รหัสโครงการ SUT7-715-50-18-72

รายงานการวิจัย

การพัฒนาระบบเฝ้าระวังฝุ่นละอองและคุณภาพอากาศแบบบูรณาการเพื่อสนับสนุนการจัดการคุณภาพอากาศในชุมชน

(Development of Integrated Monitoring System for Particulate Matters and Air Quality to Enhance Air Quality Management in Communities)

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุดจิต ครุจิต

สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผู้ร่วมวิจัย

นายธนัญชัย วรรณสุข

นางสาวชื่นจิตร ชาญชิตปรีชา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นเรศ เชื้อสุวรรณ

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ พ.ศ. 2550

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

สิงหาคม 2553

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีและสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ที่สนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณหน่วยงานต่างๆ ที่กรุณาให้ความร่วมมือในการทำวิจัย ได้แก่ โรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย โรงเรียนสุรธรรมพิทักษ์ โรงเรียนเมืองนครราชสีมา สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 11 และกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งขอขอบคุณ นายอภิชาต ศุภจรรยารักษ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ผู้ช่วยวิจัยและผู้ช่วยจัดเตรียมรายงาน

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ 2550 (ทุนสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ)

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุดจิต ครุจิต)
หัวหน้าโครงการวิจัย

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาระบบเฝ้าระวังฝุ่นละอองและคุณภาพอากาศแบบบูรณาการสำหรับเมืองนครราชสีมา โดยใช้ปริมาณฝุ่นละอองที่ตกได้และสภาวะความเป็นกรดของน้ำฝนเป็นดัชนีอย่างง่ายในการเฝ้าระวังและประเมินคุณภาพอากาศ และใช้แนวทางการร่วมมือกันทำงานของ 3 ฝ่าย ได้แก่ มหาวิทยาลัย ชุมชน และหน่วยงานรัฐ การดำเนินงานเริ่มจากการกำหนดจุดเฝ้าระวังคุณภาพอากาศและจัดตั้งสถานีตรวจวัด 6 สถานีในพื้นที่ศึกษา ได้แก่ สถานีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี สถานีโรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย สถานีโรงเรียนสุรธรรมพิทักษ์ สถานีโรงเรียนเมืองนครราชสีมา สถานีสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 11 และสถานีตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ โดยสถานีทั้งหมดเป็นตัวแทนพื้นที่ 3 ลักษณะ คือ พื้นที่ชนบท พื้นที่ชานเมือง และพื้นที่เมือง จากนั้นจึงสร้างเครือข่ายนักสิ่งแวดล้อมชุมชนขึ้นจากสมาชิกจากโรงเรียนทั้ง 3 แห่ง ที่ร่วมโครงการ และจัดการอบรมเชิงปฏิบัติการด้านคุณภาพอากาศในชุมชนให้กับผู้ที่สนใจ 1 ครั้ง ส่วนการเฝ้าระวังเริ่มจากการออกแบบจัดทำ และติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดฝุ่นแบบกระบอกเก็บฝุ่นที่ตกได้ (Dust Fall Jar) จำนวน 24 ชุด และทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองและค่าพีเอชน้ำฝนตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2550 ถึงเดือนตุลาคม 2551 เป็นระยะเวลา 12 เดือน

ผลการเก็บข้อมูลพบว่าปริมาณฝุ่นละอองแต่ละสถานีมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.5911 – 7.4374 กรัม/ตร.ม.-เดือน และพบว่าสถานีในพื้นที่เมืองมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 5.2891 กรัม/ตร.ม.-เดือน ส่วนเดือนที่มีค่าเฉลี่ยทุกสถานีสูงสุด ได้แก่ เดือนเมษายน เท่ากับ 9.621 กรัม/ตร.ม.-เดือน ผลการตรวจวัดค่าพีเอชจาก 3 สถานี คือ สถานีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี สถานีราชสีมาวิทยาลัย และสถานีโรงเรียนเมืองนครราชสีมา ได้ค่าพีเอชเฉลี่ย 6.99 8.30 และ 6.24ตามลำดับ จากผลดังกล่าวสามารถประเมินได้ว่าปัญหาฝุ่นมีแนวโน้มจะเกิดในฤดูร้อนและเกิดในพื้นที่เขตชุมชนเมือง ส่วนปัญหาฝนกรดในภาพรวมถือว่ายังไม่เกิดปัญหา นอกจากนี้ ยังมีการจัดทำ Web Site ของระบบฯ ซึ่งสามารถแสดงข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับโครงการวิจัย และแสดงฐานข้อมูลที่รวบรวมได้จากการศึกษาและจากแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้อง โดยมีองค์ประกอบ 4 ส่วนหลัก คือ ข้อมูลคุณภาพอากาศทั่วไป ข้อมูลการเฝ้าระวังคุณภาพอากาศในพื้นที่ การทำนายค่าระดับฝุ่นด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์ และเครือข่ายนักสิ่งแวดล้อมชุมชน

ผลการศึกษาทั้งหมดสามารถเป็นต้นแบบให้ผู้ที่รับผิดชอบเกี่ยวกับการจัดการคุณภาพอากาศของเมืองนำไปประยุกต์ใช้หรือขยายผลเพื่อเป็นทางเลือกในการเฝ้าระวังคุณภาพอากาศอย่างจริงจังและต่อเนื่อง

Abstract

This research aimed at developing an integrated monitoring system for particulate matters and air quality for Nakohn Ratchasima municipality. It used the amount of settleable dust and the pH value of rain water as simple indices for monitoring and evaluating air quality. It also employed the cooperation of 3 parties: university, communities, and governmental agencies. The research started by selecting the locations and setting up 6 monitoring stations in the study area: Suranaree University of Technology station, Ratchasima Wittayalai school station, Surathampitak school station, Muang Nakohn Ratchasima school station, Regional Environmental Office 11 station and Pollution Control Department station. The stations represented 3 types of area: urban, suburban, and rural area. The next step was establishing the community's environmentalist network from the member of the 3 schools in the project. Then a training and workshop in air quality in communities was held for the network members. The monitoring activities started from the designing, constructing, and setting up of 24 Dust Fall Jar devices, then the dust collecting and pH measuring during November 2007 to October 2008, covering 12 months duration.

The results shows that the average dust at each station is between 3.5911 – 7.4374 g/m^2-month. The urban area has the highest average value, 5.2891 g/m^2-month. The month with the highest average value is April, 9.621 g/m^2-month. The average values of pH in rain water from 3 stations, Suranaree University of Technology station, Ratchasima Wittayalai school station, and Muang Nakohn Ratchasima school station, equals 6.99, 8.30 and 6.24 respectively. From the results it is evaluated that the dust problem has tendency in the Summer and in urban area, while the acid rain has not yet shown overall significant evidence. Moreover, the monitoring system's web site was created to show the basic information of the research project and the database of this study and other relevant sources. It consists of 4 components: general air quality data, the dust and pH monitoring data, prediction of dust level via mathematical models, and the community's environmentalist network.

The output of this study can be an example for the decision-makers who are responsible for air quality management in the cities. It can be modified or extended to be an alternative for serious and continuous air quality monitoring.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญของปัญหา	2
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	4
บทที่ 2 ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 สถานการณ์ปัญหาฝุ่นละอองในประเทศไทย	6
2.2 วิธีการตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศ	7
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องด้านการเฝ้าระวังฝุ่นละออง	8
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	
3.1 การกำหนดจุดเฝ้าระวังคุณภาพอากาศ	14
3.2 การสร้างเครือข่ายนักสิ่งแวดล้อมประจำชุมชน	14
3.3 การตรวจวัดคุณภาพอากาศ	14
3.4 การประเมินสถานการณ์ปัญหาฝุ่นละอองและปัญหาฝนกรดของพื้นที่ศึกษา	15
3.5 การพัฒนาฐานข้อมูลคุณภาพอากาศ	15
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล	
4.1 การกำหนดจุดเฝ้าระวังคุณภาพอากาศ	16
4.2 การสร้างเครือข่ายนักสิ่งแวดล้อมประจำชุมชน	17
4.3 การตรวจวัดคุณภาพอากาศ	20
4.4 การประเมินสถานการณ์ปัญหาฝุ่นละอองและปัญหาฝนกรดของพื้นที่ศึกษา	33
4.5 การพัฒนาฐานข้อมูลคุณภาพอากาศ	34
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการศึกษา	40

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.2 ข้อเสนอแนะ	41
บรรณานุกรม	44
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก : ขั้นตอนการวิเคราะห์หาน้ำหนักฝุ่น	48
ภาคผนวก ข : รายงานสรุปโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ	52
ภาคผนวก ค : ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างฝุ่น	68
ประวัติผู้วิจัย	86

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบฝุ่นที่ตกได้ และฝุ่นที่แขวนลอย 8

ตารางที่ 4.1 จุดเฝ้าระวังคุณภาพอากาศของโครงการ 15

ตารางที่ 4.2 การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดฝุ่น ณ สถานีต่าง ๆ 21

ตารางที่ 4.3 ปริมาณฝุ่นในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา (กรัม/ตร.ม.-เดือน) 24

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 1.1 องค์ประกอบของระบบเฝ้าระวังฝุ่นละอองและคุณภาพอากาศแบบบูรณาการ..... 2

รูปที่ 4.1 แผนที่แสดงตำแหน่งจุดเฝ้าระวังคุณภาพอากาศของโครงการ :

จุดที่ 1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จุดที่ 2 โรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย

จุดที่ 3 โรงเรียนสุรธรรมพิทักษ์ จุดที่ 4 โรงเรียนเมืองนครราชสีมา จุดที่ 5

สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 11 จุดที่ 6 สถานีตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ..... 16

รูปที่ 4.2 กิจกรรมช่วงเช้าในโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการด้านคุณภาพอากาศในชุมชน:

(ก) หัวหน้าสาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมกล่าวเปิดงาน (ข) บรรยากาศในการ

รับฟังการบรรยาย 18

รูปที่ 4.3 กิจกรรมช่วงบ่ายในโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการด้านคุณภาพอากาศ

ในชุมชน: (ก) ฐานวัดควันดำ (ข) ฐานวัดฝุ่นในบรรยากาศ 19

รูปที่ 4.4 แบบร่างของอุปกรณ์กระบอกเก็บฝุ่นที่ตกได้ (Dust Fall Jar):

(ก) อุปกรณ์กระบอกเก็บฝุ่นที่ตกได้, (ข) ที่บังลม ,

(ค) เสา และส่วนฐาน (ง) กระบอกเก็บฝุ่น 20

รูปที่ 4.5 การตั้งสถานีตรวจวัด: (ก) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี,

(ข) โรงเรียนราชสีมาวิทยาลัยและ (ค) โรงเรียนสุรธรรมพิทักษ์ 22

รูปที่ 4.5 (ต่อ) การตั้งสถานีตรวจวัด: (ง) โรงเรียนเมืองนครราชสีมา,

(จ) สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 11 และ(ฉ)สถานีตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ 23

รูปที่ 4.6 แนวโน้มปริมาณฝุ่นเฉลี่ยรายเดือนแต่ละสถานี 25

รูปที่ 4.7 การเปรียบเทียบปริมาณฝุ่นเฉลี่ยรายเดือนของแต่ละสถานี 27

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 4.8 การเปรียบเทียบปริมาณฝุ่นเฉลี่ยรายปีของแต่ละสถานี 28

รูปที่ 4.9 การเปรียบเทียบปริมาณฝุ่นเฉลี่ยรายปีของแต่ละเขตพื้นที่ 28

รูปที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นจากวิธี Dust Fall Jar กับค่า PM_{10} (สถานี PCD) .. 29

รูปที่ 4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นในกรณีมีที่บังลมกับกรณีไม่มีที่บังลม 30

รูปที่ 4.12 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นในกรณีเก็บตัวอย่างทุก 15 วัน
กับกรณีเก็บตัวอย่างทุก 30 วัน 32

รูปที่ 4.13 ค่าพีเอชของน้ำฝนที่ตรวจวัดได้ ณ สถานีต่าง ๆ 33

รูปที่ 4.14 หน้าแรกของ Web Site โครงการ 34

รูปที่ 4.15 ตัวอย่างหน้า Web ข้อมูลคุณภาพอากาศรายวันในภาคต่าง ๆ
ของกรมควบคุมมลพิษ 35

รูปที่ 4.16 ตัวอย่างหน้า Web แสดงผลฝุ่นละอองของ 6 สถานี เชิงพื้นที่
โดยใช้สีแสดงระดับช่วงค่า 35

รูปที่ 4.17 ตัวอย่างหน้า Web แสดงผลฝุ่นละอองของ 6 สถานี เชิงเวลา 36

รูปที่ 4.18 ตัวอย่างหน้า Web แสดงผลการทำนายค่า PM_{10} ณ ตำแหน่ง
ที่ไม่มีสถานีตรวจวัด 2 จุด 37

รูปที่ 4.19 ตัวอย่างหน้า Web แสดงผลทำนายค่า PM_{10} ล่วงหน้า 5 วัน 38

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

บทเรียนที่สำคัญประการหนึ่งของเมืองใหญ่ที่ประสบปัญหามลพิษอากาศเข้าขั้นวิกฤติ คือการขาดการวางแผนและดำเนินการเพื่อป้องกันปัญหาล่วงหน้าอย่างจริงจัง โดยในช่วงเวลาที่ระดับมลพิษยังอยู่ในเกณฑ์ต่ำมักไม่มีการให้ความสำคัญกับการดำเนินการใดๆ แต่เมื่อเวลาผ่านไป เมืองมีการขยายตัวโดยไม่มีแผนด้านคุณภาพอากาศ ทำให้ระดับมลพิษสูงขึ้นเรื่อยๆ และเมื่อจะลงมือแก้ไขเมื่อสถานการณ์ปัญหารุนแรงแล้วก็ต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง ใช้เวลานาน และอาจไม่มีทางย้อนกลับไปมีคุณภาพอากาศที่ดีดังเดิมได้ ทั้งนี้เพราะมีปัญหาจากหลายปัจจัยซึ่งเมื่อปล่อยให้เกิดขึ้นแล้วก็ยากที่จะเปลี่ยนแปลงในภายหลัง อาทิ ปัญหาด้านผังเมือง ปัญหาจากจำนวนยานพาหนะ ปัญหาการจราจร ปัญหาจากที่ตั้งของโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น ดังนั้น การจัดการคุณภาพอากาศของเมืองจะประสบความสำเร็จได้จะต้องทำในเชิงรุก คือทำตั้งแต่เนิ่นๆ เมื่อยังไม่เกิดปัญหาหรือเมื่อมลพิษยังอยู่ในระดับต่ำ และต้องอาศัยข้อมูลการเฝ้าระวังคุณภาพอากาศที่สมบูรณ์เพียงพอทั้งในแง่ความถี่และการครอบคลุมพื้นที่ของเมือง นอกจากนั้น ยังต้องอาศัยความร่วมมือร่วมใจของทุกฝ่าย โดยเฉพาะภาคประชาชนที่ต้องมีความเข้าใจที่ถูกต้องและร่วมมือปฏิบัติตามแผนและมาตรการต่างๆ ที่ภาครัฐกำหนดขึ้น

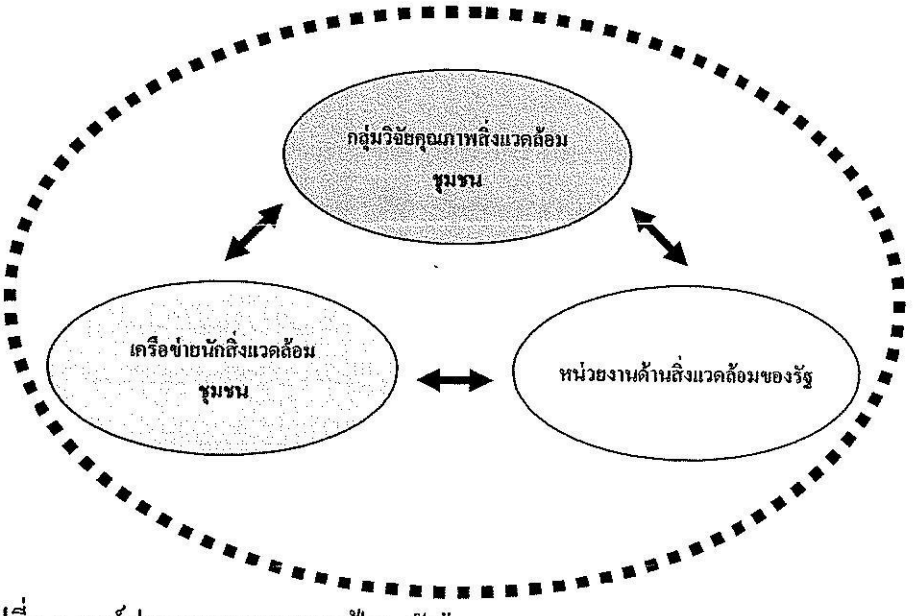
ในปัจจุบัน หลายเมืองใหญ่ในประเทศไทยไม่มีแผนการจัดการคุณภาพอากาศที่ดี เนื่องจากยังขาดระบบการเฝ้าระวังคุณภาพอากาศที่ครอบคลุมพื้นที่ที่สำคัญในเขตเมือง และขาดการตรวจวัดระดับมลพิษอย่างต่อเนื่องนานเพียงพอที่จะเห็นแนวโน้มของระดับมลพิษ สำหรับเมืองนครราชสีมาแม้จะเป็นเมืองใหญ่ที่มีประชากรมากเป็นอันดับสองของประเทศไทย แต่มีสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศแบบถาวรเพียง 1 สถานี และปัจจุบันได้ถูกยกเลิกไปแล้วตั้งแต่ปี 2551 เนื่องจากข้อจำกัดในด้านค่าลงทุนและดำเนินการสูง สำหรับพื้นที่อื่นๆ ในเขตเมือง หน่วยงานภาครัฐจึงใช้วิธีตรวจวัดแบบตั้งสถานีชั่วคราว แต่ก็ยังถูกจำกัดด้วยปัญหาของเครื่องมือ งบประมาณ บุคลากรจำกัด ทำให้ภาพรวมของการดำเนินการเป็นแบบสุ่ม คือทำต่อเมื่อสามารถของบประมาณได้ และไม่มีจุดตั้งสถานีที่แน่นอน

นอกจากปัญหาข้อจำกัดของข้อมูลระดับมลพิษอากาศในเมืองแล้ว การจัดการคุณภาพอากาศในเมืองนครราชสีมายังขาดการมีส่วนร่วมของประชาชนในการเป็นส่วนสนับสนุน โดยเฉพาะด้านการจัดการและการเฝ้าระวังปัญหาในชุมชนของตนเอง อาทิ ปัญหาโรงงานลักลอบเผากากของเสีย

หรือปล่อยควันดำมากในบางช่วงเวลา ปัญหาการกองเผาขยะกลางแจ้ง ปัญหาการเผาเพื่อปรับสภาพพื้นที่ เป็นต้น ซึ่งสมาชิกชุมชนที่พร้อมที่จะดูแลรักษาสภาพแวดล้อมของชุมชนที่ตนเองนั้นมีอยู่ หากแต่ยังขาดกลไกที่สนับสนุนด้านวิชาการและเปิดโอกาสให้ทำหน้าที่ได้อย่างมีประสิทธิผลและเป็นรูปธรรม

เหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น เป็นที่มาของโครงการวิจัยชิ้นนี้ซึ่งต้องการพัฒนากลไกที่จะเอื้อให้เกิดแผนการจัดการคุณภาพอากาศที่ดีและเป็นแผนเชิงรุก ในรูปแบบของระบบเฝ้าระวังฝุ่นละอองและคุณภาพอากาศแบบบูรณาการสำหรับชุมชน โดยใช้เมืองนครราชสีมาเป็นเมืองต้นแบบ ระบบดังกล่าวเป็นการเฝ้าระวังด้านสิ่งแวดล้อมแบบบูรณาการที่ผสานความร่วมมือจากส่วนต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยมีองค์ประกอบ 3 ส่วนหลัก ได้แก่ มหาวิทยาลัย ชุมชน และหน่วยงานรัฐ (รูปที่ 1.1)

องค์ประกอบส่วนแรก คือ กลุ่มวิจัยคุณภาพสิ่งแวดล้อมชุมชน ประกอบด้วยคณาจารย์และนักวิจัยของโครงการ ซึ่งทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางและเป็นเจ้าภาพในการขับเคลื่อนระบบ ทำหน้าที่ศึกษาค้นคว้า วิจัย และพัฒนาระบบฐานข้อมูลด้านคุณภาพอากาศ ซึ่งรวบรวมข้อมูลการตรวจวัดและงานวิจัยเกี่ยวกับการทำนายระดับมลพิษอากาศโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ และเป็นผู้ประสานงานเชื่อมโยงข้อมูลจากภาครัฐและภาคประชาชนมาวิเคราะห์ ประมวลผล และเผยแพร่โดยวิธีการนำเสนอข้อมูลผ่านทาง Web Site ของโครงการวิจัย เพื่อให้ผู้ที่สนใจสามารถเข้าถึงได้ง่ายและสามารถนำไปใช้ในการวางแผนจัดการคุณภาพอากาศอย่างมีประสิทธิภาพ



รูปที่ 1.1 องค์ประกอบของระบบเฝ้าระวังฝุ่นละอองและคุณภาพอากาศแบบบูรณาการ

องค์ประกอบส่วนที่สอง คือเครือข่ายนักสิ่งแวดล้อมชุมชน ที่ประกอบด้วยสมาชิกชุมชนที่สนใจและมีศักยภาพในการทำหน้าที่เฝ้าระวังด้านคุณภาพสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะด้านคุณภาพอากาศ

ในชุมชนของตน และอาสาที่จะร่วมทำหน้าที่เก็บรวบรวมข้อมูลและปัญหาที่พบในพื้นที่ของตนเองอย่างต่อเนื่อง ซึ่งข้อมูลทั้งหมดจะถูกส่งต่อมาที่ระบบฐานข้อมูลของกลุ่มวิจัยคุณภาพสิ่งแวดล้อมชุมชนเพื่อวิเคราะห์ ประมวลผล และเผยแพร่ต่อไป

องค์ประกอบส่วนที่สาม คือ หน่วยงานด้านสิ่งแวดล้อมของภาครัฐ ทั้งหน่วยงานกลาง อาทิ กรมควบคุมมลพิษ สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม และหน่วยงานท้องถิ่น อาทิ เทศบาลนครนครราชสีมา ศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อมเขต 5 สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 11 ซึ่งต่างมีความรับผิดชอบคาบเกี่ยวกันในด้านคุณภาพสิ่งแวดล้อมชุมชนในพื้นที่ศึกษา และมีข้อมูลการศึกษา วิจัย และตรวจวัดคุณภาพอากาศที่ดำเนินการโดยหน่วยงานของตนอยู่ทั้งแบบประจำและเป็นครั้งคราว ดังนั้น เมื่อมีการประสานงานและรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่างๆ เหล่านี้มาที่ระบบฐานข้อมูลเดียวกันก็จะทำให้สามารถใช้ประโยชน์ข้อมูลโดยมีประสิทธิภาพสูงที่สุด

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1) พัฒนาระบบเฝ้าระวังฝุ่นละอองและคุณภาพอากาศแบบบูรณาการ ที่ผสานความร่วมมือจาก 3 ฝ่าย ได้แก่ มหาวิทยาลัย ชุมชน และหน่วยงานรัฐ เพื่อใช้ทรัพยากรที่มีจำกัดให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อการวางแผนการจัดการคุณภาพอากาศในชุมชน โดยใช้เมืองนครราชสีมาเป็นเมืองต้นแบบ
2) สร้างเครือข่ายนักสิ่งแวดล้อมประจำชุมชน โดยจัดตั้งเครือข่าย อบรมถ่ายทอดความรู้ และสร้างกระบวนการเพื่อให้นักสิ่งแวดล้อมประจำชุมชนทำหน้าที่เฝ้าระวังและเก็บข้อมูลคุณภาพอากาศของชุมชนของตนเองอย่างต่อเนื่อง
3) พัฒนาระบบฐานข้อมูลด้านคุณภาพอากาศของพื้นที่ศึกษา ซึ่งประกอบด้วยฐานข้อมูลผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศในพื้นที่และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ระบบการทำนายระดับมลพิษอากาศโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ และระบบประมวลผลและเผยแพร่ข้อมูล
4) ประเมินสถานการณ์ระดับฝุ่นละอองและปัญหาฝนกรดของพื้นที่ศึกษา โดยการตรวจวัดระดับฝุ่นละอองในบรรยากาศและการตรวจวัดค่าพีเอชของน้ำฝน

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1) พื้นที่ศึกษา คือ เขตเทศบาลนครนครราชสีมาและพื้นที่ใกล้เคียง
2) เครือข่ายนักสิ่งแวดล้อมชุมชน ประกอบด้วยสมาชิกหลัก คือ นักเรียนและครูในโรงเรียนที่อยู่ในเขตพื้นที่ศึกษา และผู้สนใจทั่วไป
3) ระบบฐานข้อมูลเป็นองค์ประกอบของ Web Site ของโครงการ โดยครอบคลุมข้อมูลรายวันของการตรวจวัดระดับสารมลพิษอากาศและข้อมูลอุตุนิยมวิทยาจากสถานีตรวจวัด

คุณภาพอากาศแบบถาวรของกรมควบคุมมลพิษ และข้อมูลที่ได้จากตรวจวัดฝุ่นละออง และค่าพีเอชของการศึกษานี้

4) การทำนายระดับมลพิษอากาศ ใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่มีการพัฒนาขึ้นสำหรับใช้งานในพื้นที่เขตเทศบาลนครนครราชสีมา โดยโครงการวิจัยและงานวิทยานิพนธ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

5) การตรวจวัดระดับฝุ่นละอองในบรรยากาศและการตรวจวัดค่าพีเอชของน้ำฝน ดำเนินการโดยกลุ่มวิจัยฯ ร่วมกับเครือข่ายนักสิ่งแวดล้อมชุมชน และใช้การตรวจวัดด้วยวิธีของ American Society for Testing and Materials (ASTM) รหัส D1739-98 (2004) Standard Test Method for Collection and Measurement of Dustfall (Settleable Particulate Matter) หรือวิธี Dust Fall Jar (ASTM, 2004) และเครื่องวัดพีเอชแบบปากกา (pH pen) ตามลำดับ

บทที่ 2

ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 สถานการณ์ปัญหาฝุ่นละอองและฝนกรดในประเทศไทย

มลพิษอากาศส่งผลกระทบต่อมนุษย์ สัตว์ พืช รวมถึงสภาวะแวดล้อมของโลก โดยสำหรับในประเทศไทยฝุ่นละอองขนาดเล็กเป็นสารมลพิษอากาศที่เป็นปัญหาหลัก และมีผลกระทบต่อสุขภาพมาก เนื่องจากสามารถเข้าถึงและตกค้างอยู่ในระบบทางเดินหายใจและเป็นสาเหตุก่อให้เกิดโรค อาทิ หลอดลมอักเสบ ปอดอักเสบ ถุงลมโป่งพอง และมะเร็งปอด นอกจากนี้ ยังออกฤทธิ์เสริมกันกับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ทำให้มีอาการระคายเคืองตา ระคายคอ แน่นหน้าอก เป็นต้น

ฝุ่นละอองในบรรยากาศอาจแยกได้เป็นฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นและแพร่กระจายจากแหล่งกำเนิดโดยตรง และฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นโดยปฏิกิริยาต่าง ๆ ในบรรยากาศ เช่น การรวมตัวด้วยปฏิกิริยาทางฟิสิกส์ หรือปฏิกิริยาทางเคมี หรือ ปฏิกิริยาเคมีแสง (photochemical reaction) ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นเหล่านี้จะมีชื่อเรียกกันไปตามลักษณะการรวมตัวของฝุ่นละออง เช่น ควัน ฟูม หมอก เป็นต้น การที่ฝุ่นละอองจะฟุ้งกระจายไปได้ไกลเท่าใด ขึ้นอยู่กับทิศทาง และความเร็วของกระแสลม ความชื้น และอุณหภูมิ เช่น ถ้ามีความชื้นน้อย อุณหภูมิสูง และมีลมพัดแรง ก็จะทำให้ฝุ่นละอองฟุ้งกระจายไปได้ไกล

ขนาดและความหนาแน่นของอนุภาคมลสาร เป็นองค์ประกอบสำคัญซึ่งควบคุมให้อนุภาคมลสารตกลงสู่พื้น ฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่อาจแขวนลอยในบรรยากาศได้เพียง 2–3 นาที แต่ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็ก อาจแขวนลอยในอากาศได้นานนับปี โดยทั่วไปขนาดของฝุ่นที่เป็นที่สนใจในการเฝ้าระวังคุณภาพอากาศจะแบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ ฝุ่นรวมหรือฝุ่นขนาดใหญ่ (Total Suspended Particulate Matter, TSP) ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}), และฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$)

ฝุ่นละอองในบรรยากาศเป็นปัญหามลพิษทางอากาศที่สำคัญของเมืองใหญ่ๆ หลายเมืองของประเทศไทย ซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน ทั้งทางตรงและทางอ้อม จากข้อมูลของกรมควบคุมมลพิษ (กรมควบคุมมลพิษ, 2550) พื้นที่ที่มีปัญหาฝุ่นละออง PM_{10} ในปี 2549-2550 มากที่สุด 5 อันดับแรก ได้แก่ จังหวัดสมุทรปราการ จังหวัดสระบุรี จังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดลำปาง และกรุงเทพมหานคร โดยข้อมูลจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศแบบถาวรในแต่ละจังหวัดแสดงให้เห็นว่า ในปี 2550 จำนวนวันที่ระดับฝุ่นละอองในแต่ละแห่งเกินค่ามาตรฐานเท่ากับร้อยละ 20.0, 14.7, 8.8, 6.5, และ 4.7 ตามลำดับ ซึ่งแสดงถึงสถานการณ์คุณภาพอากาศในพื้นที่ดังกล่าวยังเป็นปัญหาที่ต้องเร่งแก้ไขต่อไป

พื้นที่ที่มีปัญหาฝุ่นละอองรุนแรงที่สุดคือ ตำบลหน้าพระลาน อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี เนื่องจากมีอุตสาหกรรมโม่บดหรือย่อยหิน อุตสาหกรรมปูนซิเมนต์ และเหมืองหิน เป็นแหล่งกำเนิดฝุ่นที่สำคัญในพื้นที่ (กรมควบคุมมลพิษ, 2550) การศึกษาของ Pimonsri และคณะ (2551) พบว่าระดับฝุ่นละออง PM_{10} ในบริเวณนี้ร้อยละ 76 เป็นฝุ่นจากการโม่หินและฝุ่นที่ฟุ้งขึ้นจากพื้น ซึ่งฝุ่นหยาบ (coarse particle) จะมีการฟุ้งไปได้ไม่ไกลนักจึงทำให้ระดับฝุ่นมีค่าสูงใกล้แหล่งกำเนิดในทิศทางใต้ลม ทั้งนี้ ผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนในพื้นที่ที่มีปัญหาฝุ่นละอองเป็นที่ทราบทั่วไปและมีปรากฏในรายงานวิจัยหลายชิ้น อาทิ รายงานเรื่องความชุกของอาการทางระบบหายใจและสมรรถภาพปอดของนักเรียนในโรงเรียนหน้าพระลาน (สิทธิชัย มุ่งดี และคณะ, 2548) รายงานการศึกษาคุณภาพอากาศของจังหวัดเชียงใหม่ที่แสดงความสัมพันธ์ของระดับฝุ่นละอองกับจำนวนผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจ (ลดาวัลย์ วัฒนะจีระ และคณะ, 2550)

สำหรับในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา จากการติดตามข้อมูลของคณะผู้วิจัยซึ่งอยู่ในพื้นที่พบว่าข้อมูลจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศแบบถาวรของกรมควบคุมมลพิษรายงานระดับ PM_{10} เฉลี่ยรายปีสูงกว่าค่ามาตรฐาน คือ 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรเกือบทุกปี นอกจากนั้นพบว่ามีจำนวนวันที่ระดับ PM_{10} สูงเกินกว่าค่ามาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ประมาณร้อยละ 4 ของวันที่ทำการตรวจวัด และผลการตรวจวัดของเทศบาลนครนครราชสีมาร่วมกับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีในปี พ.ศ. 2546 ซึ่งทำการตรวจวัดระดับฝุ่นและเสียงริมถนนในเขตเทศบาลฯ 5 จุด ก็ได้ข้อสรุปว่าระดับฝุ่นบางจุดสูงเกินระดับมาตรฐานและควรมีการดำเนินการเพื่อป้องกันและแก้ไข (สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร, 2546)

ฝนกรด คือ น้ำฝนที่มีค่าความเป็นกรด-เบส ต่ำกว่าระดับ 5.6 กรดในน้ำฝนเกิดจากการละลายน้ำของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และไนทริกออกไซด์ ที่มีอยู่ในบรรยากาศซึ่งเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและจากการกระทำของมนุษย์ ฝนกรดเมื่อตกลงมาในแหล่งน้ำและผืนดิน ก็จะทำให้น้ำและดินมีความเป็นกรดมากขึ้น เกิดความเสียหายกับพืช สัตว์ มนุษย์ และระบบนิเวศวิทยา รวมทั้งก่อให้เกิดการสึกกร่อนของวัสดุต่าง ๆ ซึ่งผลการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำฝนในประเทศไทยปี พ.ศ.2551 พื้นที่ส่วนใหญ่ไม่มีปัญหาจากการตกสะสมของกรด (กรมควบคุมมลพิษ, 2551)

2.2 วิธีการตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศ

วิธีการตรวจวัดระดับฝุ่นละอองในบรรยากาศเพื่อการเฝ้าระวังคุณภาพอากาศในปัจจุบันนิยมใช้เครื่องมือที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดให้เป็นวิธีมาตรฐาน คือ กำหนดใช้เครื่องวัดระบบกราวิเมตริก (gravimetric) เป็นมาตรฐานการตรวจวัด PM_{10} ในบรรยากาศทั่วไป โดยกำหนดให้ใช้เครื่องเก็บตัวอย่าง PM_{10} แบบปริมาตรสูง (high volume PM_{10} sampler) ซึ่งมีหลักการทำงานคือ การดูดอากาศผ่านหัวคัดขนาดสำหรับฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน และผ่านแผ่นกรอง หาน้ำหนัก

ฝุ่นละอองบนแผ่นกรอง และคำนวณหาความเข้มข้นของ PM_{10} ที่ตรวจวัด โดยการดูดอากาศใช้ปั๊มดูดอากาศไหลเข้าด้านบนของเครื่องด้วยอัตราการไหล ในช่วง 1.1-1.7 ลบ.ม./นาที และกระดาษกรองเป็นชนิดใยหินขนาด 8 x 10 นิ้ว

อย่างไรก็ตาม อุปสรรคสำคัญของการใช้วิธีตามมาตรฐานคือเรื่องค่าเครื่องมือเก็บตัวอย่างซึ่งราคาเครื่องละประมาณ 6-8 แสนบาท และค่าใช้จ่ายในส่วนอื่นๆ ของการตรวจวัดและวิเคราะห์ ทำให้ไม่สามารถทำการตรวจวัดได้อย่างครอบคลุมทั้งในเชิงพื้นที่และเวลา ทางเลือกของวิธีการตรวจวัดฝุ่นอย่างง่ายที่ใช้ในโครงการวิจัยนี้ คือ วิธี Dust Fall Jar ซึ่งอ้างอิงจากมาตรฐาน American Society for Testing and Materials (ASTM) รหัส D1739-98 (2004) Standard Test Method for Collection and Measurement of Dustfall (Settleable Particulate Matter) (ASTM, 2004) และคู่มือการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมอย่างง่ายของกรมควบคุมมลพิษ (กรมควบคุมมลพิษ, 2549) โดยหลักการสำคัญคือเป็นการวัดน้ำหนักฝุ่นที่ตกลงในภาชนะที่ตั้งรองรับในระยะเวลา 1 เดือน และหาความเข้มข้นของฝุ่นในหน่วยน้ำหนักต่อพื้นที่ต่อเดือน วิธีนี้สามารถเก็บตัวอย่างฝุ่นตั้งแต่ขนาด 20-50 ไมครอน ขึ้นไปจนถึงฝุ่นขนาดใหญ่ (กรมควบคุมมลพิษ, 2549) ซึ่งในรายงานนี้จะเรียกว่า "ฝุ่นที่ตกได้" หรือ "Settleable Particulate Matter" หรือ "Settleable Dust" โดยฝุ่นที่ตกได้มีข้อแตกต่างกับฝุ่นที่แขวนลอยดังแสดงในตารางที่ 2.1

แม้ว่าวิธี Dust Fall Jar มีข้อจำกัดในการเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นที่ได้กับค่าที่ตรวจวัดด้วยวิธีอื่นๆ แต่มีข้อดีที่สามารถทำได้ง่ายและค่าใช้จ่ายต่ำกว่าวิธีตามที่กำหนดโดยมาตรฐานมาก และหากใช้การเปรียบเทียบเชิงสัมพัทธ์ (Relative Comparison) คือเปรียบเทียบพื้นที่ต่างๆ ที่ตรวจวัดด้วยวิธีเดียวกัน ก็จะสามารถให้ข้อมูลการกระจายของฝุ่นละอองในพื้นที่ได้

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องด้านการเฝ้าระวังฝุ่นละออง

2.3.1 ฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10})

งานวิจัยจำนวนมากทั้งในและต่างประเทศชี้ว่าระดับ PM_{10} ณ ตำแหน่งต่างๆ ในเขตเมืองมีความสัมพันธ์กันและมีความสัมพันธ์กับมลพิษตัวอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ในระดับสูง แม้ว่าแต่ละการศึกษาจะมีความแตกต่างกันในแง่ลักษณะของสถานที่ ประเภทของแหล่งกำเนิด และการกระจายตัวของแหล่งกำเนิดในเขตเมืองก็ตาม ตัวอย่างผลการศึกษาที่เกี่ยวข้องได้แก่งานต่อไปนี้

- Shaddick และ Wakefield (2002) ศึกษาข้อมูลมลพิษอากาศจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ 9 สถานี ที่ครอบคลุมเมือง London พบว่า ระดับความเข้มข้นของ PM_{10} ณ

ตำแหน่งต่างๆ ที่ห่างกันมีความสัมพันธ์กันตามระยะห่าง และระดับ PM_{10} สัมพันธ์กับช่วงเวลา และมลพิษอากาศอื่นๆ คือ NO_X CO และ SO_2

- Chatterton (2001) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของ PM_{10} และ $PM_{2.5}$ บริเวณพื้นที่ทั่วไปและบริเวณริมถนนที่อยู่ใกล้กัน 3 สาย ในเขตที่อยู่อาศัยของเมือง Norwich ประเทศอังกฤษ พบว่า ระดับ PM_{10} บริเวณถนนกับบริเวณพื้นที่ทั่วไปมีความสัมพันธ์กัน โดยมีค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์อยู่ในระดับสูง

ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบฝุ่นที่ตกได้ และฝุ่นที่แขวนลอย

ปัจจัยเปรียบเทียบ	ฝุ่นที่ตกได้ (Settleable Dust)	ฝุ่นที่แขวนลอย (Suspendable Particles)
1. ขนาดอนุภาค	ขนาดโดยประมาณใหญ่กว่า 10 ไมครอน	ขนาดโดยประมาณเล็กกว่า 10 ไมครอน
2. ความเร็วในการตกด้วยแรงโน้มถ่วง (Settling Velocity)	มีค่าสูงเมื่อเทียบกับความเร็วลมในแนวดิ่ง	มีค่าต่ำเมื่อเทียบกับความเร็วลมในแนวดิ่ง
3. แหล่งกำเนิดที่สำคัญ	- อุตสาหกรรมบางประเภท อาทิ ปูนซิเมนต์ การโม่หิน การระเบิดหิน - การเผาไหม้เชื้อเพลิงที่ไม่สมบูรณ์ - การฟุ้งกลับของฝุ่นหรือดินจากพื้นผิวต่าง ๆ เช่น พื้นถนน พื้นที่ที่แห้งแล้ง - ไฟป่า	- อุตสาหกรรมทั่วไป - การเผาไหม้เชื้อเพลิงทั่วไป - ยานพาหนะ - ปฏิกิริยาโฟโตเคมิเคิลออกซิเดชัน - ไฟป่า
4. ผลเสียต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ	มีผลต่อคุณภาพชีวิต อาทิ เกิดความสกปรกกับสถานที่ ต่าง ๆ บดบังทัศนวิสัยในการเดินทาง	มีผลต่อสุขภาพอนามัย อาทิ ทำให้เกิดโรคระบบทางเดินหายใจ
5. การกระจายตัวในบรรยากาศ	กระจายตัวได้ไม่ไกลจากแหล่งกำเนิด	กระจายตัวได้ไกลจากแหล่งกำเนิด

- Kukkonen และคณะ (2001) ศึกษาพบว่า ณ ตำแหน่งที่ทราบระดับความเข้มข้นของ NO_X ที่ตำแหน่งนั้นๆ ระดับ NO_X จะมีความสัมพันธ์กับระดับ PM_{10}

- Slini และคณะ (2005) ศึกษาความสัมพันธ์ของ PM_{10} กับข้อมูลอุตุนิยมวิทยาในเขตเมืองที่มีการจราจรหนาแน่นและเป็นเขตอุตสาหกรรมในประเทศกรีซ พบว่า PM_{10} จะสัมพันธ์กับความเร็วลม และอุณหภูมิ โดยช่วงที่ความเร็วสูงและอุณหภูมิต่ำจะเป็นช่วงที่ระดับ PM_{10} จะสูงขึ้น
- Thongsanit และคณะ (2003) ได้ศึกษาระดับ PM_{10} ในกรุงเทพฯ พบว่าช่วงฤดูหนาว (อากาศแห้ง) จะเป็นช่วงที่ระดับ PM_{10} สูงขึ้น และสัมพันธ์กับปริมาณจราจรและฤดูกาล (อุณหภูมิ และปริมาณฝน) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยในกลุ่มประเทศยุโรปจำนวนมากที่พบว่าระดับ PM_{10} ในเขตเมืองจะมีแนวโน้มสูงขึ้นช่วงเดือนในฤดูหนาว ที่มีสภาพอุณหภูมิลดต่ำและมีความเร็วลมเฉลี่ยสูงกว่าช่วงเวลาอื่นๆ
- นเรศ เชื้อสุวรรณ (2546) ได้ศึกษาการกระจายความเข้มข้นของ PM_{10} และ $PM_{2.5}$ ในกรุงเทพฯ พบว่า บริเวณเขตที่อยู่อาศัยในแนวเหนือ-ใต้ มีความเข้มข้นน้อยกว่าบริเวณกลางเมืองของกรุงเทพฯ และความสัมพันธ์ของระดับ PM_{10} และ $PM_{2.5}$ ณ ตำแหน่งต่างๆ ที่ทำการศึกษา พบว่า มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) อยู่ระหว่าง 0.72-0.86 และ 0.77-0.90 ตามลำดับ โดยความสัมพันธ์ของ $PM_{2.5}$ ที่มีค่ามากว่า PM_{10} อาจเนื่องมาจาก $PM_{2.5}$ มีขนาดเล็กจึงสามารถลอยอยู่ในอากาศได้นานกว่า PM_{10}

2.3.2 ฝุ่นละอองขนาดใหญ่ หรือฝุ่นละอองที่ตกได้

จากการทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดใหญ่ หรือฝุ่นละอองที่ตกได้ (Settleable Particle) ซึ่งมีคณะผู้วิจัยหลายกลุ่ม ทั้งในประเทศและต่างประเทศ และมีทั้งงานวิจัยที่ใช้วิธีการ Dust Fall Jar เป็นเครื่องมือในการเก็บตัวอย่าง และใช้วิธีอื่นๆ อาทิ การกวาดหรือดูดฝุ่นจากพื้น โดยสามารถสรุปงานที่น่าสนใจได้ดังนี้

- Abdel Salam และSowelim (1967) ทำการศึกษาด้วยวิธี Dust Fall Jar ในเมือง Cairo ประเทศอียิปต์ ในปี 1962 โดยตั้งสถานี 6 แห่งในเขตต่างๆ ของเมือง ทั้งนี้ เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้กับข้อมูลเก่าในปี 1960 สามารถยืนยันผลของมาตรการควบคุมมลพิษอากาศได้เนื่องจากค่าระดับฝุ่นรายเดือนและค่าเฉลี่ยรายปีที่วัดได้ในย่านธุรกิจและอุตสาหกรรมมีค่าลดลงจากปี 1960 ส่วนย่านพักอาศัยมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเนื่องจากความหนาแน่นประชากรเพิ่มขึ้น
- Tripathi และคณะ (1990) รายงานผลการเก็บข้อมูลด้วย Dust Fall Jar ในการศึกษาในเมือง Varanasi ประเทศอินเดีย ในช่วงปี 1988 โดยใช้อุปกรณ์ตั้งที่ความสูง 20 เมตรจากพื้นดิน จำนวน 3 สถานีในเมืองและนอกเมือง โดยชี้ว่าข้อมูลฝุ่นที่เก็บได้สามารถแสดงถึงความแปรปรวนเนื่องจากฤดูกาลได้

- Arubol Chotipong (1991) เก็บตัวอย่างโดยใช้ Dust Fall Jar เทียบกับวิธีการตรวจวัดแบบ high volume PM_{10} sampler เป็นเวลา 1 ปี ในการวัดฝุ่นในบริเวณตำบลทับกวาง อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี ซึ่งมีแหล่งกำเนิดหลักจากอุตสาหกรรมปูนซิเมนต์ และพบว่าทั้งสองวิธีให้แนวโน้มระดับฝุ่นในทิศทางเดียวกัน
- Qasem และคณะ (2004) ตรวจหาและเปรียบเทียบโลหะหนัก และ anions และ cations ที่ละลายน้ำของฝุ่นภายนอกและในอาคาร บริเวณโรงกลั่นน้ำมันในประเทศจอร์แดน โดยใช้วิธีเก็บตัวอย่างแบบ Dust fall บนอาคาร 3 อาคาร (ขนส่ง, สิ่งแวดล้อม, และบริหารทั่วไป) ที่ความสูง 15 ม. อาคารละ 3 ตัวอย่าง รวมทั้งหมด 9 ตัวอย่าง ในเดือนกันยายน 1998 กระบอกที่เก็บมี เส้นผ่าศูนย์กลาง = 14.5 ซม. และสูง 14 ซม. และเก็บตัวอย่างฝุ่นภายในอาคาร 3 อาคารเพื่อการเปรียบเทียบด้วย ผลการศึกษาพบว่าโลหะหนักประเภท Pb และ Cu มีค่าต่ำกว่าค่าที่ได้จากการศึกษาในเขตเมืองใกล้เคียง ส่วนของ Cd และ Zn นั้นค่าที่ได้สูงกว่า ส่วนผลของฝุ่นภายในอาคารพบ Pb, Cu, Fe, และ Zn ในระดับปริมาณสูง ส่วน Cr และ Cd พบในปริมาณต่ำ และผลจากการวัดภายนอกกับภายในอาคารไม่มีสหสัมพันธ์กัน
- Meza-Figueroa และคณะ (2007) สำรวจการแพร่กระจายของโลหะหนัก ได้แก่ Cd, Cr, Co, Cu, Ni, Pb, V และ Zn บริเวณกลางแจ้งของเมือง Hermosillo ประเทศเม็กซิโก โดยเก็บตัวอย่างฝุ่นด้วยวิธีการกวาด ทั้งหมด 25 จุด โดยเก็บในช่วงฤดูร้อน จากการวิเคราะห์ทางเคมีของฝุ่นสามารถการประมาณระดับโลหะหนักที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพ และอธิบายการกระจายตัวของโลหะหนักใน 2 โซนหลักของเมือง (Northcentral และ Southern) ซึ่งขึ้นกับแหล่งของมลพิษ สภาพภูมิประเทศและทิศทางลม และพบว่าแหล่งกำเนิดของ V–Ni–Cu–Fe–Co–Ba มีสัดส่วนจากธรรมชาติเล็กน้อย และกิจกรรมของมนุษย์ปานกลาง ส่วน Cd–Pb–Cr–Zn มีสัดส่วนมาจากกิจกรรมของมนุษย์เป็นหลัก
- Pandey และคณะ (2008) ศึกษาฝุ่นบริเวณเหมืองถ่านหินในเมือง Bina ประเทศอินเดีย โดยแบ่งเขตการเก็บตัวอย่างออกเป็น 5 เขต ได้แก่ พื้นที่พักอาศัย พื้นที่บริเวณใกล้โรงซ่อมบำรุงของเหมือง พื้นที่ภายในหลุมของเหมือง พื้นที่บริเวณที่ได้รับอิทธิพลจากการขนส่ง และพื้นที่โดยรอบ ทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นแบบ Dustfall Jar จาก 5 จุด ทุกๆ เดือน ระหว่างมิถุนายน 2002 ถึงพฤษภาคม 2004 ผลการศึกษาพบว่าในฤดูร้อนได้ค่าสูงสุดโดยอยู่ระหว่าง 32.8 – 278.9 ตัน/ตร.กม.-เดือน ฤดูฝนได้ค่าต่ำสุดคืออยู่ระหว่าง 16.2 - 111.3 ตัน/ตร.กม.-เดือน สำหรับฤดูหนาวอยู่ระหว่าง 64.2 – 226.3 ตัน/ตร.กม.-เดือน

- Joshi และคณะ (2009) เก็บตัวอย่างฝุ่นจากท้องถนนใน 3 เขตพื้นที่ ได้แก่ ที่พักอาศัย ย่านการค้า และเขตอุตสาหกรรม ในประเทศสิงคโปร์ โดยใช้การกวาดในการเก็บตัวอย่าง สัปดาห์ละครั้ง ระยะเวลา 6 เดือน (พฤษภาคม - ตุลาคม 2007) ตัวอย่างที่ได้จะถูกนำมาวิเคราะห์หาโลหะหนักต่างๆ 13 ชนิด (Al, As, Co, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Ti, V, and Zn) ผลการศึกษาพบว่าโลหะหนักส่วนใหญ่ที่พบได้แก่ Fe, Al, Cu, และ Zn โดยที่ในเขตอุตสาหกรรมจะพบความเข้มข้นของโลหะมากที่สุด และปัจจัยที่ทำให้เกิดส่วนใหญ่มาจากกิจกรรมของมนุษย์

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัยของโครงการ มี 5 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ 1) การกำหนดจุดเฝ้าระวังคุณภาพอากาศ 2) การสร้างเครือข่ายนักสิ่งแวดล้อมประจำชุมชน 3) การตรวจวัดคุณภาพอากาศ 4) การประเมินสถานการณ์ปัญหาฝุ่นละอองและปัญหาฝนกรดของพื้นที่ศึกษา และ 5) การพัฒนาฐานข้อมูลคุณภาพอากาศ

3.1 การกำหนดจุดเฝ้าระวังคุณภาพอากาศ

ขั้นตอนแรกของการดำเนินการคือการคัดเลือกและกำหนดจุดเฝ้าระวังคุณภาพอากาศของโครงการ โดยเกณฑ์ในการเลือกที่สำคัญคือความเหมาะสมด้านตำแหน่งเทียบกับทิศทางลม การกระจายของตำแหน่งเพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา และการเป็นตัวแทนพื้นที่ที่มีลักษณะแตกต่างกัน จากนั้นจึงทำการติดต่อเพื่อขอความร่วมมือในการร่วมโครงการ ทั้งด้านการตั้งสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ และด้านการเข้าร่วมเป็นสมาชิกเครือข่ายนักสิ่งแวดล้อมชุมชน

3.2 การสร้างเครือข่ายนักสิ่งแวดล้อมประจำชุมชน

การดำเนินการในส่วนการสร้างเครือข่ายนักสิ่งแวดล้อมชุมชนสำหรับจุดเฝ้าระวังคุณภาพอากาศที่เป็นโรงเรียน ประกอบด้วยการเข้าพบผู้บริหารเพื่อชี้แจงรายละเอียดโครงการและเชิญนักเรียนและครูที่สนใจเข้าร่วมเป็นเครือข่ายนักสิ่งแวดล้อมชุมชน และการติดต่อประสานงานในการเข้าร่วมกิจกรรมของเครือข่ายตลอดระยะเวลาโครงการ โดยกิจกรรมของเครือข่าย ประกอบด้วยการเข้าร่วมการอบรมเชิงปฏิบัติการ 1 ครั้ง เพื่อรับการถ่ายทอดความรู้ด้านมลพิษอากาศ และการเฝ้าระวังคุณภาพสิ่งแวดล้อม จากผู้ทรงคุณวุฒิ การมีส่วนร่วมในการตรวจวัดคุณภาพอากาศตามแผนการตรวจวัด ณ สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในโรงเรียน และการรับและส่งข้อมูลกิจกรรมผ่านระบบฐานข้อมูลคุณภาพอากาศทาง Web Site ของโครงการ

3.3 การตรวจวัดคุณภาพอากาศ

3.3.1 วิธีการตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศ

การตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศของการศึกษานี้อ้างอิงวิธีการมาตรฐานของ American Society for Testing and Materials (ASTM) รหัส D1739-98 (2004) Standard Test Method for Collection and Measurement of Dustfall (Settleable Particulate Matter) และคู่มือการติดตาม

ตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมอย่างง่ายสำหรับองค์การปกครองส่วนท้องถิ่น (กรมควบคุมมลพิษ, 2549) ซึ่งใช้กระบอกเก็บฝุ่นที่ตกได้ หรือ Dust Fall Jar เป็นภาชนะสำหรับเก็บตัวอย่างฝุ่นที่ตกออกจากบรรยากาศในระยะเวลา 1 เดือน แล้วนำไปวิเคราะห์หาน้ำหนักของฝุ่น ผลการตรวจวัดมีหน่วยเป็นน้ำหนักของฝุ่นละอองต่อพื้นที่ต่อเวลา ทั้งนี้ ภาพประกอบขั้นตอนการวิเคราะห์ตัวอย่าง แสดงในภาคผนวก ก

หลังจากกำหนดจุดเฝ้าระวังคุณภาพอากาศแล้ว คณะผู้วิจัยได้ทำการออกแบบอุปกรณ์เก็บตัวอย่างและอุปกรณ์ช่วยในการติดตั้งสำหรับแต่ละสถานี จากนั้นทำการติดตั้งอุปกรณ์ และเริ่มเก็บตัวอย่างเป็นเวลา 12 เดือน โดยแต่ละสถานีใช้กระบอกเก็บฝุ่น 3 กระบอก เพื่อเพิ่มความเชื่อมั่นของผลการเก็บตัวอย่าง โดย ผลการตรวจวัดที่นำไปใช้งานเป็นค่าเฉลี่ยของผลที่ได้จากทั้ง 3 กระบอก ยกเว้นในกรณีที่บางกระบอกมีปัญหาไม่สามารถให้ผลได้ หรือตรวจสอบทางสถิติแล้วพบว่ามีความผิดพลาด โดยวิธีทดสอบใช้วิธีการของ Dixon's Test (McBeen and Rovers, 1998) เพื่อบ่งชี้ค่าที่อยู่นอกกลุ่ม (Outlier) ผลการตรวจวัดที่นำไปใช้งานจะใช้ค่าเฉลี่ยจากกระบอกที่ปกติเท่านั้น

3.3.2 วิธีการตรวจวัดค่าพีเอชของน้ำฝน

ผู้วิจัยและผู้ร่วมโครงการเป็นเครือข่ายนักสิ่งแวดล้อมชุมชนทำการเก็บตัวอย่างน้ำฝนเพื่อวัดค่าพีเอช โดยกำหนดให้เก็บตัวอย่างทุกครั้งเท่าที่มีโอกาส ตลอดระยะเวลา 12 เดือนที่เก็บข้อมูลฝุ่นละออง ตัวอย่างน้ำฝนที่เก็บใส่ภาชนะจะทำการวัดค่าพีเอชด้วยเครื่องวัดพีเอชแบบปากกา (pH pen) และค่าพีเอชของน้ำฝนในแต่ละครั้งที่วัดได้ ณ สถานีต่างๆ จะถูกรวบรวมมาวิเคราะห์เปรียบเทียบกับเกณฑ์สภาพปัญหาฝนกรด คือ ถือว่าเกิดสภาพฝนกรดเมื่อค่าพีเอชต่ำกว่า 5.6 ซึ่งเป็นค่าพีเอชน้ำฝนปกติ ทั้งนี้ เนื่องจากน้ำฝนในบรรยากาศมีการละลายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลงไปเป็นกรดคาร์บอนิกทำให้มีค่าพีเอชเท่ากับ 5.6 ที่สภาวะสมดุล

3.4 การประเมินสถานการณ์ปัญหาฝุ่นละอองและปัญหาฝนกรดของพื้นที่ศึกษา

ทำการรวบรวมข้อมูลผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศโดยกลุ่มวิจัยฯ และเครือข่ายนักสิ่งแวดล้อมชุมชน ตลอดช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่าง 12 เดือน เพื่อวิเคราะห์ผล และประเมินสถานการณ์ปัญหาฝุ่นละอองและปัญหาฝนกรดของพื้นที่ศึกษา

3.5 การพัฒนาฐานข้อมูลคุณภาพอากาศ

การพัฒนาฐานข้อมูลคุณภาพอากาศที่มีความพร้อมสำหรับนำไปใช้ประโยชน์ โดยจัดให้มีองค์ประกอบที่สำคัญของฐานข้อมูล แบ่งเป็น 4 ส่วนหลัก ได้แก่ 1) ข้อมูลคุณภาพอากาศทั่วไป 2) ข้อมูลการเฝ้าระวังคุณภาพอากาศของเครือข่ายนักสิ่งแวดล้อมประจำชุมชน 3) การทำนายค่าระดับฝุ่นด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์ และ 4) เครือข่ายนักสิ่งแวดล้อมชุมชน

บทที่ 4

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

4.1 การกำหนดจุดเฝ้าระวังคุณภาพอากาศ

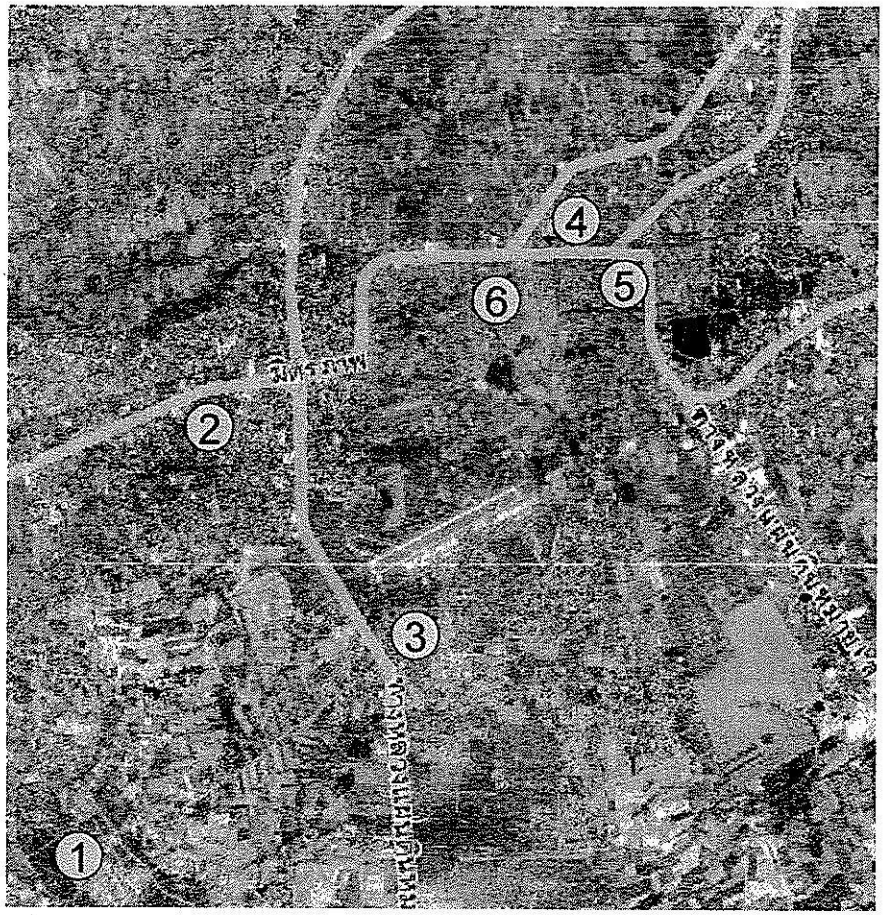
คณะผู้วิจัยได้พิจารณาพื้นที่ศึกษาเพื่อคัดเลือกและกำหนดจุดเฝ้าระวังคุณภาพอากาศของโครงการ รวมทั้งสิ้น 6 จุด เพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา โดยกระจายตัวในแนวทิศตะวันออกเฉียงเหนือและทิศตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งเป็นแนวทิศทางลมประจำของประเทศไทย รวมทั้งกำหนดจุดโดยให้สามารถเป็นตัวแทนข้อมูลของพื้นที่ 3 ลักษณะ ได้แก่ พื้นที่เมือง พื้นที่ชานเมือง และพื้นที่ชนบท เพื่อประโยชน์ในการศึกษาปัจจัยด้านการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีผลต่อระดับของฝุ่นละอองในพื้นที่ ผลการกำหนดจุด แสดงดังตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 จุดเฝ้าระวังคุณภาพอากาศของโครงการ

สถานีที่	ชื่อย่อ	สถานที่	ลักษณะพื้นที่
1	SUT	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	พื้นที่ชนบท
2	RSM	โรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย	พื้นที่ชานเมือง
3	STP	โรงเรียนสุรธรรมพิทักษ์	พื้นที่ชานเมือง
4	MNM	โรงเรียนเมืองนครราชสีมา	พื้นที่เมือง
5	NRE	สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 11	พื้นที่เมือง
6	PCD	สถานีตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ	พื้นที่เมือง

ทั้งนี้ การกำหนดจุดเฝ้าระวังคุณภาพอากาศส่วนหนึ่งเป็นโรงเรียน มีเหตุผลที่สนับสนุนที่สำคัญ 2 ประการ คือ

1) โรงเรียนเป็นสถานที่สำคัญที่ควรทำการเฝ้าระวังคุณภาพสิ่งแวดล้อม เนื่องจากเป็นบริเวณที่มีเด็กนักเรียนซึ่งมีความอ่อนไหวต่อการได้รับมลพิษ ทำกิจกรรมอยู่ในสถานที่เดียวกันเป็นจำนวนมาก และใช้เวลาอยู่ในพื้นที่นาน
2) โรงเรียนเป็นตัวแทนของกลุ่มที่มีความพร้อมในการเข้าร่วมเครือข่ายนักสิ่งแวดล้อมประจำชุมชนตามโครงการ เนื่องจากมีสมาชิกเป็นเยาวชนและครูอาจารย์



รูปที่ 4.1 แผนที่แสดงตำแหน่งจุดเฝ้าระวังคุณภาพอากาศของโครงการ: จุดที่ 1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จุดที่ 2 โรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย จุดที่ 3 โรงเรียนสุรธรรมพิทักษ์ จุดที่ 4 โรงเรียนเมืองนครราชสีมา จุดที่ 5 สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 11 จุดที่ 6 สถานีตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ

4.2 การสร้างเครือข่ายนักสิ่งแวดล้อมชุมชน

4.2.1 การติดต่อโรงเรียนเพื่อเชิญให้เข้าร่วมโครงการ

หลังจากการเลือกโรงเรียน 3 แห่ง ได้แก่ โรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย โรงเรียนสุธรรมพิทักษ์ และโรงเรียนเมืองนครราชสีมา เป็นจุดเฝ้าระวังคุณภาพอากาศของโครงการแล้ว คณะผู้วิจัยได้ติดต่อสถานศึกษาทั้ง 3 แห่ง และเข้าพบผู้บริหารเพื่อชี้แจงรายละเอียดโครงการและเชิญนักเรียนและครูที่สนใจเข้าร่วมเป็นเครือข่ายนักสิ่งแวดล้อมชุมชน โดยโรงเรียนทั้ง 3 แห่ง ตอบตกลงเข้าร่วม

โครงการและได้ให้ความอนุเคราะห์อาจารย์และนักเรียนเข้าร่วมเป็นนักสิ่งแวดล้อมประจำชุมชน โดยแต่ละโรงเรียนมีผู้ประสานงานหลัก คือ อาจารย์ 1 ท่าน และนักเรียนที่สนใจ ดังต่อไปนี้

1) โรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย ได้แก่ อาจารย์มณีพัส ไชยคำภา ด.ช.ศิวดล เสนเดน และ ด.ช.รณกรณ์ วิริยนะวัตร์
2) โรงเรียนสุรธรรมพิทักษ์ ได้แก่ อาจารย์อุทิตย์ หาญนอก
3) โรงเรียนเมืองนครราชสีมา ได้แก่ อาจารย์เรณู ลือเดช ด.ช.วุฒิพงษ์ พิณิจเครดิต และด.ช.ธนโชติ สืบสุวรรณ

4.2.2 จัดอบรมเชิงปฏิบัติการด้านคุณภาพอากาศในชุมชน

คณะผู้วิจัยได้จัดโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการด้านคุณภาพอากาศในชุมชนให้กับผู้ที่เข้าร่วมเครือข่ายจากทั้ง 3 โรงเรียน รวมทั้งนักเรียนที่สนใจ เพื่อถ่ายทอดความรู้ด้านคุณภาพอากาศในชุมชนและมลพิษอากาศ และเพื่อให้ความรู้ในการเฝ้าระวังและวิธีการเก็บข้อมูลคุณภาพอากาศให้แก่ผู้เข้าอบรม เมื่อวันที่ 19 มกราคม 2551 เวลา 8: 30 – 15:30 น. ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยมีผู้เข้าร่วมกิจกรรมทั้งหมด 71 คน ดังนี้

1) นักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จำนวน 13 คน
2) นักเรียนและอาจารย์จากโรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย จำนวน 6 คน
3) นักเรียนและอาจารย์จากโรงเรียนสุรธรรมพิทักษ์ จำนวน 22 คน
4) นักเรียนและอาจารย์จากโรงเรียนเมืองนครราชสีมา จำนวน 26 คน
5) คณะผู้วิจัยของโครงการฯ จำนวน 4 คน

การอบรมในภาคเช้า เป็นการบรรยายในห้องประชุมใหญ่ (รูปที่ 4.2) ประกอบด้วยหัวข้อหลัก 3 เรื่อง ได้แก่

1) สถานการณ์และผลกระทบของมลพิษอากาศ

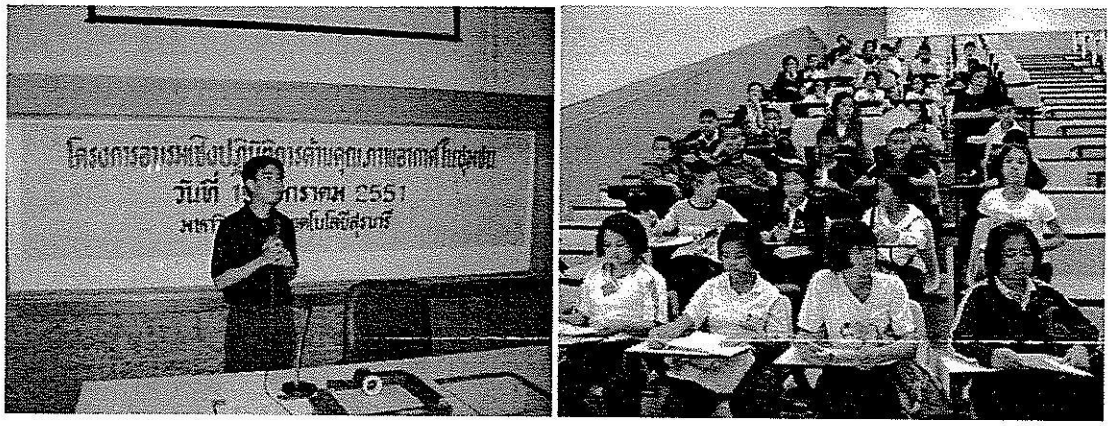
เนื้อหาการบรรยายประกอบด้วย สถานการณ์คุณภาพอากาศของไทย ผลกระทบของมลพิษอากาศ และการแนะนำโครงการการพัฒนาระบบเฝ้าระวังฝุ่นละอองและคุณภาพอากาศแบบบูรณาการเพื่อสนับสนุนการจัดการคุณภาพอากาศในชุมชน และบทบาทการมีส่วนร่วมในโครงการของผู้เข้าอบรม

2) การเฝ้าระวังคุณภาพอากาศในชุมชน

เนื้อหาการบรรยายเกี่ยวกับกิจกรรมและวิธีการเฝ้าระวังคุณภาพอากาศในชุมชน และโครงการนักรบสิ่งแวดล้อม ในส่วนความรับผิดชอบของสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 11 กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

3) เครื่องมือและวิธีการตรวจวัดคุณภาพอากาศ

เนื้อหาการบรรยายเป็นการแนะนำเครื่องมือและวิธีการตรวจวัดฝุ่นละอองและแก๊สในบรรยากาศ การตรวจวัดควันดำ และการตรวจวัดเสียง



(ก) (ข)

รูปที่ 4.2 กิจกรรมช่วงเช้าในโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการด้านคุณภาพอากาศในชุมชน: (ก) หัวหน้าสาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมกล่าวเปิดงาน (ข) บรรยากาศในการรับฟังการบรรยาย

การอบรมในภาคบ่าย เป็นการปฏิบัติการ โดยผู้เข้าอบรมออกเป็น 6 กลุ่ม เวียนเข้าทำกิจกรรมในฐานทั้งหมด 6 ฐาน ได้แก่

1) ฐานการตรวจวัดควันดำจากยานพาหนะ
2) ฐานการตรวจวัดเสียง
3) ฐานการตรวจวัดฝุ่นในบรรยากาศ (TSP/PM10)
4) ฐานการตรวจวัดฝุ่นในอาคาร และที่ตัวบุคคล (Cascade/Personal Sampler)
5) ฐานการตรวจวัดค่าพีเอชและของแข็งทั้งหมด (Total Solid)

กิจกรรมในแต่ละฐานประกอบด้วยการบรรยายและสาธิตการปฏิบัติจากพี่เลี้ยงประจำฐาน ซึ่งเป็นนักศึกษาของสาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมและสาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และการลองปฏิบัติจริงโดยผู้เข้าอบรม ภาพบรรยากาศการทำกิจกรรมในฐานต่างๆ แสดงในรูปที่ 4.3

ผลจากการอบรมทำให้ผู้เข้าอบรมมีความรู้ในการเฝ้าระวังและวิธีการเก็บข้อมูลคุณภาพอากาศเพิ่มขึ้น โดยวัดผลจากคะแนนการทดสอบความรู้หลังการอบรมสูงกว่าคะแนนการทดสอบความรู้ก่อนการอบรมอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ทั้งนี้ รายละเอียดอื่นๆ เกี่ยวกับการอบรมแสดงไว้ในภาคผนวก ข

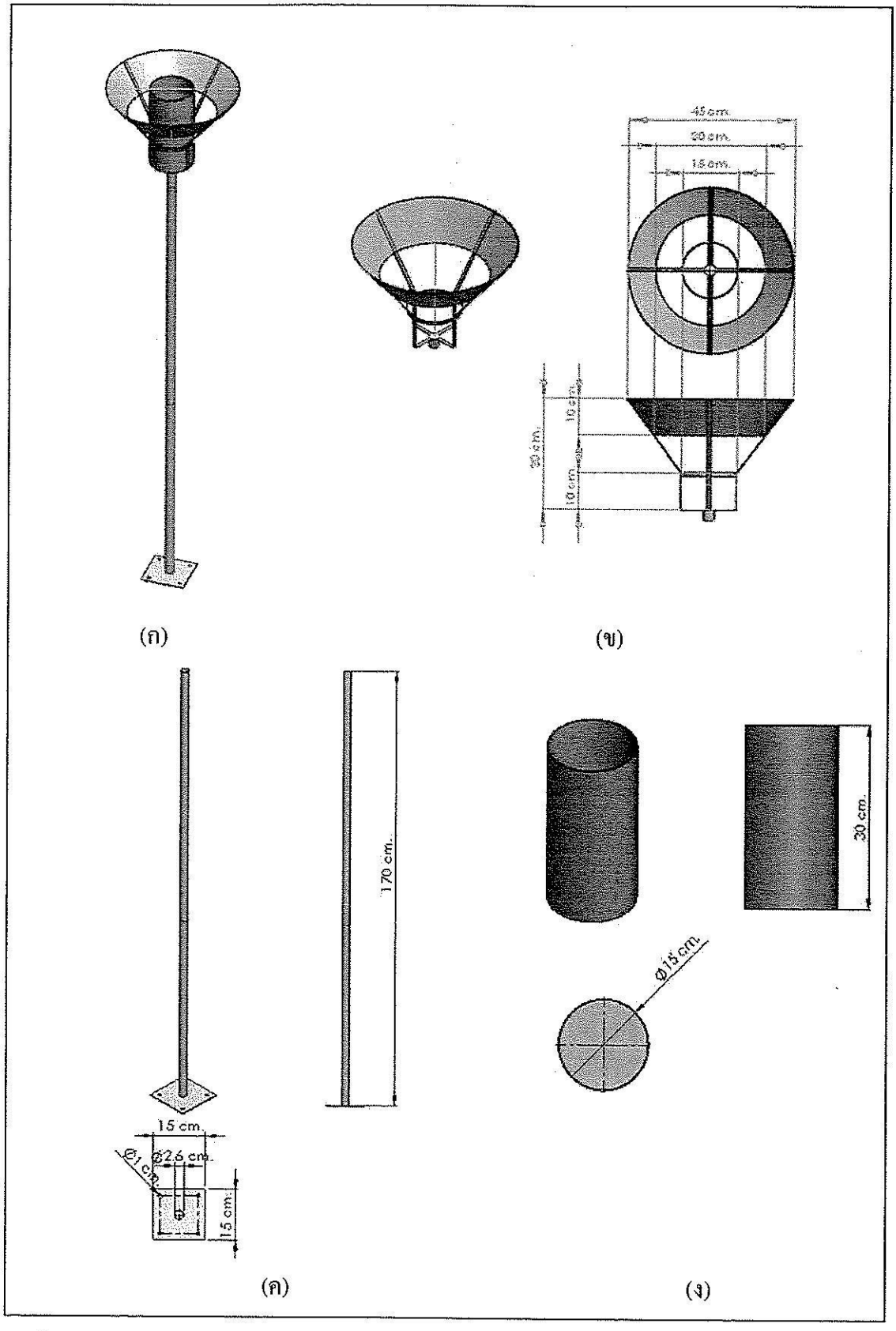
(ก) (ข)

รูปที่ 4.3 กิจกรรมช่วงบ่ายในโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการด้านคุณภาพอากาศในชุมชน: (ก) ฐานวัดควันดำ (ข) ฐานวัดฝุ่นในบรรยากาศ

4.3 การตรวจวัดคุณภาพอากาศ

4.3.1 การเตรียมสถานที่และอุปกรณ์ตรวจวัด

คณะผู้วิจัย ได้ทำการออกแบบอุปกรณ์ตรวจวัดฝุ่นแบบกระบอกเก็บฝุ่นที่ตกได้ (Dust Fall Jar) ประกอบด้วย 4 ส่วนหลัก ได้แก่ กระบอกเก็บฝุ่น ที่บังลม เสา และส่วนฐาน โดยอ้างอิงมาตรฐาน ASTM รหัส D1739-98 (2004) ดังแสดงในรูปที่ 4.4 และจัดทำจำนวน 24 ชุด เพื่อทำการตรวจวัดในสถานีต่างๆ ดังรายละเอียดในตารางที่ 4.2



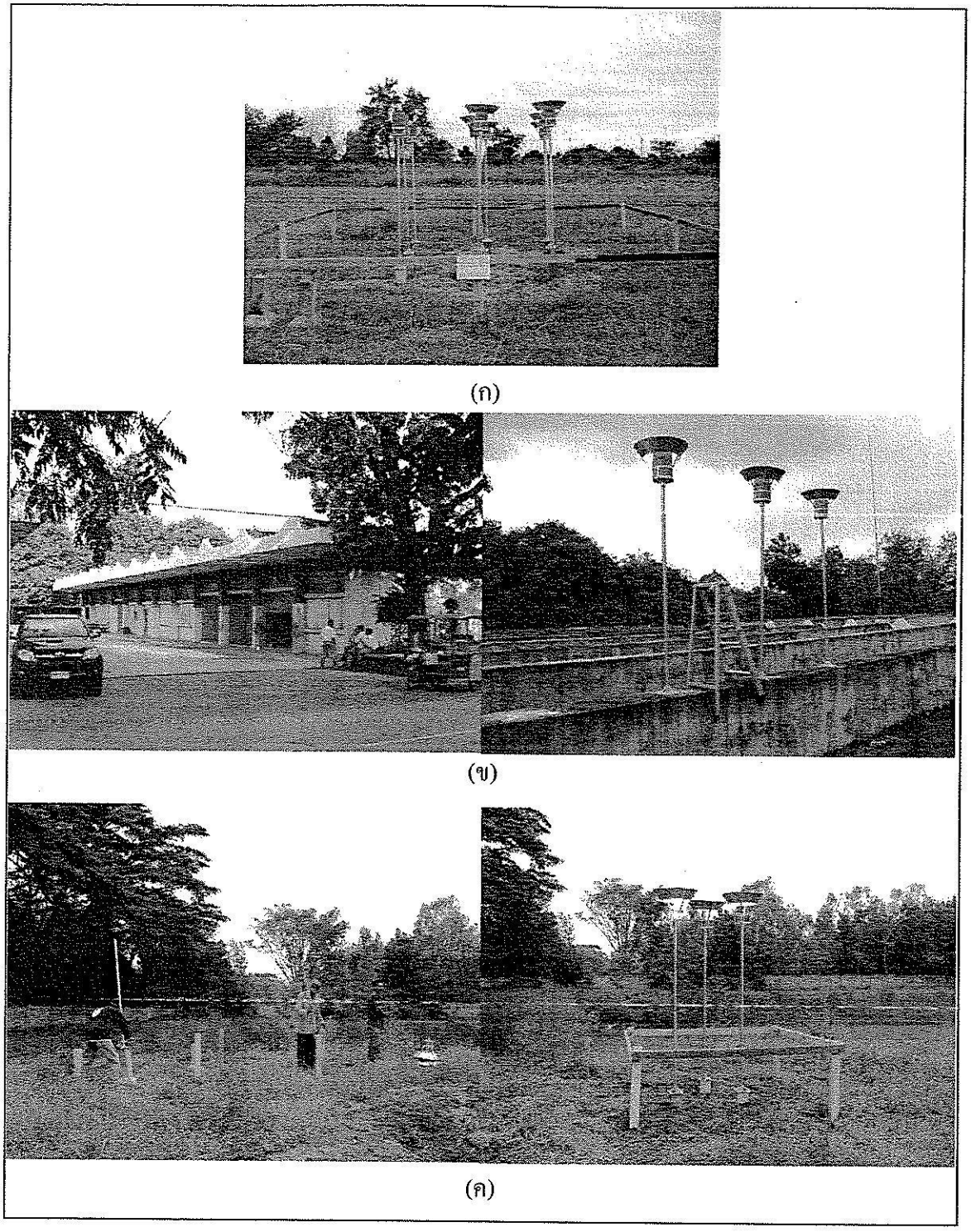
รูปที่ 4.4 แบบร่างของอุปกรณ์กระบอกเก็บฝุ่นที่ตกได้ (Dust Fall Jar): (ก) อุปกรณ์กระบอกเก็บฝุ่นที่ตกได้, (ข) ที่บังลม ,(ค) เสา และและส่วนฐาน (ง) กระบอกเก็บฝุ่น

ตารางที่ 4.2 การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดฝุ่น ณ สถานีต่างๆ

สถานีที่	ชื่อย่อ	สถานที่	การติดตั้ง	ลักษณะการติดตั้ง
1	SUT	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี	ทั้งหมด 9 ชุด ประกอบด้วย - 3 ชุด แบบเก็บตัวอย่างทุก 30 วัน - 3 ชุด แบบเก็บตัวอย่างทุก 15 วัน - 3 ชุด แบบเก็บตัวอย่างทุก 30 วัน แต่ไม่มีที่บังลม	ติดตั้งบนพื้นดิน บริเวณทุ่งหญ้าโล่งใกล้สนามบินเครื่องบินเล็กบังคับวิทยุ ระดับปากกระบอกเก็บฝุ่นสูงจากระดับพื้นดิน 2 เมตร
2	RSM	โรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย	สถานีละ 3 ชุด แบบเก็บตัวอย่างทุก 30 วัน	ติดตั้งบนหลังคาอาคารเรียน ระดับปากกระบอกเก็บฝุ่นสูงจากระดับพื้นดิน 8 เมตร
3	STP	โรงเรียนสุรธรรมพิทักษ์		ติดตั้งบนพื้นดิน บริเวณพื้นที่โล่งด้านหลังโรงเรียน ระดับปากกระบอกเก็บฝุ่นสูงจากระดับพื้นดิน 2 เมตร
4	MNM	โรงเรียนเมืองนครราชสีมา		ติดตั้งบนพื้นดิน บริเวณสนามหญ้าหน้าโรงเรียน ระดับปากกระบอกเก็บฝุ่นสูงจากระดับพื้นดิน 2 เมตร
5	NRE	สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 11		ติดตั้งบนหลังคาอาคารสำนักงาน ระดับปากกระบอกเก็บฝุ่นสูงจากระดับพื้นดิน 12 เมตร
6	PCD	สถานีตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ		ติดตั้งบนหลังคาตู้คอนเทนเนอร์ซึ่งเป็นสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ ระดับปากกระบอกเก็บฝุ่นสูงจากระดับพื้นดิน 4.5 เมตร

ทั้งนี้ คณะผู้วิจัยได้กำหนดให้สถานี SUT มีอุปกรณ์ติดตั้งทั้งหมด 9 ชุด เพื่อทำการเก็บข้อมูลเปรียบเทียบ 2 กรณี คือ 1) การเก็บตัวอย่างทุก 30 วัน กับการเก็บตัวอย่างทุก 15 วัน มีผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ และ 2) อุปกรณ์การเก็บตัวอย่างซึ่งใช้ที่บังลม กับอุปกรณ์การเก็บตัวอย่างที่ไม่ใช้ที่บังลม ให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่

หลังจากการติดตั้งอุปกรณ์ตามสถานีที่กำหนดแล้วเสร็จ จึงเริ่มเก็บตัวอย่างทุกสถานีตั้งแต่วันที่ 1 พฤศจิกายน 2550 รูปที่ 4.5 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์ ณ สถานีต่างๆ

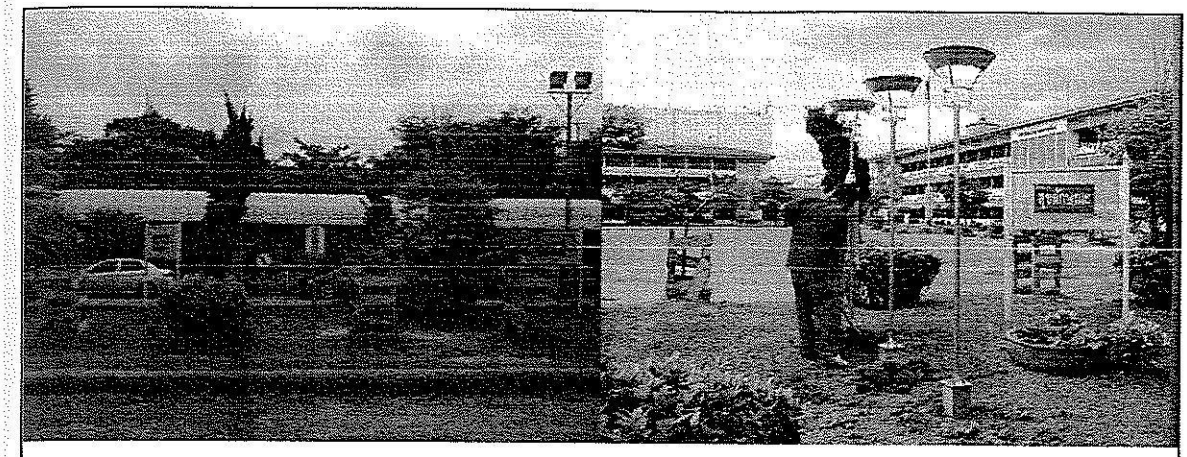


(ก)

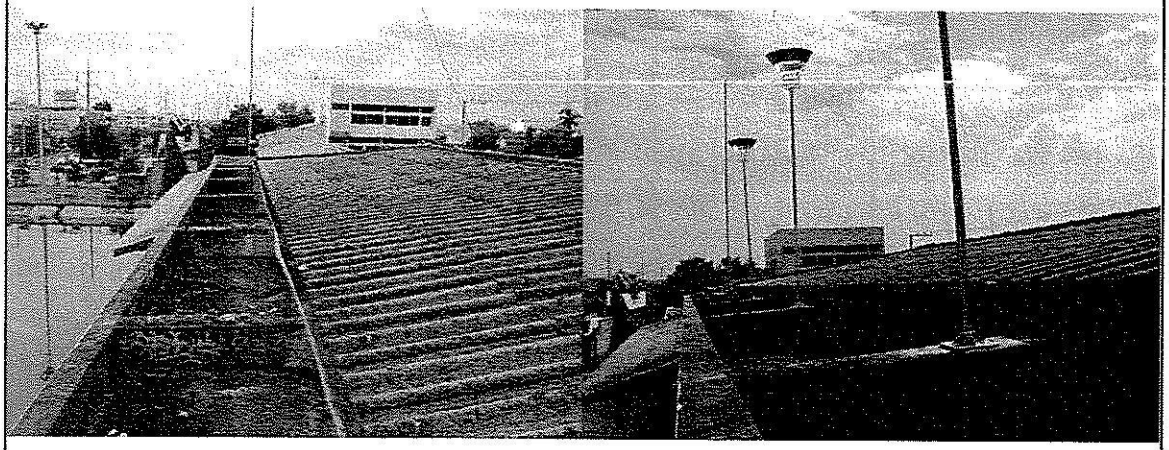
(ข)

(ค)

รูปที่ 4.5 การตั้งสถานีตรวจวัด: (ก) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, (ข) โรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย และ (ค) โรงเรียนสุรธรรมพิทักษ์



(ง)



(จ)

(ฉ)

รูปที่ 4.5 (ต่อ) การตั้งสถานีตรวจวัด: (ง) โรงเรียนเมืองนครราชสีมา, (จ) สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 11 และ (ฉ) สถานีตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ

4.3.2 ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละออง

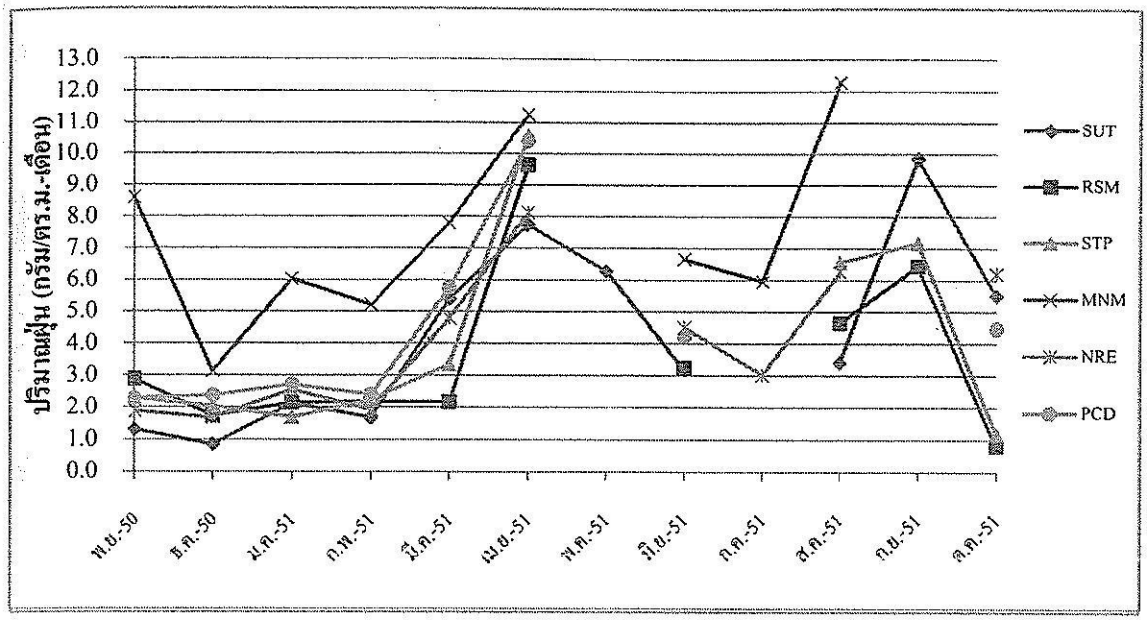
1) แนวโน้มระดับปริมาณฝุ่นรายเดือน

การตรวจวัดคุณภาพอากาศในส่วนการเก็บตัวอย่างฝุ่น ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2550 จนถึงเดือนตุลาคม 2551 เป็นระยะเวลา 12 เดือน ณ สถานีที่กำหนดเป็นจุดเฝ้าระวังคุณภาพอากาศของโครงการทั้งหมด 6 สถานี ได้แก่ สถานี SUT, RSM, STP, MNM, NRE และPCD ได้ผลการวิเคราะห์ทั้งหมดดังแสดงในภาคผนวก ค ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.3 และสามารถนำมาพิจารณาแนวโน้มของปริมาณฝุ่นที่เกิดขึ้นในระยะเวลา 12 เดือนในพื้นที่ศึกษาได้ดังรูปที่ 4.6 ทั้งนี้สำหรับสาเหตุที่ตัวอย่างในบางสถานีและบางเดือนไม่สามารถเก็บได้และทำให้ข้อมูลมีการขาดหายไปนั้นเนื่องจากปัญหาหลักคือการมีน้ำฝนขังในกระบอกเก็บตัวอย่างเป็นเวลานาน ทำให้เกิดตะไคร่น้ำ จึงไม่สามารถนำมาวิเคราะห์หาน้ำหนักที่แท้จริงของฝุ่นในกระบอกได้ ปัญหาดังกล่าวเกิดมากในฤดูร้อนและฤดูฝน และแม้ว่าทางคณะผู้วิจัยได้พยายามแก้ไขด้วยการเติมคลอรีนเพื่อยับยั้งการเติบโตของตะไคร่น้ำแต่ก็ไม่เป็นผลเนื่องจากคลอรีนมีการสลายตัวในเวลาอันสั้น และหากต้องทำหลายครั้งจะเป็นภาระและไม่ตรงกับแนวคิดของการเป็นวิธีการอย่างง่ายที่ต้องการพัฒนาขึ้น

ตารางที่ 4.3 ปริมาณฝุ่นในพื้นที่จังหวัดนครนครราชสีมา (กรัม/ตร.ม.-เดือน)

เดือน	เขตชนบท	เขตชานเมือง		เขตเมือง			เฉลี่ยทุกสถานี
	SUT	RSM	STP	MNM	NRE	PCD	
พ.ย.-50	1.3138	2.8860	2.2890	8.6071	1.8929	2.2982	3.215
ธ.ค.-50	0.8441	1.7401	2.0410	3.1379	1.6797	2.3781	1.970
ม.ค.-51	2.1362	2.1532	1.6948	6.0342	2.5540	2.7205	2.882
ก.พ.-51	1.6854	2.1815	2.2296	5.2061	1.9344	2.4022	2.607
มี.ค.-51	5.4042	2.1702	3.3368	7.8050	4.7930	5.7451	4.876
เม.ย.-51	7.7422	9.6332	10.5653	11.2507	8.1289	10.4047	9.621
พ.ค.-51	6.2785	-[1]	-	-	-	-	6.279
มิ.ย.-51	3.1647	3.2491	-	6.6534	4.5158	4.2130	4.359
ก.ค.-51	-	-	-	5.9576	3.0242	-	4.491
ส.ค.-51	3.4052	4.6448	6.5593	12.2846	6.2619	-	6.631
ก.ย.-51	9.8578	6.4462	7.1730	-	-	-	7.826
ต.ค.-51	5.4971	0.8064	1.1833	-	6.2118	4.4801	3.636
เฉลี่ยตามสถานี	4.3027	3.5911	4.1191	7.4374	4.0997	4.3303	4.647
เฉลี่ยตามเขตพื้นที่	4.3027	3.8551		5.2891			4.482

[1]ไม่มีข้อมูลเนื่องจากเก็บตัวอย่างไม่ได้



รูปที่ 4.6 แนวโน้มปริมาณฝุ่นเฉลี่ยรายเดือนแต่ละสถานี

จากข้อมูลที่ได้พบว่าปริมาณฝุ่นที่วัดได้จากแต่ละสถานีมีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นและลดลงไปในทิศทางเดียวกัน และไม่พบอิทธิพลของทิศทางลม กล่าวคือ สถานีที่ตั้งอยู่ในทิศใต้ลมของเมืองไม่ได้มีการเพิ่มของปริมาณฝุ่นที่แตกต่างจากสถานีที่อยู่ในทิศเหนือลม ทั้งนี้อาจเป็นเพราะระยะเวลาเก็บตัวอย่างที่นานถึง 30 วัน ทำให้อิทธิพลของทิศทางลมทิศใดทิศหนึ่งถูกลดทอนลงไป สังเกตได้ว่าปริมาณฝุ่นมีแนวโน้มสูงขึ้นค่อนข้างชัดเจนทุกสถานีในช่วงเดือนมีนาคม – เมษายน สันนิษฐานว่าเนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่ประเทศไทยเข้าสู่ฤดูร้อน ในเวลากลางวันอากาศบริเวณพื้นดินมีอุณหภูมิสูง เสถียรภาพบรรยากาศเป็นแบบไม่เสถียร (unstable) ซึ่งเอื้อต่อการกระจายของอากาศในแนวดิ่ง ทำให้ฝุ่นขนาดใหญ่ฟุ้งกระจายขึ้นจากพื้นผิวต่างๆ ได้มาก และหากสังเกตข้อมูลจากสถานี SUT ซึ่งสามารถเก็บตัวอย่างได้ตลอดช่วงฤดูร้อน จะเห็นแนวโน้มที่สอดคล้องกับข้อสันนิษฐานข้างต้นโดยระดับปริมาณฝุ่นเพิ่มขึ้นตั้งแต่เดือนมีนาคม และสูงสุดในเดือนเมษายน ก่อนจะลดลงตามลำดับในเดือนพฤษภาคมและเดือนมิถุนายน อันเป็นเดือนที่เริ่มเข้าสู่ฤดูฝน

นอกจากนั้น ในช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนพฤษภาคมของทุกปียังเป็นช่วงที่เกิดพายุฤดูร้อน (Summer Storm) ขึ้นบ่อยครั้ง (สุวพันธ์ นิลายน, 2543) โดยเกิดจากความกดอากาศสูงในประเทศจีนซึ่งมีกำลังแรงขึ้นเป็นบางครั้งคราว ทำให้เกิดลมฝ่ายเหนือซึ่งมีอุณหภูมิและความชื้นต่ำแผ่ลงมาปะทะกับลมฝ่ายตะวันออกจากทะเลจีนใต้และมหาสมุทรแปซิฟิกที่มีอุณหภูมิและความชื้นสูง เกิดเป็นความแปรปรวนอย่างรุนแรงและฉับพลันในลักษณะการหมุนเวียนอากาศในแนวดิ่ง โดยอากาศเย็นจะจมตัวลงด้านล่าง ในขณะเดียวกันก็ผลักให้อากาศร้อนชื้นลอยขึ้นสูง ส่งผลให้เกิดเป็นพายุฝนฟ้าคะนองอย่างรุนแรง พายุฤดูร้อนดังกล่าวมีความเร็วลมแรงได้ตั้งแต่ 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

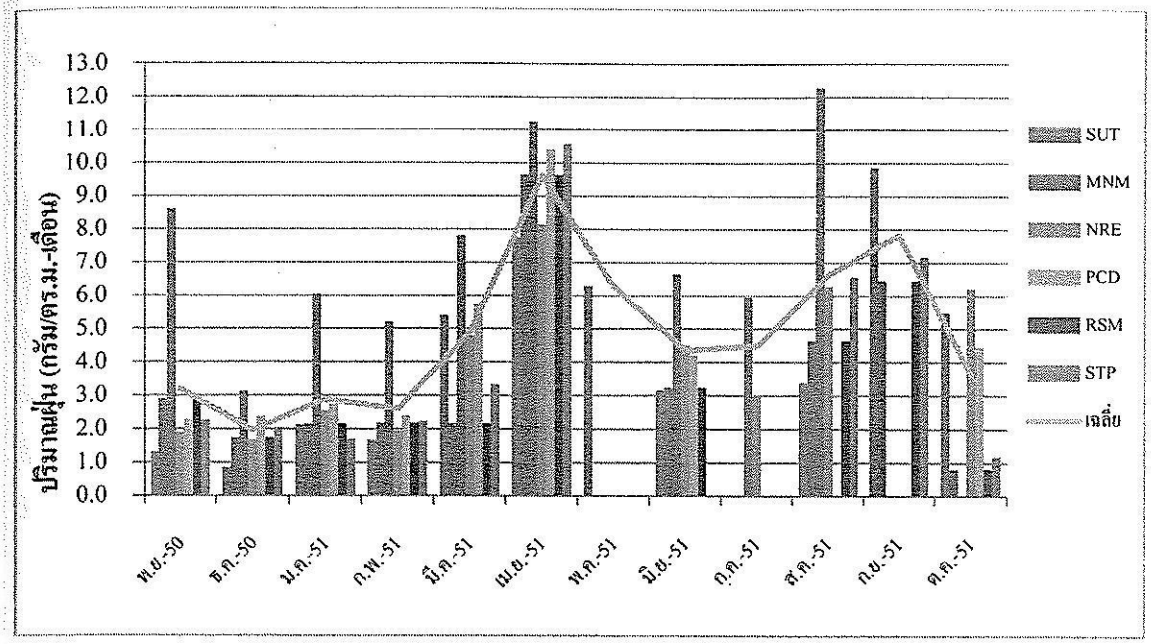
ขึ้นไป จึงมีอิทธิพลในการพัดพาเศษหิน ดิน ทราย วัตถุสิ่งของต่างๆ ทั้งตามธรรมชาติและที่มนุษย์สร้างขึ้นให้ฟุ้งปลิวได้มาก แต่จะเกิดในพื้นที่เฉพาะแห่งและในระยะเวลาค่อนข้างสั้น

เมื่อพิจารณาแนวโน้มข้อมูลในช่วงฤดูฝน คือ เดือนมิถุนายนถึงเดือนตุลาคมนั้น สังเกตได้ว่าค่าปริมาณฝุ่นมีความแปรปรวนมากกว่าฤดูกาลอื่นๆ และค่าอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งสันนิษฐานว่าอาจเป็นผลจากสภาพอากาศที่แปรปรวนในฤดูฝน และอิทธิพลของแหล่งกำเนิดเฉพาะพื้นที่ซึ่งแตกต่างกัน โดยพบว่าสถานี MNM ซึ่งเป็นพื้นที่เมืองมีค่าสูงที่สุดในเดือนสิงหาคม และเป็นค่าสูงที่สุดเท่าที่วัดได้จากทุกสถานีและทุกช่วงเวลา

ส่วนแนวโน้มข้อมูลในช่วงฤดูหนาว ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนเป็นต้นไปจนถึงเดือนกุมภาพันธ์ ข้อมูลที่ได้จาก 5 สถานี ในพื้นที่ชานเมืองและพื้นที่ชนบท ได้แก่ SUT, RSM, STP, NRE, และ PCD มีค่าค่อนข้างคงที่และอยู่ในระดับต่ำกว่าช่วงอื่นๆ ของปี ผลที่ได้นี้ไม่สอดคล้องกับแนวโน้มระดับฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) ของพื้นที่ซึ่งกรมควบคุมมลพิษมีการเก็บข้อมูลมาอย่างต่อเนื่องและพบว่าฤดูหนาวเป็นช่วงที่ระดับฝุ่นละอองขนาดเล็กมีค่าสูง จึงน่าจะเป็นการชี้ว่าฝุ่นละอองที่ตกได้ซึ่งตรวจวัดด้วยวิธีการ Dust Fall Jar อาจไม่มีความสัมพันธ์กันกับฝุ่นละอองขนาดเล็กที่ตรวจวัดด้วยวิธี Gravimetric High Volume ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะฝุ่นขนาดเล็กสามารถล่องลอยอยู่ในอากาศได้นาน สามารถเคลื่อนที่มากจากแหล่งกำเนิดที่อยู่ห่างไกลออกไปในระดับภาคหรือประเทศได้ ส่วนฝุ่นที่ตกได้เป็นฝุ่นที่หนัก ตกได้เร็ว จึงมีที่มาจากแหล่งกำเนิดที่อยู่ใกล้ในระดับพื้นที่ข้างเคียงเป็นส่วนใหญ่

กรณีที่น่าสังเกตของแนวโน้มรายสถานี ได้แก่ สถานี MNM ซึ่งมีระดับปริมาณฝุ่นสูงกว่าสถานีอื่นๆ อย่างชัดเจนในทุกเดือนที่มีผลตรวจวัด โดยเป็นสถานีเดียวที่อยู่ใกล้กับถนนที่มีการจราจรหนาแน่น ในกรณีนี้ ผลที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลของกรมควบคุมมลพิษซึ่งชี้ว่าฝุ่นละอองขนาดเล็กที่ตรวจวัดบริเวณริมถนนมีค่าสูงกว่าบริเวณทั่วไป ดังนั้นจึงอาจสรุปได้ว่าพื้นที่ริมถนนจะได้รับอิทธิพลของแหล่งกำเนิดฝุ่นเฉพาะที่ คือ การจราจร เป็นหลัก และลักษณะของฝุ่นที่ฟุ้งปลิวจากถนนมีทั้งฝุ่นขนาดใหญ่และขนาดเล็ก

รูปที่ 4.7 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณฝุ่นเฉลี่ยรายเดือนในแต่ละสถานีโดยใช้กราฟแท่ง และแสดงเส้นปริมาณฝุ่นเฉลี่ยตลอดปีของเมือง ซึ่งจะเห็นแนวโน้มในลักษณะที่ได้อภิปรายไปข้างต้นในเรื่องของระดับปริมาณฝุ่น คือ มีค่าต่ำและความแปรปรวนต่ำในฤดูหนาว มีค่าสูงและความแปรปรวนต่ำในฤดูร้อน และมีค่าปานกลางและความแปรปรวนสูงในฤดูฝน ทั้งนี้ เมื่อเปรียบเทียบปริมาณฝุ่นเฉลี่ยตลอดปีกับการศึกษาของ Pandey และคณะ (2008) ที่เมือง Bina ประเทศอินเดีย พบว่าปริมาณฝุ่นที่ตกได้มีค่าสูงที่สุดในช่วงเดือนในฤดูร้อนเช่นกัน แต่มีค่าต่ำสุดในช่วงเดือนในฤดูฝน



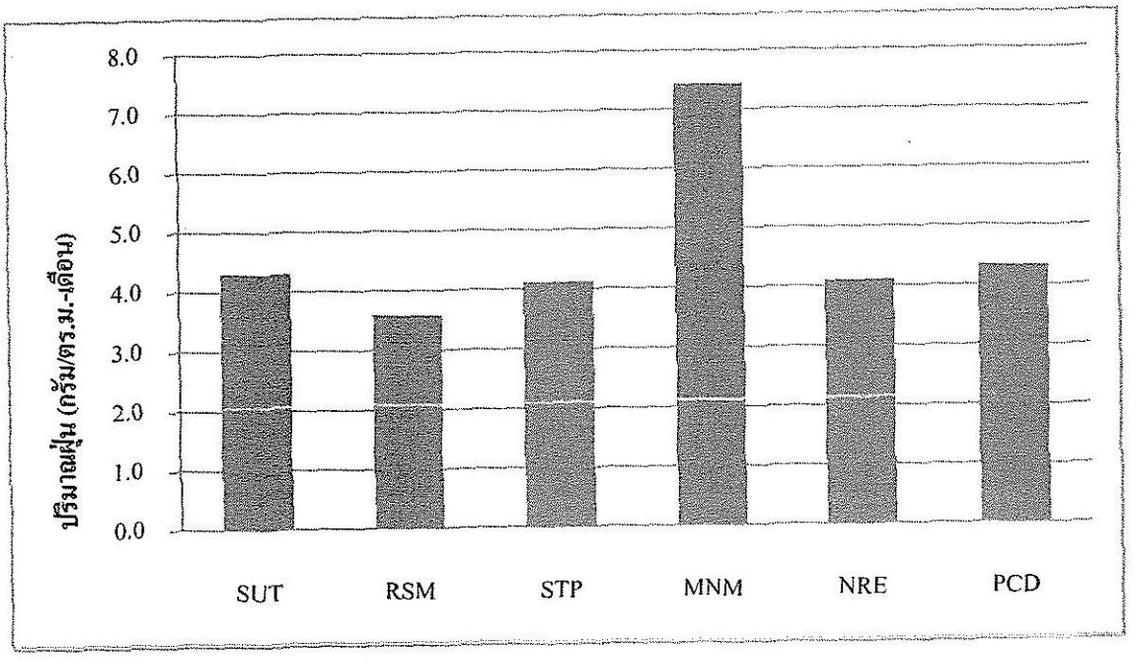
รูปที่ 4.7 การเปรียบเทียบปริมาณฝุ่นเฉลี่ยรายเดือนของแต่ละสถานี

2) การเปรียบเทียบระดับปริมาณฝุ่นระหว่างพื้นที่

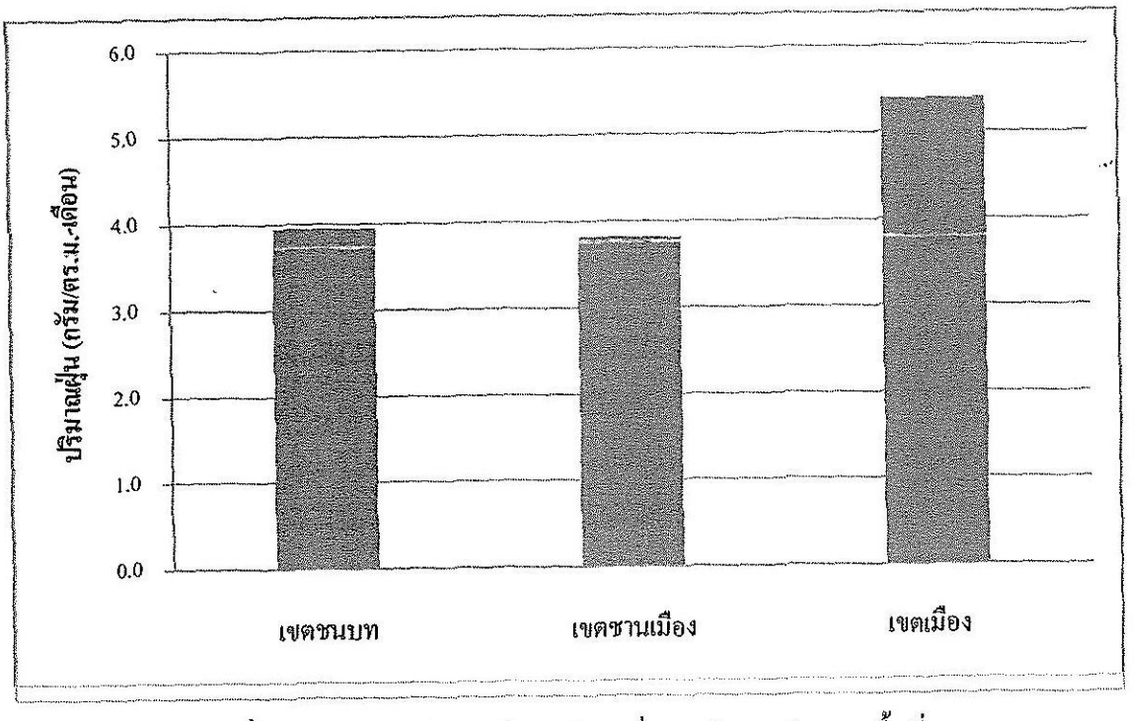
รูปที่ 4.8 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายปีของแต่ละสถานี โดยเห็นได้ว่าสถานี MNM มีปริมาณฝุ่นเฉลี่ยรายปีสูงที่สุด คือ 7.4374 กรัม/ตารางเมตร-เดือน สถานี SUT, STP, NRE, และ PCD มีค่าใกล้เคียงกันในระดับกลาง และสถานี RSM มีปริมาณฝุ่นเฉลี่ยรายปีน้อยที่สุด คือ 3.5911 กรัม/ตารางเมตร-เดือน ทั้งนี้ สังเกตว่าสถานีที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด 2 สถานี คือ RSM และ NRE นั้น เครื่องมือถูกติดตั้งบนหลังคาตึก จึงอาจมีผลกับการที่ฝุ่นขนาดใหญ่ไม่ได้ฟุ้งกระจายสูงเพียงพอที่จะตกลงในกระบอก ซึ่งต่างจากสถานีที่ติดตั้งที่ระดับพื้นดิน

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองรายปีโดยแบ่งเขตพื้นที่การติดตั้งสถานีตรวจวัดฝุ่นออกเป็น 3 พื้นที่ คือ เขตเมือง (MNM, NRE, PCD), เขตชานเมือง (RSM, STP) และเขตชนบท (SUT) ได้ผลดังแสดงในรูปที่ 4.9 จะเห็นได้ว่าเขตชุมชนมีปริมาณฝุ่นเฉลี่ยรายปีสูงที่สุด คือ 5.2891 กรัม/ตารางเมตร-เดือน และเขตชานเมืองมีปริมาณฝุ่นน้อยที่สุด คือ 3.8551 กรัม/ตารางเมตร-เดือน ส่วนเขตชนบทให้ค่าปริมาณฝุ่นเฉลี่ยรายปีต่ำกว่าเขตเมืองแต่สูงกว่าเขตชานเมือง ทั้งนี้ สถานีของเขตชนบทมีเพียง 1 สถานี คือ สถานี SUT จึงอาจมีข้อจำกัดในการเป็นตัวแทนของพื้นที่ อย่างไรก็ตาม หากนำเขตชนบทกับเขตชานเมืองมาพิจารณาร่วมกัน จะได้ค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นรายปีเท่ากับ 4.004 กรัม/ตารางเมตร-เดือน ซึ่งต่ำกว่าเขตเมือง จึงอาจสรุปได้ว่าโดยเฉลี่ยแล้วฝุ่นละอองขนาดใหญ่ในเขตเมืองนครราชสีมามีปริมาณสูงกว่าเขตรอบนอกเมือง ซึ่งน่าจะเกิดจากกิจกรรมเขตเมือง อาทิ

ฝุ่นฟุ้งปลิวจากถนน ฝุ่นจากการก่อสร้างและรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง หรือฝุ่นจากกิจการหรือโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งตั้งอยู่ในเขตเมือง



รูปที่ 4.8 การเปรียบเทียบปริมาณฝุ่นเฉลี่ยรายปีของแต่ละสถานี



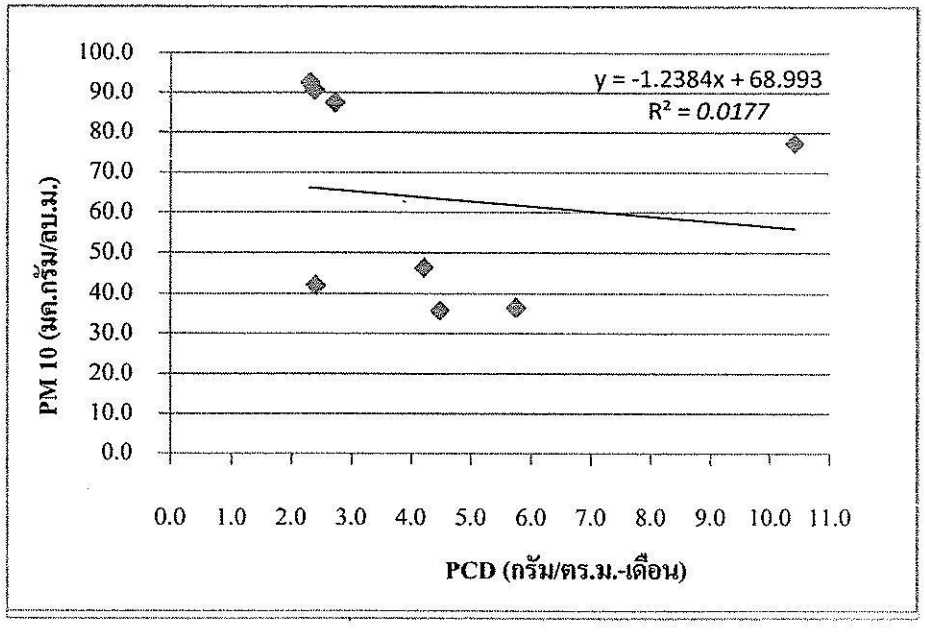
รูปที่ 4.9 การเปรียบเทียบปริมาณฝุ่นเฉลี่ยรายปีของแต่ละเขตพื้นที่

3) การทดสอบหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล

ปริมาณฝุ่นจากวิธี Dust Fall Jar กับ ค่า PM10

เนื่องจากสถานี PCD เป็นจุดเดียวกันกับสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศแบบถาวรของกรมควบคุมมลพิษ (คพ.) ประจำจังหวัดนครราชสีมา คณะผู้วิจัยจึงได้นำข้อมูลการตรวจวัดคุณภาพอากาศของสถานี คพ. คือ การตรวจวัดค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) ด้วยวิธี Gravimetric Hi-Volume มาใช้เปรียบเทียบเพื่อหาความสัมพันธ์กับค่าปริมาณฝุ่นที่ได้จากวิธี Dust Fall Jar ทั้งนี้ แม้ว่าวิธีแรกเป็นการวัดฝุ่นขนาดเล็กที่แขวนลอย ส่วนวิธีหลังเป็นการวัดฝุ่นขนาดใหญ่ที่ตกได้ แต่หากแหล่งกำเนิดหลักในพื้นที่ก่อให้เกิดฝุ่นทั้งใหญ่และเล็กพร้อมกัน ค่าที่ได้จากการตรวจวัดทั้ง 2 วิธีอาจมีแปรผันตามกันและสามารถใช้สนับสนุนกันได้

รูปที่ 4.10 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าปริมาณฝุ่นรายเดือนที่ได้จาก 2 วิธีดังกล่าว โดยค่า PM_{10} ที่นำมาใช้เป็นค่าเฉลี่ยรายเดือนของข้อมูลการตรวจวัดรายวัน มีหน่วยเป็นไมโครกรัม/ลบ.ม. และข้อมูลที่สามารถนำมาเปรียบเทียบได้ มีจำนวน 8 เดือน จากรูปจะเห็นได้ว่าค่าปริมาณฝุ่นจากการเก็บตัวอย่างแบบ Dust Fall Jar ไม่มีแนวโน้มความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับค่า PM_{10} ที่ตรวจวัดได้ ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าการตรวจวัดด้วยวิธี Dust Fall Jar ไม่สามารถใช้ทดแทนวิธี Gravimetric Hi-Volume เพื่อแสดงแนวโน้มของระดับ PM_{10} ในพื้นที่ได้

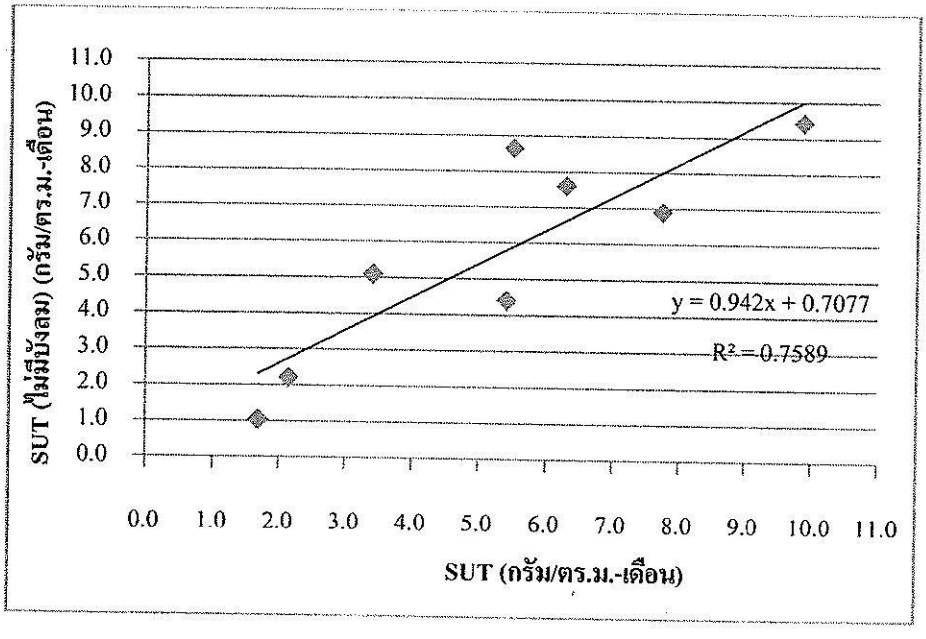


รูปที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นจากวิธี Dust Fall Jar กับค่า PM_{10} (สถานี PCD)

ปริมาณฝุ่นในกรณีมีที่บังลม กับ กรณีไม่มีที่บังลม

เนื่องจากรูปแบบของอุปกรณ์ตรวจวัดฝุ่นแบบ Dust Fall Jar ตามมาตรฐาน ASTM รหัส D1739-98 (2004) ประกอบด้วยกระบอกเก็บฝุ่น ที่บังลม เสา และฐานสำหรับตั้ง โดยในส่วนของที่บังลมนั้นทำหน้าที่ป้องกันความปั่นป่วนของลมซึ่งอาจพัดย้อนขึ้นจากด้านล่างทำให้ฝุ่นบางส่วนที่จะตกลงในกระบอกถูกพัดออกนอกเส้นทาง อย่างไรก็ตาม การมีที่บังลมทำให้ค่าลงทุนสูงขึ้น การขนย้ายอุปกรณ์มีความยุ่งยากมากขึ้น และทำให้ส่วนฐานต้องเพิ่มความแข็งแรงมากขึ้นเพื่อรับแรงที่เกิดจากการแกว่งของเสา คณะผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาอิทธิพลของที่บังลมโดยจัดทำอุปกรณ์วัดฝุ่นแบบไม่มีที่บังลม 3 ชุด เก็บตัวอย่างควบคู่กับอุปกรณ์ปกติ ณ สถานี SUT

ผลการเปรียบเทียบปริมาณฝุ่นที่วัดได้จากอุปกรณ์ทั้ง 2 แบบดังกล่าว โดยมีข้อมูลที่สามารถนำมาใช้ได้จำนวน 8 เดือน พบว่าปริมาณฝุ่นที่วัดได้จากอุปกรณ์ปกติ มีค่าเฉลี่ย 5.2508 กรัม/ตร.ม.-เดือน ส่วนปริมาณฝุ่นที่วัดได้จากอุปกรณ์ที่ไม่มีที่บังลม มีค่าเฉลี่ยสูงกว่า คือเท่ากับ 5.6540 กรัม/ตร.ม.-เดือน ซึ่งไม่เป็นไปตามที่คาดหมายไว้ อย่างไรก็ตาม เมื่อนำมาแสดงผลในรูปกราฟและวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงเส้น ดังแสดงในรูปที่ 4.11 พบว่าข้อมูลทั้ง 2 กลุ่มมีความสัมพันธ์กันด้วยค่า R^2 0.7589 ดังนั้นอาจสรุปได้ว่ายังไม่พบอิทธิพลของที่บังลมอย่างชัดเจน และหากต้องการนำวิธีการตรวจวัดแบบ Dust Fall Jar ไปใช้อย่างกว้างขวางและมีจำนวนมาก อาจพิจารณาปรับลดที่บังลมออกเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างและเพิ่มความสะดวกในการขนย้ายอุปกรณ์



รูปที่ 4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นในกรณีมีที่บังลมกับกรณีไม่มีที่บังลม

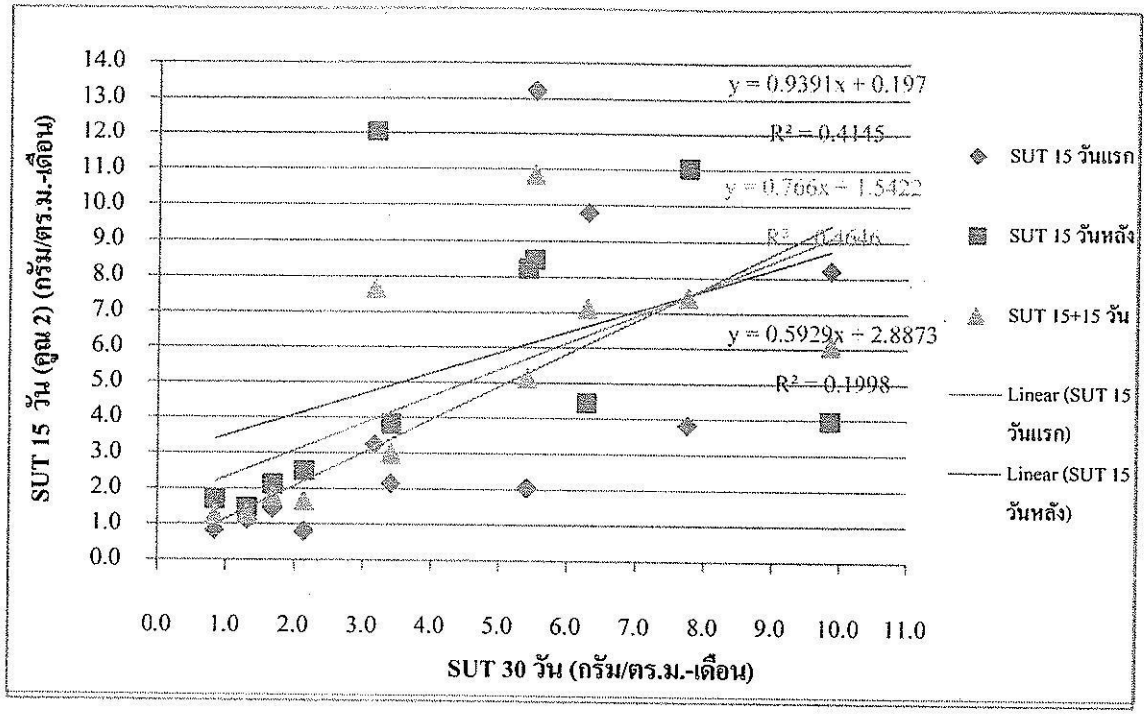
ปริมาณฝุ่นในกรณีเก็บตัวอย่างทุก 15 วัน กับ กรณีเก็บตัวอย่างทุก 30 วัน

วิธีการมาตรฐานสำหรับการตรวจวัดปริมาณฝุ่นแบบ Dust Fall Jar ต้องทำการเก็บเป็นระยะเวลา 30 วันต่อตัวอย่าง อย่างไรก็ตาม ในกรณีฤดูฝนซึ่งมีฝนตกเป็นปริมาณมากหรือมีความถี่สูง น้ำฝนซึ่งขังอยู่ในกระบอกในช่วงระหว่างเก็บข้อมูลเป็นเวลาหลายวันจะทำให้เกิดตะไคร่ภายในกระบอก ทำให้ตัวอย่างไม่สามารถใช้งานได้ ดังเห็นได้จากผลการศึกษาครั้งนี้ ซึ่งช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกันยายนมีข้อมูลที่เก็บตัวอย่างไม่ได้หลายสถานี เนื่องจากสาเหตุดังกล่าวข้างต้น ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการลดระยะเวลาการเก็บตัวอย่างลง เพื่อหลีกเลี่ยงหรือบรรเทาปัญหาน้ำฝนขังในกระบอก โดยจัดทำอุปกรณ์วัดฝุ่นปกติซึ่งเก็บตัวอย่างทุก 15 วัน ควบคู่กับอุปกรณ์ปกติ ณ สถานี SUT

ผลการเปรียบเทียบค่าปริมาณฝุ่นละอองที่วัดในระยะเวลา 30 วัน กับค่าที่วัดในระยะเวลา 15 วันแรกของเดือน ค่าที่วัดในระยะเวลา 15 วันหลังของเดือน และค่าผลรวมของค่าที่วัดในระยะเวลา 15 วันแรกและ 15 วันหลัง แสดงดังรูปที่ 4.12 โดยมีข้อมูลที่สามารถนำมาใช้ได้จำนวน 8 เดือน ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพบว่าค่าสัมประสิทธิการตัดสินใจ (R^2) ของทุกกรณีมีค่าต่ำกว่า 0.5 ทั้งนี้สันนิษฐานว่าความแปรปรวนของปริมาณฝุ่นที่ตกได้ในแต่ละวันมีค่อนข้างมาก ทำให้การเก็บตัวอย่างเพียง 15 วัน แล้วนำมาคูณด้วย 2 นั้นให้ค่าที่แตกต่างกับการเก็บตัวอย่างปกติ 30 วัน นอกจากนั้น การใช้ค่าจากการเก็บตัวอย่าง 15 วันแรกมารวมกับ 15 วันหลัง มีโอกาสเกิดความคลาดเคลื่อนจากการวิเคราะห์ 2 ครั้ง จึงอาจให้ค่าที่แตกต่างกับค่าจากการเก็บตัวอย่างปกติ 30 วัน ซึ่งมีโอกาสเกิดความผิดพลาดจากการวิเคราะห์ครั้งเดียว ดังนี้ อาจสรุปได้ว่าการลดระยะเวลาเก็บตัวอย่างลงไม่ใช่ทางเลือกที่เหมาะสมเพราะค่าที่ได้ไม่อาจเป็นตัวแทนการเก็บตัวอย่างตามระยะเวลาปกติได้

4.3.3 ผลการตรวจวัดค่าพีเอชของน้ำฝน

ผลการตรวจวัดค่าพีเอชจาก 3 สถานี คือ สถานี SUT โดยคณะผู้วิจัยเอง และอีกสองสถานีในบริเวณโรงเรียน คือ สถานี RSM และสถานี MNM ซึ่งทำโดยสมาชิกเครือข่ายสิ่งแวดล้อมชุมชน ได้ค่าเฉลี่ยและจำนวนตัวอย่างดังนี้ คือ สถานี SUT มีค่าพีเอชเฉลี่ย 6.99 จากจำนวนตัวอย่าง 44 ตัวอย่าง สถานี RSM มีค่าพีเอชเฉลี่ย 8.30 จากจำนวนตัวอย่าง 20 ตัวอย่าง และสถานี MNM มีค่าพีเอชเฉลี่ย 6.24 จากจำนวนตัวอย่าง 32 ตัวอย่าง ซึ่งเห็นได้ว่าน้ำฝนจากทุกสถานีมีค่าพีเอชเฉลี่ยไม่ต่ำกว่าค่าพีเอชน้ำฝนปกติ คือ 5.6 จึงไม่มีสภาวะปัญหาฝนกรด



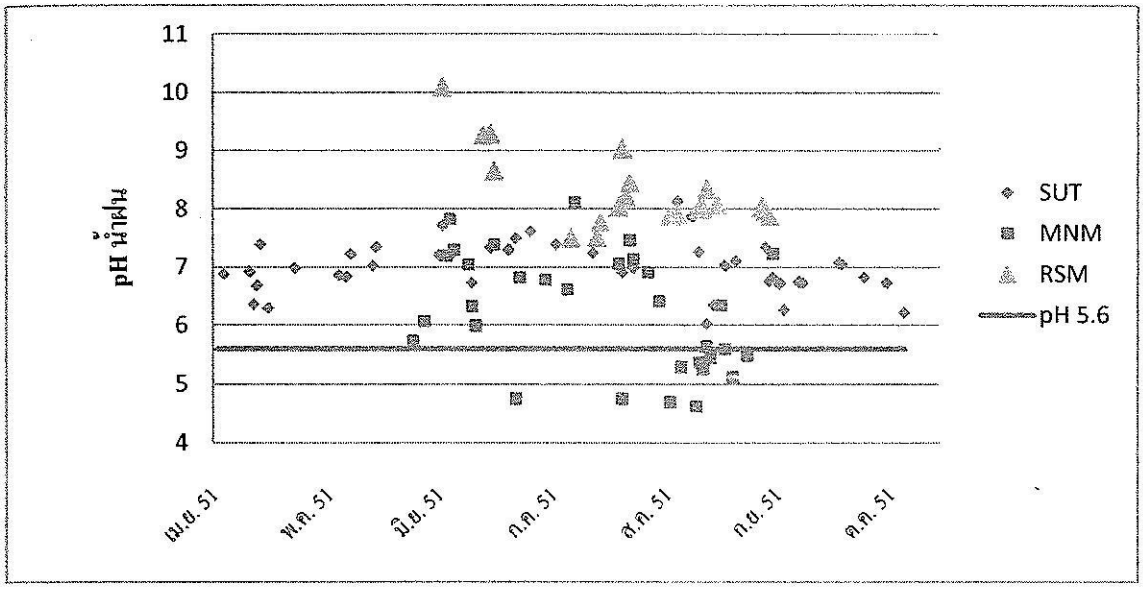
รูปที่ 4.12 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นในกรณีเก็บตัวอย่างทุก 15 วัน กับกรณีเก็บตัวอย่างทุก 30 วัน

อย่างไรก็ตาม เมื่อนำผลการตรวจวัดในแต่ละครั้งของทุกสถานีมาพิจารณาในรูปกราฟ ดังแสดงในรูปที่ 4.13 พบว่า ประมาณ 1 ใน 3 ของค่าพีเอชที่ตรวจวัดได้ที่สถานี MNM มีค่าพีเอชต่ำกว่า 5.6 จึงอาจสันนิษฐานได้ว่าสภาพอากาศบริเวณสถานีดังกล่าวซึ่งอยู่ริมถนนที่การจราจรหนาแน่น อาจมีมลพิษที่ก่อให้เกิดฝนกรด ได้แก่ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ที่เกิดจากไอเสียของยานพาหนะและกระบวนการเผาไหม้ของกิจกรรมต่างๆ ในชุมชน ซึ่งสามารถละลายน้ำเป็นกรดไนตริก และกรดซัลฟูริก ตามลำดับ ส่วนสถานี RSP มีค่าพีเอชค่อนข้างสูงเกินจากปกติไปมากพอสมควรและคาดว่าอาจมีความคลาดเคลื่อนจากอุปกรณ์หรือวิธีการ แต่ไม่สามารถหาข้อสรุปได้

4.4 การประเมินสถานการณ์ปัญหาฝุ่นละอองและปัญหาฝนกรดของพื้นที่ศึกษา

เมื่อพิจารณาจากข้อมูลฝุ่นละอองที่ตกได้ตลอดระยะเวลา 12 เดือน ได้สามารถประเมินได้ว่าปัญหาปริมาณฝุ่นเฉลี่ยของเมืองมีแนวโน้มจะเกิดในฤดูร้อน คือช่วงเดือนมีนาคม – เมษายน จากปัจจัยด้านการฟุ้งกระจายของอากาศที่เกิดได้ดี และการเกิดพายุฤดูร้อนเป็นบางครั้งคราว ส่วนในช่วงฤดูฝนและฤดูหนาวนั้น ในภาพรวมไม่มีปัญหาระดับปริมาณฝุ่นขนาดใหญ่ อย่างไรก็ดี เป็นที่ทราบ

โดยทั่วไปว่าในช่วงฤดูหนาว ระดับฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) จะมีค่าสูง และเกินค่ามาตรฐานในบรรยากาศทั่วไปในเมืองใหญ่หลายเมือง รวมทั้งเมืองนครราชสีมาด้วย



รูปที่ 4.13 ค่าพีเอชของน้ำฝนที่ตรวจวัดได้ ณ สถานีต่างๆ

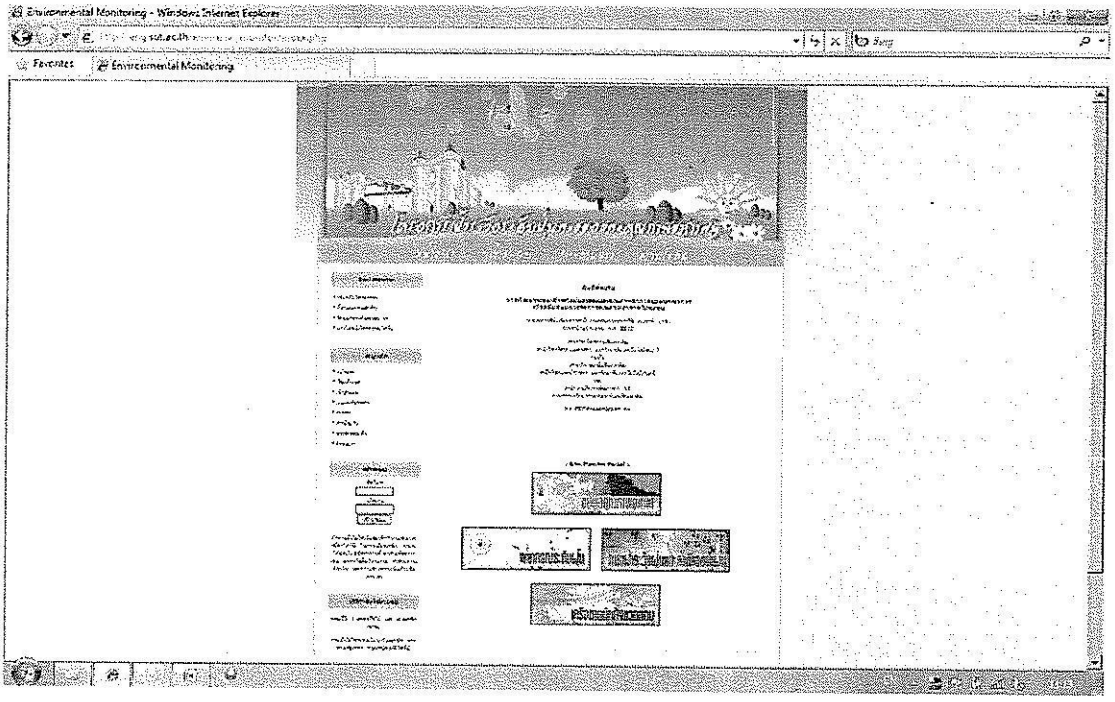
เมื่อแยกพิจารณาตามลักษณะพื้นที่ สามารถประเมินได้ว่าพื้นที่เขตชุมชนเมืองมีแนวโน้มปัญหามากกว่าเขตรอบนอกเมือง เห็นได้จากสถานีโรงเรียนเมืองนครราชสีมาซึ่งอยู่ใกล้บริเวณที่การจราจรหนาแน่นพบระดับปริมาณฝุ่นสูงกว่าสถานีอื่นๆ ทุกเดือน เนื่องจากปัจจัยจากกิจกรรมต่างๆ ในเขตเมือง ได้แก่ การจราจร การก่อสร้าง และการประกอบกิจการหรือโรงงานอุตสาหกรรม และแสดงว่าฝุ่นละอองจากการทำการเกษตรหรือจากธรรมชาติมีอิทธิพลน้อยกว่ากิจกรรมที่เกิดขึ้นเมืองดังที่กล่าวมา

สำหรับปัญหาฝนกรดในพื้นที่ศึกษา แม้ว่าในภาพรวมพบว่าน้ำฝนจากทุกสถานีที่เก็บข้อมูลมีค่าพีเอชเฉลี่ยสูงกว่าค่าพีเอชน้ำฝนปกติ คือ 5.6 ก็ตาม แต่ส่วนหนึ่งของค่าที่วัดได้ที่สถานีโรงเรียนเมืองนครราชสีมา มีค่าต่ำกว่า 5.6 จึงอาจเป็นสัญญาณเตือนถึงสภาพฝนกรดที่เริ่มพบได้ในบริเวณพื้นที่เมืองและใกล้ถนนที่มีการจราจรหนาแน่น เนื่องจากมีแหล่งกำเนิดของมลพิษที่ก่อให้เกิดฝนกรด คือก๊าซ NO_2 และก๊าซ SO_2

4.5 การพัฒนาฐานข้อมูลคุณภาพอากาศ

คณะผู้วิจัยได้จัดทำ Web Site ของโครงการ (http://eng.sut.ac.th/envi/envi_ monitor) เพื่อแสดงข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับโครงการวิจัย และแสดงฐานข้อมูลที่รวบรวมได้จากการศึกษาและจาก

แหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ดังแสดงในรูปที่ 4.14 โดยองค์ประกอบที่สำคัญของฐานข้อมูล แบ่งเป็น 4 ส่วนหลัก ดังนี้



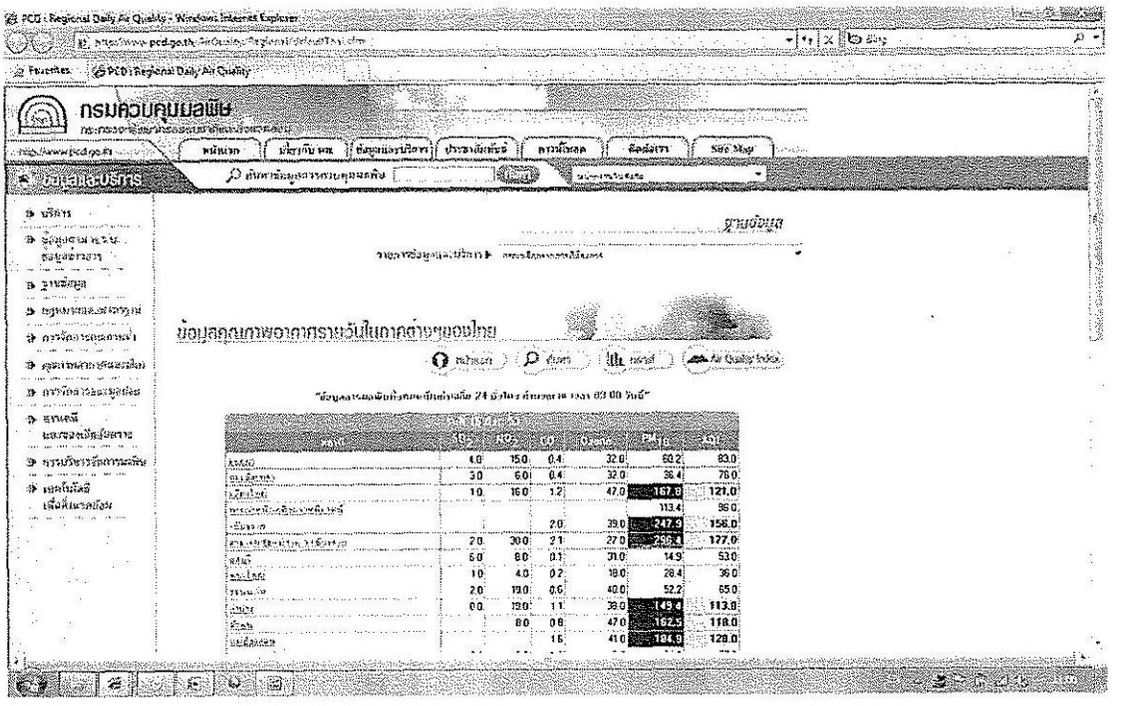
รูปที่ 4.14 หน้าแรกของ Web Site โครงการ

ข้อมูลคุณภาพอากาศทั่วไป

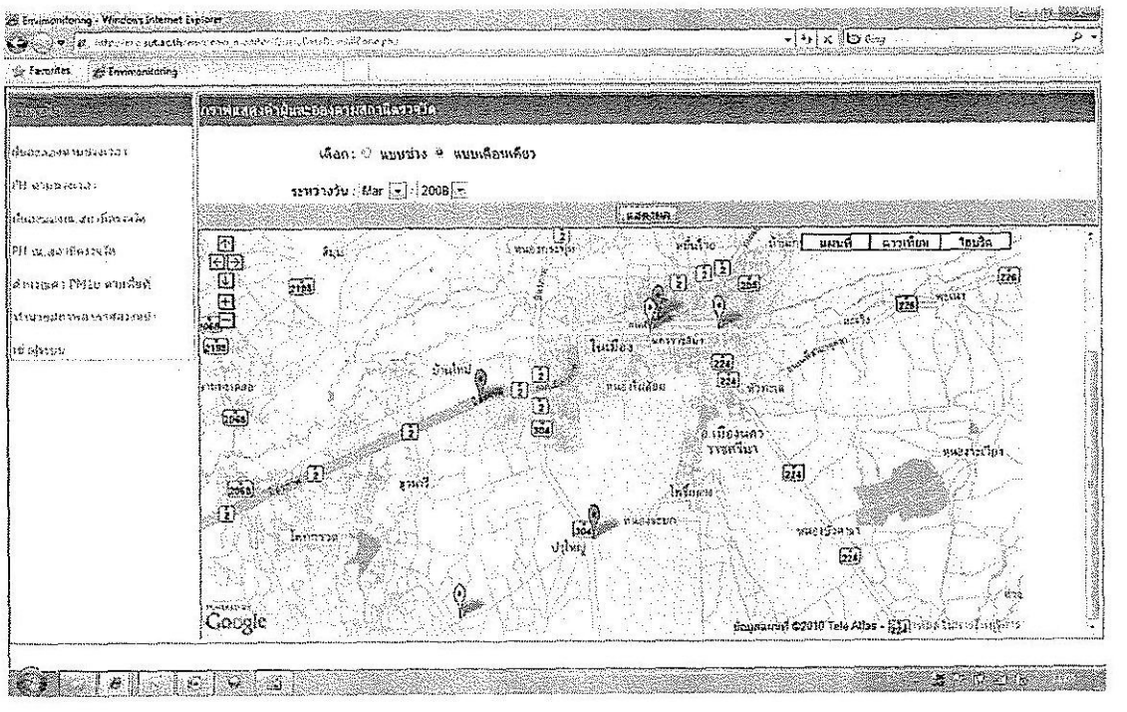
ผู้ใช้สามารถเชื่อมโยงไปยัง Web Site ของกรมควบคุมมลพิษ ในส่วนข้อมูลรายวันของการตรวจวัดระดับสารมลพิษอากาศและข้อมูลอุตุนิยมวิทยาจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศแบบถาวรในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ของกรมควบคุมมลพิษ (สถานี 47T) และสถานีอื่นๆ ทั่วประเทศ รวมทั้งสืบค้นข้อมูลด้านคุณภาพสิ่งแวดล้อมอื่นๆ อีกมากที่อยู่ภายใต้ความรับผิดชอบของกรมควบคุมมลพิษ ตัวอย่างหน้า Web ของกรมควบคุมมลพิษ ซึ่งแสดงผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศรายวัน แสดงดังรูปที่ 4.15

ข้อมูลการเฝ้าระวังคุณภาพอากาศในพื้นที่

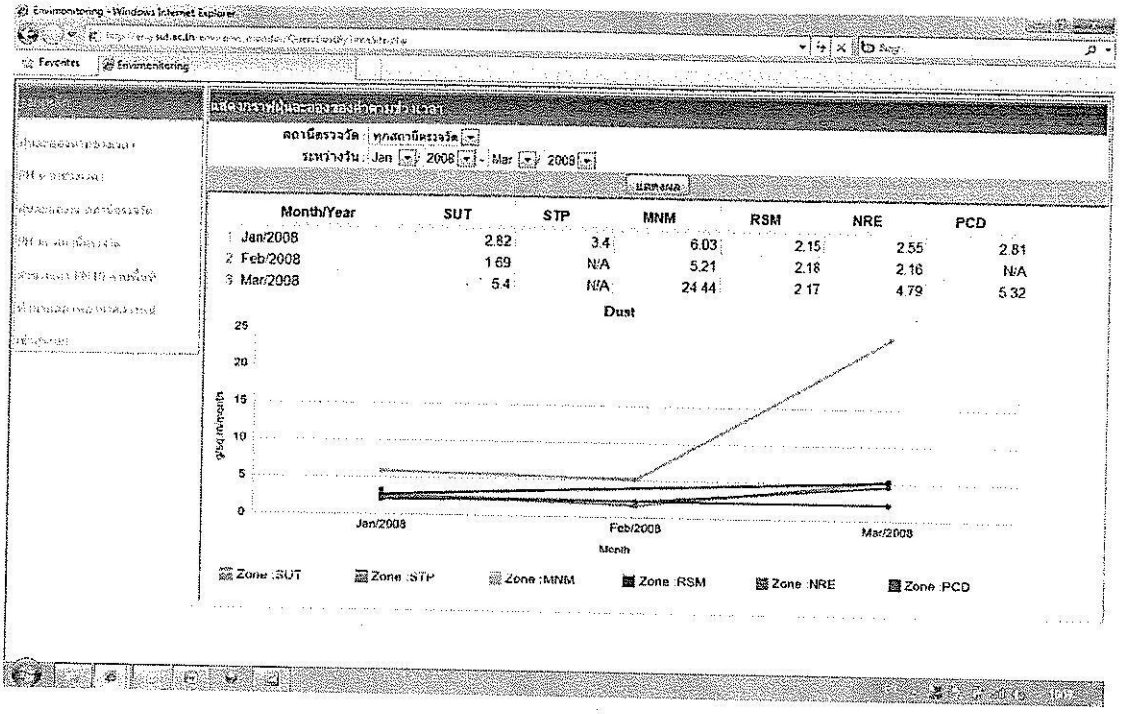
คณะผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการเฝ้าระวังคุณภาพอากาศในชุมชน คือ ค่าปริมาณฝุ่นละอองและค่าพีเอชของน้ำฝน จากสถานีตรวจวัดของโครงการทั้งหมด 6 สถานี ในระยะเวลา 12 เดือน และจัดทำการประมวลผลในเชิงพื้นที่และเชิงเวลา โดยในกรณีแรกผู้ใช้สามารถเลือกการแสดงผลของทุกสถานีในลักษณะภาพรวมของพื้นที่เมืองในเวลาหนึ่งๆ (รูปที่ 4.16) ส่วนกรณีหลังเป็นการเลือกแสดงผลของสถานีที่สนใจโดยระบุช่วงระยะเวลาที่ต้องการ (รูปที่ 4.17)



รูปที่ 4.15 ตัวอย่างหน้า Web ข้อมูลคุณภาพอากาศรายวันในภาคต่างๆ ของกรมควบคุมมลพิษ



รูปที่ 4.16 ตัวอย่างหน้า Web แสดงผลฝุ่นละอองของ 6 สถานี เชิงพื้นที่ โดยใช้สีแสดงระดับช่วงค่า



รูปที่ 4.17 ตัวอย่างหน้า Web แสดงผลฝุ่นละอองของ 6 สถานี เชิงเวลา

การทำนายค่าระดับฝุ่นด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์

ในส่วนของการทำนายค่าระดับฝุ่นเป็นการนำผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ งานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์สำหรับทำนายมลพิษอากาศที่มีการศึกษาไว้ในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา มาใช้ประโยชน์ในเชิงการสาธิตโดยเปิดโอกาสให้ผู้ใช้ป้อนค่าข้อมูลนำเข้าและสั่งให้โปรแกรมประมวลผลโดยคำนวณตามสมการของแบบจำลอง และแสดงผลการทำนาย ทั้งนี้ผลงานวิจัยที่นำมาใช้ มี 2 เรื่อง ได้แก่ (1) การเพิ่มความสามารถในการติดตามตรวจสอบระดับ PM_{10} ในเขตกรุงเทพมหานครและเทศบาลนครนครราชสีมา โดยใช้แบบจำลองความถดถอยร่วมกับสถานีตรวจวัดชั่วคราว" (เฉลิมพล จึงตระกูลวงศ์, 2549) และ (2) การพัฒนาแบบจำลองโครงข่ายใยประสาทประดิษฐ์และแบบจำลองความถดถอยเชิงพหุ เพื่อทำนายความเข้มข้นของ PM_{10} ในพื้นที่กรุงเทพมหานครและเทศบาลนครนครราชสีมา (ศรัลย์ ปานศรีพงษ์, 2550)

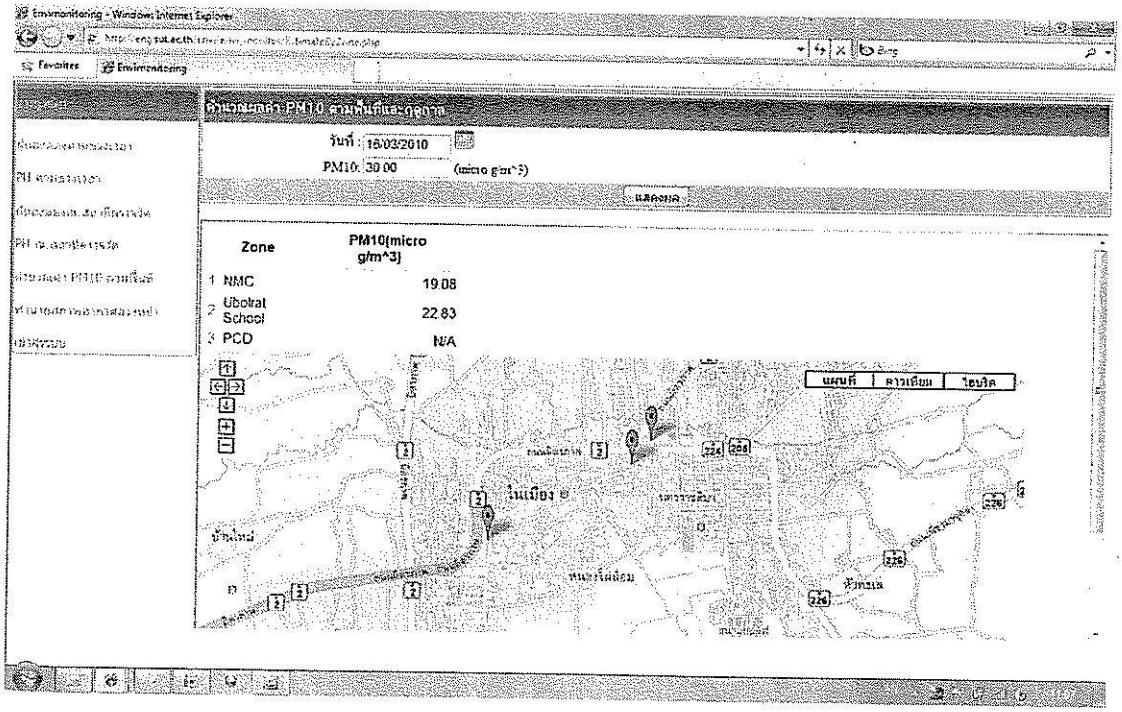
การทำนายโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์จากงานวิจัยแรก เป็นการใช้ข้อมูลค่า PM_{10} จากสถานีตรวจวัดแบบถาวรเพื่อทำนายค่า PM_{10} ณ ตำแหน่งที่ไม่มีสถานีตรวจวัด ในวันเดียวกัน โดยผู้ใช้ต้องค้นหาข้อมูลค่า PM_{10} ที่ตรวจวัดได้ ณ สถานีตรวจวัดของจังหวัดนครราชสีมา (สถานี 47T) ด้วยการเข้าดูข้อมูลบน Web Site ของกรมควบคุมมลพิษ จากนั้นจึงนำค่าดังกล่าวมาป้อนให้กับโปรแกรมเพื่อแสดงผลการทำนายค่า PM_{10} ณ ตำแหน่งที่มีการศึกษาไว้ในเขตเมือง 2 จุด คือ บริเวณโรงเรียน

เมืองนครราชสีมา และบริเวณโรงเรียนอุบลรัตน์ โดยสามารถแสดงเป็นตัวเลขและแสดงตำแหน่งที่ทำนายในแผนที่ ดังตัวอย่างในรูปที่ 4.18

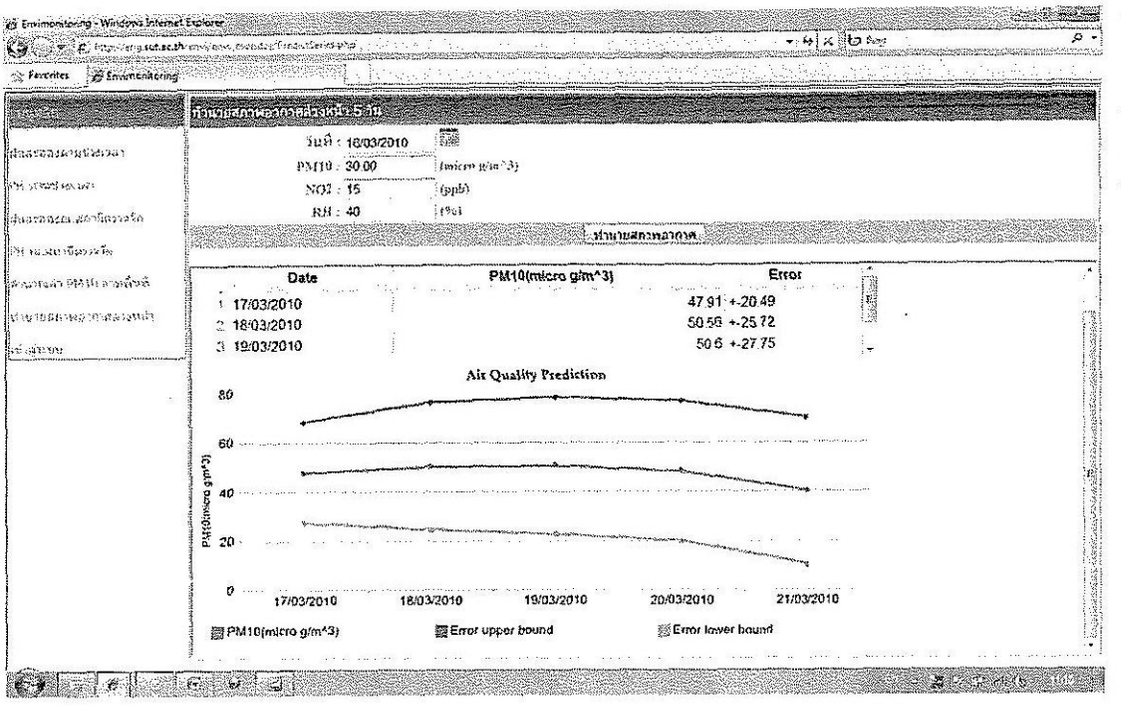
การทำนายโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์จากงานวิจัยที่สอง เป็นการใช้ข้อมูลมลพิษอากาศและอุตุนิยมวิทยา จากสถานีตรวจวัดแบบถาวร ณ เวลาปัจจุบัน เพื่อทำนายค่า PM_{10} ล่วงหน้าไปอีก 5 วัน โดยผู้ใช้งานต้องค้นหาข้อมูลค่า PM_{10}, ค่า NO_2, และค่าความชื้นสัมพันธ์ ที่ตรวจวัดได้ ณ สถานีตรวจวัดของจังหวัดนครราชสีมา (สถานี 47T) ด้วยการเข้าดูข้อมูลบน Web Site ของกรมควบคุมมลพิษ จากนั้นจึงนำค่าดังกล่าวมาป้อนให้กับโปรแกรมเพื่อแสดงผลการทำนายค่า PM_{10} ณ ตำแหน่งเดียวกันนี้ ในวันถัดไปข้างหน้า 1 – 5 วัน โดยสามารถแสดงเป็นตัวเลขและแสดงตำแหน่งที่ทำนายในแผนที่ ดังตัวอย่างในรูปที่ 4.19

เครือข่ายนักสิ่งแวดล้อมชุมชน

องค์ประกอบส่วนสุดท้ายเป็นส่วนของเครือข่ายนักสิ่งแวดล้อมชุมชนที่ร่วมโครงการ โดยผู้ใช้จาก 3 โรงเรียน ได้รับ User Name และ Password เพื่อให้สามารถ Log in เข้ามายัง Web Site ของโครงการ และส่งข้อมูลค่าพีเอชน้ำฝนที่วัดได้ หรือข้อมูลอื่นๆ ของสถานีตรวจวัดที่รับผิดชอบอยู่ได้ และทางคณะผู้วิจัยก็สามารถสื่อสารหรือส่งข้อมูลผ่านช่องทางดังกล่าวให้สมาชิกได้เช่นกัน



รูปที่ 4.18 ตัวอย่างหน้า Web แสดงผลการทำนายค่า PM_{10} ณ ตำแหน่งที่ไม่มีสถานีตรวจวัด 2 จุด



รูปที่ 4.19 ตัวอย่างหน้า Web แสดงทำนายค่า PM_{10} ล่วงหน้า 5 วัน

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

งานวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาระบบเฝ้าระวังฝุ่นละอองและคุณภาพอากาศแบบบูรณาการสำหรับเมืองนครราชสีมาให้เกิดขึ้นเป็นผลสำเร็จ โดยใช้ปริมาณฝุ่นละอองที่ตกได้และสภาวะความเป็นกรดของน้ำฝนเป็นดัชนีอย่างง่ายในการเฝ้าระวังและประเมินคุณภาพอากาศ และใช้แนวทางการร่วมมือกันทำงานของ 3 ฝ่าย ได้แก่ มหาวิทยาลัย ชุมชน และหน่วยงานรัฐ การดำเนินงานโครงการประกอบด้วยการกำหนดจุดเฝ้าระวังคุณภาพอากาศ การสร้างเครือข่ายนักสิ่งแวดล้อมชุมชน การตรวจวัดคุณภาพอากาศ การพัฒนาฐานข้อมูลคุณภาพอากาศ การประเมินสถานการณ์ปัญหาในพื้นที่ศึกษา และการสรุปผลการศึกษา

ผลการดำเนินการในขั้นแรก คณะผู้วิจัยได้พิจารณากำหนดจุดเฝ้าระวังและจัดตั้งสถานีตรวจวัดขึ้น 6 สถานีในพื้นที่ศึกษา ได้แก่ สถานีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี สถานีโรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย สถานีโรงเรียนสุรธรรมพิทักษ์ สถานีโรงเรียนเมืองนครราชสีมา สถานีสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 11 และสถานีตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ โดยแห่งแรกเป็นตัวแทนพื้นที่ชนบท 2 แห่งถัดมาเป็นตัวแทนพื้นที่ชานเมือง และ 3 แห่งสุดท้ายเป็นตัวแทนพื้นที่เมือง หลังจากนั้นคณะผู้วิจัยสามารถสร้างเครือข่ายนักสิ่งแวดล้อมชุมชนขึ้นจากสมาชิกจากโรงเรียน 3 แห่ง ซึ่งเป็นสถานีตรวจวัด ได้แก่ โรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย โรงเรียนสุธรรมพิทักษ์ และโรงเรียนเมืองนครราชสีมา และจัดการอบรมเชิงปฏิบัติการด้านคุณภาพอากาศในชุมชนให้กับผู้ที่สนใจจากทั้ง 3 โรงเรียนขึ้นในวันที่ 19 มกราคม 2551 มีผู้เข้าร่วมกิจกรรมทั้งหมด 71 คน

การดำเนินการในส่วนการเฝ้าระวังเริ่มจากการออกแบบและจัดทำอุปกรณ์ตรวจวัดฝุ่นแบบกระบอกเก็บฝุ่นที่ตกโดยอ้างอิงมาตรฐานของ ASTM จำนวน 24 ชุด จากนั้นทำการติดตั้ง ณ สถานีต่างๆ และเริ่มเก็บตัวอย่างตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2550 เป็นระยะเวลา 12 เดือน โดยระหว่างนั้นได้ให้สมาชิกเครือข่ายเก็บข้อมูลค่าพีเอชของน้ำฝนที่ตกโดยใช้เครื่องวัดพีเอชแบบปากกา ผลการเก็บข้อมูลปริมาณฝุ่นละอองที่ตกได้จากแต่ละสถานี พบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.5911 – 7.4374 กรัม/ตร.ม.-เดือน โดยสถานีที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด ได้แก่ สถานีโรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย ส่วนสถานีที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ สถานีโรงเรียนเมืองนครราชสีมา และเมื่อพิจารณาเป็นรายพื้นที่ พบว่าสถานีในพื้นที่เมืองมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 5.2891 กรัม/ตร.ม.-เดือน ส่วนพื้นที่ชนบทและพื้นที่ชานเมืองมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่า คือ 4.3027 และ 3.8551 กรัม/ตร.ม.-เดือน ตามลำดับ นอกจากนี้ หากพิจารณาค่าเฉลี่ยของทุกสถานีเป็นรายเดือน พบว่าเดือนที่มีค่าเฉลี่ยทุกสถานีต่ำสุด ได้แก่ เดือนธันวาคม และเดือนที่มีค่าเฉลี่ยทุกสถานี

สูงสุด ได้แก่ เดือนเมษายน โดยมีค่าเท่ากับ 1.970 และ 9.621 กรัม/ตร.ม.-เดือน ตามลำดับ ส่วนผลการตรวจวัดค่าพีเอชจาก 3 สถานี คือ สถานีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี สถานีโรงเรียนเมืองนครราชสีมา และสถานีราชสีมาวิทยาลัย ได้ค่าพีเอชเฉลี่ย 6.99 6.24 และ 8.30 ตามลำดับ

ผลการทดสอบหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลสรุปได้ว่าวิธีการวัดแบบ Dust Fall Jar ไม่สามารถใช้ทดแทนวิธีการวัดแบบ Gravimetric Hi-Volume ได้ นอกจากนั้นยังได้ข้อสรุปอีก 2 ประเด็น คือ ที่บังลมไม่มีอิทธิพลกับผลการเก็บตัวอย่างอย่างมีนัยสำคัญ และการลดเวลาเก็บตัวอย่างมีผลกับความถูกต้องของข้อมูลที่ได้

จากผลการเก็บข้อมูลของโครงการสามารถประเมินได้ว่าปัญหาปริมาณฝุ่นเฉลี่ยของเมืองมีแนวโน้มจะเกิดในฤดูร้อน คือช่วงเดือนมีนาคม – เมษายน จากปัจจัยด้านการฟุ้งกระจายของอากาศที่เกิดได้ดี และการเกิดพายุฤดูร้อนเป็นบางครั้งคราว และพื้นที่เขตชุมชนเมืองมีแนวโน้มปัญหามากกว่าเขตรอบนอกเมือง เนื่องจากกิจกรรมต่างๆ ในเขตเมือง ได้แก่ การจราจร การก่อสร้าง และการประกอบกิจการหรือโรงงานอุตสาหกรรม ส่วนการประเมินปัญหาฝนกรดในพื้นที่ศึกษา พบสภาพฝนกรดเป็นบางครั้งคราว ณ สถานีในบริเวณพื้นที่เมือง แต่ในภาพรวมถือว่ายังไม่เกิดปัญหา

ผลการจัดทำฐานข้อมูลและ Web Site ของโครงการ (http://eng.sut.ac.th/envi/envi_ monitor) สามารถดำเนินการสำเร็จตามแผน โดย Web Site สามารถแสดงข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับโครงการวิจัย และแสดงฐานข้อมูลที่รวบรวมได้จากการศึกษาและจากแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้อง โดยมีองค์ประกอบที่สำคัญของฐานข้อมูล แบ่งเป็น 4 ส่วนหลัก คือ ข้อมูลคุณภาพอากาศทั่วไป ข้อมูลการเฝ้าระวังคุณภาพอากาศในพื้นที่ การทำนายค่าระดับฝุ่นด้วยแบบจำลองคณิตศาสตร์ และเครือข่ายนักสิ่งแวดล้อมชุมชน และสามารถเข้าถึงได้โดยผู้สนใจทั่วไปตลอดระยะเวลาของการดำเนินโครงการและหลังจากสิ้นสุดโครงการ

5.2 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการนำผลการดำเนินโครงการวิจัยไปใช้ประโยชน์หรือศึกษาต่อ มีดังนี้

1) จากผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าพื้นที่เขตเมืองของเทศบาลนครนครราชสีมามีระดับฝุ่นละอองขนาดใหญ่สูงกว่าพื้นที่รอบนอกเมือง ผู้ที่รับผิดชอบเกี่ยวกับการจัดการคุณภาพอากาศของเมือง อาทิ เทศบาลนครนครราชสีมา สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 11 หรือองค์การบริหารส่วนจังหวัดจังหวัดนครราชสีมา เป็นต้น ควรพิจารณาแนวทางวิธีการ Dust Fall Jar มาเป็นทางเลือกหนึ่งในการเฝ้าระวังอย่างจริงจังและต่อเนื่อง โดยเฉพาะการเฝ้าระวังฝุ่นบริเวณริมถนน ฝุ่นจากพื้นที่ที่มีโครงการก่อสร้าง และฝุ่นจากพื้นที่เขตอุตสาหกรรม ทั้งนี้ ความจำเป็นของข้อมูลดังกล่าวยิ่งเด่นชัดขึ้นเนื่องจากกรมควบคุมมลพิษได้ยกเลิกสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศแบบถาวรประจำจังหวัด

นครราชสีมาไปแล้วเมื่อต้นปี 2551 และหน่วยงานต่างๆ ก็ไม่ได้มีการดำเนินการตรวจวัดด้วยวิธีการอื่นๆ มาทดแทน ด้วยเหตุผลจากการขาดงบประมาณ

2) วิธีการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองแบบ Dust Fall Jar แม้ว่าจะมีข้อจำกัดคือค่าที่ได้ไม่สามารถเทียบกับค่ามาตรฐานมลพิษอากาศได้ และต้องใช้เวลาเก็บตัวอย่าง 1 เดือนต่อ 1 ตัวอย่าง แต่ก็มีข้อดีอีกหลายประการ คือ ค่าใช้จ่ายต่ำ เครื่องมือและเทคโนโลยีที่ไม่ซับซ้อน ไม่ต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญในการใช้งาน สามารถนำไปใช้ได้สะดวกและประชาชนทั่วไปที่เป็นเจ้าของพื้นที่สามารถมีส่วนร่วมในการเก็บตัวอย่างได้ ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้จะทำให้สามารถใช้ Dust Fall Jar เก็บข้อมูลในพื้นที่ได้หลายจุดและจุดละหลายครั้ง ขึ้นอยู่กับความพร้อมและความร่วมมือของเครือข่ายชุมชน โดยมีมหาวิทยาลัยสนับสนุนในด้านอุปกรณ์และการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ อันจะนำไปสู่การรักษาสิ่งแวดล้อมของประเทศโดยการร่วมมือจากทุกฝ่าย

3) คณะผู้วิจัยของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี มีแผนการดำเนินโครงการในระยะต่อไป โดยการปรับปรุงอุปกรณ์เก็บตัวอย่างฝุ่นเพื่อแก้ปัญหาน้ำขังและการเกิดตะไคร่ในกระบอกเก็บฝุ่น โดยใช้อุปกรณ์ตรวจจับน้ำฝนและฝาปิดที่สามารถทำงานอัตโนมัติ และจะขยายขอบเขตสถานีตรวจวัดและเครือข่ายนักสิ่งแวดล้อมชุมชนไปยังหน่วยงานระดับองค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.) เพื่อให้เกิดความร่วมมือในวงกว้างมากยิ่งขึ้น

4) เนื่องจากความสูงของอุปกรณ์เก็บตัวอย่างที่ต่างกันอาจมีผลกับการตกของฝุ่นได้ไม่เท่าเทียมกัน การศึกษาในอนาคตควรกำหนดให้ความสูงของอุปกรณ์เท่ากันหรือแตกต่างกันให้น้อยที่สุด

5) เนื่องจากฝุ่นที่ตกได้มีลักษณะใกล้เคียงกับฝุ่นละอองรวม (TSP) มากกว่า PM_{10} ดังนั้นจึงควรศึกษาความสัมพันธ์ดังกล่าวเพิ่มเติมในงานวิจัยระยะต่อไป

บรรณานุกรม

กรมควบคุมมลพิษ (2549), คู่มือการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมอย่างง่าย, กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, พิมพ์ครั้งที่ 2 พ.ศ. 2549

กรมควบคุมมลพิษ (2550), รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี 2550, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

กรมควบคุมมลพิษ (2551), สถานการณ์และการจัดการปัญหามลพิษทางอากาศและเสียง ปี2551, สำนักงานการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

เฉลิมพล จึงตระกูลวงศ์ (2549). การเพิ่มความสามารถในการติดตามตรวจสอบระดับ PM_{10} ในเขตกรุงเทพมหานครและเทศบาลนครนครราชสีมา โดยใช้แบบจำลองความถดถอยร่วมกับสถานีตรวจวัดชั่วคราว. วิทยานิพนธ์ หลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

นเรศ เชื้อสุวรรณ (2546). Spatial distributions of ambient PM-10 and PM-2.5 in Bangkok. การประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติครั้งที่สอง (หน้า 188-200). กรุงเทพ: สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย.

ลดาวัลย์ วัฒนะจีระ, ทรงวุฒิ เป็นพนัสสัก, และโยฮัน มะอาลี (2550), "การศึกษาคุณภาพอากาศของจังหวัดเชียงใหม่ระหว่างเดือนตุลาคม 2546 ถึง กันยายน 2547", วารสารวิจัยสภาวะแวดล้อม, ปีที่ 29 เล่มที่ 1 พ.ศ. 2550

ศรัลย์ ปานศรีพงษ์ (2550). การพัฒนาแบบจำลองโครงข่ายใยประสาทประดิษฐ์และแบบจำลองความถดถอยเชิงพหุ เพื่อทำนายความเข้มข้นของ PM_{10} ในพื้นที่กรุงเทพมหานครและเทศบาลนครนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ หลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

สิทธิชัย มุ่งดี, สุรัตน์ บัวเลิศ, อรอนงค์ ผิวนิล, และวิโรจน์ เจียมจรัสรังษี (2548), "ความชุกของอาการทางระบบหายใจและสมรรถภาพปอดของนักเรียนในพื้นที่ที่มีอุตสาหกรรมเหมืองหินและโม่ บดหรือย่อยหิน จังหวัดสระบุรี", วารสารวิจัยสภาวะแวดล้อม, ปีที่ 27 เล่มที่ 1 พ.ศ. 2548

สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (2546), โครงการศึกษาจัดทำแผนแม่บทการจราจรและขนส่งเมืองภูมิภาคจังหวัดนครราชสีมา,สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.)

Arubol Chotipong (1991), "The Study of Dust Fall Jar and High Volume Samplers Suitability for Measuring Dust Concentration from Cement Plant", Master Thesis, Master of Science (Technology of Environmental Management), Mahidol University, Bangkok.

ASTM (2004), Standard Test Method for Collection and Measurement of Dustfall (Settleable Particualte Matter), American Society for Testing and Material (ASTM) International, 2004.

B.D. Tripathi, Anamika Tripathi, and Kirna Misra (1990), "Atmospheric Dustfall Deposits in Varanasi City", Atmospheric Environment, available online 15 December 2004.

Chatterton, T. J. (2001). Regional and Urban Scale Modelling of Particulate Matter: Can PM_{10} be Managed at a Local Level. Ph.D. Dissertation, University of East Anglia.

Diana Meza-Figueroa, Margarita De la O-Villanueva, Maria Luisa De la Parra (2007), Heavy metal distribution in dust from elementary schools in Hermosillo, Sonora, Mexico, Atmospheric Environment, 41 (2007) 276–288

Kukkonen, J., et al. (2001) A Semi-Empirical Model for Urban PM_{10} Concentrations, and its Evaluation Against Data from an Urban Measurement Network. Atmospheric Environment. 35: 4433-4442.

McBeen and Rovers, Statistical Procedures for Analysis of Environmental Monitoring Data and Risk Assessment, Prentice Hall, 1998

M.S. Abdel Salam and M.A. Sowelim (1967), "Dust Deposit in The City of Cairo", Atmospheric Environment, available online 14 April 2003

Pimonsree Sittichai, Wongwises Prungchan, and Pan-Aram Rudklao, "PM10 Dispersion During Air Pollution Episode in Saraburi, Thailand", Proceedings of the 12th International Conference on Integrated Diffuse Pollution Management (IWA DIPCON 2008), Research Center for Environmental and Hazardous Substance Management (EHSM), Khon Kaen University, Thailand, 25-29 August 2008.

Qasem M. Jaradat, Kamal A. Momani, Abdel-Aziz Q. Jbarah, and Adnan Massadeh (2004), Inorganic analysis of dust fall and office dust in an industrial area of Jordan, Environmental Research, 96 (2004) 139–144

Shaddick, G. and Wakefield, J. (2002) Modelling Daily Multivariate Pollutant Data at Multiple Sites. Journal of the Royal Statistical Society: Series C (Applied Statistics). 51 (3): 351-372.

Slini, T., Kaprara, A., Karatzas, K. and Moussiopoulos, N. (2005) PM_{10} Forecasting for Thessaloniki, Greece. Environmental Modelling & Software.

Sudhir Kumar Pandey, B.D. Tripathi, Virendra Kumar Mishra, Dust deposition in a sub-tropical opencast coalmine area, India, Journal of Environmental Management 86 (2008) 132–138

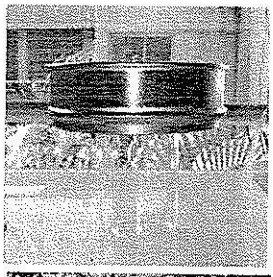
Thongsanit, P., Jinsart, W., Hooper, B., Hooper, M. and Limpaseni, W. (2003) Atmospheric particulate matter and polycyclic aromatic hydrocarbons for PM_{10} and sine-segregated samples in Bangkok. Air & Waste Management Association. 53: 1490-1498.

Umid Man Joshi, Kuppusamy Vijayaraghavan, Rajasekhar Balasubramanian (2009), Elemental composition of urban street dusts and their dissolution characteristics in various aqueous media, Chemosphere, 77 (2009) 526–533

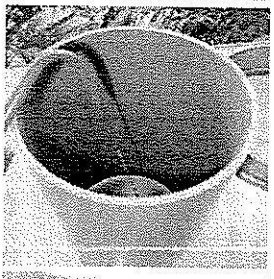
ภาคผนวก ก

ขั้นตอนการวิเคราะห์หาน้ำหนักของฝุ่น

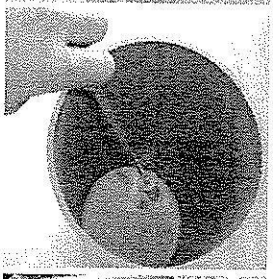
1. เตรียมตะแกรงและบิกเกอร์ก่อนทำการกรอง



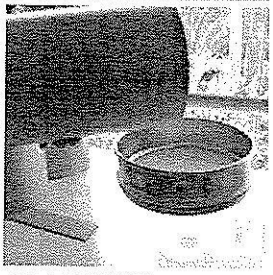
2. ฉีดน้ำกลั่นรอบ ๆ ภาชนะเก็บฝุ่นเพื่อชะฝุ่นตามผนังของภาชนะออก



3. ใช้แท่งแก้วที่มีจุกยางสวมปลายถูภาชนะเก็บฝุ่น เพื่อชะฝุ่นตามพื้นของภาชนะออก

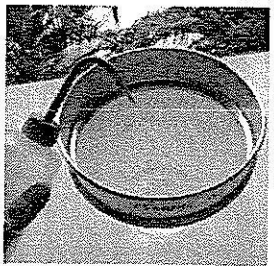


4. เทสารละลายตัวอย่างผ่านตะแกรงเบอร์ 30 เมช (ขนาดช่องห่างตะแกรง 0.595 มม.) เพื่อกำจัดพวกใบไม้และแมลงต่าง ๆ

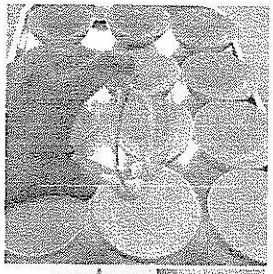


5. ชะตัวอย่างในภาชนะเก็บ 2-3 ครั้ง จนสะอาด

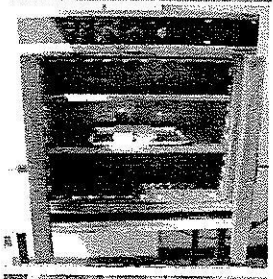
6. ชะตะแกรงที่ผ่านการกรองตัวอย่างให้สะอาด



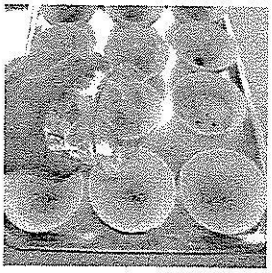
7. เทสารละลายตัวอย่างลงในถ้วยกระเบื้องขนาด 140 ml (ถ้วยที่ผ่านการชั่งน้ำหนักถ้วยเปล่าแล้ว)



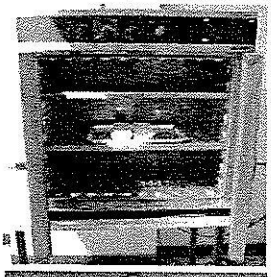
8. นำถ้วยกระเบื้องที่มีสารละลายตัวอย่าง เข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 103^{o} ซ เป็นเวลา 6 ชั่วโมง



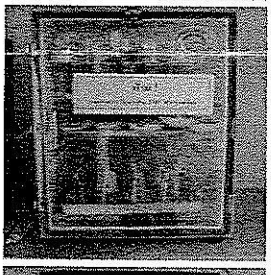
9. เทสารละลายตัวอย่างที่เหลือลงในถ้วยกระเบื้องและชะบิกเกอร์ ด้วยน้ำกลั้นจนสะอาด



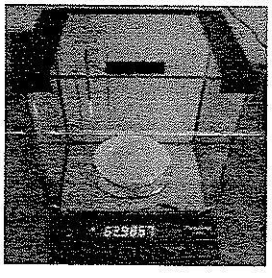
10. นำถ้วยกระเบื้องที่เติมสารละลายตัวอย่าง เข้าตู้อบอีกรอบที่ อุณหภูมิ103^{o}ซ เป็นเวลาจนแห้ง



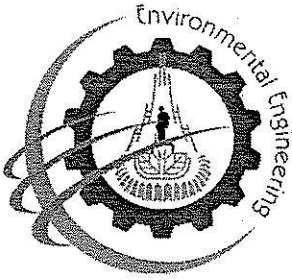
11. นำถ้วยที่อบแล้วใส่ในตู้ดูดความชื้นจนเย็น (ประมาณ 2 ชั่วโมง)



12. ชั่งหาน้ำหนักของฝุ่น



ภาคผนวก ข



โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการด้านคุณภาพอากาศในชุมชน

จัดโดย

โครงการพัฒนาระบบเฝ้าระวังฝุ่นละอองและคุณภาพอากาศแบบบูรณาการ
เพื่อสนับสนุนการจัดการคุณภาพอากาศในชุมชน

สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

งบประมาณสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2550

1. หลักการและเหตุผล :

โครงการการพัฒนาระบบเฝ้าระวังฝุ่นละอองและคุณภาพอากาศแบบบูรณาการเพื่อสนับสนุนการจัดการ เป็นโครงการวิจัยของสาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ได้รับงบประมาณสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ปีงบประมาณ 2550 โดยมีวัตถุประสงค์หลักคือการพัฒนาระบบเฝ้าระวังฝุ่นละอองและคุณภาพอากาศแบบบูรณาการ ที่ผสานความร่วมมือจาก 3 ฝ่าย ได้แก่ มหาวิทยาลัย ชุมชน และหน่วยงานรัฐ เพื่อใช้ทรัพยากรที่มีจำกัดให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อการวางแผนการจัดการคุณภาพอากาศในชุมชน โดยใช้เมืองนครราชสีมาเป็นเมืองต้นแบบ และส่วนสำคัญของโครงการดังกล่าว คือการสร้างเครือข่ายนักสิ่งแวดล้อมประจำชุมชน โดยจัดตั้งเครือข่าย อบรมถ่ายทอดความรู้ และสร้างกระบวนการเพื่อให้นักสิ่งแวดล้อมประจำชุมชนทำหน้าที่เฝ้าระวังและเก็บข้อมูลคุณภาพอากาศของชุมชนของตนเองอย่างต่อเนื่อง

จากการดำเนินงานโครงการฯ คณะผู้วิจัยได้สร้างเครือข่ายนักสิ่งแวดล้อมประจำชุมชนกับโรงเรียน 3 แห่ง ในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ได้แก่ โรงเรียนเมืองนครราชสีมา โรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย และโรงเรียนสุรธรรมพิทักษ์ และจัดโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการด้านคุณภาพอากาศในชุมชนขึ้นในครั้งนี้ เพื่อให้ผู้ที่เข้าร่วมเครือข่ายได้รับความรู้และประสบการณ์เกี่ยวกับการเฝ้าระวังคุณภาพอากาศ และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้งานในฐานะนักสิ่งแวดล้อมประจำชุมชนต่อไป

2. วัตถุประสงค์ของโครงการ :

วัตถุประสงค์หลักของโครงการ มีดังต่อไปนี้

1) เพื่ออบรมถ่ายทอดความรู้ด้านคุณภาพอากาศในชุมชนและมลพิษอากาศให้แก่นักสิ่งแวดล้อมประจำชุมชน
2) เพื่อให้ความรู้ในการเฝ้าระวังและวิธีการเก็บข้อมูลคุณภาพอากาศให้แก่นักสิ่งแวดล้อมประจำชุมชน

3. กลุ่มเป้าหมาย :

1) นักเรียนและอาจารย์จากโรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย จำนวน 20 คน
2) นักเรียนและอาจารย์จากโรงเรียนสุรธรรมพิทักษ์ จำนวน 20 คน
3) นักเรียนและอาจารย์จากโรงเรียนเมืองนครราชสีมา จำนวน 20 คน

4. หน่วยงานที่รับผิดชอบ :

สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
111 ถนนมหาวิทยาลัย ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000

5. สถานที่ดำเนินโครงการ :

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

6. วัน เวลา และสถานที่ :

วันที่ 19 มกราคม 2551 เวลา 8: 30 – 15:30 น. ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี มีกำหนดการดังตารางที่ 1

7. วิทยากร :

1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุดจิต ครุจิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2) คุณธนัญชัย วรรณสุข
สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค 11

3) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นเรศ เชื้อสุวรรณ
สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

8. ผลที่คาดว่าได้รับจากกิจกรรม :

ผู้เข้าอบรมมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับคุณภาพอากาศในชุมชนและมลพิษอากาศ สามารถทำหน้าที่เฝ้าระวังและเก็บข้อมูลคุณภาพอากาศของชุมชนอย่างต่อเนื่อง

9. ตัวชี้วัดการบรรลุวัตถุประสงค์

1) มีผู้เข้าอบรมอย่างน้อย 40 คน

2) ผู้เข้าอบรมมีคะแนนการทดสอบความรู้หลังการอบรมสูงกว่าคะแนนการทดสอบความรู้ก่อนการอบรมอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

10. ผู้รับผิดชอบกิจกรรม :

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุดจิต ครุจิต หัวหน้าโครงการวิจัย

11. แหล่งเงินงบประมาณ :

งบประมาณสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2550

12. ประมาณการผู้เข้าร่วมโครงการ :

1) นักเรียนและอาจารย์จากโรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย จำนวน 20 คน
2) นักเรียนและอาจารย์จากโรงเรียนสุรธรรมพิทักษ์ จำนวน 20 คน
3) นักเรียนและอาจารย์จากโรงเรียนเมืองนครราชสีมา จำนวน 20 คน
4) นักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จำนวน 12 คน
5) คณะผู้วิจัยของโครงการฯ จำนวน 4 คน

13 สรุปผู้เข้าร่วมกิจกรรม

1) นักเรียนและอาจารย์จากโรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย จำนวน 6 คน
2) นักเรียนและอาจารย์จากโรงเรียนสุรธรรมพิทักษ์ จำนวน 22 คน
3) นักเรียนและอาจารย์จากโรงเรียนเมืองนครราชสีมา จำนวน 26 คน
4) นักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จำนวน 13 คน
5) คณะผู้วิจัยของโครงการฯ จำนวน 4 คน

14. สรุปค่าใช้จ่าย

ค่าใช้จ่ายตลอดการจัดกิจกรรม เป็นจำนวนทั้งสิ้น 19,626.75 บาท แสดงในตารางที่ 2

15. ประเมินผลการจัดกิจกรรม

กิจกรรมบรรลุตามวัตถุประสงค์ตามที่ตั้งไว้ทั้ง 2 ข้อ คือเกิดการอบรมถ่ายทอดความรู้ด้านคุณภาพอากาศในชุมชนและมลพิษอากาศให้แก่นักสิ่งแวดล้อมประจำชุมชน และผู้เข้าอบรมมีความรู้ในการเฝ้าระวังและวิธีการเก็บข้อมูลคุณภาพอากาศให้แก่นักสิ่งแวดล้อมประจำชุมชน โดยพิจารณาจากตัวชี้วัด คือ มีผู้เข้าอบรมรวม 54 คน สูงกว่าที่ตั้งเป้าหมายไว้ และคะแนนการทดสอบความรู้หลังการอบรมสูงกว่าคะแนนการทดสอบความรู้ก่อนการอบรมอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

16. ปัญหาและข้อเสนอแนะ

ผู้สนใจเข้าร่วมโครงการอบรมมีมากกว่าที่วางแผนไว้ ทำให้ใช้งบประมาณสูงกว่าแผน

17. ภาพกิจกรรม

ภาพกิจกรรมต่างๆ ในการจัดกิจกรรม แสดงในรูปที่ 1-38

กำหนดการกิจกรรม

วันเสาร์ ที่ 19 มกราคม พ.ศ.2551

ตารางที่ 1 กำหนดการกิจกรรม "โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการด้านคุณภาพอากาศในชุมชน"

เวลา	กิจกรรม	สถานที่
08:30 – 08:45 น.	ลงทะเบียน	F9 ห้อง 1036
08:45 – 09:00 น.	พิธีเปิด	F9 ห้อง 1036
09:00 – 09:20 น.	Pre-Test	F9 ห้อง 1036
09:20 – 10:15 น.	การบรรยาย เรื่อง สถานการณ์และผลกระทบของมลพิษอากาศ โดยผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุดจิต ครุจิต – สถานการณ์คุณภาพอากาศของไทย – ผลกระทบของมลพิษอากาศ – โครงการการพัฒนาระบบเฝ้าระวังฝุ่นละอองฯ	F9 ห้อง 1036
10:15 – 10:30 น.	พักรับประทานอาหารว่าง	F9
10:30 – 11:15 น.	การบรรยาย เรื่อง การเฝ้าระวังคุณภาพอากาศในชุมชน โดย คุณธนัญชัย วรรณสุข – การเฝ้าระวังคุณภาพอากาศในชุมชนของ สวล.ภาคที่11 – โครงการนักรบสิ่งแวดล้อม	F9 ห้อง 1036
11:15 – 12:00 น.	การบรรยาย เรื่อง เครื่องมือและวิธีการตรวจวัดคุณภาพอากาศ โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นเรศ เชื้อสุวรรณ – เครื่องมือวัดฝุ่นละออง ควันดำ เสียง แบบต่างๆ	F9 ห้อง 1036
12:00 – 13:00 น.	พักรับประทานอาหารกลางวัน	โรงอาหารกลาง
13:00 – 15:00 น.	กิจกรรมฐาน แบ่งเป็น 5 ฐาน ได้แก่ 1) ฐานวัดควันดำ 2) ฐานวัดเสียง 3) ฐานฝุ่นในบรรยากาศ (TSP/PM10) 4) ฐานวัดฝุ่นในอาคาร/บุคคล (Cascade/Personal Sampler) 5) ฐานวัด pH/TS	F8
15:00 – 15:15 น.	พักรับประทานอาหารว่าง	F9
15:15 – 15:30 น.	Post-Test และ สรุป ตอบข้อซักถาม และปิดการอบรม	F9 ห้อง 1036

สรุปค่าใช้จ่ายตลอดการจัดกิจกรรม

ตารางที่ 2 สรุปค่าใช้จ่ายโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการด้านคุณภาพอากาศในชุมชน

รายการ	ราคา (บาท)
อาหาร	6,293.00
จัดทำสื่อ และเอกสาร	4,662.75
น้ำมัน	740.00
ค่าตอบแทนคณะทำงาน	6,500.00
เบ็ดเตล็ด	461.00
ค่าบริการใช้ห้องปฏิบัติการอนามัยสิ่งแวดล้อมและค่าตอบแทนเจ้าหน้าที่	1,000.00
รวม	**19,626.75**

สรุปแบบประเมิน

แบบประเมินความพึงพอใจ "การจัดโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการด้านคุณภาพอากาศในชุมชน"

สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

➢ ก่อนการเข้าร่วมกิจกรรม (ประชุม/สัมมนา/ฝึกอบรม)

ความจริงเกี่ยวกับตัวท่าน	คะแนนเฉลี่ย
ก่อนเข้าร่วมกิจกรรม (ประชุม/สัมมนา/ฝึกอบรม) ท่านมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่อง คุณภาพอากาศในชุมชน	2.7

➢ ระหว่างการร่วมกิจกรรม (ประชุม/สัมมนา/ฝึกอบรม)

ประเด็นที่วัดความพึงพอใจ	คะแนนเฉลี่ย
.1 การจัดประชุม	
1.1 การลงทะเบียน	4.23
1.2 รูปแบบการจัดประชุม (การบรรยาย/ฝึกปฏิบัติ/การนำเสนอผลงาน)	4.54
1.3 สถานที่จัดประชุม	4.62
1.4 เอกสารประกอบการประชุม	4.44
1.5 สื่อโสตทัศนูปกรณ์	4.46
1.6 ระยะเวลาการจัดประชุม	4.02
1.7 การบริการของบุคคลกรโครงการ	4.63
1.8 อาหารกลางวัน/ว่าง	4.62
1.10 โดยภาพรวมท่านมีความพึงพอใจในการจัดประชุมครั้งนี้	4.69
2. วิทยากร	
2.1 เรื่อง สถานการณ์และผลกระทบของมลพิษอากาศ โดย ผศ.ดร.สุดจิต ครุจิต	
การนำเสนอ	4.75
การตอบคำถาม	4.76
2.2 เรื่อง การเฝ้าระวังคุณภาพอากาศในชุมชน โดย คุณธนัญชัย วรรณสุข	
การนำเสนอ	4.63
การตอบคำถาม	4.50
2.3 เรื่อง เครื่องมือและวิธีการตรวจวัดคุณภาพอากาศ โดย ผศ.ดร.นเรศ เชื้อสุวรรณ	
การนำเสนอ	4.67
การตอบคำถาม	4.66

➢ หลังการเข้าร่วมกิจกรรม (ประชุม/สัมมนา/ฝึกอบรม)

ความจริงเกี่ยวกับตัวท่าน	คะแนนเฉลี่ย
1. หลังเข้าร่วมกิจกรรม (ประชุม/สัมมนา/ฝึกอบรม) ท่านมีความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับเรื่อง คุณภาพอากาศในชุมชน	4.48
2. ท่านบรรลุวัตถุประสงค์ของการเข้าร่วมกิจกรรม (ประชุม/สัมมนา/ฝึกอบรม) ครั้งนี้	4.56
3. ท่านสามารถนำความรู้จากการเข้าร่วมกิจกรรม (ประชุม/สัมมนา/ฝึกอบรม) ครั้งนี้ไปใช้ในการปฏิบัติงาน	4.58

ผลคะแนนการสอบของโรงเรียนเมืองนครราชสีมา
โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการด้านคุณภาพอากาศในชุมชน
วันที่ 19 มกราคม พ.ศ.2551
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ลำดับ	ชื่อ - สกุล	คะแนนการสอบ Pre-test	คะแนนการสอบ Post-test
1	อาจารย์เรณู ลือเดช	-	-
2	อาจารย์ผาสุข แทนเกษม	-	-
3	เด็กหญิงสุพิชชานันท์ แบ่งกุศลจิต	10	13
4	เด็กหญิงธัญธิดา งาเกาะ	6	10
5	เด็กหญิงจุฑามาศ แขกมงคล	8	11
6	เด็กหญิงมานิตา แสงจำปา	8	12
7	เด็กหญิงศศิวิมล ไพรนรินทร์	8	7
8	เด็กชายสิขรินทร์ พันธ์พล	8	8
9	เด็กชายธนภัทร เกื้อฐิติพร	7	9
10	เด็กชายสิรภพ บ่อน้อย	5	11
11	เด็กชายธนโชติ สืบสุพรรณ	6	11
12	เด็กชายวุฒิพงษ์ พินิจเครดิต	10	13
13	เด็กชายพีรวัส แก่นโชติกุล	6	11
14	เด็กหญิงจิตรลดา หล่อเลิศคุน	6	9
15	เด็กหญิงกนกทิพย์ กึ่งแก่นแก้ว	6	13
16	เด็กหญิงจิราวรรณ พิพิธพัฒนากุล	7	10
17	เด็กชายอภิชาติ ภู่หมื่นไวย	9	12
18	เด็กหญิงณิชกานต์ ประสิทธิ์	6	11
19	เด็กหญิงศิริกานต์ กุลวัฒน์	7	11
20	เด็กชายพฤกษพล ประภา	11	8
21	เด็กหญิงศิริวิมล เวชจักรเวร	7	7
22	เด็กหญิงรติมา ฉายศิลป์	7	11
23	เด็กชายบัญญวัต ชอบใจ	8	14
24	เด็กชายปรมินทร์ โครตสุวรรณ์	8	9
25	เด็กหญิงวัตตา วงศ์ขำ	8	12
26	เด็กชายทรงพล โพธิ์พันธุ์	6	8

ผลคะแนนการสอบของโรงเรียนสุรธรรมพิทักษ์
โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการด้านคุณภาพอากาศในชุมชน
วันที่ 19 มกราคม พ.ศ.2551
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ลำดับ	ชื่อ - สกุล	คะแนนการสอบ Pre-test	คะแนนการสอบ Post-test
1	อาจารย์อุทิตย์ หาญนอก	-	-
2	อาจารย์แสงเดือน กิมานันท์	-	-
3	อาจารย์พรพิมล กองพันธ์	-	-
4	นางสาวเกษราพรรณ แก้ววิเศษ	7	13
5	นางสาวธิดารัตน์ วัฒนากลาง	8	15
6	นางสาวเจตจารีย์ ปทุมรัตน์	9	14
7	นางสาวมณียา สาริบุตร	7	13
8	นางสาวอรรจน์พร ปราบริปูตลุง	6	12
9	นางสาวอัญชิสา กองพันธ์	5	12
10	นางสาวชุติมา ธงพุดซา	6	14
11	นายพิพัฒน์ ยงยุทธ	6	13
12	นางสาวศิราพร เจนไพร	-	12
13	นายเอกพล ศรนารา	7	11
14	นางสาววิฑาวัลย์ ป้องขวาเลา	8	13
15	นางสาวภัทรพร แมนเมธี	11	-
16	นางสาวธิดารัตน์ จงรวมกลาง	8	13
17	นางสาวพนารัตน์ ธงทอง	7	11
18	นางสาวสุตาดา มั่งคั่ง	4	11
19	นางสาวอัญชิสา ประเสริฐทรัพย์	8	13
20	นางสาวมยุรฉัตร บุญคำ	7	12
21	นางสาวเจนจิรา จุลสงค์	6	12
22	นางสาวจิตรลดา ปทุมานันท์	-	14

ผลคะแนนการสอบของโรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย

โครงการอบรมเชิงปฏิบัติการด้านคุณภาพอากาศในชุมชน

วันที่ 19 มกราคม พ.ศ.2551

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ลำดับ	ชื่อ - สกุล	คะแนนการสอบ Pre-test	คะแนนการสอบ Post-test
1	อาจารย์มณีพัส ไชยคำภา	-	-
2	เด็กชายนฤดล ป่าติตัง	8	11
3	เด็กชายชัยกฤต กาญจนประพิณ	8	11
4	เด็กชายพงศ์ธร นาห่อม	7	11
5	เด็กชายศิวดล เสนเดน	8	11
6	เด็กชายรณกร วิริเยนะวัตร์	9	13

<u>การวิเคราะห์ผล</u>

Paired Samples Statistics

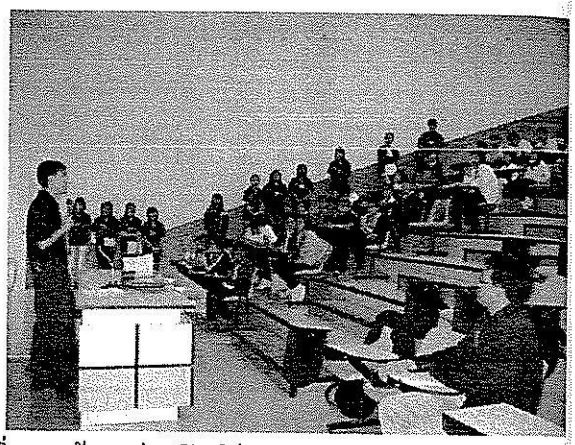
	เฉลี่ย	Std. Deviation	N
PRETEST	7.23	1.39	45
POSTTEST	11.33	1.89	45

Paired Samples Test

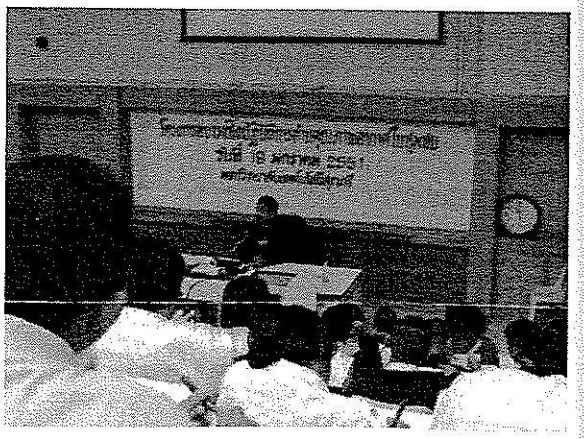
	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% C.I. of the Difference				
				Lower	Upper			
PRETEST - POSTTEST	-4.0667	2.26033	.33695	-4.7457	-3.3876	-12.069	44	.000

จากผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลการทดสอบก่อนและหลังการอบรม โดยโปรแกรมสถิติ SPSS ด้วยวิธี Paired Sample Test พบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนหลังการอบรมสูงกว่าก่อนการอบรมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

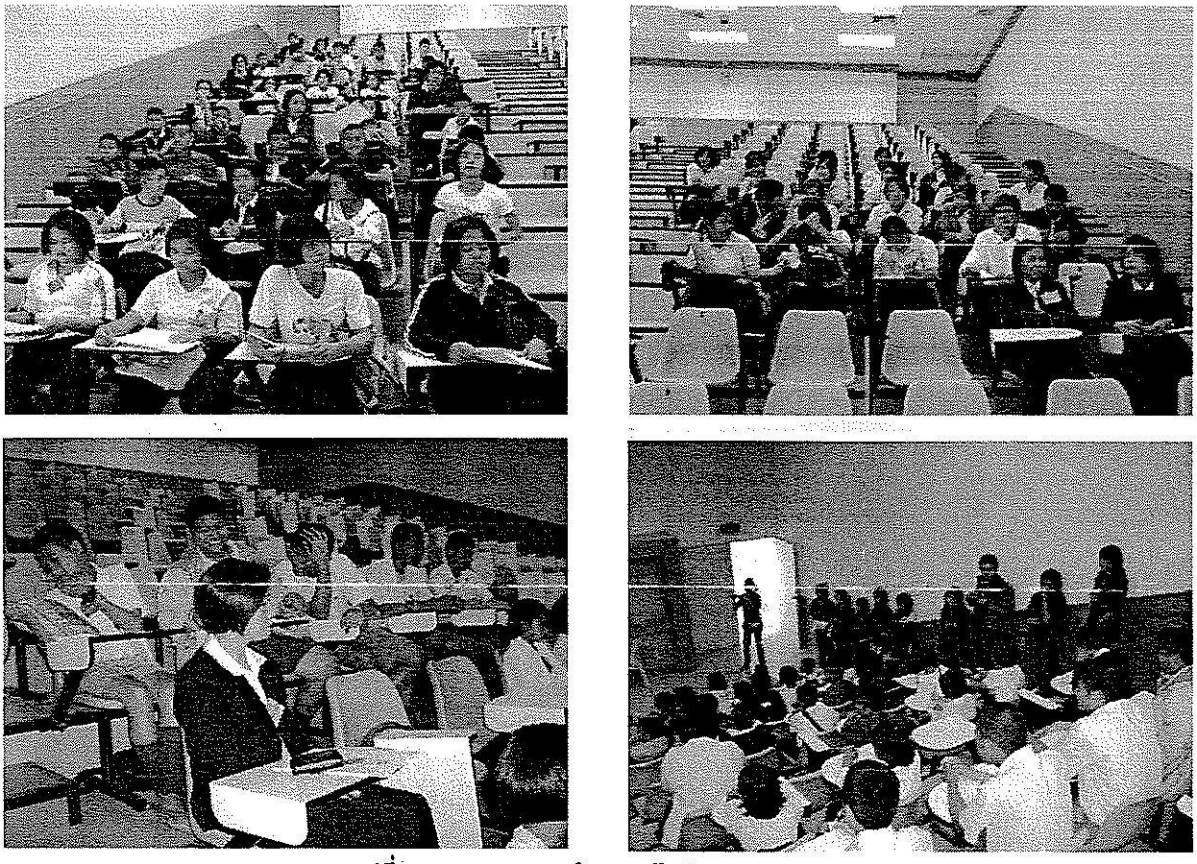
รูปกิจกรรม



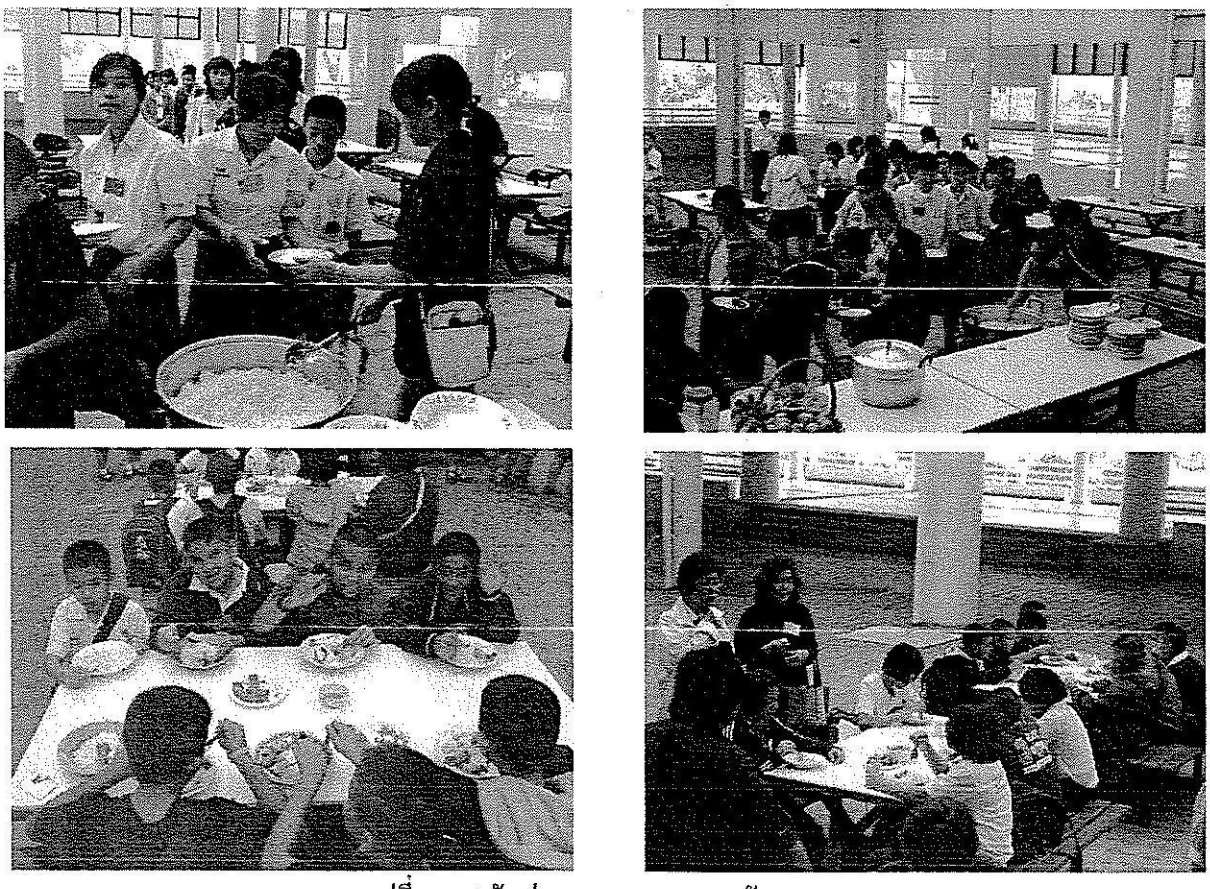
รูปที่ 1-2 หัวหน้าสาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมกล่าวเปิดพิธี



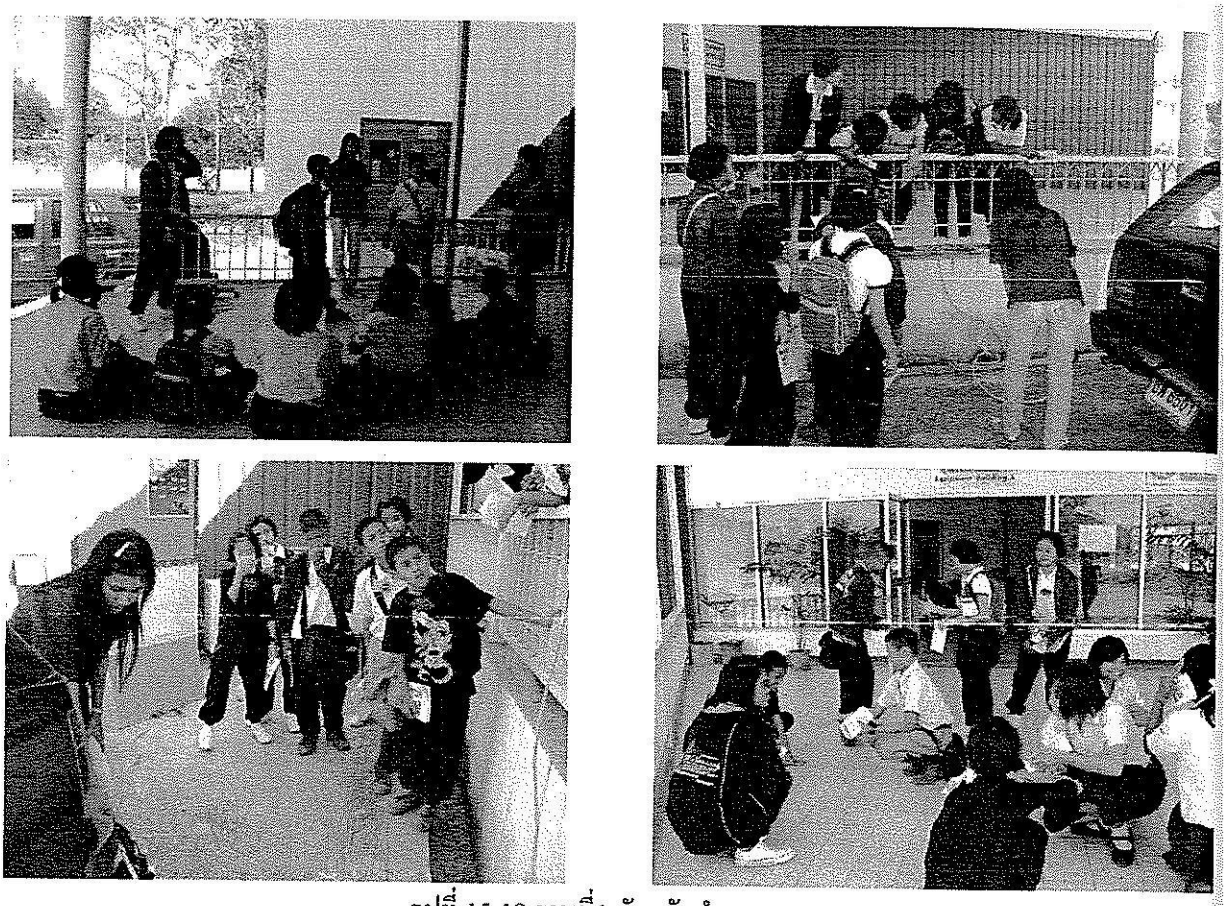
รูปที่ 3- 6 คณะวิทยากร



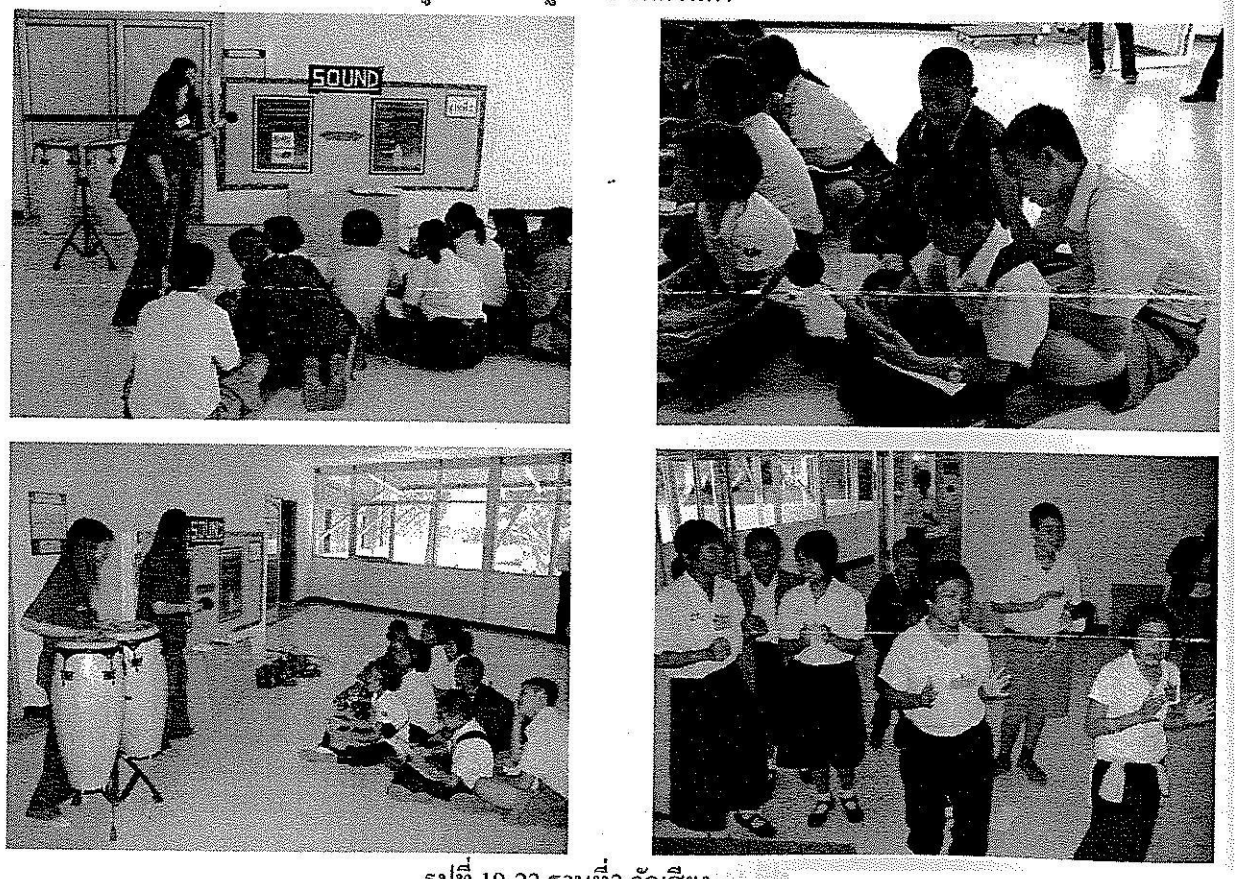
รูปที่ 7-10 บรรยากาศในการฟังคำบรรยาย



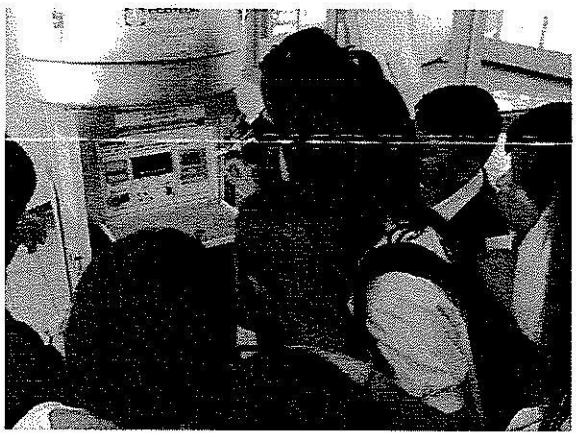
รูปที่ 11-14 รับประทานอาหารกลางวัน



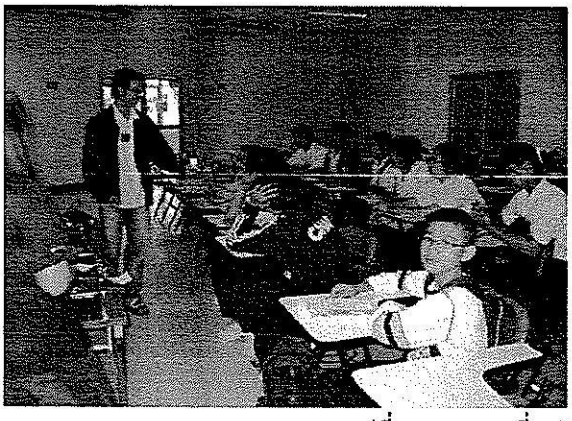
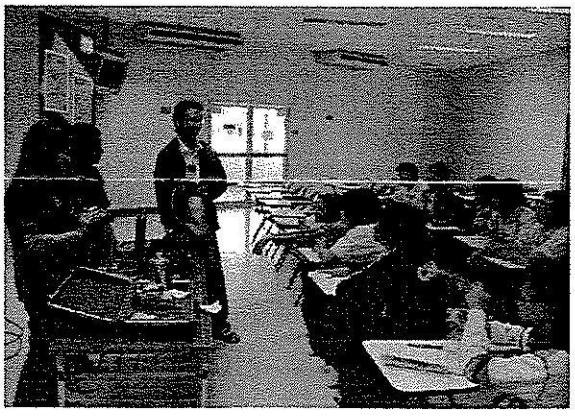
รูปที่ 15-18 ฐานที่1 วัดความดำ



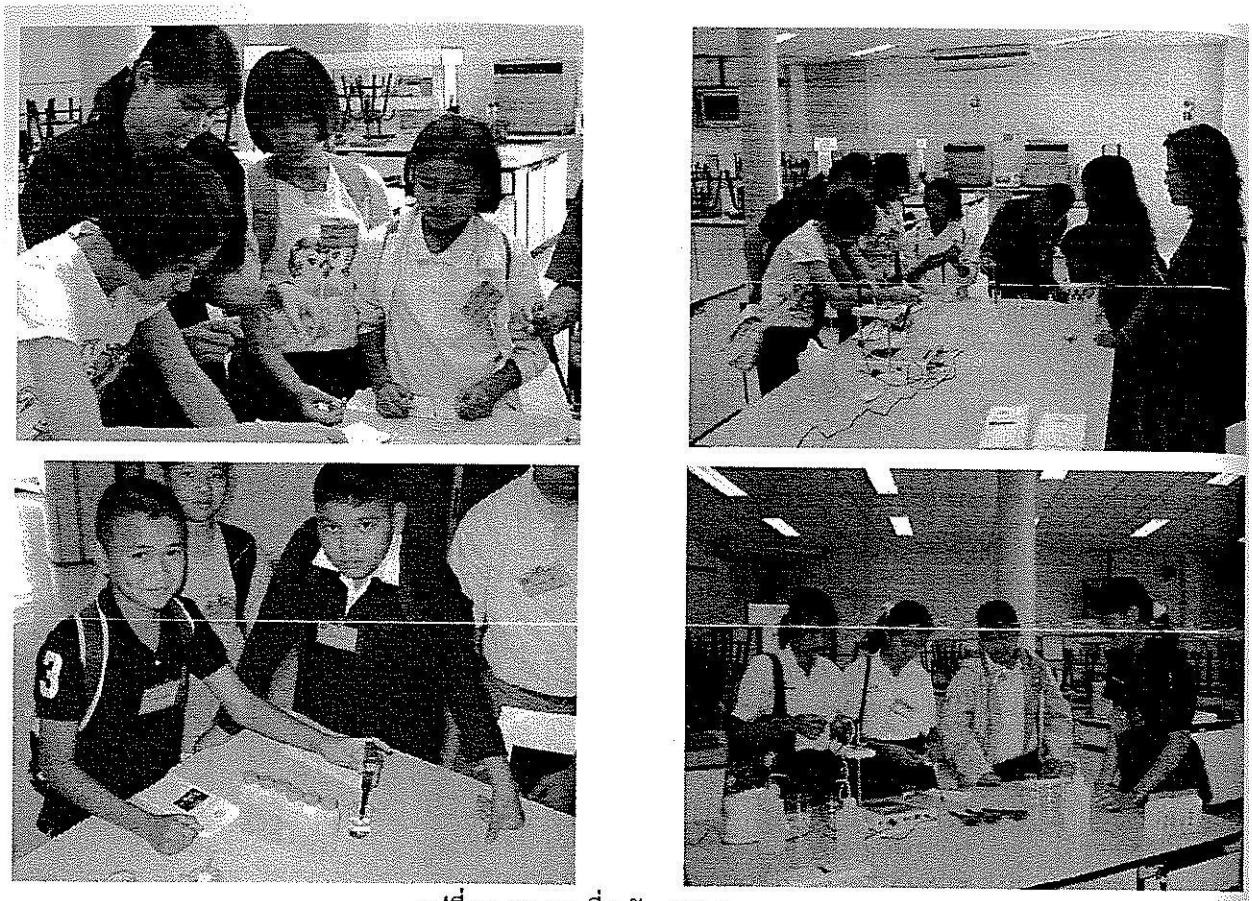
รูปที่ 19-22 ฐานที่2 วัดเสียง



รูปที่ 23-26 ฐานที่3 วัดฝุ่นในบรรยากาศ

รูปที่ 27-30 ฐานที่4 วัดฝุ่นในอาคาร/บุคคล



รูปที่ 31-34 ฐานที่5 วัด pH/TS

รูปที่ 35-38 มอบใบประกาศนียบัตร และของรางวัล

ภาคผนวก ค

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างฝุ่น (เก็บตัวอย่างฝุ่นทุก 15 วัน)

ตัวอย่าง	วันที่	น้ำหนัก				หมายเหตุ
		ถ้วยเปล่า (g)	ถ้วย+ฝุ่น (g)	ฝุ่น (g)	ฝุ่น (g/m^2/15day)	
SUT 1	15-พ.ย.-50	63.0234	63.0333	0.0099	0.5602	
SUT 2		62.9880	62.9971	0.0091	0.5150	
SUT 3		62.5743	62.5849	0.0106	0.5998	
SUT 1	30-พ.ย.-50	63.7849	63.7980	0.01315	0.7441	
SUT 2		44.1336	44.1471	0.0135	0.7639	
SUT 3		33.6828	33.6948	0.01205	0.6819	
SUT 1	15-ธ.ค.-50	63.0030	63.0123	0.00925	0.5234	
SUT 2		69.8828	69.8887	0.00595	0.3367	
SUT 3		70.1006	70.1073	0.0067	0.3791	
SUT 1	31-ธ.ค.-50	63.0207	63.0356	0.0149	0.8432	
SUT 2		69.9016	69.9165	0.01495	0.8460	
SUT 3		70.1200	70.1340	0.014	0.7922	
SUT 1	15-ม.ค.-51	63.0215	63.0276	0.0061	0.3452	
SUT 2		69.9025	69.9102	0.00775	0.4386	
SUT 3		70.1213	70.1287	0.00735	0.4159	
SUT 1	31-ม.ค.-51	63.0211	63.0432	0.02215	1.2534	
SUT 2		69.9027	69.9244	0.0217	1.2280	
SUT 3		70.1200	70.1425	0.02255	1.2761	
SUT 1	15-ก.พ.-51	63.0220	63.0347	0.01275	0.7215	
SUT 2		69.9037	69.9168	0.01315	0.7441	
SUT 3		70.1223	70.1350	0.01275	0.7215	
SUT 1	29-ก.พ.-51	92.4776	92.4985	0.0209	1.1827	
SUT 2		101.3057	101.3226	0.0169	0.9563	
SUT 3		95.9479	95.9664	0.01845	1.0441	

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างฝุ่น (เก็บตัวอย่างฝุ่นทุก 15 วัน) (ต่อ)

ตัวอย่าง	วันที่	น้ำหนัก				หมายเหตุ
		ถ้วยเปล่า (g)	ถ้วย+ฝุ่น (g)	ฝุ่น (g)	ฝุ่น (g/m^2/15day)	
SUT 1	15-มี.ค.-51	92.4812	92.5002	0.019	1.0752	
SUT 2		101.3098	101.3245	0.0147	0.8318	
SUT 3		95.9518	95.9719	0.0201	1.1374	
SUT 1	31-มี.ค.-51	92.4794	92.5545	0.0751	4.2498	
SUT 2		101.3075	101.3804	0.0729	4.1253	
SUT 3		95.9501	96.0202	0.0701	3.9668	
SUT 1	15-เม.ย.-51	92.4812	92.5152	0.03405	1.9268	
SUT 2		101.3092	101.3416	0.03245	1.8363	
SUT 3		95.9523	95.9869	0.03465	1.9608	
SUT 1	30-เม.ย.-51	92.4839	92.5350	0.0511	2.8917	
SUT 2		101.3129	101.4104	0.09755	5.5202	
SUT 3		95.9546	96.0522	0.0976	5.5230	
SUT 1	15-พ.ค.-51	92.4867	92.5738	0.0871	4.9289	
SUT 2		101.3131	101.3999	0.08685	4.9147	
SUT 3		95.9553	96.0405	0.08515	4.8185	
SUT 1	31-พ.ค.-51	69.0348	69.0778	0.043	2.4333	
SUT 2		69.8994	69.9351	0.0357	2.0202	
SUT 3		0	0	0	0	
SUT 1	15-มิ.ย.-51	61.7481	61.7766	0.02855	1.6156	
SUT 2		63.4971	63.5260	0.02885	1.6326	
SUT 3		63.0492	63.0574	0.0082	0.4640	
SUT 1	30-มิ.ย.-51	69.0397	69.0990	0.0593	3.3557	
SUT 2		69.9037	70.0279	0.12415	7.0255	
SUT 3		62.9269	63.0629	0.136	7.6960	

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างฝุ่น (เก็บตัวอย่างฝุ่นทุก 15 วัน)(ต่อ)

ตัวอย่าง	วันที่	น้ำหนัก				หมายเหตุ
		ถ้วยเปล่า (g)	ถ้วย+ฝุ่น (g)	ฝุ่น (g)	ฝุ่น (g/m^2/15day)	
SUT 1	15-ก.ค.-51	63.0656	63.0674	0.0213	1.2039	
SUT 2		62.9384	62.9400	0.0191	1.0792	
SUT 3		64.4258	64.4274	0.0190	1.0729	
SUT 1	31-ก.ค.-51	61.5562	61.5675	0.0272	1.5415	
SUT 2		61.7645	61.7808	0.0375	2.1215	
SUT 3		63.5142	63.5317	0.0367	2.0796	
SUT 1	15-ส.ค.-51	66.0570	66.1193	0.0872	4.9356	
SUT 2		67.5393	67.5695	0.0408	2.3109	
SUT 3		60.4511	60.5198	0.0893	5.0539	
SUT 1	31-ส.ค.-51	63.0665	63.0711	0.0259	1.4655	
SUT 2		62.9392	62.9482	0.0513	2.9012	
SUT 3		64.4271	64.4319	0.0280	1.5836	
SUT 1	15-ก.ย.-51	0	0	0	0	Error
SUT 2		0	0	0	0	Error
SUT 3		69.0543	69.0609	0.1167	6.6043	
SUT 1	30-ก.ย.-51 (1/2)	63.0505	63.0558	0.0709	4.0114	
SUT 2		62.9234	62.9286	0.0689	3.8989	
SUT 3		64.4110	64.4154	0.0576	3.2616	
SUT 1	30-ก.ย.-51 (2/2)	63.0537	63.0544	0.0039	0.2218	
SUT 2		62.9262	62.9273	0.0061	0.3424	
SUT 3		64.4144	64.4153	0.0047	0.2646	
SUT 1	15-ต.ค.-51	64.0963	64.1016	0.0326	1.8420	
SUT 2		64.8011	64.8056	0.0289	1.6368	
SUT 3		67.4564	67.4797	0.0232	1.3157	

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างฝุ่น (เก็บตัวอย่างฝุ่นทุก 15 วัน)(ต่อ)

ตัวอย่าง	วันที่	น้ำหนัก				หมายเหตุ
		ถ้วยเปล่า (g)	ถ้วย+ฝุ่น (g)	ฝุ่น (g)	ฝุ่น (g/m^2/15day)	
SUT 1	31-ต.ค.-51	63.0508	63.0519	0.0057	0.3237	
SUT 2		62.9231	62.9241	0.0050	0.2829	
SUT 3		64.4108	64.4120	0.0042	0.2405	*

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างฝุ่น (เก็บตัวอย่างฝุ่นทุก 30 วัน)

ตัวอย่าง	วันที่ 30 พ.ย. 2550				หมายเหตุ
	น้ำหนัก				
	ถ้วยเปล่า (g)	ถ้วย+ฝุ่น (g)	ฝุ่น (g)	ฝุ่น (g/m^2/30day)	
SUT 4	35.6604	35.6830	0.02255	1.2761	
SUT 5	38.8053	38.8289	0.0236	1.3355	
SUT 6	34.8886	34.9121	0.0235	1.3298	
SUT 7	0	0	0	0	มีมูลนก
SUT 8	0	0	0	0	มีมูลนก
SUT 9	0	0	0	0	มีมูลนก
STP 1	0	0	0	0	เสาล้ม
STP 2	30.1751	30.2169	0.0418	2.3654	
STP 3	33.3126	33.3517	0.0391	2.2126	
MNM 1	31.4989	31.6510	0.1521	8.6071	
MNM 2	0	0	0	0	เสาล้ม
MNM 3	0	0	0	0	เสาล้ม
RSM 1	32.4618	32.5129	0.0511	2.8917	
RSM 2	37.6614	37.7223	0.0609	3.4462	
RSM 3	32.7683	32.8192	0.0509	2.8804	
NRE 1	26.8738	26.9050	0.0312	1.7656	
NRE 2	32.1811	32.2083	0.02715	1.5364	
NRE 3	33.6805	33.7225	0.042	2.3767	
PCD 1	32.0866	32.1216	0.03499	1.9800	
PCD 2	33.9542	33.9996	0.04535	2.5663	
PCD 3	34.9337	34.9752	0.0415	2.3484	

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างฝุ่น (เก็บตัวอย่างฝุ่นทุก 30 วัน) (ต่อ)

ตัวอย่าง	วันที่ 31 ธ.ค. 2550				หมายเหตุ
	น้ำหนัก				
	ถ้วยเปล่า (g)	ถ้วย+ฝุ่น (g)	ฝุ่น (g)	ฝุ่น (g/m^2/30day)	
SUT 4	67.5209	67.5430	0.0221	1.2506	
SUT 5	72.2947	72.3156	0.02085	1.1799	
SUT 6	58.2731	58.2749	0.0018	0.1019	มีมูลนก
SUT 7	0	0	0	0	มีมูลนก
SUT 8	0	0	0	0	มีมูลนก
SUT 9	0	0	0	0	มีมูลนก
STP 1	62.9865	63.0392	0.0527	2.9822	
STP 2	64.8007	64.8271	0.02635	1.4911	
STP 3	61.5420	61.5712	0.02915	1.6496	
MNM 1	65.1966	65.2493	0.052755	2.9853	
MNM 2	61.2966	61.3477	0.05105	2.8888	
MNM 3	64.2403	64.3029	0.06255	3.5396	
RSM 1	59.4043	59.4350	0.03075	1.7401	
RSM 2	65.5041	65.5332	0.02905	1.6439	
RSM 3	64.4132	64.4440	0.03075	1.7401	
NRE 1	71.9453	71.9751	0.0298	1.6863	
NRE 2	64.3104	64.3409	0.0305	1.7259	
NRE 3	63.5763	63.6051	0.02875	1.6269	
PCD 1	0	0	0	0	มีมูลนก
PCD 2	63.4994	63.5351	0.03565	2.0174	
PCD 3	61.7493	61.7977	0.0484	2.7389	

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างฝุ่น (เก็บตัวอย่างฝุ่นทุก 30 วัน) (ต่อ)

ตัวอย่าง	วันที่ 31 ม.ค. 2551				หมายเหตุ
	น้ำหนัก				
	ถ้วยเปล่า (g)	ถ้วย+ฝุ่น (g)	ฝุ่น (g)	ฝุ่น (g/m^2/30day)	
SUT 4	67.5223	67.5601	0.0378	2.1390	
SUT 5	72.2967	72.3344	0.0377	2.1334	
SUT 6	58.2747	58.3487	0.07395	4.1847	
SUT 7	0	0	0	0	มีมูลนก
SUT 8	63.0722	63.1139	0.0417	2.3597	
SUT 9	71.0283	71.0643	0.0360	2.0372	
STP 1	62.9864	63.0205	0.03405	1.9268	
STP 2	64.8018	64.8276	0.02575	1.4572	
STP 3	61.5425	61.5726	0.03005	1.7005	
MNM 1	65.1979	65.3091	0.1112	6.2926	
MNM 2	61.2990	61.4004	0.1014	5.7381	
MNM 3	64.2418	64.3491	0.1073	6.0719	
RSM 1	59.4055	59.4459	0.0404	2.2862	
RSM 2	65.5051	65.5414	0.0363	2.0542	
RSM 3	64.4140	64.4515	0.03745	2.1192	
NRE 1	71.9467	71.9930	0.0463	2.6200	
NRE 2	64.3105	64.3554	0.04485	2.5380	
NRE 3	63.5770	63.6213	0.04425	2.5040	
PCD 1	62.5727	62.6253	0.0526	2.9766	
PCD 2	63.4999	63.5480	0.0481	2.7219	
PCD 3	61.7495	61.7976	0.04805	2.7191	

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างฝุ่น (เก็บตัวอย่างฝุ่นทุก 30 วัน) (ต่อ)

ตัวอย่าง	วันที่ 29 ก.พ. 2551				หมายเหตุ
	น้ำหนัก				
	ถ้วยเปล่า (g)	ถ้วย+ฝุ่น (g)	ฝุ่น (g)	ฝุ่น (g/m^2/30day)	
SUT 4	63.4993	63.5322	0.0329	1.8618	
SUT 5	63.0211	63.0513	0.0302	1.7090	
SUT 6	61.5419	61.5681	0.0263	1.4854	
SUT 7	0	0	0	0	มีมูลนก
SUT 8	64.3103	64.3294	0.0191	1.0808	
SUT 9	68.6408	68.6581	0.0173	0.9790	
STP 1	71.9487	71.9833	0.0346	1.9608	
STP 2	65.1983	65.4106	0.2123	12.0137	มีก่อนดิน
STP 3	70.1223	70.1665	0.0442	2.4984	
MNM 1	69.0371	69.1184	0.0812	4.5978	
MNM 2	0	0	0	0	ใส่ตัวอย่างผิด
MNM 3	69.9025	70.0052	0.1028	5.8145	
RSM 1	62.9861	63.0251	0.0389	2.2041	
RSM 2	0	0	0	0	ใส่ตัวอย่างผิด
RSM 3	59.4048	59.4430	0.0382	2.1588	
NRE 1	66.0399	66.0796	0.0397	2.2494	
NRE 2	67.5215	67.5497	0.0281	1.5930	
NRE 3	61.2968	61.3314	0.0346	1.9608	
PCD 1	71.0273	71.0669	0.0397	2.2437	
PCD 2	67.1789	67.2242	0.0453	2.5606	
PCD 3	0	0	0	0	มีมลูนก

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างฝุ่น (เก็บตัวอย่างฝุ่นทุก 30 วัน) (ต่อ)

ตัวอย่าง	วันที่ 31 มี.ค. 2551				หมายเหตุ
	น้ำหนัก				
	ถ้วยเปล่า (g)	ถ้วย+ฝุ่น (g)	ฝุ่น (g)	ฝุ่น (g/m^2/30day)	
SUT 4	63.5003	63.5945	0.0942	5.3306	
SUT 5	63.0214	63.1144	0.0930	5.2627	
SUT 6	61.5422	61.6415	0.0993	5.6192	
SUT 7	61.7503	61.8246	0.0744	4.2073	
SUT 8	64.3110	64.3941	0.0831	4.7025	
SUT 9	68.6414	68.7164	0.0750	4.2413	
STP 1	71.9470	72.0024	0.0554	3.1350	
STP 2	65.1973	65.2546	0.0574	3.2453	
STP 3	70.1209	70.1851	0.0641	3.6301	
MNM 1	69.0398	69.6277	0.5879	33.2683	
MNM 2	64.0969	64.2302	0.1333	7.5404	
MNM 3	69.9046	70.0472	0.1426	8.0695	
RSM 1	62.9876	63.0277	0.0402	2.2720	
RSM 2	72.2972	72.3362	0.0390	2.2069	
RSM 3	59.4066	59.4425	0.0359	2.0315	
NRE 1	66.0420	66.1155	0.0735	4.1621	
NRE 2	67.5235	67.6033	0.0798	4.5129	
NRE 3	61.2989	61.3997	0.1008	5.7041	
PCD 1	71.0255	71.1264	0.1009	5.7098	
PCD 2	67.1757	67.2545	0.0788	4.4578	
PCD 3	64.2413	64.3435	0.1021	5.7805	

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างฝุ่น (เก็บตัวอย่างฝุ่นทุก 30 วัน) (ต่อ)

ตัวอย่าง	วันที่ 30 เม.ย. 2551				หมายเหตุ
	น้ำหนัก				
	ถ้วยเปล่า (g)	ถ้วย+ฝุ่น (g)	ฝุ่น (g)	ฝุ่น (g/m^2/30day)	
SUT 4	63.5035	63.6428	0.1393	7.8856	
SUT 5	63.0253	63.1681	0.1428	8.0808	
SUT 6	61.5465	61.6748	0.1283	7.2603	
SUT 7	61.7535	61.8770	0.1235	6.9887	
SUT 8	64.3144	64.4322	0.1178	6.6661	
SUT 9	68.6452	68.7695	0.1243	7.0339	
STP 1	71.9504	72.1523	0.2019	11.4252	
STP 2	65.2000	65.3759	0.1759	9.9519	
STP 3	70.1247	70.3070	0.1823	10.3189	
MNM 1	69.0423	69.2644	0.2221	12.5711	
MNM 2	64.0988	64.2954	0.1966	11.1253	
MNM 3	69.9078	70.0855	0.1777	10.0558	
RSM 1	62.9898	63.1656	0.1758	9.9482	
RSM 2	72.2984	72.4609	0.1625	9.1956	
RSM 3	59.4075	59.5799	0.1724	9.7558	
NRE 1	66.0442	66.1937	0.1496	8.4628	
NRE 2	67.5251	67.6607	0.1356	7.6734	
NRE 3	61.3007	61.4465	0.1458	8.2506	
PCD 1	71.0298	71.2120	0.1822	10.3132	
PCD 2	67.1790	67.3717	0.1927	10.9046	
PCD 3	64.2452	64.4219	0.1766	9.9963	

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างฝุ่น (เก็บตัวอย่างฝุ่นทุก 30 วัน) (ต่อ)

ตัวอย่าง	วันที่ 31 พ.ค. 2551				หมายเหตุ
	น้ำหนัก				
	ถ้วยเปล่า (g)	ถ้วย+ฝุ่น (g)	ฝุ่น (g)	ฝุ่น (g/m^2/30day)	
SUT 4	62.3736	62.4901	0.1165	6.5897	
SUT 5	64.2387	64.3441	0.1054	5.9672	
SUT 6	0	0	0	0	
SUT 7	64.0925	64.1959	0.1034	5.8541	
SUT 8	59.4019	59.5252	0.1233	6.9774	
SUT 9	66.8168	66.9925	0.1757	9.9426	
STP 1	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ
STP 2	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ
STP 3	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ
MNM 1	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ
MNM 2	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ
MNM 3	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ
RSM 1	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ
RSM 2	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ
RSM 3	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ
NRE 1	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ
NRE 2	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ
NRE 3	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ
PCD 1	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ
PCD 2	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ
PCD 3	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างฝุ่น (เก็บตัวอย่างฝุ่นทุก 30 วัน) (ต่อ)

ตัวอย่าง	วันที่ 30 มิ.ย. 2551				หมายเหตุ
	น้ำหนัก				
	ถ้วยเปล่า (g)	ถ้วย+ฝุ่น (g)	ฝุ่น (g)	ฝุ่น (g/m^2/30day)	
SUT 4	62.3797	62.4224	0.0427	2.4163	
SUT 5	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ
SUT 6	66.0440	66.1131	0.0692	3.9131	
SUT 7	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ
SUT 8	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ
SUT 9	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ
STP 1	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ
STP 2	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ
STP 3	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ
MNM 1	64.7997	64.9339	0.1342	7.5970	
MNM 2	59.1060	59.2069	0.1009	5.7098	
MNM 3	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ
RSM 1	60.4364	60.4921	0.0557	3.1491	
RSM 2	67.5235	67.5810	0.0575	3.2538	
RSM 3	67.4573	67.5164	0.0591	3.3444	
NRE 1	63.0229	63.0970	0.0740	4.1904	
NRE 2	71.9470	72.0345	0.0876	4.9543	
NRE 3	63.0723	63.1501	0.0778	4.4026	
PCD 1	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ
PCD 2	63.5005	63.5749	0.0744	4.2130	
PCD 3	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างฝุ่น (เก็บตัวอย่างฝุ่นทุก 30 วัน) (ต่อ)

ตัวอย่าง	วันที่ 31 ก.ค. 2551				หมายเหตุ
	น้ำหนัก				
	ถ้วยเปล่า (g)	ถ้วย+ฝุ่น (g)	ฝุ่น (g)	ฝุ่น (g/m^2/30day)	
SUT 4	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ
SUT 5	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ
SUT 6	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ
SUT 7	0	0	0	0	มีมูลนก
SUT 8	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ
SUT 9	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ
STP 1	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ
STP 2	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ
STP 3	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ
MNM 1	68.6567	68.6943	0.1053	5.9576	
MNM 2	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ
RSM 1	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ
RSM 2	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ
RSM 3	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ
NRE 1	64.1095	64.1391	0.0519	2.9362	
NRE 2	64.8161	64.8648	0.0585	3.3104	
NRE 3	67.4716	67.5141	0.0499	2.8260	
PCD 1	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ
PCD 2	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ
PCD 3	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างฝุ่น (เก็บตัวอย่างฝุ่นทุก 30 วัน) (ต่อ)

ตัวอย่าง	วันที่ 31 ส.ค. 2551				หมายเหตุ
	น้ำหนัก				
	ถ้วยเปล่า (g)	ถ้วย+ฝุ่น (g)	ฝุ่น (g)	ฝุ่น(g/m^2/30day)	
SUT 4	61.5571	61.5618	0.0296	1.6743	
SUT 5	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ
SUT 6	63.5148	63.5328	0.0908	5.1361	
SUT 7	62.5851	62.6001	0.0905	5.1184	
SUT 8	59.4184	59.4424	0.1300	7.3559	
SUT 9	66.8340	66.8518	0.0891	5.0417	
STP 1	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ
STP 2	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ
STP 3	61.7661	61.7801	0.1159	6.5593	
MNM 1	64.1094	64.1191	0.2171	12.2846	
MNM 2	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ
MNM 3	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ
RSM 1	68.6576	68.6756	0.0821	4.6448	
RSM 2	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ
RSM 3	0	0	0	0	Error
NRE 1	64.2593	64.2644	0.1104	6.2482	
NRE 2	64.8154	64.8205	0.0949	5.3680	
NRE 3	67.4714	67.4775	0.1267	7.1696	
PCD 1	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ
PCD 2	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ
PCD 3	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างฝุ่น (เก็บตัวอย่างฝุ่นทุก 30 วัน) (ต่อ)

ตัวอย่าง	วันที่ 31 ก.ย. 2551 (ครั้งที่1//2)				หมายเหตุ
	น้ำหนัก				
	ถ้วยเปล่า (g)	ถ้วย+ฝุ่น (g)	ฝุ่น (g)	ฝุ่น ($g/m^2/30day$)	
SUT 4	61.5412	61.5464	0.1523	8.6156	
SUT 5	61.7498	61.7545	0.1378	7.7951	
SUT 6	63.4991	63.5069	0.2143	12.1272	
SUT 7	62.5700	62.5706	0.0155	0.8792	
SUT 8	59.4040	59.4082	0.1160	6.5657	
SUT 9	66.8176	66.8300	0.3489	19.7430	
STP 1	66.0405	66.0426	0.0892	5.0491	
STP 2	67.5230	67.5252	0.0934	5.2839	
STP 3	60.4348	60.4373	0.1058	5.9885	
MNM 1	0	0	0	0	น้ำล้น
MNM 2	0	0	0	0	น้ำล้น
MNM 3	0	0	0	0	น้ำล้น
RSM 1	63.0700	63.0723	0.0912	5.1597	
RSM 2	62.3758	62.3783	0.0970	5.4891	
RSM 3	63.0219	63.0246	0.1045	5.9135	
NRE 1	0	0	0	0	น้ำล้น
NRE 2	0	0	0	0	น้ำล้น
NRE 3	0	0	0	0	น้ำล้น
PCD 1	0	0	0	0	น้ำล้น
PCD 2	0	0	0	0	น้ำล้น
PCD 3	0	0	0	0	น้ำล้น

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างฝุ่น (เก็บตัวอย่างฝุ่นทุก 30 วัน) (ต่อ)

ตัวอย่าง	วันที่ 31 ก.ย. 2551 (ครั้งที่2//2)				หมายเหตุ
	น้ำหนัก				
	ถ้วยเปล่า (g)	ถ้วย+ฝุ่น (g)	ฝุ่น (g)	ฝุ่น (g/m^2/30day)	
SUT 4	61.5442	61.5455	0.0065	0.3678	
SUT 5	61.7518	61.7528	0.0054	0.3056	
SUT 6	63.5015	63.5079	0.0064	0.3622	
SUT 7	62.5719	62.5818	0.0099	0.5602	
SUT 8	59.4060	59.4065	0.0026	0.1500	
SUT 9	66.8204	66.8215	0.0058	0.3299	
STP 1	66.0420	66.0559	0.0487	2.7530	
STP 2	67.5223	67.5322	0.0335	1.8951	
STP 3	60.4360	60.4419	0.0208	1.1785	
MNM 1	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ
MNM 2	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ
MNM 3	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ
RSM 1	63.0712	63.0768	0.0175	0.9911	
RSM 2	62.3781	62.3836	0.0174	0.9869	
RSM 3	63.0213	63.0259	0.0141	0.7982	
NRE 1	0	0	0	0	
NRE 2	0	0	0	0	
NRE 3	0	0	0	0	
PCD 1	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ
PCD 2	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ
PCD 3	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างฝุ่น (เก็บตัวอย่างฝุ่นทุก 30 วัน) (ต่อ)

ตัวอย่าง	วันที่ 31 ต.ค. 2551				หมายเหตุ
	น้ำหนัก				
	ถ้วยเปล่า (g)	ถ้วย+ฝุ่น (g)	ฝุ่น (g)	ฝุ่น (g/m^2/30day)	
SUT 4	61.5413	61.5473	0.0810	4.5837	
SUT 5	61.7488	61.7537	0.0661	3.7433	
SUT 6	63.4993	63.5100	0.1443	8.1643	
SUT 7	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ
SUT 8	66.8180	66.8254	0.0947	5.3601	
SUT 9	59.4039	59.4210	0.2107	11.9260	
STP 1	66.0398	66.0489	0.0092	0.5178	
STP 2	67.5204	67.5220	0.0327	1.8487	
STP 3	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ
MNM 1	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ
MNM 2	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ
MNM 3	0	0	0	0	มีตะไคร่น้ำ
RSM 1	63.0694	63.0707	0.0313	1.7723	
RSM 2	62.3771	62.3777	0.0144	0.8149	
RSM 3	63.0204	63.0210	0.0141	0.7979	
NRE 1	64.0944	64.1008	0.0948	5.3654	
NRE 2	64.7991	64.8055	0.0903	5.1099	
NRE 3	67.4541	67.4644	0.1442	8.1601	
PCD 1	69.0364	69.0442	0.0868	4.9119	
PCD 2	59.1039	59.1085	0.0527	2.9805	
PCD 3	71.9438	71.9524	0.0980	5.5479	

ประวัติผู้วิจัย

ดร.สุดจิต ครุจิต จบการศึกษาในระดับปริญญาตรีจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปี พ.ศ. 2535 ระดับปริญญาโทจากสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย (AIT) ปี พ.ศ. 2537 และระดับปริญญาเอกจากสถาบันเทคโนโลยีแห่งอิลินอยส์ ประเทศสหรัฐอเมริกา ปี พ.ศ. 2544 ทั้งหมดในด้านวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม โดยในระดับปริญญาเอกได้เน้นศึกษาทางด้านมลพิษอากาศ

ดร.สุดจิต มีประสบการณ์ทำงานในตำแหน่งวิศวกรสิ่งแวดล้อม บริษัท ทีม คอนซัลติ้ง เอนจิเนียร์ จำกัด และอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และเข้าทำงานที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในปี พ.ศ. 2544 จนถึงปัจจุบัน โดยมีภาระงานหลักในด้านการสอน การวิจัย การให้คำปรึกษา และการบริหารวิชาการ โดยงานวิจัยที่สนใจเป็นงานเกี่ยวกับการเฝ้าระวังคุณภาพอากาศในชุมชน และการประยุกต์ใช้สถิติในงานด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม