



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ ประจำปีงบประมาณ 2554

โครงการ ศักยภาพเครื่องต้นแบบเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในอากาศจากแหล่งต่างๆ เพื่อ

วิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

The Capacity of Simple Dust Collection Prototype in the Air Environment

Impact Analysis

วราวุฒิ ดวงศิริ

กุมภาพันธ์ 2557

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ ประจำปีงบประมาณ 2554

โครงการ ศักยภาพเครื่องต้นแบบเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในอากาศจากแหล่งต่างๆ เพื่อ

วิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

The Capacity of Simple Dust Collection Prototype in the Air Environment

Impact Analysis

วราวุฒิ ดวงศิริ

คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

สนับสนุนโดย สำนักงานบริหารโครงการการส่งเสริมงานวิจัยแห่งชาติ

สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา

กิตกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดีจากการได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัย จากสำนักงานบริหารโครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษาและพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา และคณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ที่สนับสนุนอุปกรณ์เครื่องมือตลอดจนห้องปฏิบัติการที่เอื้อต่อการทำการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณ บุคลากรศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ให้ความสะดวกในการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยดีตลอดมา และขอขอบคุณกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่ให้ข้อมูลที่มีประโยชน์ต่องานวิจัยในครั้งนี้ซึ่งการติดต่อระหว่างผู้วิจัยกับกรมควบคุมมลพิษผ่านระบบ e-mail แต่ทางบุคคลากรให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลด้วยดีตลอดมา นอกจากนี้ผู้วิจัยต้องขอขอบคุณอาจารย์ในหลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์ที่ให้คำแนะนำและแนวทางการดำเนินงานวิจัยจนสำเร็จขึ้นมาได้ ที่ขาดไม่ได้โดยเฉพาะอาจารย์นิชา ประสงค์จันทร์และอาจารย์สมบูรณ์ ประสงค์จันทร์ นักวิจัยร่วมกับผู้วิจัยในครั้งนี้ที่ให้แนวทางการดำเนินงานวิจัยและคำปรึกษาและชี้แนวทางการวิจัย ผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

อนึ่งผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยนี้จะมีประโยชน์ต่อการพัฒนาความรู้หรือพัฒนาเครื่องมือที่สามารถนำไปใช้ได้งานในอนาคต ผู้วิจัยขอขอบส่วนดีทั้งหมดนี้ให้เป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจและเกี่ยวข้อง และขอขอบความกตัญญูกตเวทิตาแต่ บิดา มารดา และครูบาอาจารย์ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้แก่ผู้วิจัย ส่วนข้อบกพร่องหรือข้อผิดพลาดประการใดที่เกิดขึ้นหรือไม่เกิดขึ้นขณะทำการวิจัยนั้น ผู้วิจัยจะรับฟังคำแนะนำจากทุกท่านที่เข้ามาศึกษางานวิจัย เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนางานวิจัยต่อไป

ผู้วิจัย

ตุลาคม 2558

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบเครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในอากาศโดยฝุ่นละอองที่เก็บได้จากสิ่งแวดล้อมที่มีประชาชนมีกิจกรรมที่ต้องใช้ชีวิตประจำวันซึ่งอาจจะหายใจรับเอาฝุ่นละอองที่ปะปนอยู่ในอากาศ การวิจัยครั้งนี้มีกระบวนการ 2 ขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นตอนแรกคือออกแบบเครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในอากาศที่เหมาะสมที่สามารถนำไปฝุ่นละอองในสถานที่จริง ซึ่งประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนประกอบด้วย ส่วนที่หนึ่งคือส่วนดักจับฝุ่นละอองในอากาศโดยใช้หลักการการไหลผ่านของอากาศ ส่วนที่สองระบบดูดอากาศประกอบด้วยเครื่องดูดอากาศและท่อดูดอากาศและส่วนสุดท้ายคือระบบควบคุม ขั้นที่สองนำเครื่องมือที่ได้ไปทดสอบประสิทธิภาพการทำงานและเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในอากาศในสถานที่จริง จากการทดสอบการทำงานของเครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในอากาศบริเวณตลาดตอนเย็น ถนนทะเลหลวง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลาซึ่งบริเวณดังกล่าวเป็นตลาดที่ประชาชน นักเรียน นักศึกษาใช้เป็นแหล่งจับจ่ายอาหารตอนเย็น ซึ่งถนนนี้จะมีรถยนต์และจักรยานยนต์วิ่งผ่านในช่วงเวลา 16.00 น. ถึง 20.00 น. มีค่าเฉลี่ยเป็น 1617 ± 139 คันและ 1398 ± 195 คันตามลำดับ จากการทดสอบพบว่าการทำงานของเครื่องมือสามารถดูดอากาศด้วยอัตราการไหล 0.027 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ผ่านกระดาษกรองใยแก้ว และสามารถดักเก็บฝุ่นละอองจากอากาศที่ไหลผ่านกระดาษกรองใยแก้ว เมื่อนำฝุ่นละอองที่ดักจับได้มาวิเคราะห์โดยเทคนิคการถ่ายภาพด้วยเครื่องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนพบว่าเครื่องเก็บฝุ่นละอองในอากาศสามารถเก็บฝุ่นละอองในอากาศขนาด PM 10 ได้ ซึ่งฝุ่นละอองที่เก็บได้นั้นมีขนาดน้อยกว่า 10 ไมโครเมตร และทำการวิเคราะห์องค์ประกอบของฝุ่นละอองที่เก็บได้ด้วยเทคนิค Electron Microanalysis – Qualitative Analysis พบว่าองค์ประกอบของฝุ่นละอองประกอบด้วยธาตุ คาร์บอน (C) ออกซิเจน (O) โซเดียม (Na) แมกนีเซียม (Mg) อะลูมิเนียม (Al) ซิลิกอน (Si) ซัลเฟอร์ (S) คลอไรด์ (Cl) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) และเหล็ก (Fe) จากงานวิจัยนี้สามารถนำเครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในอากาศไปใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของอากาศเบื้องต้นว่าอากาศบริเวณที่ตรวจสอบนั้นมีภาวะความเสี่ยงต่อประชาชนที่ไปทำกิจกรรมหรือการดำเนินชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นการป้องกันปัญหาสุขภาพจากมลภาวะทางอากาศได้

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	(2)
บทคัดย่อ	(3)
สารบัญ	(4)
สารบัญตาราง	(5)
สารบัญภาพ	(6)
สัญลักษณ์และคำย่อ	(8)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	1
1.3 ขอบเขตการศึกษาของโครงการวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 กรอบแนวคิดของโครงการงานวิจัย	2
1.6 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานวิจัย	4
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
บทที่ 3 การดำเนินงานวิจัย	11
3.1 การออกแบบและประดิษฐ์เครื่องเก็บฝุ่นละอองในอากาศ	11
3.2 การเตรียมและเก็บตัวอย่าง	12
3.3 การหาปริมาณฝุ่นละอองบนกระดาษกรอง	15
บทที่ 4 ผลการวิจัย	16
4.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องดักจับ ฝุ่นละอองอย่างง่าย	18
4.2 ผลการเก็บตัวอย่างของฝุ่นละอองในอากาศ	18
4.3 ผลการวิเคราะห์หึ่งคือประกอบของฝุ่นละอองในอากาศ	24
บทที่ 5 สรุปและวิเคราะห์ผล	41
เอกสารอ้างอิง	44
ภาคผนวก	46

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 4.1 มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไป	17
ตารางที่ 4.2 สภาวะสิ่งแวดล้อมประกอบด้วยอุณหภูมิเฉลี่ย ปริมาณน้ำฝน และความเร็วลมในเดือนที่เก็บตัวอย่าง	21
ตารางที่ 4.3 ปริมาณฝุ่นละอองที่จัดเก็บจากจุดเก็บตัวอย่างระหว่าง เดือนกรกฎาคม – พฤศจิกายน 2555 ตลอดถนนทะเลหลวง อ.เมือง จ.สงขลา	23
ตารางที่ 4.4 แสดงองค์ประกอบของธาตุในฝุ่นละอองที่จัดเก็บได้จากจุดเก็บตัวอย่าง	25

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 2.1 การจราจรบนท้องถนน	6
ภาพที่ 2.2 แสดงบริเวณที่มีการปลูกสร้างอาคารในแหล่งชุมชน	7
ภาพที่ 2.3 คิวรถที่ปล่อยจากโรงงานอุตสาหกรรม	8
ภาพที่ 3.1 เครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองอย่างง่าย	12
ภาพที่ 3.2 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์เครื่องเก็บฝุ่นละอองอย่างง่าย ณ ถนนทะเลหลวง อ.เมือง จ.สงขลา	14
ภาพที่ 4.1 ลักษณะของกระดาศกรงใยแก้ว	18
ภาพที่ 4.2 ลักษณะสเปกตรัมของกระดาศกรงใยแก้ว	19
ภาพที่ 4.3 ภาพถ่ายฝุ่นละอองบนกระดาศกรงที่เก็บได้ด้วยเครื่อง SEM	19
ภาพที่ 4.4 แผนที่เขตจังหวัดสงขลา	20
ภาพที่ 4.5 ตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในอากาศ ตลอดถนนทะเลหลวง อ.เมือง จ.สงขลา (ST-1 –ST-5)	21
ภาพที่ 4.6 สภาพภูมิอากาศในวันที่เก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในอากาศ ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม – พฤศจิกายน 2555	22
ภาพที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของธาตุของจุดเก็บตัวอย่าง ST-1 วันที่ 2 ก.ค. 2555	26
ภาพที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของธาตุของจุดเก็บตัวอย่าง ST-1 วันที่ 1 ต.ค. 2555	28
ภาพที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของธาตุของจุดเก็บตัวอย่าง ST-2 วันที่ 4 ก.ค. 2555	30
ภาพที่ 4.10 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของธาตุของจุดเก็บตัวอย่าง ST-2 วันที่ 3 ต.ค. 2555	31
ภาพที่ 4.11 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของธาตุของจุดเก็บตัวอย่าง ST-3 วันที่ 7 ก.ค. 2555	33
ภาพที่ 4.12 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของธาตุของจุดเก็บตัวอย่าง ST-3 วันที่ 13 ต.ค. 2555	34
ภาพที่ 4.13 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของธาตุของจุดเก็บตัวอย่าง ST-4 วันที่ 24 ก.ค. 2555	35
ภาพที่ 4.14 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของธาตุของจุดเก็บตัวอย่าง ST-4 วันที่ 25 ต.ค. 2555	37
ภาพที่ 4.15 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของธาตุของจุดเก็บตัวอย่าง ST-5 วันที่ 26 ก.ค. 2555	39

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 4.16 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของธาตุของจุดเก็บตัวอย่าง ST-4 วันที่ 30 ต.ค. 2555	40

สัญลักษณ์ และคำย่อ

SEM (Scanning Electron Microscope) หมายถึง กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

EAM (Electron Microanalysis – Elemental Mapping Analysis) หมายถึงเทคนิคการทำแผนที่
แสดงการกระจายตัวขององค์ประกอบของธาตุ

ST-1 – ST-5 หมายถึง สถานีหรือจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ถึง 5

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

ปัจจุบันความเจริญทางสังคมได้เข้าไปสู่กลุ่มคนและสังคมทุกระดับไม่ว่าจะเป็นสังคมเมืองและชนบท ความเจริญที่เกิดขึ้นได้นำเอาความสะดวกสบายไปยังผู้คนทุกระดับชั้นในสังคม แต่การได้มาซึ่งความเจริญทั้งทางด้านสาธารณูปโภคและทางด้านบริการอื่นๆ นั้นจะต้องแลกกับทรัพยากรธรรมชาติและสภาวะทางด้านสิ่งแวดล้อมที่จะต้องมีการเปลี่ยนแปลงไปหากการเปลี่ยนแปลงเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ไม่ก้าวกระโดดและมีการป้องกันเป็นผลกระทบเนื่องมาจากการพัฒนาให้มีความเจริญและทันสมัยนั้น แต่พบว่าการพัฒนาของประเทศไทยนั้นพบว่าเมืองใหญ่ที่กำลังเจริญเติบโตทางด้านเศรษฐกิจและสังคมนั้นจะมีปัญหาเรื่องมลพิษของอากาศและสภาพแวดล้อมไม่ว่าจะเป็นที่ทำให้เป็นอันตรายต่อการใช้ชีวิตประจำวันของประชาชนในด้านของสุขภาพจิตและสุขภาพกาย โดยปกติการใช้ชีวิตของคนในปัจจุบันนั้นจะมีการเดินทางสัญจรเกือบตลอดเวลา การใช้ทางหรือท้องถนนนั้นมีความจำเป็นอย่างยิ่งซึ่งผู้คนทั่วไปที่ต้องเดินทางหรือทำกิจกรรมประจำวันนั้นจะต้องสูดดมอากาศเข้าสู่ร่างกาย แต่อากาศนั้นที่สูดดมเข้าไปนั้นอาจมีฝุ่นละอองประปรายอยู่ในปริมาณที่เกินมาตรฐาน ซึ่งในสภาวะปกติอากาศจะต้องมีฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ไม่เกิน 120 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร หากมีการสูดดมอากาศที่มีฝุ่นละอองขนาดเล็กเข้าไปเป็นระยะเวลานานจะทำให้เกิดปัญหาทางสุขภาพโดยเฉพาะปัญหาเกี่ยวกับระบบหายใจ เมื่อหายใจเอาฝุ่นละอองเข้าไปในระบบหายใจจะก่อให้เกิดการระคายเคือง แสบคอ เสียงแหบ หายใจลำบาก ไอแห้ง ๆ ซีฟจรต้นเร็ว ตาแดง มองเห็นภาพไม่ชัด ซึ่งเป็นอากาศที่เกิดขึ้นภายนอกเพียงเท่านั้น นอกจากนี้ฝุ่นละอองขนาดเล็กที่สูดดมเข้าไปจะทำลายเนื้อเยื่อของอวัยวะต่างๆ โดยเฉพาะเนื้อเยื่อปอดซึ่งหากได้รับในปริมาณมากหรือในช่วงเวลานาน จะสามารถสะสมในเนื้อเยื่อปอดเกิดเป็นพังผืดหรือแผลขึ้นได้ และทำให้การทำงานของปอดเสื่อมประสิทธิภาพลง ทำให้หลอดลมอักเสบ เกิดหอบหืด ภูงลมโป่งพองเสียงที่จะป่วยเป็นโรคระบบทางเดินหายใจได้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อสร้างเครื่องมือต้นแบบอย่างง่ายในการเก็บฝุ่นละออง ที่มีคุณภาพที่สามารถนำไปใช้ในการตรวจปริมาณฝุ่นละอองในอากาศได้
- 1.2.2 ทดสอบประสิทธิภาพและความสามารถของเครื่องมือต้นแบบอย่างง่ายในการเก็บฝุ่นละอองในการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในอากาศ

1.3 ขอบเขตการศึกษาของโครงการวิจัย

- 1.3.1 ออกแบบและทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องต้นแบบดักจับฝุ่นละออง
- 1.3.2 นำเครื่องดักจับฝุ่นละอองต้นแบบไปเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาด PM 10 จากแหล่งต่างๆ ในเขตชุมชนและเมืองในเขตเทศบาลเมืองสงขลา จ.สงขลา
- 1.3.3 วิเคราะห์ปริมาณฝุ่นละอองทั่วไปทุกขนาดและเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่หน่วยงานราชการ กำหนดและประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในเมืองต้นอันเนื่องมาจากฝุ่นละออง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1 ได้เครื่องมือตรวจจับฝุ่นละอองอย่างง่ายในการประเมินสภาวะการณ์ของคุณภาพอากาศ ปัจจุบันเพื่อเปรียบเทียบประเมินค่าความเสี่ยงของประชาชนต่อการได้รับ
- 1.4.2 นำข้อมูลที่ได้เป็นพื้นฐานในการประเมินคุณภาพอากาศ ให้กับหน่วยงานที่รับผิดชอบเช่น องค์การปกครองส่วนท้องถิ่น เพื่อให้สามารถควบคุมฝุ่นละอองและแก้ไข ปรับปรุงไม่ให้เกิดมลภาวะทางอากาศ อันเป็นผลกระทบโดยตรงต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนในอนาคต
- 1.4.3 เผยแพร่เครื่องมือตรวจจับฝุ่นละอองต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น องค์การปกครองส่วนท้องถิ่นนำเครื่องมืออย่างง่ายไปใช้ในการเฝ้าระวังและแก้ไข ปรับปรุง ไม่ให้เกิดมลภาวะทางอากาศ

1.5 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นการออกแบบเครื่องต้นแบบในการเก็บฝุ่นละอองที่เป็นตัวการสำคัญที่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศและมีผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนในท้องถิ่นและสังคมเมืองโดยองค์ประกอบภาพรวมของงานวิจัยแสดงดังแผนภาพดังนี้

กรอบแนวคิดการทำวิจัย



1.6 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย

1.6.1 ออกแบบเครื่องดักจับฝุ่นละอองอย่างง่ายโดยใช้ระบบการไหลผ่านของอากาศ เครื่องดักจับฝุ่นอย่างง่ายประกอบด้วยส่วนสำคัญสามส่วนด้วยกันคือส่วนแรกส่วนดักจับฝุ่นละอองในอากาศโดยใช้ระบบอากาศไหลผ่าน ระบบส่วนแรกนี้จะประกอบด้วย ระบบกรองอากาศที่สามารถดักจับฝุ่นละอองทั่วไปทุกขนาด ส่วนที่สองระบบดูดอากาศประกอบด้วยพัดลมดูดอากาศ และท่อดูดอากาศเพื่อดูดอากาศที่มีฝุ่นละอองที่สะสมอยู่ในอากาศเข้าสู่ส่วนแรกเพื่อดักจับฝุ่นละอองในอากาศและส่วนที่สามคือส่วนของการควบคุมการทำงานของระบบการไหลผ่านของอากาศ

1.6.2 ทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องต้นแบบในการดักจับฝุ่นละอองทั่วไปทุกขนาดในสถานที่จริง

1.6.3 วิเคราะห์ฝุ่นละอองที่ดักจับได้เพื่อมาแยกองค์ประกอบของฝุ่นที่ดักจับได้จากสถานที่จริง

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัจจุบันความเจริญทางสังคมได้เข้าไปสู่กลุ่มคนและสังคมทุกระดับไม่ว่าจะเป็นสังคมเมืองและชนบท ความเจริญที่เกิดขึ้นได้นำเอาความสะดวกสบายไปยังผู้คนทุกระดับชั้นในสังคม แต่การได้มาซึ่งความเจริญทั้งทางด้านสาธารณูปโภคและทางด้านบริการอื่นๆ นั้นจะต้องแลกกับทรัพยากรธรรมชาติและสภาวะทางด้านสิ่งแวดล้อมที่จะต้องมีการเปลี่ยนแปลงไปหากการเปลี่ยนแปลงเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ไม่ก้าวกระโดดและมีการป้องกันเป็นผลกระทบเนื่องมาจากการพัฒนาให้มีความเจริญและทันสมัยนั้น แต่พบว่าการพัฒนาของประเทศไทยนั้นพบว่าเมืองใหญ่ที่กำลังเจริญเติบโตทางด้านเศรษฐกิจและสังคมนั้นจะมีปัญหาเรื่องมลพิษของอากาศและสภาพแวดล้อมไม่ว่าจะเป็นที่ทำให้เป็นอันตรายต่อการใช้ชีวิตประจำวันของประชาชนในด้านของสุขภาพจิตและสุขภาพกาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลกระทบจากฝุ่นละอองที่ล่องลอยปะปนอยู่กับอากาศทั้งส่วนที่มองเห็นและมองไม่เห็นซึ่งอาจสูดดมเข้าไปในร่างกายโดยไม่รู้ตัวและหากมีการหายใจเข้าไปเป็นระยะเวลาอันยาวนานจะทำให้เกิดโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ ปัญหาเหล่านี้เกิดจากมลพิษในอากาศ ฝุ่นละอองเป็นอนุภาคแขวนลอยที่เป็นมลพิษทางอากาศที่มีผลต่อสุขภาพของคน (Dockey and Pope, 1994: Hong et al., 2002) โดยเฉพาะชุมชนเมืองที่มีมลพิษทางอากาศในปริมาณที่สูง

มลพิษทางอากาศ (Air Pollution) หมายถึง ภาวะของอากาศที่มีสารเจือปนอยู่ในปริมาณที่มากพอ และเป็นระยะเวลาอันยาวนานพอที่จะทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพ อนามัยของมนุษย์ สัตว์ พืช และวัสดุต่างๆ สารดังกล่าวอาจเป็นธาตุหรือสารประกอบ ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติหรือเกิดจากการกระทำของมนุษย์ หรืออาจอยู่ในรูปของก๊าซ หยตของเหลว หรืออนุภาคของแข็งก็ได้ สารมลพิษอากาศหลักที่สำคัญคือ ฝุ่นละออง(SPM) ตะกั่ว (Pb) ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) และก๊าซโอโซน (O₃)

ฝุ่นละอองหมายถึงอนุภาคของแข็งที่ลอยอยู่ในอากาศ อนุภาคที่กระจายในอากาศนี้บางชนิดมีขนาดใหญ่ และมีสีจางมองเห็นเป็นเขม่าและควัน แต่บางชนิดมีขนาดเล็กมากจนมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ฝุ่นละอองที่แขวนลอยในบรรยากาศ โดยทั่วไปมีขนาดตั้งแต่ 100 ไมครอนลงมา ฝุ่นละอองสามารถก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของคน สัตว์ พืช เกิดความเสียหายต่ออาคารบ้านเรือน ทำให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญต่อประชาชน บดบังทัศนวิสัย ทำให้เกิดอุปสรรคในการคมนาคมขนส่ง ฝุ่นละอองสามารถแบ่งออกเป็นสองส่วนใหญ่ๆ คือฝุ่นขนาดใหญ่ และฝุ่นขนาดเล็กซึ่งเรียกว่า PM10 และ PM 2.5

PM10 ตามคำจำกัดความของ US. EPA หมายถึง ฝุ่นหยาบ (Course Particle) เป็นอนุภาคที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 - 10 ไมครอน มีแหล่งกำเนิดจากการจราจรบนถนนที่ไม่ได้ลาดยางตามการขนส่งวัสดุฝุ่นจาก กิจกรรมบด ย่อย หิน ส่วน PM2.5 หมายถึง ฝุ่นละเอียด (Final Particles) เป็นอนุภาคที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ฝุ่นละเอียดที่มีแหล่งกำเนิดจากควันเสียของรถยนต์ โรงไฟฟ้า โรงงานอุตสาหกรรม ควันที่เกิดจากการหุงต้มอาหารโดยใช้ฟืน นอกจากนี้ก๊าซ SO₂ NO_x และสาร VOC จะทำปฏิกิริยากับสารอื่นในอากาศทำให้เกิดฝุ่นละเอียดได้

ฝุ่น ละอองขนาดเล็กจะมีผลกระทบต่อสุขภาพเป็นอย่างมาก เมื่อหายใจเข้าไปในปอดจะเข้าไปอยู่ในระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง ในสหรัฐอเมริกาพบว่า ผู้ที่ได้รับฝุ่น PM10 ในระดับหนึ่งจะทำให้เกิดโรค Asthma และ ฝุ่น PM2.5 ในบรรยากาศจะมีความสัมพันธ์กับอัตราการเพิ่มของผู้ป่วยที่เป็นโรคหัวใจและโรคปอด และเกี่ยวข้องกับการเสียชีวิตก่อนวัยอันควร โดยเฉพาะผู้ป่วยสูงอายุ ผู้ป่วยโรคหัวใจ โรคหืดหอบ และเด็กจะมีอัตราเสี่ยงสูงกว่าคนปกติ

แหล่งที่มาของของฝุ่นละอองในอากาศ

โดยทั่วไปแหล่งที่มาของฝุ่นละอองในอากาศมาจากสองแหล่งด้วยกัน คือ

1. ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ (Natural particle) เป็นอนุภาคที่แขวนลอยอยู่ในอากาศที่เกิดจากกระแสลมในธรรมชาติพัดทำให้เกิดฝุ่นละอองปะปนอยู่ในอากาศ เช่น ดิน ทราย ละอองน้ำ ฝุ่นเกลือจากทะเล เป็นต้น

2. ฝุ่นละอองที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ (Man – made particle) เป็นอนุภาคที่เกิดจากกิจกรรมที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันของมนุษย์ ได้แก่

2.1 การคมนาคมขนส่ง

ปัจจุบันกิจกรรมการคมนาคมขนส่งมีความสะดวกมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้ยานพาหนะในการสัญจรไปมาระหว่างกัน การขนส่งสินค้า หรือการใช้ยานพาหนะส่วนบุคคลล้วนแต่ก่อให้เกิดฝุ่นละอองในอากาศได้ทั้งสิ้น ซึ่งฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมเหล่านี้ได้แก่ การบรรทุกหิน ทรายจากรถบรรทุกขนาดใหญ่ที่ขาดการป้องกันการพัดปลิวของหินทรายที่บรรทุก หรือแม้กระทั่งโคลนที่ติดไปกับล้อรถที่วิ่งบนท้องถนน ตลอดจนไอเสียของรถยนต์ที่ปล่อยออกมาตามท้องถนน นอกจากนี้แล้วการก่อสร้างถนนหรือปรับปรุงพื้นผิวจราจรใหม่ยังมีส่วนสำคัญที่ก่อให้เกิดฝุ่นละอองทั้งสิ้น ดังภาพที่

1



ภาพที่ 2.1 การจราจรบนท้องถนน

ที่มา http://www.shawpat.or.th/news/news_detail.php?news_id=IN000856&&news_type=1

2.2 การก่อสร้าง

จากสภาพของการขยายตัวของเศรษฐกิจที่ผลักดันให้ความเจริญทางด้านสังคมและวัตถุอย่างรวดเร็วไม่ว่าจะเป็นการเปลี่ยนจากสังคมชนบทเปลี่ยนเป็นสังคมเมืองหรือสังคมเมืองที่มีการขยายตัวอย่างมากนั้น ซึ่งการขยายตัวที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและเห็นได้ชัดได้แก่ สิ่งปลูกสร้างอาคาร บ้านเรือน ศูนย์การค้า ต่างๆ การปรับปรุงสาธารณูปโภค การปลูกสร้างอาคารสูงทำให้ฝุ่นปูนซีเมนต์ถูกลมพัดพาออกมาจากอาคาร ตลอดจนการรื้อถอนสิ่งปลูกสร้างเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ (ภาพที่ 2) หากบริเวณดังกล่าวมีประชาชนอยู่อาศัยหรือมีการสัญจรไปมานั้นหากมีปริมาณฝุ่นละอองปะปนอยู่ในอากาศในปริมาณมากอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของคนในบริเวณนั้นได้



ภาพที่ 2.2 แสดงบริเวณที่มีการปลูกสร้างอาคารในแหล่งชุมชน
ที่มา <http://amphurkandit.org/th/view.php?No=147>

2.3 โรงงานอุตสาหกรรม

โรงงานอุตสาหกรรมเป็นแหล่งหนึ่งที่ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศโดยเฉพาะฝุ่นละอองที่ปะปนอยู่ในบรรยากาศโดยรอบแหล่งอุตสาหกรรมและฟุ้งกระจายไปยังบริเวณใกล้เคียงโดยรอบ ฝุ่นละอองส่วนใหญ่เกิดขึ้นมาจากการบวนการผลิต และการเผาไหม้เชื้อเพลิง (ภาพที่ 3) ซึ่งเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดผล กระทบต่อคุณภาพอากาศในบรรยากาศและอาจส่งผล กระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนในชุมชน



ภาพที่ 2.3 ควณที่ปล่อยจากโรงงานอุตสาหกรรม

ที่มา <http://news.phuketindex.com/features/phuket-1350-189594.html>

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าแหล่งที่มาของฝุ่นละอองมาได้จากหลายแหล่งทั้งจากแหล่งที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติและกิจกรรมที่เกิดขึ้นจากมนุษย์ ปัจจุบันได้มีการศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับฝุ่นละอองอย่างกว้างขวางโดยเฉพาะเมืองใหญ่ๆ เช่น จากการศึกษาทางด้านผลกระทบต่อสุขภาพในผู้ป่วยที่เป็นโรคหอบหืดภายในจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดลำพูนซึ่งทุกวันตลอดช่วงหนึ่งปีเต็มของการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองในอากาศกับความจุปอดของผู้ป่วยจำนวน 208 คน พบว่าหากวันที่ฝุ่นละอองในอากาศมีปริมาณสูงจะส่งผลทำให้ความจุปอดหรือความสามารถในการหายใจสูดออกซิเจนเข้าสู่ปอดของผู้ป่วยลดลงอย่างเห็นได้ชัด (รศ.ดร.นายแพทย์พงศ์เทพ วิวรรณเดชะ) นอกจากนี้ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข ได้ดำเนินการศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพในกลุ่มประชาชนในพื้นที่ต่างๆ ดังนี้ การวิจัยศึกษาผลกระทบของฝุ่นละอองต่อสุขภาพของระบบทางเดินหายใจ ทั้งแบบเฉียบพลัน และเรื้อรัง ในช่วงเดือนกันยายน 2537 ถึง เดือนสิงหาคม 2538 โดยใช้อาการเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจและสมรรถภาพทางปอดเป็นเครื่องชี้วัดสถานะสุขภาพของเด็กนักเรียน 7 - 12 ปี จาก 6 โรงเรียนในกรุงเทพมหานคร ที่ตั้งอยู่ตามพื้นที่ที่มีปริมาณฝุ่นละออง ปริมาณระดับสูง (119.57 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร) ปานกลาง (65.31 - 72.7 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร) และต่ำ (54.75 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร) ผลการศึกษาพบว่า อาการเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจเกือบทุกอาการของนักเรียนในโรงเรียนในกลุ่มที่มีปริมาณฝุ่นละออง (ขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร) อยู่ในระดับสูงและปานกลางมีอัตราสูงกว่านักเรียนในโรงเรียนที่มีปริมาณฝุ่นละอองในระดับต่ำ การศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างอาการทางเดินหายใจและสมรรถภาพปอดกับระดับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในอากาศ ในช่วงเดือนตุลาคม 2537 ถึงเดือนกันยายน 2538 โดยศึกษาในกลุ่มผู้ใหญ่และเด็กที่อาศัยใน

พื้นที่ใกล้โรงไฟฟ้าแม่เมาะ อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม พบว่า กลุ่มเสี่ยงมีอัตราชุกของอาการทางเดินหายใจส่วนต้นสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทั้งในผู้ใหญ่และเด็ก

นอกจากนี้ยังมีผลจากการศึกษาของนายแพทย์สว่าง แสงหิรัญวัฒนา และคณะ (พ.ศ.2537) เรื่องความเสื่อมสมรรถภาพของปอดในตำรวจจราจรในกรุงเทพมหานคร พบว่า ตำรวจจราจร 174 คน มี 30 รายที่ปอดเล็กลง (Restrictive lungs) มี 11 รายมีหลอดลมขนาดเล็กตีบ (Small airway obstruction) และมี 3 รายมีหลอดลมขนาดใหญ่ตีบ (Large airway obstruction) รวมทั้งสิ้นมีความผิดปกติของปอด (Abnormal pulmonary function) จำนวน 44 ราย คิดเป็นร้อยละ 25.29 และ Huang H. และคณะ (2011) ได้ศึกษาเกี่ยวกับฝุ่นละอองขนาดเล็ก ขณะเกิดหมอกควันในเมือง Harbin ประเทศจีน โดยเมืองดังกล่าวมีประชากรถึง 3.5 ล้านคนซึ่งตั้งอยู่ทางตอนบนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศจีน พบว่าความเข้มข้นของอนุภาคหรือฝุ่นละอองมีปริมาณเพิ่มขึ้นในสภาพอากาศที่มีทัศนวิสัยที่ไม่ดี เนื่องจากฝุ่นละอองจากไซเบียเรียพัดมาถึง นอกจากนี้ยังพบว่าแหล่งกำเนิดประมาณฝุ่นละอองในเมืองนี้คือการเผาไหม้ของถ่านหิน รองลงมาได้จากอุตสาหกรรมปิโตรเลียม การเผาขยะ และการจราจรตามลำดับ และจากผลการศึกษาแหล่งที่ก่อให้เกิดฝุ่นขนาดเล็กในเมือง Izmir ประเทศตุรกี (Yakin S. and Bayram A., 2008) พบว่าที่มาของฝุ่นอันดับหนึ่งได้แก่ การเผาไหม้เชื้อเพลิง รองลงมาได้ อุตสาหกรรมเหมืองแร่ เกลือจากทะเล และการเผาไหม้ของแก๊สธรรมชาติ ตามลำดับ นอกจากนี้ Cheng Y. H. และคณะ (2011) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างฝุ่นหยาบ ฝุ่นละเอียด กับปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์บริเวณภายในและภายนอกของสถานีขนส่งไทเประหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนเมษายน 2553 ปริมาณของฝุ่นหยาบภายในสถานีขนส่งขึ้นอยู่กับปริมาณผู้โดยสารที่ใช้บริการสถานีขนส่งนี้ และปริมาณฝุ่นละเอียดเกิดจากยานพาหนะของผู้โดยสารที่เข้ามาภายในสถานีขนส่ง นอกจากนี้พบว่าฝุ่นละเอียดเกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงเนื่องจากรถบัสโดยสารภายในสถานี เนื่องจากสถานีแห่งนี้มีขนาดของจราจรประมาณ 2500 คัน และผู้โดยสาร 45,000 คนต่อวัน แต่ปริมาณของฝุ่นละอองทั้งแบบหยาบและละเอียดไม่เกินมาตรฐานที่ทาง ไต้หวันกำหนด และยังมีการศึกษาเกี่ยวกับฝุ่นละอองตามผิวถนนที่เกิดจากการสัญจรของรถโดนทำการศึกษาความเข้มข้นของธาตุและแหล่งกำเนิดของฝุ่นละออง (Charlesworth *et al.*, 2011; De Miguei *et al.*, 1997; Fergusun and Kim, 1991) และยังพบว่า หากเด็กอยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีความเข้มข้นของโลหะที่ปะปนอยู่ในอากาศสูงอาจมีผลกระทบต่อสุขภาพของเด็ก (Charlesworth *et al.*, 2011; Li and Liu, 2001) และ Charlesworth และคณะ (2001) ได้ศึกษาองค์ประกอบของฝุ่นละอองที่กระจายตัวอยู่ในอากาศบริเวณที่มีการจราจรที่คับคั่งประกอบด้วยธาตุต่อไปนี้ สังกะสี (Zn) ทองแดง (Cu) แบเรียม (Ba) แคดเมียม (Cd) และนิกเกิล (Ni) และยังพบอีกว่า บริเวณสวนสาธารณะที่อยู่ใกล้กับถนนสายหลักหรือโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งทั้งสองแหล่งจะเป็นแหล่งก่อให้เกิดมลพิษสูง (Li and Liu, 2001) ซึ่งสอดคล้องกับ Srimuruganandam และ Nagendra (2012) ที่

ศึกษาแหล่งที่มาของฝุ่นละอองขนาดเล็กขนาด 10 ไมโครเมตร (PM10) และ 2.5 ไมโครเมตร (PM2.5) โดยทำการเก็บตัวอย่างบริเวณถนนในเมือง Chennai ประเทศอินเดีย ซึ่งฝุ่นละอองที่เก็บได้ประกอบด้วยธาตุที่จับได้จากจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 นอกเหนือจากนั้นยังพบธาตุ นิกเกิล (Ni) ทองแดง (Cu) โคบอล (Co) แคดเมียม (Cd) เป็นต้น ซึ่งองค์ประกอบของธาตุเหล่านี้เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงจากน้ำมันดีเซล เบนซิน ซึ่งเป็นแหล่งหลักที่ก่อให้เกิดฝุ่นละอองขนาด PM10 และ PM2.5 ซึ่งรองลงมาคือฝุ่นละอองเรื้อรังทางเท้า เบรครถ ฝุ่นละอองจากน้ำทะเล และการทำอาหาร นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Sehyun และ คณะ (2012) ได้ศึกษาแหล่งกำเนิดฝุ่นละออง PM10 และ PM2.5 จากท้องถนนด้วยเครื่องเก็บฝุ่นละอองแบบเคลื่อนที่พบว่าองค์ประกอบธาตุของฝุ่นละอองที่เก็บได้ประกอบด้วยอะลูมิเนียม (Al) แคลเซียม (Ca) และ เหล็ก (Fe) เป็นต้น และ Moreno และคณะ (2013) ได้ศึกษาแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองในอากาศที่เป็นโลหะและแร่ธาตุที่เกิดจากการจราจรและการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงในเมืองใหญ่ พบว่าส่วนที่เป็นโลหะที่ประกอบอยู่ในฝุ่นละอองประกอบด้วยสังกะสี ทองแดง โครเมียม (Cr) และเหล็ก ในกรณีของแร่ธาตุประกอบด้วยธาตุ แคลเซียม อะลูมิเนียม และซิลิกอน (Si) และสัมพันธ์กับการศึกษาของ Alexander และคณะ (2012) ศึกษาปริมาณของโลหะที่เป็นพิษที่เกิดจากฝุ่นที่เกิดบนพื้นผิวถนนพบว่าปริมาณของสารหนู (As) มีค่าเท่ากับ 4.4 -8.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (mgkg⁻¹) แคดเมียม มีค่าเท่ากับ 0.2 – 3.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทองแดง มีค่าเท่ากับ 25 – 217 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม นิกเกิล มีค่าเท่ากับ 14 -46 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตะกั่วและสังกะสี มีค่าเท่ากับ 79 – 4261 และ 111 – 652 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ จากงานวิจัยข้างต้นจะศึกษาฝุ่นละอองที่ที่เกิดจากการจราจรหรือฝุ่นละอองที่เกิดตามผิวถนนเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบของฝุ่นละอองทั้งที่เป็นโลหะและแร่ธาตุที่อาจมีผลกระทบต่อสุขภาพและแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองที่ปะปนอยู่ตามอากาศบริเวณตามเมืองใหญ่และการจราจรที่หนาแน่น

บทที่ 3

การดำเนินงานวิจัย

มลพิษทางอากาศกำลังคุกคามการดำเนินการใช้ชีวิตประจำวันของประชาชนในสังคมเมืองใหญ่ๆ ที่มีประชากรหนาแน่นและมีการสัญจร การคมนาคมอย่างหนาแน่น โดยเฉพาะในเมืองที่มีกิจกรรมทางเศรษฐกิจขนาดใหญ่ ซึ่งกิจกรรมที่เกิดขึ้นนั้นทำให้เกิดมลพิษทางอากาศอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ อันได้แก่ มลพิษทางเสียง ฝุ่นละอองที่ล่องลอยอยู่ในอากาศทั้งขนาดใหญ่และเล็ก ซึ่งฝุ่นละอองขนาดใหญ่จะตกลงสู่พื้นตามกฎแรงโน้มถ่วงของโลก ในขณะที่เดียวกันฝุ่นละอองขนาดเล็กยังคงลอยปะปนอยู่ในอากาศ ฝุ่นละอองขนาดเล็กที่ลอยปะปนอยู่ในอากาศมีขนาดตั้งแต่ 2.5 ไมโครเมตร ถึง 100 ไมโครเมตร โดยเฉพาะฝุ่นละอองที่มีขนาด 2.5 และ 10 ไมโครเมตร มีส่วนอย่างมากที่ทำให้มีผลต่อสุขภาพของมนุษย์ที่มีกิจกรรมที่มีปริมาณฝุ่นละอองเกิน 120 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรอากาศ

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์ที่ประดิษฐ์เครื่องดักจับฝุ่นอย่างง่ายที่ไม่มีระบบไม่สลับซับซ้อนที่สามารถนำไปใช้ในการเก็บฝุ่นละอองในอากาศเพื่อนำฝุ่นละอองที่ดักเก็บได้ในอากาศมาประเมินสภาวะมลพิษทางอากาศที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่ามีผลกระทบต่อผู้คนที่มีการกิจกรรมอยู่ในชุมชนหรือแหล่งที่ผู้คนสัญจรไปมา

3.1 การออกแบบและประดิษฐ์เครื่องเก็บฝุ่นละอองในอากาศ

งานวิจัยนี้ได้ออกแบบและประดิษฐ์เครื่องดักจับฝุ่นละอองอย่างง่ายที่มีระบบการทำงานที่ไม่มีสลับซับซ้อนและสามารถที่จะนำไปใช้ในการดักจับฝุ่นละอองในอากาศ โดยใช้หลักการการไหลผ่านของอากาศผ่านท่อและกระดาษกรอง ซึ่งอากาศที่ไหลผ่านนั้นอาจจะมีฝุ่นละอองขนาดเล็กปะปนอยู่ โดยใช้หลักการการไหลผ่านของอากาศโดยมีส่วนสำคัญได้แก่ ชุดเก็บตัวอย่างอากาศมีลักษณะทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 ± 0.05 เซนติเมตร สูง 15 ± 0.05 เซนติเมตร รอบทรงกระบอกเจาะช่องเพื่อให้อากาศไหลผ่านขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.30 ± 0.05 เซนติเมตร ภายในมีฐานรองสำหรับกระดาษกรองใยแก้วเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.40 ± 0.05 เซนติเมตร เจาะช่องอากาศไหลผ่านตามแนวรัศมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.50 ± 0.05 เซนติเมตร ทำหน้าที่สำหรับวางแผ่นกระดาษกรองเพื่อกรองฝุ่นละอองที่ไหลผ่านมาพร้อมกับอากาศ ส่วนที่สองระบบดูดอากาศประกอบด้วยเครื่องดูดอากาศและท่อดูดอากาศ ส่วนนี้ทำหน้าที่ดูดอากาศเข้าสู่ส่วนแรกเพื่อดักจับฝุ่นละอองที่ปะปนมากับอากาศ ส่วนที่สามคือส่วนควบคุมการทำงานของเครื่องประกอบด้วยระบบควบคุมการทำงานและจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับเครื่องทั้งหมด



ภาพที่ 3.1 เครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองอย่างง่าย ประกอบด้วย 3 ส่วน

- A ส่วนดักจับฝุ่นละอองในอากาศ
- B ระบบดูดอากาศ
- C ระบบควบคุม

3.2 การเตรียมและการเก็บตัวอย่าง

3.2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่าง

- 1) เครื่องดักจับฝุ่นละอองอย่างง่ายที่ออกแบบและสร้างขึ้น
- 2) เครื่องชั่งที่มีความละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ OHAUS PA214 U.S.A
- 3) ตู้อบ ยี่ห้อ Memmert Universal Oven UF Model
- 4) กระจกทรงโอยแก้วขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.40 ± 0.05 เซนติเมตร
- 5) ตู้อุดความชื้น
- 6) สารดูดความชื้นซิลิกาเจล
- 7) คีมปากแบน
- 8) ถุงมือ
- 9) ถุงพลาสติกสำหรับบรรจุกระจกทรง

10) ชองใส่กระดาษกรอง

3.2.2 การเตรียมกระดาษกรอง

3.2.2.1 การตรวจสอบสภาพของกระดาษกรอง

กระดาษกรองใยแก้วที่นำมาใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ มีขนาด 8×10 นิ้ว แล้วนำมาตัดเป็นวงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.40 ± 0.05 เซนติเมตร ด้วยเครื่องตัดด้วยลำแสงเลเซอร์ให้ได้ตามขนาดที่ต้องการ หลังจากนั้นตรวจสอบคุณสมบัติของกระดาษกรอง เช่น รอยฉีกขาด รูพรุน สีของกระดาษ หรือ ความเรียบของรอยตัด ตลอดจนความเรียบของผิวหน้าของกระดาษกรอง

3.2.2.2 การอบกระดาษกรองก่อนเก็บตัวอย่าง

การอบกระดาษกรองใยแก้วก่อนเก็บตัวอย่างนั้นเพื่อไล่ความชื้นที่มีอยู่ในกระดาษกรอง โดยการนำไปอบด้วยโดยอุณหภูมิที่ใช้ในการอบไล่ความชื้นที่อุณหภูมิห้อง (25-30 องศาเซลเซียส) ด้วยตู้ดูดความชื้นที่มีสารดูดความชื้นซิลิกาเจล เป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง โดยก่อนทำการอบจะต้องทำความสะอาดตู้อบก่อนทุกครั้ง หลังจากนั้นนำกระดาษกรองที่ผ่านการอบแล้วใส่กระดาษกรองในถุงเก็บ และนำไปไว้ในตู้ดูดความชื้นอีกครั้งเพื่อให้มีการดูดความชื้นในถุงออกเป็นเวลามากกว่า 2 – 3 ชั่วโมง

3.2.2.3 การชั่งน้ำหนักกระดาษกรองก่อนเก็บตัวอย่าง

การชั่งน้ำหนักกระดาษกรองก่อนเก็บตัวอย่าง โดยชั่งด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง ก่อนทำการชั่งน้ำหนักต้องเปิดเครื่องชั่งไว้ก่อนอย่างน้อย 2 ชั่วโมง ปรับเครื่องชั่งให้เป็น 0.0000 กรัม จากนั้นทำการปรับเทียบเครื่องชั่งด้วยมวลมาตรฐานโดยน้ำหนักจะต้องไม่แตกต่างกันน้ำหนักเดิม 0.5 มิลลิกรัม ถือว่าเครื่องชั่งอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน นำกระดาษกรองที่เตรียมไว้ในข้อ 3.2.2.2 มาชั่งบันทึกมวลของกระดาษกรอง (pre - weight)

3.2.2.4 การชั่งน้ำหนักกระดาษกรองหลังเก็บตัวอย่าง

การอบกระดาษกรองที่ผ่านการเก็บตัวอย่างแล้วให้นำมาอบในโถดูดความชื้นที่สภาวะที่มีอุณหภูมิห้อง 25 – 30 องศาเซลเซียส โดยที่ก่อนการอบนั้นจะต้องทำความสะอาดตู้ดูดความชื้นเสมอ หลังจากนั้นนำกระดาษกรองที่ผ่านการเก็บตัวอย่างมาอบเป็นเวลาอย่างน้อย 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำไปชั่งน้ำหนักของกระดาษกรอง

3.2.3 การเก็บตัวอย่าง

3.2.3.1 การกำหนดจุดการเก็บตัวอย่าง

การกำหนดจุดในการเก็บตัวอย่างด้วยเครื่องเก็บตัวอย่างอย่างง่ายที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นในงานวิจัยครั้งนี้ โดยเฉพาะอย่างฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็ก (PM 10) นั้น ซึ่งในการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็กจะให้ช่องไหลเข้าของอากาศอยู่สูงจากพื้นเป็นระยะ 2 เมตร ซึ่งมากพอที่จะไม่ดูดฝุ่นจากพื้นเข้าไปด้วย โดยคำนึงถึงบริเวณที่คาดว่าจะมีมลพิษสูง ตำแหน่งที่คาดว่าจะมีผลกระทบและความเป็นไปได้สูง

3.2.3.2 การดำเนินการเก็บตัวอย่าง

การดำเนินการเก็บตัวอย่างโดยทำการติดตั้งเครื่องเก็บตัวอย่างอย่างง่ายในบริเวณที่มีการจราจรหนาแน่นที่คาดว่าจะมีปริมาณฝุ่นละอองที่ซึ่งอาจมีผลกระทบและความเป็นไปได้สูง โดยก่อนทำการติดตั้งอุปกรณ์การเก็บตัวอย่าง ต้องทำการทำความสะอาดส่วนของการเก็บตัวอย่างอากาศ ทำการติดตั้งเครื่องเก็บตัวอย่างโดยทำการยึดขาให้แน่นเพื่อป้องกันไม่ให้เครื่องล้ม ดังภาพที่ 3.2 และใส่กระดาษกรองใยแก้วบนตะแกรงสำหรับวางกระดาษกรอง โดยจัดวางกระดาษกรองให้อยู่ในระนาบที่ขนานกับพื้น และอยู่ในสภาพสมดุล ตรวจสอบจุดเชื่อมต่อเพื่อป้องกันการรั่วไหลของอากาศระหว่างรอยต่อของท่อดูดอากาศ โดยทำการเก็บตัวอย่างด้วยเครื่องดูดอากาศชนิด Vacuum pump ยี่ห้อ Gast รุ่น DOA-P504-BN โดยใช้อัตราการไหลของอากาศ 1.5 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ทำการเก็บตัวอย่างเป็นเวลา 24 ชั่วโมง



ภาพที่ 3.2 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์เครื่องเก็บฝุ่นละอองอย่างง่าย ณ ถนนทะเลหลวง

อ.เมือง จ.สงขลา

3.3 การหาปริมาณฝุ่นละอองบนกระดาษกรอง

การหาปริมาณฝุ่นละอองที่เก็บได้จากจุดเก็บตัวอย่างที่ดักจับได้บนกระดาษกรองนำมาอบในโถดูดความชื้นในสภาวะอุณหภูมิห้อง 25 – 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำกระดาษกรองไปชั่งน้ำหนัก (post – weight) จากนั้นนำไปคำนวณหาปริมาตรอากาศและปริมาณฝุ่นละอองจากสมการ

$$V = Qt \quad 3.1$$

เมื่อ V คือ ปริมาตรอากาศ (m^3)
 Q คือ อัตราการไหลของอากาศ (m^3/min)
 t คือ เวลาที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง (hr)

และ

$$\text{ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM}_{10} = \frac{W_f - W_i}{V} \quad 3.2$$

เมื่อ W_i คือ น้ำหนักของกระดาษกรองก่อนเก็บตัวอย่าง (g)
 W_f คือ น้ำหนักของกระดาษกรองหลังเก็บตัวอย่างหลังผ่านการอบแห้ง (g)

3.4 การวิเคราะห์ตัวอย่างฝุ่นละอองในอากาศ

การวิเคราะห์องค์ประกอบของตัวอย่างฝุ่นละอองที่เก็บได้จากกระกรองด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM; Scanning Electron Microscope, JSM-5800LV, JEOL, Japan attached with Energy Dispersive X-ray Spectrometer, ISIS300, Oxford, England) ด้วยเทคนิคการทำแผนที่แสดงการกระจายตัวขององค์ประกอบของธาตุ (Electron Microanalysis – Elemental Mapping Analysis, EAM) ด้วยวิธีการทดสอบอ้างอิงตามวิธีการปฏิบัติงาน เลขที่ WI-RES-SEM5800-001, WI-RES-SEM-001 และ WI-RES-EDX-001 ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

บทที่ 4

ผลการวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้ทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในอากาศด้วยเครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในอากาศที่ได้สร้างขึ้นที่มุ่งเน้นให้มีการใช้งานที่ง่ายและเคลื่อนย้ายได้สะดวก และในการทำวิจัยครั้งนี้ได้ทำการเก็บตัวอย่างบริเวณถนนทะเลหลวง ในเขตพื้นที่เทศบาลนครสงขลา อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา โดยถนนดังกล่าวเป็นย่านที่มีประชาชนสัญจรอย่างหนาแน่นสายหนึ่งในเขตเมืองและถนนสายนี้ทุกตอนเย็นจะเปลี่ยนสภาพจากถนนที่ประชาชนสัญจรแล้วเป็นถนนที่มีการค้าขายหลังจาก 16.00 น ของทุกวัน ส่งผลให้การใช้ถนนของประชาชนมีความหนาแน่นทั้งรถและคนที่สัญจรผ่านถนนนี้ งานวิจัยครั้งนี้จึงเลือกเป็นสถานที่ที่เก็บตัวอย่างฝุ่นละอองที่ปะปนอยู่ในอากาศที่อาจมีผลต่อประชาชนที่เข้ามาทำกิจกรรมในถนนดังกล่าว

ในงานวิจัยครั้งนี้ได้เลือกสถานที่ในการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองบริเวณถนนทะเลหลวง เขตเทศบาลนครสงขลา เนื่องจากถนนสายนี้เป็นตลาดตอนเย็นที่มีประชาชนมาจับจ่ายซื้ออาหารและสัญจรของรถทั้งรถยนต์และจักรยานยนต์จำนวนมาก ในการเก็บตัวอย่างของฝุ่นละอองในงานวิจัยครั้งนี้ได้เก็บตัวอย่างตั้งแต่เดือน กรกฎาคม - พฤศจิกายน 2555 โดยทำการเก็บตัวอย่างเป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมงต่อการเก็บตัวอย่างหนึ่งครั้งต่อหนึ่งจุดเก็บตัวอย่าง ซึ่งงานวิจัยนี้จะทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 5 จุด ตลอดถนนทะเลหลวง

นอกจากนี้ได้เก็บสำรวจปริมาณของรถที่สัญจรผ่านถนนสายดังกล่าวในช่วงโมงเร่งด่วนและในช่วงที่มีตลาดตอนเย็น ซึ่งชั่วโมงเร่งด่วน คือช่วงเวลา 7.00 – 8.00 น. มีปริมาณรถยนต์ที่วิ่งผ่านถนนทะเลหลวงเฉลี่ย 648 ± 92 คัน และปริมาณรถจักรยานยนต์เฉลี่ย 636 ± 50 คัน และช่วงเวลา 16.00 – 19.00 น. มีปริมาณรถยนต์เฉลี่ย 1618 ± 140 คัน และปริมาณรถจักรยานยนต์เฉลี่ย 1398 ± 196 คัน จะเห็นได้ว่าปริมาณรถในช่วงเวลา 16.00 – 19.00 น. เป็นช่วงเวลาที่มีการสัญจรผ่านถนนเส้นดังกล่าวมีปริมาณที่มากและแออัดประกอบกับในช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงที่มีการจับจ่ายตลาดอาหารตอนเย็นของประชาชนในเขตเทศบาลนครสงขลาแหล่งหนึ่ง

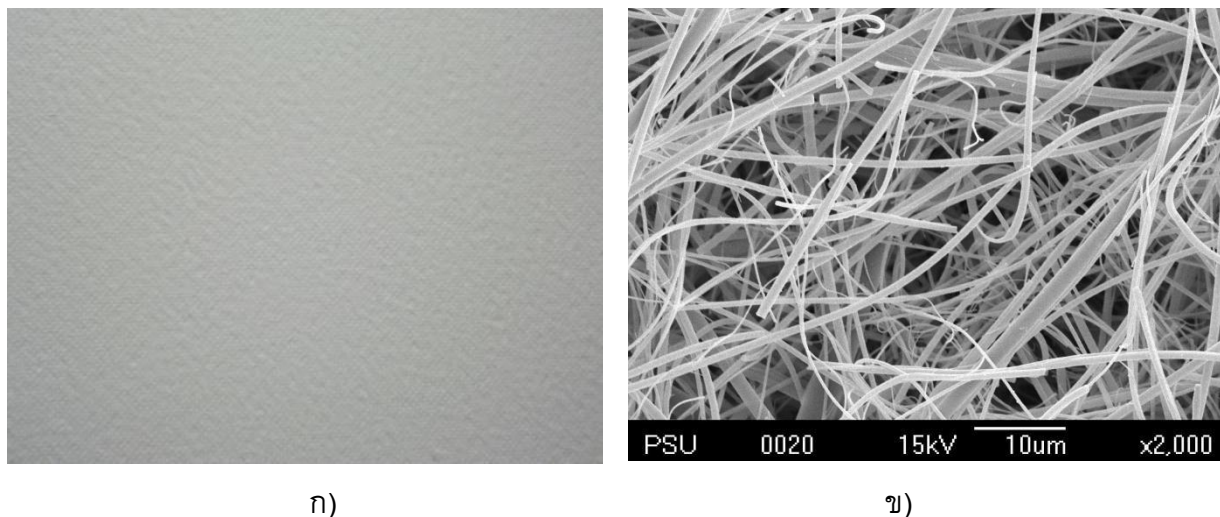
สำหรับมาตรฐานฝุ่นละอองในอากาศของประเทศไทยได้กำหนดมาตรฐานสำหรับฝุ่นละอองขนาดต่างประกอบด้วยฝุ่นละอองขนาดใหญ่ไม่เกิน 100 ไมโครเมตร หรือ TSP ฝุ่นละอองขนาดใหญ่ไม่เกิน 10 ไมโครเมตร หรือ PM10 และฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมโครเมตรหรือ PM 2.5 ดังตาราง 4.1

ตาราง 4.1 มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไป (กรมควบคุมมลพิษ กระทรวง
ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม)

ค่ามาตรฐาน	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นในเวลา	สารมลพิษ
34.2 มก./ลบ.ม.	1 ชม.	ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO)
10.26 มก./ลบ.ม.	8 ชม.	
0.32 มก./ลบ.ม.	1 ชม.	ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO ₂)
0.057 มก./ลบ.ม.	1 ปี	
0.20 มก./ลบ.ม.	1 ชม.	ก๊าซโอโซน (O ₃)
0.14 มก./ลบ.ม.	8 ชม.	
780 มคก./ลบ.ม	1 ชม.	ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO ₂)
0.30 มก./ลบ.ม.	24 ชม.	
0.10 มก./ลบ.ม.	1 ปี	
ไม่เกิน 1.5 มคก./ลบ.ม.	1 เดือน	ตะกั่ว (Pb)
ไม่เกิน 0.33 มคก./ลบ.ม.	24 ชม	ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 100 ไมโครเมตร
ไม่เกิน 0.10 มก./ลบ.ม.	1 ปี	
ไม่เกิน 0.12 มก./ลบ.ม.	24 ชม	ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร
ไม่เกิน 0.05 มก./ลบ.ม.	1 ปี	
ไม่เกิน 0.05 มก./ลบ.ม.	24 ชม	ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมโครเมตร
ไม่เกิน 0.025 มก./ลบ.ม.	1 ปี	

4.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องดักจับฝุ่นละอองอย่างง่าย

เครื่องดักจับฝุ่นละอองอย่างง่ายที่ได้ออกแบบโดยใช้หลักการไหลผ่านของอากาศผ่านท่อเข้าสู่ส่วนดักจับฝุ่นละออง โดยฝุ่นละอองที่ปะปนอยู่ในอากาศจะถูกดักจับด้วยกระดาษกรองใยแก้ว เมื่อนำกระดาษกรองใยแก้วมาถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน พร้อมทั้งวิเคราะห์ธาตุเชิงปริมาณด้วยเทคนิคการทดสอบ Electron Microanalysis Quantitative Analysis ดังภาพที่ 4.1 และภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.1 ลักษณะของกระดาษกรองใยแก้ว

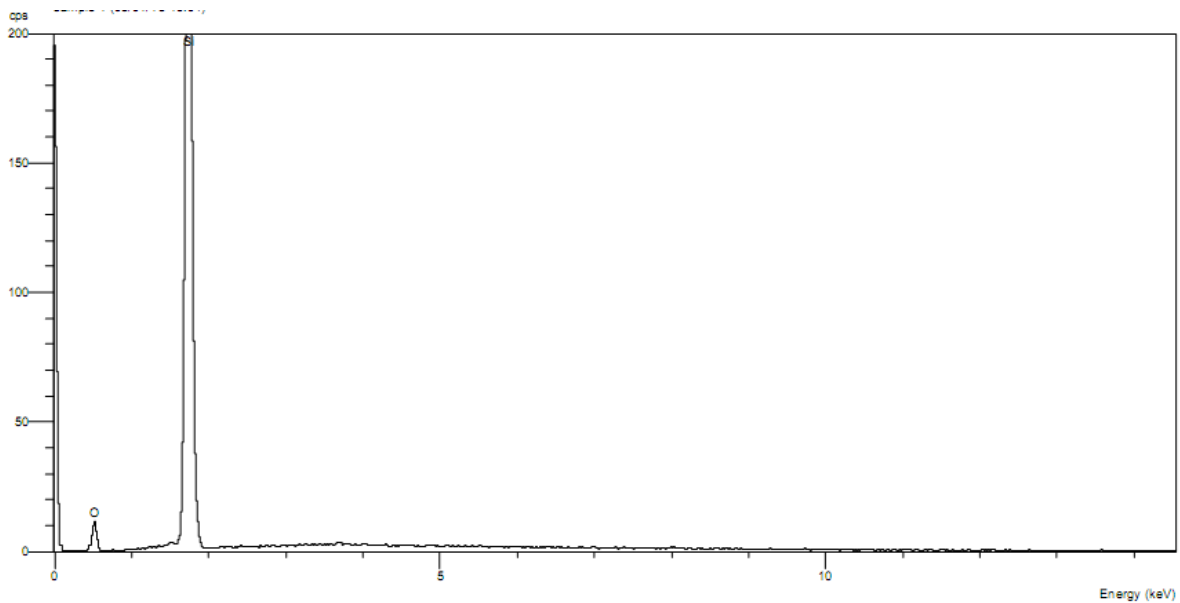
- ก) ลักษณะพื้นผิวของกระดาษกรองใยแก้ว
 ข) ภาพถ่ายของพื้นผิวของกระดาษกรองใยแก้วด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนที่กำลังขยาย 2000 เท่า

จากการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุของกระดาษกรองใยแก้วพบว่าองค์ประกอบของธาตุประกอบด้วยธาตุซิลิกอน (Si) และ ออกซิเจน (O) มีปริมาณของธาตุร้อยละ 75.16 และ 24.84 ตามลำดับ ซึ่งลักษณะสเปกตรัมของธาตุดังภาพที่ 4.2 จะเห็นว่าองค์ประกอบส่วนใหญ่ของกระดาษกรองใยแก้วประกอบด้วยธาตุซิลิกอนและออกซิเจน ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณธาตุ เมื่อนำเครื่องดักจับฝุ่นละอองมาดักจับฝุ่นละอองในอากาศโดยเก็บตัวอย่างในสถานที่จริง เมื่อนำเครื่องดักจับฝุ่นละอองมาดักจับฝุ่นละอองในอากาศในบริเวณที่จะเก็บตัวอย่างของฝุ่นละอองที่ปะปนอยู่ในอากาศพบว่าเครื่องจับจับฝุ่นละอองสามารถดักจับฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตรได้ ดังภาพที่ 4.3

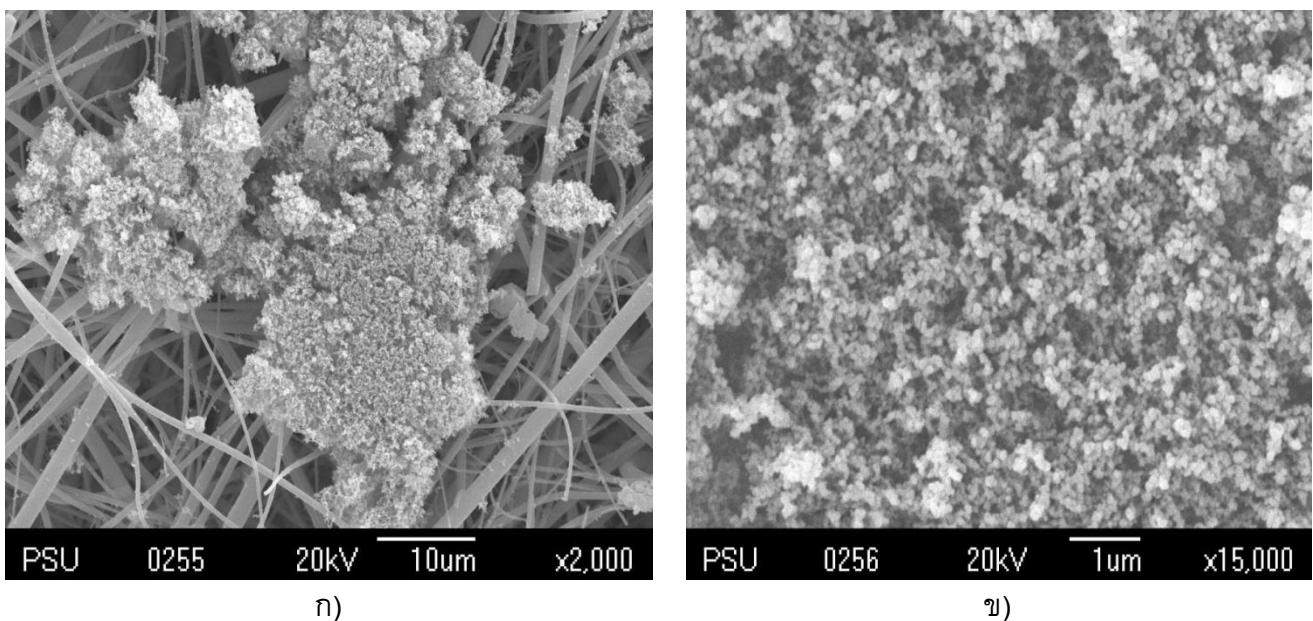
4.2 ผลการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในอากาศ

ในการเก็บฝุ่นละอองในอากาศ บริเวณถนนทะเลหลวง เขตเทศบาลนครสงขลา อ. เมือง จ. สงขลา (ภาพที่ 4.3) โดยทำการเก็บตัวอย่างจำนวน 5 จุด ตลอดความยาวถนนทะเลหลวง

การเก็บฝุ่นละอองในอากาศโดยเก็บตัวอย่าง 5 จุดตลอดถนนทะเลหลวง (ภาพที่ 4.5) ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม – พฤศจิกายน 2555 โดยในแต่ละเดือนจะทำการเก็บตัวอย่าง 5 วันต่อเดือนต่อจุด ซึ่งในช่วงระยะเวลาที่ทำการเก็บฝุ่นละอองในอากาศจะเก็บครอบคลุมทั้งช่วงที่มีการสัญจรหนาแน่นและช่วงที่มีการสัญจรที่เบาบางตลอดทั้ง 24 ชั่วโมง



ภาพที่ 4.2 ลักษณะสเปกตรัมของกระดาษกรองใยแก้ว



ภาพที่ 4.3 ภาพถ่ายฝุ่นละอองบนกระดาษกรองที่เก็บได้ด้วยเครื่อง SEM

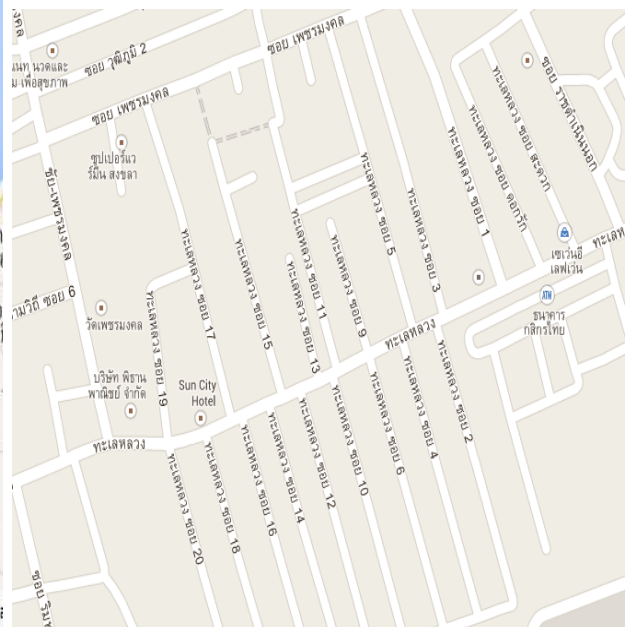
ก) กำลังขยาย 2,000 เท่า ข) กำลังขยาย 15,000 เท่า



ก)



ข)



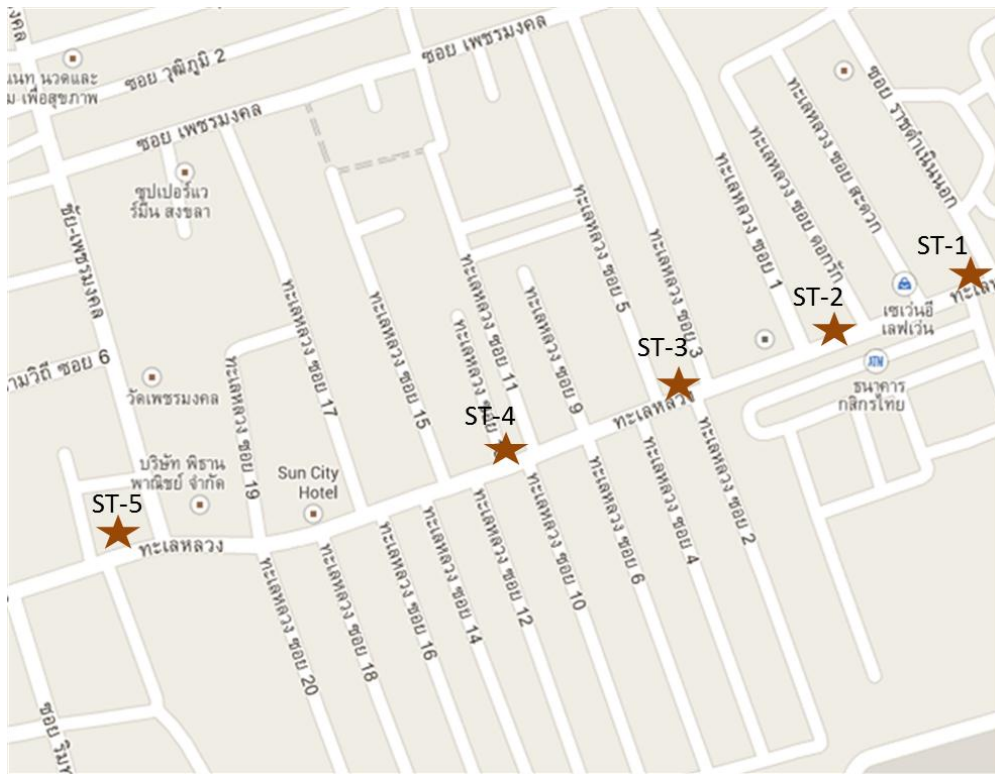
ค)

ภาพที่ 4.4 แผนที่เขตจังหวัดสงขลา

ก) แผนที่จังหวัดสงขลา

ข) แผนที่เขตเทศบาลนครสงขลา อ.เมือง จ.สงขลา

ค) แผนที่บริเวณเก็บตัวอย่างอากาศ ถนนทะเลหลวง

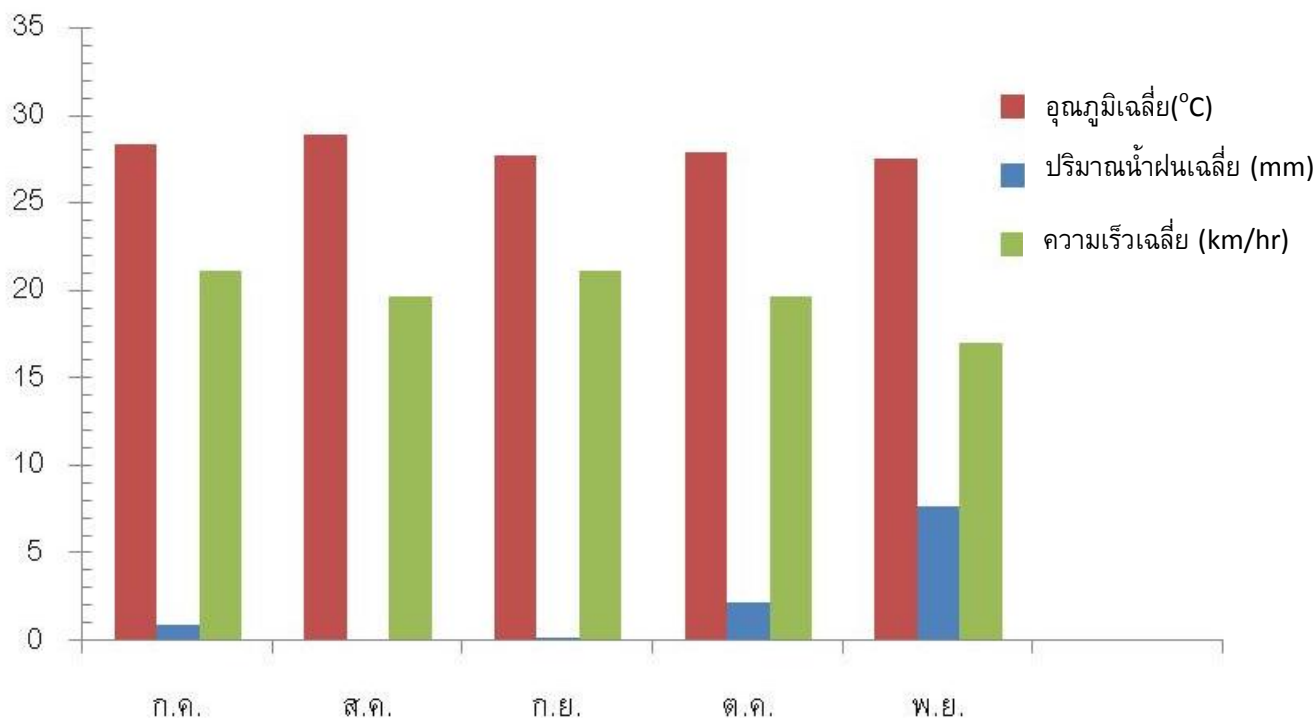


ภาพที่ 4.5 ตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในอากาศ ตลอดถนนทะเลหลวง อ.เมือง จ.สงขลา (ST-1 –ST-5)

จากการศึกษาและเก็บลักษณะของสภาวะสิ่งแวดล้อมได้แก่ อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน และความเร็วลม ในวันที่เก็บตัวอย่าง ดังตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.6

ตารางที่ 4.2 สภาวะสิ่งแวดล้อมประกอบด้วย อุณหภูมิเฉลี่ย ปริมาณน้ำฝนและความเร็วลม ในเดือนเก็บตัวอย่าง (ข้อมูลจาก กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม)

เดือน(พ.ศ.2555)	อุณหภูมิเฉลี่ย ($^{\circ}\text{C}$)	ปริมาณน้ำฝน (mm)	ความเร็วลม(km/hr)
มิ.ย.	29.02	0.08	20.74
ก.ค.	28.3	0.88	21.11
ส.ค.	28.84	0	19.63
ก.ย.	27.66	0.18	21.11
ต.ค.	27.84	2.22	19.63
พ.ย.	27.5	7.64	17.03



ภาพที่ 4.6 สภาพภูมิอากาศในวันที่เก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในอากาศตั้งแต่เดือน

กรกฎาคม – พฤศจิกายน 2555 (ข้อมูลจาก กรมควบคุมมลพิษ กระทรวง
ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม)

จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิในช่วงเดือนที่ทำการเก็บตัวอย่างมีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 27.5 – 29.02 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนสูงสุด 7.64 มิลลิเมตร และความเร็วลมอยู่ระหว่าง 17.03 – 21.11 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และจากการเก็บตัวอย่างในช่วงเดือนกรกฎาคม – พฤศจิกายน 2555 ตลอดถนนทะเลหลวง อ.เมือง จ.สงขลา ทำการเก็บตัวอย่าง 5 จุด ที่ระดับความสูงจากพื้นผิวถนน 1.5 เมตร ซึ่งที่ระดับความสูงดังกล่าวจะมีฝุ่นละอองขนาด 10 ไมโครเมตรหรือต่ำกว่าปะปนอยู่ในอากาศ โดยแต่ละจุดจะเก็บตัวอย่างหนึ่งวันต่อเดือนต่อจุดตลอด 24 ชั่วโมง ซึ่งปริมาณของฝุ่นละอองที่เก็บได้มีขนาดต่ำกว่า 10 ไมโครเมตรดังแสดงในตารางที่ 4.3 พบว่าปริมาณฝุ่นละอองที่ตกเก็บได้ในจุดที่หนึ่งมีปริมาณฝุ่นละอองต่ำสุดในเดือนพฤศจิกายน มีปริมาณ 12.86 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และมีปริมาณสูงสุด 41.15 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรในเดือนตุลาคม ในจุดที่สองพบว่าปริมาณฝุ่นละอองต่ำสุดในเดือนตุลาคมและสูงสุดในเดือนพฤศจิกายนมีปริมาณฝุ่นละออง 18.0 และ 41.15 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรตามลำดับ ในขณะที่จุดเก็บที่สามมีค่าต่ำสุดและสูงสุดเท่ากับ 36.01 และ 105.45 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในเดือนพฤศจิกายนและเดือนสิงหาคมตามลำดับ สำหรับจุดเก็บที่สี่มีปริมาณฝุ่นสูงสุดเท่ากับ 108.02 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในเดือนพฤศจิกายนและต่ำสุดในเดือนตุลาคมมีค่าเท่ากับ 7.72 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และจุดเก็บตัวอย่างจุดสุดท้ายจุดเก็บที่ห้าพบว่าปริมาณฝุ่นละอองที่เก็บได้มีปริมาณสูงสุดเท่ากับ 100.31 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรในเดือนกรกฎาคมและต่ำสุดในเดือนตุลาคมเท่ากับ 82.30 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จะเห็นได้ว่าปริมาณฝุ่นละอองที่เก็บได้มีค่าไม่เกิน 120

ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรภายใน 24 ชั่วโมง ซึ่งเป็นค่ามาตรฐานที่ไม่เป็นอันตรายต่อคนที่ใช้ชีวิตในบริเวณถนนดังกล่าว

ตารางที่ 4.3 ปริมาณฝุ่นละอองที่จัดเก็บจากจุดเก็บตัวอย่างระหว่างเดือนกรกฎาคม – พฤศจิกายน 2555 ตลอดถนนทะเลหลวง อ.เมือง จ.สงขลา

จุดเก็บตัวอย่าง	วัน เดือน ปี	ปริมาณฝุ่นละออง ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
ST-1	2 ก.ค. 55	33.44
	6 ส.ค. 55	38.58
	3 ก.ย. 55	25.72
	1 ต.ค. 55	41.15
	1 พ.ย. 55	12.86
ST-2	4 ก.ค. 55	30.86
	8 ส.ค. 55	36.01
	5 ก.ย. 55	18.00
	3 ต.ค. 55	28.29
	6 พ.ย. 55	41.15
ST-3	7 ก.ค. 55	74.59
	11 ส.ค. 55	105.45
	8 ก.ย. 55	30.86
	13 ต.ค. 55	41.15
	10 พ.ย. 55	36.01
ST-4	24 ก.ค. 55	90.02
	21 ส.ค. 55	102.88
	26 ก.ย. 55	69.44
	25 ต.ค. 55	7.72
	21 พ.ย. 55	108.02
ST-5	26 ก.ค. 55	100.31
	30 ส.ค. 55	92.59
	27 ก.ย. 55	100.31
	30 ต.ค. 55	82.30
	29 พ.ย. 55	97.74

4.3 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของฝุ่นละอองในอากาศ

การวิเคราะห์องค์ประกอบของตัวอย่างฝุ่นละอองที่เก็บได้จากกระกรองด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM; Scanning Electron Microscope, JSM-5800LV, JEOL, Japan attached with Energy Dispersive X-ray Spectrometer, ISIS300, Oxford, England) ด้วยเทคนิคการทำแผนที่แสดงการกระจายตัวขององค์ประกอบของธาตุ (Electron Microanalysis – Elemental Mapping Analysis, EAM) ด้วยวิธีการทดสอบอ้างอิงตามวิธีการปฏิบัติงาน เลขที่ WI-RES-SEM5800-001, WI-RES-SEM-001 และ WI-RES-EDX-001 ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

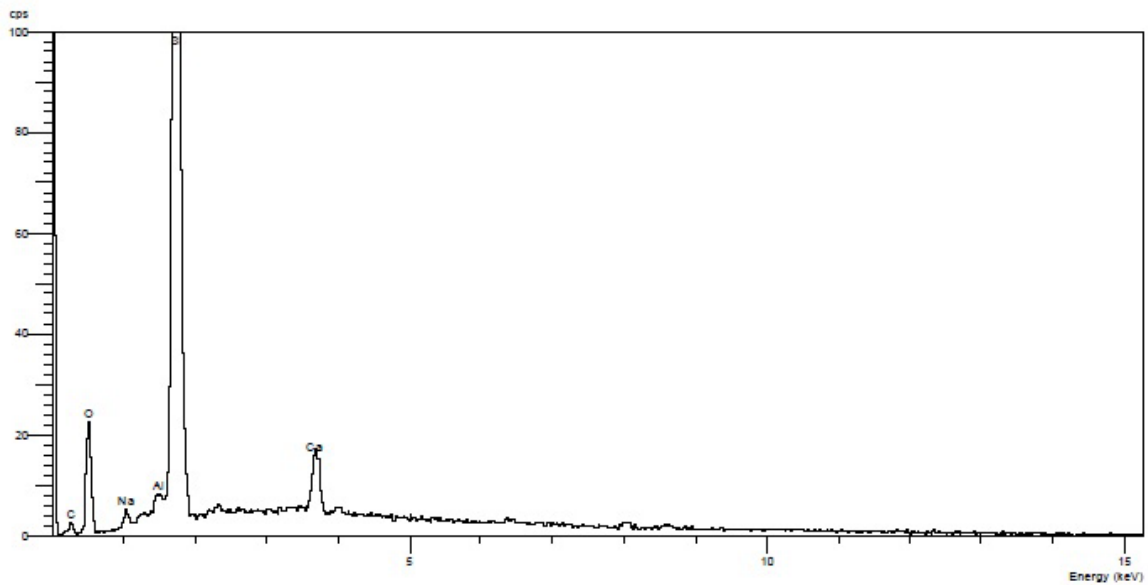
จากการวิเคราะห์องค์ประกอบของธาตุด้วยการทำแผนภาพการกระจายตัวของธาตุ ด้วยการวัดพลังงานการกระเจิงของรังสีเอกซ์ของตัวอย่างฝุ่นละอองบนกระดาดกรองใยแก้วที่ดักจับได้ทั้ง 5 จุด 15 ตัวอย่าง ระหว่างเดือนกรกฎาคม – พฤศจิกายน 2555 ดังนี้

4.3.1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของฝุ่น

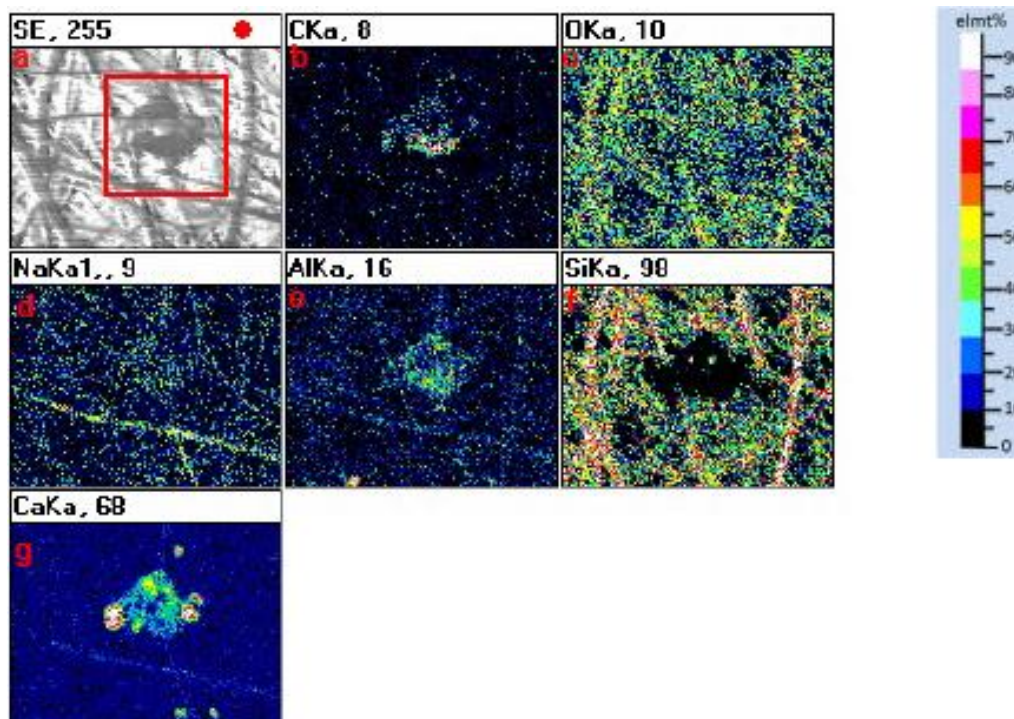
จากตาราง 4.3 ผลการวิเคราะห์หาองค์ประกอบของธาตุในตัวอย่างฝุ่นละอองที่เก็บจากจุดต่าง ๆ ตลอดถนนทะเลหลวงในช่วงเดือน กรกฎาคม – พฤศจิกายน 2555 รวมทั้งหมด 5 จุดจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 25 ตัวอย่าง โดยการทำการวิเคราะห์องค์ประกอบของธาตุในฝุ่นละอองด้วยเทคนิคการกระเจิงของรังสีเอกซ์ปรากฏว่าธาตุที่พบในฝุ่นละอองทั้ง 25 ตัวอย่างประกอบด้วย ซิลิกอน (Si) และ ออกซิเจน (O) ซึ่งน่าจะเป็นอนุภาคของซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO_2) ที่เกิดจากฝุ่นละอองของดินทรายบนท้องถนน นอกจากนี้แล้ว แคลเซียม (Ca) โซเดียม (Na) และ คลอไรด์ (Cl) น่าจะเป็นฝุ่นละอองที่เกิดจากไอน้ำทะเลที่ลมพัดผ่านเข้ามาประกอบบริเวณที่เก็บตัวอย่างฝุ่นละอองอยู่ใกล้กับชายทะเลจึงเป็นไปได้ว่าธาตุดังกล่าวที่พบในฝุ่นละอองที่เก็บได้นั้นมาจากไอทะเล ส่วนโพแทสเซียม (K) เหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) และ ทิตาเนียม (Ti) น่าจะเกิดจากยานพาหนะที่แล่นผ่านในถนนที่เก็บตัวอย่าง โดยในแต่ละตัวอย่างฝุ่นละอองที่เก็บได้จะมีชนิดของธาตุที่พบเป็นธาตุชนิดเดียวกันเป็นส่วนใหญ่ แต่ในบางจุดที่เก็บตัวอย่างจะพบว่าธาตุที่แตกต่างออกไป เมื่อเปรียบเทียบลักษณะสิ่งแวดล้อมของจุดที่ 1 (ST-1, 1 ต.ค. 55) จุดที่ 3 (ST-3, 13 ต.ค. 55) และจุดที่ 5 (ST-5, 27 ก.ย. 55) มีรถขนาดใหญ่แล่นผ่านบางช่วงที่เก็บตัวอย่าง โดยเฉพาะจุดที่ 3 กับ จุดที่ 5 จะมีการก่อสร้างใกล้กับจุดเก็บตัวอย่าง อาจเป็นไปได้ว่ากิจกรรมที่เกิดจากการก่อสร้าง การขนส่งด้วยหินทรายด้วยรถขนาดใหญ่อาจจะทำให้เกิดฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีส่วนประกอบของเหล็ก หรือ แมงกานีส นอกจากกิจกรรมดังกล่าวแล้ว เหล็กและแมงกานีสอาจเกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงของรถที่แล่นผ่าน หรือการเบรกของรถที่อาจทำให้เกิดฝุ่นเหล็กและแมงกานีสได้ (Fabrizio *et al.*, 2011)

ตารางที่ 4.4 แสดงองค์ประกอบของธาตุในฝุ่นละอองที่จับเก็บได้จากจุดเก็บตัวอย่าง

จุดเก็บตัวอย่าง	วัน เดือน ปี	องค์ประกอบของธาตุในฝุ่นละอองที่เก็บได้												
		C	O	Na	Al	Si	Ca							
ST-1	2-ก.ค.-55	C	O	Na	Al	Si	Ca							
	6-ส.ค.-55	C	O	Na	Al	Si	Ca		S	Cl				
	3-ก.ย.-55	C	O		Al	Si	Ca		S					
	1 ต.ค. 55		O	Na	Al	Si	Ca	Mg	S	Cl		K	Fe	
	1 พ.ย. 55	C	O	Na	Al	Si	Ca					K		
ST-2	4 ก.ค. 55	C	O		Al	Si	Ca		S	Cl		K		
	8 ส.ค. 55	C	O	Na	Al	Si	Ca	Mg		Cl				
	5 ก.ย. 55	C	O		Al	Si	Ca	Mg	S	Cl	P			
	3 ต.ค. 55	C	O	Na	Al	Si	Ca	Mg				K		
	6 พ.ย. 55	C	O		Al	Si	Ca		S	Cl				
ST-3	7 ก.ค. 55		O			Si	Ca			Cl				
	11 ส.ค. 55	C	O	Na	Al	Si	Ca	Mg	S					
	8 ก.ย. 55	C	O	Na	Al	Si	Ca	Mg	S					
	13 ต.ค. 55	C	O		Al	Si	Ca		S	Cl	P	K	Fe	
	10 พ.ย. 55	C	O		Al	Si	Ca	Mg	S	Cl				
ST-4	24 ก.ค. 55	C	O	Na	Al	Si	Ca							
	21 ส.ค. 55	C	O	Na	Al	Si	Ca	Mg	S	Cl				
	26 ก.ย. 55	C	O	Na	Al	Si	Ca	Mg	S	Cl				
	25 ต.ค. 55	C	O	Na	Al	Si		Mg						
	21 พ.ย. 55	C	O	Na	Al	Si			S	Cl				
ST-5	26 ก.ค. 55	C	O	Na	Al	Si	Ca	Mg						
	30 ส.ค. 55	C	O	Na		Si	Ca		S					
	27 ก.ย. 55	C	O	Na		Si	Ca	Mg		Cl			Fe	Ti
	30 ต.ค. 55		O			Si	Ca							
	29 พ.ย. 55		O		Al	Si	Ca			Cl		K		



ก)



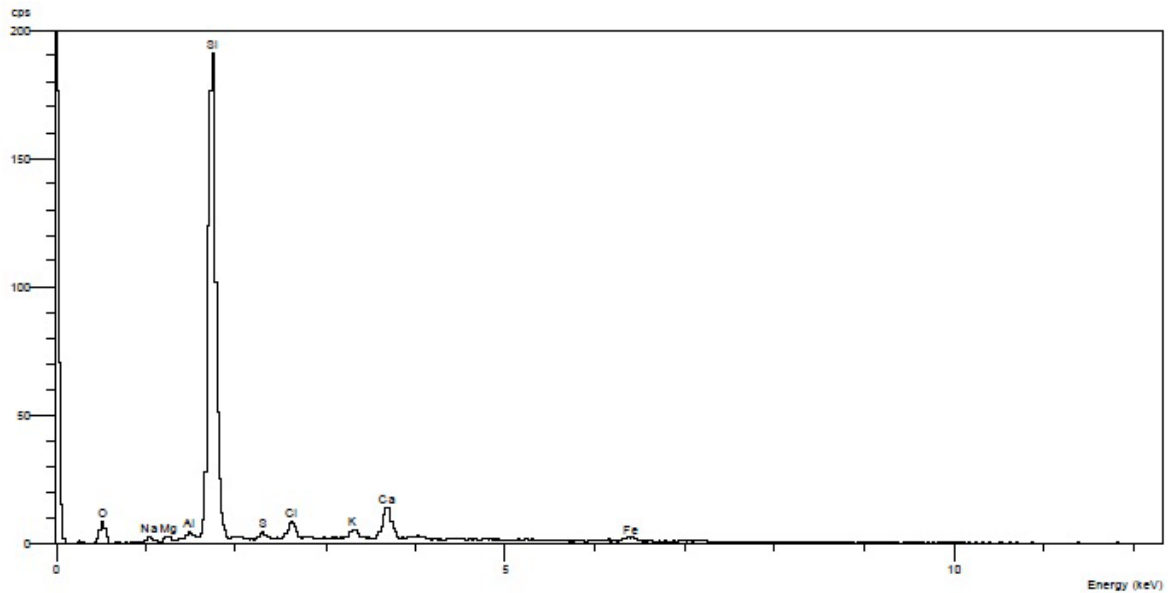
ข)

ภาพที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของธาตุของจุดเก็บตัวอย่าง ST-1
วันที่ 2 ก.ค. 2555

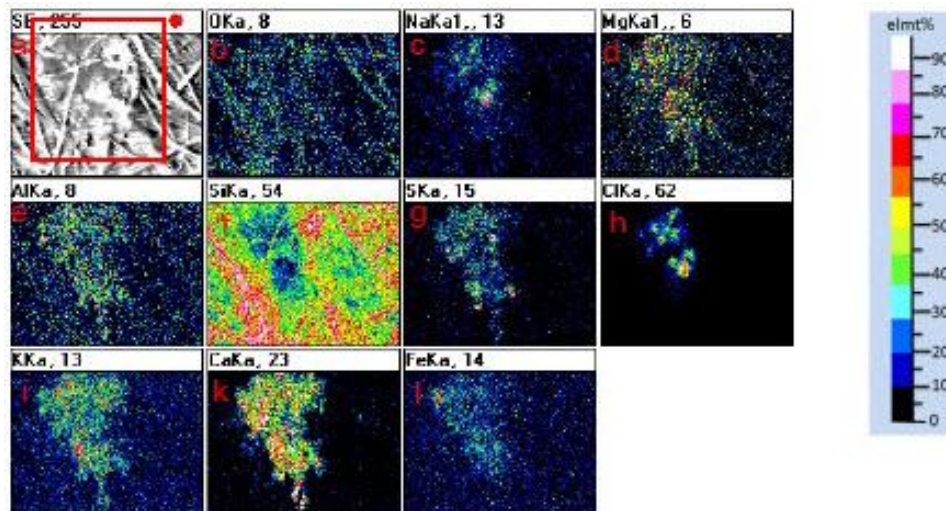
- ก) สเปกตรัมของธาตุในตัวอย่างฝุ่นละอองที่ตรวจเก็บได้
ข) แผนภาพการกระจายตัวของธาตุ

สำหรับตัวอย่างฝุ่นละอองที่เก็บด้วยเครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในอากาศที่สร้างขึ้นหาวิเคราะห์การกระจายตัวของธาตุด้วยเทคนิค EMA ในแต่ละจุดของการเก็บตัวอย่าง พบว่าตัวอย่างฝุ่นละอองที่เก็บได้มีธาตุกระจายตัวแตกต่างกันออกไปซึ่งขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของธาตุที่สามารถดักจับได้ในแต่ละตัวอย่าง ซึ่งในการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค EMA จะทำการวิเคราะห์ในขอบเขตที่จำกัดซึ่งเป็นขอบเขตที่สนใจโดยเฉพาะบริเวณที่มีกลุ่มของฝุ่นละอองที่สะสมอยู่บนกระดาษกรองแผนภาพการกระจายของธาตุสามารถบอกว่าบริเวณนั้นมีธาตุใดกระจายอยู่โดยบ่งชี้ด้วยความเข้มของสีตามดัชนีของสีที่ปรากฏบนแผนภาพ โดยปริมาณของธาตุที่พบในฝุ่นละอองที่ดักเก็บได้จะระบุปริมาณด้วยแถบสี (color bar) บ่งบอกถึงประมาณความเข้มของธาตุที่กระจายตัวไล่ระดับตั้งความเข้มขึ้นน้อยร้อยละ 0 (สีดำ) ไปจนถึงความเข้มขึ้นมาร้อยละ 100 (สีขาว) จากการวิเคราะห์การกระจายตัวของธาตุของตัวอย่างที่เก็บในจุดเก็บตัวอย่างโดยในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างจะนำมาแสดงจุดละ 2 ตัวอย่างเพื่อแสดงให้เห็นว่าองค์ประกอบของฝุ่นละอองที่เก็บได้นั้นมีธาตุต่างๆ ตามที่แสดงดังตารางที่ 4.4 เป็นองค์ประกอบ ดังต่อไปนี้

จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 (ST-1) ในวันที่ 2 ก.ค. 2555 พบว่าธาตุที่พบในฝุ่นละอองประกอบด้วย คาร์บอน ออกซิเจน โซเดียม ซิลิกอน อะลูมิเนียม และ แคลเซียม ดังภาพที่ 4.7 ก แสดงสเปกตรัมของธาตุที่พบในฝุ่นละออง และการกระจายตัวของธาตุที่แสดงในภาพที่ 4.7 ข พบว่ามีการกระจายของธาตุดังแสดงในภาพที่ 4.7 ข a แสดงบริเวณขอบเขตวิเคราะห์องค์ประกอบของฝุ่นละอองที่เก็บได้ ส่วนภาพที่ 4.7 ข b – g แสดงปริมาณของธาตุที่พบในตัวอย่างฝุ่นละอองซึ่งประกอบด้วย คาร์บอน (ภาพที่ 4.7 b) มีการกระจายตัวโดยมีความเข้มข้นร้อยละ 40 ถึง 70 และมีความเข้มข้นสูง (มากกว่าร้อยละ 70) แสดงให้เห็นว่าฝุ่นละอองที่เก็บได้มีธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ เช่นเดียวกับ โซเดียม (ภาพที่ 4.7 ข d) แคลเซียม (ภาพที่ 4.7 ข g) และอะลูมิเนียม (ภาพที่ 4.7 ข e) เป็นธาตุที่เป็นองค์ประกอบของฝุ่นละออง เช่นเดียวกัน ขณะที่ออกซิเจน (ภาพที่ 4.7 ข c) และซิลิกอน (ภาพที่ 4.7 ข g) จะพบในฝุ่นละอองในปริมาณที่น้อยหรือเกือบจะไม่มีเนื่องจากบริเวณที่พบธาตุออกซิเจนและซิลิกอนในปริมาณที่สูงนั้นส่วนใหญ่จะกระจายอยู่บนเส้นใยกระดาษกรองอาจกล่าวได้ว่าเป็นองค์ประกอบของกระดาษกรองใยแก้วดังแสดงในภาพที่ 4.2 ลักษณะสเปกตรัมของกระดาษกรองใยแก้ว ซึ่งประกอบด้วย ออกซิเจน (ภาพที่ 4.7 ข b) มีการกระจายตัวอย่างหลวมๆ มีความหนาแน่นของธาตुर้อยละ 30 ถึง 40 และมีบางจุดที่ออกซิเจนมีความหนาแน่นสูงถึงร้อยละ 70 ของบริเวณที่วิเคราะห์ซึ่งเป็นจุดที่มีการกระจุกตัวของออกซิเจนสูง โซเดียม (ภาพที่ 4.7 ข c) มีการกระจายตัวมีปริมาณความหนาแน่นร้อยละ 70 เป็นบริเวณเล็กๆ ซึ่งเป็นส่วนที่มีปริมาณของโซเดียมที่สูงกว่าบริเวณอื่นนอกนั้นมีความเข้มระหว่างร้อยละ 10-20 แมกนีเซียม (ภาพที่ 4.7 ข c) มีการกระจายตลอดพื้นที่วิเคราะห์และมีการกระจายตัวตั้งแต่ระดับความเข้มร้อยละ 40 ถึง 70 สำหรับอะลูมิเนียม (ภาพที่ 4.7 ข e) มีลักษณะการกระจายตัวของธาตุตั้งแต่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 40 ถึง 50 มีเพียงบางจุดมีความเข้มข้นสูงร้อยละ 80 แต่ไม่มากเมื่อเทียบกับพื้นที่วิเคราะห์ ส่วนซิลิกอน (ภาพที่ 4.7 ข f) มีการกระจายตัวที่ระดับความเข้มร้อยละ 10 ถึง 28 ในส่วนที่มีปริมาณความเข้มของซิลิกอนสูงถึงร้อยละ 70-80 นั้นเป็นส่วนพื้นที่ที่เป็นพื้นผิวของกระดาษกรองซึ่งส่วนใหญ่จะประกอบด้วยซิลิกอน แต่เม็ดฝุ่นละอองที่วิเคราะห์คงมีซิลิกอนเป็นองค์ประกอบด้วยแต่มีเพียงเล็กน้อย



ก)



ข)

ภาพที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของธาตุของจุดเก็บตัวอย่าง ST-1

วันที่ 1 ต.ค. 2555

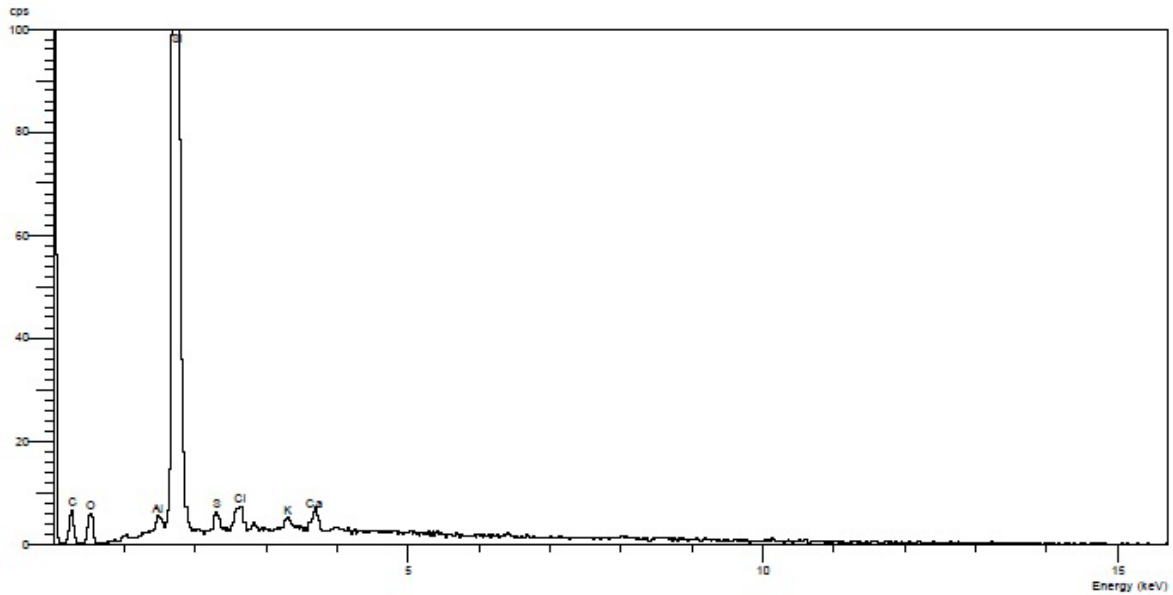
ก) สเปกตรัมของธาตุในตัวอย่างฝุ่นละอองที่ตรวจเก็บได้

ข) แผนภาพการกระจายตัวของธาตุ

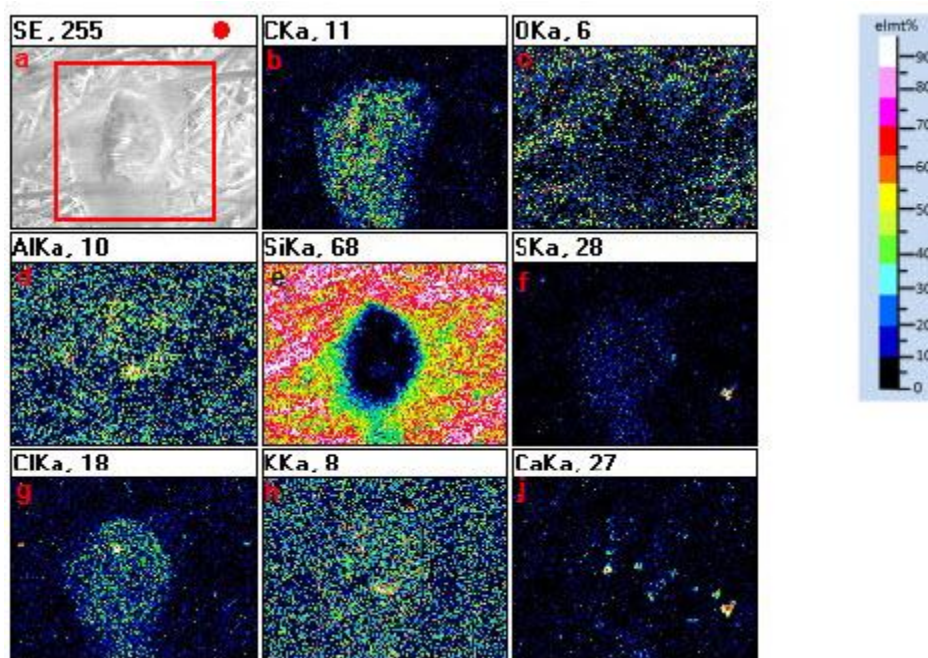
ในตัวอย่างที่จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ของวันที่ 1 ต.ค. 2555 พบว่าฝุ่นละอองที่เก็บได้โดยสเปกตรัมของธาตุที่พบดังแสดงในภาพที่ 4.8 ก และการกระจายตัวของธาตุต่างๆ (ภาพที่ 4.8 ข) ประกอบด้วยธาตุดังต่อไปนี้ ออกซิเจน (ภาพที่ 4.8 ขb) มีคามเข้มข้นน้อยและมีเพียงบางจุดที่มีความเข้มข้นสูง (มากกว่าร้อยละ

70) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าออกซิเจนเป็นธาตุที่พบในฝุ่นละอองที่เก็บได้ โซเดียม (ภาพที่ 4.8 ข c) เป็นธาตุที่พบถัดมาจากออกซิเจนและมีความเข้มข้นสูงเป็นบางจุดเช่นกันซึ่งบ่งบอกว่ามีโซเดียมเป็นองค์ประกอบ ในทำนองเดียวกัน แมกนีเซียม (ภาพที่ 4.8 ข d) อะลูมิเนียม (ภาพที่ 4.8 ข e) ซันเฟอร์ (ภาพที่ 4.8 ข g) คลอร์ไรต์ (ภาพที่ 4.8 ข h) โพแทสเซียม (ภาพที่ 4.8 ข i) แคลเซียม (ภาพที่ 4.8 ข k) และเหล็ก (ภาพที่ 4.8 ข l) โดยเฉพาะแคลเซียม โพแทสเซียม และแมกนีเซียม จะเห็นได้ชัดว่าฝุ่นละอองที่เก็บได้จากจุดนี้เป็นองค์ประกอบหลักและธาตุอื่นๆ รองลงมา ยกเว้น ซิลิกอน (ภาพที่ 4.8 ข f) ซึ่งบริเวณกลุ่มของฝุ่นละอองที่วิเคราะห์จะมีปริมาณที่น้อยเมื่อเทียบกับบริเวณอื่นซึ่งเป็นพื้นผิวกระดาษกรอง

จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 ของวันที่ 4 ก.ค. 2555 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของฝุ่นที่เก็บได้ดังแสดงในภาพที่ 4.9 ก และ ภาพที่ 4.9 ข a - ภาพที่ 4.9 ข j มีธาตุ คาร์บอน ออกซิเจน อะลูมิเนียม ซันเฟอร์ คลอร์ไรต์ โพแทสเซียม และแคลเซียม เป็นองค์ประกอบหลักที่พบ สำหรับซิลิกอนจะพบเช่นกันแต่มีปริมาณน้อย บริเวณที่พบมากส่วนใหญ่เป็นผิวหน้าของกระดาษกรองซึ่งซิลิกอนเป็นองค์ประกอบหลัก สำหรับจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 ของวันที่ 3 ต.ค. 2555 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของฝุ่นที่เก็บได้ดังแสดงในภาพที่ 4.10 ก และ ภาพที่ 4.10 ข a - ภาพที่ 4.9 ข i มีธาตุ คาร์บอน ออกซิเจน โซเดียม แมกนีเซียม อะลูมิเนียม ซิลิกอน โพแทสเซียม และแคลเซียม เป็นองค์ประกอบหลักที่พบ โดยเฉพาะอะลูมิเนียม และโพแทสเซียมจะมีความเข้มข้นสูงเมื่อเทียบกับธาตุอื่นที่พบ จึงอาจแสดงให้เห็นว่าธาตุทั้งสองเป็นองค์ประกอบหลัก ส่วนธาตุอื่นๆ ก็ยังคงพบในฝุ่นละอองแต่อาจพบในปริมาณที่น้อยกว่า



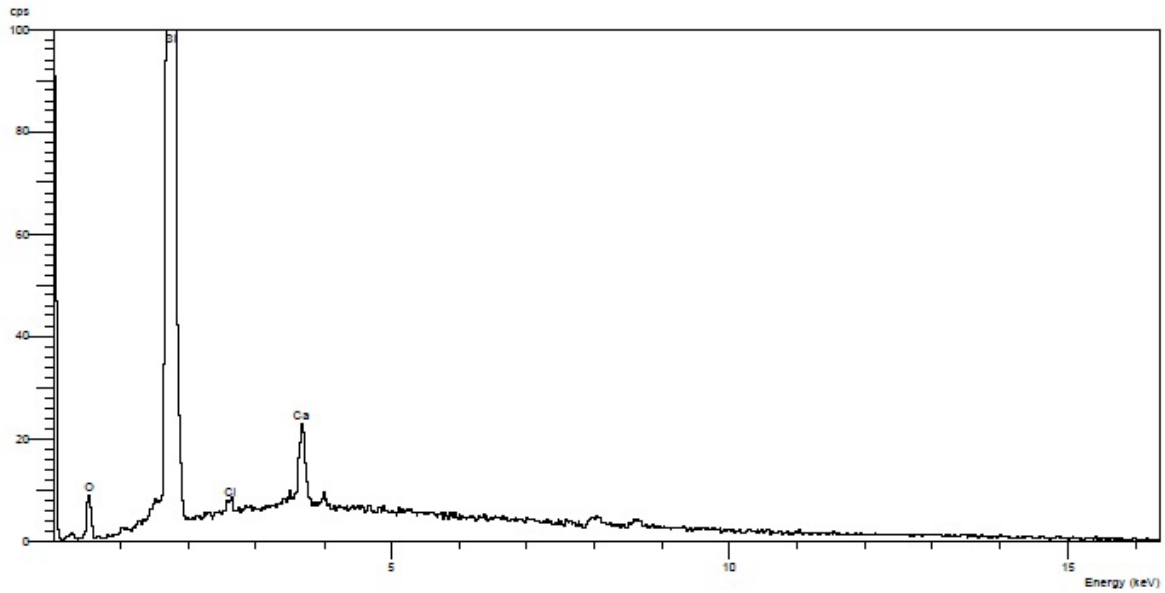
ก)



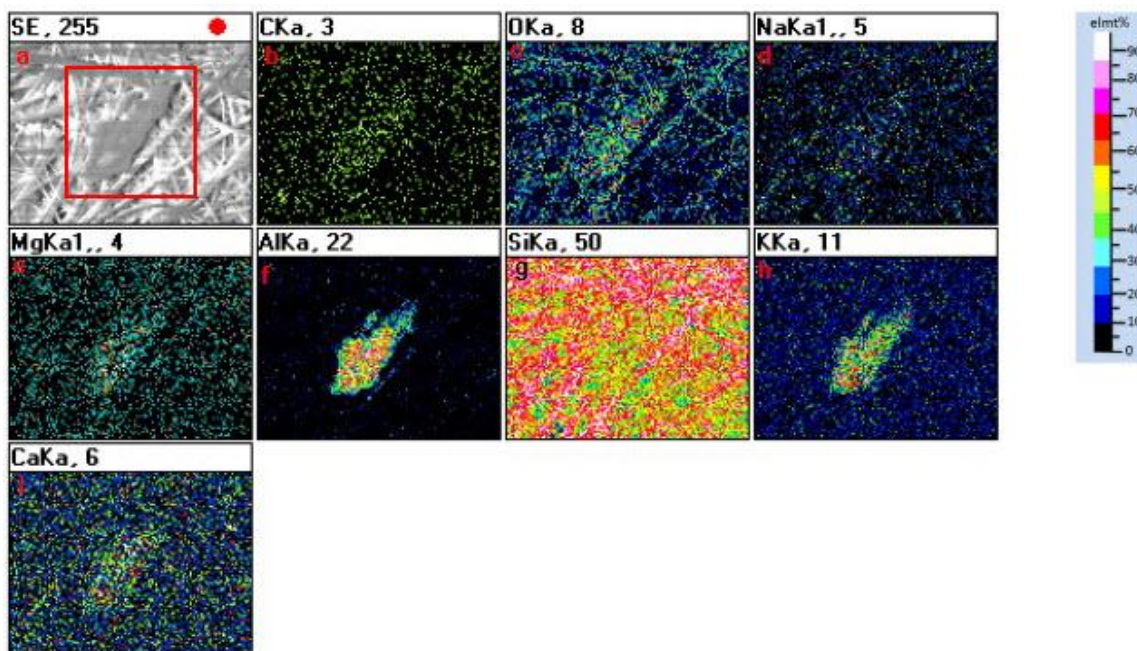
ข)

ภาพที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของธาตุของจุดเก็บตัวอย่าง ST-2
วันที่ 4 ก.ค. 2555

- ก) สเปกตรัมของธาตุในตัวอย่างฝุ่นละอองที่ตรวจเก็บได้
ข) แผนภาพการกระจายตัวของธาตุ



ก)



ข)

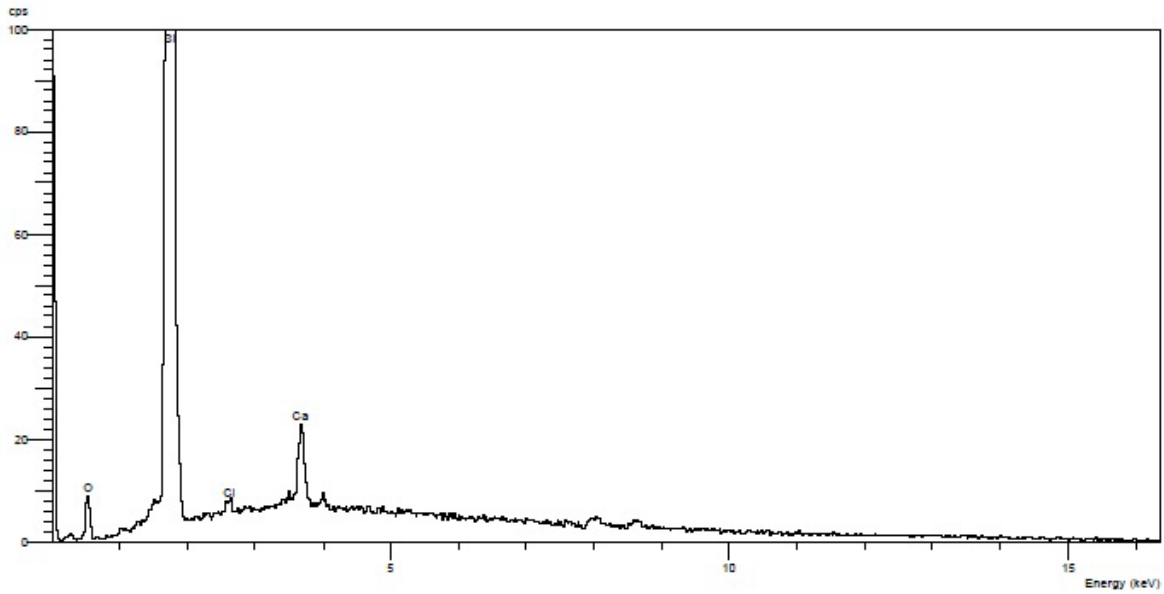
ภาพที่ 4.10 ผลการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบของธาตุของจุดเก็บตัวอย่าง ST-2

วันที่ 3 ต.ค. 2555

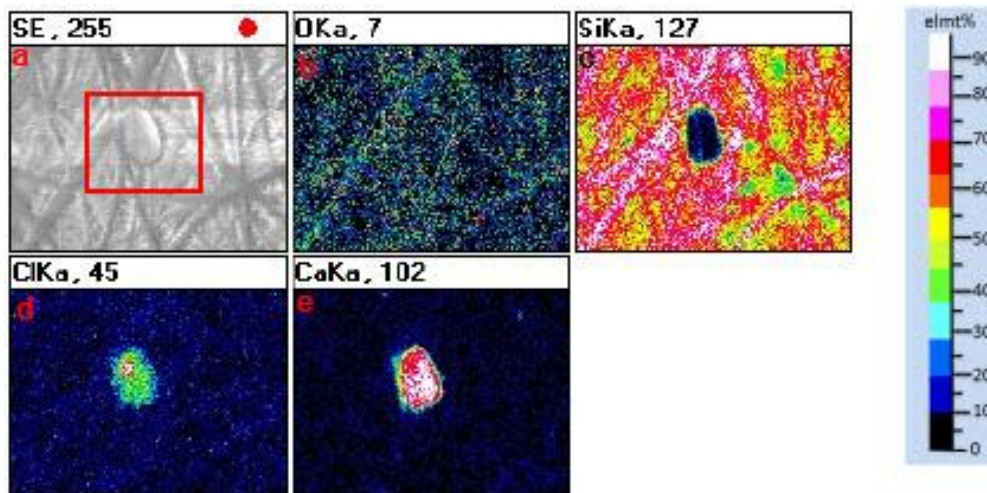
ก) สเปกตรัมของธาตุในตัวอย่างฝุ่นละอองที่ตรวจเก็บได้

ข) แผนภาพการกระจายตัวของธาตุ

สำหรับจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 (ST-3) ได้ทำการเก็บตัวอย่างในวันที่ 7 ก.ค. 2555 พบว่าธาตุที่พบโดยวิเคราะห์ในเชิงคุณภาพพบว่าธาตุที่พบในฝุ่นละอองที่เก็บได้ประกอบด้วยธาตุ ออกซิเจน ซิลิกอน คลอไรด์ และ แคลเซียม ซึ่งแสดงให้เห็นสเปกตรัมของธาตุดังภาพที่ 4.11 ก และเมื่อทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค EMA (ภาพที่ 4.11 ข) พบว่าธาตุที่เป็นองค์ประกอบของฝุ่นละอองที่เก็บได้นั้นมีธาตุ แคลเซียม (ภาพที่ 4.11 ข e) และคลอไรด์ (ภาพที่ 4.11 ข d) เป็นองค์ประกอบหลัก ซึ่งจากแผนภาพการกระจายตัวของธาตุมีปริมาณความเข้มข้นสูงซึ่งอยู่ในระดับร้อยละ 40 – 75 แต่ออกซิเจน (ภาพที่ 4.11 ข b) และซิลิกอน (ภาพที่ 4.11 ข c) น่าจะเป็นองค์หนึ่งของฝุ่นละออง แต่มีอยู่ในปริมาณที่น้อย และในการเก็บตัวอย่างในจุดเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองจุดเก็บเดียวกันในวันที่ 13 ต.ค. 2555 นั้นพบว่าฝุ่นละอองที่เก็บได้ประกอบด้วย คาร์บอน ออกซิเจน อะลูมิเนียม ซิลิกอน ฟอสฟอรัส ซัลเฟอร์ คลอไรด์ โพแทสเซียม แคลเซียม และเหล็ก ซึ่งแสดงให้เห็นจากสเปกตรัมของธาตุ (ภาพที่ 4.12 ก) และจากผลการวิเคราะห์การกระจายตัวของธาตุ (ภาพที่ 4.12 ข) พบว่ามีลักษณะการกระจายตัวในปริมาณความเข้มข้นตั้งแต่ร้อยละ 40 ซึ่งได้แก่ คาร์บอน อะลูมิเนียม ซิลิกอน ฟอสฟอรัส ซัลเฟอร์ คลอไรด์ และโพแทสเซียม แต่มีบางจุดที่แสดงให้เห็นว่าธาตุเหล่านี้มีปริมาณสูงถึงร้อยละ 70 ยกเว้น แคลเซียมและเหล็ก ซึ่งมีความเข้มข้นสูง (ร้อยละ 70 ขึ้นไป) เพียงบริเวณแคบ นั้นแสดงให้เห็นว่าธาตุทั้งสองก็เป็นองค์ประกอบหนึ่งของฝุ่นละอองเช่นกัน สำหรับซิลิกอนและออกซิเจน ยังคงมีการการกระจายตัวที่เบาบางยกเว้นบริเวณรอบนอกของเม็ดฝุ่นละอองซึ่งจะเห็นได้ชัดว่าเป็นบริเวณผิวหน้าของกระดาศกรอง (ภาพที่ 4.12 ข a) ซึ่งธาตุทั้งสองเป็นองค์ประกอบหลัก แต่ฝุ่นละอองก็น่าจะมีธาตุซิลิกอนและออกซิเจนอยู่เช่นกัน



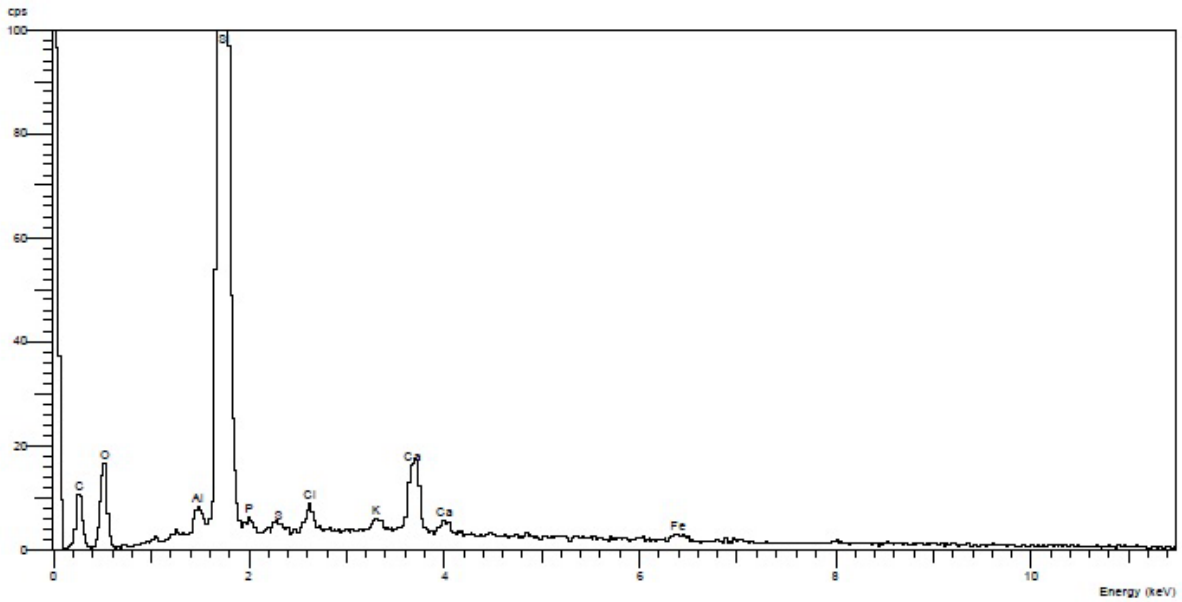
ก)



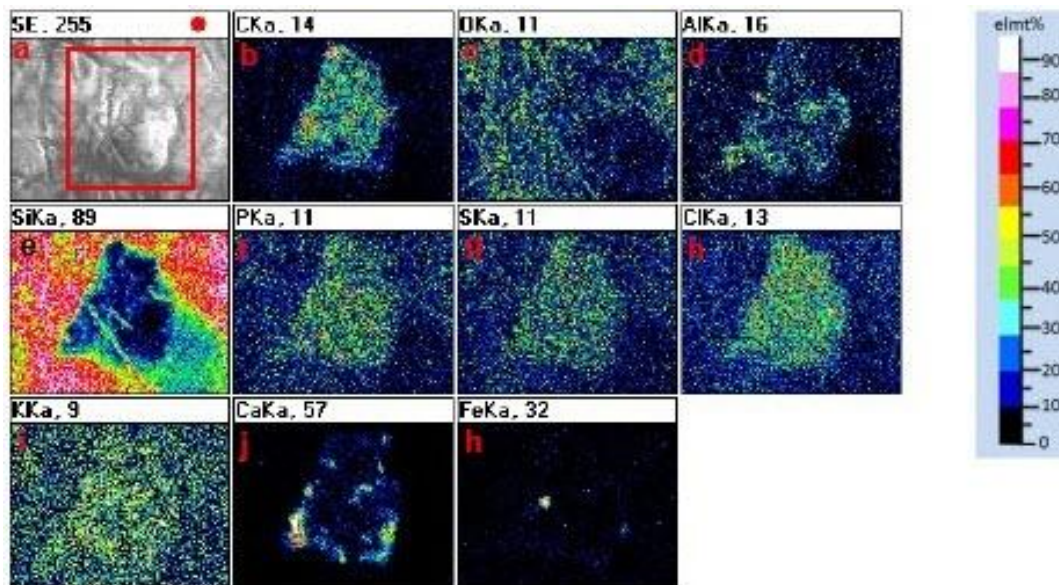
ข)

ภาพที่ 4.11 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของธาตุของจุดเก็บตัวอย่าง ST-3
วันที่ 7 ก.ค. 2555

- ก) สเปกตรัมของธาตุในตัวอย่างฝุ่นละอองที่ตรวจเก็บได้
ข) แผนภาพการกระจายตัวของธาตุ



ก)

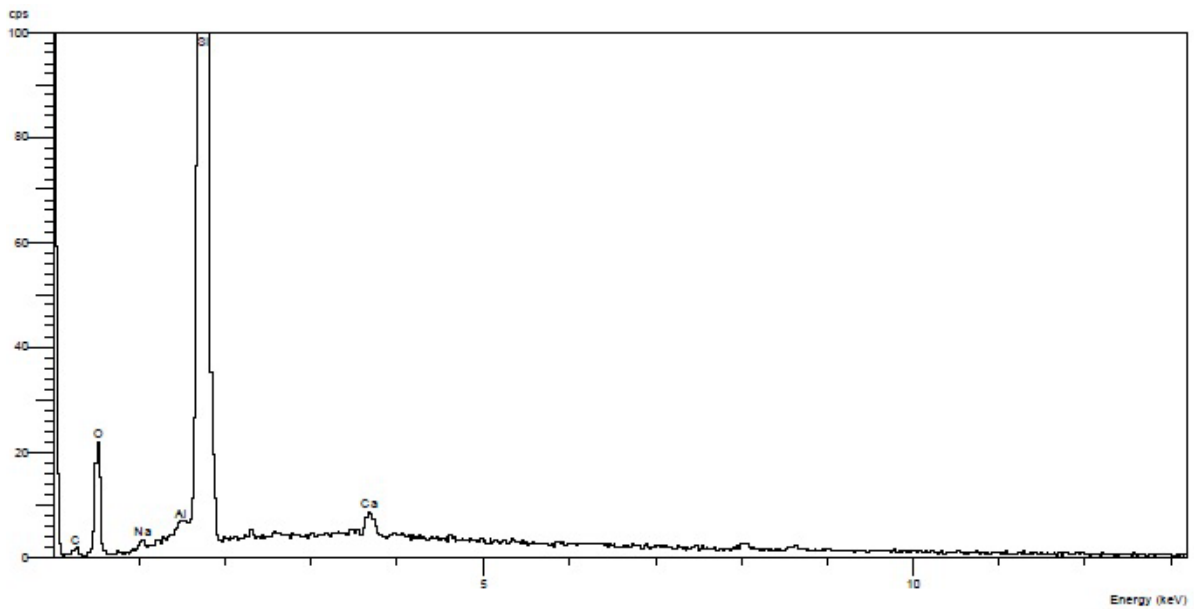


ข)

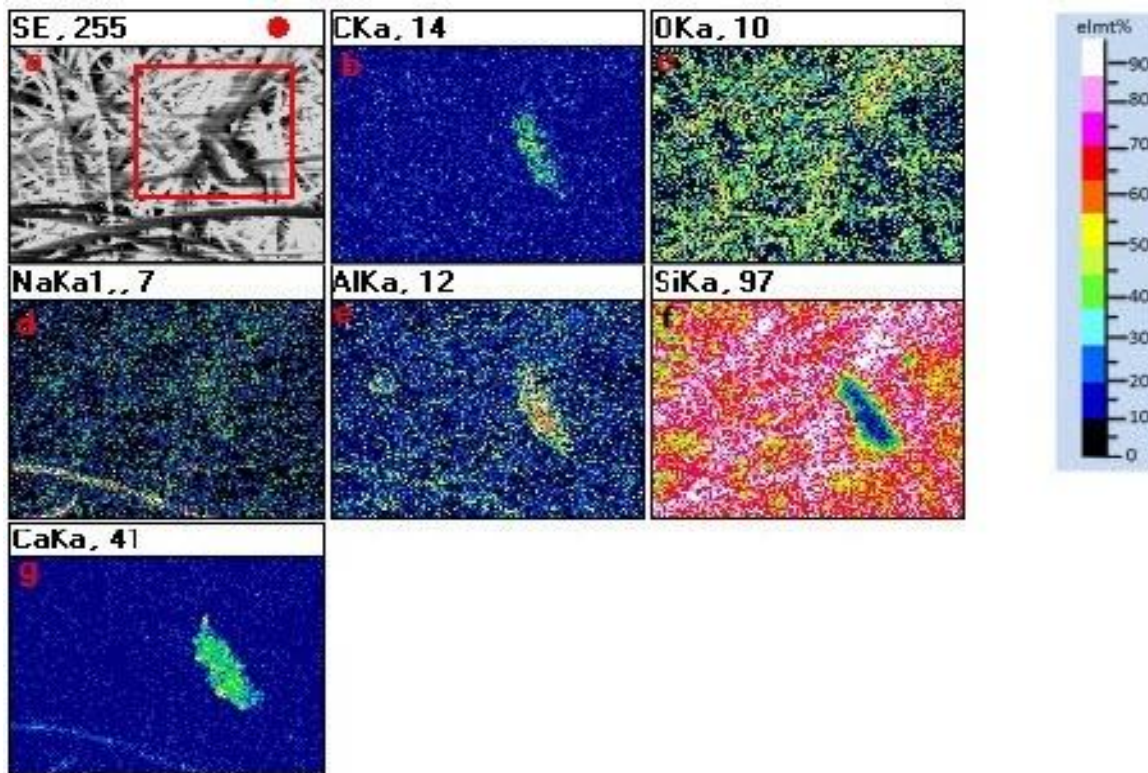
ภาพที่ 4.12 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของธาตุของจุดเก็บตัวอย่าง ST-3
วันที่ 13 ต.ค. 2555

ก) สเปกตรัมของธาตุในตัวอย่างฝุ่นละอองที่ตรวจเก็บได้

ข) แผนภาพการกระจายตัวของธาตุ



ก)



ข)

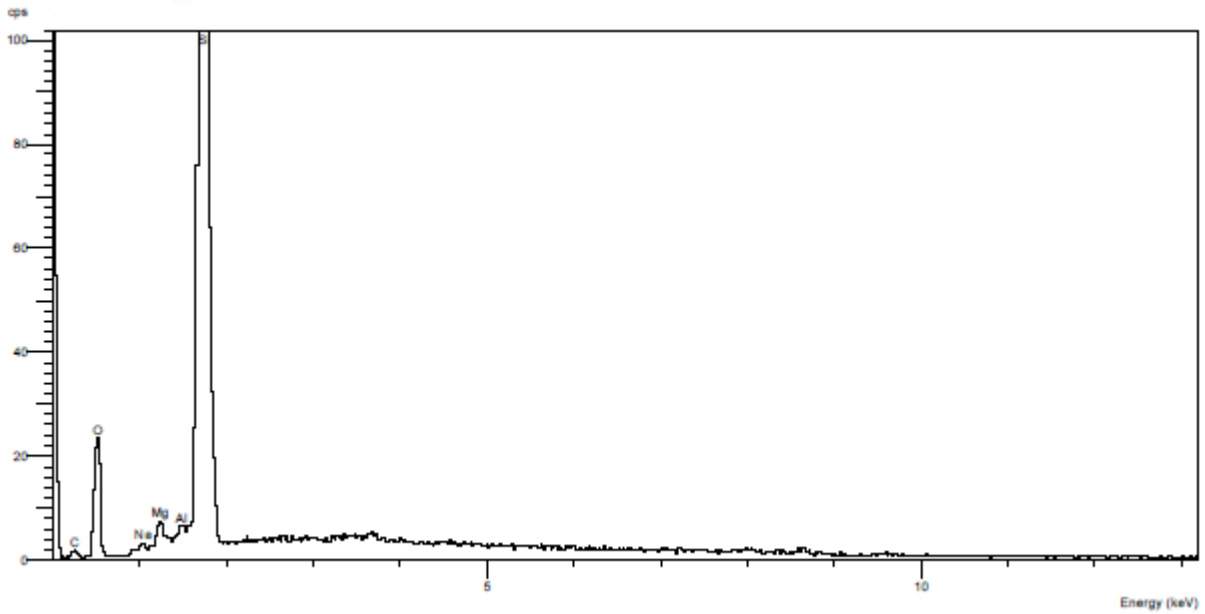
ภาพที่ 4.13 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของธาตุของจุดเก็บตัวอย่าง ST- 4

วันที่ 24 ก.ค. 2555

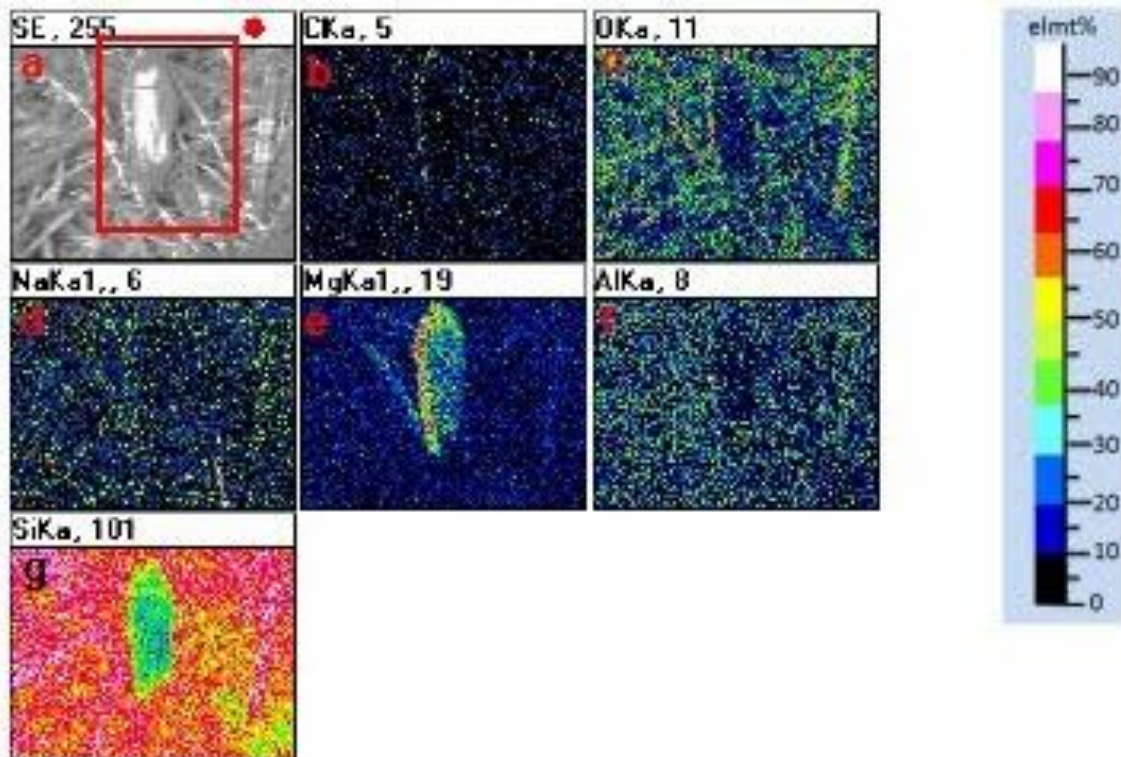
ก) สเปกตรัมของธาตุในตัวอย่างฝุ่นละอองที่ตรวจเก็บได้

ข) แผนภาพการกระจายตัวของธาตุ

นอกจากนี้ผลการเก็บตัวอย่าง ณ จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 (ST-4) ในวันที่ 24 ก.ค. 2555 ด้วยเทคนิค EMA พบว่าฝุ่นละอองที่เก็บได้มีสเปกตรัมของธาตุ (ภาพที่ 4.13 ก) และแผนภาพการกระจายตัวของธาตุ (ภาพที่ 4.13 ข) ซึ่งประกอบไปด้วยธาตุต่อไปนี้คือ คาร์บอน (ภาพที่ 4.13 b) มีการกระจายตัวของคาร์บอนที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 40 มีเพียงบางจุดที่สูงถึง 50 ออกซิเจน (ภาพที่ 4.13 ข c) มีการกระจายตัวร้อยละ 20 ในบริเวณที่เป็นเม็ดฝุ่นละออง แต่กระจายตัวสูงในบริเวณรอบๆ ของเม็ดฝุ่น ซึ่งอาจเป็นองค์ประกอบของเม็ดฝุ่นที่ไม่รวมตัวกันเป็นกลุ่มก้อนส่วนหนึ่งและอีกส่วนหนึ่งจะเป็นองค์ประกอบของกระดาษกรองใยแก้ว แต่ออกซิเจนน่าจะเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่เป็นองค์ประกอบด้วย ในขณะที่โซเดียม (ภาพที่ 4.13 ข d) มีการกระจายตัวในระดับความเข้มข้น 20 – 70 แต่ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 70 จะกระจายตัวในบริเวณกว้างไม่มีการรวมกันเป็นกลุ่มก้อน ซึ่งอาจเป็นเป็นอนุภาคเดี่ยวที่ล่องลอยมาจากฝุ่นละอองน้ำทะเล สำหรับอลูมิเนียม (ภาพที่ 4.13 ข e) มีการกระจายที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 50 – 70 ในบริเวณที่เป็นเม็ดฝุ่นละออง นอกจากนี้ยังกระจายตัวในบริเวณอื่นซึ่งน่าจะเป็นองค์ประกอบของกระดาษกรอง และซิลิกอน (ภาพที่ 4.13 ข f) มีการกระจายตัวที่ระดับต่ำในปริมาณร้อยละ 10 ซึ่งต่ำกว่าบริเวณรอบนอกซึ่งเป็นส่วนของกระดาษกรองใยแก้ว ในส่วนของแคลเซียม (ภาพที่ 4.13 ข g) มีความเข้มข้นที่ระดับร้อยละ 40 และมีสูงร้อยละ 50 เพียงบางจุดเท่านั้น สำหรับการเก็บตัวอย่างในจุดเดียวกันในวันที่ 25 ต.ค. 2555 พบว่าฝุ่นละอองที่เก็บได้มีสเปกตรัมของธาตุ (ภาพที่ 4.14 ก) และแผนภาพการกระจายตัวของธาตุ (ภาพที่ 4.14 ข) พบว่ามีธาตุต่อไปนี้เป็นองค์ประกอบในฝุ่นละอองซึ่งประกอบด้วยคาร์บอน (ภาพที่ 4.14 ข b) มีปริมาณความเข้มข้นการกระจายตัวอย่างหลวมๆ ในปริมาณความเข้มข้นร้อยละ 10 – 20 บริเวณที่เป็นขอบเขตของเม็ดฝุ่นละอองที่ทำการวิเคราะห์ ออกซิเจน (ภาพที่ 4.14 ข c) มีการกระจายตัวในปริมาณร้อยละ 10 โซเดียม (ภาพที่ 4.14 ข c) มีการกระจายตัวในความเข้มข้นร้อยละ 10 เช่นเดียวกัน ขณะที่แมกนีเซียม (ภาพที่ 4.14 ข e) มีความเข้มข้นสูงตั้งแต่ร้อยละ 20 – 70 โดยเฉพาะที่ระดับความเข้มข้นสูงที่ร้อยละ 70 จะกระจายตัวบริเวณขอบของเม็ดฝุ่นละอองซึ่งแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าแมกนีเซียมเป็นองค์ประกอบของเม็ดฝุ่นละออง นอกจากนี้แล้วฝุ่นละอองยังประกอบด้วยอลูมิเนียม (ภาพที่ 4.14 ข f) และซิลิกอน (ภาพที่ 4.14 ข g) ซึ่งกระจายตัวที่ความเข้มข้นร้อยละ 10 และ 40 ตามลำดับ



ก)



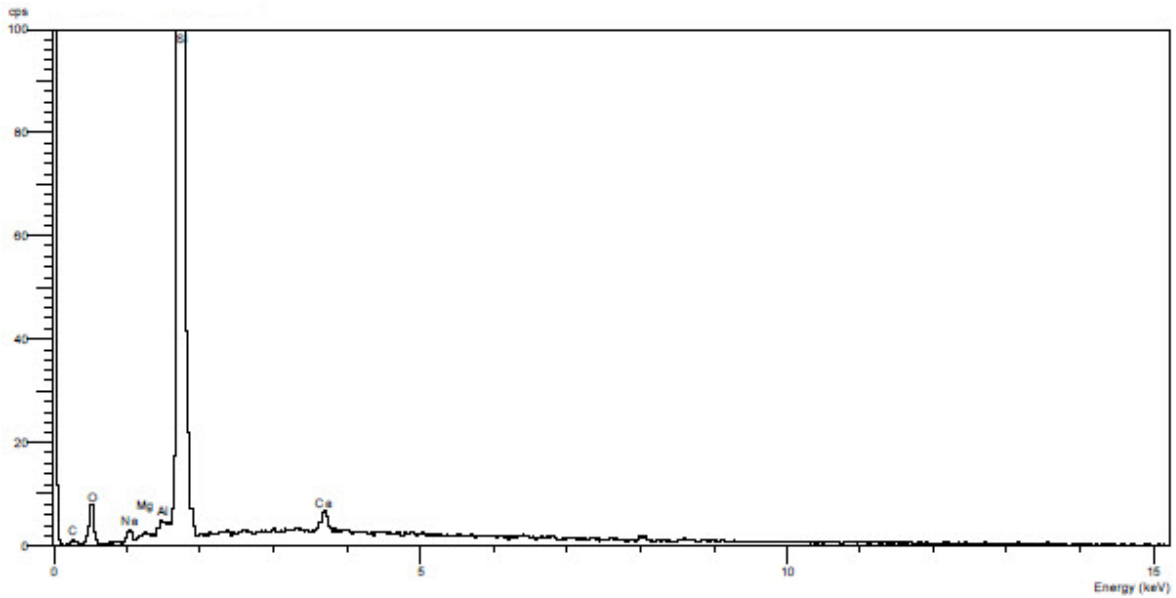
ข)

ภาพที่ 4.14 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของธาตุของจุดเก็บตัวอย่าง ST-4
วันที่ 25 ต.ค. 2555

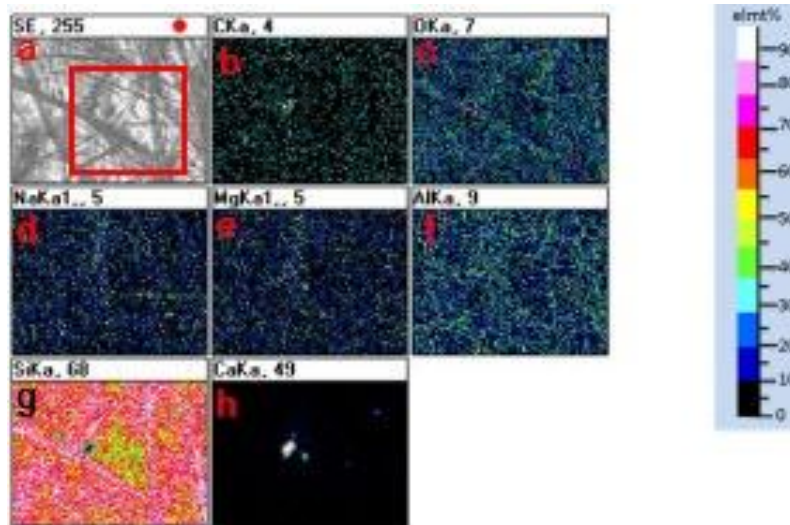
ก) สเปกตรัมของธาตุในตัวอย่างฝุ่นละอองที่ตรวจเก็บได้

ข) แผนภาพการกระจายตัวของธาตุ

สำหรับการเก็บตัวอย่างในจุดเก็บที่ 5 (ST-5) บนถนนทะเลหลวงในวันที่ 26 ก.ค. 2555 พบว่าธาตุที่พบเมื่อวิเคราะห์ด้วยเทคนิค EMA ดังภาพที่ 15 ก และ ภาพที่ 15 ข แสดงสเปกตรัมของธาตุและแผนภาพการกระจายตัวของธาตุตามลำดับ โดยพบว่าตัวอย่างฝุ่นละออง (ภาพที่ 15 ข b – h) ประกอบไปด้วยธาตุ คาร์บอน ออกซิเจน โซเดียม แมกนีเซียม อลูมิเนียม ซิลิกอนและแคลเซียม จากแผนภาพการกระจายตัวของธาตุจะเห็นว่าธาตุมีการกระจายตัวในเชิงปริมาณไม่ชัดเจน เนื่องจากกลุ่มฝุ่นละอองที่นำมาวิเคราะห์มีปริมาณที่น้อยทำให้เห็นการกระจายตัวของธาตุมีลักษณะที่ไม่ชัดเจน แต่อย่างไรก็ตามธาตุดังกล่าวยังคงแสดงให้เห็นว่าธาตุเหล่านั้นเป็นองค์ประกอบของฝุ่นละอองที่จับเก็บได้ และในการเก็บตัวอย่างในจุดเดียวกัน (ST-5) ในวันที่ 30 ตุลาคม 2555 หลังจากทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคและวิธีการเช่นเดียวกัน พบว่าฝุ่นละออง ที่จับเก็บได้นั้นประกอบด้วยธาตุออกซิเจน (ภาพที่ 16 ข b) ซิลิกอน (ภาพที่ 16 ข c) และออกซิเจน (ภาพที่ 16 ข d) และแคลเซียม (ภาพที่ 16 ข e) และพบว่าแคลเซียมจะมีปริมาณที่สูงซึ่งมีระดับความเข้มข้นมากตั้งแต่ร้อยละ 40 ไปจนถึง 100 นั่นคือองค์ประกอบของฝุ่นละอองประกอบด้วยแคลเซียมเป็นธาตุหลัก



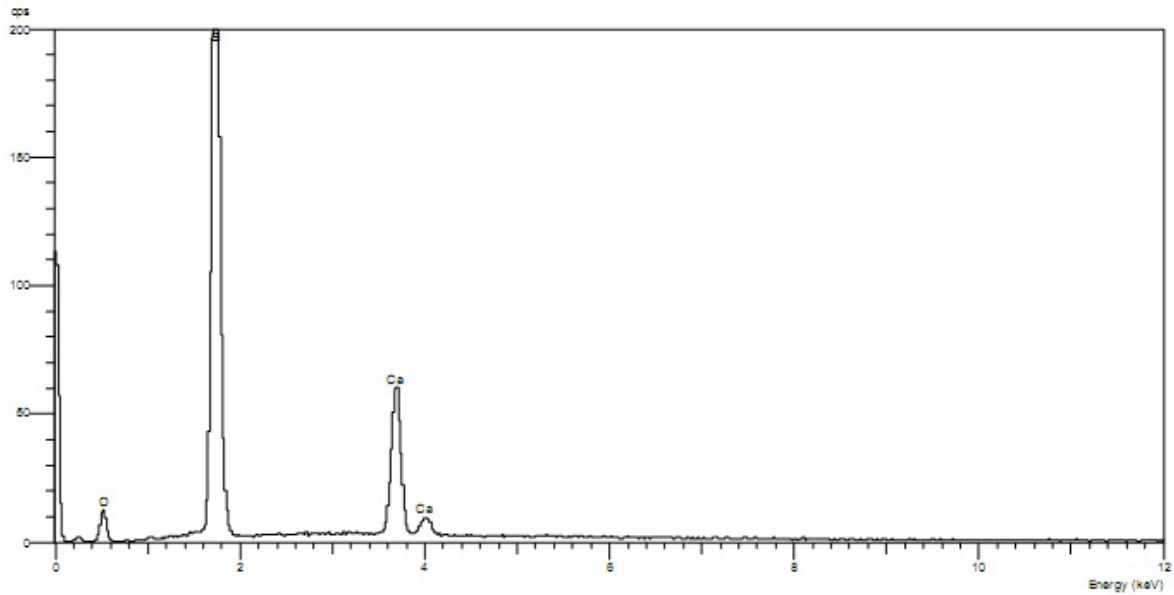
ก)



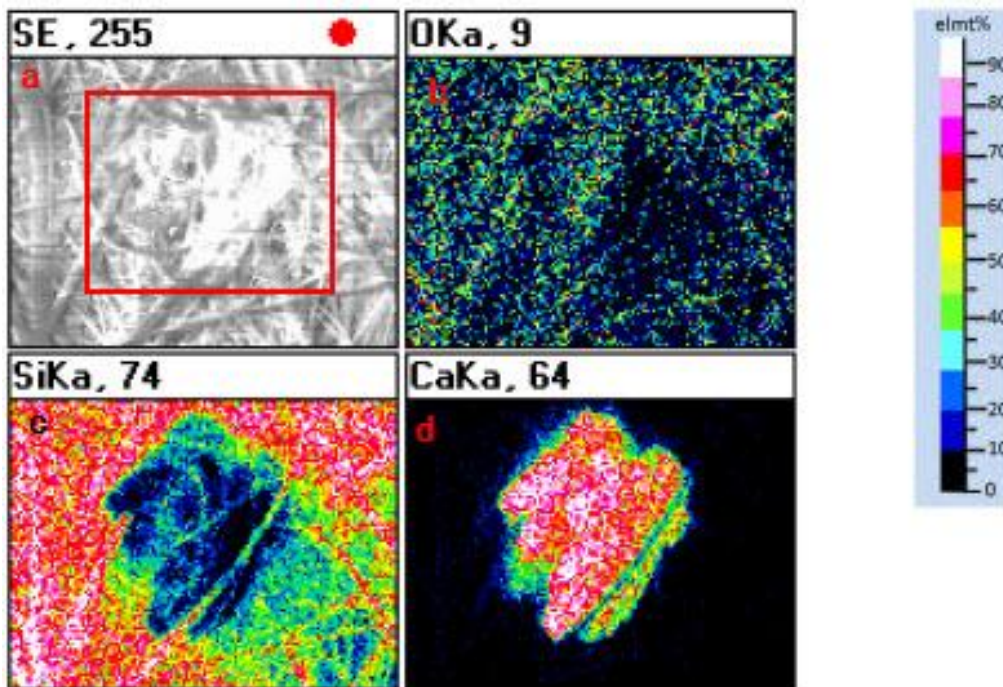
ข)

ภาพที่ 4.15 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของธาตุของจุดเก็บตัวอย่าง ST-5
วันที่ 26 ก.ค. 2555

- ก) สเปกตรัมของธาตุในตัวอย่างฝุ่นละอองที่ตรวจเก็บได้
ข) แผนภาพการกระจายตัวของธาตุ



ก)



ข)

ภาพที่ 4.16 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของธาตุของจุดเก็บตัวอย่าง ST-5
วันที่ 30 ต.ค. 2555

- ก) สเปกตรัมของธาตุในตัวอย่างฝุ่นละอองที่ตรวจเก็บได้
ข) แผนภาพการกระจายตัวของธาตุ

บทที่ 5

สรุปและวิเคราะห์ผล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบเครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในอากาศโดยฝุ่นละอองที่เก็บได้จากสิ่งแวดล้อมที่มีประชาชนมีกิจกรรมที่ต้องใช้ชีวิตประจำวันซึ่งอาจจะหายใจรับเอาฝุ่นละอองที่ปะปนอยู่ในอากาศ การวิจัยครั้งนี้มีกระบวนการ 2 ขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นตอนแรกคือออกแบบเครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในอากาศที่เหมาะสมที่สามารถนำไปฝุ่นละอองในสถานที่จริง ซึ่งประกอบด้วย ส่วนสำคัญ 3 ส่วนประกอบด้วย ส่วนที่หนึ่งคือส่วนดักจับฝุ่นละอองในอากาศโดยใช้หลักการการไหลผ่านของอากาศ ส่วนที่สองระบบดูดอากาศประกอบด้วยเครื่องดูดอากาศและท่อดูดอากาศและส่วนสุดท้ายคือระบบควบคุม ขั้นที่สองนำเครื่องมือที่ได้ไปทดสอบประสิทธิภาพการทำงานและเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในอากาศในสถานที่จริง จากการทดสอบเครื่องพบว่าการทำงานของเครื่องมือสามารถดูดอากาศผ่านส่วนดักจับฝุ่นละอองด้วยอัตราการไหล 27×10^{-3} ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที เมื่อนำเครื่องดักจับฝุ่นละอองในอากาศไปดักจับฝุ่นละอองที่ปะปนอยู่ในอากาศ พบว่าสามารถดักจับฝุ่นละอองที่เครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในอากาศดักจับได้เมื่อนำฝุ่นละอองที่ดักจับได้จากสถานที่ที่ทำการทดสอบในสถานที่จริงบนถนนทะเลหลวง อ. เมือง จ.สงขลา

จากการเก็บตัวอย่างในสถานที่จริง ทั้งหมด 5 จุด โดยทำการเก็บตัวอย่างในระหว่างเดือนกรกฎาคม – พฤศจิกายน 2555 โดยทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในอากาศตลอด 24 ชั่วโมง ซึ่งทำการเก็บตัวอย่างในแต่ละจุด 1 ครั้งต่อเดือน จากการเก็บตัวอย่างและได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นละอองและองค์ประกอบของฝุ่นละออง พบว่าในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 (ST-1) ปริมาณฝุ่นละอองที่ตรวจจับได้มีปริมาณอยู่ระหว่าง 12.86 – 41.15 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) องค์ประกอบของฝุ่นละอองส่วนใหญ่ประกอบด้วยธาตุต่อไปนี้คือ คาร์บอน (C) ออกซิเจน (O) โซเดียม (Na) อะลูมิเนียม (Al) ซิลิกอน (Si) แคลเซียม (Ca) ซัลเฟอร์ (S) นอกจากนี้บางตัวอย่างยังประกอบด้วย แมกนีเซียม (Mg) คลอไรด์ (Cl) โพแทสเซียม (K) และเหล็ก ซึ่งสอดคล้องกับ Srimuruganandam และ Nagendra (2012) ที่ศึกษาแหล่งที่มาของฝุ่นละอองขนาดเล็กขนาด 10 ไมโครเมตร (PM₁₀) และ 2.5 ไมโครเมตร (PM_{2.5}) โดยทำการเก็บตัวอย่างบริเวณถนนในเมือง Chennai ประเทศอินเดีย ซึ่งฝุ่นละอองที่เก็บได้ประกอบด้วยธาตุที่จับได้จากจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 นอกเหนือจากนั้นยังพบธาตุ นิกเกิล (Ni) ทองแดง (Cu) โคบอลต์ (Co) แคดเมียม (Cd) เป็นต้น ซึ่งองค์ประกอบของธาตุเหล่านี้เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงจากน้ำมันดีเซล เบนซิน ซึ่งเป็นแหล่งหลักที่ก่อให้เกิดฝุ่นละอองขนาด PM₁₀ และ PM_{2.5} ซึ่งรองลงมาคือฝุ่นละอองเรืองทางเท้า เบรครถ ฝุ่นละอองจากน้ำทะเล และการทำอาหาร นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Sehyun และ คณะ (Sehyun H., et al., 2012) ได้ศึกษาแหล่งกำเนิดฝุ่นละออง PM₁₀

และ PM2.5 จากท้องถนนด้วยเครื่องเก็บฝุ่นละอองแบบเคลื่อนที่พบว่าองค์ประกอบธาตุของฝุ่นละอองที่เก็บได้ประกอบด้วยอะลูมิเนียม แคลเซียม และ เหล็กเป็นต้น ซึ่งฝุ่นละอองที่ตรวจจับได้เนื่องจากการวิ่งของรถบนท้องถนน สำหรับการตรวจจับฝุ่นละอองในอากาศในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 (ST-2) ถึงจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 (ST-5) พบว่าปริมาณฝุ่นละอองที่ตรวจจับได้ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 (ST-2) มีปริมาณอยู่ระหว่าง $18.00-41.15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ โดยมีธาตุคาร์บอน ออกซิเจน โซเดียม อะลูมิเนียม ซิลิกอน แคลเซียม ซัลเฟอร์ นอกจากนี้บางตัวอย่างยังประกอบด้วย แมกนีเซียม คลอรีน โพแทสเซียม และ ฟอสฟอรัส (P) สำหรับจุดเก็บตัวอย่างที่ 3(ST-3) พบปริมาณของฝุ่นละอองที่ตรวจจับได้อยู่ระหว่าง $30.86-105.45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ จุดเก็บตัวอย่างที่ 4(ST-4) พบปริมาณฝุ่นละอองอยู่ระหว่าง $7.72 - 108.02 \mu\text{g}/\text{m}^3$ และจุดเก็บตัวอย่างที่ 5(ST-5) พบปริมาณฝุ่นละอองอยู่ระหว่าง $82.30 - 100.31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ตามลำดับ และยังพบอีกว่าองค์ประกอบของฝุ่นละอองของฝุ่นคาร์บอน ออกซิเจน โซเดียม แมกนีเซียม อะลูมิเนียม ซิลิกอน แต่พบว่าธาตุหลักที่เป็นองค์ประกอบของฝุ่นละอองส่วนใหญ่เป็นแคลเซียม โดยจะเห็นได้ว่าองค์ประกอบของฝุ่นละอองละอองที่เก็บได้ส่วนใหญ่เป็นฝุ่นละอองที่เกิดจากฝุ่นละอองที่อยู่ตามผิวถนนโดยการเกิดจากการใช้ถนนของผู้คนที่สัญจรโดยรถที่แล่นผ่านทำให้เกิดฝุ่นละอองล่องลอยปะปนกับอากาศซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้คนสูดอากาศในบริเวณที่มีปริมาณฝุ่นละอองในอากาศที่สูง (Charlesworth *et al.*,2011; Li and Liu, 2001)

จากผลการวิจัยจะเห็นได้ว่าเครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในอากาศสามารถดักเก็บฝุ่นละอองที่ปะปนอยู่ในอากาศได้และจากการตรวจขนาดของฝุ่นละอองด้วยเครื่อง SEM พบว่าขนาดของฝุ่นละอองมีขนาดน้อยกว่า $10 \mu\text{m}$ หรือขนาด PM 10 และเมื่อวิเคราะห์เชิงปริมาณของฝุ่นละอองพบว่ามีค่าน้อยกว่า $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ซึ่งอยู่ในระดับไม่มีผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจหรือระบบสุขภาพของประชาชนทั่วไป ซึ่งจากการใช้เครื่องมือหรือเครื่องเก็บฝุ่นละอองในอากาศบริเวณถนนทะเลหลวง ตำบลบ่อทราย อ.เมือง จังหวัดสงขลา ซึ่งเป็นถนนที่มีการสัญจรของรถยนต์และประชาชนค่อนข้างสูง เมื่อนำเครื่องเก็บฝุ่นละอองในอากาศตรวจวัดคุณภาพอากาศ พบว่าคุณภาพอากาศอยู่ในระดับที่ไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพ ดังนั้นเครื่องเก็บฝุ่นละอองในอากาศที่ได้ประดิษฐ์ขึ้นมาด้วยระบบที่ไม่สลับซับซ้อนโดยใช้กลไกการไหลผ่านของอากาศผ่านระบบกรองเพื่อดักจับฝุ่นละอองที่เครื่องดูดอากาศเข้าสู่ระบบสามารถใช้งานได้จริงและง่ายในการที่จะเคลื่อนย้ายเพื่อไปเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในอากาศที่สามารถเข้าไปถึงในระดับชุมชนเพื่อประเมินสภาวะทางฝุ่นละอองในอากาศเป็นเบื้องต้น และอาจจะเป็นการเตือนหรือบอกกล่าวให้กับชุมชนเพื่อเป็นแนวทางป้องกันเกี่ยวกับปัญหาสุขภาพของประชาชน

ข้อเสนอแนะจากงานวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้เป็นการสร้างเครื่องเก็บฝุ่นละอองในอากาศอย่างง่ายที่มีกระบวนการวิธีการที่ไม่สลับซับซ้อนและสามารถใช้งานได้จริง แต่ยังไม่สามารถวิเคราะห์แบบสำเร็จ กล่าวคือไม่สามารถวิเคราะห์ปริมาณของฝุ่นละออง และองค์ประกอบของฝุ่นออกมาได้ในขณะนั้น แต่ต้องนำมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ โดยเฉพาะองค์ประกอบของฝุ่นว่าประกอบด้วยธาตุชนิดใดบ้างซึ่งต้องใช้เครื่อง SEM มาช่วยวิเคราะห์ซึ่งค่าใช้จ่ายค่อนข้างแพง แต่อย่างไรก็ตามขั้นตอนการหาค่าของปริมาณฝุ่นละอองที่เก็บได้จะสามารถหาได้เฉพาะปริมาณฝุ่นละอองทั้งหมดเพียงเท่านั้นส่วนฝุ่นละออง PM10 นั้นเพื่อให้มั่นใจว่าขนาดที่เก็บได้นั้นต้องไปตรวจสอบกับเครื่อง SEM ดังนั้นหากสามารถพัฒนาระบบตรวจจับขนาดของฝุ่นหรือความหนาแน่นของฝุ่นละอองที่ไหลผ่านระบบเก็บได้โดยใช้เซ็นเซอร์ตรวจวัดความหนาแน่นของฝุ่นละอองได้จะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องมือได้มากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- Cheng, Y. H., Chang, H. P., Hsieh, C. J., 2011. Short – term exposure to PM₁₀ , PM_{2.5} , ultrafine particle and CO₂ for passenger at an intercity bus terminal. *Atmospheric Environment*. 45, 2034 - 2042.
- Charlesworth, S., De Miguel, E., Ordonez, A., 2011. A review of the distribution of particulate trace element in urban terrestrial environments and its application to consideration of risk. *Environmental Geochemistry and Health*, 33(2), 103-123.
- De Miguel, E., Iribarren, I., Chacon, E., Ordonez, A., Charlesworth, S., 2007. Risk-based evaluation of exposure of children to trace element in playgrounds in Madrid (Spain). *Chemosphere*. 66, 505-513.
- Dockery, D., W., Pope, C. A., 1994. Acute respiratory effect of particulate air-pollution. *Annual Review of Aerosol Science*. 29, 421 – 444.
- Ferguson, J. E., Kim, N., 1991. Trace element in street and house dusts source and speciation. *Science of the Total Environment*. 100, 125- 150.
- Hong, Y. C., Lee, J.T., Kim, H., Ha, E. H., Schwartz, J., Christiani, D.C., 2002. Effect of air pollution on acute stroke mortality. *Environmental Health Perspectives*. 110, 187 – 191.
<http://amphurkandit.org/th/view.php?No=147> (สืบค้นเมื่อ 20 กันยายน 2555)
<http://news.phuketindex.com/features/phuket-1350-189594.html> (สืบค้นเมื่อ 25 กันยายน 2555)
http://www.shawpat.or.th/news/news_detail.php?news_id=IN000856&&news_type=1 (สืบค้นเมื่อ 17 กันยายน 2555)
- Huang, L., Yaun, C. S., Wang, G., Wang, K., 2002. Chemical characteristics and source apportionment of PM₁₀ during a brown haze episode in Harbin, China. *Particuology*. 9, 32 – 38.
- Li, X., Liu, P.S., 2001. Heavy metal contamination of urban soil in street dusts in Hong Kong. *Applied Geochemistry*. 16, 1361-1368.
- Moreno, T., Karanasiou, A., Amato, F., Lucarelli, F., Nava, S., Calzolari, G., Chiari, M., Coz, E., Artinano, B., Lumbreras, J., Borge, R., Boldo, E., Linares, C., Alastuey, A., Querol, X., Gibbons, W., 2013. Daily and hourly sourcing of metallic and mineral dust in urban air contaminated by traffic and coal-burning emission. *Atmospheric Environment*. 68, 33-44.
- Okorie, A., Entwistle, J., Dean, J. R., 2012. Estimation of daily intake of potentially toxic

element from urban street dust and the role of oral bioaccessibility testing.

Chemosphere. 86, 460-467.

Sehyun, H., Jong-Sang, Y., Yong-Won, J., 2011. Characterization of PM₁₀ and PM_{2.5} source profiles for resuspended road dust collected using mobile sampling methodology.

Atmospheric Environment. 45, 3343-3351.

Srimuruganandam, B. Shiva Nagendra, S. M., 2012. Source characterization of PM₁₀ and PM_{2.5} mass using a chemical mass balance model at urban roadside. *Science of the Total Environment*. 433, 8-9.

Environment. 433, 8-9.


Yakin, S. Bayran, A., 2008. Source apportionment of PM₁₀ and PM_{2.5} using positive matrix factorization and chemical mass balance Izmir, Turkey. *Science of Total Environment*. 309, 109 – 123.

Environment. 309, 109 – 123.


ส่วนควบคุมคุณภาพอากาศ สำนักงานการจัดการคุณภาพอากาศและเสียง, กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2546. คู่มือการตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศสว่าง แสงหรือยูวีพัฒนา, นันทวิทย์ บุญเทศ, กุลณี วงศ์วิวัฒน์, 2538. ความเสื่อมสมรรถภาพของปอดในตำรวจจราจรในกรุงเทพมหานคร. *รามาศิปตีเวชสาร*. 18, 44-46.

ภาคผนวก

รายงานการนำเสนอผลงานวิจัย



ศักยภาพเครื่องต้นแบบ ในการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในอากาศจากแหล่งต่างๆ เพื่อวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม



วารวดี คุ้มศิริ, ณิชยา ประสงค์จันทร์ และ สมบูรณ์ ประสงค์จันทร์ : คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย : warawood.d@rmutsv.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบเครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในอากาศ ซึ่งมีกระบวนการ 2 ขั้นตอน คือออกแบบเครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในอากาศที่เหมาะสม และสามารถนำไปเก็บฝุ่นละอองในสถานที่จริง จากการทดสอบการทำงานของเครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในอากาศบริเวณตลาดคลองเย็น ถนนทะเลหลวง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา เครื่องดังกล่าวสามารถดักเก็บฝุ่นละอองในอากาศโดยให้อากาศไหลผ่านกระดาษกรองใยแก้ว เมื่อนำฝุ่นละอองที่ดักจับได้มาวิเคราะห์หาชนิดการถ่ายภาพด้วยเครื่องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน พบว่าเครื่องเก็บฝุ่นละอองในอากาศสามารถเก็บฝุ่นละอองในอากาศขนาด PM 10 ได้ ซึ่งฝุ่นละอองที่เก็บได้นั้นมีขนาดน้อยกว่า 10 ไมโครเมตร และทำการวิเคราะห์ทางองค์ประกอบของฝุ่นละอองที่เก็บได้ด้วยเทคนิค Electron Microanalysis - Qualitative Analysis พบว่าองค์ประกอบของฝุ่นละอองประกอบด้วยธาตุคาร์บอน(C) ออกซิเจน(O) โซเดียม(Na) แมกนีเซียม(Mg) อะลูมิเนียม(Al) ซิลิกอน(Si) ซัลเฟอร์(S) คลอไรด์(Cl) โพแทสเซียม(K) แคลเซียม(Ca) และเหล็ก(Fe) ดังนั้นจากงานวิจัยนี้สามารถนำเครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในอากาศไปใช้การตรวจสอบคุณภาพของอากาศเบื้องต้นเพื่อเตือนสภาวะทางอากาศของบริเวณที่อาจมีผลกระทบต่อชุมชนได้

บทนำ

ปัจจุบันปัญหาเรื่องมลพิษของอากาศและสภาพแวดล้อม เมืองใหญ่ ของประเทศไทย โดยเฉพาะฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร หากมีการสูดดมอากาศที่มีฝุ่นละอองขนาดเล็กปะปนเข้าไปเป็นเวลานานจะทำให้เกิดปัญหาทางสุขภาพโดยเฉพาะเกี่ยวกับระบบหายใจเสี่ยงที่จะป่วยเป็นโรคระบบทางเดินหายใจได้ ปัญหาเหล่านี้เกิดจากมลพิษในอากาศ ฝุ่นละอองเป็นอนุภาคแขวนลอยที่เป็นมลพิษทางอากาศที่มีผลต่อสุขภาพของคน (Dockery and Pope, 1994; Hong et. al., 2002) โดยเฉพาะชุมชนเมืองที่มีมลพิษทางอากาศในปริมาณที่สูง สำหรับงานวิจัยนี้ได้ออกแบบเครื่องดักจับฝุ่นละอองอย่างง่ายที่สามารถดักจับฝุ่นละอองในอากาศในแหล่งชุมชนและสามารถนำไปใช้งานได้จริง

ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ออกแบบเครื่องต้นแบบ
ในการเก็บฝุ่นละออง

ทดสอบประสิทธิภาพ
ของเครื่องต้นแบบ


เก็บตัวอย่าง
ในสถานที่จริง

วิเคราะห์องค์ประกอบ
ของฝุ่นละออง

วัตถุประสงค์การวิจัย

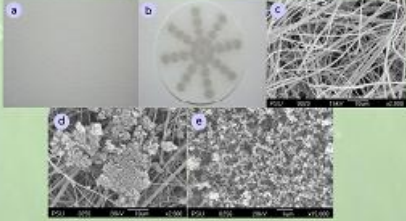
- 1) เพื่อสร้างเครื่องมือต้นแบบอย่างง่ายในการเก็บฝุ่นละออง และสามารถนำไปใช้ในการตรวจสอบปริมาณฝุ่นละอองในอากาศได้
- 2) ทดสอบประสิทธิภาพและความสามารถของเครื่องมือต้นแบบอย่างง่ายในการเก็บฝุ่นละอองในการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในอากาศ

ผลการวิจัย



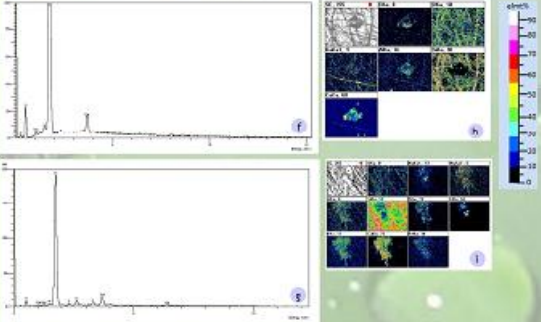
ภาพที่ 1 เครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในอากาศ

1. ส่วนดักจับฝุ่นละอองในอากาศ
2. ขวดสุญญากาศ
3. วิทยุสื่อสาร



ภาพที่ 2 ผลการทดสอบการเก็บฝุ่นละออง

1. ฝุ่นละอองที่ดักจับได้โดย : 1) ภาชนะสุญญากาศชนิด 1 ลิตร
2. ภาชนะ 500 มิลลิเมตร 2000 ลิตร
3. ภาชนะ 100 มิลลิเมตร 2000 ลิตร
4. ภาชนะ 500 มิลลิเมตร 1000 ลิตร



ภาพที่ 3 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบฝุ่นละออง

1. EDS
2. สเปกตรัมองค์ประกอบฝุ่นละออง
3. ภาพการกระจายตัวของธาตุในฝุ่นละออง

สรุปผลการวิจัย

จากการทดสอบและเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในอากาศของเครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในแหล่งชุมชน พบว่าสามารถดักจับฝุ่นละอองโดยพบว่าขนาดของฝุ่นละอองที่ตรวจจับได้ถึงระดับ PM 10 ดังนั้นเครื่องดักจับฝุ่นละอองสามารถนำไปตรวจสอบคุณภาพของอากาศในสถานที่ที่ประชาชนไปทำกิจกรรมหรือดำเนินชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นการป้องกันหรือเตือนภัยเบื้องต้นได้

เอกสารอ้างอิง

Dockery, D. W., Pope, C. A., 1994. Acute respiratory effect of particulate air-pollution. *Annual Review of Aerosol Science* 29, 421 – 444.

Hong, Y. C., Lee, J.T., Kim, H., Ha, E. H., Schwartz, J., Christiani, D.C., 2002. Effect of air pollution on acute stroke mortality. *Environmental Health Perspectives* 110, 187 – 191.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากโครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษาและพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ ภายใต้สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา และคณะผู้วิจัยขอขอบคุณ คณะศิลปศาสตร์ และสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยที่ให้การสนับสนุนตลอดการทำวิจัย



สำนักงาณะกรรมการอุดมศึกษา ร่วมกับ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ๗๐ แห่ง



เกียรติบัตรฉบับนี้ให้เพื่อแสดงว่า

อาจารย์วราวุฒิ ดวงศิริ และคณะ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

เป็นผู้เสนอผลงานวิจัยตีพิมพ์ในสื่อนานาชาติ กลุ่มความหลากหลายทางชีวภาพ

ในการประชุมใหญ่โครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษา ครั้งที่ ๒

ระหว่างวันที่ ๒๒ - ๒๔ มกราคม พุทธศักราช ๒๕๕๗

ขอแสดงความเจริญด้วยศรัทธา

ทำคุณประโยชน์ในด้านการสร้างสรรค์ปัญญา เพื่อพัฒนาประเทศสืบไป

๕ ๕-

(ศาสตราจารย์พิเศษ ดร.ทพพร ศิริสัมพันธ์)

เลขาธิการคณะกรรมการการอุดมศึกษา
สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา

(ศาสตราจารย์ ดร.วิชัย บุญแสง)

ผู้อำนวยการสำนักบริหารโครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษา
และพัฒนานานาชาติวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ

ประวัตินักวิจัยและคณะ

ชื่อหัวหน้าโครงการ

ชื่อ-สกุล นายวราวุฒิ ดวงศิริ

ตำแหน่งปัจจุบัน พนักงานมหาวิทยาลัย (อาจารย์)

หน่วยงาน หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

โทร. 089-6543-050 e-mail: warawood.d@rmutsv.ac.th

ชื่อผู้ร่วมโครงการ

1. ชื่อ-สกุล นางณิชา ประสงค์จันทร์

ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ ระดับ 7

หน่วยงาน หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

โทร. 080-5391-323 e-mail: ingokaom@hotmail.com

2. ชื่อ-สกุล นายสมบุญ ประสงค์จันทร์

ตำแหน่งปัจจุบัน พนักงานมหาวิทยาลัย (อาจารย์)

หน่วยงาน หลักสูตรรายวิชาวิทยาศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

โทร. 086-6974-524 e-mail: spboon2@gmail.com