจากบริเวณดังกล่าวเป็นประตูหลักที่มียานพาหนะสัญจรเข้า-ออกหนาแน่น



#### 4.1.7 หอพักนิสิต



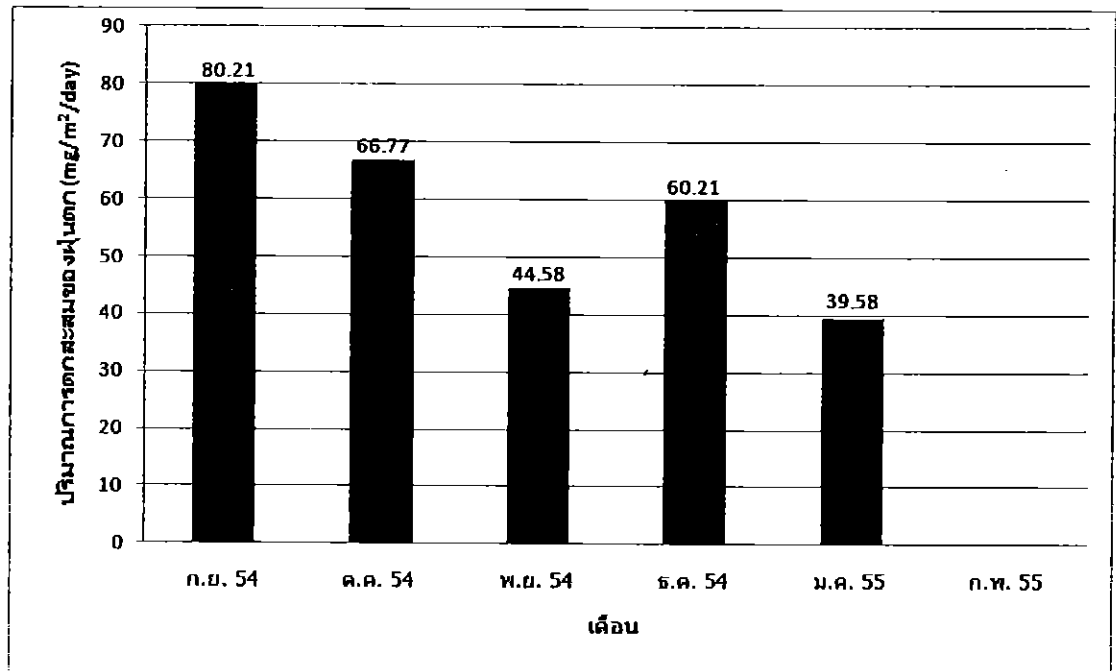
ภาพที่ 4.7 ปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตกรวมบริเวณหอพักนิสิต

หมายเหตุ เดือนกันยายน-พฤศจิกายน 2554 ไม่สามารถเก็บตัวอย่างได้เนื่องจากอุปสรรคบางอย่างหายไปและเดือนกุมภาพันธ์ 2555 ไม่ได้เก็บตัวอย่าง

หอพักนิสิต จุดเก็บตัวอย่างตั้งอยู่บริเวณทิศตะวันตกเฉียงเหนือของมหาวิทยาลัย ตั้งอยู่บริเวณลานจอดรถ ใกล้กับหอพักนิสิต ปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตกรวมบริเวณหอพักนิสิต พบว่ามีค่ามากที่สุดอยู่ในช่วงเดือนธันวาคม 2554 โดยมีปริมาณฝุ่น 71.42 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน ซึ่งมีค่าไม่เกินมาตรฐานฝุ่นตกรวมในบริเวณย่านที่พักอาศัย 65-130 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน (วงค์พื้นที่ ลิมปเตนีย์และคณะ, 2540) และมีค่าน้อยสุดในช่วงเดือนมกราคม 2555 โดยมีปริมาณฝุ่น 60.94 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน ซึ่งมีค่าไม่เกินมาตรฐานฝุ่นตกรวมในบริเวณย่านที่พักอาศัย 65-130 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 66.18 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน ซึ่งมีค่าไม่เกินมาตรฐานฝุ่นตกรวมในบริเวณย่านที่พักอาศัย

จุดเก็บตัวอย่างการตกสะสมของฝุ่นตกรวมบริเวณหอพักนิสิต มีค่าต่ำกว่าค่าฝุ่นตกรวมในย่านที่พักอาศัย เนื่องจากบริเวณดังกล่าวเป็นที่โล่งและไม่ค่อยมียานพาหนะสัญจรจึงทำให้ฝุ่นบริเวณนี้มีค่าไม่เกินมาตรฐานฝุ่นตกรวมในบริเวณย่านที่พักอาศัย

#### 4.1.8 วิทยาลัยพลังงานทดแทน

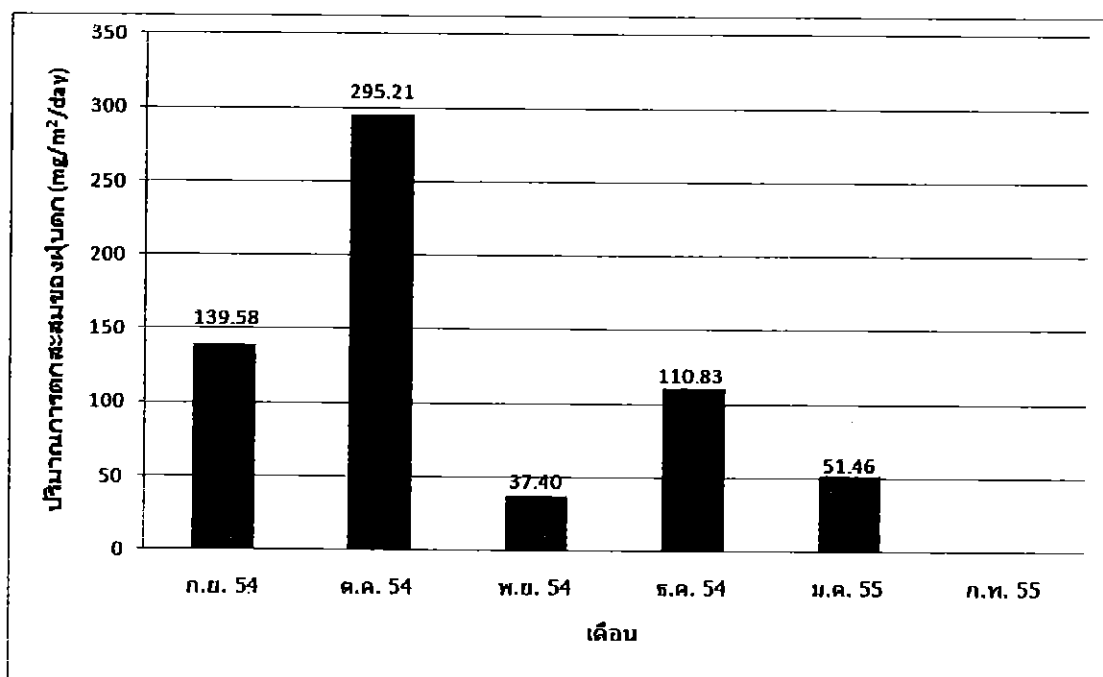


ภาพที่ 4.8 ปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตกบริเวณวิทยาลัยพลังงานทดแทน

หมายเหตุ เดือนกุมภาพันธ์ 2555 ไม่เก็บตัวอย่าง

วิทยาลัยพลังงานทดแทน จุดเก็บตัวอย่างตั้งอยู่บริเวณทิศตะวันตกเฉียงเหนือของทางมหาวิทยาลัย ห่างจากตึกวิทยาลัยพลังงานทดแทนประมาณ 10 เมตร ปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตกบริเวณวิทยาลัยพลังงานทดแทน พบว่ามีค่ามากที่สุดอยู่ในช่วงเดือนกันยายน 2554 โดยมีปริมาณฝุ่น 80.21 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน ซึ่งมีค่าไม่เกินมาตรฐานฝุ่นตกในบริเวณย่านที่พักอาศัย 65-130 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน (วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์และคณะ, 2540) และมีค่าน้อยสุดในช่วงเดือนมกราคม 2555 โดยมีปริมาณฝุ่น 39.58 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน ซึ่งมีค่าไม่เกินมาตรฐานฝุ่นตกในบริเวณย่านที่พักอาศัย 65-130 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 58.27 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน ซึ่งมีค่าไม่เกินมาตรฐานฝุ่นตกในบริเวณย่านที่พักอาศัย เนื่องจากบริเวณดังกล่าวไม่ค่อยมียานพาหนะสัญจรจึงทำให้ฝุ่นบริเวณนี้ไม่เกินมาตรฐานฝุ่นตกในบริเวณย่านที่พักอาศัย

## 4.1.9 ประตู่ 3

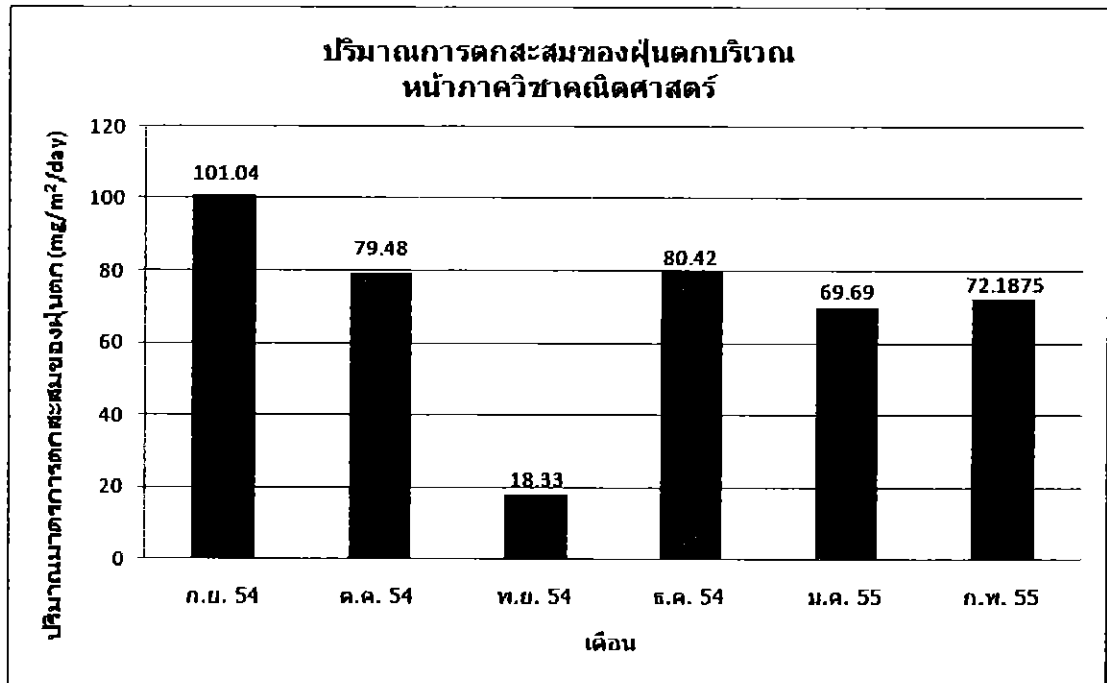


ภาพที่ 4.9 ปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตกบริเวณประตู่ 3  
หมายเหตุ เดือนกุมภาพันธ์ 2555 ไม่ได้เก็บตัวอย่าง

ประตู่ 3 จุดเก็บตัวอย่างตั้งอยู่บริเวณประตูทางเข้า-ออกทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือของมหาวิทยาลัย ห่างจากป้อมยามประมาณ 5 เมตร ปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตกบริเวณวิทยาลัยพลังงานทดแทน พบว่ามีค่ามากที่สุดอยู่ในช่วงเดือนตุลาคม 2554 โดยมีปริมาณฝุ่น 295.21 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน ซึ่งมีค่าเกินมาตรฐานฝุ่นตกในบริเวณย่านที่พักอาศัย 65-130 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน (วงค์พื้นที่ ลิมปเสนีย์และคณะ, (2540)) และมีค่าน้อยสุดในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2554 โดยมีปริมาณฝุ่น 37.40 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน ซึ่งมีค่าไม่เกินมาตรฐานฝุ่นตกในบริเวณย่านที่พักอาศัย 65-130 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 129.90 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน ซึ่งมีค่าไม่เกินมาตรฐานฝุ่นตกในบริเวณย่านที่พักอาศัย

จุดเก็บตัวอย่างการตกสะสมของฝุ่นตกบริเวณประตู่ 3 มีค่าเกินมาตรฐานฝุ่นตกในบริเวณย่านที่พักอาศัยทั้งหมด 1 ค่าใน 5 ตัวอย่าง คือตัวอย่างเดือนตุลาคม 2554 เนื่องจากจุดเก็บตัวอย่างตั้งอยู่ใกล้ต้นไม้ทำให้เกิดเงาของต้นไม้ตกลงในอุปกรณ์เก็บฝุ่นตกและมีการจราจรเข้า-ออกของยานพาหนะ

#### 4.1.10 หน้าภาควิชาคณิตศาสตร์

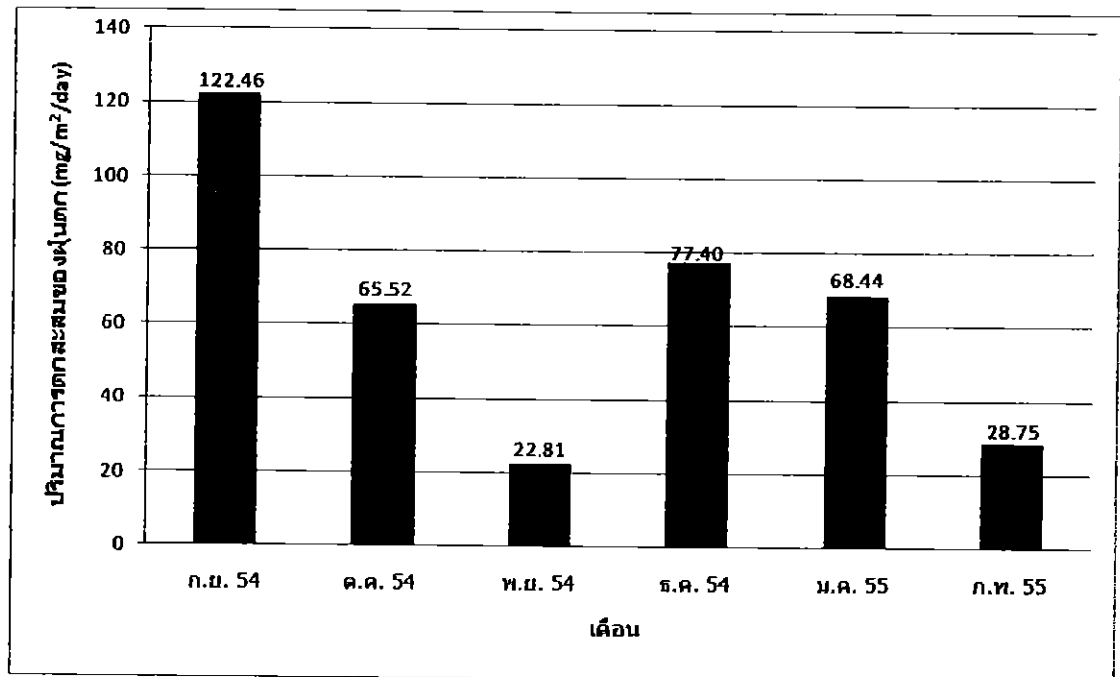


ภาพที่ 4.10 ปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตกรบริเวณหน้าภาควิชาคณิตศาสตร์

หน้าภาควิชาคณิตศาสตร์ จุดเก็บตัวอย่างตั้งอยู่บริเวณทิศตะวันตกเฉียงเหนือของมหาวิทยาลัย ห่างจากตึกคณิตศาสตร์ ประมาณ 20 เมตร ปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตกรบริเวณหน้าภาควิชาคณิตศาสตร์ พบว่ามีค่ามากที่สุดอยู่ในช่วงเดือนกันยายน 2554 โดยมีปริมาณฝุ่น 101.04 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน ซึ่งมีค่าไม่เกินมาตรฐานฝุ่นตกรในบริเวณย่านที่พักอาศัย 65-130 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน (วงค์พันธ์ ลิมปเสนีย์และคณะ, 2540) และมีค่าน้อยสุดในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2554 โดยมีปริมาณฝุ่น 18.33 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน ซึ่งมีค่าไม่เกินมาตรฐานฝุ่นตกรในบริเวณย่านที่พักอาศัย 65-130 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 70.29 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน ซึ่งมีค่าไม่เกินมาตรฐานฝุ่นตกรในบริเวณย่านที่พักอาศัย

จุดเก็บตัวอย่างการตกสะสมของฝุ่นตกรบริเวณหน้าภาควิชาคณิตศาสตร์ มีค่าต่ำกว่าค่าฝุ่นตกรในย่านที่พักอาศัย เนื่องจากบริเวณดังกล่าวมียานพาหนะสัญจรปานกลางจึงทำให้ฝุ่นบริเวณนี้ไม่เกินมาตรฐานฝุ่นตกรในบริเวณย่านที่พักอาศัย

#### 4.1.11 หน้าอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้า

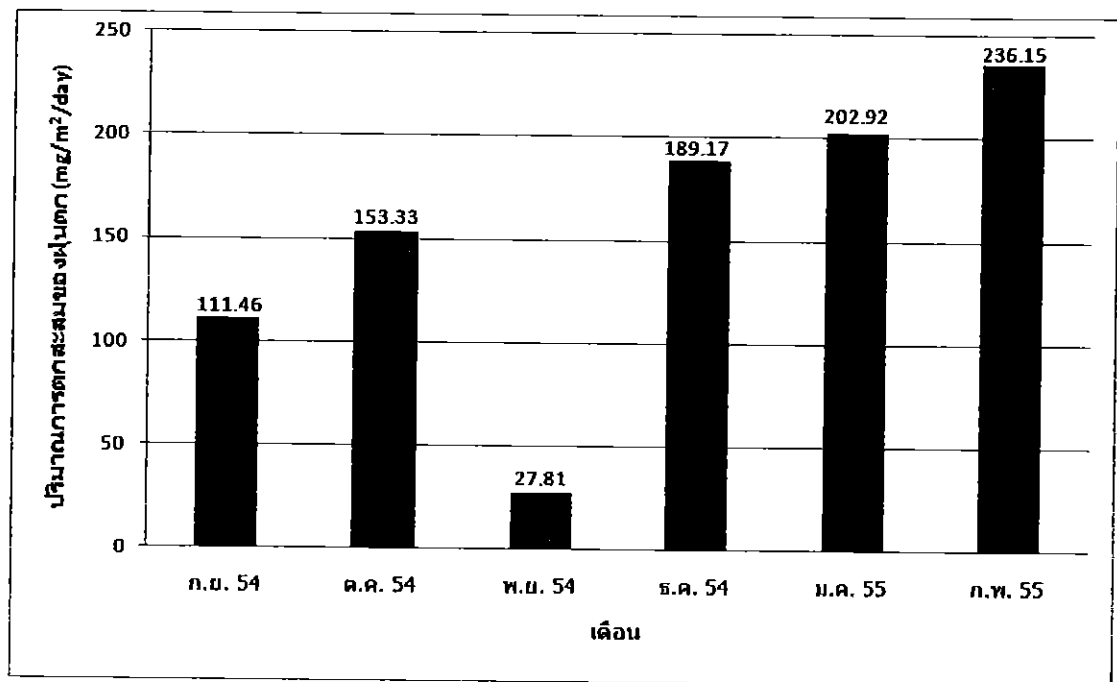


ภาพที่ 4.11 ปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตกบริเวณหน้าอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้า

หน้าอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้า จุดเก็บตัวอย่างตั้งอยู่บริเวณทิศตะวันตกของมหาวิทยาลัย ห่างจากอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้าประมาณ 20 เมตร ปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตกบริเวณหน้าภาควิชาคณิตศาสตร์ พบว่ามีค่ามากที่สุดอยู่ในช่วงเดือนกันยายน 2554 โดยมีปริมาณฝุ่น 136.46 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน ซึ่งมีค่าเกินมาตรฐานฝุ่นตกในบริเวณย่านที่พักอาศัย 65-130 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน (วงค์พื้นที่ ลิมปเสนีย์และคณะ, 2540) และมีค่าน้อยสุดในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2554 โดยมีปริมาณฝุ่น 22.81 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน ซึ่งมีค่าไม่เกินมาตรฐานฝุ่นตกในบริเวณย่านที่พักอาศัย 65-130 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 64.23 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน ซึ่งมีค่าไม่เกินมาตรฐานฝุ่นตกในบริเวณย่านที่พักอาศัย

จุดเก็บตัวอย่างการตกสะสมของฝุ่นตกบริเวณหน้าอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้า มีค่าสอดคล้องกับฝุ่นตกในย่านที่พักอาศัย เนื่องจากบริเวณถนนที่ใช้ในการสัญจรตรงจุดเก็บตัวอย่างไม่ค่อยมีฝุ่นบนพื้นผิวถนนมาก เพราะฉะนั้นการฟุ้งกระจายของฝุ่นจากการคมนาคมจึงมีค่าไม่เกินมาตรฐานฝุ่นตกในบริเวณย่านที่พักอาศัย

#### 4.1.12 น้ำก้นบ่อแพทยศาสตร์

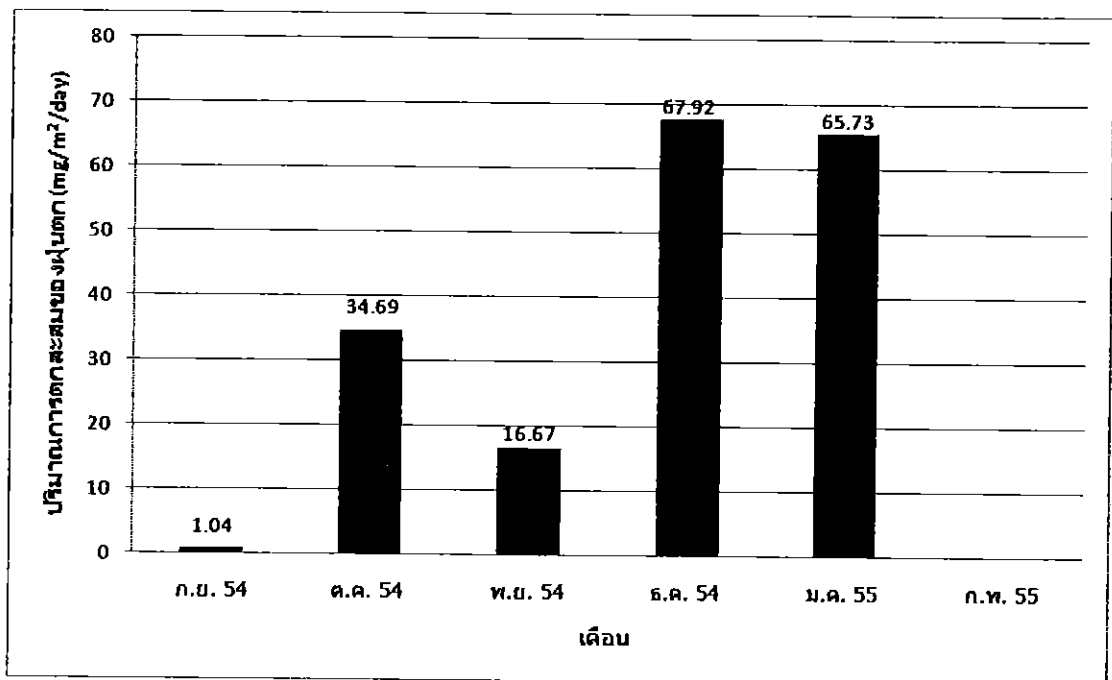


ภาพที่ 4.12 ปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตกบริเวณน้ำก้นบ่อแพทยศาสตร์

น้ำก้นบ่อแพทยศาสตร์ จุดเก็บตัวอย่างตั้งอยู่บริเวณตะวันตกเฉียงของมหาวิทยาลัย ตรงข้ามตึกแพทยศาสตร์ประมาณ 15 เมตร ปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตกบริเวณหน้าภาควิชาคณิตศาสตร์ พบว่ามีค่ามากที่สุดอยู่ในช่วงเดือนมกราคม 2555 โดยมีปริมาณฝุ่น 202.92 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน ซึ่งมีค่าเกินมาตรฐานฝุ่นตกในบริเวณย่านที่พักอาศัย 65-130 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน (วงค์พื้นที่ ลิมปเสนีย์และคณะ, 2540)) และมีค่าน้อยสุดในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2554 โดยมีปริมาณฝุ่น 27.81 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน ซึ่งมีค่าไม่เกินมาตรฐานฝุ่นตกในบริเวณย่านที่พักอาศัย 65-130 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 153.47 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน ซึ่งมีค่าเกินมาตรฐานฝุ่นตกในบริเวณย่านที่พักอาศัย

จุดเก็บตัวอย่างการตกสะสมของฝุ่นตกบริเวณน้ำก้นบ่อแพทยศาสตร์ มีค่าเกินมาตรฐานฝุ่นตกในบริเวณย่านที่พักอาศัยทั้งหมด 4 ค่าใน 6 ตัวอย่าง ได้แก่ตัวอย่างเดือน ตุลาคม ธันวาคม 2554 และ มกราคม-กุมภาพันธ์ 2555 เนื่องจากบริเวณดังกล่าวมียานพาหนะสัญจรเป็นจำนวนมากและบริเวณดังกล่าวได้มีการก่อสร้างอาคารคณะสาธารณสุขศาสตร์จึงอาจจะเกิดฝุ่นจากการก่อสร้างได้

## 4.1.13 ประตู่ 2



ภาพที่ 4.13 ปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตกบริเวณประตู่ 2

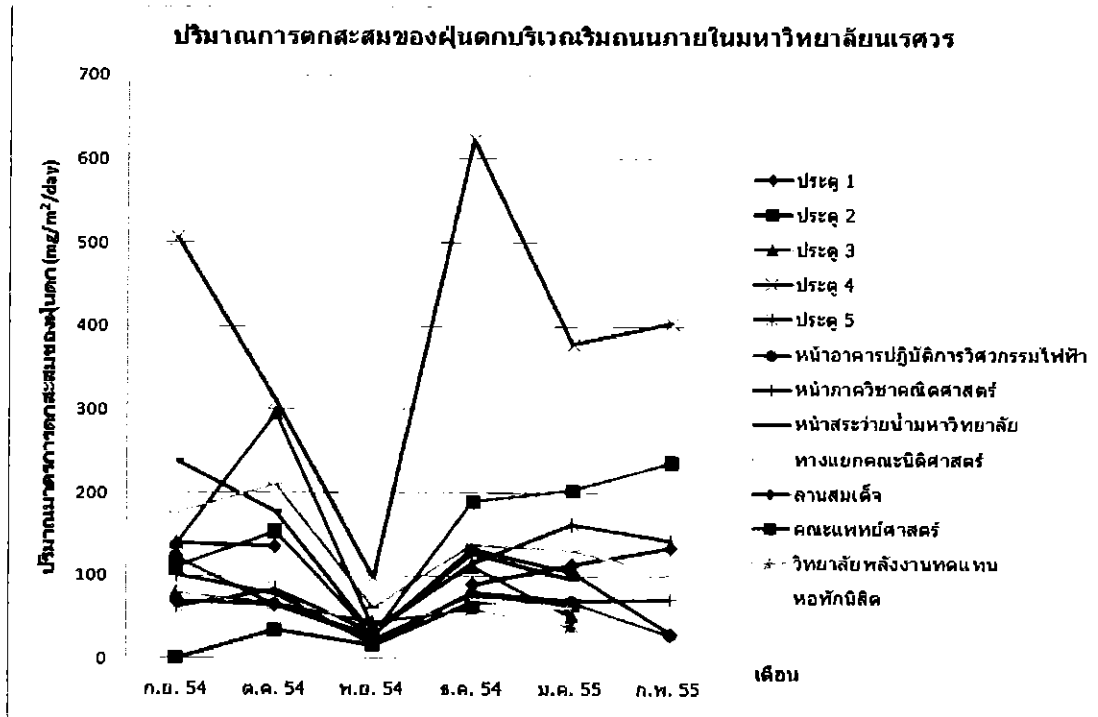
หมายเหตุ เดือนกุมภาพันธ์ 2555 ไม่ได้เก็บตัวอย่าง

ประตู่ 2 จุดเก็บตัวอย่างตั้งอยู่บริเวณทิศเหนือของมหาวิทยาลัย ห่างจากประตูเข้า-ออก ประมาณ 3 เมตร ปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตกบริเวณประตู่ 2 พบว่ามีค่ามากที่สุดอยู่ในช่วงเดือน ธันวาคม 2554 โดยมีปริมาณฝุ่น 67.92 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน ซึ่งมีค่าไม่เกินมาตรฐานฝุ่นตกใน บริเวณย่านที่พักอาศัย 65-130 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน (วงค์พื้นที่ ลิมปเสนีย์และคณะ,(2540)) และมีค่าน้อยสุดในช่วงเดือนกันยายน 2554 โดยมีปริมาณฝุ่น 1.04 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน ซึ่งมีค่าไม่เกินมาตรฐานฝุ่นตกในบริเวณย่านที่พักอาศัย 65-130 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 37.21 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน ซึ่งมีค่าไม่เกินมาตรฐานฝุ่นตกในบริเวณย่านที่พักอาศัย

จุดเก็บตัวอย่างการตกสะสมของฝุ่นตกบริเวณประตู่ 2 มีค่าสอดคล้องกับฝุ่นตกในย่านที่พักอาศัย เนื่องจากบริเวณดังกล่าวไม่เปิดให้ยานพาหนะสัญจรยกเว้นช่วงพิธีประทานปริญญาบัตรจึงจะมีการเปิดใช้ถนนจึงทำให้ฝุ่นบริเวณนี้ไม่เกินมาตรฐานฝุ่นตกในบริเวณย่านที่พักอาศัย

## 4.2 กราฟแสดงปริมาณการตกสะสมของฝุ่นต

### 4.2.1 บริเวณริมถนนภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร



ภาพที่ 4.14 แสดงปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตบริเวณริมถนนภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร

จากกราฟปริมาณฝุ่นตสะสมฝุ่นตบริเวณริมถนนภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร ในช่วงเดือนกันยายน 2554 – เดือนมกราคม 2555 พบว่าปริมาณฝุ่นตบริเวณ ประเภท 2 ประเภท 3 ประเภท 4 ประเภท 5 หน้าอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้า หน้าภาควิชาคณิตศาสตร์ หน้าสระว่ายน้ำ มหาวิทยาลัย ทางแยกคณะนิติศาสตร์ หอพักนิสิต ลานสมเด็จ คณะแพทยศาสตร์ และ วิทยาลัย พลังงานทดแทน เป็น ไปในทิศทางเดียวกันคือ มีแนวโน้มลดลงในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2554 เนื่องจากอยู่ในช่วงที่มหาวิทยาลัยปิดภาคเรียน จึงมียานพาหนะสัญจรลดลงทำให้ฝุ่นที่เกิดจากการคมนาคมลดลง และเดือนธันวาคม 2554 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเนื่องจากทางมหาวิทยาลัยได้เปิดภาคเรียนจึงมียานพาหนะสัญจรเพิ่มมากขึ้นทำให้ฝุ่นที่เกิดจากการคมนาคมเพิ่มขึ้น

บริเวณประเภท 4 จะมีปริมาณฝุ่นตสูงกว่าจุดอื่นๆ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 98.44-623.23 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน มีค่าเฉลี่ย 6 เดือนเท่ากับ 386.65 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน ซึ่งมีค่าเกินมาตรฐานฝุ่นตในบริเวณย่านที่พักอาศัย 65-130 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน (วงค์พันธ์ ลิมปเสนีย์และคณะ, 2540) เนื่องจาก เนื่องจากบริเวณดังกล่าวมียานพาหนะสัญจรเข้า-ออกเป็นประจำเฉลี่ย



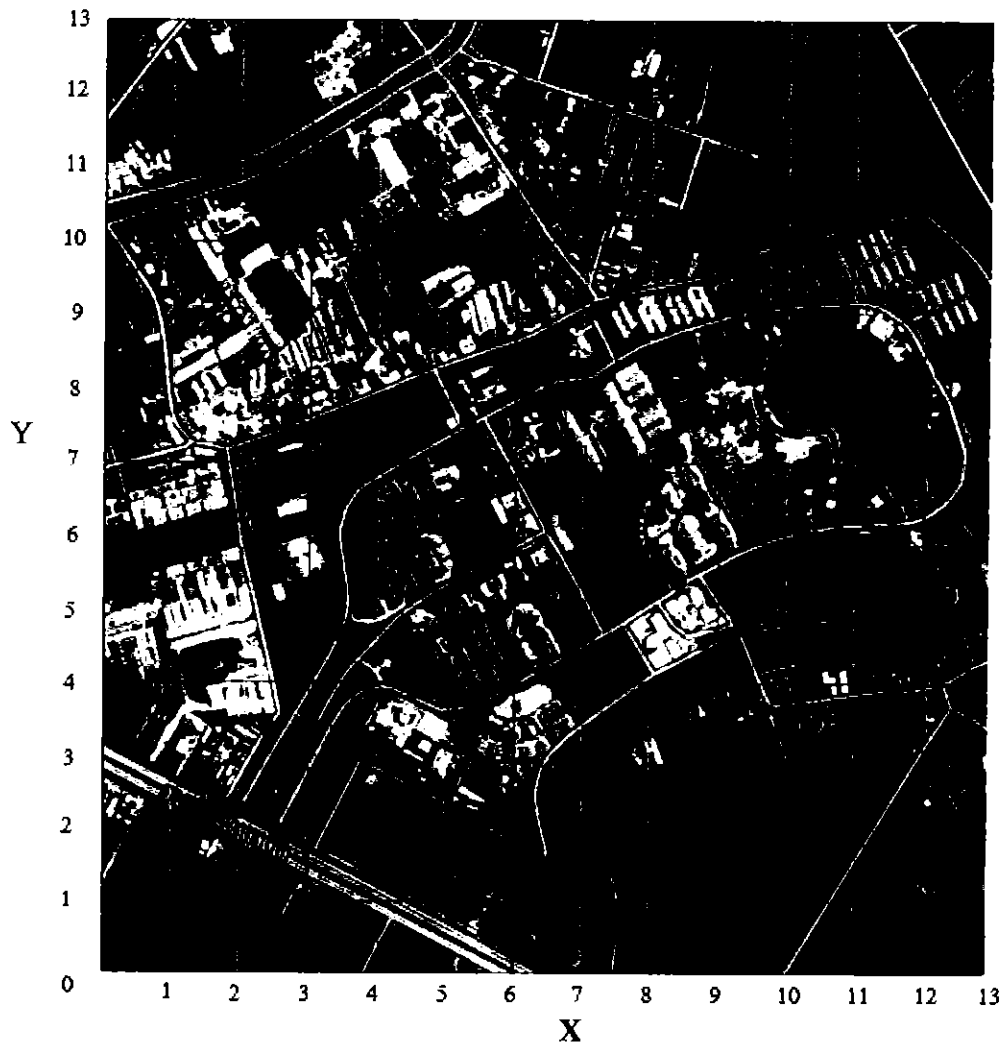
จำนวนรถเข้า-ออกบริเวณประตู 4 เท่ากับ 8,124 คัน/12ชั่วโมง(ข้อมูลจากการสำรวจของรายวิชาวิศวกรรมจราจรของมหาวิทยาลัยนเรศวรเก็บข้อมูลในวันที่ 8 ธ.ค. 2554 เวลา 7.00-19.00) และถนนมีฝุ่นดินเป็นจำนวนมากอยู่บนถนนทำให้มีฝุ่นเป็นจำนวนมากกว่าทุกจุดอื่น

ตารางที่ 4.1 ค่าต่ำสุด-สูงสุดและค่าเฉลี่ยของฝุ่นตกสะสมของแต่ละจุด

บริเวณจุดเก็บตัวอย่าง	ต่ำสุด(mg/m <sup>2</sup> /d)	สูงสุด(mg/m <sup>2</sup> /d)	เฉลี่ย(mg/m <sup>2</sup> /d)
ประตู 1	89.48	138.54	122.15
ลานสมเด็จ	28.44	131.67	71.74
ประตู 5	31.77	161.67	99.79
ทางแยกคณะนิติศาสตร์	60.83	210.83	136.09*
หน้าสระว่ายน้ำมหาวิทยาลัย	30.10	238.54	133.92*
ประตู 4	98.44	623.23	386.65*
หอพักนิสิต	60.94	71.42	66.18
วิทยาลัยพลังงานทดแทน	39.58	80.21	58.27
ประตู 3	37.40	295.21	126.90
หน้าภาควิชาคณิตศาสตร์	18.33	101.04	70.29
หน้าอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้า	22.81	122.46	64.23
หน้าคณะแพทยศาสตร์	27.81	236.15	153.47*
ประตู 2	1.04	67.92	37.21

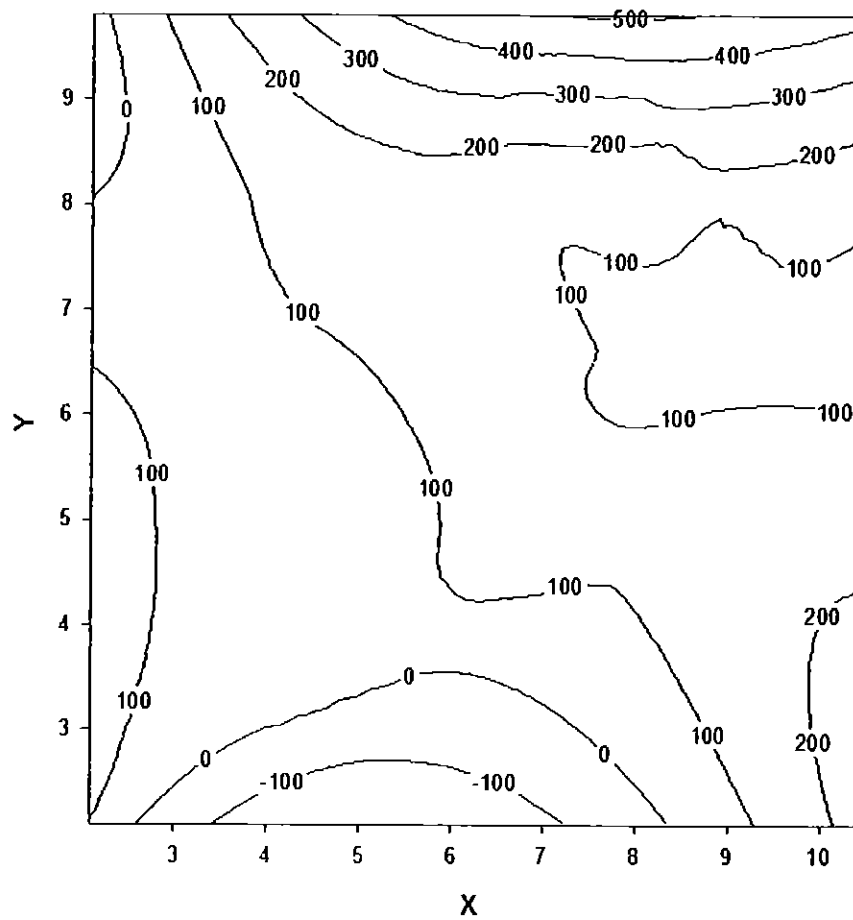
หมายเหตุ \* ฝุ่นตกมีค่าเกินมาตรฐานฝุ่นตกในบริเวณย่านที่พักอาศัย 65-130 มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน (วงค์พันธ์ ลิมปเสนีย์และคณะ,(2540))

### 4.3 เส้นระดับปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตก



ภาพที่ 4.21 ค่าพิกัดของแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง

#### 4.3.1 เส้นระดับปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตก ช่วงเดือนกันยายน 2554

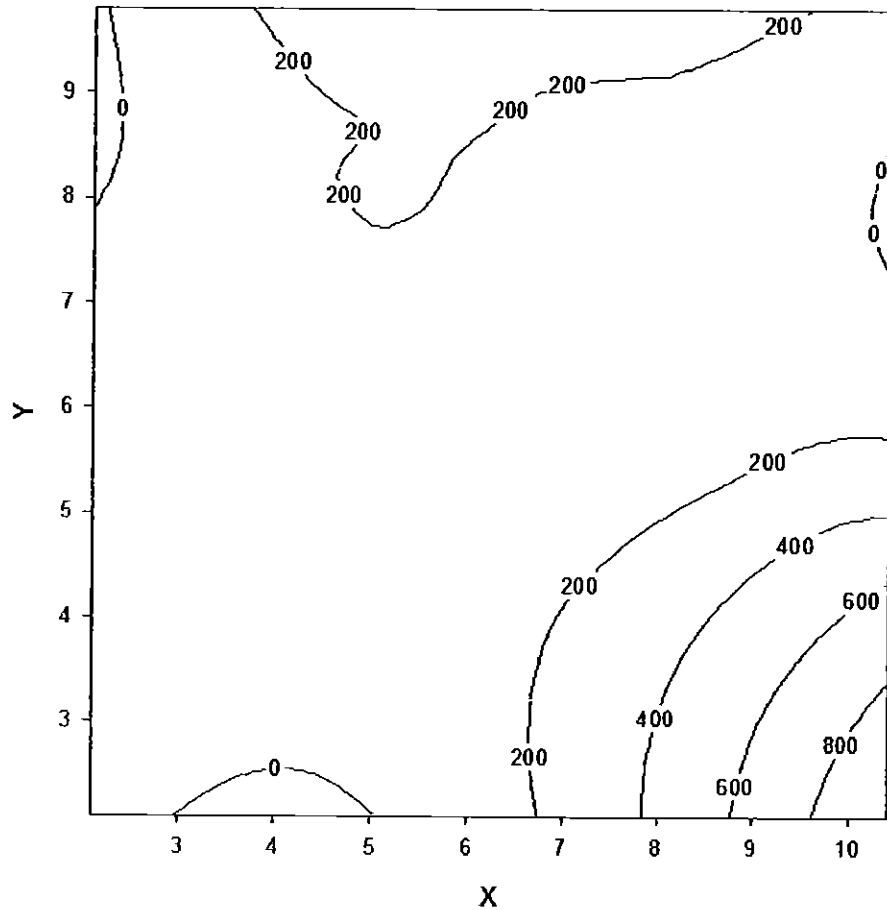


ภาพที่ 4.22 แสดงเส้นระดับปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตก ช่วงเดือนกันยายน 2554

จากการทำเส้นระดับปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตกบริเวณริมถนนภายในมหาวิทยาลัยนเรศวรในช่วงเดือน กันยายน 2554 พบว่าการตกสะสมของฝุ่นตกมีการกระจายตัวหนาแน่นบริเวณจุดเก็บตัวอย่างประตู 4 เนื่องจากบริเวณดังกล่าวมีการสัญจรเข้า-ออก ของยานพาหนะเป็นจำนวนมากก่อให้เกิดการฟุ้งกระจายของฝุ่น

หมายเหตุ การทำเส้นระดับปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตกไม่มีข้อมูลจากจุดเก็บตัวอย่างหอพักนิสิต เนื่องจากอุปกรณ์บางอย่างหายไป

#### 4.3.2 เส้นระดับปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตก ช่วงเดือนตุลาคม 2554

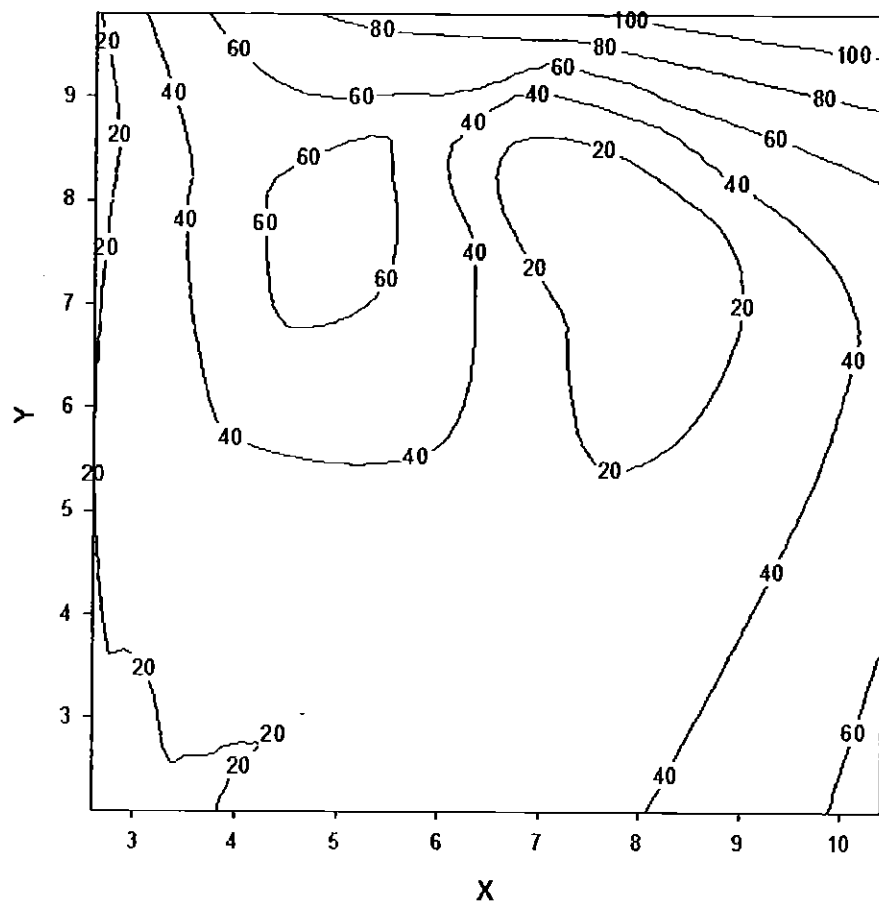


ภาพที่ 4.23 แสดงเส้นระดับปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตก ช่วงเดือนตุลาคม 2554

จากการทำเส้นระดับปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตกในเขตมหาวิทยาลัยนเรศวร ในช่วงเดือนตุลาคม 2554 พบว่าการตกสะสมของฝุ่นตกมีการกระจายตัวแบบหนาแน่นบริเวณ ทางแยกถนนนิตินาคร หน้าสระว่ายน้ำมหาวิทยาลัย และประตู 4 เนื่องจากบริเวณดังกล่าวมีการสัญจรของยานพาหนะหนาแน่นและมีการสัญจรเข้า-ออกเป็นประจำ

หมายเหตุ การทำเส้นระดับปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตกไม่มีข้อมูลจากจุดเก็บตัวอย่างหอพักนิติน เนื่องจากอุปกรณ์บางอย่างหายไป

#### 4.3.3 เส้นระดับปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตก ช่วงเดือนพฤศจิกายน 2554

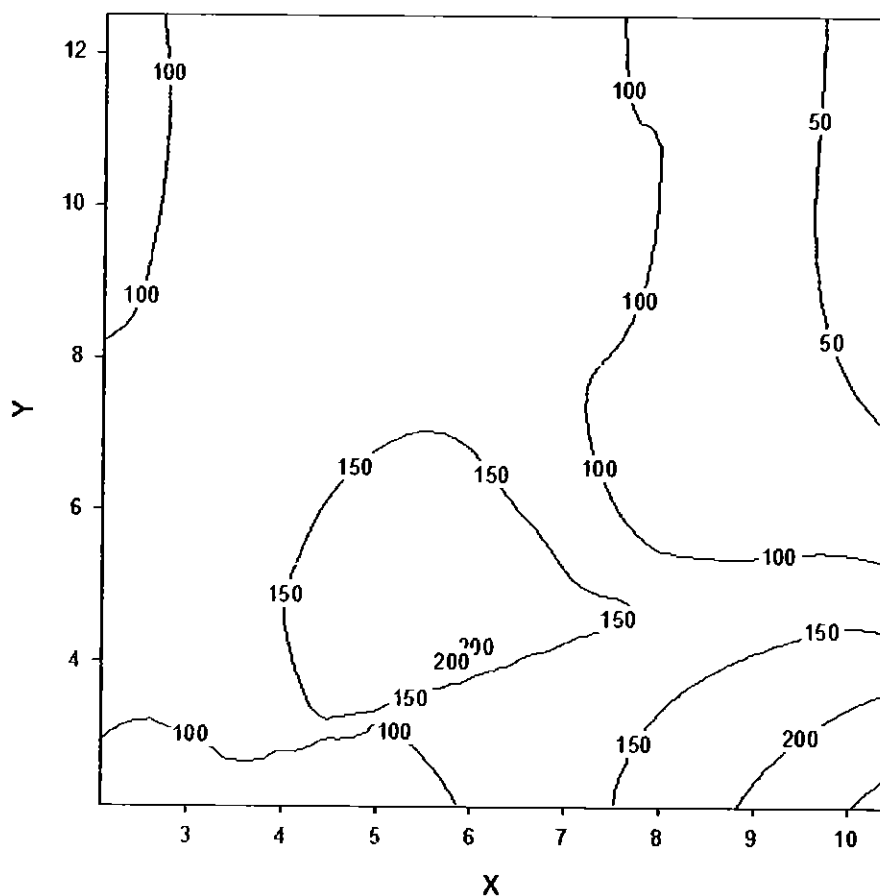


ภาพที่ 4.24 แสดงเส้นระดับปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตก ช่วงเดือนพฤศจิกายน 2554

จากการทำเส้นระดับปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตกในเขตมหาวิทยาลัยนเรศวร ในช่วงเดือน พฤศจิกายน 2554 พบว่าการตกสะสมของฝุ่นตกมีการกระจายตัวแบบหนาแน่นบริเวณจุดเก็บตัวอย่าง ประศู 5 ทางแยกถนนนิตินาคร หน้าสระว่ายน้ำมหาวิทยาลัย และประศู 4 เนื่องจากบริเวณดังกล่าว มีการสัญจรของยานพาหนะหนาแน่นและมีการสัญจรเข้า-ออกเป็นประจำ

หมายเหตุ การทำเส้นระดับปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตกไม่มีข้อมูลจากจุดเก็บตัวอย่างหอพัก นิสิต เนื่องจากอุปกรณ์บางส่วนหายไป และตัวอย่างบริเวณประศู 1 มีการปะปนของ เศษดอกไม้

#### 4.3.4 เส้นระดับปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตก ช่วงเดือนธันวาคม 2554

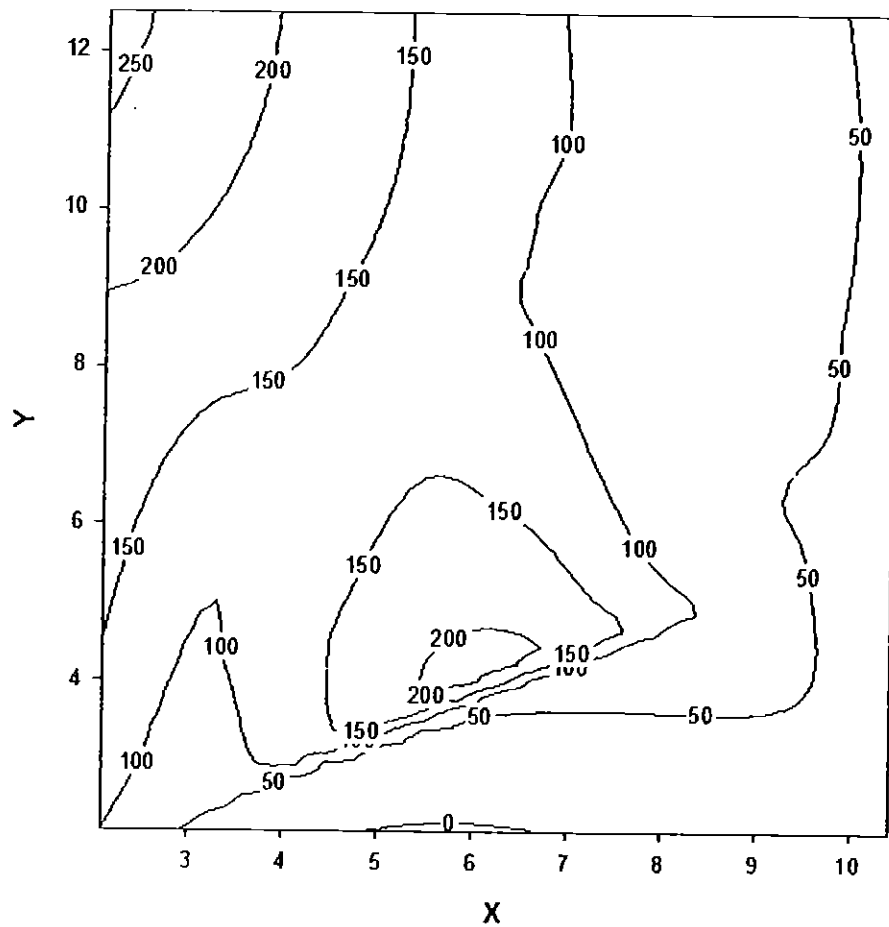


ภาพที่ 4.25 แสดงเส้นระดับปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตก ช่วงเดือนธันวาคม 2554

จากการทำเส้นระดับปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตกในเขตมหาวิทยาลัยนครสวรรค์ ในช่วงเดือนธันวาคม 2554 พบว่าการตกสะสมของฝุ่นตกมีการกระจายตัวแบบหนาแน่นบริเวณ หน้าคณะแพทยศาสตร์เนื่องจากบริเวณดังกล่าวมีการสัญจรของยานพาหนะเป็นจำนวนมากและบริเวณใกล้เคียงมีการก่อสร้างอาคาร

หมายเหตุ การทำเส้นระดับปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตก ไม่นำข้อมูลจากจุดเก็บตัวอย่างประตู 4 มาคิดเนื่องจากมีค่าฝุ่นตกสูงเกินไป

#### 4.3.5 เส้นระดับปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตก ช่วงเดือนมกราคม 2555

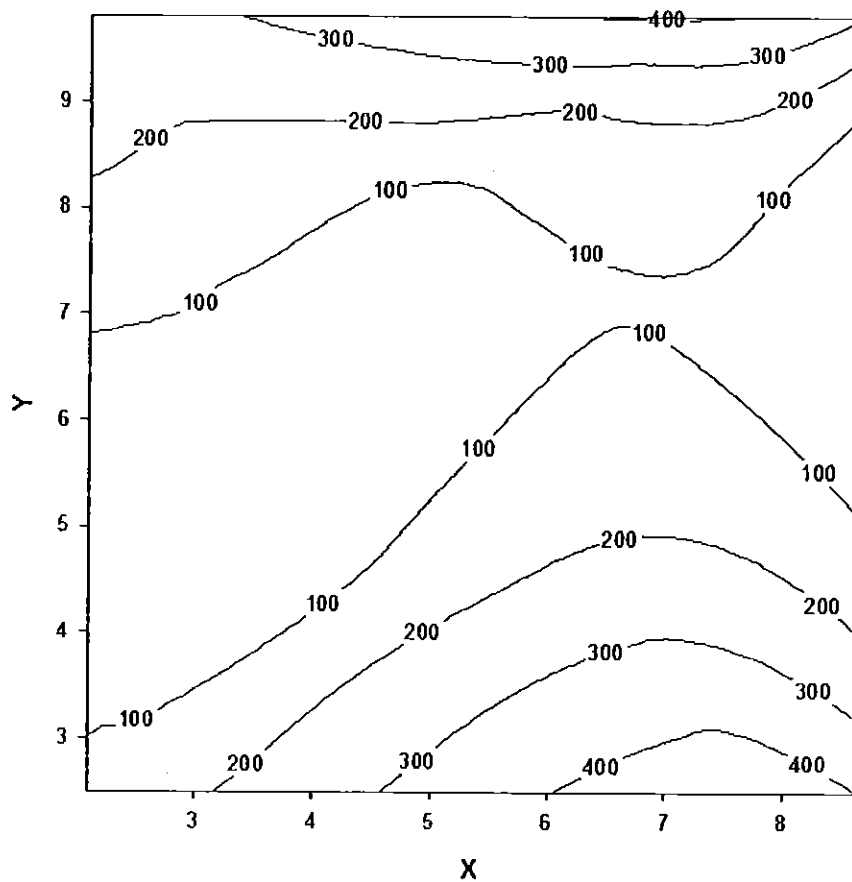


ภาพที่ 4.26 แสดงเส้นระดับปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตก ช่วงเดือนมกราคม 2555

จากการทำเส้นระดับปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตกในเขตมหาวิทยาลัยขอนแก่น ในช่วงเดือน มกราคม 2555 พบว่าการตกสะสมของฝุ่นตกมีการกระจายตัวแบบหนาแน่นบริเวณ หน้าคณะแพทยศาสตร์ เนื่องจากบริเวณดังกล่าวมีการสัญจรของยานพาหนะเป็นจำนวนมากและบริเวณดังกล่าวได้มีการก่อสร้างอาคาร และบริเวณ ประตู 5 เนื่องจากบริเวณดังกล่าวมีการสัญจรเข้า-ออกเป็นประจำ

หมายเหตุ การทำเส้นระดับปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตก ไม่นำข้อมูลจากจุดเก็บตัวอย่างประตู 4 มาคิดเนื่องจากมีค่าฝุ่นตกสูงเกินไป

#### 4.3.6 เส้นระดับปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตก ช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 2555



ภาพที่ 4.27 แสดงเส้นระดับปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตก ช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 2555

จากการทำเส้นระดับปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตกในเขตมหาวิทยาลัยนเรศวร ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 2555 พบว่าการตกสะสมของฝุ่นตกมีการกระจายตัวแบบหนาแน่นบริเวณ ทางแยก คณะนิติศาสตร์ ประตู 4 และหน้าคณะแพทยศาสตร์ เนื่องจากบริเวณดังกล่าวบริเวณดังกล่าวมีการสัญจรของยานหนาแน่นและมีการสัญจรเข้า-ออกเป็นประจำ

หมายเหตุ การทำเส้นระดับปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตกไม่นำข้อมูลจากจุดเก็บตัวอย่าง หน้าสะพานน้ำมหาวิทยาลัย หอพักนิสิต วิทยาลัยพลังงานทดแทน ประตู3 และประตู2 เนื่องจากไม่ได้เก็บตัวอย่าง



## บทที่ 5

### บทสรุปและข้อเสนอแนะ

การศึกษาการตกสะสมของฝุ่นตก บริเวณริมถนนภายในเขตมหาวิทยาลัย จากจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด 13 จุด ได้แก่ ประตู่ 2 ลานสมเด็จพระเจ้าตากสินมหาราช ประตู่ 5 ทางแยกคณะนิติศาสตร์ หน้าสระบัวน้ำประตู่ 4 หอพักนิสิต วิทยาลัยพลังงานทดแทน ประตู่ 3 หน้าภาควิชาคณิตศาสตร์ หน้าอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้า คณะแพทยศาสตร์ และประตู่ 1 ทำการเก็บตัวอย่างการตกสะสมของฝุ่นตก โดยวิธี Dust fall Jar จุดเก็บตัวอย่างละ 6 ตัวอย่าง เป็นเวลา 6 เดือนรวมทั้งสิ้น 78 ตัวอย่างเก็บตัวอย่างในช่วงเดือน กันยายน 2554-กุมภาพันธ์ 2555 นำมาวิเคราะห์หาปริมาณฝุ่นตกสรุปได้ดังนี้

ฝุ่นส่วนใหญ่ในบริเวณริมถนนภายในมหาวิทยาลัยนครสวรรค์เกิดจากการฟุ้งกระจายของฝุ่นบนพื้นผิวของถนนเนื่องจากการคมนาคม ละอองแอสเบสท์ของพืช การคมนาคมซึ่งเกิดการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของเครื่องยนต์ และการก่อสร้างอาคาร โดยมีการเปิดหน้าดินก่อนซึ่งทำให้เกิดฝุ่นได้ง่าย

จากการศึกษาปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตกบริเวณริมถนนภายในมหาวิทยาลัยนครสวรรค์พบว่าจุดเก็บตัวอย่างบริเวณประตู่ 4 โดยมีค่าเฉลี่ย 6 เดือนเท่ากับ 386.65 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ซึ่งมีค่าเกินมาตรฐานฝุ่นตกในบริเวณย่านที่พักอาศัย 65-130 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน (วงค์พันธ์ ลิมปเสนีย์และคณะ, 2540) เนื่องจากบริเวณดังกล่าวมียานพาหนะสัญจรเข้า-ออกเป็นประจำและถนนมีฝุ่นจากดินเป็นจำนวนมากอยู่บนถนนทำให้มีฝุ่นเป็นจำนวนมาก และบริเวณปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตกที่มีค่าต่ำสุดคือบริเวณประตู่ 2 โดยมีค่าอยู่ในช่วง 1.04-67.92 มิลลิกรัมต่อพื้นที่ต่อวันมีค่าเฉลี่ย 5 เดือนเท่ากับ 37.21 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ซึ่งมีค่าไม่เกินมาตรฐานฝุ่นตกในบริเวณย่านที่พักอาศัย 65-130 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน (วงค์พันธ์ ลิมปเสนีย์และคณะ, 2540) เนื่องจาก บริเวณดังกล่าวไม่มีการสัญจรของยานพาหนะเป็นประจำที่ปิดไม่ได้ใช้งาน

### ข้อเสนอแนะ

- 1.ควรมีการตรวจจุดเก็บตัวอย่างให้บ่อยขึ้นเพื่อป้องกันการสูญหายของอุปกรณ์
- 2.ควรใช้ตะแกรงดักใบไม้ให้มีขนาดเล็กกว่านี้เพื่อป้องกันใบไม้และเศษดอกไม้ตกลงไป
- 3.ควรเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ใช้ในการระเหยฝุ่นตกจากบีกเกอร์ไปเป็นถาดอลูมิเนียมแทน
- 4.ควรตั้งอุปกรณ์จุดละสองตัวอย่างเพื่อหาค่าเฉลี่ยของแต่ละจุด
- 5.บริเวณที่มีค่าฝุ่นตกเกินมาตรฐานควรจะมีการฉีดน้ำบริเวณถนนเพื่อลดการฟุ้งกระจายของฝุ่นละออง

## เอกสารอ้างอิง

- กองการจัดการคุณภาพอากาศและเสียง. (2542). สถานการณ์และการจัดการปัญหามลพิษทางอากาศและเสียง ปี 2539-2540. กรุงเทพฯ: กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข.
- กรมควบคุมมลพิษ. (2546). คู่มือการตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศ. สืบค้นเมื่อ 4 มีนาคม 2554 จาก <http://www.pcd.go.th/index.cfm>
- มหาวิทยาลัยนเรศวร. (2554). รายงานข้อมูลด้านการศึกษา บุคลากร และหลักสูตร. สืบค้นเมื่อ 30 มกราคม 2554 จาก <http://www.nu.ac.th/sitemap.php>
- มาริษา เพ็ญสุดภูัญญกุล. (2542). ฝุ่นจากการจราจร: กลไกการเกิดผลกระทบต่อสุขภาพ. สืบค้นเมื่อวันที่ 30 มกราคม 2554 จาก <http://www.anamai.moph.go.th/main.php?filename=index>
- วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์, นิตยา มหาผล, และ ธีระเร เกรต. (2540) มลภาวะอากาศ. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พงศธร วงษ์. (2550). ปริมาณโอโซนในฝุ่นตกในเขตเมืองพิษณุโลก. วิทยานิพนธ์ วศ.ม. มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- พจนีย์ ขุมมงคล. (2536). มลพิษทางอากาศและวิธีการควบคุม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี.
- พรพิชัย คลังวิเชียร, กัทภัย จุฑะมาศ, และ พงษ์ พุทธอด. (2545). การศึกษาฝุ่นตกในเขตนครพิษณุโลก. วิทยานิพนธ์ วศ.บ. มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ศลิจิตร นัจจิตร, ประมัตต์ ราชพรหมมินทร์, พิเชษฐ สุขสุสานน์, และ สถาปัตย์ ชิดปราง. (2545). ปริมาณฝุ่นตกภายนอกอาคารบริเวณเขตเมืองพิษณุโลก. วิทยานิพนธ์ วศ.บ. มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ภัทรกร กำช้อน, และ ภาณุพันธ์ ลำข้าว. (2553). การตกสะสมของฝุ่นตกในเขตและบริเวณ โดยรอบ มหาวิทยาลัยนเรศวร. ปรินูญานิพนธ์ วิศวกรรม. มหาวิทยาลัยนเรศวร.

กฤษฎา สนิธิโพธิ์, นิคม ล้วนทร, และ พงศธร สุขธาดาหงส์, (2553) การตกสะสมของฝุ่นตกตาม แนวความสูงของอาคารในเมืองพิษณุโลก. ปรินูญานิพนธ์ วิศวกรรม. มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

วิเคราะห์ปริมาณของอนุภาคการตกสะสมของฝุ่น

วิเคราะห์ปริมาณด้วยวิธีการชั่งน้ำหนัก (Gravimetric method) การคำนวณหาความเข้มข้นของฝุ่น โดยมีการวิเคราะห์ดังนี้

#### การเตรียมขบวนการชั่งน้ำหนัก

1. ทำความสะอาดขบวนการชั่งน้ำหนักด้วย น้ำประปา และน้ำกลั่น ตามลำดับ หลังจากนั้นแช่ในกรดไนตริก และล้างด้วยน้ำกลั่นแบบขจัดไอออนแล้ว (Deionized Water)
2. อบให้แห้งในเตาอบ อุณหภูมิ 105 °C ประมาณ 3 ชั่วโมง
3. นำขบวนการชั่งน้ำหนักที่อบแล้วใส่ในตู้ควบคุมความชื้น ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น
4. ชั่งน้ำหนักขบวนการชั่งน้ำหนักเปล่าด้วยเครื่องชั่งละเอียด ทศนิยม 5 ตำแหน่งแล้วบันทึกน้ำหนักขบวนการชั่งน้ำหนักไว้เป็นน้ำหนักด้วยเปล่าครั้งที่หนึ่ง

#### วิธีเตรียมตัวอย่างเพื่อหาความเข้มข้นฝุ่น

1. ถัดน้ำกลั่นรอบๆผนังภาชนะเก็บฝุ่น เพื่อชะฝุ่นที่ติดตามผนังภาชนะ แล้วใช้แท่งแก้ว ปาด คน หรือเขี่ย ฝุ่นที่ติดรอบๆ และก้นภาชนะ
2. เทสารละลายที่ได้จากข้อ 1. ลงในขวดที่ทราบน้ำหนักแล้ว โดยเทผ่านตะแกรงขนาด 20 mesh เพื่อกำจัดพวกใบไม้ ซากแมลงต่างๆ
3. ชะตัวอย่างในภาชนะเก็บประมาณ 2-3 ครั้ง จนกระทั่งภาชนะเก็บตัวอย่างสะอาด
4. นำขบวนการชั่งน้ำหนักที่บรรจุตัวอย่าง ไปตั้งบนอ่างปรับอุณหภูมิได้ (Water Bath) ตั้งอุณหภูมิที่ประมาณ 105 องศาเซลเซียส แล้วระเหยจนสารละลายในขวดแห้ง
5. นำขบวนการชั่งน้ำหนักที่สารละลายแห้งแล้ว เข้าตู้อบอุณหภูมิประมาณ 105 องศาเซลเซียส เพื่ออบให้แห้งแล้วชั่งหาน้ำหนักของฝุ่น ซึ่งขั้นตอนเหมือนกับการเตรียมขบวนการชั่งน้ำหนัก
6. คำนวณน้ำหนักฝุ่น จากผลต่างระหว่างน้ำหนักขบวนการชั่งน้ำหนักที่มีตัวอย่างฝุ่นกับน้ำหนักขบวนการชั่งน้ำหนักเปล่า
7. รายงานผลการวิเคราะห์ในหน่วยน้ำหนัก/พื้นที่ของปากภาชนะ/ระยะเวลาเก็บ

การคำนวณหาความเข้มข้นของอนุภาคการตกสะสมของฝุ่น หาได้จากสูตรดังนี้

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

โดยที่

DF = ความเข้มข้นของการตกสะสมของฝุ่นในอากาศ (มิลลิกรัม/ตารางเมตร/วัน)

$W_1$  = น้ำหนักขวดรูปชมพู่ก่อนเก็บตัวอย่าง (กรัม)

$W_2$  = น้ำหนักขวดรูปชมพู่หลังเก็บตัวอย่าง (กรัม)

A = พื้นที่หน้าตัดของอุปกรณ์เก็บตัวอย่าง (ตารางเมตร)

T = ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง (วัน)

$10^3$  = เปลี่ยนหน่วยกรัม เป็น มิลลิกรัม



ภาคผนวก ข  
ปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตก

ตารางที่ ข-1 ปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตกบริเวณริมถนนภายในมหาวิทยาลัยนครสวรรค์

ลำดับ	บริเวณจุดติดตั้ง	ปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตก (mg/m <sup>2</sup> /day)							
		ก.ย. 54	ต.ค. 54	พ.ย. 54	ธ.ค. 54	ม.ค. 55	ก.พ. 55		
1	ประตู 1	138.54	135.42	978.02	89.48	113.33		133.96	
2	ถนนสมเด็จพระเจ้าตากสิน	70.00	64.90	28.44	131.67	103.96		31.46	
3	ประตู 5	63.54	84.38	31.77	115.00	161.67		142.40	
4	ทางแยกถนนนิสิตศาสตร์	175.00	210.83	60.83	137.40	130.31		102.19	
5	หน้าสระว่านน้ำมหาวิทยาลัย	238.54	176.77	30.10	127.50	96.67		F	
6	ประตู 4	505.21	310.63	98.44	623.23	378.23		404.17	
7	หอพักนิสิต	F	F	F	71.42	60.94		F	
8	วิทยาลัยพลังงานทดแทน	80.21	66.77	44.58	60.21	39.58		F	

ลำดับ	บริเวณจุดติดตั้ง	ปริมาณการตกสะสมของฝุ่นตก (mg/m <sup>2</sup> /day)							
		ก.ย. 54	ต.ค. 54	พ.ย. 54	ธ.ค. 54	ม.ค. 55	ก.พ. 55	ก.พ. 55	
9	ประตู 3	139.58	295.21	37.40	110.83	51.46		F	
10	หน้าภาควิชาคณิตศาสตร์	101.04	79.48	18.33	80.42	69.69		72.19	
11	หน้าอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้า	122.46	65.52	22.81	77.40	68.44		28.75	
12	คณะแพทยศาสตร์	111.46	153.33	27.81	189.17	202.92		236.15	
13	ประตู 2	1.04	34.69	16.67	67.92	65.73		F	

ภาคผนวก ค

ปริมาณรถเข้า - ออก มหาวิทยาลัยนเรศวร

ตารางที่ ค-1 ปริมาณรถเข้ามามหาวิทยาลัยนเรศวร

ประตูเข้าออกมหาวิทยาลัย	จักรยาน	จักรยานยนต์	เก๋ง	ปิคอัพ	โดยสาร	อื่นๆ
ขาเข้าประตู 1	1	1144	1342	701	23	39
ขาเข้าประตู 2	2	21	112	37	3	0
ขาเข้าประตู 3	16	729	65	61	0	6
ขาเข้าประตู 4	43	4058	304	171	0	16
ขาเข้าประตู 5	31	4037	726	239	6	1
ขาเข้าประตู 6	18	1371	0	0	0	0
รวมรถขาเข้าทั้งหมด	111	11360	2549	1209	32	62

ที่มา : ข้อมูลจากการสำรวจของราชวิทยาลัยศวกกรรมของมหาวิทยาลัยนเรศวร (2554)

ตารางที่ ค-2 ปริมาณรถออกมหาวิทยาลัยนครสวรรค์

ประตูเข้าออกมหาวิทยาลัย	จักรยาน	จักรยานยนต์	เก๋ง	บิกัดพ์	โดยสาร	อื่นๆ
ขาออกประตู 1	3	879	1133	648	23	27
ขาออกประตู 2	0	6	5	10	1	0
ขาออกประตู 3	14	566	57	44	0	4
ขาออกประตู 4	32	2957	335	180	0	28
ขาออกประตู 5	29	3012	667	238	4	2
ขาออกประตู 6	10	1268	0	0	0	5
รวมรถขาออกทั้งหมด	88	8688	2197	1120	28	66

ที่มา : ข้อมูลจากการสำรวจของรายวิชาวิศวกรรมจราจรของมหาวิทยาลัยนครสวรรค์ (2554)