รหัสโครงการ SUT7-715-53-18-01

รายงานการวิจัย

ระบบเฝ้าระวังฝุ่นละอองและคุณภาพอากาศแบบบูรณาการระยะที่ 2

(Integrated Monitoring System for Particulate Matters and Air Quality Phase II)

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

รหัสโครงการ SUT7-715-53-18-01

รายงานการวิจัย

ระบบเฝ้าระวังฝุ่นละอองและคุณภาพอากาศแบบบูรณาการระยะที่ 2

(Integrated Monitoring System for Particulate Matters and Air Quality Phase II)

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุดจิต ครุจิต

สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผู้ร่วมวิจัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นเรศ เชื้อสุวรรณ

นายธนัญชัย วรรณสุข

นายราชัน ธีระพิทยาตระกูล

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ พ.ศ. 2553

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

กันยายน 2556

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีเป็นอย่างสูงที่สนับสนุนทุนวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณหน่วยงานต่างๆ ที่กรุณาให้ความร่วมมือในการทำวิจัย ได้แก่ สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 11 กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และเทศบาลนครนครราชสีมา และขอขอบคุณองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นและผู้แทนทั้ง 10 แห่ง ที่ร่วมในโครงการ รวมทั้งผู้ช่วยวิจัยโครงการ คือ นายธิติพัฒน์ หิรัญคำ และนางสาวจุฑาทิพย์ อ้อมกิ่ง นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ 2553

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุดจิต ครุจิต)
หัวหน้าโครงการวิจัย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาระบบเฝ้าระวังฝุ่นละอองและคุณภาพอากาศแบบบูรณาการของโครงการที่ดำเนินการมาก่อนแล้วในระยะแรกให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น และประเมินผลการเฝ้าระวังคุณภาพอากาศของพื้นที่ศึกษา โดยตรวจวัดใน 10 ชุมชน ครอบคลุมพื้นที่ของจังหวัดอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 1 ปี และสร้างเครือข่ายนักสิ่งแวดล้อมชุมชนที่ประกอบด้วยตัวแทนจากเทศบาลและ อบต. เพื่อให้มีบทบาทในการเฝ้าระวังคุณภาพอากาศของท้องถิ่นด้วยตนเอง และสร้างความเข้มแข็งในการดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม การเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ผลเป็นวิธีอย่างง่าย เพื่อให้สามารถนำไปใช้งานได้จริงในทางปฏิบัติ

ผลการศึกษาในส่วนข้อมูลสิ่งแวดล้อม พบค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นรายเดือนอยู่ในช่วง 3.51 – 14.16 กรัม/ตร.ม.-เดือน เดือนที่มีปริมาณฝุ่นค่อนข้างสูงได้แก่เดือนพฤษภาคม ค่าความเข้มข้นฝุ่นเฉลี่ยในแต่ละชุมชนอยู่ในช่วง 3.59 – 12.93 กรัม/ตร.ม.-เดือน และในภาพรวมเชิงพื้นที่และรายชุมชนไม่พบสภาพปัญหาฝนกรด ส่วนผลการวิเคราะห์โลหะหนักในฝุ่น พบค่าความเข้มข้นที่ค่อนข้างสูงสำหรับ Cr Cu Zn และ Pb โดยพบความเข้มข้นของ Cr กับ Cd สูงที่สุดที่เทศบาลนครฯ ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (PCA) และการวิเคราะห์จัดกลุ่ม (CA) พบความสัมพันธ์ของโลหะหนักจากฝุ่นแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 Cd Cr Cu และ Pb กลุ่มที่ 2 Fe Mn และ Hg และกลุ่มที่ 3 Zn กับ As ซึ่งสันนิษฐานแหล่งกำเนิดของกลุ่มที่ 1 และ 3 อาจเป็นการจราจรและยานพาหนะ รวมทั้งอุตสาหกรรม ส่วนกลุ่มที่ 2 อาจเป็นส่วนที่มาจากองค์ประกอบของดินในธรรมชาติ นอกจากนั้น การจัดกลุ่มชุมชนสามารถจัดชุมชนได้เป็น 3 กลุ่ม ตามลักษณะข้อมูลความเข้มข้นของโลหะหนักทั้ง 9 ชนิด

การดำเนินโครงการได้รับผลกระทบบางส่วนจากปัญหาการพัฒนาอุปกรณ์เก็บตัวอย่างอย่างง่าย และการพัฒนา Web Site อย่างไรก็ตาม ในภาพรวมโครงการสามารถดำเนินการสำเร็จตามวัตถุประสงค์ และชุมชนที่เข้าร่วมโครงการได้แสดงความคิดเห็นว่าได้รับประโยชน์แนวทางการเฝ้าระวังคุณภาพสิ่งแวดล้อมของโครงการในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 8.5 คะแนนจาก 10 คะแนน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Abstract

This project aims to fulfill the development of the integrated monitoring system for particulate matters and air quality which has been carried out in the foregoing project. It also evaluates the monitoring results in the study areas – 10 selected communities spreading across the province – for one year monitoring period. A community environmentalist network, comprises of the representatives from participating communities, was established. These participants were encouraged to take part in local air quality monitoring and to have a strong attitude in protecting their resources and the environment. Simple methods for data collection and analysis were used in this study for practical purposes.

Monitoring results show the average monthly dust values of 3.51 – 14.16 g/m^2-month. The highest values were found in May. The average values per community range from 3.59 – 12.93 g/m^2-month. Overall, area-wise and community-wise, no evidence of acid rain problem was found. The heavy metal analyses revealed high concentrations of Cr, Cu, Zn, and Pb, with the highest Cr and Cd values found in Nakhon Ratchasima municipality. The principal component analyses (PCA) and the cluster analyses (CA) suggest the relationship of heavy metals in 3 groups: (1) Cd, Cr, Cu, and Pb; (2) Fe, Mn, and Hg; and (3) Zn and As. The sources of group 1 and 3 is most probably traffic and vehicles, with additional contribution from industries. The second group appears to be from natural soil components. Moreover, the community grouping produced 3 groups of communities with similar characteristics with respect to the 9 heavy metal concentrations.

The project operation had been partially effected by problems regarding the development of simple sampling devices and the project's web site. Nevertheless, the research objectives were successfully fulfilled. Moreover, the participating communities' responses show they significantly benefited from the project's environmental quality monitoring approach, with the average score of 8.5 out of 10.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
บทที่ 2 ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 พื้นฐานเกี่ยวกับฝุ่นในบรรยากาศ	3
2.2 วิธีการตรวจวัดฝุ่น	4
2.3 โลหะหนักในองค์ประกอบของฝุ่นในบรรยากาศ	7
2.4 ชุมชนที่ร่วมโครงการ	12
2.5 การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis: PCA)	16
2.6 การวิเคราะห์จัดกลุ่มด้วยเทคนิค Cluster Analysis (CA)	18
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	
3.1 การตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดและสร้างเครือข่ายนักสิ่งแวดล้อมชุมชน	20
3.2 การตรวจวัดคุณภาพอากาศ	21
3.3 การแสดงผลใน Web Site โครงการ	24
3.4 การประเมินสถานการณ์ปัญหาฝุ่นละอองและปัญหาฝนกรดของพื้นที่ศึกษา	24
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล	
4.1 การติดตั้งอุปกรณ์เก็บตัวอย่างฝุ่นและสร้างเครือข่ายนักสิ่งแวดล้อมชุมชน	25
4.2 ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศ	32
4.3 ผลการพัฒนา Web Site โครงการ	40

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.4 การประเมินการปนเปื้อนโลหะหนักโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (PCA)	44
4.5 การประเมินการปนเปื้อนโลหะหนักโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์จัดกลุ่ม (CA)	49
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิจัย	51
5.2 ข้อเสนอแนะ	52
บรรณานุกรม	53
ภาคผนวก ภาพขั้นตอนการวิเคราะห์หาน้ำหนักฝุ่น	55
ประวัติผู้วิจัย	58

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบฝุ่นที่ตกได้ และฝุ่นที่แขวนลอย	5
ตารางที่ 4.1 ข้อมูลของชุมชนที่ร่วมโครงการ 10 ชุมชน	26
ตารางที่ 4.2 ข้อมูลเครือข่ายนักสิ่งแวดล้อมชุมชน	31
ตารางที่ 4.3 ผลการตรวจวัดความเข้มข้นฝุ่นของ 10 ชุมชน	33
ตารางที่ 4.4 ค่าสถิติของค่าความเข้มข้นฝุ่นของแต่ละชุมชน	35
ตารางที่ 4.5 ผลการตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำในแหล่งน้ำของ 10 ชุมชน	36
ตารางที่ 4.6 ค่าสถิติของค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำในแหล่งน้ำของแต่ละชุมชน	37
ตารางที่ 4.7 ประเภทแหล่งน้ำผิวดินและค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำในแหล่งน้ำ	38
ตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์โลหะหนักในฝุ่นของ 10 ชุมชน	39
ตารางที่ 4.9 ช่วงค่าความเข้มข้นโลหะหนักในตัวอย่างฝุ่นในเขตเมืองจากการศึกษาอื่น	40
ตารางที่ 4.10 ประเภทโรงงานอุตสาหกรรมในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา	40
ตารางที่ 4.11 ผลการสอบถามความคิดเห็นชุมชนที่ร่วมโครงการ 10 ชุมชน	44
ตารางที่ 4.12 สหสัมพันธ์ของค่าความเข้มข้นโลหะหนักในฝุ่น	45
ตารางที่ 4.13 ค่า Eigenvalues ที่ได้จากการวิเคราะห์	46
ตารางที่ 4.14 ค่า Factor loading จากการวิเคราะห์	46
ตารางที่ 4.15 ตัวย่อที่ใช้สำหรับแต่ละชุมชน	47

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 3.1 แผนการดำเนินงานโครงการ	20
รูปที่ 3.2 แบบเสาของอุปกรณ์เก็บตัวอย่างฝุ่นแบบ Dustfall	22
รูปที่ 3.3 มอเตอร์ 3 V พร้อมชุดเกียร์	22
รูปที่ 3.4 แผ่นเซ็นเซอร์ PCB กัดลายเส้นสลับฟันปลา	23
รูปที่ 3.5 ชุดไมโครคอนโทรลเลอร์	23
รูปที่ 4.1 ตำแหน่งชุมชนกลุ่มตัวอย่าง 10 ชุมชน	27
รูปที่ 4.2 จุดติดตั้งอุปกรณ์เก็บตัวอย่างฝุ่น 6 ชุมชน	28
รูปที่ 4.3 จุดติดตั้งอุปกรณ์เก็บตัวอย่างฝุ่น 4 ชุมชน	29
รูปที่ 4.4 ลักษณะการติดตั้งอุปกรณ์	30
รูปที่ 4.5 ความเข้มข้นฝุ่นของ 10 ชุมชน ตลอดระยะเวลา 12 เดือน (เริ่มเดือน ก.พ. 2555)	34
รูปที่ 4.6 ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำในแหล่งน้ำ ตั้งแต่เดือน ก.พ. 2555 – ก.ค. 2555	36
รูปที่ 4.7 ตัวอย่างหน้า Web Site โครงการ	41
รูปที่ 4.8 ตัวอย่างการใช้งาน Web Site โครงการ	42
รูปที่ 4.9 ตัวอย่างตารางป้อนข้อมูลและแสดงข้อมูลฝุ่นละอองและค่าพีเอชของน้ำ	43
รูปที่ 4.10 กราฟแสดง Factor loading ของปัจจัย	47
รูปที่ 4.11 กราฟแสดง Factor score ของชุมชน	48
รูปที่ 4.12 Dendrogram แสดงการจัดกลุ่มโลหะหนักจากฝุ่น	49
รูปที่ 4.14 Dendrogram แสดงการจัดกลุ่มชุมชน	50

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

บทเรียนจากการทบทวนปัญหามลพิษอากาศในเมืองใหญ่ทั้งในประเทศและต่างประเทศชี้ให้เห็นว่าการจัดการคุณภาพอากาศของเมืองจะประสบความสำเร็จได้จะต้องทำในเชิงรุก คือทำตั้งแต่เนิ่นๆ เมื่อยังไม่เกิดปัญหาหรือเมื่อมลพิษยังอยู่ในระดับต่ำ และต้องอาศัยข้อมูลการเฝ้าระวังคุณภาพอากาศที่สมบูรณ์เพียงพอทั้งในแง่ความถี่และการครอบคลุมพื้นที่ของเมือง นอกจากนั้น ยังต้องอาศัยความร่วมมือร่วมใจของทุกฝ่าย โดยเฉพาะชุมชนและองค์กรท้องถิ่นที่ต้องมีความเข้าใจที่ถูกต้องและร่วมมือปฏิบัติตามแผนและมาตรการต่างๆ ที่ภาครัฐกำหนดขึ้น

ในปัจจุบัน หลายเมืองใหญ่ในภูมิภาคของประเทศไทยไม่มีแผนการจัดการคุณภาพอากาศที่ดี เนื่องจากยังขาดระบบการเฝ้าระวังคุณภาพอากาศที่ครอบคลุมพื้นในเขตเมือง และขาดการตรวจวัดระดับมลพิษอย่างต่อเนื่องนานเพียงพอที่จะเห็นแนวโน้มของระดับมลพิษ นอกจากนี้ ชุมชนและองค์กรท้องถิ่นก็ไม่สามารถมีบทบาทในการเป็นส่วนสนับสนุนด้านการจัดการและการเฝ้าระวังปัญหาในท้องถิ่นของตนเอง เนื่องจากไม่มีเครื่องมือและงบประมาณที่จะทำการตรวจวัดคุณภาพอากาศตามวิธีมาตรฐานได้

เหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น เป็นที่มาของโครงการวิจัยระยะแรกของคณะผู้วิจัยชุดนี้ ชื่อ “การพัฒนาระบบเฝ้าระวังฝุ่นละอองและคุณภาพอากาศแบบบูรณาการเพื่อสนับสนุนการจัดการคุณภาพอากาศในชุมชน” (สุดจิต ครุจิต และคณะ, 2553) โดยมีวัตถุประสงค์สำคัญคือการพัฒนากลไกที่จะเอื้อให้เกิดแผนการจัดการคุณภาพอากาศที่ดีและเป็นแผนเชิงรุก ในรูปแบบของระบบเฝ้าระวังฝุ่นละอองและคุณภาพอากาศสำหรับชุมชน โดยใช้เมืองนครราชสีมาเป็นเมืองต้นแบบ และผสานความร่วมมือจากส่วนต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง 3 ฝ่าย ได้แก่ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เครือข่ายนักสิ่งแวดล้อมชุมชน (โรงเรียนที่ร่วมโครงการ) และหน่วยงานรัฐ (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 11) ซึ่งผลการดำเนินงานโครงการวิจัยดังกล่าวประสบความสำเร็จเป็นที่น่าพอใจ ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงเสนอโครงการวิจัยต่อเนื่องเป็นระยะที่ 2 โดยมีจุดมุ่งหมายสำคัญในการขยายสถานีตรวจวัดและเครือข่ายนักสิ่งแวดล้อมชุมชนไปยังองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น เพื่อให้เทศบาลและองค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.) ได้มีโอกาสร่วมทำการเฝ้าระวังคุณภาพอากาศของท้องถิ่นด้วยตนเอง เป็นการเผยแพร่ความรู้ ความตระหนัก และสร้างความเข้มแข็งของชุมชนในการดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมตามยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศฉบับปัจจุบัน โดยการดำเนินงานโครงการวิจัยระยะที่

2 นี้อยู่บนพื้นฐานความรู้และประสบการณ์ที่ได้จากโครงการวิจัยระยะแรกซึ่งได้พัฒนาต้นแบบอุปกรณ์ สถานี วิธีการตรวจวัดและวิเคราะห์ที่เหมาะสมกับการใช้งานจริงไว้แล้ว

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1) เพื่อพัฒนาระบบเฝ้าระวังฝุ่นละอองและคุณภาพอากาศแบบบูรณาการของโครงการระยะแรกให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น โดยมีองค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่ สถานีตรวจวัดฝุ่นละออง เครือข่ายนักสิ่งแวดล้อมชุมชน และ Web Site ของโครงการ ซึ่งเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างนักวิจัย ชุมชน และหน่วยงานรัฐ
2) ประเมินผลการการเฝ้าระวังคุณภาพอากาศของพื้นที่ศึกษาและนำเสนอผลใน Web Site ของโครงการวิจัย

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1) พื้นที่ศึกษา คือ ชุมชนในจังหวัดนครราชสีมา 10 ชุมชน โดยชุมชนในการศึกษานี้หมายถึงองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น อาทิ เทศบาล และองค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.)
2) เครือข่ายนักสิ่งแวดล้อมชุมชน ประกอบด้วยสมาชิก คือ ผู้แทนของชุมชนที่เข้าร่วมในโครงการ
3) การตรวจวัดคุณภาพอากาศ ประกอบด้วยการวัดฝุ่นด้วยวิธี Dustfall การวัดความเป็นกรดของน้ำฝนหรือแหล่งน้ำด้วยปากกาวัดพีเอช (pH Pen) และการวิเคราะห์องค์ประกอบของฝุ่นทางด้านโลหะหนัก โดยเก็บตัวอย่างทุกเดือน เป็นเวลา 1 ปี
4) Web Site ของโครงการวิจัย สามารถแสดงข้อมูลความรู้ด้านคุณภาพอากาศและข้อมูลผลการตรวจวัดฝุ่นและค่าพีเอชของน้ำฝนหรือแหล่งน้ำในชุมชน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 2
ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 พื้นฐานเกี่ยวกับฝุ่นในบรรยากาศ

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 (PM10), และฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน (PM2.5)

ฝุ่นละอองในบรรยากาศเป็นปัญหามลพิษทางอากาศที่สำคัญของเมืองใหญ่ๆ หลายเมืองของประเทศไทย ซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน ทั้งทางตรงและทางอ้อม จากข้อมูลของกรมควบคุมมลพิษ (กรมควบคุมมลพิษ 2550) พื้นที่ที่มีปัญหาฝุ่นละออง PM10 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 PM10 ในบริเวณนี้ร้อยละ 76 เป็นฝุ่นจากการโม่หินและฝุ่นที่ฟุ้งขึ้นจากพื้น ซึ่งฝุ่นหยาบ (coarse particle) จะมีการฟุ้งไปได้ไม่ไกลนักจึงทำให้ระดับฝุ่นมีค่าสูงใกล้แหล่งกำเนิดใน

ทิศทางใต้ลม ทั้งนี้ ผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนในพื้นที่ที่มีปัญหาฝุ่นละอองเป็นที่ทราบทั่วไปและมีปรากฏในรายงานวิจัยหลายชิ้น อาทิ รายงานเรื่องความชุกของอาการทางระบบหายใจและสมรรถภาพปอดของนักเรียนในโรงเรียนหน้าพระลาน (สิทธิชัย มุ่งดี และคณะ, 2548) รายงานการศึกษาคุณภาพอากาศของจังหวัดเชียงใหม่ที่แสดงความสัมพันธ์ของระดับฝุ่นละอองกับจำนวนผู้ป่วยโรคระบบทางเดินหายใจ (ลดาวัลย์ วัฒนะจีระ และคณะ, 2550)

สำหรับในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา จากการติดตามข้อมูลของคณะผู้วิจัยซึ่งอยู่ในพื้นที่พบว่าข้อมูลจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศแบบถาวรของกรมควบคุมมลพิษรายงานระดับ PM10 เฉลี่ยรายปีสูงกว่าค่ามาตรฐาน คือ 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรเกือบทุกปี นอกจากนั้นพบว่ามีจำนวนวันที่ระดับ PM10 สูงเกินกว่าค่ามาตรฐานเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ประมาณร้อยละ 4 ของวันที่ทำการตรวจวัด และผลการตรวจวัดของเทศบาลนครนครราชสีมาร่วมกับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีในปี พ.ศ. 2546 ซึ่งทำการตรวจวัดระดับฝุ่นและเสียงริมถนนในเขตเทศบาลฯ 5 จุด ก็ได้ข้อสรุปว่าระดับฝุ่นบางจุดสูงเกินระดับมาตรฐานและควรมีการดำเนินการเพื่อป้องกันและแก้ไข (สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร, 2546)

2.2 วิธีการตรวจวัดฝุ่น

วิธีการตรวจวัดระดับฝุ่นเพื่อการเฝ้าระวังคุณภาพอากาศในปัจจุบันนิยมใช้เครื่องมือที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดให้เป็นวิธีมาตรฐาน คือ กำหนดใช้เครื่องวัดระบบกราวิเมตริก (gravimetric) เป็นมาตรฐานการตรวจวัด PM10 ในบรรยากาศทั่วไป โดยกำหนดให้ใช้เครื่องเก็บตัวอย่าง PM10 แบบปริมาตรสูง (high volume PM10 sampler) ซึ่งมีหลักการทำงานคือ การดูดอากาศผ่านหัวคัดขนาดสำหรับฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน และผ่านแผ่นกรอง หาน้ำหนักฝุ่นละอองบนแผ่นกรองและคำนวณหาความเข้มข้นของ PM10 ที่ตรวจวัด โดยการดูดอากาศใช้ปั๊มดูดอากาศไหลเข้าด้านบนของเครื่องด้วยอัตราการไหล 1.13 ลบ.ม./นาที และกระดาษกรองเป็นชนิดใยหินขนาด 8 x 10 นิ้ว อย่างไรก็ตาม อุปสรรคสำคัญของการใช้วิธีตามมาตรฐานคือเรื่องค่าเครื่องมือเก็บตัวอย่างซึ่งราคาเครื่องละประมาณ 6-8 แสนบาท และค่าใช้จ่ายในส่วนอื่นๆ ของการตรวจวัดและวิเคราะห์ ทำให้ไม่สามารถทำการตรวจวัดได้อย่างครอบคลุมทั้งในเชิงพื้นที่และเวลา

2.2.1 วิธี Dustfall Jar

ทางเลือกของวิธีการตรวจวัดฝุ่นอย่างง่ายที่ใช้ในโครงการวิจัยนี้ คือ วิธี Dustfall Jar ซึ่งอ้างอิงหลักการทำงานจากมาตรฐาน 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) โดยหลักการสำคัญคือเป็นการวัดน้ำหนักฝุ่นที่ตกลงในภาชนะที่ตั้ง

รองรับในระยะเวลา 1 เดือน และหาความเข้มข้นของฝุ่นในหน่วยน้ำหนักต่อพื้นที่ต่อเดือน วิธีนี้สามารถเก็บตัวอย่างฝุ่นตั้งแต่ขนาด 20-50 ไมครอน ขึ้นไปจนถึงฝุ่นขนาดใหญ่ (กรมควบคุมมลพิษ, 2549) ซึ่งในรายงานนี้จะเรียกว่า “ฝุ่นที่ตกได้” หรือ “Settleable Particulate Matter” หรือ “Settleable Dust” โดยฝุ่นที่ตกได้มีข้อแตกต่างกับฝุ่นที่แขวนลอยดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบฝุ่นที่ตกได้ และฝุ่นที่แขวนลอย (สุดจิต ครุจิต และคณะ, 2550)

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

แม้ว่าวิธี Dustfall Jar มีข้อจำกัดในการเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นที่ได้กับค่าที่ตรวจวัดด้วยวิธีอื่นๆ แต่มีข้อดีที่สามารถทำได้ง่ายและค่าใช้จ่ายต่ำกว่าวิธีตามที่กำหนดโดยมาตรฐานมาก และหากใช้การเปรียบเทียบเชิงสัมพัทธ์ (Relative Comparison) คือเปรียบเทียบพื้นที่ต่างๆ ที่ตรวจวัดด้วยวิธีเดียวกัน ก็จะสามารถให้ข้อมูลการกระจายของฝุ่นละอองในพื้นที่ได้ จากการทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้องสามารถสรุปตัวอย่างการศึกษาและการใช้งานวิธี Dustfall Jar ทั้งในประเทศและต่างประเทศที่น่าสนใจดังนี้

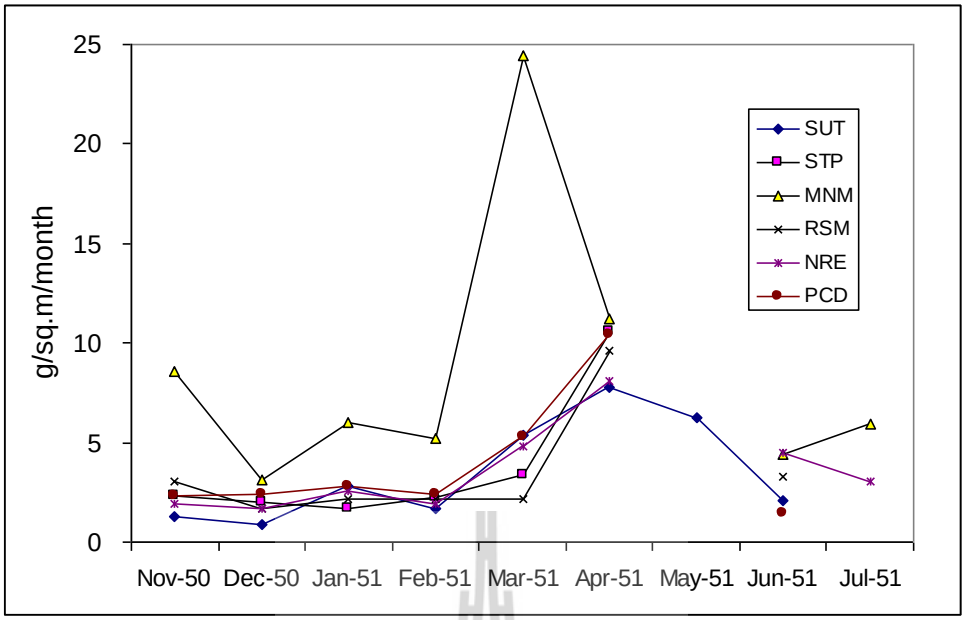
- Arubol Chotipong (1991) เก็บตัวอย่างโดยใช้ Dustfall Jar เทียบกับวิธีการตรวจวัดแบบ high volume PM10 sampler เป็นเวลา 1 ปี ในการวัดฝุ่นในบริเวณตำบลทับกวาง อำเภอ

แก่งคอย จังหวัดสระบุรี ซึ่งมีแหล่งกำเนิดหลักจากอุตสาหกรรมปูนซิเมนต์ และพบว่าทั้งสองวิธีให้แนวโน้มระดับฝุ่นในทิศทางเดียวกัน

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

ผลการศึกษาระดับฝุ่นละอองของโครงการ “การพัฒนาระบบเฝ้าระวังฝุ่นละอองและคุณภาพอากาศแบบบูรณาการเพื่อสนับสนุนการจัดการคุณภาพอากาศในชุมชน” โดยคณะผู้วิจัยในช่วงปี 2550-2551 สามารถสรุปข้อมูลการตรวจวัดด้วย Dustfall Jar ในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2550 ถึงเดือนกรกฎาคม 2551 ได้ดังรูปที่ 2.1

จากผลเบื้องต้นจะเห็นได้ว่าระดับฝุ่นที่วัดได้ ณ สถานีต่างๆ มีแนวโน้มการแปรปรวนที่ไปในทิศทางเดียวกัน โดยเห็นได้ชัดจากการมีค่าสูงขึ้นพร้อมกันในเดือนมีนาคมและเมษายน 2551 ซึ่งเป็นช่วงฤดูร้อนและภูมิอากาศของจังหวัดนครราชสีมามีลักษณะแห้งแล้ง สถานีที่มีค่าสูงกว่าสถานีอื่นอย่างชัดเจนคือสถานีโรงเรียนเมืองนครราชสีมา มีค่าเฉลี่ย 6 เดือนแรก เท่ากับ 9.78 กรัมต่อตารางเมตรต่อเดือน ซึ่งสถานีดังกล่าวอยู่ในตัวเมืองและติดถนนสายหลักซึ่งมีสภาพการจราจรติดขัดในช่วงเวลาเร่งด่วน ดังนั้นค่าของฝุ่นที่สูงจึงน่าจะมีสาเหตุจากฝุ่นฟุ้งปลิวจากถนน ส่วนสถานีที่มีค่าต่ำคือสถานีในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี มีค่าเฉลี่ย 6 เดือนแรก เท่ากับ 3.30 กรัมต่อตารางเมตรต่อเดือนซึ่งน่าจะเป็นเพราะสถานีอยู่ห่างชุมชนและมีลักษณะเป็นพื้นที่ทุ่งหญ้าธรรมชาติ ทั้งนี้ ข้อมูลช่วงเดือนพฤษภาคมถึงกรกฎาคม 2551 มีการขาดหายบางส่วนเนื่องจากเป็นช่วงที่มีฝนตกบ่อยทำให้เกิดตะไคร่น้ำในกระบอกเก็บฝุ่นจึงไม่สามารถเก็บข้อมูลได้



รูปที่ 2.1 ผลระดับความเข้มข้นฝุ่นละอองของ 6 สถานีตรวจวัดในพื้นที่ศึกษาของโครงการวิจัยระยะแรก (SUT = มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, STP = โรงเรียนสุธรรมพิทักษ์, MNM = โรงเรียนเมืองนครราชสีมา, RSM = โรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย, NRE = สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 11, และ PCD = สถานีกรมควบคุมมลพิษ)

2.3 โลหะหนักในองค์ประกอบของฝุ่นในบรรยากาศ

2.3.1 สารตะกั่ว (lead) มีสัญลักษณ์ทางเคมีคือ Pb มวลอะตอมมีค่าเท่ากับ 207.20 ความหนาแน่นที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสเท่ากับ 11.34 g/cm^3 มีระบบผลึกเป็นแบบ FCC ขนาดของอะตอมวัดที่เส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 3.500 Å และมีเลขอะตอมเท่ากับ 82 คุณสมบัติเหล่านี้จึงส่งผลให้ตะกั่วมีจุดหลอมเหลวที่อุณหภูมิ 327 องศาเซลเซียส และมีความแข็งแรงต่ำ แต่มีความเหนียวสูง อีกทั้งยังสามารถต้านทานการกัดกร่อนได้เป็นอย่างดี แต่มีคุณสมบัติการเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ไม่ดี

คนเราจะได้รับตะกั่วโดยตรงจากการกินอาหาร น้ำดื่ม หรือหายใจเอาสารตะกั่วเจือปนเข้าไป กลุ่มผู้เสี่ยงต่อการเกิดโรคพิษตะกั่ว ได้แก่ คนงานที่ทำเหมืองตะกั่ว โรงงานผลิตแบตเตอรี่ โรงงานผลิตชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ โรงงานผลิตสี โรงงานผลิตสารพิษกำจัดศัตรูพืช และคนที่อาศัยอยู่ใกล้บริเวณโรงงานหลอมตะกั่วหรือใกล้โรงงานที่มีการใช้สารตะกั่วเป็นวัตถุดิบ ตำรวจจราจรและคนที่อยู่ในบริเวณที่มีการจราจรหนาแน่นเป็นเวลานาน เด็กอาจได้รับสารตะกั่วจากการหยิบสิ่งที่มีสารตะกั่วปนเปื้อนเข้าปากหรือรับจากน้ำนมแม่ที่มีสารตะกั่ว แม้แต่ทารกในครรภ์ก็สามารถรับสารตะกั่วจากมารดาได้ทางสายสะดือ สารตะกั่วมีพิษมากโดยเฉพาะเด็กซึ่งอาจมีผลทำให้สมองพิการ ส่วนผู้ใหญ่อาจมีผลต่อระบบทางเดินอาหารและระบบประสาท สำหรับอันตราย

โดยทั่วไปนั้นทำให้เม็ดเลือดแดงอายุสั้นลง ทำให้เป็นโรคเลือดจางและเป็นอันตรายต่อระบบประสาท ไต ทางเดินอาหาร ตับ และหัวใจ

2.3.2 สารหนู (Arsenic) มีสัญลักษณ์ทางเคมีคือ As มวลอะตอมมีค่าเท่ากับ 74.92 ความหนาแน่นที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสเท่ากับ 5.727 g/cm^3 และมีเลขอะตอมเท่ากับ 33 สารหนูมีจุดหลอมเหลวที่อุณหภูมิ 615 องศาเซลเซียส สารหนูเป็นธาตุกึ่งโลหะ เป็นสารที่มีลักษณะเป็นผงโลหะสีเทา มีมากเป็นอันดับที่ 20 ของธาตุที่พบมากบนโลก สารหนูพบในสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ตลอดจนพบในธรรมชาติ ได้แก่ ในพื้นดิน ทะเล มหาสมุทร และแหล่งน้ำต่าง ๆ สารหนูในธรรมชาติเหล่านี้มาจากการระเบิดของภูเขาไฟ การเผาถ่านหิน การถลุงแร่ การใช้สารกำจัดศัตรูพืช และสารหนูซึ่งเป็นองค์ประกอบของดิน หิน ตามธรรมชาติ นอกจากนี้สารหนูยังออกมาสู่บรรยากาศโลกจากอุตสาหกรรมบางประเภทที่มีการใช้สารชนิดนี้ เช่น การอบไม้ การผลิตสี และการผลิตสารกำจัดศัตรูพืช

สารหนูสามารถเข้าสู่ร่างกายคนเราได้โดยการสัมผัสผิวหนัง การหายใจและจากการรับประทานอาหารและน้ำดื่มที่มีการปนเปื้อนของสารหนู โดยส่วนใหญ่แล้วสารหนูเข้าสู่ร่างกายจากการบริโภคอาหารแล้วจะดูดซึมผ่านทางเดินอาหารมากกว่าวิธีอื่น สารหนูนี้เมื่อถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายจะถูกขจัดออกจากร่างกายอย่างรวดเร็ว มีงานศึกษาวิจัยพบว่าประมาณ 80-90% ของสารหนูที่เข้าสู่ร่างกายนั้นจะถูกขจัดออกจากร่างกายออกทางปัสสาวะภายใน 2 วัน พิษของสารหนูนั้นมีทั้งแบบเฉียบพลัน (Acute Toxicity) และเรื้อรัง (Chronic Toxicity) อาการพิษเฉียบพลันของสารหนูทำให้เกิดการระคายเคืองต่อเนื้อเยื่ออวัยวะที่สัมผัสกับสารหนู และอาจทำให้คลื่นไส้ อาเจียน เป็นตะคริวกล้ามเนื้อเกร็ง อาการแทรกซ้อนเกี่ยวกับการทำงานของหัวใจ และเสียชีวิตจากการทำงานล้มเหลวของหัวใจ อาการพิษเรื้อรังเกิดจากการได้รับสารหนูติดต่อกันเป็นเวลานาน สารนี้จะทำให้เกิดเป็นแผลหรือเป็นรูที่ช่องจมูก ผิวหนังหนาขึ้นมีรอยด่างดำที่ผิวหนัง อาจมีเส้นสีขาวบนเล็บ นอกจากนี้สารนี้ยังทำให้เกิดอาการชาตามปลายมือปลายเท้า มีความรู้สึกแสบร้อน มีอาการอ่อนเพลียของแขน ขา และอาจเป็นมะเร็งผิวหนังและปอด รวมทั้งมีผลต่อทารกในครรภ์ และมีฤทธิ์ก่อการกลายพันธุ์

2.3.3 แคดเมียม (Cadmium) มีสัญลักษณ์ทางเคมีคือ Cd มวลอะตอมมีค่าเท่ากับ 112.411 ความหนาแน่นที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสเท่ากับ 8.65 g/cm^3 และมีเลขอะตอมเท่ากับ 48 แคดเมียมมีจุดหลอมเหลวที่อุณหภูมิ 321.07 องศาเซลเซียส แคดเมียมเป็นโลหะทรานซิชันสีขาว-ฟ้า เป็นธาตุมีพิษ ในธรรมชาติพบอยู่ในแร่สังกะสี โดยทั่วไปจะไม่ค่อยพบแคดเมียมในรูปของแคดเมียมบริสุทธิ์ แต่มักจะพบในรูปของสารประกอบของเกลือ เช่น cadmium sulfate ($CdSO_4$) cadmium nitrate ($CdNO_3$) cadmium chloride ($CdCl_2$) ซึ่งเป็นสารประกอบที่ไม่มีสีและละลายได้ดีในน้ำ และแคดเมียมยังสามารถรวมตัวกับสารอื่นๆเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่ละลายน้ำได้ โดยเฉพาะเมื่อรวมกับ cyanides และ amines

จากการที่แคดเมียมถูกนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมและสินค้าอุปโภคดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น จึงทำให้โลหะแคดเมียมเกิดการปนเปื้อนอยู่ในสิ่งแวดล้อม บรรยากาศและในอาหาร ทำให้เราได้รับแคดเมียมเข้าสู่ร่างกายได้หลายทางโดยไม่รู้ตัว คนทั่วไปจะได้รับแคดเมียมเข้าสู่ร่างกายจากอาหารที่บริโภคเข้าไปเป็นหลัก โดยอาจติดปะปนมากับพืชผัก ผลไม้ หรือผลิตภัณฑ์จากสัตว์ที่นำมาปรุงเป็นอาหาร แคดเมียมอาจละลายอยู่ในน้ำที่เราดื่มและได้รับจากอากาศโดยการหายใจเอาอากาศที่มีฝุ่นแคดเมียมฟุ้งกระจายอยู่ โดยเฉพาะในแหล่งอุตสาหกรรมที่มีการใช้แคดเมียมเป็นวัตถุดิบ เช่น โรงงานทำแบตเตอรี่ หรือบริเวณที่เป็นเหมืองทำแร่ สังกะสี ตะกั่ว ทองแดง ที่มักมีแคดเมียมปนอยู่ด้วย การสัมผัสกับสิ่งของที่มีแคดเมียมเป็นส่วนประกอบและการอยู่ในแหล่งที่มีการปนเปื้อนของแคดเมียมในอากาศนาน ๆ จะทำให้แคดเมียมซึมผ่านผิวหนังเข้าสู่ร่างกายเราได้อีกด้วย สำหรับผู้ที่สูบบุหรี่จัดจะทำให้ได้รับแคดเมียมเข้าสู่ร่างกายเพิ่มขึ้น ปริมาณแคดเมียมทั้งหมดในร่างกายครึ่งหนึ่งจะไปสะสมอยู่ที่ตับและไต ทำให้เกิดพิษสะสมได้ในคน การขับแคดเมียมที่ร่างกายดูดซึมเข้าไปแล้วออกจากร่างกายเป็นไปค่อนข้างช้ามาก เพราะวงจรครึ่งชีวิตของแคดเมียมในคนค่อนข้างยาว ซึ่งอยู่ระหว่าง 16 -33 ปี

2.3.4 ปรอท (Mercury) มีสัญลักษณ์ทางเคมีคือ Hg มวลอะตอมมีค่าเท่ากับ 200.59 ความหนาแน่นที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสเท่ากับ 13.534 g/cm^3 และมีเลขอะตอมเท่ากับ 80 ปรอทมีจุดหลอมเหลวที่อุณหภูมิ -38.83 องศาเซลเซียส ปรอทและสารประกอบของปรอทที่พบได้ในธรรมชาติแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ โลหะปรอทหรือธาตุปรอทหรือไอของมัน (elemental mercury; Hg^0) เกลือปรอทอนินทรีย์ (inorganic mercurysalts ; Mercuric, Hg^{2+} และMercurous, Hg^+) และสารประกอบปรอทอินทรีย์ (Organic mercury compounds) ปรอทสามารถระเหยเป็นไอได้ดีแม้ที่อุณหภูมิห้อง แรงดันไอของปรอทเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิ ไอปรอทเป็นพิษต่อร่างกายมาก ถ้าหายใจเข้าไปจะดูดซึมเข้าสู่ระบบไหลเวียนเลือดทันที กระจายไปยังสมองและส่วนอื่นของร่างกายได้รวดเร็วมาก แต่ขับออกมาในรูปของเสียได้น้อยมาก ปรอทจะจับยึดกับเม็ดเลือดแดงและกระจายไปทั่วทุกส่วนของร่างกาย แล้วสามารถทำลายเนื้อเยื่อสมองส่วนที่ควบคุมการมองเห็นและความรู้สึกนึกคิด สารปรอทสามารถผ่านทางรกไปยังทารกในครรภ์ได้ อาการพิษจากสารปรอทมี 2 ลักษณะ คือ พิษเฉียบพลัน เกิดจากการได้รับสารปรอทคราวเดียวปริมาณมาก ทำให้มีอาการไข้ หายใจลำบาก ปอดอักเสบ คลื่นไส้ อาเจียน ท้องเสีย มีแผลในปากน้ำลายออกมาก มีภาวะไตวาย ถ่ายเป็นเลือด ชักกระตุก เดินเซ การเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อผิดปกติและพิษเรื้อรัง เกิดจากการได้รับสารปรอทสะสมทีละน้อยเป็น ระยะเวลานาน จนเกิดพิษทางสมอง ไต ตับ ผิวหนัง ทำให้มีอาการสั่น ชัก ปวดปลายมือปลายเท้าปวดศีรษะ หงุดหงิด ขี้ลืม ประสาทหลอน ฟันโยก เหงือกบวมมีเส้นทึบสีน้ำเงิน เลือดออกง่าย ภาวะซีด เลือดจาง มีอาการทางตับและไต

2.3.5 โครเมียม (Chromium) มีสัญลักษณ์ทางเคมีคือ Cr มวลอะตอมมีค่าเท่ากับ 51.996 ความหนาแน่นที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสเท่ากับ 7.15 g/cm^3 และมีเลขอะตอมเท่ากับ 24 โครเมียมมีจุดหลอมเหลวที่อุณหภูมิ 1907 องศาเซลเซียส โครเมียมเป็นโลหะมันวาวสีเทา ที่สามารถขัดเป็นมันได้ดี และมีจุดหลอมเหลวสูง ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น และสามารถตีขึ้นรูปได้ การทำงานที่เสี่ยงต่อการสัมผัสโครเมียม ได้แก่ การผลิตโลหะผสมโครเมียม อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมโลหะผสมเหล็กกล้า การชุบโลหะสังกะสีและสแตนเลส การฟอกหนัง การผลิตรถยนต์ที่เกี่ยวข้องกับสีที่มีโครเมียมเป็นส่วนประกอบ การล้างฟิล์มถ่ายภาพ การพิมพ์อักษรหรือรูปลงในหิน การทอผ้า การย้อมสีผ้าและงานก่อสร้างที่ใช้ปูนซีเมนต์ สำหรับประชาชนทั่วไป เทียบกับคนทำงานแล้ว มักไม่ค่อยมีโอกาสสัมผัสโครเมียม อาการพิษเฉียบพลัน ขึ้นกับการเข้าสู่ร่างกาย หากเป็นการสูดหายใจจะทำให้เกิดการระคายเคืองภายในจมูกมีรอยแผลเป็นหย่อม ๆ หายใจขัด บางครั้งอาจเกิดหอบหืดทันทีหรือมีภาวะปอดบวมได้ การได้รับทางปากจะทำให้มีอาการคลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้องเป็นอันตรายต่อกระเพาะอาหารและลำไส้ ไตวายเสียชีวิตได้ การได้รับทางผิวหนังทำให้เกิดแผลเปื่อย (chrome ulcer) ผื่นคัน พิษเรื้อรัง ทำให้ผิวหนังอักเสบ ผื่นคัน เกิดแผลเปื่อยที่เยื่อจมูก ผนังกั้นโพรงจมูกทะลุ ไอ น้ำมูกไหล ไตวาย บางกรณีอาจเกิดมะเร็งปอด

2.3.6 แมงกานีส (Manganese) มีสัญลักษณ์ทางเคมีคือ Mn มวลอะตอมมีค่าเท่ากับ 54.938 ความหนาแน่นที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสเท่ากับ 7.21 g/cm^3 และมีเลขอะตอมเท่ากับ 25 แมงกานีสมีจุดหลอมเหลวที่อุณหภูมิ 1246 องศาเซลเซียส ลักษณะเป็นโลหะมีขาวคล้ายเงิน แข็งและเปราะพบในธรรมชาติ แต่จะเกิดร่วมกับธาตุอื่น ๆ ได้หลายรูป ชนิดที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมคือ MnO_2 หรือ Pyrolusit โดยส่วนใหญ่จะใช้ในทางโลหะกรรมและอุตสาหกรรมถ่านไฟฉาย นอกจากนั้นแล้ว ได้แก่ การผลิตน้ำมันชักเงา อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ การผลิตสาร hydroquinone และด่างทับทิม อุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผาเซรามิกและการเคลือบภาชนะ พิษของแมงกานีสเฉียบพลันจากการหายใจฝุ่นหรือไอ ทำให้ระคายทางเดินหายใจ ปวดศีรษะ รู้สึกรสโลหะในปาก (metallic taste) แน่นหน้าอก หายใจลำบาก หลอดลมอักเสบ ปอดอักเสบและความจุปอดลดลง หากเป็นการสัมผัสทางผิวหนังทำให้อักเสบและระคายเคือง พิษเรื้อรัง เกิดจากการสัมผัสตั้งแต่ 1 เดือนถึง 10 ปี ทำให้เกิดผลต่าง ๆ แก่ร่างกาย โดยเฉพาะทำให้สมรรถภาพทางเพศเสื่อม มีบุตรยาก โดยเฉพาะในเพศชาย สำหรับพิษต่อระบบประสาทส่วนกลาง ระยะแรกมีอาการปวดศีรษะ อ่อนเพลีย เบื่ออาหาร เฉื่อยชา ฉุนเฉียว มีอาการทางจิต ประสาทหลอน กรณีที่สัมผัสเรื้อรังและสัมผัสนาน ๆ ทำให้ปวดกล้ามเนื้อ ไม่มีแรง มือสั่น เคลื่อนไหวช้า พูดไม่มีเสียงสูงต่ำและเกิดภาวะ parkinsonism

2.3.7 เหล็ก (Iron) มีสัญลักษณ์ทางเคมีคือ Fe มวลอะตอมมีค่าเท่ากับ 55.845 ความหนาแน่นที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสเท่ากับ 7.86 g/cm^3 และมีเลขอะตอมเท่ากับ 26 เหล็กมีจุดหลอมเหลวที่

อุณหภูมิ 1538 องศาเซลเซียส เป็นโลหะที่มีความสำคัญและใช้กันมากที่สุดในโลก ใช้กันทั่วไปในเกือบทุกประเภทอุตสาหกรรมและพบเจอได้เป็นประจำในชีวิตประจำวัน

ความเป็นพิษของธาตุเหล็กที่เกิดจากการดูดซึมธาตุเหล็กเข้าร่างกาย และการกระจายตัวของธาตุเหล็กในธรรมชาติ ในเด็กที่ทานยาบำรุงเลือดที่มีธาตุเหล็ก หรือวิตามินรวมต่าง ๆ ที่ผสมอยู่ในลูกอมอาจได้รับธาตุเหล็กในปริมาณมากจนเป็นอันตราย นอกจากนี้ยังพบเหล็กในน้ำดิบ ท่อเหล็ก และอุปกรณ์เครื่องครัว โดยอวัยวะเป้าหมายหลักที่เหล็กเข้าไปทำปฏิกิริยาคือ ตับ ไต และระบบหัวใจและหลอดเลือด

2.3.8 ทองแดง (Copper) มีสัญลักษณ์ทางเคมีคือ Cu มวลอะตอมมีค่าเท่ากับ 63.546 ความหนาแน่นที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสเท่ากับ 8.96 g/cm^3 และมีเลขอะตอมเท่ากับ 29 ทองแดงมีจุดหลอมเหลวที่อุณหภูมิ 1084.62 องศาเซลเซียส แร่ทองแดงที่มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมการผลิตโลหะทองแดงส่วนมากจะเป็นแร่ประเภทซัลไฟด์ (Sulfide) ซึ่งมีสองชนิดคือ แร่ทองแดงแคลโคไซท์ (Chalcocite) (Cu_2S) มี Cu ประมาณ 79.8% และแร่ทองแดงแคลโคไพไรท์ (Chalcopyrite) ($CuFeS_2$) มี Cu ประมาณ 34.5% นอกนี้ยังมีแร่ทองแดงคาร์บอเนต $CuCO_3(OH_2)$ โดยเรียกกันว่า Malachite มีลักษณะสีเขียวสวยงามมากเนื่องจากทองแดงมีคุณสมบัติในการเปลี่ยนแปลงรูปร่างสูง (Ductility) และการต้านทานไฟฟ้าต่ำดังนั้นทองแดงจึงถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น สายไฟฟ้า วิทยุ โทรทัศน์ โทรศัพท์ ตลอดจนถึงเครื่องมือวิทยาศาสตร์ เครื่องจักรกล และอาวุธยุทโธปกรณ์ต่าง ๆ นอกจากนี้ยังเป็นส่วนประกอบสำคัญของโลหะผสม (Alloy) อีกหลายชนิด เช่น ทองเหลือง (Brass) หรือ ทองบรอนซ์ (Bronze) ทองแดงถูกดูดซึมได้ดีในกระเพาะอาหารและลำไส้ส่วนบน โดยซึมผ่านเข้าผนังลำไส้ไปที่ตับ จากนั้นจะรวมตัวกับน้ำดี แล้วถูกหลั่งออกมาบริเวณลำไส้ขับออกไปกับอุจจาระ หรืออาจถูกดูดกลับเข้าสู่ร่างกายได้ 30% โดยไปสะสมที่กระดูก กล้ามเนื้อ ตับ สมอง การสะสมจะมากที่ตับและสมอง เมื่อได้รับทองแดงในปริมาณมากจะทำให้เกิดความเป็นพิษต่อร่างกาย คือ คลื่นเหียนอาเจียน เกิดการอักเสบในช่องท้องและกล้ามเนื้อ ท้องเสีย การทำงานของหัวใจผิดปกติ กดระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายและอาจส่งผลให้เกิดความผิดปกติทางจิต ส่วนอาการเรื้อรังจากการได้รับติดต่อกันเป็นเวลานานจะทำให้ตับทำหน้าที่บกพร่องไม่สามารถขับทองแดงออกจากร่างกายได้ตามปกติ จึงทำให้มีการสะสมอยู่ในร่างกายเป็นปริมาณมาก ส่งผลให้เกิดความผิดปกติของร่างกาย หรือกลุ่มอาการ Wilson Diseases คือ ร่างกายสั่นเทาอยู่ตลอดเวลา กล้ามเนื้อแข็งเกร็ง มีน้ำมูกน้ำลายไหล ควบคุมการพูดลำบาก

2.3.9 สังกะสี (Zing) มีสัญลักษณ์ทางเคมีคือ Zn มวลอะตอมมีค่าเท่ากับ 65.409 ความหนาแน่นที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสเท่ากับ 7.14 g/cm^3 และมีเลขอะตอมเท่ากับ 30 สังกะสีมีจุดหลอมเหลวที่อุณหภูมิ 419.53 องศาเซลเซียส เป็นธาตุประเภทโลหะที่มีความไวต่อปฏิกิริยาเคมีพอสมควรกับออกซิเจนและธาตุที่ไม่ใช่โลหะ สังกะสีเมื่อทำปฏิกิริยากับกรดเจือจางจะปล่อยก๊าซ

ไฮโดรเจนออกมา ประโยชน์ของสังกะสี ใช้เคลือบผิว (galvanizing) ของเหล็กกล้าเพื่อป้องกันการเกิดสนิม ใช้ในรูปของโลหะเจือจางในการผลิตขึ้นรูปเป็นแผ่นสังกะสี ใช้เป็นส่วนผสมของสีและยาง ใช้เป็นชิ้นส่วนรถยนต์ ฟิวส์ไฟฟ้า ขั้วของถ่านไฟฉาย ใช้เตรียมสารเคมีของสังกะสี ความเป็นพิษสังกะสีในรูปธาตุ ไม่ปรากฏความเป็นพิษ หากอยู่ในรูปสารประกอบมีความเป็นพิษอยู่หลายชนิดแต่จัดอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำ เพราะสามารถถูกขจัดออกจากร่างกายได้อย่างรวดเร็ว

2.4 ชุมชนที่ร่วมโครงการ

2.4.1 เทศบาลนครนครราชสีมา อำเภอเมืองนครราชสีมา

ขนาดพื้นที่

เทศบาลนครนครราชสีมา มีพื้นที่รับผิดชอบ 37.5 ตารางกิโลเมตร หรือ 23,437 ไร่ 2 งาน คิดเป็นร้อยละ 4.96 ของพื้นที่อำเภอเมือง (อำเภอเมืองนครราชสีมามีพื้นที่ประมาณ 755.596 ตารางกิโลเมตร) หรือประมาณร้อยละ 0.18 ของพื้นที่ทั้งจังหวัด (จังหวัดนครราชสีมามีพื้นที่ประมาณ 20,493.9 ตารางกิโลเมตร)

อาณาเขตติดต่อ

ทิศเหนือ ติดต่อกับพื้นที่ของ ตำบลหมื่นไวยตำบลหนองกระทุ่ม และตำบลบ้านเกาะ

ทิศใต้ ติดต่อกับพื้นที่ของ ตำบลหนองไผ่ล้อม ตำบลหนองจะบก และตำบลโพธิ์กลาง

ทิศตะวันออก ติดต่อกับพื้นที่ของ ตำบลหัวทะเล

ทิศตะวันตก ติดต่อกับพื้นที่ของ ตำบลปรุใหญ่ ตำบลบ้านใหม่ และตำบลสุรนารี

ลักษณะพื้นฐาน

เทศบาลนครนครราชสีมา เป็นชุมชนเมืองขนาดใหญ่อันดับ 1 มีกิจกรรมที่ก่อให้เกิดมลพิษอากาศหลายประเภท ซึ่งต้องเฝ้าระวังติดตามอย่างใกล้ชิด

2.4.2 องค์การบริหารส่วนตำบลหนองบัวศาลา อำเภอเมืองนครราชสีมา

ขนาดพื้นที่

ตำบลหนองบัวศาลา มีพื้นที่ทั้งหมด 36.61 ตารางกิโลเมตร

อาณาเขตติดต่อ

ทิศเหนือ ติดต่อกับพื้นที่ของ ตำบลหัวทะเล

ทิศใต้ ติดต่อกับพื้นที่ของ ตำบลด่านเกวียน อำเภอโชคชัย

ทิศตะวันออก ติดต่อกับพื้นที่ของ ตำบล.หนองระเวียง อำเภอเมืองนครราชสีมา

ทิศตะวันตก ติดต่อกับพื้นที่ของ ตำบลโพธิ์กลาง อำเภอเมืองนครราชสีมา

ลักษณะพื้นฐาน

องค์การบริหารส่วนตำบลหนองบัวศาลาเป็นชุมชนที่อยู่โดยรอบเมือง (รอบเขตเทศบาล) ออกมาทางด้านทิศใต้ อีกทั้งยังมีแหล่งกำเนิดมลพิษคือ แหล่งอุตสาหกรรม และหลุมฝังกลบขยะ

2.4.3 เทศบาลเมืองปากช่อง อำเภอปากช่อง

ขนาดพื้นที่

เทศบาลเมืองปากช่อง มีอาณาเขตครอบคลุมพื้นที่ของตำบลปากช่อง และตำบลหนองสาหร่ายบางส่วน โดยมีอาณาเขตพื้นที่ในความรับผิดชอบทั้งหมด 15.25 ตารางกิโลเมตร

อาณาเขตติดต่อ

ทิศเหนือ ติดต่อกับพื้นที่ของหมู่บ้านหนองตาแก้ว

ทิศใต้ ติดต่อกับพื้นที่ของ ตำบลหนองน้ำแดง

ทิศตะวันออก ติดต่อกับพื้นที่ของ ลำตะคองและหมู่บ้านประดู่บาก

ทิศตะวันตก ติดต่อกับพื้นที่ของ เขตป่าสงวนแห่งชาติ หมู่บ้านน้ำตกหลังเหว

ลักษณะพื้นฐาน

เทศบาลเมืองปากช่องเป็นชุมชนขนาดอันดับ 2 ของจังหวัด และตั้งอยู่ทางด้านทิศตะวันตกของจังหวัดนครราชสีมา

2.4.4 องค์การบริหารส่วนตำบลจระเข้หิน อำเภอครบุรี

ขนาดพื้นที่

ตำบลจระเข้หิน มีพื้นที่อยู่ทางด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ของอำเภอครบุรี มีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 478 ตารางกิโลเมตร มีการแบ่งเขตการปกครองเป็น 2 หน่วยงาน คือ เทศบาลตำบลจระเข้หิน มีพื้นที่ 7 ตารางกิโลเมตร และองค์การบริหารส่วนตำบลจระเข้หิน มีพื้นที่ 471 ตารางกิโลเมตร มีพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่าอุทยานแห่งชาติทับลาน ประมาณ 240,710 ไร่

อาณาเขตติดต่อ

ทิศเหนือ ติดต่อกับพื้นที่ของตำบลครบุรีใต้ และ ตำบลอรพิมพ์ อำเภอครบุรี

ทิศใต้ ติดต่อกับพื้นที่ของอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ อำเภอนาดี จังหวัดปราจีนบุรี

ทิศตะวันออก ติดต่อกับพื้นที่ของ ตำบลบ้านใหม่ และ ตำบลโคกกระชาย และ ตำบลลำเพียก อำเภอครบุรี

ทิศตะวันตก ติดต่อกับพื้นที่ของ อำเภอน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา

ลักษณะพื้นฐาน

ตำบลจระเข้หินเป็นชุมชนที่มีการร้องเรียนเกี่ยวกับปัญหามลพิษจากโรงงานน้ำตาล

2.4.5 องค์การบริหารส่วนตำบลสุรนารี อำเภอเมืองนครราชสีมา

ขนาดพื้นที่

ตำบลสุรนารีมีพื้นที่โดยประมาณ 49.38 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 30,862 ไร่

อาณาเขตติดต่อ

ทิศเหนือ ติดต่อกับพื้นที่ของตำบลบ้านใหม่ และเทศบาลนครนครราชสีมา อำเภอเมืองนครราชสีมา

ทิศใต้ ติดต่อกับพื้นที่ของตำบลปักธงชัยเหนือ ตำบลตะคุอำเภอปักธงชัย และตำบลเมืองใหม่โคกกรวด อำเภอเมืองนครราชสีมา

ทิศตะวันออก ติดต่อกับพื้นที่เขตเทศบาลนครนครราชสีมา ตำบลปรุใหญ่ ตำบลหนองจะบก และตำบลชัยมงคล อำเภอเมืองนครราชสีมา

ทิศตะวันตก ติดต่อกับพื้นที่ของตำบลเมืองใหม่โคกกรวด อำเภอเมืองนครราชสีมา

ลักษณะพื้นฐาน

ตำบลสุรนารีเป็นชุมชนที่อยู่โดยรอบเมือง (รอบเขตเทศบาล) ออกมาทางด้านทิศตะวันตก ปัจจุบันมีการขยายตัวของเมือง ทำให้เกิดโครงการที่อยู่อาศัยค่อนข้างมาก

2.4.6 องค์การบริหารส่วนตำบลบ้านเกาะ อำเภอเมืองนครราชสีมา

ขนาดพื้นที่

องค์การบริหารส่วนตำบลบ้านเกาะ มีเนื้อที่ทั้งหมด 5,376 ไร่ สภาพพื้นที่โดยทั่วไปเป็นที่ราบลุ่ม มีลำน้ำไหลผ่าน

อาณาเขตติดต่อ

ทิศเหนือ ติดต่อกับพื้นที่ของตำบลจอหอ

ทิศใต้ ติดต่อกับพื้นที่ของเทศบาลนครนครราชสีมา

ทิศตะวันออก ติดต่อกับพื้นที่ตำบลตลาด

ทิศตะวันตก ติดต่อกับพื้นที่ของตำบลหมื่นไวย

ลักษณะพื้นฐาน

องค์การบริหารส่วนตำบลบ้านเกาะเป็นชุมชนที่อยู่โดยรอบเมือง (รอบเขตเทศบาล) ออกมาทางด้านทิศตะวันออก ลักษณะเป็นชุมชนเมือง มีโครงการพักอาศัยจำนวนมาก

2.4.7 เทศบาลตำบลพิมาย อำเภอพิมาย

ขนาดพื้นที่

เทศบาลตำบลพิมายมีพื้นที่ 4 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 2,500 ไร่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

อาณาเขตติดต่อ

ทิศเหนือ ติดต่อกับพื้นที่ของ ฝั่งใต้ลำน้ำมูลบรรจบกับฝั่งตะวันออกของลำจักราช

ทิศใต้ ติดต่อกับพื้นที่ของ ลำคลองใหญ่

ทิศตะวันออก ติดต่อกับพื้นที่ของฝั่งตะวันตกของลำน้ำมูล และเลียบคลองสระโบสถ์

ทิศตะวันตก ติดต่อกับพื้นที่ของฝั่งตะวันออกของลำจักราช

ลักษณะพื้นฐาน

เทศบาลตำบลพิมายเป็นชุมชนเมืองขนาดเล็ก ลักษณะเป็นแอ่งกระทะ เป็นเกาะ มีแม่น้ำมูล ลำจักราช ลำน้ำเค็มล้อมรอบ มีสถานที่ท่องเที่ยวที่สำคัญ ตั้งอยู่ทางด้านทิศตะวันออกของจังหวัดนครราชสีมา

2.4.8 องค์การบริหารส่วนตำบลด่านขุนทด อำเภอด่านขุนทด

ขนาดพื้นที่

องค์การบริหารส่วนตำบลด่านขุนทด มีพื้นที่ 67 ตารางกิโลเมตร

อาณาเขตติดต่อ

ทิศเหนือ ติดต่อกับพื้นที่ของตำบลหนองบัวตะเกียด อำเภอด่านขุนทด

ทิศใต้ ติดต่อกับพื้นที่ของตำบลตะเคียน อำเภอด่านขุนทด

ทิศตะวันออก ติดต่อกับพื้นที่ ตำบลด่านนอก อำเภอด่านขุนทด

ทิศตะวันตก ติดต่อกับพื้นที่ของตำบลพันชนะ อำเภอด่านขุนทด

ลักษณะพื้นฐาน

องค์การบริหารส่วนตำบลด่านขุนทด เป็นชุมชนเมืองขนาดเล็ก ตั้งอยู่เยื้องขึ้นไปทางด้านทิศเหนือของจังหวัดนครราชสีมา มีพื้นที่ราบสูงแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่หนึ่งเป็นที่ราบสูงจากระดับน้ำทะเล 190-211 เมตร ส่วนที่สอง เป็นที่ราบสูง และมีการทำเกษตรกรรมเป็นส่วนใหญ่ในพื้นที่

2.4.9 องค์การบริหารส่วนตำบลหนองกระทุ่ม อำเภอเมืองนครราชสีมา

ขนาดพื้นที่

องค์การบริหารส่วนตำบลหนองกระทุ่ม มีพื้นที่ 4,075 ไร่

อาณาเขตติดต่อ

ทิศเหนือ ติดต่อกับพื้นที่ของตำบลพุดซา และตำบลจอหอ

ทิศใต้ ติดต่อกับพื้นที่ของเทศบาลนครนครราชสีมา

ทิศตะวันออก ติดต่อกับพื้นที่ตำบลหมื่นไวย

ทิศตะวันตก ติดต่อกับพื้นที่ของตำบลหนองจะบก และตำบลปรุใหญ่

ลักษณะพื้นฐาน

องค์การบริหารส่วนตำบลหนองกระทุ่ม เป็นชุมชนที่อยู่โดยรอบเมือง (รอบเขตเทศบาล) ออกมาทางด้านทิศเหนือ มีขนาดปานกลางเมื่อเทียบกับตำบลอื่นในเขตอำเภอเมืองนครราชสีมา พื้นที่ส่วนใหญ่ร้อยละ 60 ประกอบอาชีพเกษตรกรรม มีลำน้ำที่สำคัญไหลผ่านได้แก่ ลำบริบูรณ์ และลำเมืองหลวง (คลองช้าง) เป็นแหล่งน้ำที่หล่อเลี้ยงเกษตรกรในพื้นที่

2.4.10 องค์การบริหารส่วนตำบลไทยสามัคคี อำเภอวังน้ำเขียว

ขนาดพื้นที่

องค์การบริหารส่วนตำบลไทยสามัคคี มีเนื้อที่ประมาณ 315 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 196,875 ไร่

อาณาเขตติดต่อ

ทิศเหนือ ติดกับพื้นที่ของ ตำบลอุดมทรัพย์

ทิศใต้ ติดกับพื้นที่ของอุทยานแห่งชาติทับลาน ตำบลบุพราหมณ์ อำเภอนาดี จังหวัดปราจีนบุรี

ทิศตะวันออก ติดกับพื้นที่ของตำบลจระเข้หิน อำเภอครบุรี

ทิศตะวันตก ติดกับพื้นที่ของตำบลวังน้ำเขียว

ลักษณะพื้นฐาน

องค์การบริหารส่วนตำบลไทยสามัคคี เป็นพื้นที่ของภูเขาและธรรมชาติ สภาพพื้นที่ทั่วไปเป็นภูเขาและเนินสูงเหมือนลอนลูกฟูกสลับทั่วทั้งพื้นที่ ความสูงจากระดับน้ำทะเล 400-700 เมตร ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรมและป่าไม้ มีการท่องเที่ยวเป็นหลัก ตั้งอยู่ทางด้านทิศใต้ของจังหวัดนครราชสีมา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2.5 การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal Component Analysis: PCA)

Principle component Analysis มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดกลุ่มของตัวแปรที่มีจำนวนมากเทียบกับปัจจัยที่เกี่ยวข้อง โดยอาศัยหลักความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปรที่เป็นข้อมูลองค์ประกอบหลัก ซึ่งเป็นการผสมเชิงเส้นตรง (Linear Combination) ของตัวแปร ที่อธิบายการผันแปรของข้อมูลให้ได้มากที่สุด และทำต่อไปเป็นการผสมที่สอง ที่สามารถอธิบายการผันแปรได้มากที่สุดเป็นอันดับรองลงมา โดยที่ไม่สัมพันธ์กับการผสมแรก ทำการผสมไปเรื่อย ๆ จนได้ออกมาเป็นองค์ประกอบหลักหรือที่เรียกว่าปัจจัย ที่สามารถอธิบายการผันแปรของทุกตัวแปรได้ครบถ้วน โดยที่แต่ละลำดับปัจจัยจะอธิบายการผันแปรได้ลดลงเรื่อย ๆและทุกปัจจัยไม่สัมพันธ์กัน (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2546)

ขั้นตอนของการวิเคราะห์ปัจจัย

1. การหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งหมด (Correlation Matrix) ในรูปแบบของเส้นตรงโดยวิธีของ Pearson Correlation ระหว่างตัวแปรที่ต้องการนำมาจัดกลุ่ม โดยมีเงื่อนไขดังนี้
   - ถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรคู่ใดมีค่าใกล้เคียง +1 หรือ –1 แสดงว่าตัวแปรคู่นั้นมีความสัมพันธ์กันมาก จึงจัดอยู่ในปัจจัยเดียวกัน
   - ถ้าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรคู่ใดมีค่าเข้าใกล้ศูนย์แสดงว่าตัวแปรคู่นั้น ไม่มีความสัมพันธ์กันหรือสัมพันธ์กันน้อยมาก จึงจัดให้กันอยู่คนละปัจจัย
   - ถ้าหากมีตัวแปรที่ไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น หรือว่ามีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ ที่เหลือน้อยมาก ควรอยู่คนละปัจจัยกับตัวแปรอื่น ๆ
2. การเลือกปัจจัย (Selecting Factor) จะพิจารณาที่ค่า Eigenvalues ซึ่งหมายถึง ค่าความผันแปรหรือความแปรปรวนทั้งหมดในตัวแปรเดิมที่สามารถอธิบายได้โดยปัจจัย ซึ่งค่า Eigenvalues จะมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0 และสูงสุดเท่ากับจำนวนตัวแปร ซึ่งจะพิจารณาเฉพาะปัจจัยที่มีค่า Eigenvalues มากกว่า 1 และหากค่า Eigenvalues ต่ำกว่า 1 แสดงว่าปัจจัยนั้นไม่สามารถอธิบายตัวแปรใดได้เลย
3. การสกัดปัจจัย (Factor Extraction) อาศัยหลักการความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปร โดยนำความสัมพันธ์ของตัวแปรแต่ละตัวที่มีเหมือนกันมาสร้างเป็นสมการเชิงเส้น การนำตัวแปรมาผสมกันจะทำให้เกิดปัจจัยหรือ Component ซึ่งจะเกิดขึ้นมากกว่าหนึ่งปัจจัย แต่ก็จะมีไม่กี่ปัจจัยที่สามารถอธิบายแทนกลุ่มตัวแปรได้ทั้งหมด ซึ่งปัจจัยที่ได้มาไม่จำเป็นต้องใช้ทุกปัจจัย โดยมีขั้นดังนี้
   - ปัจจัยที่ 1 จะเป็นการผสมแรก โดยมีรายละเอียดของตัวแปรมากที่สุด ซึ่งจะมีค่าความแปรปรวนสูงสุด สามารถอธิบายความหมายของตัวแปรได้ดีที่สุด
   - ปัจจัยที่ 2 เป็นการผสมในลำดับต่อมา โดยสามารถนำรายละเอียดที่เหลือจากปัจจัยที่ 1 มาใส่ในปัจจัยที่ 2 ให้มากที่สุด โดยที่ปัจจัยที่ 1 และ ปัจจัยที่ 2 จะไม่มีความสัมพันธ์กันเลย
   - ปัจจัยที่ 3 ทำในลักษณะเช่นเดียวกันคือสามารถนำรายละเอียดที่เหลือจากปัจจัยที่ 1 และ 2 มาใส่ในปัจจัยที่ 3 ให้มากที่สุด และสำหรับการสร้างปัจจัยลำดับต่อ ๆ ไปก็ใช้หลักเกณฑ์เดียวกันกับที่ได้กล่าวมาในปัจจัยที่ 1, 2 และ 3

   จากการสกัดปัจจัยนี้เราจะได้ค่า Factor Loading ของแต่ละตัวแปร โดยที่ค่า Factor Loading หรือค่าสัมประสิทธิ์ เป็นค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ จากการที่ตัวแปรได้ถูก Standardized โดยมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1 ซึ่งค่า Factor Loading จะใช้ในการพิจารณาว่าตัวแปรใดควรจะอยู่ในปัจจัยใด การที่ค่า Factor Loading ของตัวแปรมีค่าสูง คืออยู่ใกล้ -1 หรือ +1 หากพบอยู่ใน

ปัจจัยใดปัจจัยหนึ่ง ก็จัดได้ว่าตัวแปรนั้นอยู่ในปัจจัยดังกล่าว แต่หากค่า Factor Loading ออกมาในช่วงของค่ากลาง ๆ ก็จะต้องมีการหมุนแกนเพื่อจัดให้อยู่ในปัจจัยที่เหมาะสม

4. การหมุนแกนปัจจัย (Factor Rotation) ทำเพื่อให้ค่า Factor Loading มีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลง เพื่อให้ทราบว่าตัวแปรนั้นควรอยู่ในปัจจัยใด ซึ่งในกรณีที่ค่า Factor Loading มีค่ากลาง ๆ การระบุปัจจัยให้กับตัวแปรอาจจะทำได้ยาก จึงต้องทำการหมุนแกนเพื่อความชัดเจนยิ่งขึ้น
5. การให้ความหมายแก่ปัจจัย (Factor Meaning) เป็นขั้นตอนที่ต้องกำหนดชื่อหรือให้ความหมายกับปัจจัย โดยจะต้องพิจารณาว่าในปัจจัยนั้นประกอบไปด้วยตัวแปรอะไรบ้าง ซึ่งการให้ความหมายแก่ปัจจัยจะต้องพิจารณาไปที่ตัวแปรที่ค่า Factor Loading สูงซึ่งมีความสำคัญในปัจจัยนั้น ๆ สำหรับขั้นตอนการให้ความหมายแก่ปัจจัยอาจแยกได้ดังต่อไปนี้
   - จากขั้นตอนการเลือกปัจจัย จะเลือกเฉพาะปัจจัยที่มีค่า Eigenvalues มากกว่า 1 จากนั้นพิจารณาที่ค่า Factor Loading ของตัวแปรหลังจากที่ได้ทำการหมุนแกนแล้ว โดยดูที่ค่า Factor Loading ของตัวแปรนั้นสูงที่สุดในปัจจัยใด ตัวแปรดังกล่าวก็จะถูกจัดให้อยู่ในปัจจัยนั้น โดยที่ตัวแปรแต่ละตัวแปรจะถูกจัดให้อยู่ได้เพียงหนึ่งปัจจัย
   - เลือกตัวแปรที่มีผลต่อปัจจัยสูง คือที่มีค่า Factor Loading ของตัวแปรที่สูงที่สุดในปัจจัยนั้น ซึ่งตัวแปรดังกล่าวจะมีผลต่อการอธิบายความหมายให้กับปัจจัยนั้นมากที่สุด สำหรับตัวแปรที่มีค่า Factor Loading ต่ำ แต่อาจเข้ามาเป็นสมาชิกในปัจจัยนี้ ในบางครั้งกล่าวได้ว่าแม้จะไม่มีตัวแปรดังกล่าวก็สามารถอธิบายความหมายของปัจจัยนั้นได้
   - การให้ความหมายแก่ปัจจัย เป็นขั้นตอนที่จะต้องให้ความหมายหรือกำหนดชื่อแก่ปัจจัย ในขั้นตอนนี้จะต้องอาศัยการค้นคว้าข้อมูลอ้างอิง ทบทวนเอกสารหรือใช้ประสบการณ์ที่มีความชำนาญในการกำหนดหรือให้ชื่อที่สื่อความหมายแก่แต่ละปัจจัย ทำได้โดยพิจารณาลักษณะของตัวแปรที่อยู่ในปัจจัยนั้น ๆ

2.6 การวิเคราะห์จัดกลุ่มด้วยเทคนิค Cluster Analysis (CA)

Cluster Analysis มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดกลุ่มกรณีหรือตัวแปรเพื่อเป็นประโยชน์ในงานด้านต่าง ๆ เป็นเทคนิคที่ใช้จำแนกหรือแบ่งกรณีหรือตัวแปรออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ ตั้งแต่ 2 กลุ่มขึ้นไป กรณีที่อยู่กลุ่มเดียวกันจะมีลักษณะที่เหมือนกันหรือคล้ายกัน ส่วนกรณีที่อยู่ต่างกลุ่มกันจะมีลักษณะที่แตกต่างกัน ดังนั้นการพิจารณาเลือกลักษณะตัวแปรที่จะนำมาใช้แบ่งกลุ่มกรณี จึงมีความสำคัญ นอกจากนั้นกรณีใดกรณีหนึ่งจะอยู่ในใดกลุ่มหนึ่งเพียงกลุ่มเดียว ซึ่งหากนำมาใช้ในการแบ่งกลุ่มตัวแปร จะได้ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันมากจะจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน และตัวแปรที่อยู่ต่างกลุ่มกันจะมีความสัมพันธ์กันน้อยหรือไม่มีความสัมพันธ์กันเลย (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2546)

สำหรับประเภทของเทคนิค Cluster Analysis มีด้วยกัน 2 ประเภทคือ Hierarchical Cluster Analysis และ K-Means Cluster Analysis โดยวิธีที่ใช้ในงานวิจัยนี้คือ Hierarchical Cluster Analysis ซึ่งมีเงื่อนไขว่า จำนวนกรณีและตัวแปรต้องไม่มาก (ไม่เกิน 200) ไม่จำเป็นต้องทราบจำนวนกลุ่มมาก่อน และไม่ต้องทราบว่ากรณีหรือตัวแปรอยู่ในกลุ่มใด

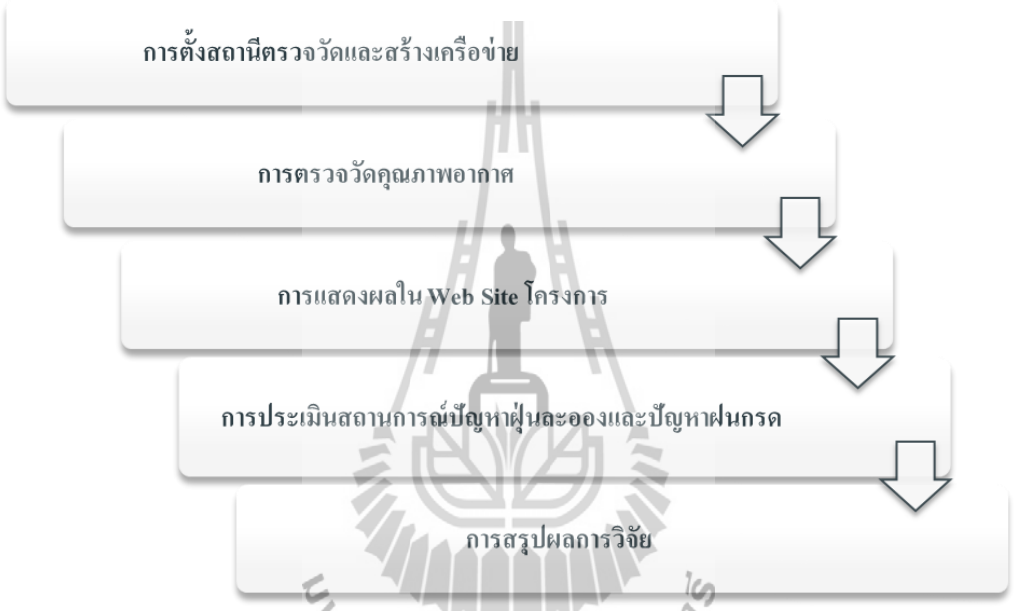
ขั้นตอนของการวิเคราะห์จัดกลุ่ม

1. เลือกตัวแปรหรือปัจจัยที่คาดว่ามีอิทธิพลที่ทำให้กรณีแตกต่างกัน สามารถแบ่งกลุ่มได้ชัดเจน
2. เลือกวิธีวัดระยะห่างระหว่างกรณีหรือวัดค่าความคล้าย แบ่งได้เป็น 3 กรณี คือวัดความคล้ายด้วยระยะห่าง วัดความคล้ายของกรณี และวัดความคล้ายของตัวแปรด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ซึ่งข้อมูลที่นำมาใช้อาจจะอยู่ในรูปข้อมูลเชิงปริมาณ ข้อมูลในรูปความถี่ หรือ Binary ก็สามารถทำได้
3. เลือกหลักเกณฑ์ในการรวมกลุ่ม
   วิธีที่นิยมใช้คือ Agglomerative Hierarchical Cluster Analysis มีเกณฑ์คือ แยกกลุ่ม กรณีโดยให้ 1 กลุ่มมี 1 กรณี โดยมีขั้นตอนการรวมกลุ่มดังนี้
   1. รวมกรณีเข้าด้วยกันเป็นคู่ ๆ โดยพิจารณาที่ค่าความคล้าย จัดให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน
   2. จากขั้นตอนที่ 1 รวมกลุ่มเพิ่มจากเดิมเรื่อย ๆ จนสุดท้ายได้เหลือเพียง 1 กลุ่ม
   3. สุดท้ายจะได้รูปของการแบ่งกลุ่มออกมาในรูปของ Dendrogram

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 3
วิธีการวิจัย

แผนการดำเนินงานวิจัยของโครงการมี 4 ขั้นตอนหลัก (รูปที่ 3.1) ได้แก่ 1) การตั้งสถานีตรวจวัดและสร้างเครือข่ายนักสิ่งแวดล้อมชุมชน 2) การตรวจวัดคุณภาพอากาศ 3) การแสดงผลใน Web Site โครงการ 4) การประเมินสถานการณ์ปัญหาฝุ่นละอองและปัญหาฝนกรดของพื้นที่ศึกษา และ 5) การสรุปผลการวิจัย



รูปที่ 3.1 แผนการดำเนินงานโครงการ

3.1 การตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดและสร้างเครือข่ายนักสิ่งแวดล้อมชุมชน

ดำเนินการตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดและสร้างเครือข่ายนักสิ่งแวดล้อมประจำชุมชน โดยเลือกตั้งที่ชุมชนในจังหวัดนครราชสีมา 10 ชุมชน และสร้างเครือข่ายนักสิ่งแวดล้อมชุมชนจากตัวแทนขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในพื้นที่ศึกษา ได้แก่ เทศบาล และองค์การบริหารส่วนตำบล เพื่อเพิ่มบทบาทและสร้างความเข้มแข็งของชุมชนในการดูแลทรัพยากรธรรมชาติด้วยการการเฝ้าระ วังคุณภาพอากาศของท้องถิ่นด้วยตนเอง

ขั้นตอนการตั้งอุปกรณ์ตรวจวัด สร้างเครือข่าย และกิจกรรมของเครือข่าย มีดังนี้

- ผู้วิจัยประชาสัมพันธ์โครงการ และติดต่อชุมชน (องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น) ที่สนใจเพื่อชี้แจงและชักชวนให้ร่วมโครงการ

- ผู้วิจัยหารือกับชุมชนที่เข้าร่วมโครงการเพื่อกำหนดผู้ที่จะทำหน้าที่นักสิ่งแวดล้อมชุมชน และกำหนดจุดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดที่เหมาะสมและเป็นตัวแทน ทั้งนี้ ตำแหน่งที่ตั้งอุปกรณ์ควรมีลักษณะเป็นพื้นที่โล่ง ไม่อยู่ใกล้แหล่งกำเนิดมลพิษ
- ผู้วิจัยดำเนินการตั้งอุปกรณ์และประชุมร่วมกับนักสิ่งแวดล้อมชุมชน เพื่อให้ความรู้ด้านการเฝ้าระวังคุณภาพสิ่งแวดล้อม โดยเน้นที่วิธีการตรวจวัดคุณภาพอากาศอย่างง่าย และวิธีการดำเนินงานโครงการ
- ผู้วิจัยและเครือข่ายนักสิ่งแวดล้อมชุมชนดำเนินการตรวจวัดและเก็บข้อมูลคุณภาพอากาศ
- ผู้วิจัยและเครือข่ายนักสิ่งแวดล้อมชุมชนส่งข้อมูลและรับทราบข่าวสารการดำเนินงานของเครือข่าย กิจกรรมต่างๆ และข้อมูลที่เป็นประโยชน์ผ่านทาง Web Site ของโครงการ

3.2 การตรวจวัดคุณภาพอากาศ

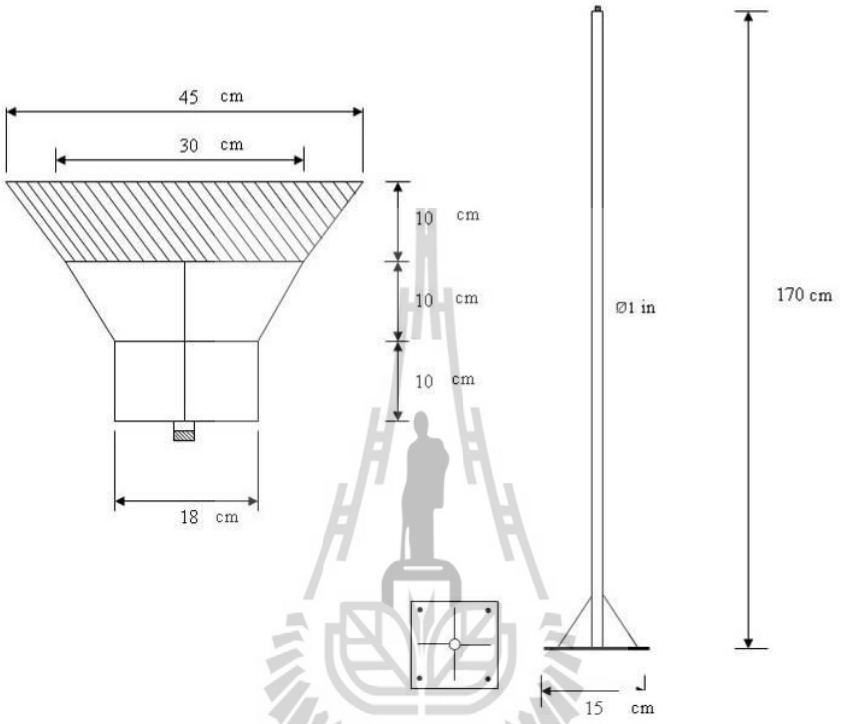
3.2.1 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างฝุ่น

การตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศของการศึกษานี้อ้างอิงวิธีการมาตรฐานของ American Society for Testing and Materials (ASTM) รหัส D1739-98 (2004) Standard Test Method for Collection and Measurement of Dustfall (Settlable Particulate Matter) และคู่มือการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมอย่างง่ายสำหรับองค์การปกครองส่วนท้องถิ่น (กรมควบคุมมลพิษ, 2549) ซึ่งใช้กระบอกเก็บฝุ่นที่ตกได้ หรือ Dustfall Jar เป็นภาชนะสำหรับเก็บตัวอย่างฝุ่นที่ตกออกจากบรรยากาศในระยะเวลา 1 เดือน แล้วนำไปวิเคราะห์หาน้ำหนักของฝุ่น ผลการตรวจวัดมีหน่วยเป็นน้ำหนักของฝุ่นละอองต่อพื้นที่ต่อเวลา โดยแบบเสาแสดงดังรูปที่ 3.2 และใช้กระบอกเก็บฝุ่นเป็นท่อ PVC เส้นผ่าศูนย์กลาง 15 ซม. สูง 30 ซม. ปลายด้านหนึ่งปิดด้วยแผ่นอะคริลิก ปลายอีกด้านหนึ่งเปิด วางลงบนปลายเสาเพื่อเก็บตัวอย่างฝุ่น

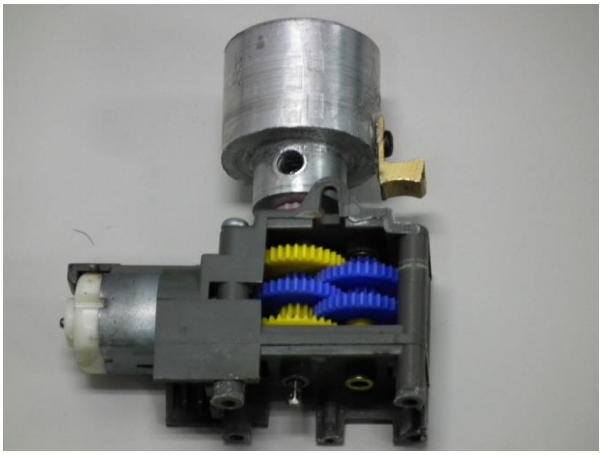
3.2.2 ระบบป้องกันน้ำฝน

การใช้งานวิธีกระบอกเก็บฝุ่นในช่วงฤดูฝนมีปริมาณน้ำฝนสะสมในกระบอกมากและเกิดตะไคร่ขึ้น ทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์ผลได้ ซึ่งคณะผู้วิจัยได้หาวิธีการแก้ไขปัญหา และได้ทำการพัฒนา “ระบบป้องกันน้ำฝน” ขึ้นเพื่อลดข้อจำกัดของการใช้งานอุปกรณ์กระบอกเก็บฝุ่นและได้ข้อมูลที่สมบูรณ์มากขึ้น โดยเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ต้นทุนในการสร้างต่ำ ประมาณชุดละ 1,000 บาท และใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ ทั้งนี้ ระบบจะทำงานเมื่อน้ำฝนตกโดนบอร์ดเซ็นเซอร์ บอร์ดจะส่งคำสั่งไปยัง Microcontroller จากนั้น Microcontroller จะสั่งงานไปยังมอเตอร์ ให้หมุนแผ่นกันน้ำฝนไปปิด

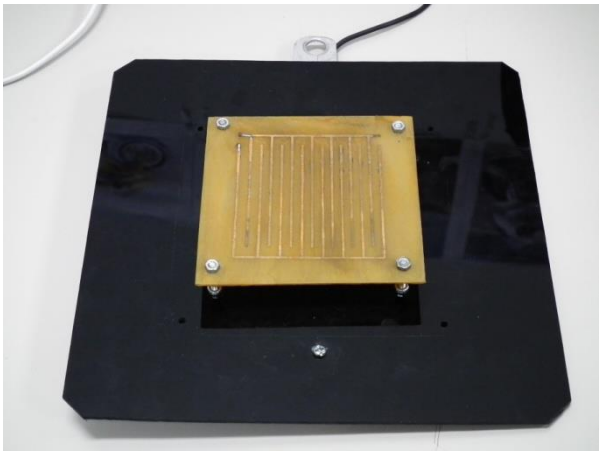
กระบอกเก็บฝุ่น ในช่วงนี้ บอร์ดเซ็นเซอร์จะเช็คว่าที่บอร์ดยังมีน้ำอยู่หรือไม่ และเมื่อฝนหยุดและเซ็นเซอร์ไม่มีน้ำแล้ว Microcontroller จะทำการสั่งงานมอเตอร์ให้หมุนแผ่นกันน้ำฝนเปิดออกและให้ฝุ่นตกลงในกระบอกได้ตามปกติ รูปที่ 3.3, 3.4, และ 3.5 แสดงชิ้นส่วนของระบบ ได้แก่ มอเตอร์ แผ่นเซ็นเซอร์ และไมโครคอนโทรเลอร์ ตามลำดับ



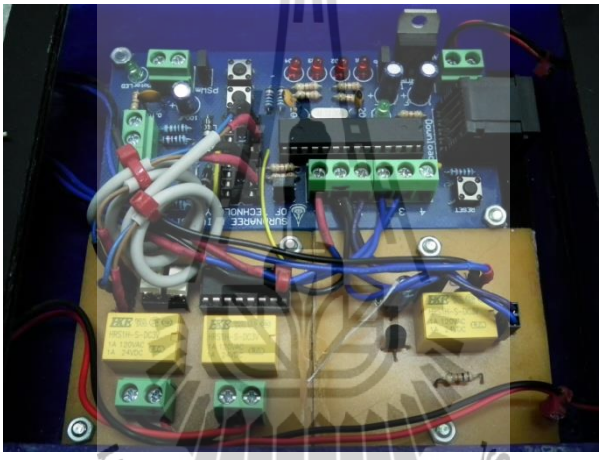
รูปที่ 3.2 แบบเสาของอุปกรณ์เก็บตัวอย่างฝุ่นแบบ Dustfall



รูปที่ 3.3 มอเตอร์ 3 V พร้อมชุดเกียร์



รูปที่ 3.4 แผ่นเซ็นเซอร์ PCB กัดลายเส้นสลับฟันปลา



รูปที่ 3.5 ชุดไมโครคอนโทรลเลอร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.2.3 การวิเคราะห์ตัวอย่างฝุ่น

เมื่อการดำเนินการดังกล่าวข้างต้นเสร็จเรียบร้อยแล้ว คณะผู้วิจัยเริ่มทำการเก็บตัวอย่างฝุ่น Dustfall มาวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการเดือนละ 1 ครั้ง เริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2555 และสิ้นสุดในเดือนมกราคม พ.ศ.2556 รวม 12 ตัวอย่างต่อ 1 ชุมชน ทั้งนี้ ขั้นตอนการวิเคราะห์ตัวอย่างในห้องปฏิบัติการเพื่อหาความเข้มข้นฝุ่น แสดงในภาคผนวก ก โดยการคำนวณแสดงดังสมการต่อไปนี้

$$\text{ความเข้มข้นฝุ่น (กรัม/ตร.เมตร-เดือน)} = \frac{\text{น้ำหนักฝุ่นที่เก็บได้ใน } \mathbf{1} \text{ เดือน}}{\text{พื้นที่หน้าตัดของปากกระบอกเก็บตัวอย่างฝุ่น}}$$

เพื่อการประเมินสถานการณ์ปัญหาการปนเปื้อนของโลหะหนักในฝุ่น การวิจัยนี้ได้ทำการวิเคราะห์องค์ประกอบด้านโลหะหนักในฝุ่นด้วยวิธี Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry (ICP-MS)

3.3 การแสดงผลใน Web Site โครงการ

ข้อมูลที่ได้จะประมวลผลและแสดงผลใน Web Site ของโครงการ ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลทั่วไปด้านคุณภาพอากาศของพื้นที่ และฐานข้อมูลผลการตรวจวัดฝุ่นด้วย Dustfall Jar และค่าพีเอชน้ำฝนของทุกชุมชน

3.4 การประเมินสถานการณ์ปัญหาฝุ่นละอองและปัญหาฝนกรดของพื้นที่ศึกษา

รวบรวมข้อมูลผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศโดยคณะผู้วิจัยฯ และเครือข่ายนักสิ่งแวดล้อมชุมชน ตลอดช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่าง 12 เดือน เพื่อวิเคราะห์ผล และประเมินสถานการณ์ปัญหาฝุ่นละอองและปัญหาฝนกรดของพื้นที่ศึกษา รวมทั้งผลการวิเคราะห์โลหะหนักในฝุ่น โดยการใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (PCA) และเทคนิคการวิเคราะห์จัดกลุ่ม (CA) เพื่อจัดกลุ่มโลหะหนักและกลุ่มชุมชน เป็นการบ่งชี้เบื้องต้นของลักษณะแหล่งกำเนิดโลหะหนักในพื้นที่ศึกษา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 4
ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

4.1 การติดตั้งอุปกรณ์เก็บตัวอย่างฝุ่นและสร้างเครือข่ายนักสิ่งแวดล้อมชุมชน

4.1.1 การคัดเลือกชุมชนเพื่อทำการศึกษา

การคัดเลือกชุมชนเพื่อทำการศึกษาได้ดำเนินการควบคู่ไปกับโครงการวิจัยเรื่อง “ต้นแบบระบบประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อมแบบ On-line เพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อมชุมชนที่เข้มแข็ง” (สุดจิต ครุจิต และคณะ, 2554) โดยคณะผู้วิจัยได้จัดทำแผ่นพับประชาสัมพันธ์โครงการและแบบสอบถามข้อมูลพื้นฐานและส่งให้ชุมชนในจังหวัดนครราชสีมาทราบเกี่ยวกับโครงการ และเชิญเข้าร่วมโครงการตามความสมัครใจ โดยชุมชนในการศึกษานี้ใช้ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น หรือ อปท. ได้แก่ เทศบาลนคร เทศบาลเมือง เทศบาลตำบล และองค์การบริหารส่วนตำบล เป็นตัวกำหนดขอบเขตของชุมชนหนึ่งๆ โดยจังหวัดนครราชสีมามีชุมชนทั้งสิ้น 333 ชุมชน ซึ่งชุมชนที่สนใจเข้าร่วมโครงการต้องกำหนดผู้แทนชุมชน หรือ “นักสิ่งแวดล้อมชุมชน” ซึ่งอาจเป็นเจ้าหน้าที่สิ่งแวดล้อมของ อปท. หรือสมาชิกชุมชนที่มีความสนใจเป็นตัวแทน และส่งเอกสารตอบรับพร้อมให้ข้อมูลพื้นฐานกลับคืนที่ผู้วิจัย

ผลการดำเนินการได้ชุมชนที่ตอบแบบสอบถามกลับทั้งสิ้น 106 ชุมชน คิดเป็นร้อยละ 32 และมีชุมชนที่ตอบว่าสนใจเข้าร่วมโครงการ 51 ชุมชน คณะผู้วิจัยจึงคัดเลือกชุมชนเพื่อทำการศึกษาตามวัตถุประสงค์ของโครงการ จำนวน 10 แห่ง โดยใช้เกณฑ์พิจารณาดังต่อไปนี้

- ความสมัครใจและสนใจในการร่วมโครงการ
- การเป็นตัวแทนของอำเภอต่าง ๆ ครอบคลุมพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา โดยเฉพาะอำเภอที่มีจำนวนประชากรมาก
- การเป็นตัวแทนของชุมชนที่มีลักษณะพื้นที่ทั่วไปแตกต่างกัน อาทิ ขนาดของเมือง ความหนาแน่นประชากร ลักษณะการใช้ที่ดินส่วนใหญ่
- การเป็นตัวแทนพื้นที่ที่มีลักษณะเฉพาะ อาทิ มีเขตอุตสาหกรรมหรือมีโรงงานขนาดใหญ่ หรือมีป่าไม้และพื้นที่ธรรมชาติมาก

ผลการคัดเลือกชุมชน สรุปดังตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.1 โดยชุมชนที่ร่วมโครงการประกอบด้วยเทศบาลนคร 1 แห่ง คือ เทศบาลนครนครราชสีมา เทศบาลเมือง 1 แห่ง ได้แก่ เทศบาลเมืองปากช่อง เทศบาลตำบล 1 แห่ง ได้แก่ เทศบาลตำบลพิมาย และองค์การบริหารส่วนตำบล 7 แห่ง ได้แก่ องค์การบริหารส่วนตำบลหนองบัวศาลา องค์การบริหารส่วนตำบลจระเข้หิน องค์การบริหารส่วนตำบลสุรนารี องค์การบริหารส่วนตำบลบ้านเกาะ องค์การบริหารส่วนตำบลด่านขุนทด องค์การ

บริหารส่วนตำบลหนองกระทุ่ม และองค์การบริหารส่วนตำบลไทยสามัคคี ซึ่งผลที่ได้มีชุมชนที่เป็นตัวแทนพื้นที่เมืองใหญ่ ชานเมือง เมืองเล็ก อุตสาหกรรม และพื้นที่ภูเขา และแต่ละชุมชนมีลักษณะเฉพาะที่อาจมีผลกับแหล่งกำเนิดฝุ่น อาทิ การจราจร โรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น

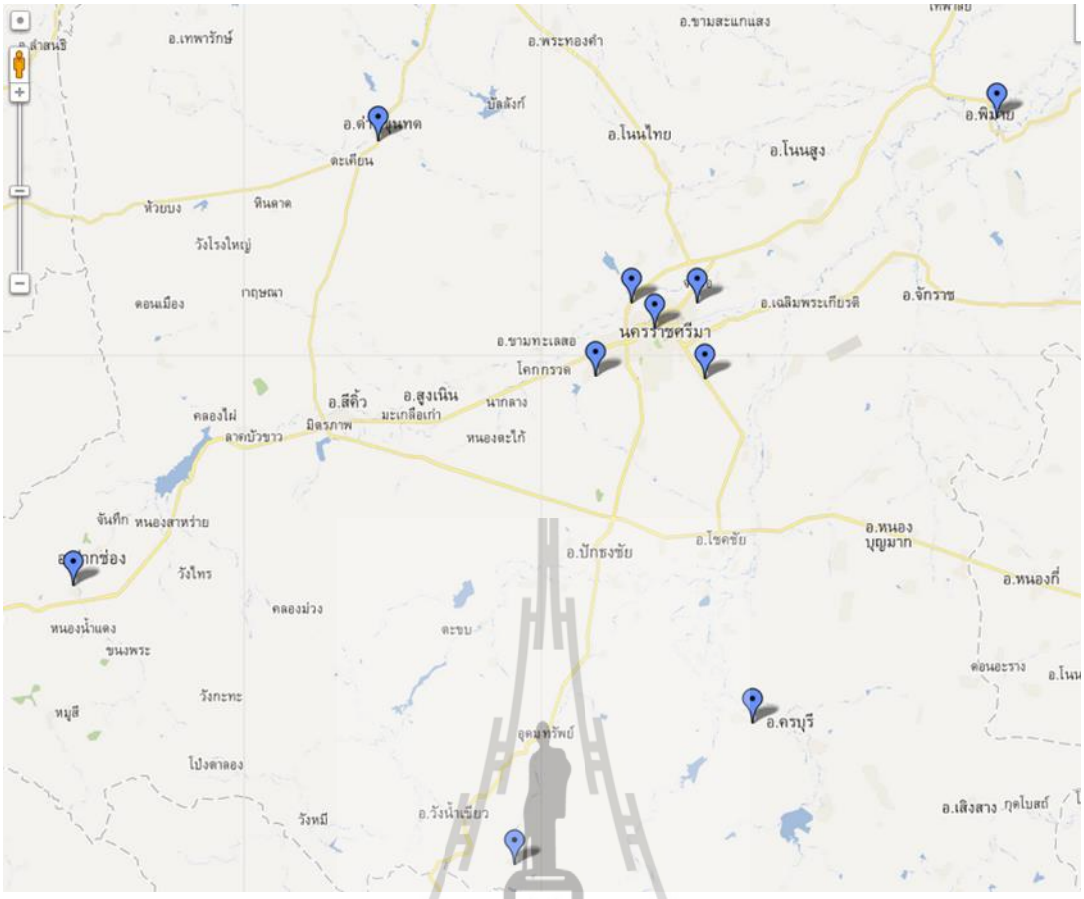
ตารางที่ 4.1 ข้อมูลของชุมชนที่ร่วมโครงการ 10 ชุมชน

ลำดับ	อำเภอ	อปท.	ขนาด (ตร.กม)	ประชากร	ลักษณะพื้นที่	ลักษณะเฉพาะ
1	เมือง	เทศบาลนคร นครราชสีมา	38	162,523	เมืองใหญ่	ชุมชนใหญ่อันดับ 1 และใช้เปรียบเทียบกับผลในการศึกษาก่อนหน้า
2	เมือง	อบต.หนองบัวศาลา	37	11,037	ชานเมืองใหญ่	มีเขตอุตสาหกรรมสุรนารี, หลุมฝังกลบเทศบาล และโรงงานแป้งมัน
3	เมือง	อบต.บ้านเกาะ	9	9,174	ชานเมืองใหญ่	อยู่รอบเขตเทศบาล
4	เมือง	อบต.หนองกระทุ่ม	19	4,006	ชานเมืองใหญ่	อยู่รอบเขตเทศบาล
5	เมือง	อบต.สุรนารี	40	10,710	ชานเมืองใหญ่	อยู่รอบเขตเทศบาล
6	ปากช่อง	เทศบาลเมืองปากช่อง	15	37,052	เมืองใหญ่	ชุมชนใหญ่อันดับ 2
7	พิมาย	เทศบาลต.พิมาย	2	9,099	เมืองเล็ก	มีแหล่งท่องเที่ยว
8	ด่านขุนทด	อบต.ด่านขุนทด	63	7,107	เมืองเล็ก	เกษตรกรรม
9	ครบุรี	อบต.จระเข้หิน	478	3,650	อุตสาหกรรม	อุตสาหกรรมน้ำตาล
10	วังน้ำเขียว	อบต.ไทยสามัคคี	49	3,374	พื้นที่ภูเขา	พื้นที่ธรรมชาติ, อุตสาหกรรมท่องเที่ยว

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4.1.2 การสำรวจและติดตั้งอุปกรณ์เก็บตัวอย่างฝุ่น

คณะผู้วิจัยได้ติดต่อและเข้าพบเจ้าหน้าที่ด้านสิ่งแวดล้อมขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นของทั้ง 10 ชุมชนที่คัดเลือกเป็นครั้งแรกเพื่อชี้แจงรายละเอียดเบื้องต้นของโครงการและปรึกษาหารือเกี่ยวกับตำแหน่งที่เหมาะสมที่จะติดตั้งอุปกรณ์เก็บตัวอย่างฝุ่น จากนั้นคณะผู้วิจัยขอให้เจ้าหน้าที่พาไปสำรวจพื้นที่และเลือกจุดที่เหมาะสมร่วมกัน เมื่อได้จุดแล้ว คณะผู้วิจัยจึงทำการนัดหมายวันที่จะทำการติดตั้งอุปกรณ์ต่อไป สภาพแวดล้อมบริเวณจุดติดตั้งอุปกรณ์เก็บตัวอย่างฝุ่นของทั้ง 10 ชุมชน และตัวอย่างการติดตั้ง แสดงในรูป 4.2 และ 4.3



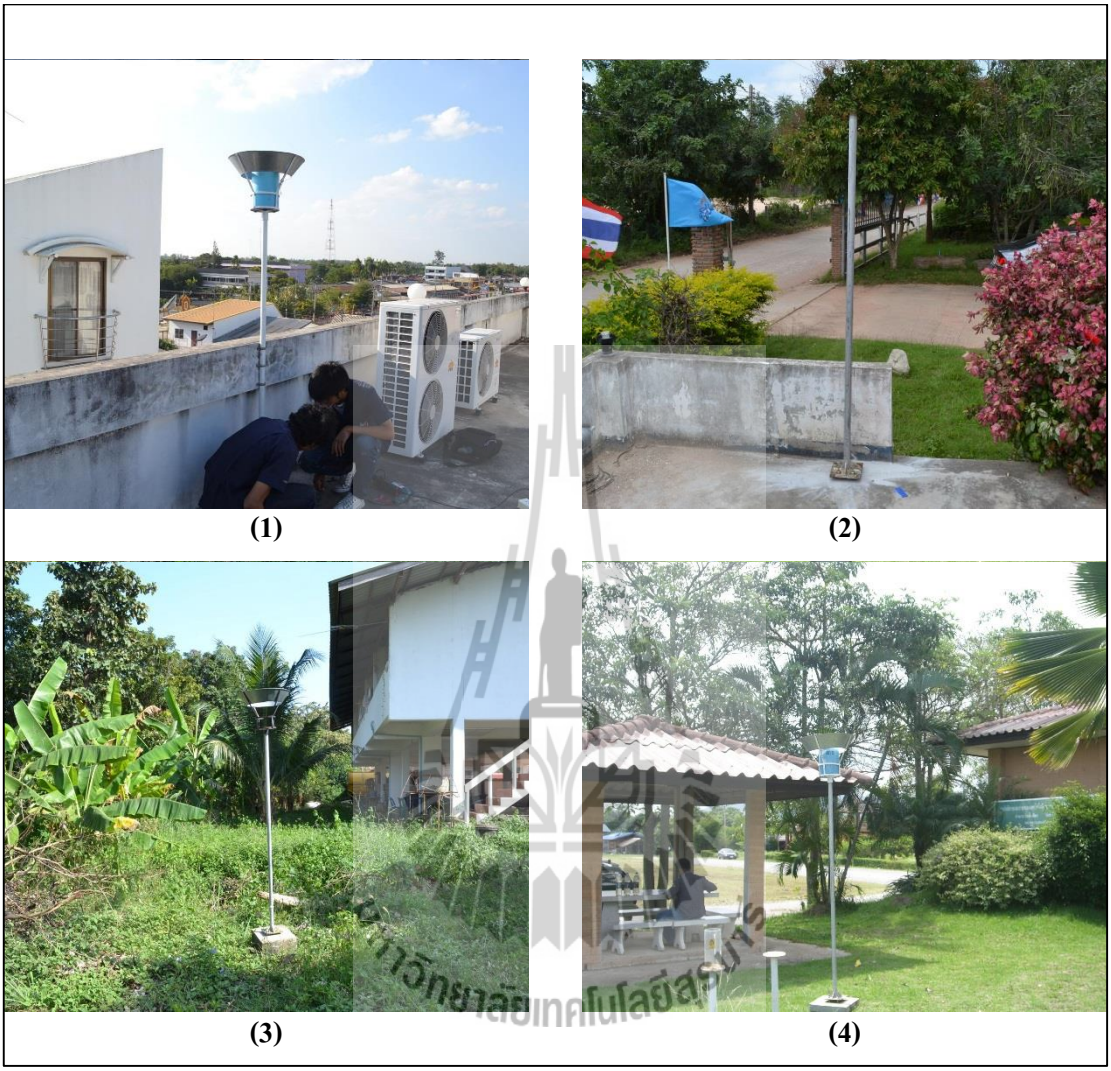
รูปที่ 4.1 ตำแหน่งชุมชนกลุ่มตัวอย่าง 10 ชุมชน

การติดตั้งอุปกรณ์เก็บตัวอย่างฝุ่น ดำเนินการในช่วงเดือนตุลาคม 2554 ถึงเดือนธันวาคม 2554 โดยหลังการติดตั้ง คณะผู้วิจัยได้ทำการถ่ายรูปและเก็บพิกัด GPS แต่ละจุดเพื่อเก็บไว้ในฐานข้อมูล ลักษณะการติดตั้งอุปกรณ์และอุปกรณ์ที่ติดตั้งเสร็จเรียบร้อย แสดงดังรูปที่ 4.4

4.1.3 การสร้างเครือข่ายนักสิ่งแวดล้อมชุมชน

หลังจากติดตั้งอุปกรณ์เก็บตัวอย่างฝุ่นเรียบร้อยแล้ว คณะผู้วิจัยจึงเริ่มขั้นตอนการสร้างเครือข่ายนักสิ่งแวดล้อมประจำชุมชน โดยการติดต่อและเข้าพบกับเจ้าหน้าที่ด้านสิ่งแวดล้อมขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นของทั้ง 10 ชุมชนเป็นครั้งที่ 2 เพื่อชี้แจงรายละเอียดของโครงการ นำเสนอความรู้ด้านการเฝ้าระวังคุณภาพสิ่งแวดล้อมด้วยวิธีการตรวจวัดคุณภาพอากาศอย่างง่าย และอธิบายวิธีการดำเนินงานโครงการ จากนั้นจึงขอให้กำหนดตัวแทนจากชุมชนเพื่อทำหน้าที่นักสิ่งแวดล้อมชุมชน ผลการดำเนินการในขั้นตอนนี้ทำให้ได้รายชื่อนักสิ่งแวดล้อมชุมชนซึ่งร่วมในโครงการและเชื่อมโยงกันเป็นเครือข่าย แสดงดังรายละเอียดในตารางที่ 4.2

รูปที่ 4.2 จุดติดตั้งอุปกรณ์เก็บตัวอย่างฝุ่น 6 ชุมชน (1) เทศบาลนครนครราชสีมา (2) อบต.หนองบัวศาลา (3) อบต.บ้านเกาะ (4) อบต.หนองกระทุ่ม (5) อบต.สุรนารี และ (6) เทศบาลเมืองปากช่อง



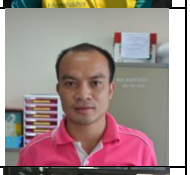
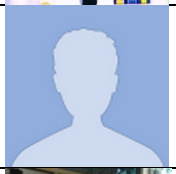
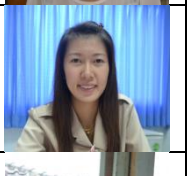
รูปที่ 4.3 จุดติดตั้งอุปกรณ์เก็บตัวอย่างฝุ่น 4 ชุมชน (1) เทศบาลต.พิมาย (2) อบต.ด่านขุนทด (3) อบต.จระเข้หิน และ (4) อบต.ไทยสามัคคี

(1)

(2)

รูปที่ 4.4 ลักษณะการติดตั้งอุปกรณ์ (1) อุปกรณ์เก็บตัวอย่างฝุ่น พร้อมระบบป้องกันน้ำฝน และ (2) ตัวอย่างอุปกรณ์เก็บตัวอย่างฝุ่นที่ติดตั้งเสร็จเรียบร้อย

ตารางที่ 4.2 ข้อมูลเครือข่ายนักสิ่งแวดล้อมชุมชน

ลำดับ	ชุมชน	ข้อมูลนักสิ่งแวดล้อมชุมชน	
1	เทศบาลนครฯ	ชื่อ นางสาวอรพินธุ์ พานเอี่ยม ตำแหน่ง อสม.ประจำชุมชน	
2	อบต.หนองบัวศาลา	ชื่อ นายศรัณย์ พรมเกษา ตำแหน่ง เจ้าพนักงานสุขาภิบาล	
3	อบต.บ้านเกาะ	ชื่อ นางจารุดา สุขจิต ตำแหน่ง เจ้าพนักงานสุขาภิบาล	
4	อบต.หนองกระทุ่ม	ชื่อ นายสุรวุธ บูรณาศานติคุปต์ ตำแหน่ง นักวิชาการเกษตร	
5	อบต.สุรนารี	ชื่อ นางนวลละออง ภาชื่น ตำแหน่ง เจ้าพนักงานสุขาภิบาล 5	
6	เทศบาลเมืองปากช่อง	ชื่อ นางสาวพูนศรี พัฒนพงษ์จรัส ตำแหน่ง -	
7	เทศบาลตำบลพิมาย	ชื่อ นายยุทธนา นาคง ตำแหน่ง เจ้าหน้าที่กองช่างโยธา	
8	อบต.ด่านขุนทด	ชื่อ นางสาวภณิดา พรหมรังสิต ตำแหน่ง นักวิชาการสิ่งแวดล้อม	
9	อบต.จระเข้หิน	ชื่อ นางสาวพัฒญา ประชานอก ตำแหน่ง เจ้าพนักงานสุขาภิบาล	
10	อบต.ไทยสามัคคี	ชื่อ นายลำเนา แซ่เหงี่ยม ตำแหน่ง เจ้าหน้าที่กองช่างโยธา	

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

คณะผู้วิจัยได้อธิบายวิธีการดำเนินงานโครงการและแนวทางการมีส่วนร่วมของนักสิ่งแวดล้อมชุมชน และมอบอุปกรณ์วัดค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำฝนแบบปากกาวัดพีเอช (pH Pen) พร้อมสาธิตวิธีการใช้งาน โดยขอให้นักสิ่งแวดล้อมชุมชนมีส่วนร่วมในการช่วยเก็บข้อมูลตามความสมัครใจดังต่อไปนี้

1) ทุกช่วงระยะเวลาที่ครบรอบการเก็บตัวอย่าง 1 เดือน นักสิ่งแวดล้อมชุมชนทำการเก็บกระบอกเก็บฝุ่นออกจากอุปกรณ์เก็บตัวอย่างที่จุดติดตั้ง ปิดฝากระบอก และเก็บรักษาไว้ที่ชุมชน (อาทิ ที่สำนักงาน อบต. หรือที่ทำงานของนักสิ่งแวดล้อมชุมชน) เมื่อถึงวันที่นัดหมาย จึงส่งมอบกระบอกเก็บฝุ่นนั้นให้คณะผู้วิจัยและรับกระบอกเก็บฝุ่นอันใหม่เพื่อนำไปวางที่อุปกรณ์เก็บตัวอย่างสำหรับเก็บตัวอย่างฝุ่นในเดือนถัดไป
2) ตลอดระยะเวลาโครงการ หากมีฝนตก นักสิ่งแวดล้อมชุมชนทำการเก็บตัวอย่างน้ำฝนและวัดความเป็นกรด-ด่างของน้ำฝนด้วยปากกาวัดพีเอชและจดบันทึกค่าที่ได้ หรือในกรณีที่ไม่สามารถเก็บตัวอย่างน้ำฝน ให้ใช้การวัดค่าพีเอชของน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติของชุมชนเพื่อเป็นตัวชี้วัดทางอ้อมได้
3) ดูแลความเรียบร้อยของอุปกรณ์เก็บตัวอย่างฝุ่นและแจ้งให้คณะผู้วิจัยทราบหากมีปัญหาเกิดขึ้น ตลอดระยะเวลาที่มีการเก็บตัวอย่าง
4) เข้าใช้งานและติดตามข้อมูลสิ่งแวดล้อมของชุมชนของตนและชุมชนอื่น ๆ ที่ร่วมโครงการ ที่ Web Site ของโครงการ

4.2 ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศ

4.2.1 ความเข้มข้นของฝุ่น

ผลการตรวจวัดความเข้มข้นฝุ่นที่ตกได้หรือฝุ่น Dustfall ตลอดระยะเวลาศึกษา 12 เดือนของทั้ง 10 ชุมชน และกราฟแสดงอนุกรมเวลา แสดงดังตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.5 ตามลำดับ สาเหตุที่ตัวอย่างในบางชุมชนและบางเดือนไม่สามารถใช้วิเคราะห์ได้และทำให้ข้อมูลมีการขาดหายไปนั้นเนื่องจากปัญหาการมีน้ำฝนขังในกระบอกเก็บตัวอย่าง ซึ่งเมื่อเวลาผ่านไประยะหนึ่ง จะเกิดตะใคร่น้ำทำให้ไม่สามารถนำมาวิเคราะห์หาน้ำหนักที่แท้จริงของฝุ่นในกระบอกได้ ปัญหาดังกล่าวเกิดมากในฤดูร้อนและฤดูฝน แม้ว่าในโครงการวิจัยนี้จะได้พัฒนาระบบป้องกันน้ำฝนขึ้นติดตั้งเพิ่มเติมกับอุปกรณ์เก็บตัวอย่างก็ตาม แต่เมื่อนำไปใช้งานจริงพบว่ามีปัญหาเกี่ยวกับพลังงานในการเดินระบบไม่เพียงพอ โดยการแก้ไขในช่วงแรกได้ทำการเพิ่มขนาดแผงโซล่าเซลเพื่อให้รับพลังงานแสงอาทิตย์เพิ่มขึ้น ต่อมาพบว่าแบตเตอรี่ที่เก็บพลังงานมีความจุไม่เพียงพอและบางกรณีมีการเสื่อมสภาพ จึงต้องดำเนินการเปลี่ยนใหม่เป็นขนาดที่ใหญ่ขึ้น และบางจุดเปลี่ยนเป็นการต่อไฟฟ้าจากอาคารมาใช้เป็นแหล่งพลังงาน ด้วยเหตุที่ระบบต้องมีการแก้ไขตลอดช่วงระยะการเก็บตัวอย่างทำให้บางชุมชนมี

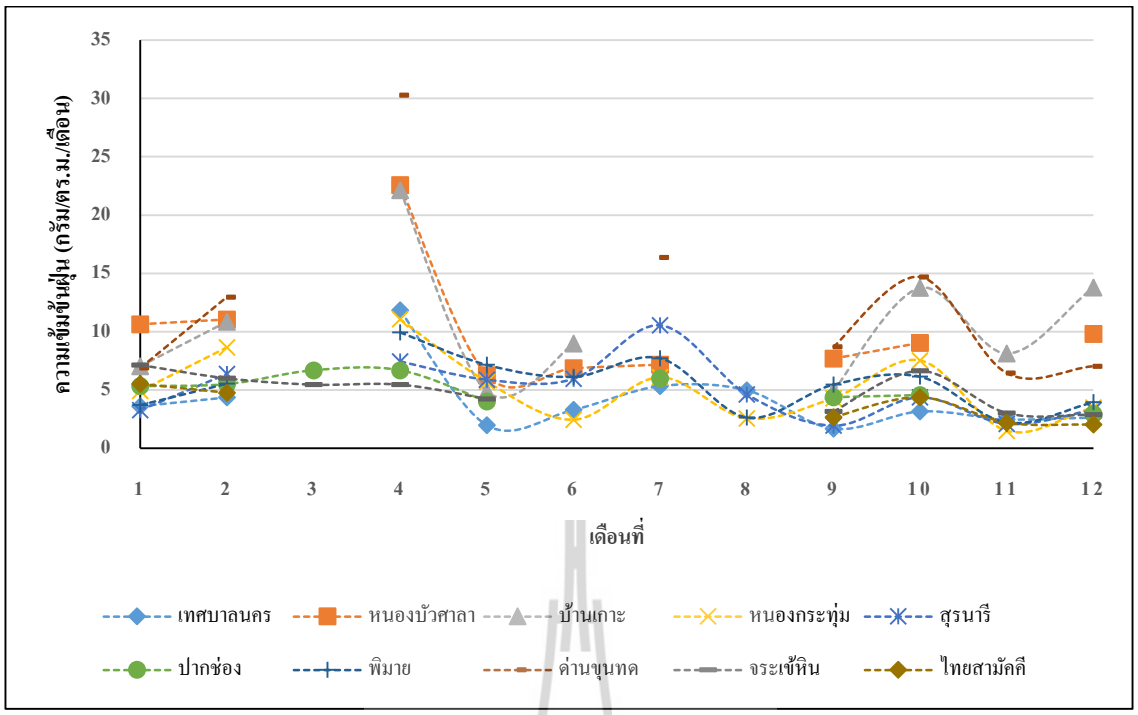
ตัวอย่างขาดไปหลายเดือน และแม้ว่าระบบป้องกันน้ำฝนจะทำงานปกติ ในพื้นที่ที่มีฝนตกชุกก็ยังคงมีโอกาสที่น้ำฝนจะลงไปขังในกระบอกและทำให้ตัวอย่างเสียไปได้อีกเช่นกัน ประเด็นปัญหานี้จึงยังคงเป็นข้อจำกัดสำคัญของวิธีการวัดฝุ่นวิธีนี้

ตารางที่ 4.3 ผลการตรวจวัดความเข้มข้นฝุ่นของ 10 ชุมชน

ชุมชน		ความเข้มข้นฝุ่น (กรัม/ตร.ม./เดือน)											
		ก.พ. 55	มี.ค. 55	เม.ย. 55	พ.ค. 55	มิ.ย. 55	ก.ค. 55	ส.ค. 55	ก.ย. 55	ต.ค. 55	พ.ย. 55	ธ.ค. 55	ม.ค. 56
1	เทศบาลนคร	3.61	4.36	-*	11.83	1.98	3.30	5.33	4.97	1.68	3.16	2.49	2.64
2	หนองบัวศาลา	10.64	11.05	-	22.58	6.27	6.86	7.17	-	7.69	9.05	-	9.81
3	บ้านเกาะ	7.04	10.85	-	22.12	4.86	8.97	-	-	4.91	13.76	8.13	13.80
4	หนองกระทุ่ม	4.93	8.66	-	11.07	5.70	2.45	6.09	2.56	4.30	7.54	1.49	3.50
5	สุรนารี	3.28	6.38	-	7.46	5.88	5.95	10.55	4.63	1.94	4.37	2.10	3.27
6	ปากช่อง	5.32	5.50	6.69	6.69	4.00	-	5.98	-	4.37	4.55	-	2.95
7	พิมาย	3.71	5.54	-	9.94	7.16	6.14	7.72	2.65	5.46	6.14	2.22	3.95
8	ด่านขุนทด	6.89	12.97	-	30.29	-	-	16.37	-	8.71	14.69	6.45	7.05
9	จระเข้หิน	7.15	6.01	5.47	5.47	4.24	-	-	-	3.16	6.66	3.02	2.88
10	ไทยสามัคคี	5.52	4.76	-	-	-	-	-	-	2.66	4.38	2.20	2.03
ค่าสถิติ													
ค่าเฉลี่ย		5.81	7.61	6.08	14.16	5.01	5.61	8.46	3.70	4.49	7.43	3.51	5.19
ค่ามัธยฐาน		5.42	6.19	6.08	11.07	5.28	6.05	7.17	3.64	4.34	6.40	2.35	3.39
ค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 90		7.50	11.24	6.56	24.12	6.54	7.92	12.88	4.87	7.79	13.85	6.95	10.21
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		2.22	3.05	0.86	8.69	1.62	2.39	3.89	1.28	2.33	3.98	2.41	3.86
COV		0.38	0.40	0.14	0.61	0.32	0.43	0.46	0.34	0.52	0.54	0.69	0.74

*ตัวอย่างใช้วิเคราะห์ไม่ได้เนื่องจากปัญหาน้ำฝน

จากข้อมูลที่ได้พบว่าค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นรายเดือนอยู่ในช่วง 3.51 – 14.16 กรัม/ตร.ม.-เดือน และมีความแปรปรวนระหว่างชุมชนไม่สูงนัก โดยพิจารณาจากค่า COV ซึ่งบ่งบอกอัตราส่วนของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานต่อค่าเฉลี่ย ส่วนใหญ่มีค่าต่ำกว่า 0.5 และสังเกตว่าปริมาณฝุ่นที่วัดได้ในแต่ละชุมชนมีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นและลดลงไปพร้อมกัน สำหรับเดือนที่มีปริมาณฝุ่นค่อนข้างสูงได้แก่ เดือนพฤษภาคม สันนิษฐานว่าเนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่ประเทศไทยอยู่ในฤดูร้อน เสถียรภาพบรรยากาศเป็นแบบ unstable ซึ่งเอื้อต่อการกระจายของอากาศในแนวดิ่ง ทำให้ฝุ่นขนาดใหญ่ฟุ้งกระจายขึ้นจากพื้นผิวต่าง ๆ ได้มาก นอกจากนั้น ยังเป็นช่วงที่เกิดพายุฤดูร้อน (Summer Storm) ขึ้นบ่อยครั้ง (สุวพันธ์ นิลายน, 2543) พายุฤดูร้อนดังกล่าวมีความเร็วลมแรงได้ตั้งแต่ 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมงขึ้นไป จึงมีอิทธิพลในการพัดพาเศษหิน ดิน ทราย วัตถุสิ่งของต่างๆ ทั้งตามธรรมชาติและที่มนุษย์สร้างขึ้นให้ฟุ้งปลิวได้มาก จึงอาจเป็นสาเหตุของค่าที่สูงกว่าปกติบางชุมชน อาทิ ด่านขุนทด บ้านเกาะ และหนองบัวศาลา ซึ่งมีค่าสูงต่างจากกลุ่มมากในเดือนดังกล่าว



รูปที่ 4.5 ความเข้มข้นฝุ่นของ 10 ชุมชน ตลอดระยะเวลา 12 เดือน (เริ่มเดือน ก.พ. 2555)

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าสถิติของค่าความเข้มข้นฝุ่นในแต่ละชุมชน โดยค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นรายชุมชนอยู่ในช่วง 3.59 – 12.93 กรัม/ตร.ม.-เดือน และค่า COV ซึ่งแสดงความแปรปรวนระหว่างเดือนต่าง ๆ ของแต่ละชุมชนมีค่าระหว่าง 0.25 – 0.68 ซึ่งถือว่าค่อนข้างต่ำ ชุมชนที่มีค่าเฉลี่ยสูง 3 อันดับแรก ได้แก่ ด่านขุนทด บ้านเกาะ และหนองบัวศาลา ซึ่งเป็นพื้นที่เมืองหนาแน่นปานกลาง มีค่าอยู่ในช่วง 10.12 – 12.93 กรัม/ตร.ม.-เดือน สูงกว่าค่าที่พบจากผลการศึกษาในอดีต ซึ่ง สุดจิต และคณะ (2553) พบว่า เขตเมืองนครราชสีมามีปริมาณฝุ่นเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 5.29 กรัม/ตร.ม.-เดือน ส่วนเขตชนบทและเขตชานเมืองมีปริมาณฝุ่นรองลงมา คือ 4.30 และ 3.86 กรัม/ตร.ม.-เดือน ตามลำดับ โดยแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองขนาดใหญ่ในเขตเมืองน่าจะเกิดจากกิจกรรมเขตเมือง อาทิ ฝุ่นฟุ้งปลิวจากถนน ฝุ่นจากการก่อสร้างและรื้อถอนสิ่งก่อสร้าง หรือฝุ่นจากกิจการหรือโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งตั้งอยู่ในเขตเมือง นอกจากนี้ การศึกษาดังกล่าวยังได้เปรียบเทียบผลกับค่าฝุ่น PM_{10} รายเดือนในช่วงเวลาเดียวกันและสรุปว่าไม่มีความสัมพันธ์กันและค่าฝุ่น Dustfall ไม่สามารถใช้ทดแทนค่าฝุ่น PM_{10} ในการเฝ้าระวังคุณภาพอากาศได้

เมื่อพิจารณาค่า Skewness ซึ่งเป็นค่าที่บอกความสมมาตรของการแจกแจง โดยการแจกแจงแบบปกติมีค่า Skewness เท่ากับศูนย์ กรณีค่า Skewness มีค่าบวกมาก หมายถึงการแจกแจงมีลักษณะเบ้ขวา คือมีหางยาวทางด้านขวา หรือใกล้เคียงการแจกแจงแบบ Log-normal ส่วนกรณีค่า Skewness มีค่าลบมาก หมายถึงการแจกแจงมีลักษณะเบ้ซ้าย คือมีหางยาวทางด้านซ้าย เกณฑ์ทั่วไปที่ใช้ในการพิจารณา คือค่าสัมบูรณ์ของสัดส่วนค่า Skewness ต่อค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานมากกว่า 2 ถือว่าการ

แจกแจงมีลักษณะไม่ปกติ จากการวิเคราะห์พบว่า เทศบาลนครฯ หนองบัวศาลา และด่านขุนทด มีการแจกแจงค่าความเข้มข้นฝุ่นรายเดือนใกล้เคียงแบบ Log-normal ส่วนชุมชนอื่นมีการแจกแจงใกล้เคียงแบบปกติ

ตารางที่ 4.4 ค่าสถิติของค่าความเข้มข้นฝุ่นของแต่ละชุมชน

ชุมชน		ค่าเฉลี่ย	ค่ามัธยฐาน	ค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 90	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	COV	Skewness	Kurtosis
1	เทศบาลนครฯ	4.12	3.30	5.33	2.81	0.68	2.35*	6.43
2	หนองบัวศาลา	10.12	9.05	13.36	4.97	0.49	2.36	6.18
3	บ้านเกาะ	10.49	8.97	15.46	5.47	0.52	1.21	1.60
4	หนองกระทุ่ม	5.30	4.93	8.66	2.91	0.55	0.67	-0.08
5	สุรนารี	5.07	4.63	7.46	2.54	0.50	0.83	0.80
6	ปากช่อง	5.12	5.32	6.69	1.26	0.25	-0.29	-0.66
7	พิมาย	5.51	5.54	7.72	2.30	0.42	0.34	-0.10
8	ด่านขุนทด	12.93	10.84	20.55	8.00	0.62	1.68	3.14
9	จระเข้หิน	4.89	5.47	6.75	1.62	0.33	-0.06	-1.67
10	ไทยสามัคคี	3.59	3.52	5.14	1.48	0.41	0.18	-2.38

*การแจกแจงไม่ใช่แบบปกติ

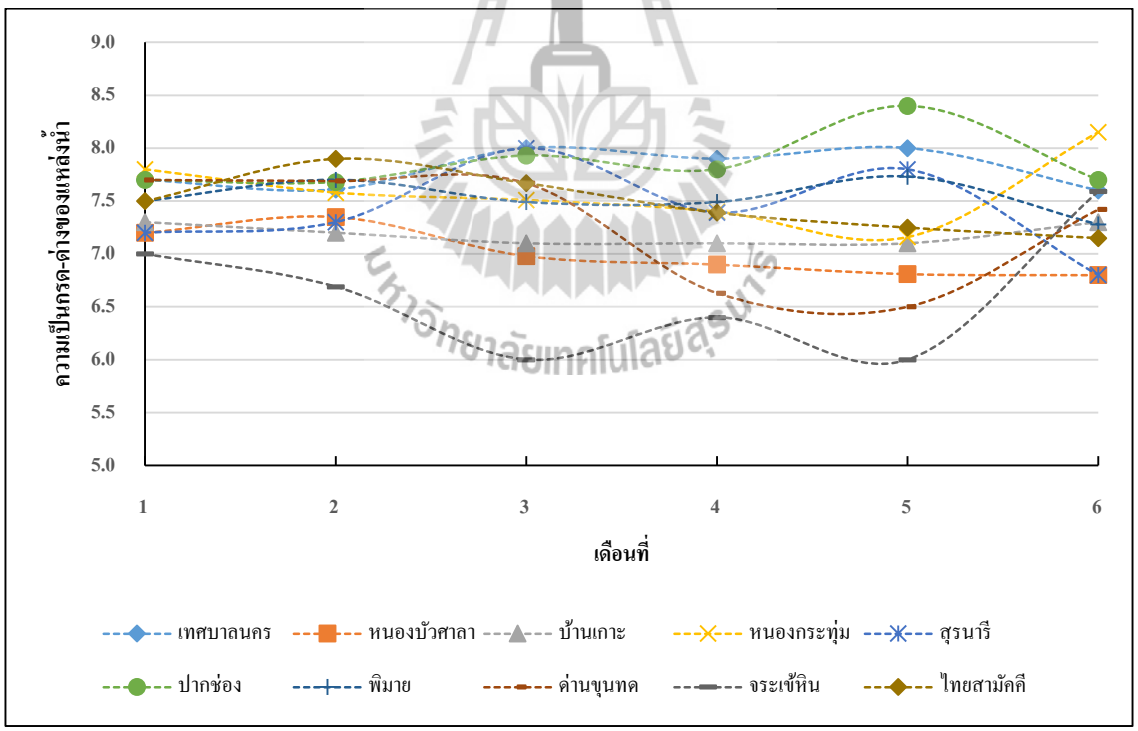
เมื่อพิจารณาค่า Kurtosis ซึ่งเป็นค่าที่บอกการกระจุกของข้อมูลบริเวณค่ากลาง เมื่อเทียบกับการแจกแจงแบบปกติ โดยให้การแจกแจงแบบปกติมีค่า Kurtosis เท่ากับศูนย์ หากค่า Kurtosis มีค่าบวก หมายถึงการแจกแจงมีลักษณะกระจุกตัวมาก คือโด่งที่บริเวณค่ากลาง และมีปลายเรียวทั้งด้านซ้ายและขวา ส่วนกรณีค่า Kurtosis มีค่าลบมาก หมายถึงการแจกแจงมีลักษณะกระจายมากและมีปลายหนา เกณฑ์ทั่วไปที่ใช้ในการพิจารณา คือค่าสัมบูรณ์ของสัดส่วนค่า Kurtosis ต่อค่าคลาดเคลื่อนมาตรฐานมากกว่า 2 ถือว่าการแจกแจงมีลักษณะไม่ปกติ จากการวิเคราะห์พบว่า เทศบาลนครฯ หนองบัวศาลา และด่านขุนทด มีการแจกแจงค่าความเข้มข้นฝุ่นรายเดือนแบบกระจุกตัวกว่าชุมชนอื่นซึ่งมีการแจกแจงใกล้เคียงแบบปกติ

4.2.2 ความเป็นกรด-ด่างของน้ำฝน

เนื่องจากการเก็บตัวอย่างน้ำฝนโดยตรงในช่วงที่ฝนตกเป็นภาระที่ค่อนข้างมากในทางปฏิบัติ นักสิ่งแวดล้อมชุมชนทุกแห่งจึงใช้การวัดค่าพีเอชของน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติของชุมชนเพื่อเป็นตัวชี้วัดทางอ้อมของความเป็นกรด-ด่างของน้ำฝน โดยใช้ปากกาวัดพีเอชที่โครงการมอบให้ โดยคณะผู้วิจัยได้ขอความร่วมมือให้ทำการเก็บข้อมูลต่อเนื่องอย่างน้อยเป็นระยะเวลา 6 เดือน ผลการเก็บแสดงดังตารางที่ 4.5 และรูปที่ 4.6

ตารางที่ 4.5 ผลการตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำในแหล่งน้ำของ 10 ชุมชน

ชุมชน		ก.พ.55	มี.ค.55	เม.ย.55	พ.ค.55	มิ.ย.55	ก.ค.55
1	เทศบาลนคร	7.70	7.61	8.00	7.90	8.00	7.60
2	หนองบัวศาลา	7.20	7.35	6.98	6.90	6.81	6.80
3	บ้านเกาะ	7.30	7.20	7.10	7.10	7.10	7.30
4	หนองกระทุ่ม	7.80	7.58	7.51	7.40	7.16	8.15
5	สุรนารี	7.20	7.30	8.00	7.39	7.80	6.80
6	ปากช่อง	7.70	7.68	7.93	7.80	8.40	7.70
7	พิมาย	7.50	7.70	7.49	7.49	7.73	7.28
8	ด่านขุนทด	7.70	7.69	7.67	6.63	6.50	7.42
9	จระเข้หิน	7.00	6.69	6.00	6.40	6.00	7.59
10	ไทยสามัคคี	7.50	7.90	7.67	7.39	7.25	7.15
ค่าสถิติ							
ค่าเฉลี่ย		7.46	7.47	7.44	7.24	7.28	7.38
ค่ามัธยฐาน		7.50	7.60	7.59	7.39	7.21	7.36
ค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 10		7.02	6.74	6.10	6.42	6.05	6.80
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		0.27	0.35	0.61	0.48	0.73	0.41
COV		0.04	0.05	0.08	0.07	0.10	0.06



รูปที่ 4.6 ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำในแหล่งน้ำ ตั้งแต่เดือน ก.พ. 2555 – ก.ค. 2555

จากข้อมูลเมื่อพิจารณาในเชิงเวลาพบว่าค่าพีเอชน้ำเฉลี่ยในแต่ละเดือนมีค่าเปลี่ยนแปลงน้อยมาก โดยมีค่าเฉลี่ยในช่วง 7.24 – 7.47 และค่าความแปรปรวนและค่า COV ต่ำ ค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 10

อยู่ในช่วง 6.05 – 7.02 ซึ่งแม้ว่าจะต่ำกว่าค่ากลางเล็กน้อยแต่ไม่ถือว่ามีความเป็นกรดอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นกล่าวได้ว่าในการประเมินสภาพปัญหาฝนกรดโดยใช้แหล่งน้ำผิวดินธรรมชาติเป็นตัวแทน ในภาพรวมเชิงพื้นที่ของจังหวัดนครราชสีมาไม่พบชุมชนที่มีปัญหา ทั้งนี้การแปลผลดังกล่าวมีข้อจำกัดเนื่องจากน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติมีปริมาณสูงและมีสารที่ทำหน้าที่สะเทินกรดหรือด่าง (Buffer) ทำให้ค่าพีเอชไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก และหากพิจารณาช่วงเวลาที่เก็บข้อมูลซึ่งเป็นฤดูแล้ง ปริมาณน้ำฝนที่ลงสู่แหล่งน้ำมีน้อยกว่าฤดูฝน อิทธิพลจากคุณภาพน้ำฝนจึงมีน้อยกว่าช่วงฤดูฝน ดังนั้นการประเมินสภาพฝนกรดของการศึกษาครั้งนี้จึงอาจไม่สามารถสรุปได้ชัดเจนนัก ยกเว้นกรณีที่มีปัญหารุนแรงหรือเป็นระยะเวลานานจนทำให้สภาพแวดล้อมมีการเสื่อมโทรม ซึ่งไม่พบในทั้ง 10 ชุมชนที่ร่วมโครงการ

อย่างไรก็ตาม การตรวจวัดค่าพีเอชของแหล่งน้ำสามารถช่วยประเมินปัญหาสิ่งแวดล้อมอีกด้านหนึ่ง ซึ่งอาจมีนัยสำคัญมากกว่าปัญหาฝนกรด คือ ปัญหาการปนเปื้อนของน้ำเสียจากแหล่งกำเนิดประเภทโรงงานอุตสาหกรรม โดยจากข้อมูลข้างต้นเมื่อพิจารณาช่วงความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 ของค่าเฉลี่ยของค่าพีเอช ดังตารางที่ 4.6 พบว่าทั้ง 10 ชุมชนมีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่ปกติและไม่แสดงถึงการมีปัญหาการปนเปื้อนจากน้ำเสียที่มีค่าพีเอชเป็นกรดหรือด่างสูง

ตารางที่ 4.6 ค่าสถิติของค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำในแหล่งน้ำของแต่ละชุมชน

ชุมชน		ค่าเฉลี่ย	ค่ามัธยฐาน	ค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 10	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	COV	ช่วงความเชื่อมั่น 95%	
							ขอบเขตล่าง	ขอบเขตบน
1	เทศบาลนคร	7.80	7.80	7.60	0.19	0.02	7.60	8.00
2	หนองบัวศาลา	7.01	6.94	6.80	0.22	0.03	6.77	7.24
3	บ้านเกาะ	7.18	7.15	7.10	0.10	0.01	7.08	7.29
4	หนองกระทุ่ม	7.60	7.55	7.16	0.34	0.04	7.24	7.96
5	สุรนารี	7.42	7.35	6.80	0.43	0.06	6.96	7.87
6	ปากช่อง	7.87	7.75	7.68	0.28	0.04	7.58	8.16
7	พิมาย	7.53	7.50	7.28	0.16	0.02	7.36	7.70
8	ด่านขุนทด	7.27	7.55	6.50	0.56	0.08	6.68	7.85
9	จระเข้หิน	6.61	6.55	6.00	0.62	0.09	5.97	7.26
10	ไทยสามัคคี	7.48	7.45	7.15	0.28	0.04	7.19	7.77

นอกจากนี้ ตารางข้างต้นยังแสดงค่าสถิติสำคัญอื่น ๆ ของค่าความพีเอชในแต่ละชุมชน โดยค่าเฉลี่ยพีเอชรายชุมชนอยู่ในช่วง 6.61 – 7.87 และค่า COV มีค่าระหว่าง 0.01 – 0.09 ซึ่งแสดงว่าค่าที่วัดได้ในแต่ละชุมชนค่อนข้างคงที่ ค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 10 ซึ่งเป็นตัวแทนค่าพีเอชในด้านต่ำ (กล่าวคือมีโอกาสพบค่าที่ต่ำกว่าอยู่เพียงร้อยละ 10) อยู่ในช่วง 6.00 – 7.68 ข้อมูลข้างต้นเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานความเป็นกรดและด่างของแหล่งน้ำผิวดิน (ตารางที่ 4.7) ประเภทที่ 2 ถึง 4 ซึ่งมีค่า 5 - 9 จะเห็นได้ว่าทุกชุมชนมีค่าอยู่ในช่วงปกติ โดยมีชุมชนที่น่าสังเกตคือ จระเข้หิน ซึ่งมีค่าต่ำกว่าชุมชนอื่น

ๆ จึงอาจถือเป็นสัญญาณเตือนในการเก็บข้อมูลหรือทำการศึกษาให้ละเอียดขึ้นว่ามีการปนเปื้อนจากน้ำเสียอุตสาหกรรมในบริเวณดังกล่าวลงสู่แหล่งน้ำหรือไม่ ทั้งนี้ จากข้อมูลในอดีตพบว่าบริเวณพื้นที่มีโรงน้ำตาลขนาดใหญ่และเคยมีกรณีปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมกับชุมชน

ตารางที่ 4.7 ประเภทแหล่งน้ำผิวดินและค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำในแหล่งน้ำ (กรมควบคุมมลพิษ, 2549)

ประเภท	การใช้ประโยชน์	ค่าความเป็นกรด-ด่าง
ประเภทที่ 1	ได้แก่ แหล่งน้ำที่คุณภาพน้ำมีสภาพตามธรรมชาติโดยปราศจากน้ำทิ้งจากกิจกรรมทุกประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ (1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติก่อน (2) การขยายพันธุ์ตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตระดับพื้นฐาน (3) การอนุรักษ์ระบบนิเวศน์ของแหล่งน้ำ	ตามธรรมชาติ
ประเภทที่ 2	ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ (1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน (2) การอนุรักษ์สัตว์น้ำ (3) การประมง (4) การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ	5-9
ประเภทที่ 3	ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ (1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน (2) การเกษตร	5-9
ประเภทที่ 4	ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ (1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษก่อน (2) การอุตสาหกรรม	5-9
ประเภทที่ 5	ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการคมนาคม	-

4.2.3 โลหะหนักที่เป็นองค์ประกอบของฝุ่น

ผลการวิเคราะห์โลหะหนักที่เป็นองค์ประกอบของฝุ่นด้วยวิธี ICP-MS ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์โลหะหนักในฝุ่นของ 10 ชุมชน

ชุมชน		โลหะหนัก (มก./กก.)								
		Cr	Mn	Fe	Cu	Zn	As	Cd	Hg	Pb
1	เทศบาลนคร	252.13	579.36	9,162.76	168.67	1,034.24	4.49	2.47	9.52	1,259.90
2	หนองบัวศาลา	57.79	593.94	15,564.00	171.10	632.98	4.15	1.01	4.81	2,111.03
3	บ้านเกาะ	33.46	605.42	10,337.53	52.97	385.90	4.30	0.73	5.48	695.47
4	หนองกระทุ่ม	66.80	473.14	7,396.13	109.26	673.50	5.43	1.49	8.51	1,024.26
5	สุรนารี	36.58	481.47	6,098.81	182.37	859.76	4.47	2.16	26.19	974.13
6	ปากช่อง	41.53	663.17	6,458.50	78.79	1,301.06	4.84	1.39	10.16	974.43
7	พิมาย	101.85	565.95	8,223.59	61.12	621.44	4.56	2.27	8.53	1,618.49
8	ด่านขุนทด	49.77	403.15	6,853.56	29.98	418.24	3.48	0.54	3.19	408.46
9	จระเข้หิน	81.35	1,129.23	21,060.73	63.28	809.84	3.80	1.31	6.20	1,048.65
10	ไทยสามัคคี	64.37	714.74	24,129.13	52.34	1,082.31	5.71	0.82	5.44	1,151.42
ค่าสถิติ										
ค่าเฉลี่ย		78.56	620.96	11,528.47	96.99	781.93	4.52	1.42	8.80	1,126.62
ค่ามัธยฐาน		61.08	586.65	8,693.18	71.04	741.67	4.48	1.35	7.36	1,036.46
ค่าเปอร์เซ็นไทล์ที่ 90		116.88	756.19	21,367.57	172.23	1,104.19	5.46	2.29	11.76	1,667.74
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน		64.50	200.94	6,480.57	57.01	294.21	0.68	0.68	6.51	470.70
COV		0.82	0.32	0.56	0.59	0.38	0.15	0.48	0.74	0.42

ผลจากการหาความเข้มข้นของโลหะหนักในฝุ่น Dustfall จาก 10 ชุมชน สามารถตรวจได้พบทุกความเข้มข้นของทุกธาตุโลหะหนักและตรวจพบทุกชุมชน รูปแบบการแจกแจงของโลหะหนักในฝุ่นพบว่าส่วนมากใกล้เคียงแบบ normal อาทิ Mn Zn As Hg และ Pb แต่มีการแจกแจงที่ใกล้เคียงแบบ lognormal ในบางกรณี อาทิ Cr และ Fe ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรผันทั้งหมดมีค่าไม่เกิน 1 ซึ่งแสดงถึงการแจกแจงความน่าจะเป็นของข้อมูลที่มีแนวโน้มแบบปกติ

ผลการวิเคราะห์พบค่าความเข้มข้นที่ค่อนข้างสูงสำหรับ Cr Cu Zn และ Pb เมื่อเทียบกับการศึกษาอื่น (ตารางที่ 4.9) ส่วนการพิจารณาเป็นรายชุมชนพบความเข้มข้นของ Cr กับ Cd สูงที่สุดที่เทศบาลนครฯ ความเข้มข้นของ Mn สูงที่สุดที่เทศบาลตำบลจระเข้หิน ความเข้มข้นของ Fe และ As สูงที่สุดที่ อบต.ไทยสามัคคี และความเข้มข้นของ Cu และ Hg สูงที่สุดที่ อบต.สุรนารี ในทางตรงข้ามชุมชนที่พบความเข้มข้นโลหะหนักต่ำเป็นส่วนใหญ่ คือ อบต.ด่านขุนทด

อนึ่ง เมื่อวิเคราะห์ในพื้นที่ชุมชนที่สำคัญ ได้แก่ เทศบาลนครฯ และบริเวณชุมชนโดยรอบประกอบไปด้วยแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศหลากหลายกิจกรรม ได้แก่ ที่พักอาศัย ย่านการค้า

อุตสาหกรรม เกษตรกรรม สนามบิน (กองบิน 1 กองทัพอากาศ) รวมทั้งถนนสายหลัก ถนนสายรอง ตรอกหรือซอยอีกหลายสาย จากข้อมูลของโรงงานอุตสาหกรรมที่อยู่ในเขตเทศบาลนครฯ มีมากถึง 225 โรงงาน (สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดนครราชสีมา, 2552) ซึ่งคิดเป็นประมาณร้อยละ 10 ของโรงงานทั้งหมดทั่วทั้งจังหวัด โดยที่ประเภทของโรงงานทั้งหมดในเขตเทศบาลแบ่งได้ตามตารางที่ 4.10 ซึ่งจากข้อมูลจะเห็นได้ว่ากว่าครึ่งหนึ่งของโรงงานเป็นงานเกี่ยวกับยานยนต์ โลหะ และเครื่องจักร จึงมีโอกาสสูงในการปล่อยฝุ่นละอองโลหะ อาทิ Cd Pb Cu และ Cr อีกทั้งอุตสาหกรรมอื่น ๆ อาจมีสารจำพวกโลหะหนักปะปนในกระบวนการ อาทิ การพ่นสี และการพิมพ์ ที่ในส่วนผสมของสีมีโลหะหนักผสมอยู่หลายชนิด เช่น Pb As Cr และ Hg ดังนั้น อาจสามารถอธิบายการพบค่าสูงของโลหะหนักเหล่านี้ในเทศบาลนครฯ และอีก 4 ชุมชนโดยรอบ ได้แก่ หนองบัวศาลา สุรนารี บ้านเกาะ และหนองกระทุ่ม โดยเขตอุตสาหกรรมที่สำคัญในพื้นที่ ได้แก่ เขตอุตสาหกรรมสุรนารี และโรงงานอุตสาหกรรมแป้งมันหลายแห่ง บริเวณ อบต.หนองบัวศาลา และนิคมอุตสาหกรรมนวนคร 2 เขตอำเภอสูงเนิน ซึ่งโรงงานจำนวนมากเป็นโรงงานผลิตชิ้นส่วนโลหะและโรงงานอิเล็กทรอนิกส์

ตารางที่ 4.9 ช่วงค่าความเข้มข้นโลหะหนักในตัวอย่างฝุ่นในเขตเมืองจากการศึกษาอื่น

โลหะหนัก	Cr	Cu	Zn	Cd	Pb
ความเข้มข้น[1] (มก./กก.)	11 – 263	26 – 143	112 – 1,883	1 – 7	36 – 544

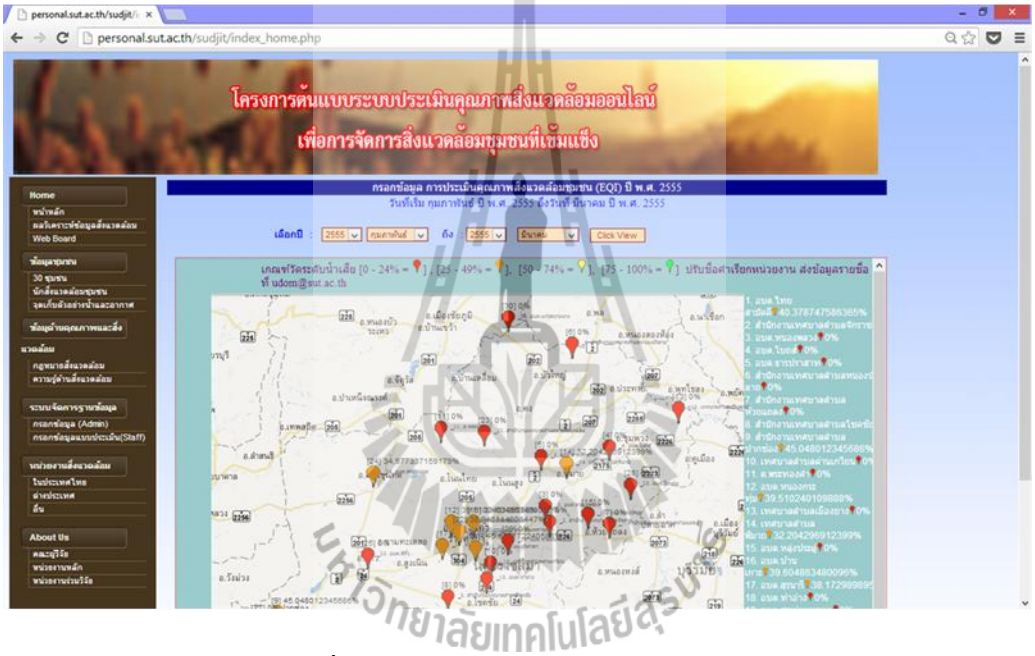
[1]Leung et at. (2003), Thornton (1991), Varrica et al. (2003), Tokalioglu and Kartal (2006), Meza-Figueroa et al. (2007)

ตารางที่ 4.10 ประเภทโรงงานอุตสาหกรรมในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา

ประเภทของโรงงาน	**จำนวน**
โรงงานซ่อมแซมและเคาะพ่นสีรถยนต์	60
โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์โลหะ	31
โรงงานประกอบหรือดัดแปลงชิ้นส่วนสำหรับรถยนต์	20
โรงงานผลิต ประกอบ ดัดแปลงหรือซ่อมแซมเครื่องยนต์ เครื่องจักรและอุปกรณ์อื่น ๆ	20
โรงงานผลิตอาหารและเครื่องดื่ม	28
โรงงานผลิตเกี่ยวกับไม้ผลิตภัณฑ์จากไม้ และเครื่องเรือน	19
โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับการพิมพ์	8
โรงงานอื่น ๆ	39
รวม	225

4.3 ผลการพัฒนา Web Site โครงการ

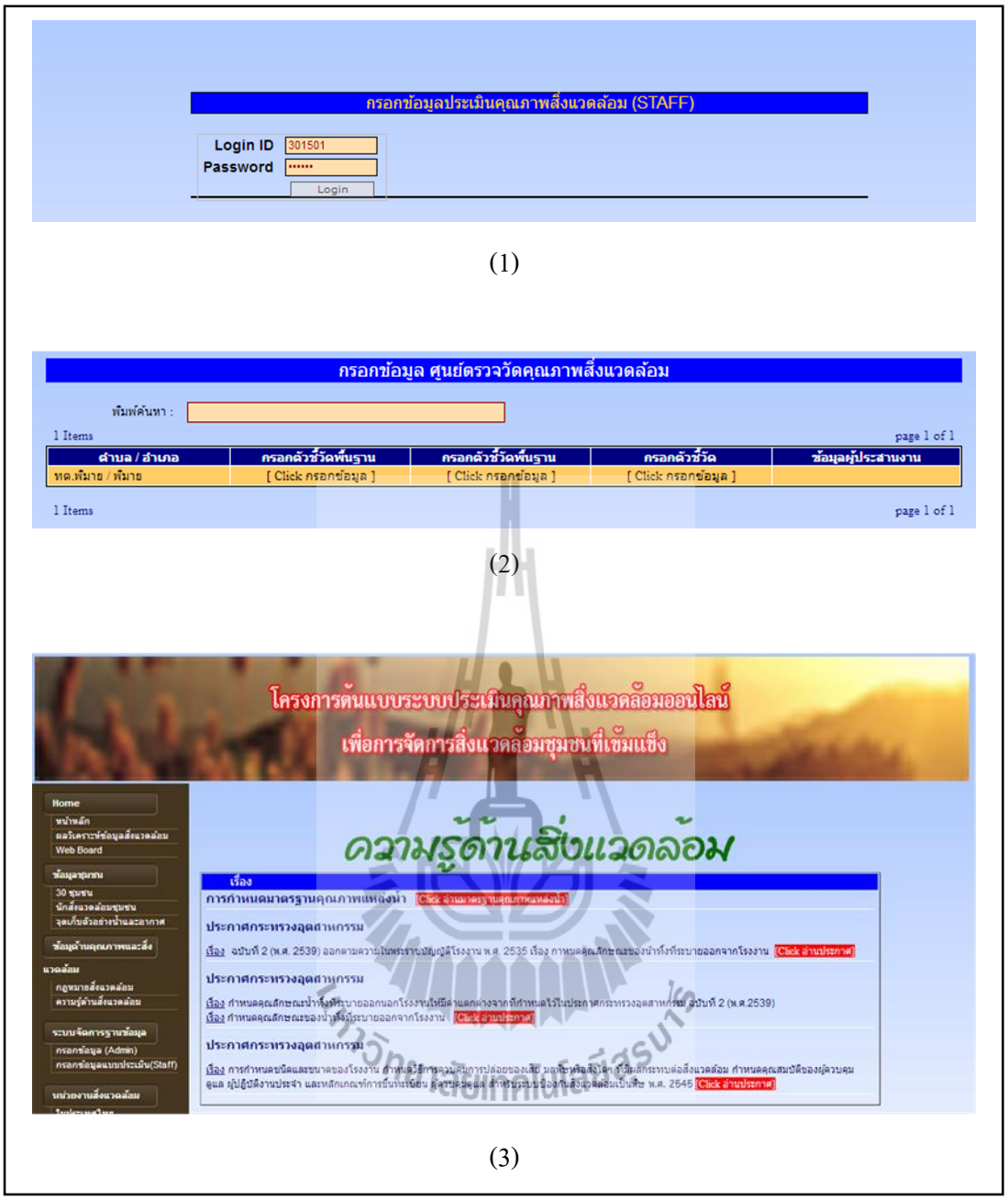
Web site ของโครงการได้ถูกพัฒนาขึ้นโดยรวมอยู่กับ Web site ของโครงการวิจัยเรื่อง “ต้นแบบระบบประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อมแบบ On-line เพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อมชุมชนที่เข้มแข็ง” ของคณะผู้วิจัยซึ่งดำเนินการในช่วงเวลาเดียวกัน โดยได้ขอใช้พื้นที่บน server ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ http://personal.sut.ac.th/sudjit และได้ว่าจ้างผู้เชี่ยวชาญด้านระบบคอมพิวเตอร์เพื่อพัฒนาระบบโดยกำหนดให้ให้มีองค์ประกอบในด้านข้อมูลความรู้ด้านคุณภาพอากาศ ข้อมูลผลการตรวจวัดฝุ่นและค่าพีเอชของแหล่งน้ำในชุมชน ตัวอย่างหน้า Web แสดงในรูปที่ 4.7



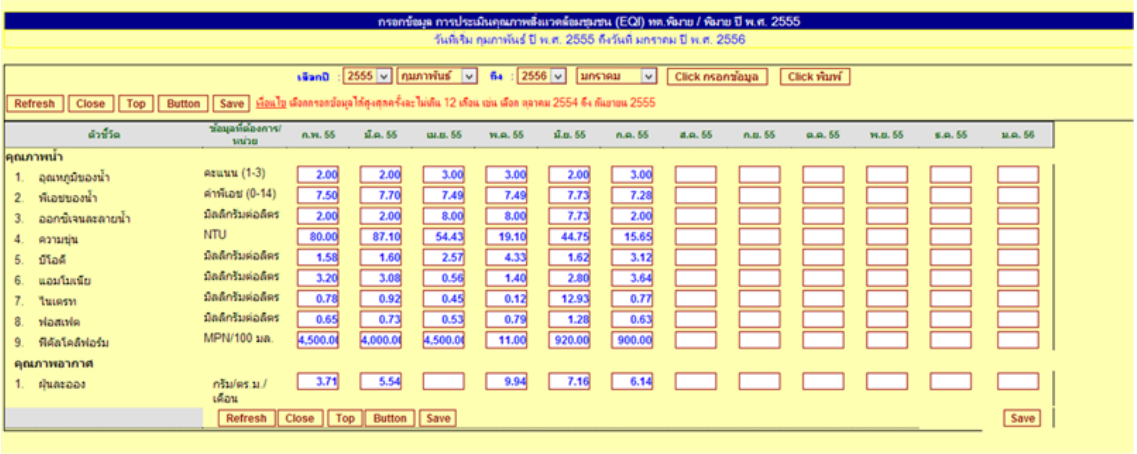
รูปที่ 4.7 ตัวอย่างหน้า Web Site โครงการ

4.3.1 การใช้งาน Web Site โครงการ

ระหว่างการสร้างเครือข่ายนักสิ่งแวดล้อมประจำชุมชน ในขั้นตอนการติดต่อและเข้าพบกับเจ้าหน้าที่ด้านสิ่งแวดล้อมขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นของทั้ง 10 ชุมชน ครั้งที่ 2 คณะผู้วิจัยได้อธิบายวิธีการดำเนินงานโครงการในส่วนของการป้อนข้อมูลเข้าระบบใน Web Site ของโครงการ และขอให้ตัวแทนจากชุมชน หรือ “นักสิ่งแวดล้อมชุมชน” ดำเนินการป้อนข้อมูลหรือเข้าใช้ระบบเพื่อดูข้อมูลสิ่งแวดล้อมของชุมชนของตนเองและของชุมชนอื่นที่ร่วมโครงการ รูปที่ 4.8 แสดงตัวอย่างการใช้งานระบบ และรูปที่ 4.9 แสดงหน้าตารางสำหรับป้อนข้อมูลและแสดงข้อมูลคุณภาพสิ่งแวดล้อม ซึ่งรวมถึงค่าฝุ่นละอองและค่าพีเอชของแหล่งน้ำ



รูปที่ 4.8 ตัวอย่างการใช้งาน Web Site โครงการ (1) Log-in (2) เมนูสำหรับเลือกป้อนหรือดูข้อมูลสิ่งแวดล้อม และ (3) หน้าข้อมูลความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม



รูปที่ 4.9 ตัวอย่างตารางป้อนข้อมูลและแสดงข้อมูลฝุ่นละอองและค่าพีเอชของน้ำ

อย่างไรก็ตาม การจัดทำ Web Site ของโครงการประสบปัญหาในด้านเทคนิคจากการเขียนโปรแกรมทำให้มีความล่าช้ากว่าแผน และต้องทำการปรับแก้อยู่เป็นระยะ ๆ จนถึงระยะสิ้นสุดโครงการ ประกอบกับมีการเปลี่ยน Version ของ Server ของศูนย์คอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในช่วงกลางปี 2555 ทำให้โปรแกรมที่เขียนไว้มีปัญหาเรื่อง Font และหยุดการทำงานและต้องทำการแก้ไขเป็นกรณีพิเศษ จากปัญหาดังกล่าวข้างต้น ส่งผลกับประสิทธิภาพการดำเนินโครงการซึ่งต้องการให้ Web Site เป็นสื่อกลางในการเชื่อมต่อระหว่างคณะผู้วิจัยและนักสิ่งแวดล้อมชุมชน และทำให้การใช้งาน Web Site โครงการไม่เป็นไปตามที่ตั้งเป้าหมายไว้

4.3.2 ความเห็นของชุมชนต่อการใช้งาน Web Site โครงการ

คณะผู้วิจัยได้ทำการประเมินผลการใช้งาน Web Site โครงการหลังจากการดำเนินโครงการในส่วนการเก็บข้อมูลสิ้นสุดลง โดยใช้แบบสอบถามความคิดเห็นทางโทรศัพท์กับชุมชนที่ร่วมโครงการ 10 ชุมชน และมีคำถามหลักที่เกี่ยวข้องกับโครงการ 3 ข้อ ดังต่อไปนี้

1) การมี Web Site ซึ่งให้บริการในการประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อมสำหรับชุมชน เป็นประโยชน์ต่อชุมชนของท่านมากน้อยเพียงใด
2) ท่านได้ใช้ประโยชน์จาก Web Site ของโครงการนี้ในการประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อมสำหรับชุมชนของท่านมากน้อยเพียงใด
3) การร่วมกิจกรรมกับโครงการ และข้อมูลที่ได้รับ ทำให้เกิดประโยชน์กับการเฝ้าระวังและการประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อมของชุมชนของท่านมากน้อยเพียงใด

ผลการสอบถามความคิดเห็น แสดงดังตารางที่ 4.11 โดยคะแนน 10 คือมากที่สุด และคะแนน 1 คือน้อยที่สุด พบว่านักสิ่งแวดล้อมชุมชนที่สามารถติดต่อและขอความคิดเห็นได้ มี 8 คนจากทั้งหมด 10 คน โดยคะแนนในข้อที่ 1 และ 2 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 6.5 จาก 10 คือนักสิ่งแวดล้อมชุมชนเห็น

ว่าการมี Web Site เป็นประโยชน์ต่อชุมชนในระดับกลางถึงมาก และคิดว่าได้เข้าใช้ประโยชน์จากโครงการในระดับเดียวกัน ส่วนในภาพรวมของการร่วมกิจกรรมกับโครงการ นักสิ่งแวดล้อมชุมชนให้คะแนนประโยชน์ในการเฝ้าระวังและการประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อมในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 8.5 คะแนน ทั้งนี้ กรณีเทศบาลนครฯ และเทศบาลตำบลพิมาย ไม่เคยเข้าใช้ Web Site โครงการจึงไม่สามารถให้ความคิดเห็นได้

ตารางที่ 4.11 ผลการสอบถามความคิดเห็นชุมชนที่ร่วมโครงการ 10 ชุมชน

ชุมชน	ข้อ 1 การมี Web Site เป็นประโยชน์ต่อชุมชน	ข้อ 2 การใช้ประโยชน์จาก Web Site ของโครงการ	ข้อ 3 ผลในการเฝ้าระวังคุณภาพสิ่งแวดล้อมชุมชน
เทศบาลนครนครราชสีมา	n/a[1]	n/a	3
อบต.หนองบัวศาลา	8	8	10
เทศบาลเมืองปากช่อง	-[2]	-	-
เทศบาลตำบลจระเข้หิน	8	8	9
อบต.สุรนารี	9	9	10
อบต.บ้านเกาะ	-	-	-
เทศบาลต.พิมาย	n/a	n/a	7
อบต.ด่านขุนทด	10	10	10
อบต.หนองกระทุ่ม	8	8	10
อบต.ไทยสามัคคี	5	5	9
เฉลี่ย	6.3	6.3	8.5

[1] ไม่สามารถประเมินได้เนื่องจากไม่เคยเข้าใช้งาน

[2] ไม่สามารถติดต่อนักสิ่งแวดล้อมชุมชนที่ร่วมโครงการได้

4.4 การประเมินการปนเปื้อนโลหะหนักโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (PCA)

4.4.1 การจัดกลุ่มโลหะหนัก

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของธาตุโลหะหนักทั้ง 9 ชนิด โดยพิจารณาค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ดังตารางที่ 4.12 พบว่ามีธาตุที่มีความสัมพันธ์ในลักษณะแปรผันตามกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จำนวน 1 คู่ คือ Fe กับ Mn โดยมีค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.716 ส่วนที่ระดับนัยสำคัญ 0.10 มีจำนวน 4 คู่ ได้แก่ Cr กับ Cd, Cu กับ Cd, Cu กับ Hg, และ Cd กับ Hg โดยมีค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์อยู่ในช่วง 0.57 – 0.62

ตารางที่ 4.12 สหสัมพันธ์ของค่าความเข้มข้นโลหะหนักในฝุ่น

		Cr	Mn	Fe	Cu	Zn	As	Cd	Hg	Pb
Correlation	Cr	1.000	.044	-.019	.346	.270	.012	**.619**	-.059	.245
	Mn	.044	1.000	**.716**	-.228	.295	-.107	-.087	-.220	.113
	Fe	-.019	**.716**	1.000	-.208	.172	.167	-.375	-.405	.273
	Cu	.346	-.228	-.208	1.000	.239	.059	**.570**	**.594**	.505
	Zn	.270	.295	.172	.239	1.000	.503	.350	.301	.133
	As	.012	-.107	.167	.059	.503	1.000	.143	.127	.156
	Cd	**.619**	-.087	-.375	**.570**	.350	.143	1.000	**.616**	.330
	Hg	-.059	-.220	-.405	**.594**	.301	.127	**.616**	1.000	-.044
	Pb	.245	.113	.273	.505	.133	.156	.330	-.044	1.000
Sig. (1-tailed)	Cr		.452	.479	.163	.225	.487	**.028**	.435	.248
	Mn	.452		**.010**	.263	.204	.384	.406	.270	.377
	Fe	.479	**.010**		.282	.317	.322	.143	.123	.223
	Cu	.163	.263	.282		.253	.436	**.043**	**.035**	.068
	Zn	.225	.204	.317	.253		.069	.161	.199	.357
	As	.487	.384	.322	.436	.069		.347	.363	.333
	Cd	**.028**	.406	.143	**.043**	.161	.347		**.029**	.176
	Hg	.435	.270	.123	**.035**	.199	.363	**.029**		.452
	Pb	.248	.377	.223	.068	.357	.333	.176	.452	

เมื่อทำการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักโดยใช้การหมุนแกนให้ค่า Factor loading มีความเหมาะสม ได้ค่า Eigenvalues ของปัจจัยหลัก เฉพาะที่มีค่ามากกว่า 1 แสดงดังตารางที่ 4.13 โดยค่า Eigenvalues ของปัจจัยที่ 1 เท่ากับ 2.340 สามารถอธิบายความแปรปรวนได้ 25.998% ส่วนในปัจจัยที่ 2 และ 3 ได้ค่า Eigenvalues เพิ่มขึ้นเป็น 2.286 และ 1.718 สามารถอธิบายความแปรปรวนได้ 25.401% และ 19.085% ตามลำดับ เมื่อรวมทั้ง 3 ปัจจัย สามารถอธิบายความแปรปรวนทั้งหมดได้ 70.49%

ผลการวิเคราะห์ค่า Factor loading ดังแสดงในตารางที่ 4.14 สามารถจัดแยกโลหะหนักที่มีความสัมพันธ์กับแต่ละปัจจัยโดยพิจารณาจากค่า Factor loading ที่สูงในแต่ละปัจจัย ดังต่อไปนี้

- โลหะหนักที่มีความสัมพันธ์กับ ปัจจัยที่ 1 สูง ได้แก่ Cd Cr Cu และ Pb
- โลหะหนักที่มีความสัมพันธ์กับ ปัจจัยที่ 2 สูง ได้แก่ Fe Mn และ Hg
- โลหะหนักที่มีความสัมพันธ์กับ ปัจจัยที่ 3 สูง ได้แก่ Zn และ As

ตารางที่ 4.13 ค่า Eigenvalues ที่ได้จากการวิเคราะห์

Component	Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %
1	2.340	25.998	25.998
2	2.286	25.401	51.399
3	1.718	19.085	70.485

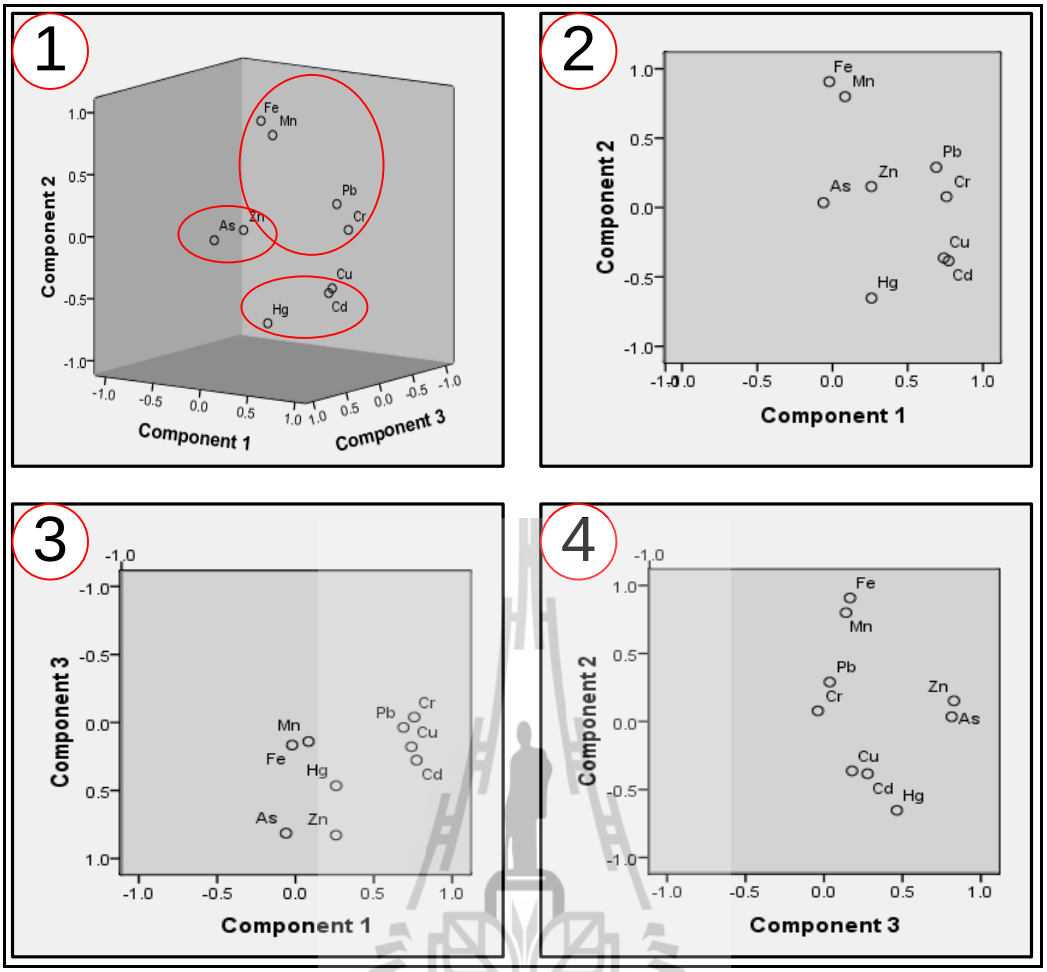
ตารางที่ 4.14 ค่า Factor loading จากการวิเคราะห์

	Component		
	1	2	3
Cd	0.772		
Cr	0.758		
Cu	0.741		
Pb	0.689		
Fe		0.908	
Mn		0.799	
Hg		-0.654	
Zn			0.828
As			0.813

เป็นที่น่าสังเกตว่า Hg มีค่า Factor loading สูงในปัจจัยที่ 2 แต่มีค่าเป็นลบ เป็นการบอกถึงความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามกับค่าปัจจัย กล่าวคือ หากปัจจัยที่ 2 มีค่าสูง ค่า Fe และ Mn จะมีค่าสูงด้วย แต่ค่า Hg จะมีค่าต่ำ และเมื่อนำค่า Factor loading มาสร้างกราฟดังรูปที่ 4.10 สามารถมองเห็นความสัมพันธ์ของโลหะหนักจากฝุ่นที่ได้แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ดังกล่าวข้างต้น โดยพบว่า Cd Cr Cu และ Pb จับกลุ่มในบริเวณเดียวกัน เช่นเดียวกับ Fe ซึ่งอยู่ใกล้กับ Mn และในส่วนของ Zn ซึ่งอยู่ใกล้กับ As

4.4.2 การจัดกลุ่มชุมชน

เมื่อทำการวิเคราะห์ค่า Factor score จากข้อมูลสามารถหาค่าคะแนนของปัจจัยหลักที่ 1 ถึง 3 ของทั้ง 10 ชุมชน และนำมาแสดงในรูปกราฟได้ดังรูปที่ 4.11 โดยตัวย่อของแต่ละชุมชนแสดงในตารางที่ 4.15

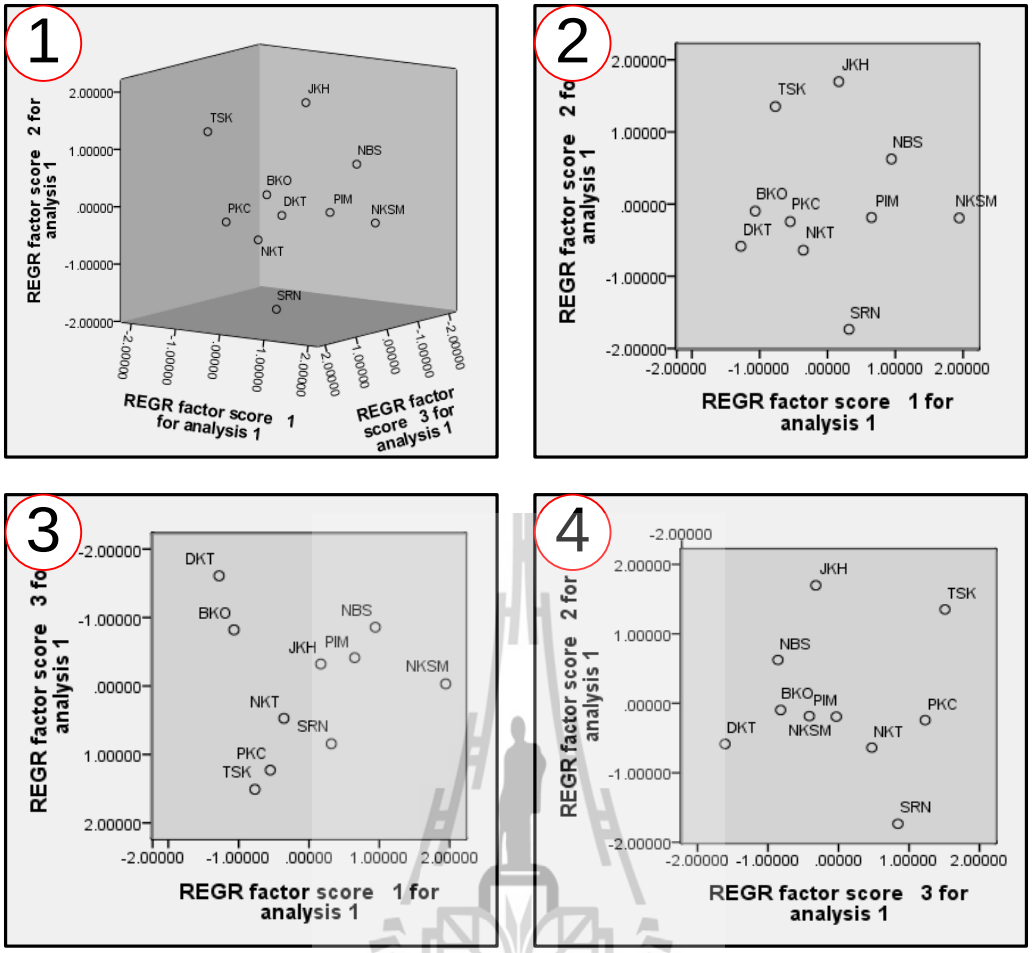


รูปที่ 4.10 กราฟแสดง Factor loading ของปัจจัย (1) กราฟแสดง 3 ปัจจัย (2) กราฟระหว่างปัจจัยที่ 1 และ 2 (3) กราฟระหว่างปัจจัยที่ 1 และ 3 และ (4) กราฟระหว่างปัจจัยที่ 3 และ 2

ตารางที่ 4.15 ตัวย่อที่ใช้สำหรับแต่ละชุมชน

ชุมชน		ตัวย่อ
1	เทศบาลนคร	NKSM
2	หนองบัวศาลา	NBS
3	บ้านเกาะ	BKO
4	หนองกระทุ่ม	NKT
5	สุรนารี	SRN
6	ปากช่อง	PKC
7	พิมาย	PIM
8	ด่านขุนทด	DKT
9	จระเข้หิน	JKH
10	ไทยสามัคคี	TSK

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 4.11 กราฟแสดง Factor score ของชุมชน (1) กราฟแสดง 3 ปัจจัย (2) กราฟระหว่างปัจจัยที่ 1 และ 2 (3) กราฟระหว่างปัจจัยที่ 1 และ 3 และ (4) กราฟระหว่างปัจจัยที่ 3 และ 2

จากรูปที่ 4.11 (2) แสดงค่า Factor Score ระหว่างปัจจัยที่ 1 และ 2 จะเห็นว่ามีกลุ่มชุมชนที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0 และ -2 ของปัจจัยที่ 1 และอยู่ในช่วงระหว่าง -1 ถึง +1 ของปัจจัยที่ 2 คือกลุ่มของชุมชน บ้านเกาะ (BKO) หนองกระทุ่ม (NKT) ปากช่อง (PKC) และด่านขุนทด (DKT) ซึ่งพบว่าความเข้มข้นของโลหะหนักที่ได้จากชุมชนเหล่านี้จะมีค่าใกล้เคียงกัน

จากรูปที่ 4.11 (2) และ (4) ยังเห็นได้ว่าชุมชนที่มี Factor score ของปัจจัยที่ 2 แตกต่างจากกลุ่ม คือค่าเกินจากช่วง -1 ถึง +1 คือ ไทยสามัคคี (TSK) และ จระเข้หิน (JKH) ที่มีค่าสูง ส่วนสุรนารี (SRN) มีค่าต่ำ และจากรูปที่ 4.11 (2) และ (3) สังเกตได้ว่าเทศบาลนครฯ (NKSM) มีค่าสูงกว่าชุมชนอื่น ๆ มาก แสดงถึงการมีลักษณะเฉพาะขององค์ประกอบฝุ่นด้านโลหะหนัก

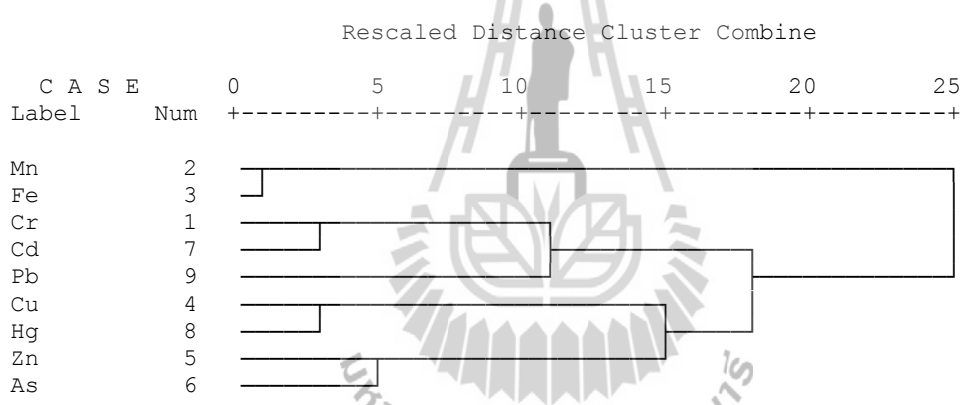
4.5 การประเมินการปนเปื้อนโลหะหนักโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์จัดกลุ่ม (CA)

4.5.1 การจัดกลุ่มโลหะหนัก

ผลการประเมินการปนเปื้อนโลหะหนักในฝุ่นโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์จัดกลุ่ม Cluster analysis หรือ CA ซึ่งเลือกใช้วิธีการ Furthest neighbor และการวัดความคล้ายด้วยค่าสหสัมพันธ์ Pearson Correlation จากโลหะหนักทั้ง 9 ชนิด สามารถสร้าง Dendogram ได้ดังรูปที่ 4.12 และสามารถจัดกลุ่มออกมาได้ 3 กลุ่ม คือ

- กลุ่มที่ 1 ประกอบไปด้วย Mn และ Fe
- กลุ่มที่ 2 ประกอบไปด้วย Cd Cr และ Pb
- กลุ่มที่ 3 ประกอบไปด้วย Cu Hg Zn และ As

โดยรูปแบบการจัดกลุ่มที่ได้จาก CA ที่ได้ มีลักษณะที่คล้ายกับผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค PCA โดยเฉพาะ Cd Cr และ Pb ซึ่งอยู่ในกลุ่มเดียวกัน และ Mn กับ Fe ที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน



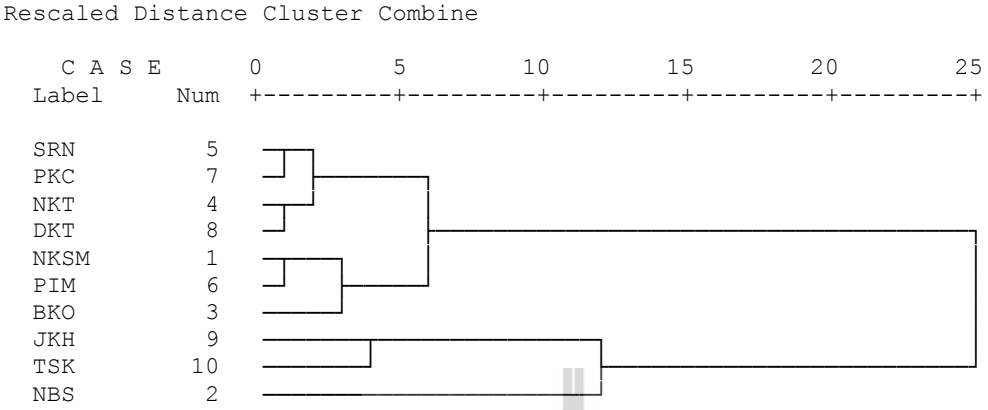
รูปที่ 4.12 Dendrogram แสดงการจัดกลุ่มโลหะหนักจากฝุ่น

<u>การจัดกลุ่มชุมชน</u>

จากรูปที่ 4.14 เมื่อทำการจัดกลุ่มชุมชนด้วย CA โดยใช้วิธีการ Furthest neighbor และใช้การวัดระยะห่างด้วยวิธี Euclidean ซึ่งผลที่ได้พบว่ามีความคล้ายกับการจัดชุมชนโดยใช้ PCA โดยผลที่ได้พบว่า หนองบัวศาลา (NBS) และจระเข้หิน (JKH) ซึ่งเป็นชุมชนที่มีอุตสาหกรรมในชุมชนจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกัน และอีกหนึ่งกลุ่มชุมชนที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันคือ เทศบาลนครฯ (NKSM) บ้านเกาะ (BKO) และพิมาย (PIM) ซึ่งค่อนข้างชัดเจนคล้ายกับผลที่พบในการวิเคราะห์ก่อนหน้านี้ โดยการใช้วิธีนี้สามารถแยกกลุ่มชุมชนออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

- กลุ่มที่ 1 ด่านขุนทด สุรนารี ปากช่อง และหนองกระทุ่ม
- กลุ่มที่ 2 เทศบาลนครฯ พิมาย และบ้านเกาะ

— กลุ่มที่ 3 หนองบัวศาลา จระเข้หิน และไทยสามัคคี



รูปที่ 4.14 Dendrogram แสดงการจัดกลุ่มชุมชน

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

โครงการวิจัย “ระบบเฝ้าระวังฝุ่นละอองและคุณภาพอากาศแบบบูรณาการระยะที่ 2” มีเป้าหมายเพื่อเป็นการทำงานเชิงรุกในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมาซึ่งยังไม่พบปัญหาฝุ่นละอองรุนแรง โดยเน้นการตรวจวัดในพื้นที่ชุมชนลักษณะต่าง ๆ กันเพื่อให้ได้ข้อมูลการเฝ้าระวังก่อนเกิดปัญหา และเพื่อให้ได้ข้อมูลการกระจายเชิงพื้นที่ของฝุ่น รวมทั้งทำการเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 1 ปี โดยมีการสร้างการมีส่วนร่วมจากชุมชนด้วยการสร้างเครือข่ายนักสิ่งแวดล้อมชุมชนที่ประกอบด้วยตัวแทนจากเทศบาลและ อบต. เพื่อให้มีบทบาทในการเฝ้าระวังคุณภาพอากาศของท้องถิ่นด้วยตนเอง เผยแพร่ความรู้ ความตระหนัก และสร้างความเข้มแข็งในการดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ในการเก็บข้อมูลได้เลือกวิธีการดำเนินงานและการวิเคราะห์ผลเป็นวิธีอย่างง่าย ไม่ใช้เทคโนโลยีที่ซับซ้อนและเสียค่าใช้จ่ายน้อยเมื่อเทียบกับวิธีมาตรฐาน เพื่อให้สามารถนำไปใช้งานได้จริงในทางปฏิบัติ

ผลการศึกษาในส่วนข้อมูลสิ่งแวดล้อม พบค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นรายเดือนอยู่ในช่วง 3.51 – 14.16 กรัม/ตร.ม.-เดือน และมีความแปรปรวนระหว่างชุมชนไม่สูงนัก ปริมาณฝุ่นที่วัดได้ในแต่ละชุมชนมีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นและลดลงไปพร้อมกัน เดือนที่มีปริมาณฝุ่นค่อนข้างสูงได้แก่เดือนพฤษภาคม ค่าความเข้มข้นฝุ่นเฉลี่ยในแต่ละชุมชนอยู่ในช่วง 3.59 – 12.93 กรัม/ตร.ม.-เดือน ความแปรปรวนต่ำ โดยชุมชนที่มีค่าเฉลี่ยสูง 3 อันดับแรก ได้แก่ ด่านขุนทด บ้านเกาะ และหนองบัวศาลา

ในส่วนค่าพีเอชของน้ำฝน นักสิ่งแวดล้อมชุมชนเลือกใช้การวัดพีเอชจากแหล่งน้ำในชุมชนเป็นตัวแทน โดยจากข้อมูลพบว่าค่าพีเอชน้ำเฉลี่ยในแต่ละเดือนมีค่าเปลี่ยนแปลงน้อยมาก อยู่ในช่วง 7.24 – 7.47 และค่าความแปรปรวนต่ำ เช่นเดียวกับค่าเฉลี่ยพีเอชในแต่ละชุมชน พบค่าอยู่ในช่วง 6.61 – 7.87 และค่าค่อนข้างคงที่ สามารถสรุปได้ว่าในภาพรวมเชิงพื้นที่และรายชุมชนของจังหวัดนครราชสีมาไม่พบสภาพปัญหา

ผลการวิเคราะห์โลหะหนักในฝุ่น พบค่าความเข้มข้นที่ค่อนข้างสูงสำหรับ Cr Cu Zn และ Pb ส่วนการพิจารณาเป็นรายชุมชนพบความเข้มข้นของ Cr กับ Cd สูงที่สุดที่เทศบาลนครฯ ความเข้มข้นของ Mn สูงที่สุดที่เทศบาลตำบลจระเข้หิน ความเข้มข้นของ Fe และ As สูงที่สุดที่ อบต.ไทยสามัคคี และความเข้มข้นของ Cu และ Hg สูงที่สุดที่ อบต.สุรนารี ในทางตรงข้าม ชุมชนที่พบความเข้มข้นโลหะหนักต่ำเป็นส่วนใหญ่ คือ อบต.ด่านขุนทด

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักและการวิเคราะห์จัดกลุ่ม พบความสัมพันธ์ของโลหะหนักจากฝุ่นแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 Cd Cr Cu และ Pb กลุ่มที่ 2 Fe Mn และ Hg และกลุ่มที่ 3 Zn กับ As ซึ่งสันนิษฐานแหล่งกำเนิดของกลุ่มที่ 1 และ 3 อาจเป็นการจราจรและยานพาหนะ รวมทั้งอุตสาหกรรม ส่วนกลุ่มที่ 2 อาจเป็นส่วนที่มาจากองค์ประกอบของดินในธรรมชาติ ส่วนการจัดกลุ่มชุมชน พบว่าจัดได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 ด่านขุนทด สุรนารี ปากช่อง และหนองกระทุ่ม กลุ่มที่ 2 เทศบาลนครฯ พิมาย และบ้านเกาะ และกลุ่มที่ 3 หนองบัวศาลา จระเข้หิน และไทยสามัคคี โดยสาเหตุที่ชุมชนถูกจัดให้อยู่กลุ่มเดียวกันยังไม่สามารถสรุปได้ชัดเจน ทั้งนี้ ผลการวิเคราะห์ดังกล่าวเป็นผลขั้นต้นซึ่งยังต้องการการศึกษาขั้นละเอียดต่อไป

ผลการศึกษาในส่วนระบบเฝ้าระวังฝุ่นละอองและคุณภาพอากาศแบบบูรณาการ ในภาพรวมแม้ว่าปัญหาในการพัฒนา Web Site ทำให้ไม่สามารถบรรลุผลถึงระดับการใช้งานตามเป้าหมายที่ผู้วิจัยตั้งไว้ แต่ชุมชนที่เข้าร่วมโครงการก็ได้รับประโยชน์จากการมี Web Site ในลักษณะนี้ และเห็นถึงประโยชน์ในการเฝ้าระวังและการประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อมตามที่ได้มีส่วนร่วมกับโครงการ

5.2 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการจัดการคุณภาพอากาศของเมืองให้มีประสิทธิภาพและประสบผลสำเร็จ ควรมีกรอบแนวความคิดหลักใน 4 ประเด็นสำคัญ คือ

1) ต้องทำงานในเชิงรุก คือต้องวางแผนและดำเนินการตั้งแต่ก่อนที่จะเกิดปัญหา
2) ต้องมีข้อมูลการเฝ้าระวังคุณภาพอากาศที่เพียงพอ ทั้งในแง่ความถี่และในแง่การครอบคลุมพื้นที่
3) ต้องสร้างการมีส่วนร่วมจากชุมชนท้องถิ่นในการเฝ้าระวังและดูแลรักษาสภาพแวดล้อม
4) ต้องมีวิธีการดำเนินงานที่ไม่ใช้เทคโนโลยีที่ซับซ้อนและไม่ใช้งบประมาณสูง

จากผลการดำเนินงานโครงการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการร่วมมือในการเฝ้าระวังคุณภาพอากาศสามารถทำได้จริงในทางปฏิบัติ และสามารถนำไปขยายผลต่อไปเพื่อให้เกิดประโยชน์มากยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

กรมควบคุมมลพิษ. (2549). **คู่มือการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมอย่างง่าย**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

กรมควบคุมมลพิษ. (2550). **รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี 2550**, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

กัลยา วานิชย์บัญชา. (2546). **การวิเคราะห์สถิติขั้นสูงด้วย SPSS for Windows**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: บริษัทธรรมสาร จำกัด.

ลดาวัลย์ วัฒนะจีระ, ทรงวุฒิ เป็นพนัสสัก, และโยฮัน มะอาลี. (2550). การศึกษาคุณภาพอากาศของจังหวัดเชียงใหม่ระหว่างเดือนตุลาคม 2546 ถึง กันยายน 2547. **วารสารวิจัยสภาวะแวดล้อม** 29 (1).

สิทธิชัย มุ่งดี, สุรัตน์ บัวเลิศ, อรอนงค์ ผิวนิล, และวิโรจน์ เจียมจรัสรังสี. (2548). ความชุกของอาการทางระบบหายใจและสมรรถภาพปอดของนักเรียนในพื้นที่ที่มีอุตสาหกรรมเหมืองหินและโม่ บดหรือย่อยหิน จังหวัดสระบุรี. **วารสารวิจัยสภาวะแวดล้อม** 27 (1).

สุดจิต ครุจิต, ธนัญชัย วรรณสุข, ชื่นจิตร ชาญชิตปรีชา, และ นเรศ เชื้อสุวรรณ. (2553). **รายงานการวิจัย การพัฒนาระบบเฝ้าระวังฝุ่นละอองและคุณภาพอากาศแบบบูรณาการเพื่อสนับสนุนการจัดการคุณภาพอากาศในชุมชน**. สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

สุดจิต ครุจิต, ธนัญชัย วรรณสุข, และ ราชัน ธีระพิทยาตระกูล. (2554). **โครงการวิจัยเรื่อง ต้นแบบระบบประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อมแบบ On-line เพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อมชุมชนที่เข้มแข็ง**. สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

สุวพันธ์ นิลายน. (2543). **อุตุนิยมวิทยา**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร. (2546). **โครงการศึกษาจัดทำแผนแม่บทการจราจรและขนส่งเมืองภูมิภาคจังหวัดนครราชสีมา**. สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (สนข.).

สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดนครราชสีมา. (2552). **เอกสารฐานข้อมูลรายชื่อและทะเบียนโรงงานอุตสาหกรรมที่ตั้งอยู่ในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา**. [ออนไลน์]. ได้จาก: http://www.industry.go.th/ops/pio/nakhonratchasima/page/home.aspx

Abdel Salam, M.S., and Sowelim, M.A. (1967). Dust Deposit in The City of Cairo [On-line]. **Atmospheric Environment**, Abstract from: Science Direct.

Arubol Chotipong. (1991). **The Study of Dust Fall Jar and High Volume Samplers Suitability for Measuring Dust Concentration from Cement Plant**. M.S. Thesis, Mahidol University.

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

Leung, N.G., Lung Sang, C., Kin Che, L., and Wing Kan, C. (2003). Heavy metal contents and magnetic properties of playground dust in Hong Kong. **Environmental Monitoring and Assessment** 89: 221-232.

Meza-Figueroa, D., O-Villanueva, M. D. L. and De la Parra, M. L. (2007). Heavy metal distribution in dust from elementary schools in Hermosillo, Sonora, Mexico. **Atmospheric Environment** 41: 276–288.

Pimonsree Sittichai, Wongwises Prungchan, and Pan-Aram Rudklao. (2008). PM10 Dispersion During Air Pollution Episode in Saraburi, Thailand. In **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.

Thornton, I. (1991). Metal contamination of soils in urban areas. In: Bulloc, P. and Gregory, P.J. (Eds.), **Soil in the urban environment**. Blackell, Oxford.

Tokalioglu S. and Kartal S. (2006). Multivariate analysis of the data and speciation of heavy metals in street dust samples from the Organized Industrial District in Kayseri (Turkey). **Atmospheric Environment** 40: 2797–2805.

Tripathi, B.D., Tripathi, A., and Misra, K. (1990). Atmospheric Dustfall Deposits in Varanasi City [On-line]. **Atmospheric Environment**, Abstract from: Science Direct.

Varrica, D., Dongarra, G., Sabatino, G., and Monna, F. (2003). Inorganic geochemistry of roadway dust from the metropolitan area of Palermo, Italy. **Environmental Geology** 44: 222-230.

ภาคผนวก

ภาพขั้นตอนการวิเคราะห์หาน้ำหนักฝุ่น

ภาพขั้นตอนการวิเคราะห์หาน้ำหนักฝุ่น

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

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

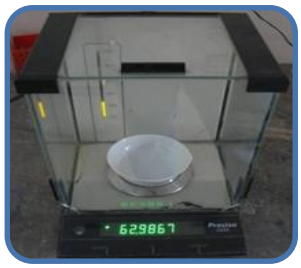
7. เทสารละลายตัวอย่างลงในถ้วยกระเบื้องขนาด 140 ml (ถ้วยที่ผ่านการชั่งน้ำหนักถ้วยเปล่าแล้ว)

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

9. เทสารละลายตัวอย่างที่เหลือลงในถ้วยกระเบื้องและชะบิกเกอร์ด้วยน้ำกลั้นจนสะอาด

10. นำถ้วยกระเบื้องที่เติมสารละลายตัวอย่าง เข้าตู้อบอีกรอบที่อุณหภูมิ103^{O} ซ เป็นเวลาจนแห้ง

11. นำถ้วยที่อบแล้วใส่ในตู้ดูดความชื้นจนเย็น (ประมาณ 2 ชั่วโมง)



12. ชั่งหาน้ำหนักของฝุ่น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

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 และการบริการวิชาการ โดยงานวิจัยที่สนใจเป็นงานเกี่ยวกับการเฝ้าระวังคุณภาพอากาศและสิ่งแวดล้อมในระดับชุมชน การออกแบบเครื่องควบคุมมลพิษอากาศ และการประยุกต์ใช้สถิติในงานด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี