

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาปริมาณและองค์ประกอบของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร (PM₁₀)
บริเวณพื้นที่ใกล้เคียงท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ



T107782



เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 107782
วัน,เดือน,ปี 14 พ.ค. 2553

b. 12212556
i.

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาเคมีทรัพยากรสิ่งแวดล้อม
ภาควิชา เคมี
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Study on Amounts and Compositions of PM_{10} near by Suvarnabhumi Airport



A Special Project Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement for
the Degree of Bachelor of Science

Department of Chemistry

Faculty of Science

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Academic Year 2006


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงการพิเศษเรื่อง การศึกษาปริมาณและองค์ประกอบของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร (PM₁₀) บริเวณพื้นที่ใกล้เคียงท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

นักศึกษา นางสาวกนกกรส ฅมปลีก
 นางสาวพุทธิมน ไกวัลตาภรณ์
 นางสาววางคณา ประภาติกุล

ภาควิชา เคมี
 สาขาวิชา เคมีทรัพยากรสิ่งแวดล้อม
 อาจารย์ที่ปรึกษา ดร. สุวรรณิ จรรยาพูน
 อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผศ. กรองแก้ว ทิพย์ศักดิ์

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

	คณะกรรมการตรวจสอบ	ลายมือชื่อ
ประธานกรรมการ	ผศ.ดร.ชมนพูนท ไชยรักษ์	
กรรมการ	ดร. วิบูลย์ ประดิษฐ์เวียงคำ จินุณต์ ปะคัง/เวียงคำ
กรรมการ	ดร. สุวรรณิ จรรยาพูน สุวรรณิ จรรยาพูน



.....
 (ผศ.ดร.ประยงค์ ดวงดี)

หัวหน้าภาควิชา

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงการพิเศษเรื่อง	การศึกษาปริมาณและองค์ประกอบของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร (PM ₁₀) บริเวณพื้นที่ใกล้เคียงท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ	
นักศึกษา	นางสาวกนกกรส	ถมปลีก
	นางสาวพุทธิมน	ไกวัดอาภรณ์
	นางสาวรวงคณา	ประภาติกุล
ภาควิชา	เคมี	
สาขาวิชา	เคมีทรัพยากรสิ่งแวดล้อม	
ปีการศึกษา	2549	
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. สุวรรณณี	จรรยาพูน
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผศ. กรองแก้ว	ทิพย์ศักดิ์ บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ด้วยเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศแบบปริมาตรมาก บริเวณพื้นที่ใกล้เคียงท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ คือ บริเวณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังและเกริกวิทยาลัย ซึ่งทำการศึกษา 2 ช่วงเวลาคือ ก่อนเปิดดำเนินการใช้สนามบิน (วันที่ 19-31 มกราคม พ.ศ. 2549) และหลังเปิดดำเนินการใช้สนามบิน (วันที่ 1-13 ตุลาคม พ.ศ. 2549) พบว่า ปริมาณของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร โดยเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีปริมาณเพิ่มขึ้นจาก 69.50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เป็น 90.30 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ส่วน ณ เกริกวิทยาลัยมีปริมาณลดลงจาก 136.05 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เป็น 105.82 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งโดยเฉลี่ยยังไม่เกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศ (120 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) และผลการวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีต่างๆ ในฝุ่นละออง โดยแบ่งเป็น 3 กลุ่มคือ ปริมาณไอออนที่ละลายน้ำได้ ปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอนสุทธิและปริมาณธาตุโลหะ พบปริมาณไอออนที่ละลายน้ำได้มีองค์ประกอบหลัก ได้แก่ K⁺, NH₄⁺, SO₄²⁻, NO₃⁻ ส่วน Na⁺, Cl⁻, F⁻ พบปริมาณเพียงเล็กน้อย ปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอนสุทธิ ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีปริมาณเพิ่มขึ้นจาก 20.34 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เป็น 27.91 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และที่เกริกวิทยาลัย มีปริมาณลดลงจาก 52.06 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เป็น 25.09 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และจากการตรวจวัดปริมาณโลหะ 5 ชนิด พบว่ามีปริมาณเหล็ก (Fe) มากที่สุด รองลงมาคือแคลเซียม (Ca), แมกนีเซียม (Mg), แมงกานีส (Mn) และตะกั่ว (Pb) ตามลำดับ ซึ่งคาดว่าแหล่งที่มาของฝุ่นละอองจากทั้งสองบริเวณที่ทำการศึกษา อาจเกิดจากฝุ่นดินและถนนเนื่องจากการก่อสร้างและไอเสียจากยานพาหนะ

คำสำคัญ : ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร, ไอออนที่ละลายน้ำได้, สารอินทรีย์คาร์บอนสุทธิ, ธาตุโลหะ,

สนามบินสุวรรณภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Project Title	Study on Amounts and Compositions of PM ₁₀ near by Suvarnabhumi Airport	
Name	Miss Kanokrose	Thomplik
	Miss Puttimon	Kaiwan-arporn
	Miss Warangkana	Prapatigul
Department	Chemistry	
Program	Environmental Resource Chemistry	
Academic Year	2006	
Special Project Adviser	Dr. Suwanee	Junyapoon
Special Project co-adviser	Asst. Prof. Krongkaew	Tippayasak

ABSTRACT

This special project studied the monitoring of PM₁₀ near by Suvarnabhumi Airport. King Monkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL) and Krirk Institute were used as sample collecting sites. Particulate matter (PM₁₀) was collected by high volume air sampler with the opposed jet. The studied periods were during 19-31 January 2006 (before opening the airport) and 1-13 November 2006 (after opening the airport). The average 24-hour's concentration of PM₁₀ before and after opening the airport at KMITL was increased from 69.50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ to 90.30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectively whilst that at Krirk Institute was decreased from 136.05 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ to 105.82 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectively. However, the amounts of PM₁₀ in both sites were less than ambient standard (120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). The compositions of PM₁₀ were analysed in terms of water solution ionic, species total organic carbons and metal elements. The results showed that the major of water soluble ionic species were potassium ion (K^+), ammonium ion (NH_4^+), sulfate (SO_4^{2-}), nitrate (NO_3^-) whilst the tracers were sodium ion (Na^+), chloride ion (Cl^-) and fluoride (F^-). Total organic carbon at KMITL was increased from 20.34 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ to 27.91 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ whereas that at Krirk Institute was decreased from 52.06 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ to 25.09 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. For metal elements, the highest concentration found was iron (Fe), followed by calcium (Ca), magnesium (Mg), manganese (Mn) and Lead (Pb), respectively. According to the results, the sources of PM₁₀ at both sampling sites were probably from dust and soil from road surface due to construction and exhaust of automobiles.

Keywords: PM₁₀, water solution ionic species, total organic carbon, metal elements, Suvarnabhumi Airport

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงการพิเศษนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากได้รับการดูแล เอาใจใส่ ความช่วยเหลือ คำแนะนำ ตลอดจนสิ่งที่เกี่ยวข้อง และเป็นประโยชน์ในการทำโครงการพิเศษ คณะผู้จัดทำโครงการพิเศษจึงใคร่ขอขอบพระคุณทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือต่อไปนี้

ขอขอบพระคุณ ดร. สุวรรณิ จรรยาพูน อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษ และ ผศ. กรองแก้ว ทิพย์ศักดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ได้ให้ความรู้ แนะนำในสิ่งที่ดีๆ ดูแล ช่วยเหลือ เอาใจใส่ ตรวจสอบและแก้ไขโครงการพิเศษฉบับนี้

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.ชมพูนทุ ไชยรักษ์ และ ดร.วิบูลย์ ประดิษฐ์เวียงคำ อาจารย์คณะกรรมการตรวจสอบโครงการพิเศษ ที่ได้ความอนุเคราะห์ตรวจสอบและแก้ไขโครงการพิเศษนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ คุณปราณี บุญวัฒน์ เจ้าหน้าที่ภาควิชาเคมี และเจ้าหน้าที่ห้องธุรการภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่าน ที่ได้ความสะดวกในการเบิกอุปกรณ์ต่างๆ การขอใช้ห้องปฏิบัติการนอกเวลา และการติดต่อสำนักงานที่เกี่ยวข้องเพื่อขอข้อมูลที่จำเป็นในการทำโครงการพิเศษนี้

ขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่ภาคชีววิทยาทุกท่าน ที่ได้ความช่วยเหลือและแนะนำวิธีการใช้เครื่องอะตอมมิคแอบซอร์บชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณโลหะ

ขอขอบพระคุณ เกริกวิทยาลัยที่ได้ความอนุเคราะห์สถานที่ติดตั้งเครื่องเก็บฝุ่นปริมาณมาก ค่าไฟฟ้า และการดูแลอุปกรณ์ตลอดระยะเวลาการเก็บตัวอย่าง

ขอขอบพระคุณ กรมอุตุนิยมวิทยาที่ได้ความอนุเคราะห์ข้อมูลในด้านทิศทางลมและคำแนะนำต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำโครงการพิเศษนี้ ตลอดจนเอกสารข้อมูลด้านภูมิอากาศโดยทั่วไป

ขอขอบพระคุณ กองนโยบายและแผนงานสำนักการจราจรและขนส่ง ที่ได้ความอนุเคราะห์ข้อมูลปริมาณรถบนถนน สายต่างๆ ในกรุงเทพมหานคร และสำนักงานทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง ที่ได้ความอนุเคราะห์ข้อมูลปริมาณรถบนทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง (กรุงเทพฯ-ชลบุรี สายใหม่)

ขอขอบคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และเพื่อนทั้งหลาย ที่คอยเป็นกำลังใจ และส่งแรงใจมาสนับสนุน จนกระทั่งทำโครงการพิเศษนี้สำเร็จ รวมไปถึงคำแนะนำและติชมต่างๆ

นางสาวกนกรศ ถมปลิก

นางสาวพุทธิมน ไกวัลสารณ์

นางสาววรางคณา ประภาติกุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
สารบัญคำย่อ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาของโครงการพิเศษ	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับมลพิษอากาศ	4
2.1.1 แหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร	4
2.1.2 องค์ประกอบทางเคมีทั่วไปและแหล่งกำเนิด	6
2.1.3 มาตรฐานฝุ่นละอองในบรรยากาศโดยทั่วไป	12
2.1.4 ปัญหาและผลกระทบของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร	12
2.2 สภาพบริเวณที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ที่ทำการศึกษา	13
2.2.1 ทำอากาศยานสุวรรณภูมิ	13
2.2.2 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	14
2.2.3 เกริกวิทยาลัย	15
2.2.4 สภาพภูมิอากาศ	15
2.3 คุณภาพอากาศและสถานการณ์ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1	คุณภาพอากาศในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ในบริเวณทั่วไปและบริเวณริมถนน	16
2.3.2	ดัชนีคุณภาพอากาศ	20
2.4	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	22
บทที่ 3	วิธีการดำเนินการวิจัย	
3.1	เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	25
3.2	สารเคมี	26
3.3	วิธีการทดลอง	27
3.3.1	จุดเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร	27
3.3.2	ระยะเวลาในการเก็บ	29
3.3.3	การเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ด้วยเครื่องเก็บฝุ่นปริมาณมาก	29
3.3.4	การวิเคราะห์ห้องค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นในห้องปฏิบัติการ	30
บทที่ 4	ผลการทดลอง	
4.1	การตรวจวัดความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ในบรรยากาศ	33
4.2	การวิเคราะห์ห้องค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตรในบรรยากาศ	37
4.3	ผลการประกันคุณภาพในการวิเคราะห์	55
4.3.1	ผลการประกันคุณภาพในการวิเคราะห์หาปริมาณไอออน ที่ละลายน้ำได้	55
4.3.2	ผลการประกันคุณภาพในการวิเคราะห์หาปริมาณสารอินทรีย์ คาร์บอนสุทธิ	56
4.3.3	ผลการประกันคุณภาพในการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะและ กระบวนการย่อยกระดาษกรองด้วยวิธี Wet digestion	57
บทที่ 5	สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	60
	เอกสารอ้างอิง	62
	ภาคผนวก ก	66
	ภาคผนวก ข	74
	ภาคผนวก ค	89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างของอุปกรณ์ที่เกิดฟุ้ง (fume) คิวิน และฝุ่น	5
ตารางที่ 2.2 องค์ประกอบทางเคมีที่พบบนเปลือกโลก	7
ตารางที่ 2.3 ตัวบ่งชี้ที่ใช้ในการสันนิษฐานที่มาของฝุ่น	10
ตารางที่ 2.4 สัดส่วนขององค์ประกอบทางเคมีฝุ่นละอองรวมจากแหล่งกำเนิดที่สำคัญ ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร	11
ตารางที่ 2.5 คุณภาพอากาศในเขตปริมณฑลแยกตามรายสถานี ปี 2547	20
ตารางที่ 2.6 องค์ประกอบเค้นที่บ่งชี้ถึงแหล่งที่มาของฝุ่นละอองรวม	22
ตารางที่ 3.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบของฝุ่นละออง จำแนกตามสมบัติและ เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็น 3 ประเภทหลัก	31
ตารางที่ 4.1 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	34
ตารางที่ 4.2 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ณ เกริกวิทยาลัย	35
ตารางที่ 4.3 ปริมาณจราจร บริเวณด่านลาดกระบัง ทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง (กรุงเทพฯ – ชลบุรี สายใหม่)	36
ตารางที่ 4.4 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์สัดส่วนความเข้มข้นขององค์ประกอบทางเคมี ในฝุ่นละอองระหว่างพื้นที่ที่ศึกษาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	50

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 ละอองในบรรยากาศ ขนาดต่างๆ และจากแหล่งที่มาและกระบวนการต่างกัน	6
รูปที่ 2.2 ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ	13
รูปที่ 2.3 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	14
รูปที่ 2.4 เกริกวิทยาลัย	15
รูปที่ 2.5 ทิศทางลมมรสุมที่พัดผ่านประเทศไทย	16
รูปที่ 2.6 ผูุ้่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตรเฉลี่ยรายปีในกรุงเทพมหานคร ปี 2537-2547	17
รูปที่ 2.7 ผูุ้่นรวมเฉลี่ยรายปีในกรุงเทพมหานคร ปี 2537 - 2547	17
รูปที่ 2.8 สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศบริเวณพื้นที่ทั่วไปในกรุงเทพมหานคร ปี 2547	18
รูปที่ 2.9 ดัชนีคุณภาพอากาศในกรุงเทพมหานคร ปี 2545 - 2547	21
รูปที่ 2.10 ดัชนีคุณภาพอากาศในพื้นที่ต่างจังหวัด ปี 2545 - 2547	21
รูปที่ 3.1 ตำแหน่งของพื้นที่ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา	27
รูปที่ 3.2 แผนผังการติดตั้งเครื่องเก็บผูุ้่นปริมาณมาก (High Volume Air Sampler) บริเวณลานคบบเพลิงของสนามกีฬาสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	28
รูปที่ 3.3 แผนผังการติดตั้งเครื่องเก็บผูุ้่นปริมาณมาก (High Volume Air Sampler) บริเวณเกริกวิทยาลัย	29
รูปที่ 4.1 ความเข้มข้นของผูุ้่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ช่วงก่อนเปิดดำเนินการและช่วงหลังเปิดดำเนินการ	35
รูปที่ 4.2 ความเข้มข้นของผูุ้่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ณ เกริกวิทยาลัย ช่วงก่อนเปิดดำเนินการและช่วงหลังเปิดดำเนินการ	36
รูปที่ 4.3 ความเข้มข้นของโซเดียม (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และเกริกวิทยาลัย ช่วงก่อนเปิดดำเนินการ	38
รูปที่ 4.4 ความเข้มข้นของคลอไรด์ (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และเกริกวิทยาลัย ช่วงก่อนเปิดดำเนินการ	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการเชิงงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.5	ความเข้มข้นของฟลูออไรด์ (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ณ สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และเกริกวิทยาลัย ช่วงก่อนเปิดดำเนินการ	39
รูปที่ 4.6	ความเข้มข้นของแอมโมเนียม (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และ เกริกวิทยาลัย ช่วงก่อนเปิดดำเนินการ	39
รูปที่ 4.7	ความเข้มข้นของไนเตรต (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และ เกริกวิทยาลัย ช่วงก่อนเปิดดำเนินการ	40
รูปที่ 4.8	ความเข้มข้นของซัลเฟต (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และ เกริกวิทยาลัย ช่วงก่อนเปิดดำเนินการ	40
รูปที่ 4.9	ความเข้มข้นของโพแทสเซียม (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และเกริกวิทยาลัย ช่วงก่อนเปิดดำเนินการ	41
รูปที่ 4.10	ปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอนสุทธิ ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ช่วงก่อน-หลังเปิดดำเนินการ ทำอากาศยานสุวรรณภูมิ	42
รูปที่ 4.11	ปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอนสุทธิ ณ เกริกวิทยาลัย ช่วงก่อน-หลังเปิดดำเนินการทำอากาศยานสุวรรณภูมิ	42
รูปที่ 4.12	ความเข้มข้นของซัลไฟดอน ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ช่วงก่อนเปิดดำเนินการทำอากาศยานสุวรรณภูมิ	44
รูปที่ 4.13	ความเข้มข้นของซัลไฟดอน ณ เกริกวิทยาลัย ช่วงก่อน-หลังเปิดดำเนินการทำอากาศยานสุวรรณภูมิ	44
รูปที่ 4.14	ความเข้มข้นของแคลเซียม ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ช่วงก่อน-หลัง เปิดดำเนินการ ทำอากาศยานสุวรรณภูมิ	45
รูปที่ 4.15	ความเข้มข้นของแคลเซียม ณ เกริกวิทยาลัย ช่วงก่อน-หลังเปิดดำเนินการทำอากาศยานสุวรรณภูมิ	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.16	ความเข้มข้นของแมกนีเซียม ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง ช่วงก่อน-หลัง เปิดดำเนินการ ทำอากาศยานสุวรรณภูมิ	46
รูปที่ 4.17	ความเข้มข้นของแมกนีเซียม ณ เกริกวิทยาลัย ช่วงก่อน-หลังเปิดดำเนินการทำอากาศยานสุวรรณภูมิ	46
รูปที่ 4.18	ความเข้มข้นของเหล็ก ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง ช่วงก่อน-หลัง เปิดดำเนินการ ทำอากาศยานสุวรรณภูมิ	47
รูปที่ 4.19	ความเข้มข้นของเหล็ก ณ เกริกวิทยาลัย ช่วงก่อน-หลังเปิดดำเนินการทำอากาศยานสุวรรณภูมิ	47
รูปที่ 4.20	ความเข้มข้นของแมงกานีส ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบังช่วงก่อน-หลัง เปิดดำเนินการ ทำอากาศยานสุวรรณภูมิ	48
รูปที่ 4.21	ความเข้มข้นของแมงกานีส ณ เกริกวิทยาลัย ช่วงก่อน-หลังเปิดดำเนินการทำอากาศยานสุวรรณภูมิ	48
รูปที่ 4.22	ความเข้มข้นของตะกั่ว ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง ช่วงก่อน-หลัง เปิดดำเนินการ ทำอากาศยานสุวรรณภูมิ	49
รูปที่ 4.23	ความเข้มข้นของตะกั่ว ณ เกริกวิทยาลัย ช่วงก่อน-หลังเปิดดำเนินการทำอากาศยานสุวรรณภูมิ	49
รูปที่ 4.24	ค่าความเข้มข้นของสารมาตรฐานผสม (Mixed standard: Li^+ , Na^+ , K^+ , NH_4^+) ที่ตรวจวิเคราะห์ได้	55
รูปที่ 4.25	%Recovery ในการวิเคราะห์ Total organic carbon (TOC) ช่วงก่อนเปิดดำเนินการทำอากาศยานสุวรรณภูมิ	56
รูปที่ 4.26	%Recovery ในการวิเคราะห์ Total organic carbon (TOC) ช่วงหลังเปิดดำเนินการทำอากาศยานสุวรรณภูมิ	57
รูปที่ 4.27	ค่าความเข้มข้นของสารมาตรฐานแมงกานีส (Mn) ที่วิเคราะห์ได้	58
รูปที่ 4.28	%Recovery ในการวิเคราะห์ปริมาณโลหะตัวอย่างแบลงค์ภาคสนาม ที่เติมสารมาตรฐานแมงกานีส (Mn) ลงไป 5 ppm	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญย่อ

มก./ลบ.ม.	มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
PM ₁₀	ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร (particulate matter)
OC	คาร์บอนอินทรีย์ (organic carbon)
EC	ธาตุคาร์บอน (element carbon) หรือ เขม่าดำ (black carbon)
TC	ปริมาณคาร์บอนทั้งหมด (total carbon)
IC	ปริมาณสารอนินทรีย์คาร์บอน (ionic carbon)
TOC	ปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอนสุทธิ (total organic carbon)
μg/m ³	ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
N	ทิศเหนือ (north)
E	ทิศตะวันออก (east)
NE	ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (northeast)
ENE	ทางตะวันออกของทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (east-northeast)
NNE	ทางเหนือของทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (north-northeast)
W	ทิศตะวันตก (west)
NW	ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ (northwest)
NNW	ทางเหนือของทิศตะวันตกเฉียงเหนือ (north-northwest)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของโครงการพิเศษ

ปัจจุบันกรุงเทพมหานคร มีการดำเนินกิจกรรมที่เป็นแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศจำนวนมาก เช่น การเพิ่มขึ้นของโรงงานอุตสาหกรรม การขยายตัวของกิจกรรมการขนส่งและคมนาคม ส่งผลให้เกิดการก่อสร้างอาคาร ถนนและสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ เพิ่มขึ้นมากมาย ตามความต้องการของผู้บริโภคและการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ทำให้ปริมาณมลพิษจากแหล่งกำเนิดต่างๆ เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งจากการศึกษาคุณภาพอากาศเขตชุมชนเมืองในกรุงเทพฯ ช่วงเดือนมิถุนายน 2546 ถึง เดือนมกราคม 2547 พบว่าปัญหาฝุ่นละอองในบรรยากาศเป็นปัญหาหลักสำคัญเนื่องจากพื้นที่ทั้ง 4 ที่ทำการศึกษามีค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) เฉลี่ย 24 ชั่วโมง สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด (120 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) เป็นส่วนใหญ่ นั่นคือ มีค่า ระหว่าง 40.56 - 134.99 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองที่สำคัญเกิดจากการฟุ้งปลิวขึ้นอีกครั้งของฝุ่นละอองที่ตกทับถมบนผิวถนน การใช้นยานพาหนะต่างๆ โรงงานอุตสาหกรรม และกิจกรรมการก่อสร้าง ตามลำดับ (Thongsanit, 2004) ในขณะที่คุณภาพอากาศในเขตพื้นที่ชานเมืองรอบนอกกรุงเทพฯ พบว่ามีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (กรมควบคุมมลพิษ, 2548) ดังนั้นการขยายตัวของเขตชุมชนเมืองอย่างต่อเนื่อง มาจนถึงเขตชานเมืองรอบนอก จะก่อให้เกิดปัญหาหมอกควันเนื่องจากฝุ่นละอองขยายวงกว้างขึ้น การก่อสร้างท่าอากาศยานสุวรรณภูมิในเขตลาดกระบังเป็นการขยายความเจริญและเศรษฐกิจไปยังชานเมืองกรุงเทพฯ ทำให้มีการจราจรและสิ่งปลูกสร้างเพิ่มขึ้น ซึ่งหากไม่มีการควบคุมหรือตรวจสอบคุณภาพอากาศเพื่อหาแนวทางการป้องกันและแก้ไข พื้นที่บริเวณโดยรอบสนามบินสุวรรณภูมินี้อาจกลายเป็นพื้นที่ที่มีมลพิษทางอากาศในอนาคตได้

ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ตั้งอยู่บนถนนบางนา-ตราด กม.15 ซึ่งมีสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และเกริกวิทยาลัย ตั้งอยู่ในบริเวณใกล้เคียง จึงอาจได้รับผลกระทบจากปริมาณฝุ่นละอองและองค์ประกอบในฝุ่นละอองที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากท่าอากาศยานสุวรรณภูมิส่งผลให้มีสถานประกอบการและเส้นทางคมนาคมมากขึ้น

งานวิจัยนี้ศึกษาผลกระทบจากฝุ่นละอองบริเวณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และเกริกวิทยาลัย ก่อนและหลังเปิดดำเนินการท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ศึกษาปริมาณและองค์ประกอบของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร โดยวิเคราะห์หาปริมาณเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฝุ่นละออง ปริมาณไอออนที่ละลายน้ำ สารอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมด และธาตุโลหะ เพื่อหาแหล่งกำเนิดของฝุ่นละออง

1.2 วัตถุประสงค์

- 1.2.1 ศึกษาปริมาณและองค์ประกอบของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ในบรรยากาศ บริเวณใกล้เคียงท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ก่อนและหลังเปิดดำเนินการใช้ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ
- 1.2.2 ศึกษาแหล่งที่มาของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร โดยอ้างอิงจากตัวบ่งชี้ (marker elements) ที่ใช้สันนิษฐานแหล่งที่มาของฝุ่น

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

- 1.3.1 เก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร 2 บริเวณคือ สนามกีฬาของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และเกริกวิทยาลัย ระยะเวลาในการเก็บฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร มี 2 ช่วงเวลาคือ ก่อนเปิดดำเนินการใช้สนามบิน (ช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2549) และหลังเปิดดำเนินการใช้สนามบิน (ช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549)
- 1.3.2 ศึกษาปริมาณและองค์ประกอบของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร โดยวิเคราะห์หาไอออนที่ละลายน้ำได้ โดยใช้เครื่องไอออนโครมาโทกราฟี วิเคราะห์หาสารอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมด โดยใช้เครื่อง Total Organic Carbon Analyzer และวิเคราะห์หาโลหะ โดยใช้เครื่องอะตอมมิกแอบซอร์บชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์
- 1.3.3 นำผลการวิเคราะห์ไปประเมินหาแหล่งที่มาของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร โดยเปรียบเทียบกับสัดส่วนองค์ประกอบของฝุ่นที่เกิดจากแหล่งกำเนิดต่างๆ

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1 ทราบปริมาณและองค์ประกอบของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ในบรรยากาศ บริเวณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และเกริกวิทยาลัย ก่อนและหลังเปิดดำเนินการใช้ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ
- 1.4.2 ตรวจสอบและเฝ้าระวังคุณภาพอากาศของพื้นที่บริเวณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และเกริกวิทยาลัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 1.4.3 ทราบแหล่งที่มาของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ในบรรยากาศบริเวณใกล้เคียง ทำอากาศยานสุวรรณภูมิ ก่อนและหลังเปิดดำเนินการใช้ทำอากาศยานสุวรรณภูมิ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับมลพิษอากาศ

2.1.1 แหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร

ฝุ่นละอองในบรรยากาศ เป็นปัญหามลพิษทางอากาศที่สำคัญที่สุดของกรุงเทพมหานคร และเมืองใหญ่ ๆ และส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนทั้งทางตรง และทางอ้อม

ฝุ่นละออง คือ อนุภาคของแข็งขนาดเล็กที่ลอยอยู่ในอากาศ ซึ่งเกิดจากวัตถุที่ถูกทุบ ตี บด กระแทก จนแตกออกเป็นชิ้นส่วนเล็ก ๆ เมื่อถูกกระแสลมพัดก็จะปลิวกระจายตัวอยู่ในอากาศ และตกลงสู่พื้น ซึ่งเวลาในการตกจะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับน้ำหนักของอนุภาคฝุ่น แหล่งกำเนิดของฝุ่นจะแสดงถึงคุณสมบัติความเป็นพิษของฝุ่นด้วย เช่น แอสเบสตอส ตะกั่ว ไฮโดรคาร์บอน กัมมันตรังสี รวมทั้ง ฟูม (fume) หมอกน้ำค้าง (mist) และควัน (smoke) ที่เกิดพร้อมกับกระบวนการสันดาปหรือให้ความร้อน

ฝุ่นแบ่งตามขนาดเป็น 2 ส่วน คือ ฝุ่นขนาดใหญ่ และฝุ่นขนาดเล็ก ซึ่งเรียกว่า PM_{10} (ฝุ่นละอองที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 10 ไมโครเมตรลงมา)

แหล่งที่มาของฝุ่นละอองในบรรยากาศ โดยทั่วไปจะแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1) ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ (natural particle)

เกิดจากกระแสลมที่พัดผ่านตามธรรมชาติ ทำให้เกิดฝุ่น เช่น ดิน ทราย ละอองน้ำ เหม่าควัน จากไฟฟ้า ฝุ่นเกลือจากทะเล

2) ฝุ่นละอองที่เกิดจากกิจกรรมที่มีมนุษย์ (man-made particle)

2.1) การคมนาคมขนส่ง

- รถบรรทุกหิน ดิน ทราย ซีเมนต์หรือวัตถุที่ทำให้เกิดฝุ่น หรือดิน โคลนที่ติดอยู่ที่ล้อรถ ขณะแล่นจะมีฝุ่นตกอยู่บนถนน แล้วกระจายตัวอยู่ในอากาศ

- ไอเสียจากรถยนต์ เครื่องยนต์ดีเซลปล่อยเหม่า ฝุ่น ควันดำ ออกมา

- ถนนที่สกปรก มีดินทรายตกค้างอยู่มาก หรือมีกองวัสดุข้างถนนเมื่อรถแล่นจะทำให้

เกิดฝุ่นปลิวอยู่ในอากาศ

- การก่อสร้างถนนใหม่ หรือการปรับปรุงผิวจราจร ทำให้เกิดฝุ่นมาก

- ฝุ่นที่เกิดจากยางรถยนต์ และผ้าเบรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2) การก่อสร้าง

- การก่อสร้างหลายชนิด มักมีการเปิดหน้าดินก่อนการก่อสร้าง ซึ่งทำให้เกิดฝุ่นได้ง่าย เช่น อาคาร สิ่งก่อสร้าง การปรับปรุงสาธารณูปโภค
- การรื้อถอน ทำลาย อาคารหรือสิ่งก่อสร้าง

2.3) โรงงานอุตสาหกรรม

- การเผาไหม้เชื้อเพลิง เช่น น้ำมันเตา ถ่านหิน ฟืน แกลบ เพื่อนำพลังงานไปใช้ในการผลิต
- กระบวนการผลิตที่มีฝุ่นออกมา เช่น การปั่นฝ้าย การเจียร โลหะ การเคลื่อนย้ายวัสดุดิบ

ตัวอย่างแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองและประเภทของสารมลพิษที่ปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อม แสดงดังตารางที่ 2.1

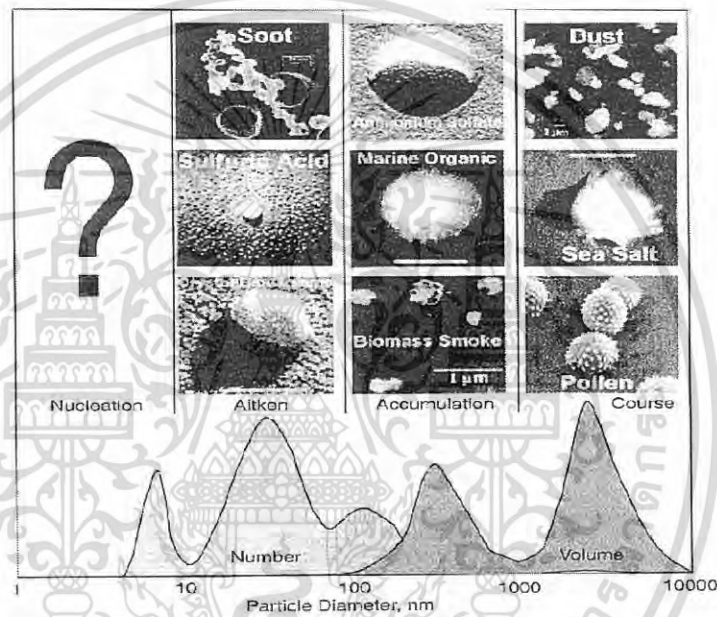
ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างของอุปกรณ์ที่เกิดฟุ้ง (fume) ควัน และฝุ่น

อุปกรณ์	ประเภทสารมลพิษที่ปล่อยออก
หม้อไอน้ำ	ถ่าน ไฟ ขี้เถ้าเบา (fly ash) ฝุ่น และควัน
เตาเผาซีเมนต์ (cement kiln)	ฝุ่นคลิงเกอร์ (clinker dust) ฝุ่น
เตาเผาหินแร่ (ore calcinating furnace)	ออกไซด์ของโลหะ ขี้เถ้าเบา ผงแร่ธาตุ ฝุ่น ฝุ่น
Blast furnace	ผงแร่ธาตุ ผงโค้ก ฝุ่นเศษโลหะ (slag dust) ฝุ่น
เตาเผาโลหะผสมของเหล็ก	ฝุ่นSiO ₂ ฝุ่น
Open – furnace สำหรับผลิตเหล็กกล้า	ออกไซด์ของเหล็ก ฝุ่น
เตาเผาเซรามิก	ขี้เถ้าเบา ฝุ่น
Steel converter	ฝุ่น
Cupola	ฝุ่น
เตาอบโค้ก (coke oven)	ผง ฝุ่น
เตาโลหะซัลฟอน	ฝุ่นSiO ₂
เตาคาร์บอนแบลค	ฝุ่น
เตาเผาขยะ	ฝุ่น ขี้เถ้าเบา
Coal carbonization furnace	Tar mist
โรงงานกรดกำมะถัน	หมอกน้ำค้างของกรดกำมะถัน
การชุบสังกะสี	สังกะสีออกไซด์ ฝุ่นของแอมโมเนีย
อุปกรณ์บดผงธาตุ ร่อนขนาด กำจัดผง และขนส่ง	ฝุ่น ฝุ่นของผง
เตากำจัดวัสดุอุตสาหกรรม	ฝุ่น ฝุ่นSiO ₂ tar mist

ที่มา : ซิกาโอะ คานาโอกะ และวิวัฒน์ ตันตะพานิชกุล (2527)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการเกิดฝุ่นละออง แบ่งได้ 2 ชนิดคือ ละอองไอปฐมภูมิในบรรยากาศ (primary aerosol) เป็นอนุภาคของแข็งหรือของเหลวตั้งแต่เข้าสู่บรรยากาศ เช่น ฝุ่นจากทะเลทราย หรือผิวดินที่แห้งแล้ง ปรอทจากสิ่งปกคลุม คาร์บอนไฟฟ้ส่วนที่เป็นเขม่าดำ (Black carbon, BC) และ ละอองไอทุติยภูมิในบรรยากาศ (secondary aerosol) ขณะที่ถูกปลดปล่อยสู่บรรยากาศเป็นแก๊สและไอของสารระเหย และเปลี่ยนสภาพเป็นอนุภาคของแข็ง หรือของเหลวเมื่อมีความเข้มข้นเกินความสมดุลของความดันไอระเหย (equilibrium vapour pressure)



รูปที่ 2.1 ละอองในบรรยากาศ ขนาดต่างๆ จากแหล่งที่มาและกระบวนการเกิดต่างกัน (สำนักงานปลัดกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, 2548)

2.1.2 องค์ประกอบทางเคมีทั่วไปและแหล่งกำเนิด

1) ละอองฝุ่นจากพื้นผิวโลก (geological material dust)

ละอองในบรรยากาศส่วนใหญ่ที่ปลดปล่อยจากภาคพื้นดิน เกิดจากกระแสลมที่พัดพาผิวดินขึ้นไปในอากาศ ความชื้นและสิ่งปกคลุมดินที่มนุษย์เจตนาสร้างขึ้นอาจเปลี่ยนแปลงปริมาณฝุ่นจากผิวดินได้ ตัวอย่างเช่น การก่อสร้างขนาดใหญ่ (สนามบินสุวรรณภูมิ) หรือฝุ่นจากกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรม (fly ash) เช่น โรงงานปูนซีเมนต์ เป็นต้น ทำให้ทัศนวิสัยลดลง

ฝุ่นประเภทนี้ ส่วนใหญ่ที่แขวนลอยอยู่ในบรรยากาศ ประกอบด้วย ออกไซด์ของอลูมิเนียม ซิลิกอน แคลเซียม โททานเนียม เหล็ก และออกไซด์ของโลหะอื่นๆ โดยสัดส่วนของธาตุเหล่านี้ขึ้นอยู่กับลักษณะทางธรณีวิทยาของแต่ละพื้นที่ และกระบวนการของโรงงานอุตสาหกรรม เช่นการเอ็กซปอร์ตเป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลอมเหล็ก ทำหม้อแกง และการผลิตปูนซีเมนต์ เป็นต้น ลักษณะของฝุ่นที่ได้จากพื้นผิวโลก ส่วนใหญ่จะหยาบ แบ่งเป็น $PM_{10} \sim 50\%$ และ $PM_{2.5} \sim 5 - 10\%$ มีองค์ประกอบดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 องค์ประกอบทางเคมีที่พบบนเปลือกโลก

ธาตุ	สัญลักษณ์	% โดยน้ำหนัก	% โดยปริมาตร	% โดยจำนวนอะตอม
ออกซิเจน	O	46.6	93.8	60.5
ซิลิกอน	Si	27.7	0.9	20.5
อะลูมิเนียม	Al	8.1	0.8	6.2
เหล็ก	Fe	5.0	0.5	1.9
แคลเซียม	Ca	3.6	1.0	1.9
โซเดียม	Na	2.8	1.2	2.5
โพแทสเซียม	K	2.6	1.5	1.8
แมกนีเซียม	Mg	2.1	0.3	1.4
ธาตุอื่นๆ	-	1.5	-	3.3

ที่มา: <http://www.vcharkarn.com/include/vcafe/showkraioo.php?Pid=65723> วันที่ 11 มีนาคม 2550 เวลา 11:56 น.

2) ละอองจากทะเลและมหาสมุทร

มหาสมุทรเป็นแหล่งกำเนิดปฐมภูมิของอนุภาคเกลือทะเล (sea salt particles, sea spray) ได้จากการแตกตัวของฟองคลื่นที่มีมากตามบริเวณชายฝั่งและบริเวณที่มีกระแสน้ำและคลื่นลมแรง ได้แก่ NaCl ซึ่งเป็นอนุภาคของเกลือที่พบมากบริเวณใกล้กับชายฝั่งทะเล

คลอรีนจำนวนมากมีอยู่ในทะเลในสภาพไอออน Cl^- แต่อย่างไรก็ดี กิจกรรมของมนุษย์ก็ช่วยแพร่กระจายคลอรีนและไฮโดรเจนคลอไรด์ด้วย เช่น โรงงานผลิตคลอรีน เตาเผาขยะในเขตตัวเมือง และโรงงานบำบัดน้ำเสีย

3) คาร์บอนอินทรีย์และเขม่าดำ (organic carbon and black carbon)

คาร์บอนอินทรีย์และเขม่าดำมีแหล่งกำเนิดที่สำคัญ 2 แหล่งในบรรยากาศที่มาจากเผาไหม้คือ การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงฟอสซิล (fossil fuel burning) และการเผาไหม้ของชีวมวล (biomass burning) การเกิดละอองไอในบรรยากาศขึ้นกับสภาวะที่เกิดการเผาไหม้ เช่น อุณหภูมิ ประสิทธิภาพการเผาไหม้ และชนิดของเชื้อเพลิง โดยทั่วไปอุณหภูมิสูงให้ เขม่าดำ (Black carbon, BC) มากกว่า และมีสัดส่วนของคาร์บอนอินทรีย์ (Organic carbon, OC) น้อยลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นับญาติให้มาไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

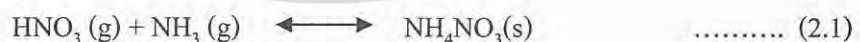
แหล่งของการเผาไหม้ชีวมวลที่เกี่ยวกับการเกษตร เช่น การเผาฟางหลังเก็บเกี่ยวข้าว การเผา รากอ้อย รากมันสำปะหลัง และการเผาไม้ฟืนเพื่อหุงหาอาหาร การเผาขยะ เพื่อกำจัดของเสีย ทั้งหมดนี้ล้วนให้คาร์บอนอินทรีย์และเขม่าดำในอัตราต่างๆกัน เมื่อเกิดไฟไหม้ป่าที่มีบริเวณกว้างใหญ่ ทำให้มองเห็นกลุ่มควันลอยขึ้นไปในอากาศมีทั้งสีดำ และสีขาว เมื่อแผ่กระจายออกไปไกล ควันจางลง แต่ท้องฟ้ายังคงเป็นสีเทา หม่นหมอง (haze, hazy) ละอองเล็กๆเหล่านี้เป็นมลภาวะในอากาศ (air pollution) เพราะเมื่อเข้าสู่ทางเดินหายใจและเข้าสู่ปอด ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของปอดลดลง เมื่อปอดสะสมละอองในบรรยากาศที่เป็นพิษเป็นเวลานาน ทำให้เกิดการเจ็บป่วยที่เกี่ยวกับทางเดินหายใจ จนถึงเป็นมะเร็งปอดได้

4) ฟลูออไรด์

ไฮโดรเจนฟลูออไรด์ (HF) และ ซิลิกอนฟลูออไรด์ (SiF₄) ทำความเสียหายต่อพืช และมีพิษภัยต่อปศุสัตว์ที่กินพืชเหล่านั้น แหล่งของฟลูออไรด์มีทั้ง โรงงานถลุงอลูมิเนียม โรงงานเซรามิก (ceramic plants) สำหรับเครื่องชามและแก้ว ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟต (superphosphate fertilizers) กระบวนการจัดการผิวโลหะ (metal surface treatment) โรงงานผลิตฟรียอน และยางสังเคราะห์ ฟลูออไรด์ (fluoride resins)

5) ออกไซด์ของไนโตรเจนและแอมโมเนีย

แอมโมเนียมไนเตรต (ammonium nitrate, NH₄NO₃) เป็นส่วนประกอบของไนเตรต (NO₃) ที่พบมากที่สุด เนื่องจากสามารถผันกลับได้ (reversible) หรือ ปรับสมดุลเองได้ ระหว่างก๊าซแอมโมเนีย (ammonia, NH₃) ก๊าซกรดไนตริก (nitric acid gas, HNO₃) และอนุภาคของแอมโมเนียมไนเตรต ดังสมการ 2.1



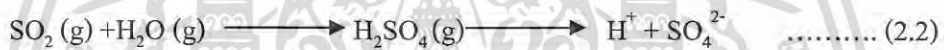
แอมโมเนียมีความสำคัญในการ neutralize ละอองกรดซัลฟูริกในบรรยากาศ และยังมีส่วนในการสร้างละอองของแข็งขึ้นใหม่ด้วย สมดุลระหว่างสถานะของแข็ง ของเหลว แก๊ส ของแอมโมเนีย กรดไนตริก ไนเตรต กรดซัลฟูริก ซัลเฟตและน้ำ เป็นเรื่องที่สำคัญในการศึกษาเคมีของบรรยากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) ออกไซด์ของซัลเฟอร์ (SO_x)

กำมะถันออกไซด์เกิดจากการสันดาปหรือเผาเชื้อเพลิงหรือวัสดุที่มีกำมะถัน เช่น ถ่านหิน และน้ำมัน กำมะถันออกไซด์ที่ปล่อยออกมาเกือบทั้งหมดเป็นซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) และบางส่วนเป็นซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ (SO₃) ภายในครึ่งวันถึงสองวัน SO₂ จะถูกออกซิไดส์เป็น SO₃ เมื่อถูกแสงอาทิตย์ SO₃ จะถูกดูดกลืนอย่างรวดเร็วโดยฝนหรือเมฆและกลายเป็น H₂SO₄ ดังนั้น ก่อให้เกิดหมอกน้ำค้าง (mist) ของกรดกำมะถัน (สมการที่ 2.2)

แหล่งของ SO_x มีทั้งหม้อไอน้ำที่ใช้ถ่านหินหรือน้ำมันเป็นเชื้อเพลิง เตาให้ความร้อน เตาเผาหินแร่เหล็ก เตาถ่านโค้ก (coke oven) เตาเผาขยะ เครื่องยนต์ดีเซลของเรือและรถยนต์ และการเดินทางในอากาศโดยใช้อากาศยานที่เพิ่มขึ้นไปพร้อมกับยุคอุตสาหกรรม ก็ทำให้เกิดการปลดปล่อยละอองซัลเฟตในบรรยากาศระดับสูง ที่มีผลต่อเมฆในระดับสูงได้ด้วย ซึ่งความเข้มข้นของ SO_x จะสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณกำมะถันในเชื้อเพลิงนั้น



7) แมงกานีส

แมงกานีสเป็นธาตุๆ หนึ่งที่พบในโลก จะกระจายทั่วไปในดิน ดินตะกอน หิน น้ำ และสิ่งมีชีวิต แหล่งสำคัญที่สุดที่พบมลภาวะอากาศเป็นพิษของแมงกานีสคือ อุตสาหกรรมเหล็กผสมเหล็กเหนียว และผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับเหล็ก แหล่งอื่นๆ รวมถึงงานเหมือง การผลิตและการใช้ปุ๋ย ยาฆ่าเชื้อรา การผลิตแมงกานีสออกไซด์ การผลิตถ่านไฟฉาย แมงกานีสที่ผลิตได้มักอยู่ในรูปของแมงกานีสไดออกไซด์ (phrolusite, MnO₃), แมงกาไนท์ (hausmanite, Mn₃O₄) และ phodochrosite

ตารางที่ 2.3 แสดงตัวบ่งชี้ที่แสดงถึงแหล่งกำเนิดของฝุ่น และตารางที่ 2.4 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองในกรุงเทพมหานคร

ตารางที่ 2.3 ตัวบ่งชี้ที่ใช้ในการสันนิษฐานที่มาของฝุ่น

แหล่งที่มา (sources)	ตัวบ่งชี้ (marker elements)
ดิน ถนน อุตสาหกรรมซีเมนต์ โรงโม่ ถ้ำลอย (fly ash) ขี้โลหะ (slag)	Al, Si, K, Ca, Mn, Fe
ละอองทะเล	Na, Cl
การเผาไหม้ชีวมวล เช่น การเผาขยะ และการเผาฟางข้าว	OC, EC, K
การเผาถ่านหิน	SO ₄ ²⁻ , EC, Ag, As, Cr, K, Mo, Pb, Sb, Se, S, Zn
การเผาน้ำมันเตา โรงกลั่นน้ำมัน	Cr, La, Ni, Sm, S, V
อุตสาหกรรมเหล็ก	Mn, Fe, Zn
อุตสาหกรรมโลหะที่ไม่ใช่เหล็ก	Cu, Zn, As, Sb
อุตสาหกรรมที่ใช้วัสดุเหลือใช้เป็นเชื้อเพลิง เช่น ขี้เลื่อย และกะลาปาล์ม	K, EC
อุตสาหกรรมที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง	OC
อุตสาหกรรมเซรามิค	Si, Al, Fe, K, F
อุตสาหกรรมแปรรูปไม้	Cl
เตาเผาขยะ	Ag, Cl, Cu, In, K, Pb, Sb, Zn
การจราจร	C, Br, Pb
รถยนต์เบนซิน	Al, Ca, Cd, Cu, Fe, Mn, Ni
รถยนต์ดีเซล	OC, EC, S, SO ₄ ²⁻ , NO ₃ ⁻
รถยนต์เบนซินที่ติดตั้ง catalytic converter	Al
รถยนต์เบนซินที่ไม่ติดตั้ง catalytic converter	Br, Pb
ยางรถยนต์	Zn
แอโรซอลทุติยภูมิ (secondary aerosol)	SO ₄ ²⁻ , NO ₃ ⁻ , NH ₄ ⁺

ที่มา : รวบรวมจากสำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ (2549), Thongsanit (2004) และ Suwattiga, *et al.* (2004)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 สัดส่วนองค์ประกอบทางเคมีฝุ่นละอองรวมจากแหล่งกำเนิดที่สำคัญในพื้นที่กรุงเทพมหานคร

ธาตุ	ไอเสียรถดีเซล และมอเตอร์ไซด์	การเผาไหม้ของ ชีวมวล	ฝุ่นดินและอนิน	โรงหลอมเหล็ก	แอมโมเนียม ซัลเฟต	โซเดียมไนเตรต	ละอองไอทะเล
Na	ND	0.131	ND	ND	0.000±0.000	27.050±0.000	0.000±0.000
Cl ⁻	ND	ND	0.123±0.060	0.442±0.625	0.000±0.000	0.000±0.000	40.000±10.000
NH ₄ ⁺	ND	ND	0.002±0.001	0.052±0.073	21.485±0.000	0.000±0.000	0.000±0.001
NO ₃ ⁻	ND	ND	0.015±0.012	0.209±0.296	0.000±0.000	72.950±0.000	0.005±0.002
SO ₄ ²⁻	ND	ND	0.459±0.268	0.746±1.055	78.075±0.000	0.000±0.000	10.000±4.000
K	0.011±0.003	2.34	1.664±0.194	0.453±0.008	0.000±0.000	0.000±0.000	1.400±0.200
OC	43.940±1.610	31.609	10.013±1.561	5.130±0.957	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.100
Si	0.124±0.004	ND	21.542±1.898	1.923±0.598	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.100
Ca	0.252±0.024	0.801	18.825±1.794	3.133±0.342	0.000±0.000	0.000±0.000	1.400±0.200
Fe	2.128±0.005	0.213	3.603±0.546	15.700±3.034	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.100
Mn	0.005±0.000	0.157	0.077±0.020	0.606±0.284	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.100
Pb	0.037±0.004	0.012	0.018±0.009	0.448±0.244	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.100

(%ค่าเฉลี่ยความเข้มข้น±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

ที่มา : พงษ์เศวต (2545) อ้างถึง อภา (2544) และ Radian international (1998)

2.1.3 มาตรฐานฝุ่นละอองในบรรยากาศโดยทั่วไป

มาตรฐานฝุ่นละอองในบรรยากาศโดยทั่วไป พ.ศ. 2535 วัดหาค่าเฉลี่ยโดยวิธี Gravimetric-High Volume

สารมลพิษ	ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (มก./ลบ.ม)	ค่าเฉลี่ย 1 ปี (มก./ลบ.ม)
ฝุ่นรวม (TSP)	0.33	0.10
ฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM ₁₀)	0.12	0.05

ที่มา: ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 24 (พ.ศ. 2547) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 121 ตอนพิเศษ 104 ง. วันที่ 22 กันยายน พ.ศ. 2547

2.1.4 ปัญหาและผลกระทบของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร

(1) ต่อสภาพบรรยากาศทั่วไป

ฝุ่นละอองจะลดความสามารถในการมองเห็น ทำให้ทัศนวิสัยไม่ดี เนื่องจากฝุ่นละอองในบรรยากาศเป็นอนุภาคของแข็งที่ดูดซับและหักเหแสงได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดและความหนาแน่นและองค์ประกอบของฝุ่นละออง

(2) ต่อวัตถุและสิ่งก่อสร้าง

ฝุ่นละอองที่ตกลงมา นอกจากจะทำให้เกิดความสกปรกแก่บ้านเรือน อาคาร และสิ่งก่อสร้างแล้ว ยังทำให้เกิดการทำลายและกัดกร่อนผิวหน้าของโลหะ หินอ่อน หรือวัตถุอื่น ๆ เช่น รั้วเหล็ก หลังคาสังกะสี รูปปั้น

(3) ต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์

นอกจากฝุ่นละอองจะทำให้เกิดอาการหายใจแล้ว ยังทำอันตรายต่อระบบหายใจ เมื่อสูดเอาอากาศที่มีฝุ่นละอองเข้าไป โดยอาการระคายเคืองนั้นจะเกิดขึ้นตามส่วนต่าง ๆ ของระบบทางเดินหายใจขึ้นอยู่กับขนาดของฝุ่นละออง ความเข้มข้นและองค์ประกอบทางเคมีภายในฝุ่นละออง โดยฝุ่นที่มีขนาดใหญ่ร่างกายจะดักไว้ได้ที่ขนจมูก ส่วนฝุ่นที่มีขนาดเล็กนั้นสามารถเล็ดลอดเข้าไปในระบบหายใจ ทำให้ระคายเคือง แสบจมูก ไอ จาม มีเสมหะ หรือมีการสะสมของฝุ่นในถุงลมปอด ทำให้การทำงานของปอดเสื่อมลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 สภาพบริเวณที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ที่ทำการศึกษา

2.2.1 ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

พื้นที่ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิขนาดกว้างประมาณ 4 กิโลเมตร (จากตะวันออก-ไปตะวันตก) ความยาว 8 กิโลเมตร (จากเหนือ-ไปใต้) มีพื้นที่รวมทั้งหมดประมาณ 32 ตารางกิโลเมตร (3,200 เฮกเตอร์) เพียงพอที่จะพัฒนาเป็นศูนย์กลางการบินนานาชาติ

ที่ตั้ง : ตั้งอยู่บนถนนบางนา-ตราด ประมาณกิโลเมตรที่ 15 อยู่ในเขตอำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งอยู่ห่างจากใจกลางกรุงเทพมหานครไปทางทิศตะวันออก 25 กิโลเมตร มีเขตติดต่อดังนี้

ทิศเหนือ	ติดกับ	เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร
ทิศใต้	ติดกับ	ถนนบางนา-ตราด จังหวัดสมุทรปราการ
ทิศตะวันตก	ติดกับ	เขตประเวศ กรุงเทพมหานคร
ทิศตะวันออก	ติดกับ	จังหวัดสมุทรปราการ



รูปที่ 2.2 ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิสร้างอยู่ภายในพื้นที่ปิดล้อมเป็น คันกั้นน้ำรอบท่าอากาศยาน ภายในประกอบด้วยอาคารขนาดใหญ่หลายอาคาร อาคารที่ใหญ่ที่สุดเป็นอาคารผู้โดยสาร และอาคารเอกสารถือเป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คลังสินค้าพัสดุภัณฑ์ ในระยะก่อสร้างมีกิจกรรมการก่อสร้างที่อาจก่อให้เกิดการฟุ้งกระจายของฝุ่นละออง ได้แก่ การเปิดหน้าดินในบริเวณต่างๆของท่าอากาศยานฯ การขนส่งวัสดุ เครื่องมือ เครื่องจักรที่ใช้ในการก่อสร้าง เป็นต้น นอกจากนี้ฝุ่นละอองจากพื้นที่ก่อสร้างแล้วยังมีมลสารที่เกิดจากยานพาหนะและอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้าง รวมไปถึงในระยะดำเนินการของโครงการท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ที่มีการขึ้น-ลงของอากาศยาน ยานพาหนะที่รับและส่งผู้โดยสาร และการขนส่งสินค้าประกอบด้วย รถที่เข้า-ออกท่าอากาศยานฯ ซึ่งมาจากถนนเชื่อมจากทางหลวงพิเศษหมายเลข 7 (กรุงเทพฯ-ชลบุรี), อ่อนนุช (สุขุมวิท 77), วงแหวนรอบนอกฝั่งตะวันออก, ทางด่วนบางนา-ชลบุรี และถนนบางนา-ตราด ทำให้เกิดมลสารที่ปล่อยออกมา ได้แก่ คาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) ไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) และไฮโดรคาร์บอน (HC) ที่อาจจะทำให้คุณภาพอากาศบริเวณใกล้เคียงเปลี่ยนแปลงไป รวมทั้งแหล่งกำเนิดอื่น ๆ อาทิ หน่วยผลิตไฟฟ้าระบบ cogeneration ซึ่งหน่วยผลิตไฟฟ้านี้มีกำลังผลิตไฟฟ้าขั้นต่ำ 55 MW ตั้งอยู่ในพื้นที่ทางด้านเหนือของท่าอากาศยานฯ ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงหลักในการผลิตและใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงสำรอง

2.2.2 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ที่ตั้ง : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ตั้งอยู่บนพื้นที่ประมาณ 850 ไร่ ถนนเลขที่ 3 หมู่ที่ 2 ถนนฉลองกรุง แขวงลำปลาทิว เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520 ตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของสนามบินสุวรรณภูมิ



รูปที่ 2.3 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 เกริกวิทยาลัย

ที่ตั้ง : เลขที่ 18/9 ถนนบางนา-ตราด กม.15 แขวงบางโหลง เขตบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ 10540 ตั้งอยู่ทางทิศใต้ของสนามบินสุวรรณภูมิ

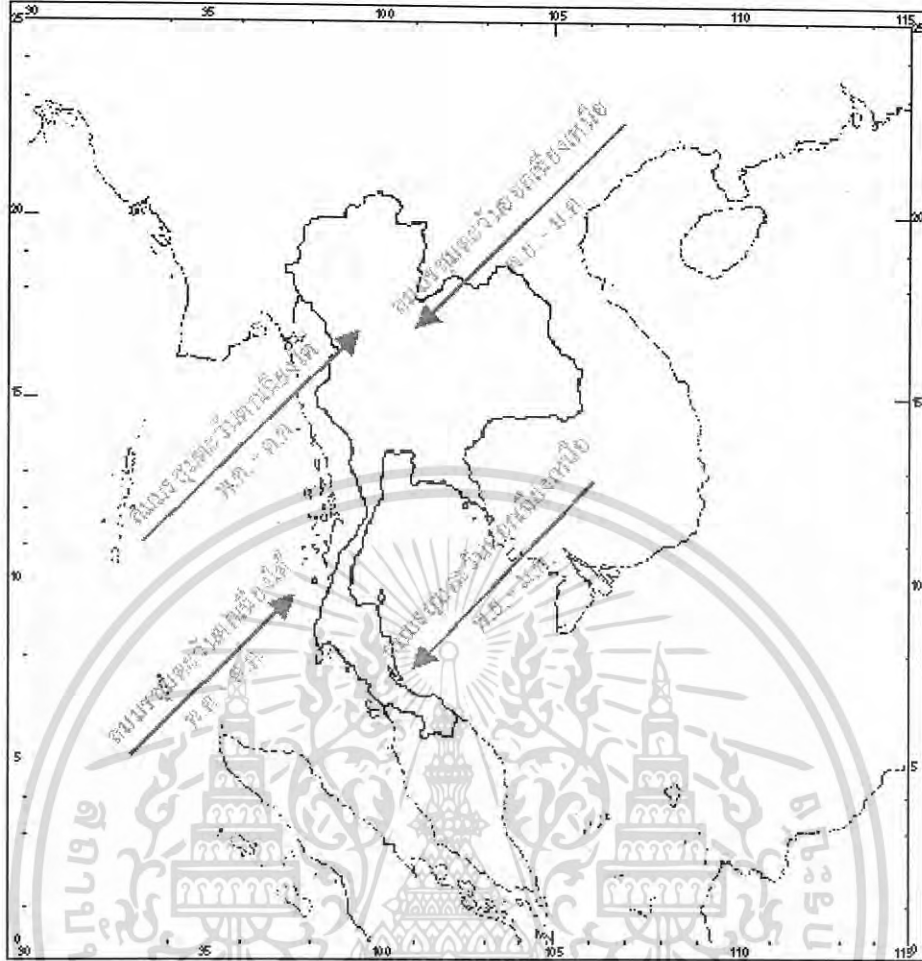


รูปที่ 2.4 เกริกวิทยาลัย

2.2.4 สภาพภูมิอากาศ

เขตลาดกระบังและเขตบางนา อยู่ทางทิศตะวันออกของกรุงเทพมหานคร มีสภาพภูมิอากาศแบบฝนชุกสลับกับแห้งแล้งในเขตร้อนชื้น (Tropical Savanna Type) อากาศร้อนตลอดปี จากสถิติภูมิอากาศ สำนักอุตุนิยมวิทยาขนส่ง (ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ) กรมอุตุนิยมวิทยา สรุปสภาพภูมิอากาศได้ว่า ในช่วง 19 – 31 มกราคม พ.ศ. 2549 มีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดเดือน 26.5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดเดือน 64 % ความกดอากาศเฉลี่ยตลอดเดือน 1012.4 มิลลิบาร์ และความเร็วลมเฉลี่ยตลอดเดือน 2.37 เมตรต่อวินาที ส่วนในช่วง 1 – 13 พฤศจิกายน พ.ศ. 2549 มีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดเดือน 28.6 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดเดือน 58 % ความกดอากาศเฉลี่ยตลอดเดือน 1012.3 มิลลิบาร์ และความเร็วลมเฉลี่ยตลอดเดือน 3.44 เมตรต่อวินาที ซึ่งทั้งสองช่วงมีทิศทางลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (ระหว่างเดือนพฤศจิกายน – มกราคม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่มา: <http://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=52> วันพุธ ที่ 7 มีนาคม 2550 เวลา 10.15 น.

รูปที่ 2.5 ทิศทางลมมรสุมที่พัดผ่านประเทศไทย

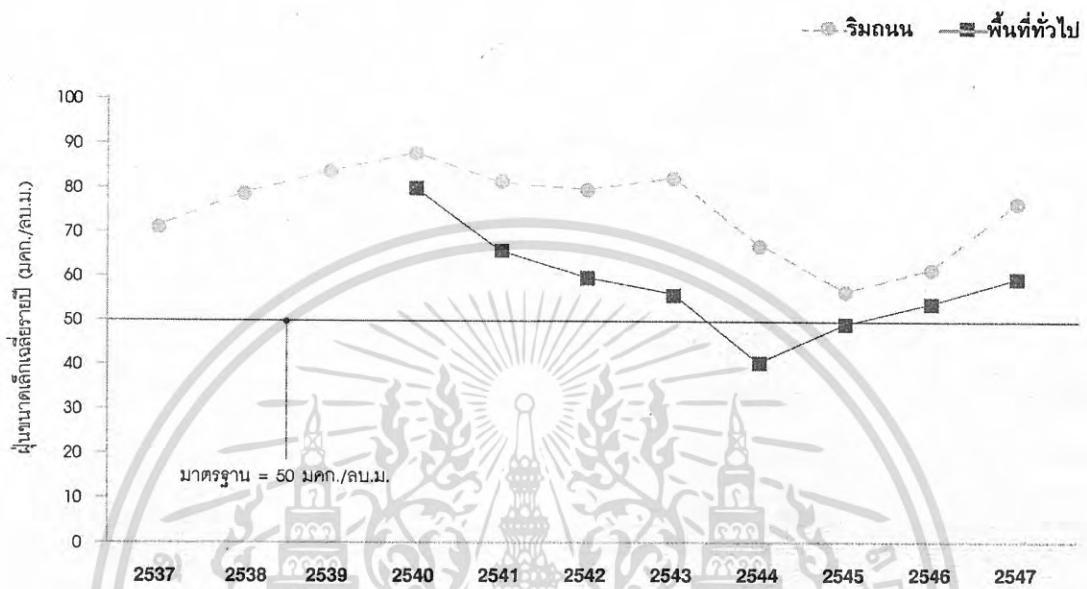
2.3 คุณภาพอากาศและสถานการณ์ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ในกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล

2.3.1 คุณภาพอากาศในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ในบริเวณทั่วไปและบริเวณริมถนน

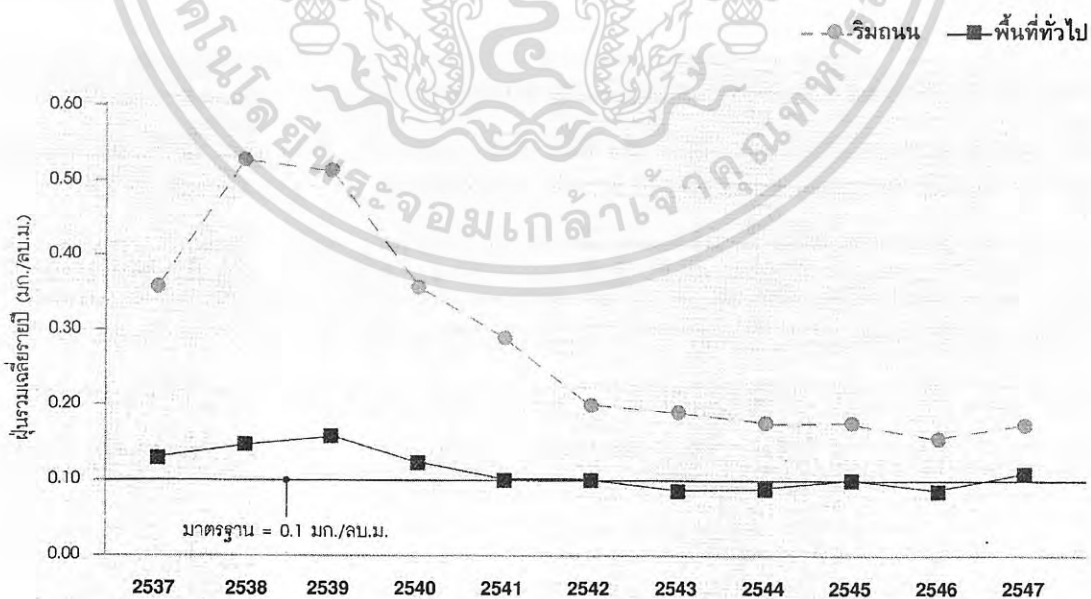
ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) ฝุ่นรวม (TSP) และก๊าซโอโซน ยังคงเป็นมลพิษอากาศหลักที่พบเกินมาตรฐานในกรุงเทพมหานคร และเมื่อเทียบกับปีที่ผ่านมาทั้งฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตรมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเจน ส่วนฝุ่นรวมมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่ (รูปที่ 2.7 และ 2.8) ส่วนสารมลพิษอื่นยังมีปริมาณอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน สาเหตุหลักของฝุ่นละออง คือ ยานพาหนะที่สัญจรไปมาบนท้องถนนที่มีปริมาณเพิ่มขึ้นทุกปี และมีการระบายมลพิษเกินเกณฑ์มาตรฐาน รวมทั้งกิจกรรมการก่อสร้าง ส่งผลให้บริเวณริมถนนจะมีปัญหามลพิษรุนแรงกว่าบริเวณพื้นที่ทั่วไปซึ่งเป็นชุมชนหรือที่พักอาศัย และด้วยเหตุนี้หลังจากการเปิดใช้สนามบินสุวรรณภูมิแล้ว แนวโน้มของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) ฝุ่นรวม (TSP) และเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ก๊าซโอโซนอาจเพิ่มสูงขึ้นเพราะมีความเจริญทางด้านเศรษฐกิจและสังคมและการจราจรที่มากขึ้น
อีกเหตุผลที่มองข้ามไม่ได้ คือ มลพิษทางอากาศจากเครื่องบิน



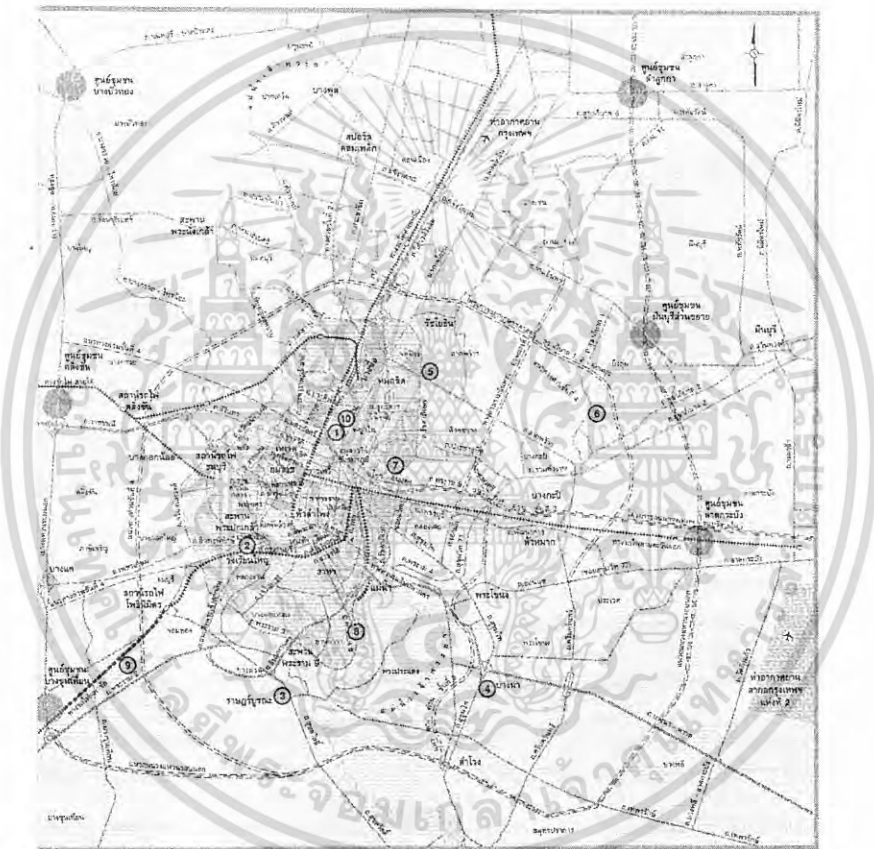
รูปที่ 2.6 ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตรเฉลี่ยรายปีในกรุงเทพมหานคร ปี 2537 – 2547
(สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง¹, 2547)



รูปที่ 2.7 ฝุ่นรวมเฉลี่ยรายปีในกรุงเทพมหานคร ปี 2537 – 2547
(สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง¹, 2547)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาคุณภาพอากาศโดยรวมบริเวณพื้นที่ทั่วไปซึ่งเป็นย่านที่พักอาศัยในกรุงเทพมหานครของสำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง ในช่วงปี 2537 -2547 (รูปที่ 2.7) ยังคงพบว่าฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตรและก๊าซโอโซน เป็นปัญหาสำคัญที่พบเกินมาตรฐานและมีปริมาณสูงขึ้นเมื่อเทียบกับปีที่ผ่านมา ส่วนสารมลพิษประเภทอื่น ๆ ได้แก่ ฝุ่นรวม สารตะกั่ว ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ มีปริมาณใกล้เคียงกับปีที่ผ่านมาและยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน



○ สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ

- | | |
|--|---------------------------------|
| 1. สำนักงานโยธาและแผนพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม | 6. สำนักงานการเคหะชุมชนคลองจั่น |
| 2. มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา | 7. สนามกีฬาการเคหะชุมชนห้วยขวาง |
| 3. ที่ทำการไปรษณีย์ราชบุรีบูรณะ | 8. โรงเรียนนทรวิศึกษา |
| 4. กรมอุตุนิยมวิทยา บางนา | 9. โรงเรียนสิงหราชพิทยาคม |
| 5. มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม | 10. กรมประชาสัมพันธ์ |

รูปที่ 2.8 สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศบริเวณพื้นที่ทั่วไปในกรุงเทพมหานคร ปี 2547
(สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง², 2547)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริเวณริมถนนทางสำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียงมีสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศในปี 2547 จำนวน 7 สถานี (รูปที่ 2.9) ซึ่งจากการตรวจวัดอย่างต่อเนื่องตลอดปี พบว่าปัญหาหลักคือฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร โดยตรวจวัดค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงได้อยู่ในช่วง 21.5 - 224.8 มก./ลบ.ม. เกินมาตรฐาน 243 ครั้ง จากการตรวจวัดทั้งหมด 2,252 ครั้ง หรือคิดเป็นร้อยละ 10.6 ซึ่งเพิ่มขึ้นจากปี 2546 อย่างเห็นได้ชัด (ปี 2546 เกินมาตรฐานร้อยละ 5.0) ถนนสายที่มีปัญหาฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ได้แก่ ถนนอิสราภาพ ถนนพระรามที่ 6 และถนนพระรามที่ 4 ฝุ่นรวม ซึ่งส่วนใหญ่เป็นฝุ่นละอองที่เกิดจากกิจกรรมการก่อสร้างหรือฝุ่นละอองที่ปลิวทั่วไปบนถนนมีปัญหา น้อยกว่าฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร (สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง², 2547)

ส่วนในเขตปริมณฑลที่ได้ทำการตรวจวัดคุณภาพอากาศทั้งหมด 4 จังหวัด ได้แก่ สมุทรปราการ สมุทรสาคร ปทุมธานี และนนทบุรี โดยสำนักจัดการคุณภาพและเสียง มีสถานีตรวจวัดจำนวน 10 สถานี พบว่า ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร เป็นปัญหาหลักและมีความรุนแรงกว่าปีที่ผ่านมาเช่นเดียวกับในพื้นที่กรุงเทพมหานคร รองลงมาคือ ก๊าซโอโซน ซึ่งพบเกินมาตรฐานหลายครั้งแต่สถานการณ์ไม่แตกต่างจากปีที่ผ่านมา ส่วนสารมลพิษประเภทอื่น ๆ ยังมีปริมาณอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง², 2547) ดังรายละเอียดในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 คุณภาพอากาศในเขตปริมณฑลแยกตามรายสถานี ปี 2547

(สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง², 2547)

จังหวัด	สถานี	ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร (PM ₁₀) ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (มกค./ลบ.ม.)			
		ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าต่ำสุด	ครั้ง >std.*
สมุทรปราการ	ศูนย์ฟื้นฟูอาชีพคนพิการและ ทูลพลภาพ พระประแดง	301.2	102.8	35.5	90/320
	โรงจักรพระนครใต้	330.0	142.5	68.7	204/351
	กรมทรัพย์สินทางพาณิชย์	331.0	109.0	54.5	90/334
	ศาลากลาง	324.1	126.1	42.2	155/353
	การเคหะชุมชนบางพลี	318.5	131.3	45.6	163/314
สมุทรสาคร	แขวงทางหลวงสมุทรสาคร	118.7	44.4	17.0	0/351
	ศาลากลาง	117.7	35.2	8.8	0/267
ปทุมธานี	มหาวิทยาลัยกรุงเทพ เขตรังสิต	170.8	61.5	19.6	12/354
นนทบุรี	กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและ อนุรักษ์พลังงาน	127.7	51.1	20.6	1/364
	มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช	155.0	58.3	12.7	23/358
ค่ามาตรฐาน		120			

หมายเหตุ *: จำนวนครั้งที่เกินมาตรฐาน/จำนวนครั้งที่ตรวจวัด

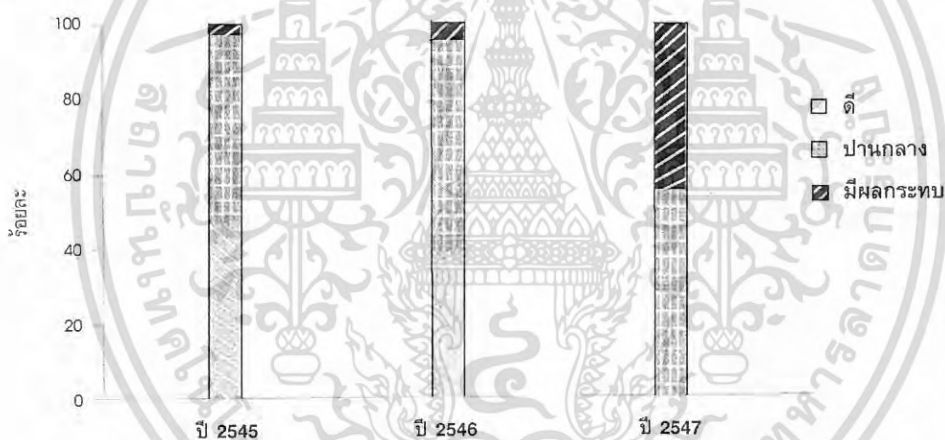
2.3.2 ดัชนีคุณภาพอากาศ

ดัชนีคุณภาพอากาศ (Air Quality Index: AQI) เป็นรูปแบบหนึ่งในการนำเสนอข้อมูลสถานการณ์คุณภาพอากาศเพื่อให้เกิดความเข้าใจได้ง่ายขึ้น ดัชนีคุณภาพอากาศรายวัน คำนวณจากค่าความเข้มข้นของสารมลพิษอากาศ 5 ประเภท ได้แก่ ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร (เฉลี่ย 24 ชั่วโมง) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (เฉลี่ย 8 ชั่วโมงสูงสุด) ก๊าซโอโซน (เฉลี่ย 1 ชั่วโมงสูงสุด) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (เฉลี่ย 24 ชั่วโมงสูงสุด) และก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (เฉลี่ย 1 ชั่วโมงสูงสุด) โดยดัชนีคุณภาพอากาศของสารมลพิษประเภทใดที่มีค่าสูงที่สุดของวันนั้น ๆ จะนำไป

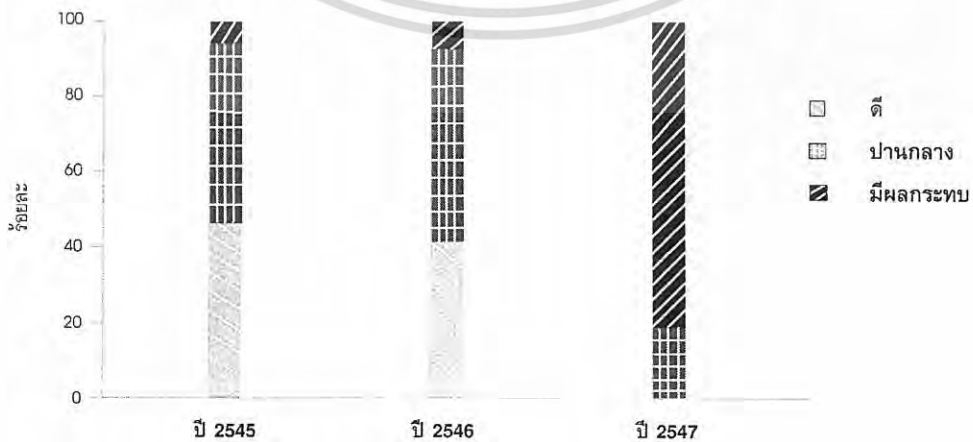
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เผยแพร่ประชาสัมพันธ์สู่สาธารณะผ่านทางสื่อต่าง ๆ เช่น ระบบเครือข่ายข้อมูลสารสนเทศ หนังสือพิมพ์ สถานีโทรทัศน์ วิทยุ และจอแสดงผล เป็นต้น

ดัชนีคุณภาพแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ได้แก่ ดี ปานกลาง มีผลกระทบต่อสุขภาพ มีผลกระทบต่อสุขภาพมาก และอันตราย ในปี 2547 ดัชนีคุณภาพอากาศในภาพรวมทั้งประเทศมีเพียงสองระดับเท่านั้น คือ ปานกลางถึงมีผลกระทบต่อสุขภาพ โดยพื้นที่กรุงเทพมหานครมีดัชนีคุณภาพอากาศอยู่ในระดับปานกลางร้อยละ 55.2 และมีผลกระทบต่อสุขภาพร้อยละ 44.8 ส่วนในพื้นที่ต่างจังหวัดดัชนีคุณภาพอากาศรายวันอยู่ในระดับมีผลกระทบต่อสุขภาพถึงร้อยละ 82.2 และปานกลางร้อยละ 17.8 (รูปที่ 2.10 และ 2.11) และเมื่อเปรียบเทียบกับปีที่ผ่านมา พบว่าปัญหาหมอกพิษทางอากาศมีแนวโน้มความรุนแรงเพิ่มขึ้น โดยสารมลพิษที่มีดัชนีคุณภาพอากาศในระดับที่มีผลกระทบต่อสุขภาพส่วนใหญ่ ยังคงเป็นฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตรเช่นเดียวกันทุกปี (สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง², 2547)



รูปที่ 2.9 ดัชนีคุณภาพอากาศในกรุงเทพมหานคร ปี 2545 - 2547



รูปที่ 2.10 ดัชนีคุณภาพอากาศในพื้นที่ต่างจังหวัด ปี 2545 - 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจะถือว่าผิดกฎหมายและต้องแจ้งถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พงษ์เสวต (2545)

เป็นงานวิจัยศึกษาการจำแนกสัดส่วนแหล่งกำเนิดของอนุภาคมลสารรวมทั้งหมดในพื้นที่กรุงเทพมหานคร และศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นฝุ่นละอองรวมในบรรยากาศในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (ม.ค. – มี.ค. 2545) ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (เม.ย. – พ.ค. 2545) และตลอดทั้งปี พบว่า ช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ มีค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองรวมมากกว่าช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ แสดงว่า คุณภาพอากาศของกรุงเทพมหานคร โดยภาพรวมค่อนข้างดีในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และจะมีคุณภาพต่ำในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

ส่วนการหาสัดส่วนองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองที่มาจกแหล่งกำเนิดต่างๆ จะนำแบบจำลองคุณภาพมวลเคมีมาใช้ จากนั้นจึงนำข้อมูลองค์ประกอบที่มีความเข้มข้นสูง เมื่อเปรียบเทียบกับแหล่งกำเนิดอื่นๆ อย่างเห็นได้ชัด เป็นองค์ประกอบทางเคมีที่ชี้ถึงฝุ่นละอองรวมจากแหล่งกำเนิดเหล่านั้น ได้ค่อนข้างดี ซึ่งสามารถจำแนกได้ดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 องค์ประกอบเด่นที่บ่งชี้ถึงแหล่งที่มาของฝุ่นละอองรวม (พงษ์เสวต, 2545)

องค์ประกอบเด่นในฝุ่นละออง	แหล่งที่มาของฝุ่นละออง
ธาตุคาร์บอน (Element carbon, EC)	ไอเสียจากเครื่องยนต์ดีเซลและมอเตอร์ไซค์
คาร์บอนอินทรีย์ (Organic carbon, OC) และ K	การเผาไหม้ของชีวมวล
Al, Ca, Si, Fe และ Ti	การเผาไหม้ของชีวมวล ฝุ่นดินและถนน
SO_4^{2-} , S และ Na	ฝุ่นดินและถนน
Fe	การเผาไหม้ของน้ำมันเตา
NH_4^+ , SO_4^{2-} และ NO_3^-	โรงหลอมเหล็ก
Na^+ และ Cl^-	การเกิดปฏิกิริยาภายในบรรยากาศ ได้เป็น $(NH_4)_2SO_4$ และ $NaNO_3$
Zn และ Pb	ละอองไอทะเล
	โรงหลอมโลหะที่ไม่ใช่เหล็ก เตาเผาขยะ และยานพาหนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรมควบคุมมลพิษ (2549)

ศึกษาทบทวนข้อมูล สัดส่วน องค์ประกอบและแหล่งที่มาของฝุ่นขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ เพื่อเป็นข้อมูลสำคัญในการวิเคราะห์ และประเมินสภาพปัญหา ประกอบการพิจารณาจัดทำแผนและมาตรการในการจัดการปัญหาฝุ่นละอองจากแหล่งกำเนิดประเภทต่างๆ ซึ่งมีการอ้างอิงข้อมูลจากวิจัยอื่นๆ เช่น สัดส่วนแหล่งที่มาของฝุ่นละอองในจังหวัดสมุทรปราการ และจัดทำสัดส่วนองค์ประกอบทางเคมีของแหล่งกำเนิดต่างๆ ไว้ ได้แก่ ฝุ่นดิน ฝุ่นถนน ในจังหวัดสมุทรปราการ และสัดส่วนองค์ประกอบทางเคมีของไอเสียจากรถยนต์เบนซิน โดยใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำมันเบนซิน (JICA, 1991) สัดส่วนแหล่งที่มาของฝุ่นในกรุงเทพมหานครและจัดทำองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นจากแหล่งกำเนิดต่างๆ ได้แก่ ฝุ่นดิน ฝุ่นถนน ในกรุงเทพมหานคร ไอเสียจากรถยนต์ประเภทต่างๆ โดยการเก็บไอเสียรถยนต์ที่วิ่งทดสอบบน Chassis Dynamometer ฝุ่นจากการเผาไหม้น้ำมันเตา และฝุ่นจากการหลอมเหล็ก (Radian, 1998) และ สัดส่วนแหล่งที่มาของฝุ่นขนาดเล็กในพื้นที่แม่เมาะ และจัดทำสัดส่วนองค์ประกอบทางเคมีของการเผาชีวมวล โดยศึกษาการเผาพื้นที่เกษตร รวมการเผาขยะ และการเผาฟางข้าว (Wangkiat, 2002)

Chueinta, W. (2004)

รายงานการประชุมเกี่ยวกับการวางแผนปัญหาหมอกพิษทางอากาศ กล่าวถึง สถานการณ์ของปัญหาหมอกพิษทางอากาศในประเทศไทย แหล่งกำเนิดมลพิษที่สำคัญ ค่ามาตรฐานสารมลพิษในอากาศ โดยปริมาณฝุ่นละออง (Ambient PM) เป็นปัญหาที่สำคัญที่สุดและก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย โดยเฉพาะสารมลพิษที่ทำให้คุณภาพอากาศแย่ลง ได้แก่ ฝุ่นละออง และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ จึงทำการศึกษาปัญหาหมอกพิษจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ ได้แก่ การจราจร โรงงานอุตสาหกรรม การใช้ถนน และการเผาไหม้เชื้อเพลิง เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการประกาศนโยบายในการควบคุมปริมาณมลพิษที่ปล่อยออกจากแหล่งกำเนิดนั้นๆ เช่น การลดปริมาณการใช้สารตะกั่วในน้ำมันเชื้อเพลิง การควบคุมปริมาณฝุ่นที่เกิดขึ้นบนถนน และปรับเปลี่ยนรถจักรยานยนต์ให้เป็นระบบ 4 จังหวะ มากกว่า 80% เป็นต้น

Suwattiga, P. et al. (2004)

ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีภายในฝุ่นละอองที่ปล่อยออกมาจากแหล่งกำเนิดต่างๆ แบ่งตามลักษณะของแหล่งกำเนิดหลัก 3 แหล่ง คือ แหล่งกำเนิดเคลื่อนที่ (ยานพาหนะ 6 ประเภท) แหล่งกำเนิดจากอุตสาหกรรม (โรงงานอุตสาหกรรม 8 ประเภท) และแหล่งกำเนิดจากพื้นที่ทั่วไป เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ฝุ่นดินและฝุ่นถนน) ผลที่ได้คือ แหล่งกำเนิดเคลื่อนที่จำพวกเครื่องยนต์แก๊สโซลีนจะพบสารอินทรีย์คาร์บอน (Organic carbon, OC) เป็นหลัก และจำพวกเครื่องยนต์ดีเซลจะพบธาตุคาร์บอน (Element carbon, EC) เป็นหลัก โดยมีสัดส่วนระหว่าง OC/EC แปรผันในช่วง 2.14-18.6 สำหรับเครื่องยนต์แก๊สโซลีน และ 0.31-1.21 สำหรับเครื่องยนต์ดีเซล ส่วนแหล่งกำเนิดจากอุตสาหกรรม พบว่า สัดส่วนขององค์ประกอบจะขึ้นอยู่กับเชื้อเพลิงและวัตถุดิบที่ใช้ของอุตสาหกรรมแต่ละประเภท และแหล่งกำเนิดจากพื้นที่ทั่วไป จำพวกฝุ่นดินจะพบ Si, Cs, Ce, OC, EC และ SO_4^{2-} ส่วนจำพวกฝุ่นถนน จะพบ Si, OC, EC และ NH_4^+

Thongsanit, P. (2004)

ศึกษาลักษณะทางเคมีและแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตรในบรรยากาศโดยเปรียบเทียบระหว่างจังหวัดพิษณุโลกกับเขตชุมชนเมืองในกรุงเทพมหานคร ในช่วงเดือนมิถุนายน 2546 ถึง เดือนมกราคม 2547 ซึ่งอยู่ในช่วงฤดูแล้งของประเทศไทย จากผลการทดลองพบว่า การเก็บตัวอย่างริมถนน ณ จังหวัดพิษณุโลก มีปริมาณ OC, EC และ Ca เท่ากับ 29.33 ± 9.40 , 42.28 ± 16.57 และ 9.57 ± 5.47 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ และพบปริมาณของโลหะ Si, Al, Fe, K และ S เป็นองค์ประกอบเด่น เมื่อเปรียบเทียบกับ การเก็บตัวอย่างริมถนน ณ กรุงเทพมหานคร พบว่า OC, EC และ Ca เท่ากับ 24.86 ± 8.23 , 71.21 ± 25.37 และ 4.03 ± 1.79 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และพบปริมาณของโลหะ Na, Si, S, K และ Fe เป็นองค์ประกอบเด่น ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ณ จังหวัดพิษณุโลก มีแหล่งกำเนิดที่สำคัญคือ จากการจราจร จากเตาเผาชีวมวล และฝุ่นถนน ส่วนกรุงเทพมหานครมีแหล่งกำเนิดที่สำคัญคือ จากยานพาหนะ

Watchalayann, P. (2004)

ศึกษาการแพร่กระจายของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร จากแหล่งกำเนิดในและนอกอาคาร ด้วยเครื่อง Personal Exposure Monitor (PEM) โดยดำเนินการเก็บตัวอย่างในช่วง 3 ฤดูกาล บริเวณย่านถนนสุขุมวิทซอย 1 - 105 ถนนบางนา และถนนอ่อนนุช พบว่า ค่าความเข้มข้นฝุ่นละอองภายนอกอาคารมีค่าสูงกว่าในอาคาร และในช่วงฤดูหนาวจะมีค่าความเข้มข้นสูงกว่าในช่วงฤดูร้อนและฤดูฝน ซึ่งสามารถประเมินการแพร่กระจายออกจากแหล่งกำเนิดตามสัดส่วนดังนี้ 40-50% เป็นฝุ่นละอองที่มาจากดินและเปลือกโลก และ 3-5% เป็นฝุ่นละอองที่มาจากโรงงานอุตสาหกรรมเหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 เครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. เครื่อง ไอออน โครมาโทกราฟ (Ion Chromatograph) รุ่น DX 600 ยี่ห้อ Metrohm ประเทศสวิตเซอร์แลนด์
2. เครื่อง Total Organic Carbon Analyzer แบบการวิเคราะห์ตัวอย่างของแข็ง (Solid Sampler Method, SSM) รุ่น TOC-VCSH ยี่ห้อ Shimadzu ประเทศญี่ปุ่น
3. เครื่องอะตอมมิกแอบซอร์บชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Atomic Absorption Spectrophotometer) ยี่ห้อ Shimadzu ประเทศญี่ปุ่น
4. เครื่องอะตอมมิกแอบซอร์บชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Atomic Absorption Spectrophotometer) ยี่ห้อ GBC Avanta Σ ประเทศออสเตรเลีย
5. เครื่อง Ultra sonik รุ่น 136H บริษัท Fisher Scientific worldwide ประเทศเยอรมัน
6. เครื่องทำน้ำบริสุทธิ์สูง (Ultrapure Organex Cartridge) รุ่น Millipak-40 ยี่ห้อ Millipore ประเทศฝรั่งเศส
7. ตู้อบ (Furnace) รุ่น L15/12/P320 ยี่ห้อ Nabertherm ประเทศเยอรมัน
8. เครื่องชั่ง (Balance) ชนิดละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง รุ่น TC-254 บริษัท Denver Instrument Company ประเทศเยอรมัน
9. ตู้ดูดความชื้นอัตโนมัติ (Desiccator auto dry box) รุ่น CM-3 บริษัท Sanplatec Corp. ประเทศเยอรมัน
10. เครื่องชั่งกระดาษกรอง รุ่น AB204 ยี่ห้อ Mettler Toledo ประเทศสวิตเซอร์แลนด์
11. เครื่องเก็บฝุ่นปริมาตรมาก (High Volume Air Sampler) รุ่น Ecotech Model 2000 ยี่ห้อ Ecotech ประเทศ ออสเตรเลีย
12. กระดาษกรองควอทซ์ ขนาด 22.8x18 ตารางเซนติเมตร
13. เครื่องให้ความร้อน (Heater) รุ่น HP46820-33 ยี่ห้อ Bamstead ประเทศเยอรมัน
14. มีดตัดพืชม้วน
15. ที่รองตัดกระดาษกรอง
16. ไมโครปิเปต
17. ปากคิบบลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

18. กระดาษฟอยล์
19. เครื่องแก้ว

3.2 สารเคมี

1. กรดไนตริก (HNO_3 , 65%) AR-grade บริษัท Carlo Erba ประเทศ อิตาลี
2. กรดไฮโดรคลอริก (HCl) AR-grade บริษัท Merck ประเทศ เยอรมัน
3. อะซิโตน (acetone) AR-grade บริษัท Fisher chemical ประเทศ เยอรมัน
4. โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต (Sodium hydrogen carbonate, NaHCO_3) AR-grade บริษัท Carlo Erba ประเทศ อิตาลี
5. โซเดียมคาร์บอเนต (Sodium carbonate, Na_2CO_3) AR-grade บริษัท Merck ประเทศ เยอรมัน
6. สารละลายสต็อกมาตรฐานฟลูออไรด์ (F^-) AR-grade ความเข้มข้น 1,000 ppm บริษัท Fluka ประเทศสวิสเซอร์แลนด์
7. สารละลายสต็อกมาตรฐานคลอไรด์ (Cl^-) AR-grade ความเข้มข้น 1,000 ppm บริษัท Fluka ประเทศสวิสเซอร์แลนด์
8. สารละลายสต็อกมาตรฐานไนไตรต์ (NO_2^-) AR-grade ความเข้มข้น 1,000 ppm บริษัท Merck ประเทศเยอรมัน
9. สารละลายสต็อกมาตรฐานโบรมൈด์ (Br^-) AR-grade ความเข้มข้น 1,000 ppm บริษัท Fluka ประเทศสวิสเซอร์แลนด์
10. สารละลายสต็อกมาตรฐานไนเตรต (NO_3^-) AR-grade ความเข้มข้น 1,000 ppm บริษัท Merck ประเทศเยอรมัน
11. สารละลายสต็อกมาตรฐานฟอสเฟต (PO_4^{3-}) AR-grade ความเข้มข้น 1,000 ppm บริษัท Fluka ประเทศสวิสเซอร์แลนด์
12. สารละลายสต็อกมาตรฐานซัลเฟต (SO_4^{2-}) AR-grade ความเข้มข้น 1,000 ppm บริษัท Fluka ประเทศสวิสเซอร์แลนด์
13. สารละลายสต็อกมาตรฐานลิเทียม (Li^+) AR-grade ความเข้มข้น 1,000 ppm บริษัท Fluka ประเทศสวิสเซอร์แลนด์
14. สารละลายสต็อกมาตรฐานโซเดียม (Na^+) AR-grade ความเข้มข้น 1,000 ppm บริษัท Merck ประเทศเยอรมัน
15. สารละลายสต็อกมาตรฐานแอมโมเนียม (NH_4^+) AR-grade ความเข้มข้น 1,000 ppm บริษัท Merck ประเทศเยอรมัน

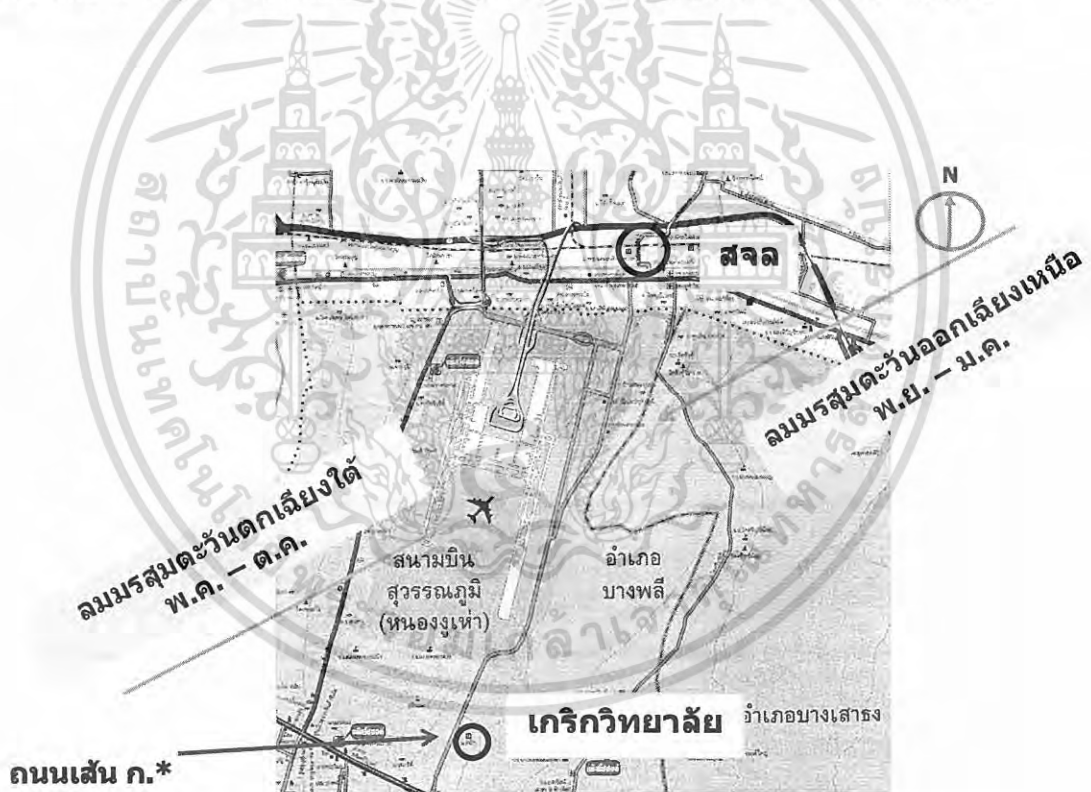
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

16. สารละลายสดีอ้อมมาตรฐาน โพแทสเซียม (K^+) AR-grade ความเข้มข้น 1,000 ppm บริษัท Fluka ประเทศสวีตเซอร์แลนด์

3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1 จุดเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร

พื้นที่บริเวณใกล้เคียงท่าอากาศยานสุวรรณภูมิที่ใช้ในการศึกษา คือ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ และเกริกวิทยาลัยตั้งอยู่ทางทิศใต้ของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ (รูปที่ 3.1) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และ เกริกวิทยาลัยตั้งอยู่ห่างกันประมาณ 15 กิโลเมตร และอยู่ห่างจากทะเลอ่าวไทยประมาณ 30 กิโลเมตร และ 15 กิโลเมตร ตามลำดับ



รูปที่ 3.1 ตำแหน่งของพื้นที่ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา

หมายเหตุ * ถนนเส้น ก. คือ ถนนทางเข้าสนามบินสุวรรณภูมิทางบางนา-ตราด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) บริเวณลานคบบเพลิงของสนามกีฬาสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (บริเวณโดยรอบมีลักษณะเป็นพื้นที่เปิดโล่ง) ตั้งเครื่องเก็บฝุ่นปริมาณมากบนพื้นคอนกรีต อยู่ใกล้บริเวณสนามฟุตบอล และสนามรักบี้ที่มีหญ้าปกคลุม (รูปที่ 3.2) ด้านหลังสนามกีฬาเป็นถนนมอเตอร์เวย์สายกรุงเทพฯ-ชลบุรี (สายใหม่) ห่างจากจุดเก็บตัวอย่างประมาณ 200 เมตร



รูปที่ 3.2 แผนผังการติดตั้งเครื่องเก็บฝุ่นปริมาณมาก (High Volume Air Sampler) บริเวณลานคบบเพลิงของสนามกีฬาสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2) บริเวณลานด้านหน้าของเกริกวิทยาลัย ซึ่งเป็นสถานที่โล่งแจ้งและมีจุดต่อไฟฟ้าที่สะดวก (รูปที่ 3.3) ตั้งเครื่องเก็บฝุ่นปริมาณมากใกล้กับทางเข้าออกของวิทยาลัย มีต้นไม้โปร่งสูงจำนวน 2 ต้น มีไม้พุ่มค่อนข้างมาก ห่างจากถนนคอนกรีตทางเข้าท่าอากาศยานสุวรรณภูมิทางบางนา-ตราด ประมาณ 10 เมตร (ถนนเส้น ก. ในรูปที่ 3.1) มีอาคารเรียนขวางทิศทางลมเป็นรูปตัวแอล ตั้งอยู่ในทิศตะวันออกเฉียงเหนือของจุดติดตั้งเครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 แผนผังการติดตั้งเครื่องเก็บฝุ่นปริมาณมาก (High Volume Air Sampler)
บริเวณเกริกวิทยาลัย

3.3.2 ระยะเวลาในการเก็บ

ระยะเวลาในการเก็บฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร มี 2 ช่วงเวลาคือ ก่อนเปิดดำเนินการทำอากาศยานสุวรรณภูมิ (ช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2549 คือ ตั้งแต่วันที่ 19 มกราคม 2549 ถึง วันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2549) และหลังเปิดดำเนินการทำอากาศยานสุวรรณภูมิ (ช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549 คือ ตั้งแต่วันที่ 1 พฤศจิกายน 2549 ถึง วันที่ 14 พฤศจิกายน 2549) ฤดูกาลที่ทำการเก็บทั้ง 2 ช่วง คือ ช่วงฤดูแล้งซึ่งฤดูนี้ทิศทางลมส่วนใหญ่จะมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ระหว่างเดือนพฤศจิกายน - มกราคม

3.3.3 การเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ด้วยเครื่องเก็บฝุ่นปริมาณมาก

- 1) ตรวจสอบกระดาศกรองคอทซ์กับแสง บันทึกรหัสตัวอย่าง
- 2) เก็บกระดาศกรองในตู้ดูดความชื้นอัตโนมัติ ที่อุณหภูมิ $15-30^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$
ความชื้น $20 - 45 \% \pm 5 \%$ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
- 3) ชั่งน้ำหนักกระดาศกรองโดยเครื่องชั่งน้ำหนัก 4 ตำแหน่ง จนกระทั่งน้ำหนักคงที่อย่างน้อย 3 ครั้ง (กรณีน้ำหนักไม่คงที่ให้นำกระดาศกรองไปอบและชั่งน้ำหนักใหม่) บรรจุใส่ถุงซิปล็อค และซองสีน้ำตาล พร้อมนำไปเก็บตัวอย่างภาคสนาม (ภาคผนวก ก-1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 4) ติดตั้งอุปกรณ์เครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร พร้อมกระดาศกรอง ทำการตั้งเวลา บันทึกข้อมูลการเก็บตัวอย่างตามคู่มือการใช้เครื่องเก็บฝุ่นปริมาณมาก เริ่มทำการเก็บตัวอย่างและบันทึกข้อมูลเริ่มต้น ได้แก่ เวลาที่เก็บตัวอย่าง อัตราการไหล อุณหภูมิ ความดัน และสภาพทั่วไป
- 5) เก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จำนวน 6 วัน โดยเปลี่ยนกระดาศกรองทุกๆ 24 ชั่วโมง
- 6) หลังจากทำการเก็บตัวอย่างเป็นเวลา 24 ชั่วโมงแล้ว ให้ถอดกระดาศกรองออกจากเครื่องเก็บฝุ่นปริมาณมาก พับกระดาศกรองครึ่งหนึ่งตามแนวยาวให้ด้านที่มีฝุ่นเข้าหากัน และบันทึกข้อมูลหลังการเก็บตัวอย่าง
- 7) เก็บกระดาศกรองใส่ในถุงซิปล็อค และนำไปเก็บในตู้ดูดความชื้นอัตโนมัติที่อุณหภูมิ $15-30^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ ความชื้น $20-45\% \pm 5\%$ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
- 8) ชั่งน้ำหนักกระดาศกรองด้วยเครื่องชั่งกระดาศกรอง (วิธีการเดียวกับก่อนเก็บตัวอย่าง)
- 9) กำหนดหาความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร (ภาคผนวก ก-2)
- 10) ทำเบดงก์ภาคสนาม (ภาคผนวก ก-3)
- 11) เปรียบเทียบค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตรทางสถิติ ระหว่างช่วงก่อนและหลังเปิดดำเนินการของทั้ง 2 สถานที่ที่ทำการเก็บตัวอย่าง ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการจำแนกแบบทางเดียว (One-Way Analysis of Variance, ANOVA) (ภาคผนวก ก-4)

3.3.4 การวิเคราะห์หึ่งค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร

หลังจากที่เก็บตัวอย่างฝุ่นละอองและชั่งน้ำหนักแล้ว มีการเตรียมตัวอย่างฝุ่นละออง (pre-treatment) ดังขั้นตอนต่อไปนี้

- 1) นำกระดาศกรองที่ได้มาตัดแบ่งเป็น 12 ส่วน เท่า ๆ กัน ขนาด กว้าง 1.5 เซนติเมตร ยาว 11.5 เซนติเมตร
- 2) นำกระดาศกรองที่ตัดมา 3 ส่วนเพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณไอออนที่ละลายน้ำได้ ในตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ด้วยเครื่องไอออนโครมาโทกราฟี ตามคู่มือการใช้เครื่องไอออนโครมาโทกราฟี (ภาคผนวก ข-1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3) นำกระดาษกรองที่ตัดมา 3 ส่วนเพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอนสุทธิในตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ด้วยเครื่อง Total Organic Carbon Analyzer แบบการวิเคราะห์ตัวอย่างของแข็ง (Solid Sampler Method, SSM) ตามคู่มือการใช้เครื่อง Total Organic Carbon Analyzer (ภาคผนวก ข-2)
- 4) นำกระดาษกรองที่ตัดมา 3 ส่วน ทำการสกัดโดยวิธี Wet Digestion (Method IO-3.1) เพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณโลหะในฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตรด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์บชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ตามคู่มือการใช้เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (ภาคผนวก ข-3)

องค์ประกอบทางเคมีและเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์ แสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบของฝุ่นละออง จำแนกตามสมบัติและเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็น 3 ประเภทหลัก

องค์ประกอบทางเคมี	เครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์	ตามวิธีมาตรฐาน
1. ไอออนที่ละลายน้ำได้ เช่น Li^+ , Na^+ , NH_4^+ , K^+ , F^- , Cl^- , NO_2^- , Br^- , NO_3^- , PO_4^{3-} และ SO_4^{2-}	1. เครื่อง Ion Chromatograph	1. Lodge ed. (1991)
2. สารอินทรีย์คาร์บอน (TOC)	2. เครื่อง Total Organic Carbon Analyzer	2. Combustion catalytic oxidation/NDIR Method
3. ธาตุโลหะ เช่น Si, Pb, Fe, Ca, Mg และ Mn	3. เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer	3. Method IO-3.1(EPA) และ Lodge ed. (1991)

- 5) การประกันคุณภาพในการวิเคราะห์ (Quality assurance and Quality control) (ภาคผนวก ข- 4)

5.1) การประกันคุณภาพในการวิเคราะห์หาปริมาณ ไอออนที่ละลายน้ำได้ กระทำด้วยวิธีการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์ โดยนำสารมาตรฐานที่มีความเข้มข้นระดับใดระดับหนึ่ง มาตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ตัวอย่าง จำนวนซ้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างน้อย 7 ครั้ง จากนั้นนำมาคำนวณค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และ ค่า %RSD โดยค่าที่ยอมรับได้จะต้องมีค่า %RSD ไม่เกิน 10% (ภาคผนวก ข- 4.1)

5.2) การประกันคุณภาพในการวิเคราะห์หาปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอนสุทธิ กระทำด้วยวิธีการคำนวณหาค่า %Recovery เพื่อตรวจสอบความแม่นยำของเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ตัวอย่าง โดยค่าที่ยอมรับได้จะต้องมีค่าอยู่ในช่วง 80 – 120% (ภาคผนวก ข-4.2)

5.3) การประกันคุณภาพในการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะ กระทำด้วยวิธีการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์ โดยนำสารมาตรฐานที่มีความเข้มข้นระดับใดระดับหนึ่งมาตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ตัวอย่าง จำนวนอย่างน้อย 7 ครั้ง จากนั้นนำมาคำนวณค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) และ ค่า %RSD โดยค่าที่ยอมรับได้จะต้องมีค่า %RSD ไม่เกิน 10% และในการย่อยกระดาษกรองด้วยวิธี Wet digestion วิธีการประกันคุณภาพเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของกระบวนการทั้งหมด ตั้งแต่การย่อยกระดาษ การบรรจุเก็บตัวอย่าง และการตรวจวิเคราะห์ โดยนำตัวอย่างแบบลึกลับภาคสนามตัวอย่างใดตัวอย่างหนึ่งมาแบ่งเป็นส่วนๆ อย่างน้อย 7 ส่วน แล้วเติมสารมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอน เข้มข้นระดับใดระดับหนึ่ง ลงไปในตัวอย่างที่แบ่งเป็นส่วนๆ ในปริมาณที่เท่ากัน จากนั้นนำไปผ่านกระบวนการต่างๆ เช่นเดียวกับการวิเคราะห์ตัวอย่างอื่นๆ ผลการวิเคราะห์ที่ได้จะนำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน(SD) และ ค่า %RSD โดยค่าที่ยอมรับได้จะต้องมีค่า %RSD ไม่เกิน 10% เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ และกระบวนการต่างๆ ที่ใช้ในการเตรียมและเก็บรักษาตัวอย่าง และค่า %Recovery เพื่อตรวจสอบความแม่นยำของเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ตัวอย่าง โดยค่าที่ยอมรับได้จะต้องมีค่าอยู่ในช่วง 80 – 120% (ภาคผนวก ข- 4.3)

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 การตรวจวัดความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตรในบรรยากาศ

บริเวณที่ทำการเก็บตัวอย่างมี 2 บริเวณ คือ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังและเกริกวิทยาลัย ซึ่งทำการเก็บตัวอย่าง 2 ช่วงเวลา คือ ก่อนเปิดดำเนินการท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ในช่วงวันที่ 19 มกราคม 2549 ถึง วันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2549 และหลังเปิดดำเนินการท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ในช่วงวันที่ 1 พฤศจิกายน 2549 ถึง วันที่ 14 พฤศจิกายน 2549 ฤดูกาลที่ทำการเก็บตัวอย่างอากาศในงานวิจัยนี้คือ ช่วงฤดูแล้งระหว่างเดือนพฤศจิกายน – มกราคม ซึ่งฤดูนี้ทิศทางลมส่วนใหญ่จะมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ มีความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศโดยเฉลี่ย 6 วัน มีค่าเท่ากับ 58% และ 62 % ช่วงก่อนเปิดและหลังเปิดดำเนินการตามลำดับ

จากการสอบถามเจ้าหน้าที่ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พบว่ามีการรณน้ำสนามหญ้าวันละ 3 ชั่วโมง วันเว้นวัน ทั้งช่วงก่อนเปิดดำเนินการและหลังเปิดดำเนินการ ไม่มีกิจกรรมที่ก่อให้เกิดการฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองในบริเวณจุดเก็บตัวอย่าง อย่างไรก็ตาม พบว่าทิศตะวันออกเฉียงเหนือระยะทางห่างจากจุดเก็บตัวอย่างประมาณ 3 กิโลเมตร มีการก่อสร้างขยายถนนเจ้าคุณทหารและทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ระยะทางประมาณ 350 เมตร มีเตาเผาขยะที่ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงซึ่งมีการเผาขยะประเภทกิ่งไม้ และหญ้าแห้ง สัปดาห์ละ 1 ครั้ง นอกจากนี้ ช่วงก่อนเปิดดำเนินการและหลังเปิดดำเนินการท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ยังมีการก่อสร้างหอพักสถาบัน (ตั้งแต่ 18 กันยายน 2549 ถึง 5 พฤษภาคม 2550) ที่ระยะห่างจากจุดเก็บตัวอย่างประมาณ 100 เมตร ทางทิศตะวันออกเฉียงใต้

จากการสอบถามเจ้าหน้าที่ของเกริกวิทยาลัย พบว่าบริเวณสวนหย่อมที่ทำการติดตั้งเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศอยู่ใกล้ทางเข้าออกของวิทยาลัยมีการรณน้ำต้นไม้เฉพาะตอนเช้า วันเว้นวัน ซึ่งในช่วงก่อนเปิดดำเนินการท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ มีการก่อสร้างถนนหน้าเกริกวิทยาลัยทำให้มีฝุ่นดินทรายจากการก่อสร้างและไอเสียจากรถบรรทุกเป็นจำนวนมาก

จากการทดลอง พบว่า ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ช่วงก่อนเปิดดำเนินการมีค่าสูงกว่าหลังเปิดดำเนินการ อย่างไรก็ตาม ปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นยังคงไม่เกินค่ามาตรฐาน 120 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ดังแสดงในตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.1 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ค-1.1) ช่วงก่อนเปิดดำเนินการมีความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองที่ทำการเก็บตัวอย่างเป็นเวลา 24 ชั่วโมง (n=6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เท่ากับ 69.50 ± 6.18 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และหลังเปิดดำเนินการมีความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองที่ทำการเก็บตัวอย่างเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ($n=6$) เท่ากับ 90.30 ± 17.83 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ทั้งนี้อาจเป็นเพราะหลังเปิดดำเนินการมีปริมาณรถยนต์เพิ่มมากขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 4.3 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก-1.2) และความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ณ มหาวิทยาลัย ช่วงก่อนเปิดดำเนินการมีค่าสูงกว่าหลังเปิดดำเนินการ โดยก่อนเปิดดำเนินการมีความเข้มข้นของฝุ่นเกินค่ามาตรฐาน ช่วงก่อนเปิดดำเนินการมีความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองที่ทำการเก็บตัวอย่างเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ($n=6$) เท่ากับ 136.05 ± 24.77 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และช่วงหลังเปิดดำเนินการมีความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองที่ทำการเก็บตัวอย่างเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ($n=6$) เท่ากับ 105.82 ± 17.86 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ดังแสดงในตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.2 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก-1.1) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะช่วงก่อนเปิดดำเนินการมีการก่อสร้างถนนหน้า มหาวิทยาลัย ทำให้มีปริมาณฝุ่นเนื่องมาจากการก่อสร้างและไอเสียจากรถบรรทุก

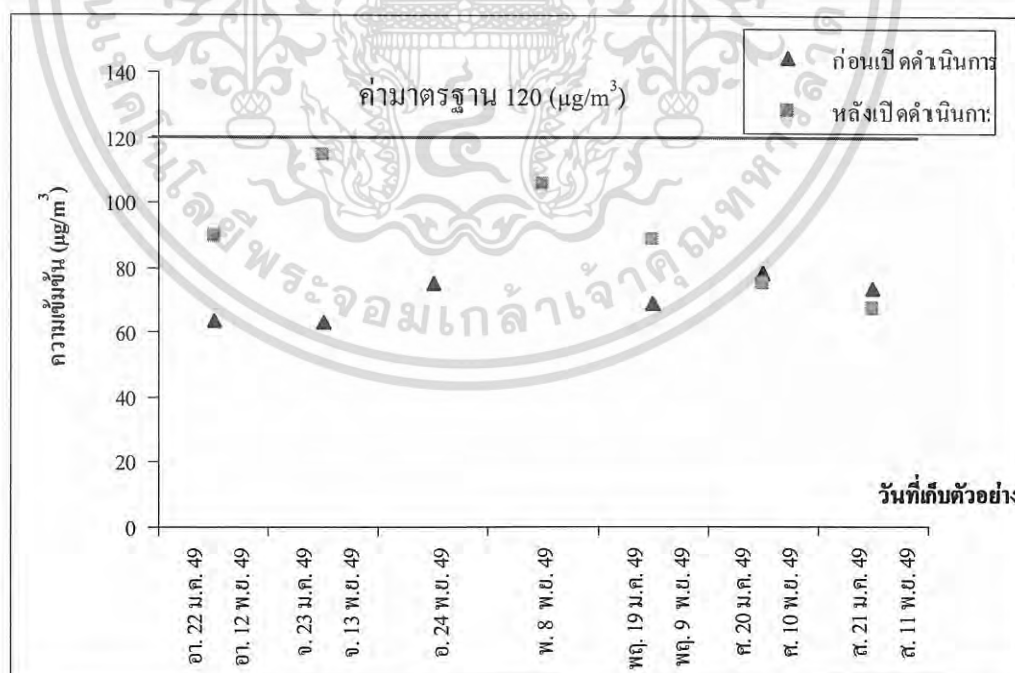
ตารางที่ 4.1 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ลำดับ	ก่อนเปิดดำเนินการ		หลังเปิดดำเนินการ	
	วันที่เก็บตัวอย่าง	ความเข้มข้น ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	วันที่เก็บตัวอย่าง	ความเข้มข้น ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	พ.ศ. 19 ม.ค. 49	68.22	พ. 8 พ.ย. 49	105.98
2	ศ. 20 ม.ค. 49	77.42	พ.ศ. 9 พ.ย. 49	88.70
3	ศ. 21 ม.ค. 49	72.39	ศ. 10 พ.ย. 49	75.28
4	อา. 22 ม.ค. 49	62.64	ศ. 11 พ.ย. 49	67.58
5	จ. 23 ม.ค. 49	62.35	อา. 12 พ.ย. 49	89.51
6	อ. 24 ม.ค. 49	73.99	จ. 13 พ.ย. 49	114.77
ค่าเฉลี่ย ($n=6$)		69.50	ค่าเฉลี่ย ($n=6$)	90.30
SD		± 6.18	SD	± 17.83
ค่ามาตรฐานฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ในบรรยากาศเฉลี่ย 24 ชั่วโมง				120

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

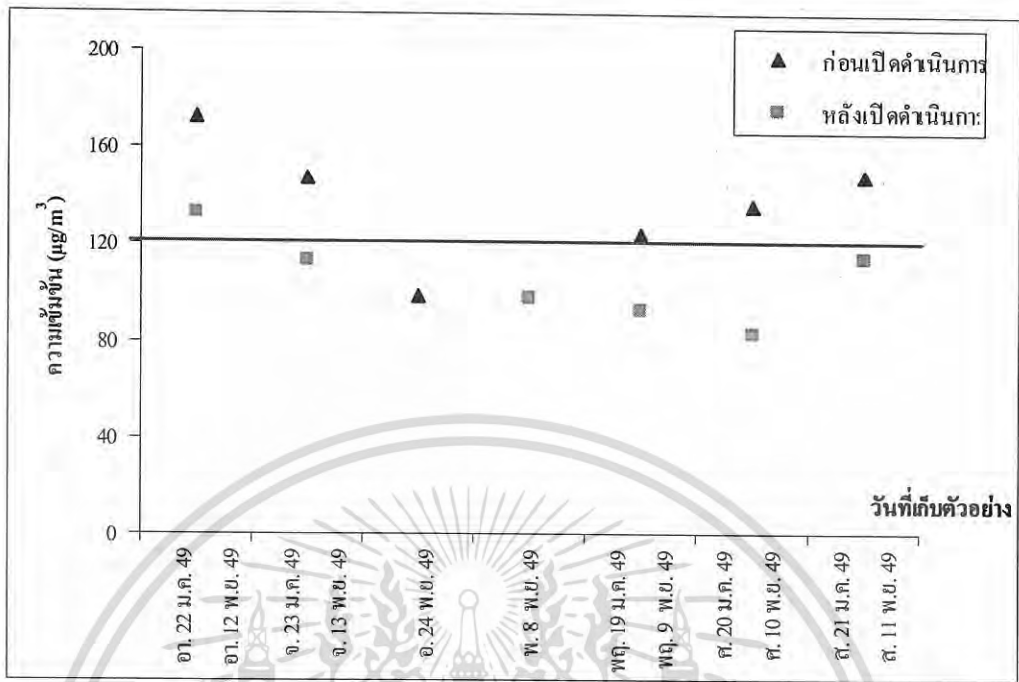
ตารางที่ 4.2 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ณ เกริกวิทยาลัย

ลำดับ	ก่อนเปิดดำเนินการ		หลังเปิดดำเนินการ	
	วันที่เก็บตัวอย่าง	ความเข้มข้น ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	วันที่เก็บตัวอย่าง	ความเข้มข้น ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	พ. 26 ม.ค. 49	122.22	พ. 1 พ.ย. 49	97.79
2	ศ. 27 ม.ค. 49	134.28	พ. 2 พ.ย. 49	92.90
3	ส. 28 ม.ค. 49	146.84	ศ. 3 พ.ย. 49	83.53
4	อ. 29 ม.ค. 49	170.17	ส. 4 พ.ย. 49	114.37
5	จ. 30 ม.ค. 49	145.53	อ. 5 พ.ย. 49	132.95
6	อ. 31 ม.ค. 49	97.28	จ. 6 พ.ย. 49	113.38
ค่าเฉลี่ย (n=6)		136.05	ค่าเฉลี่ย (n=6)	
SD		± 24.77	SD	
ค่ามาตรฐานฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ในบรรยากาศเฉลี่ย 24 ชั่วโมง				120



รูปที่ 4.1 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ช่วงก่อนเปิดดำเนินการและช่วงหลังเปิดดำเนินการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ณ เกริกวิทยาลัย ช่วงก่อนเปิดดำเนินการและช่วงหลังเปิดดำเนินการ

ตารางที่ 4.3 ปริมาณจราจรบริเวณด้านลาดกระบัง ทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง (กรุงเทพฯ-ชลบุรี สายใหม่)

	ด้านลาดกระบัง (ก่อนเปิดฯ)			ด้านลาดกระบัง (หลังเปิดฯ)		
	ขาขึ้น	ขาล่อง	รวม	ขาขึ้น	ขาล่อง	รวม
รวม	298,541	321,004	619,545	337,413	356,357	693,770
ค่าเฉลี่ยต่อวัน	22,965	24,693	47,658	24,101	25,454	49,555

ที่มา : สำนักงานทางหลวงระหว่างเมือง (วันพฤหัสบดีที่ 22 กุมภาพันธ์ 2550)

จากการหาค่าสถิติ โดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนของการจำแนกแบบทางเดียว (One-Way Analysis of Variance) พบว่า ในช่วงที่ทำการศึกษาและเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ทั้งที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังและเกริกวิทยาลัยในช่วงก่อนเปิดดำเนินการแตกต่างจากช่วงหลังเปิดดำเนินการอย่างมีนัยสำคัญ ณ ระดับความเชื่อมั่น 95 % (p=0.05, n=6)

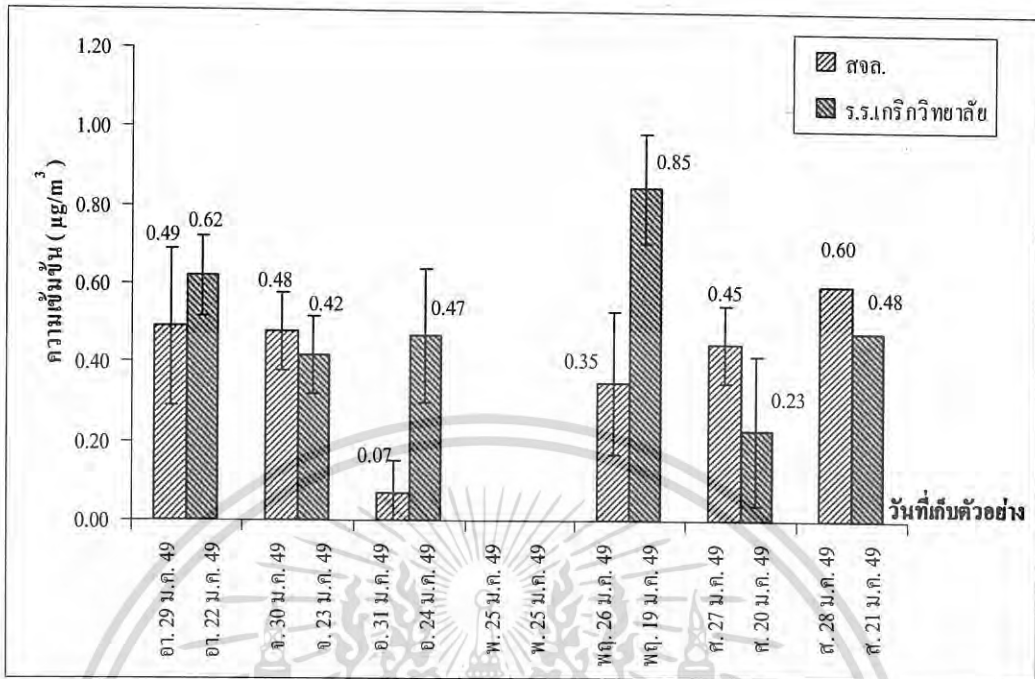
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตรในบรรยากาศ

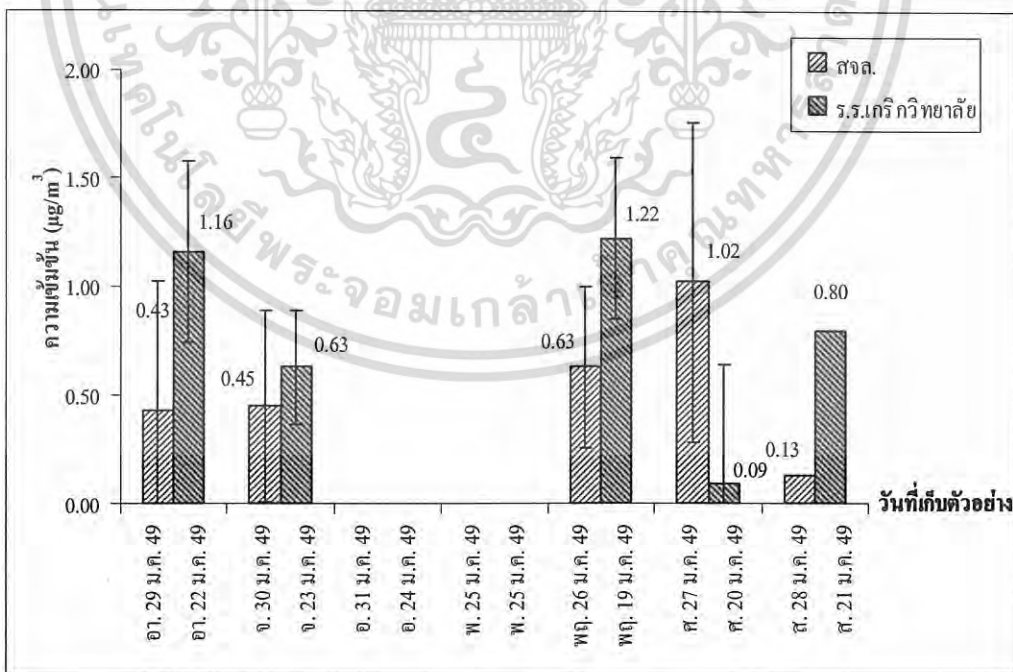
จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ทำให้ทราบถึงปริมาณและองค์ประกอบทางเคมีต่างๆที่มีในฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ที่ทำการตรวจวัด ทั้งช่วงก่อนเปิดดำเนินการและช่วงหลังเปิดดำเนินการ ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังและเกริกวิทยาลัย

จากการทดสอบวิเคราะห์หาปริมาณไอออนที่ละลายน้ำได้ ช่วงก่อนเปิดดำเนินการ พบว่ามีองค์ประกอบทางเคมี คือ Na^+ , Cl^- , F^- , NH_4^+ , NO_3^- , SO_4^{2-} และ K^+ ยกเว้น Li^+ , NO_2^- , Br^- และ PO_4^{3-} ที่ไม่พบในการวิเคราะห์ ซึ่งความเข้มข้นของไอออนที่วิเคราะห์ได้พบที่ทั้งสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังและเกริกวิทยาลัย มีค่าใกล้เคียงกัน โดยมีความเข้มข้นเฉลี่ย ($n=6$) เท่ากับ 0.41 ± 0.14 และ 0.51 ± 0.16 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ (รูปที่ 4.3) ความเข้มข้นของคลอไรด์ที่วิเคราะห์ได้พบที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และเกริกวิทยาลัยมีความเข้มข้นเฉลี่ย ($n=6$) เท่ากับ 0.39 ± 0.54 และ 0.65 ± 0.47 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ (รูปที่ 4.4) ความเข้มข้นของฟลูออไรด์ที่วิเคราะห์ได้พบที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และเกริกวิทยาลัยมีความเข้มข้นเฉลี่ย ($n=6$) เท่ากับ 0.08 ± 0.16 และ 0.36 ± 0.17 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ (รูปที่ 4.5) ความเข้มข้นของแอมโมเนียมที่วิเคราะห์ได้พบที่ทั้งสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังและเกริกวิทยาลัย มีค่าใกล้เคียงกันโดยมีความเข้มข้นเฉลี่ย ($n=6$) เท่ากับ 1.26 ± 0.07 และ 2.57 ± 0.28 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ (รูปที่ 4.6) ความเข้มข้นของไนเตรดที่วิเคราะห์ได้พบที่ทั้งสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังและเกริกวิทยาลัย มีค่าความเข้มข้นเฉลี่ย ($n=6$) เท่ากับ 4.28 ± 0.44 และ 12.39 ± 0.64 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ (รูปที่ 4.7) และความเข้มข้นของซัลเฟตที่วิเคราะห์ได้พบที่ทั้งสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังและเกริกวิทยาลัย มีค่าความเข้มข้นเฉลี่ย ($n=6$) เท่ากับ 6.37 ± 0.31 และ 13.37 ± 0.52 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ (รูปที่ 4.8) ความเข้มข้นของโพแทสเซียมที่วิเคราะห์ได้พบที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีความเข้มข้นเฉลี่ย ($n=6$) เท่ากับ 10.59 ± 0.87 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และเกริกวิทยาลัยมีความเข้มข้นเฉลี่ย ($n=6$) เท่ากับ 20.39 ± 1.33 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (รูปที่ 4.9) รายละเอียดข้อมูลรูปที่ 4.3-4.9 ในภาคผนวก ค-1.3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

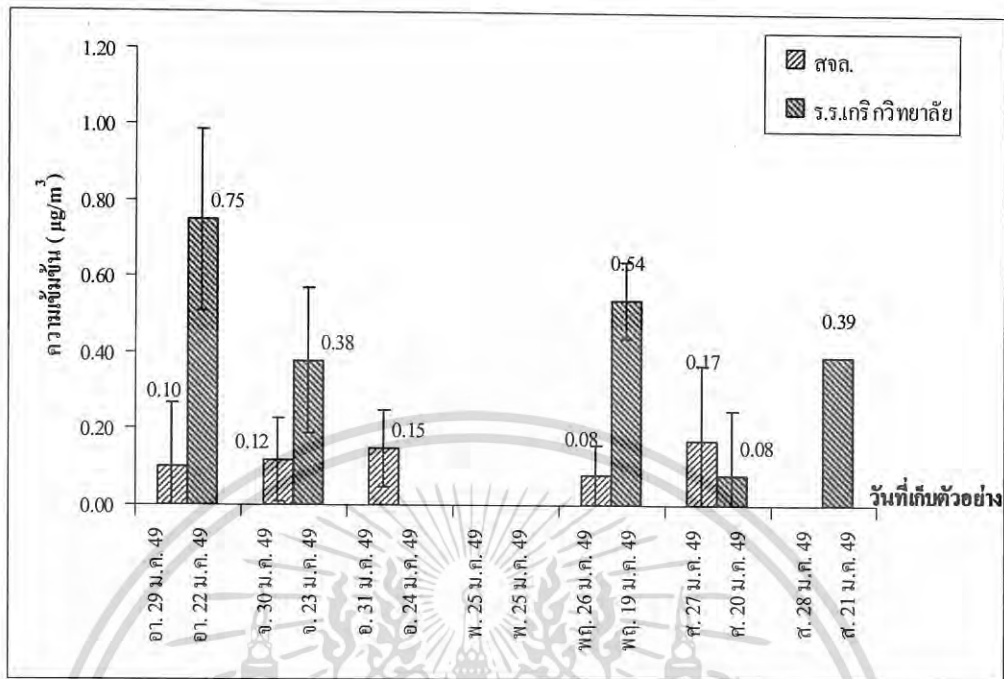


รูปที่ 4.3 ความเข้มข้นของโซเดียม (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และเกริกวิทยาลัย ช่วงก่อนเปิดดำเนินการ

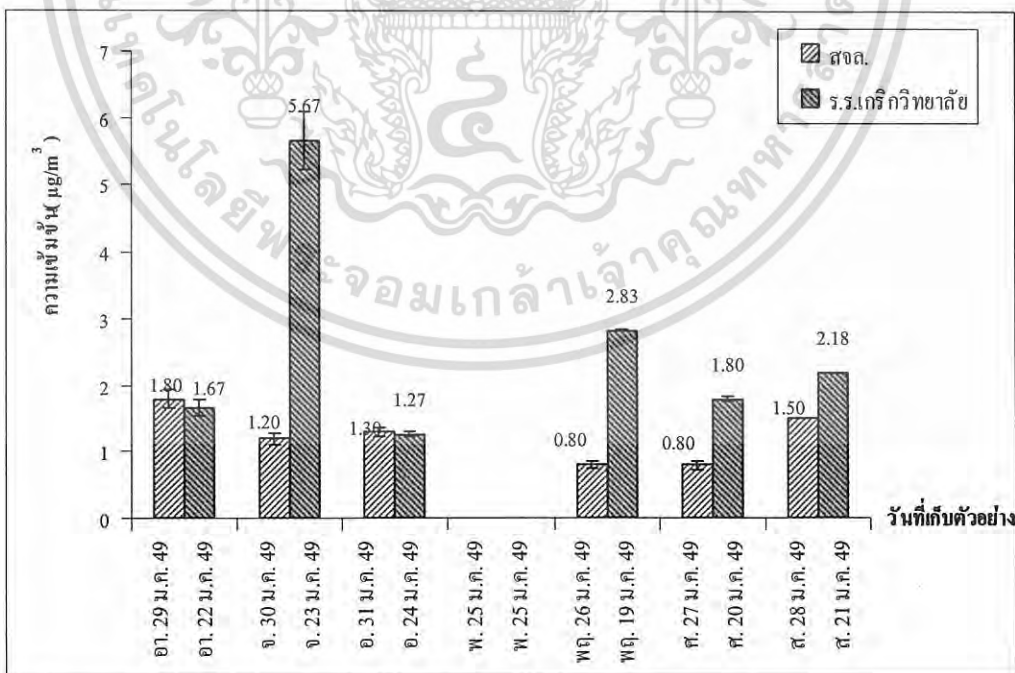


รูปที่ 4.4 ความเข้มข้นของคลอโรฟอร์ม (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และเกริกวิทยาลัย ช่วงก่อนเปิดดำเนินการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



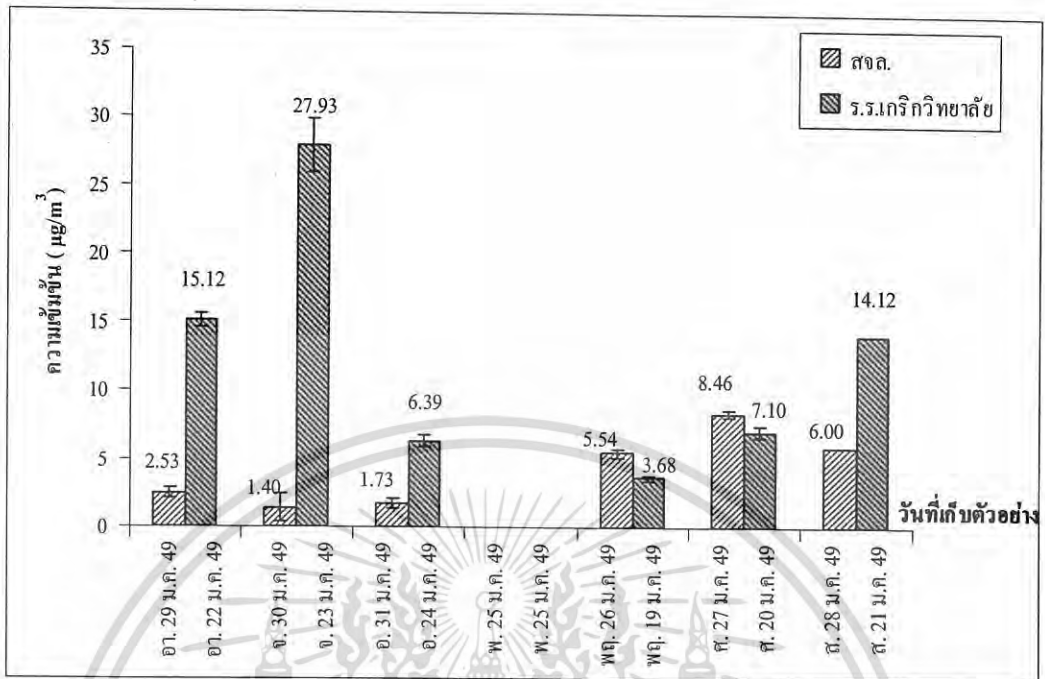
รูปที่ 4.5 ความเข้มข้นของฟลูออไรด์ (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และเกริกวิทยาลัย ช่วงก่อนเปิดดำเนินการ



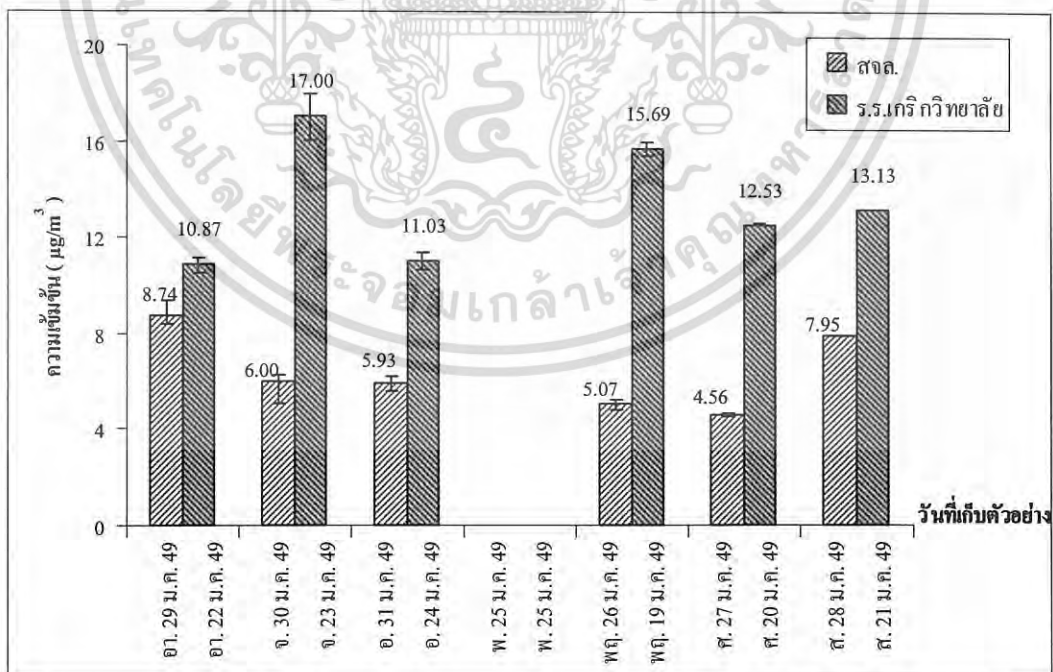
รูปที่ 4.6 ความเข้มข้นของแอมโมเนีย (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ณ สถาบันเทคโนโลยี

พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และเกริกวิทยาลัย ช่วงก่อนเปิดดำเนินการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์และเป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการดำเนินงานด้านการศึกษา
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

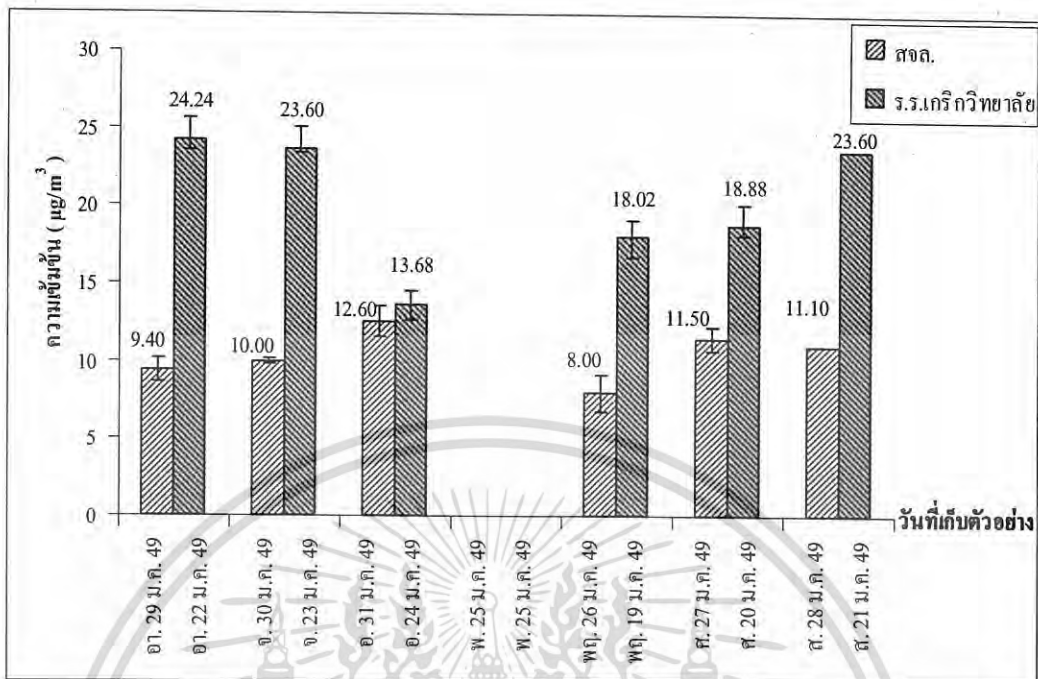


รูปที่ 4.7 ความเข้มข้นของไนโตรเจนไดออกไซด์ (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และเกริกวิทยาลัย ช่วงก่อนเปิดดำเนินการ



รูปที่ 4.8 ความเข้มข้นของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และเกริกวิทยาลัย ช่วงก่อนเปิดดำเนินการ

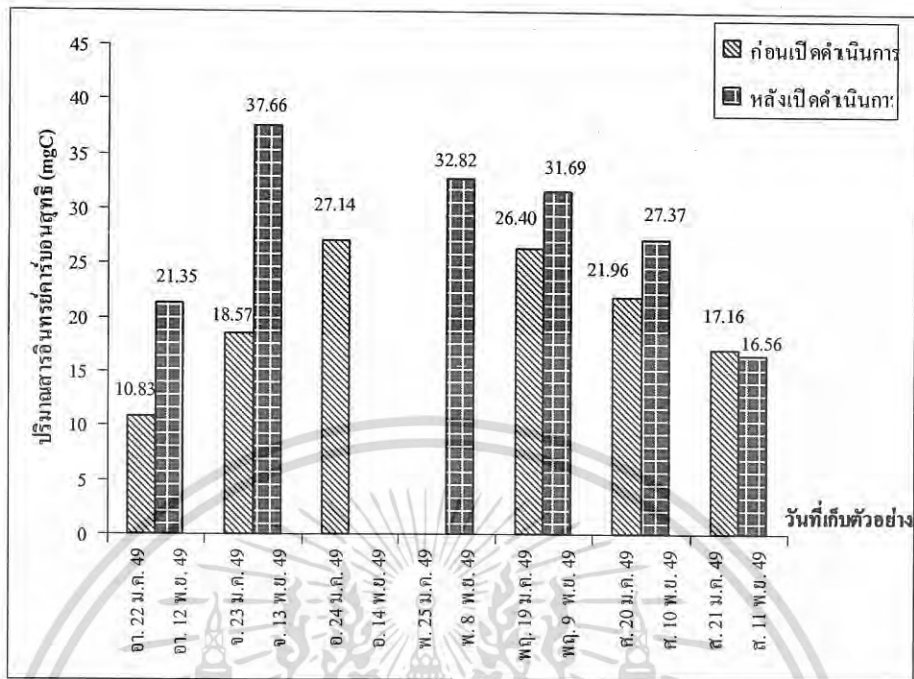
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามการเผยแพร่เพื่อการค้า เว้นแต่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสาร
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



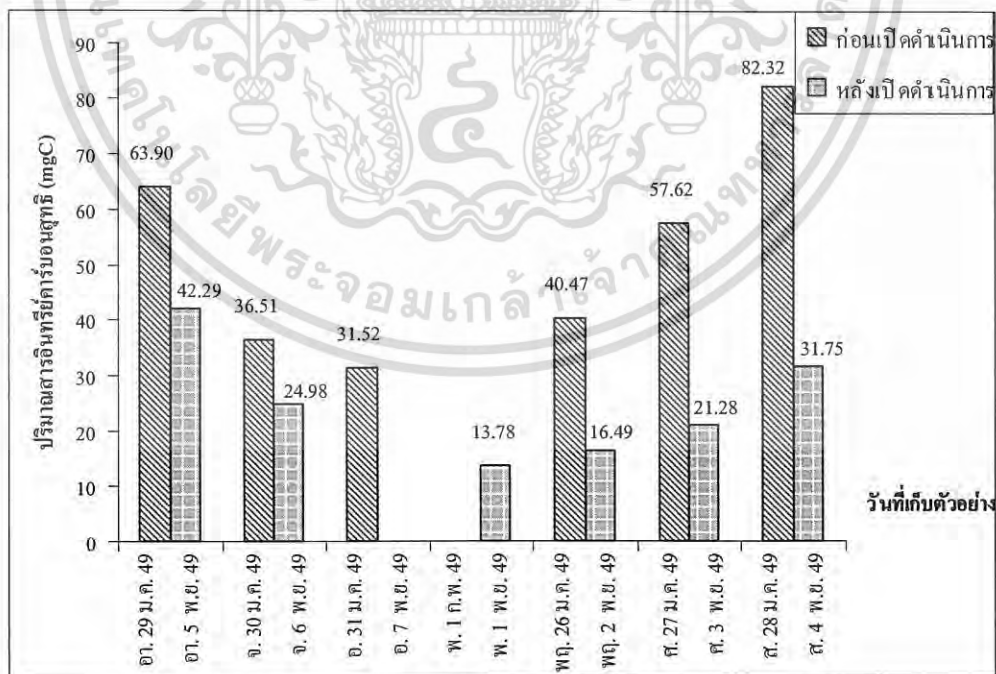
รูปที่ 4.9 ความเข้มข้นของโพแทสเซียม (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และเกริกวิทยาลัย ช่วงก่อนเปิดดำเนินการ

จากการทดลองวิเคราะห์หาปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอนสุทธิ ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พบว่าความเข้มข้นเฉลี่ยของสารอินทรีย์คาร์บอนสุทธิ ($n=6$) ในช่วงก่อนเปิดดำเนินการและช่วงหลังเปิดดำเนินการมีค่าเท่ากับ 20.34 และ 27.91 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ซึ่งในช่วงก่อนเปิดดำเนินการมีค่าน้อยกว่าช่วงหลังเปิดดำเนินการ สอดคล้องกับปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (รูปที่ 4.10) ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก-1.4) ณ เกริกวิทยาลัยพบว่าความเข้มข้นเฉลี่ยของสารอินทรีย์คาร์บอนสุทธิ ($n=6$) ในช่วงก่อนเปิดดำเนินการและช่วงหลังเปิดดำเนินการมีค่าเท่ากับ 52.06 และ 25.09 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ซึ่งในช่วงก่อนเปิดดำเนินการมีค่ามากกว่าช่วงหลังเปิดดำเนินการ ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (รูปที่ 4.11) ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก-1.4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 ปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอนสุทธิ ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ช่วงก่อน-หลังเปิดดำเนินการทำอากาศยานสุวรรณภูมิ



รูปที่ 4.11 ปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอนสุทธิ ณ เกริกวิทยาลัยช่วงก่อน-หลังเปิดดำเนินการทำอากาศยานสุวรรณภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

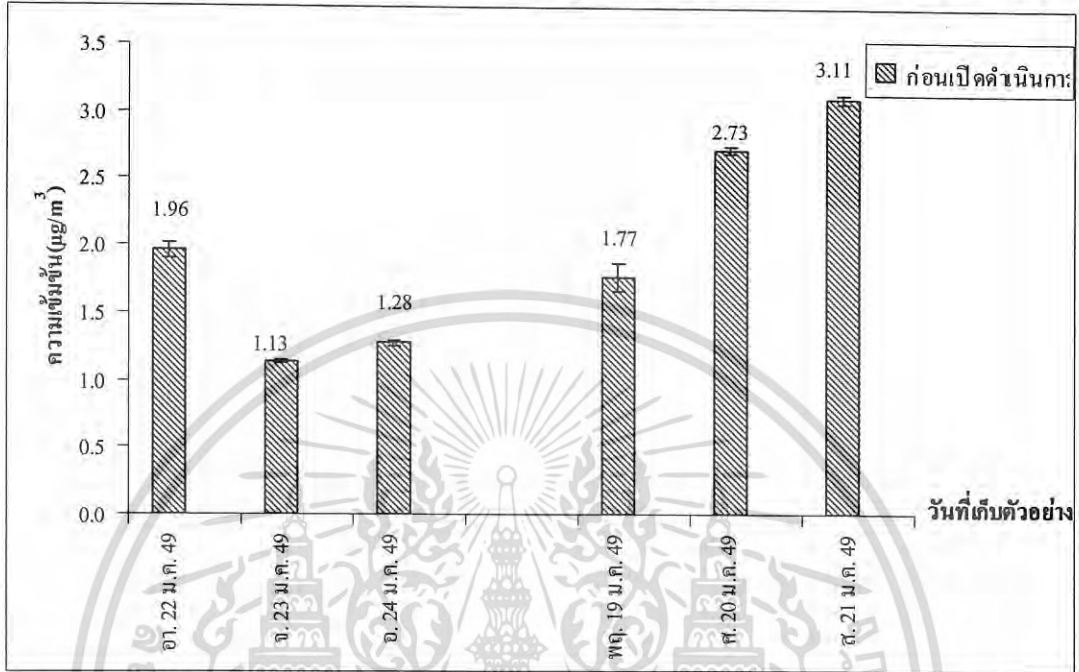
จากการทดลองวิเคราะห์หาปริมาณโลหะ พบว่าความเข้มข้นของซิลิกอน ณ สถาบันพระจอมเกล้าฯ ช่วงก่อนเปิดดำเนินการมีค่าความเข้มข้นโดยเฉลี่ย ($n=6$) เท่ากับ 2.00 ± 0.75 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ส่วนช่วงหลังเปิดดำเนินการ ไม่สามารถทำการวิเคราะห์ได้ เนื่องจากเครื่องมือขัดข้อง (รูปที่ 4.12 ตารางละเอียดในภาคผนวก ค-1.5) ณ เกริกวิทยาลัยช่วงก่อนเปิดดำเนินการและช่วงหลังเปิดดำเนินการมีค่าความเข้มข้นโดยเฉลี่ย ($n=6$) เท่ากับ 0.81 ± 0.48 และ 0.11 ± 0.09 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรตามลำดับ (รูปที่ 4.13 ตารางละเอียดในภาคผนวก ค-1.5) ซึ่งก่อนเปิดดำเนินการมีปริมาณซิลิกอนสูงกว่าหลังเปิดดำเนินการ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะก่อนเปิดดำเนินการมีการก่อสร้างถนน จึงมีปริมาณฝุ่นดินทรายจำนวนมาก ถึงแม้ว่าจะเก็บตัวอย่างฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร แต่ก็ยังพบซิลิกอนค่อนข้างสูง อาจเกิดเนื่องจากการบดทับของรถบรรทุกที่วิ่งไปมา ทำให้ฝุ่นดินทรายมีขนาดเล็กลง

ความเข้มข้นเฉลี่ยของแคลเซียม แมกนีเซียม และเหล็ก ($n=6$) ณ สถาบันพระจอมเกล้าฯ ในช่วงก่อนเปิดดำเนินการมีค่าเท่ากับ 3.64 ± 0.90 , 0.87 ± 0.31 และ 24.30 ± 17.10 ตามลำดับ และช่วงหลังเปิดดำเนินการมีค่าเท่ากับ 4.32 ± 0.45 , 0.88 ± 0.14 และ 40.35 ± 12.19 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ซึ่งในช่วงก่อนเปิดดำเนินการมีค่าน้อยกว่าช่วงหลังเปิดดำเนินการ ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร (รูปที่ 4.14, 4.16 และ 4.18 ตารางละเอียดในภาคผนวก ค-1.5) ณ เกริกวิทยาลัยพบว่าความเข้มข้นเฉลี่ยของแคลเซียม แมกนีเซียม และเหล็ก ($n=6$) ในช่วงก่อนเปิดดำเนินการมีค่าเท่ากับ 6.94 ± 1.61 , 1.98 ± 0.28 และ 39.23 ± 11.76 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ และช่วงหลังเปิดดำเนินการมีค่าเท่ากับ 3.23 ± 0.80 , 1.45 ± 0.17 และ 23.05 ± 13.20 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ซึ่งในช่วงก่อนเปิดดำเนินการมีค่ามากกว่าช่วงหลังเปิดดำเนินการ สอดคล้องกับปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร (รูปที่ 4.15, 4.17 และ 4.19 ตารางละเอียดในภาคผนวก ค-1.5)

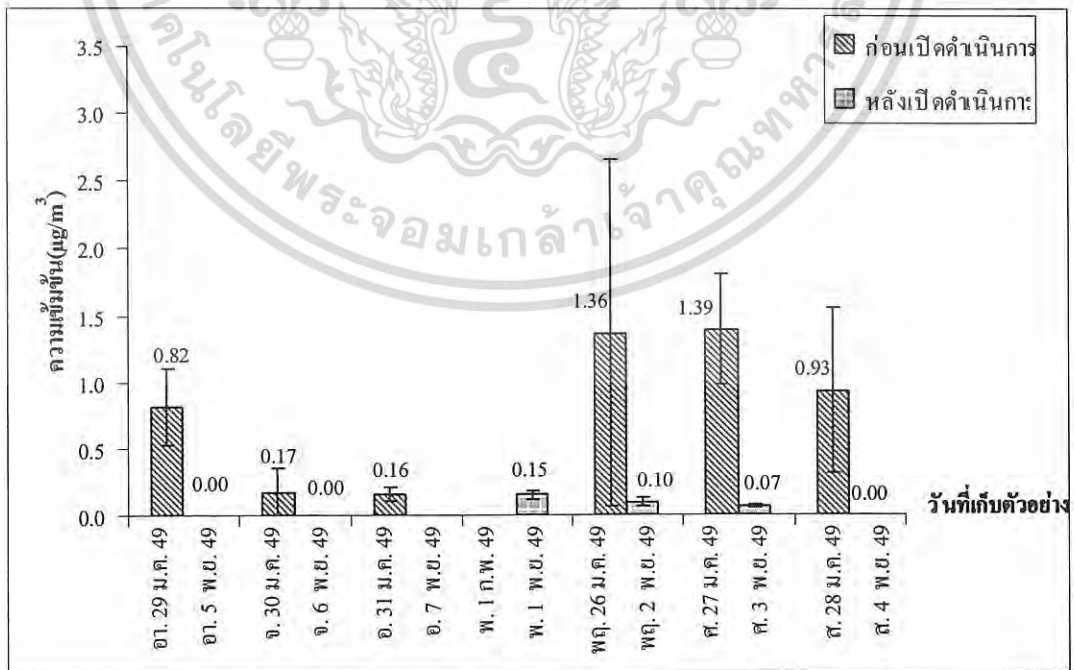
ความเข้มข้นของแมงกานีส ณ สถาบันพระจอมเกล้าฯ และ เกริกวิทยาลัยมีค่าความเข้มข้นโดยเฉลี่ย ($n=6$) ในช่วงก่อนเปิดดำเนินการเท่ากับ 0.05 ± 0.03 และ 0.09 ± 0.05 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ และในช่วงหลังเปิดดำเนินการเท่ากับ 0.09 ± 0.03 และ 0.15 ± 0.05 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ซึ่งในช่วงก่อนเปิดดำเนินการมีค่าน้อยกว่าช่วงหลังเปิดดำเนินการ และพบว่าในช่วงหลังเปิดดำเนินการ ณ สถาบันพระจอมเกล้าฯ และเกริกวิทยาลัย มีความเข้มข้นของแมงกานีสใกล้เคียงกัน (รูปที่ 4.20 และ 4.21 ตารางละเอียดในภาคผนวก ค-1.5)

ความเข้มข้นของตะกั่ว ณ สถาบันพระจอมเกล้าฯ ในช่วงก่อนเปิดดำเนินการจะมีความเข้มข้นของตะกั่วสูงกว่าช่วงหลังเปิดดำเนินการคือ 0.05 ± 0.04 และ 0.01 ± 0.05 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ (รูปที่ 4.22 ตารางละเอียดในภาคผนวก ค-1.5) และเกริกวิทยาลัยในช่วงเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก่อนเปิดดำเนินการจะมีความเข้มข้นของตะกั่วต่ำกว่าช่วงหลังเปิดดำเนินการคือ 0.07 ± 0.05 และ 0.25 ± 0.04 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ (รูปที่ 4.23 ดูรายละเอียดในภาคผนวก ก-1.5)

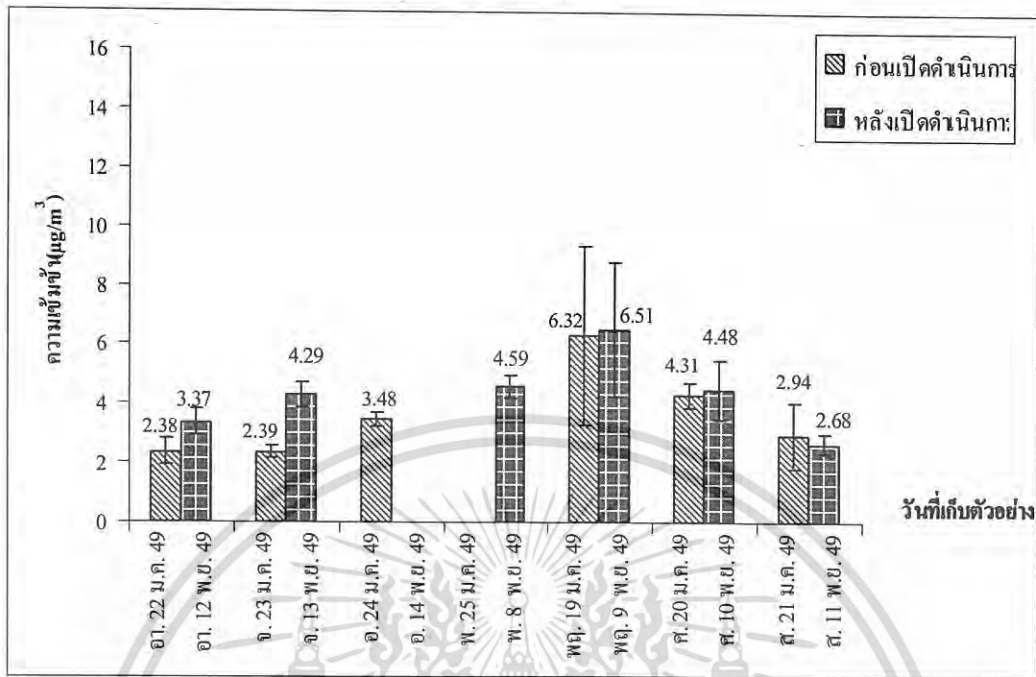


รูปที่ 4.12 ความเข้มข้นของซัลไฟกอน ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ช่วงก่อนเปิดดำเนินการท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ
หมายเหตุ ไม่ได้ทำการวิเคราะห์ช่วงหลังเปิดดำเนินการ

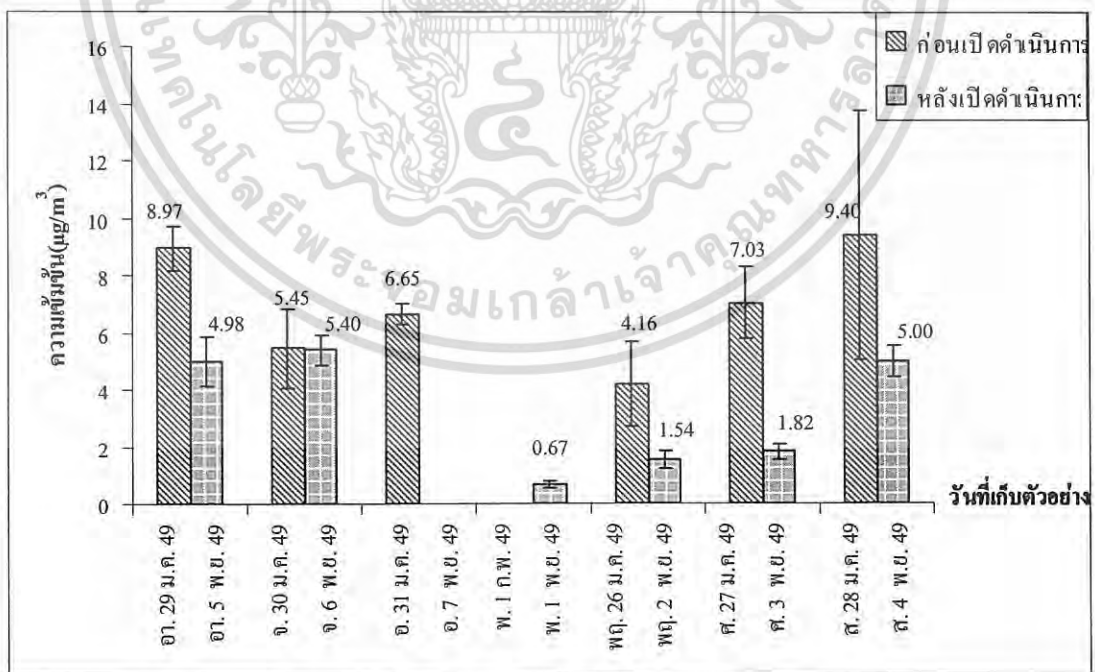


รูปที่ 4.13 ความเข้มข้นของซัลไฟกอน ณ เกริกวิทยาลัย ช่วงก่อนและหลังเปิดดำเนินการ ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบให้แก่องค์กรรับงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

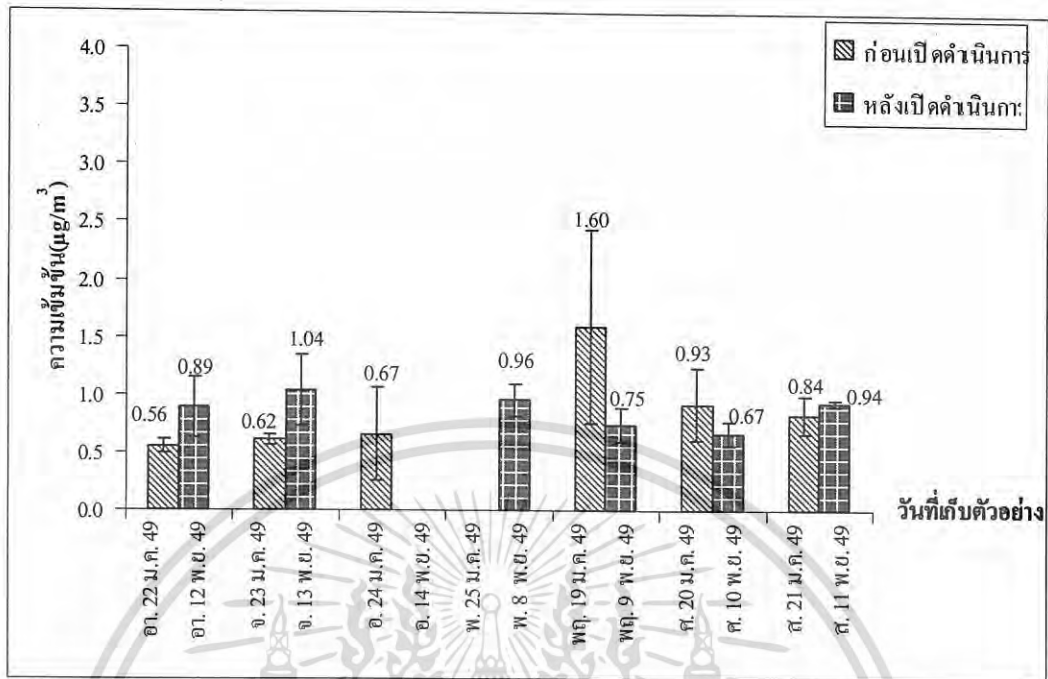


รูปที่ 4.14 ความเข้มข้นของแคลเซียม ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ช่วงก่อนและหลัง เปิดดำเนินการทำอากาศยานสุวรรณภูมิ

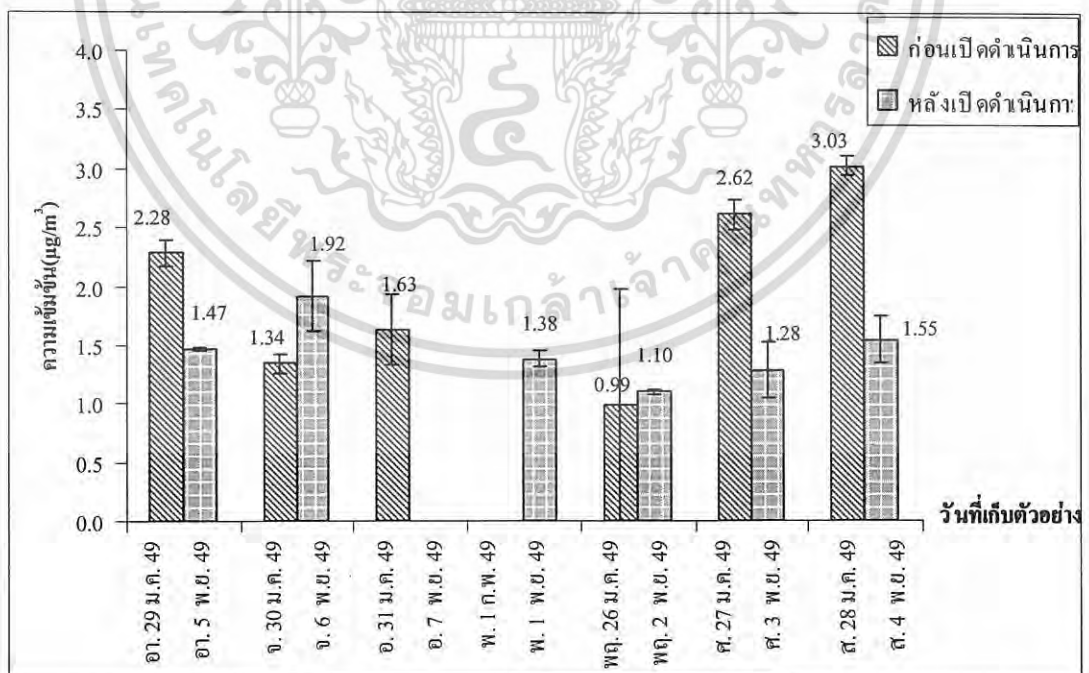


รูปที่ 4.15 ความเข้มข้นของแคลเซียม ณ เกษตรวิทยาลัย ช่วงก่อนและหลังเปิดดำเนินการทำอากาศยานสุวรรณภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ที่สำนักงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

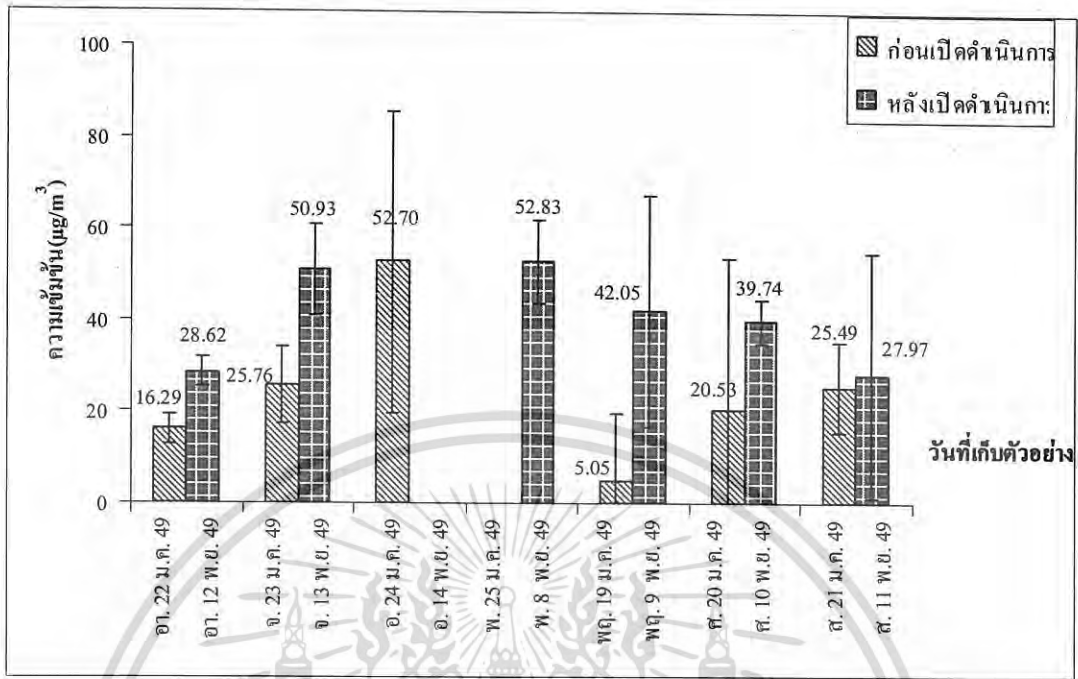


รูปที่ 4.16 ความเข้มข้นของแมกนีเซียม ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ช่วงก่อนและหลัง เปิดดำเนินการทำอากาศยานสุวรรณภูมิ

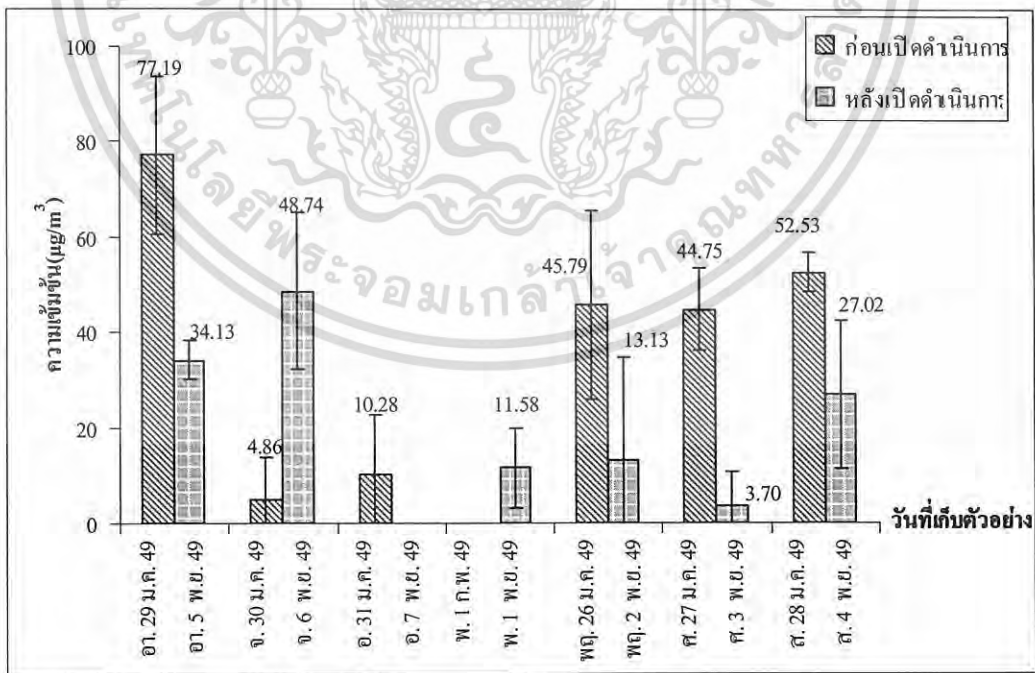


รูปที่ 4.17 ความเข้มข้นของแมกนีเซียม ณ เกริกวิทยาลัย ช่วงก่อนและหลังเปิดดำเนินการทำอากาศยานสุวรรณภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

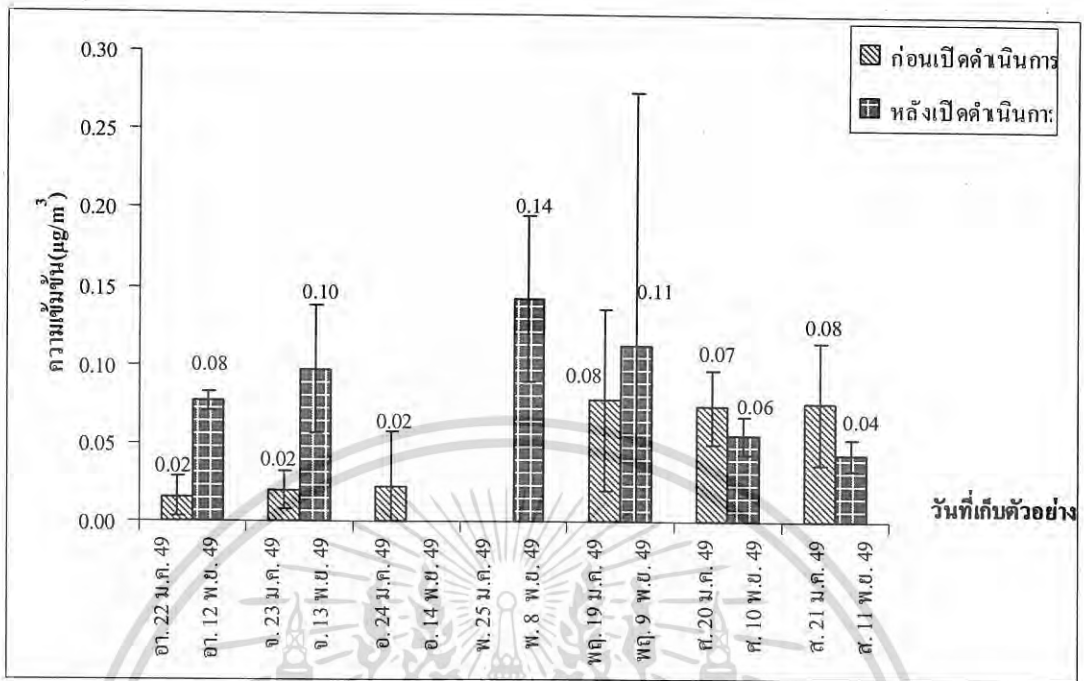


รูปที่ 4.18 ความเข้มข้นของเหล็ก ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ช่วงก่อนและหลัง เปิดดำเนินการทำอากาศยานสุวรรณภูมิ

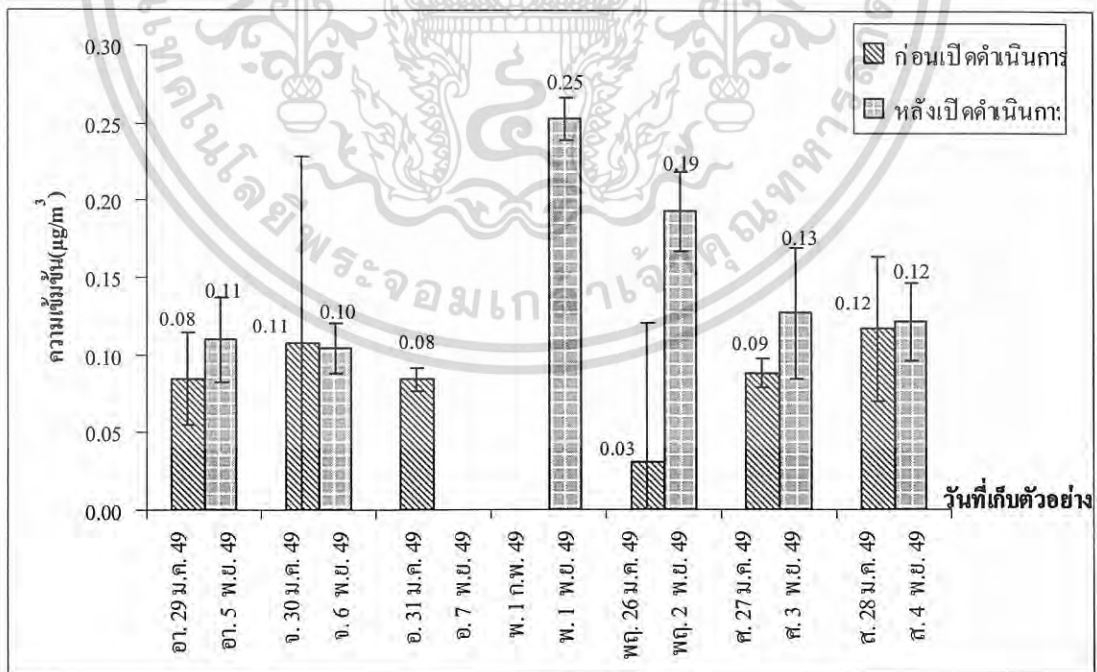


รูปที่ 4.19 ความเข้มข้นของเหล็ก ณ เกริกวิทยาลัย ช่วงก่อนและหลังเปิดดำเนินการ ทำอากาศยานสุวรรณภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ซึ่งใช้ในงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

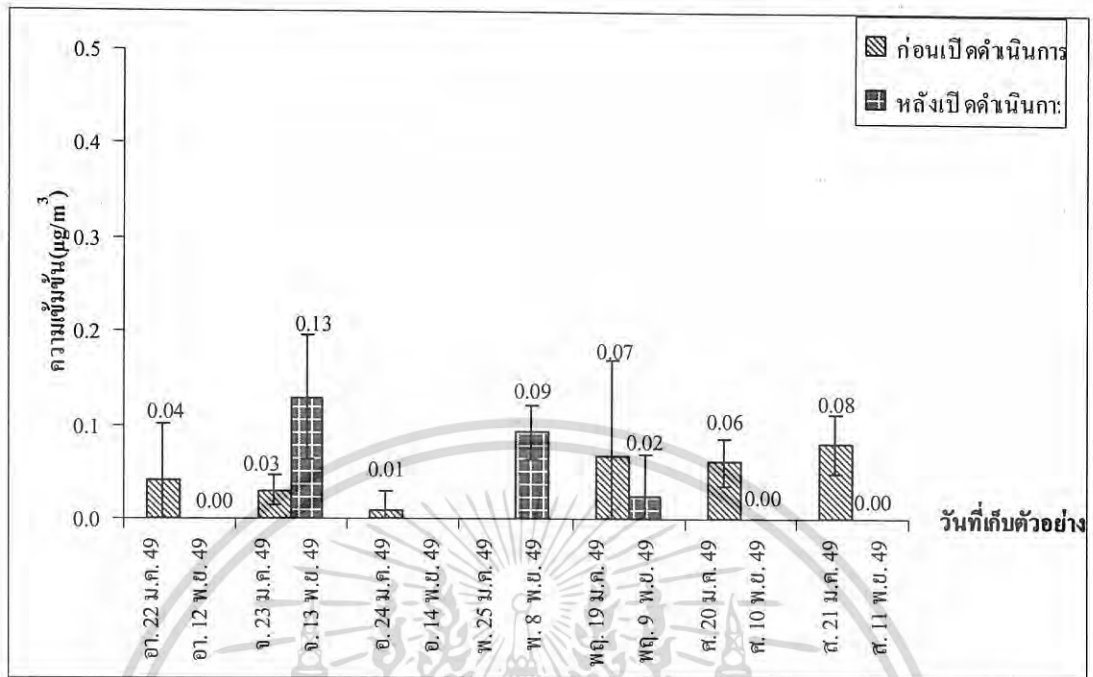


รูปที่ 4.20 ความเข้มข้นของแมงกานีส ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ช่วงก่อนและหลัง เปิดดำเนินการทำอากาศยานสุวรรณภูมิ

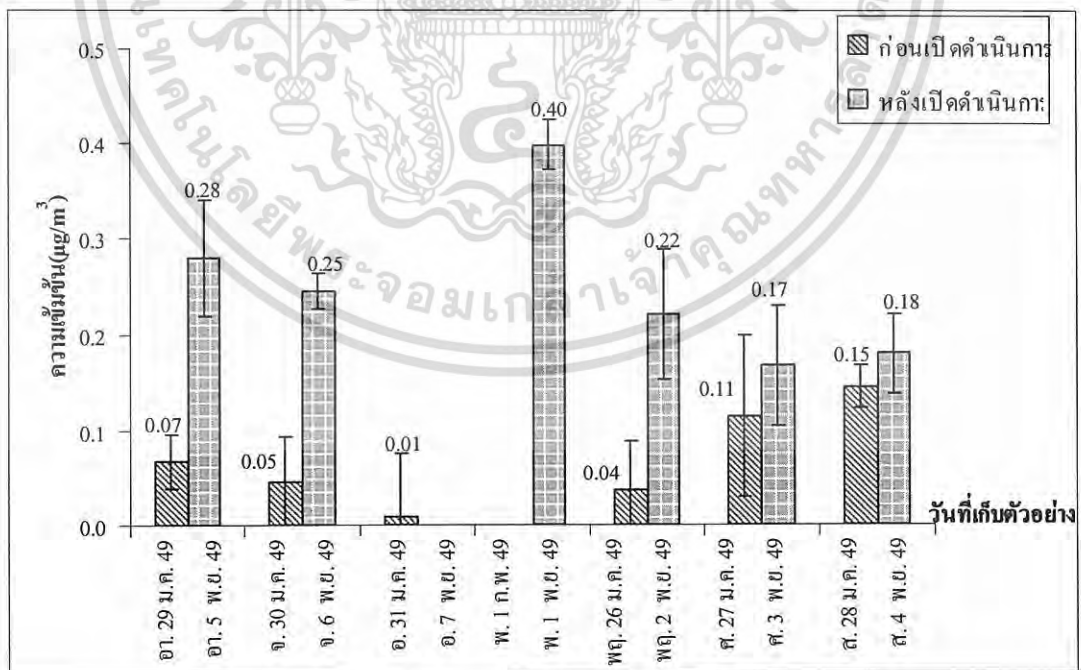


รูปที่ 4.21 ความเข้มข้นของแมงกานีส ณ เกริกวิทยาลัย ช่วงก่อนและหลังเปิดดำเนินการ ทำอากาศยานสุวรรณภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.22 ความเข้มข้นของตะกั่ว ฒ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ช่วงก่อนและหลัง เปิดดำเนินการทำอากาศยานสุวรรณภูมิ



รูปที่ 4.23 ความเข้มข้นของตะกั่ว ฒ เกริกวิทยาลัย ช่วงก่อนและหลังเปิดดำเนินการ ทำอากาศยานสุวรรณภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกระใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์สัดส่วนความเข้มข้นขององค์ประกอบทางเคมีในฝุ่นละอองระหว่างพื้นที่ศึกษาและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

	สถาบันพระจอมเกล้าฯ		เกริกวิทยาลัย		ไอเดียรด ดีเซลและ มอเตอร์ไซด์ ^b	การเผาไหม้ ของชีวมวล ^b	ฝุ่นดินและ ถนน ^b	โรงหลอม เหล็ก ^b	แอมโมเนียม ซัลเฟต ^b	โซเดียม ไนเตรต ^b	ตะดองไอทะเล ^b
	หลังเปิดฯ	ก่อนเปิดฯ	หลังเปิดฯ	ก่อนเปิดฯ							
Na	0.59	-	0.06	-	ND	0.131	ND	ND	0.000±0.000	27.050±0.000	0.000±0.000
Cl ⁻	0.56	-	0.07	-	ND	ND	0.123±0.060	0.442±0.625	0.000±0.000	0.000±0.000	40.000±10.000
NH ₄ ⁺	1.80	-	0.38	-	ND	ND	0.002±0.001	0.052±0.073	21.485±0.000	0.000±0.000	0.000±0.001
NO ₃ ⁻	6.00	-	1.79	-	ND	ND	0.015±0.012	0.209±0.296	0.000±0.000	72.950±0.000	0.005±0.002
SO ₄ ²⁻	9.31	-	1.70	-	ND	ND	0.459±0.268	0.746±1.055	78.075±0.000	0.000±0.000	10.000±4.000
K	15.00	-	2.40	-	0.011±0.003	2.34	1.664±0.194	0.453±0.008	0.000±0.000	0.000±0.000	1.400±0.200
OC	20.34	27.91	52.06	25.09	43.940±1.610	31.609	10.013±1.561	5.130±0.957	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.100
Si	2.85	-	1.35	0.70	0.124±0.004	ND	21.542±1.898	1.923±0.598	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.100
Ca	5.21	4.85	14.86	10.24	0.252±0.024	0.801	18.825±1.794	3.133±0.342	0.000±0.000	0.000±0.000	1.400±0.200
Fe	34.61	44.63	60.40	65.25	2.128±0.005	0.213	3.603±0.546	15.700±3.034	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.100
Mn	0.07	0.09	0.22	0.74	0.005±0.000	0.157	0.077±0.020	0.606±0.284	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.100
Pb	0.07	0.08	0.13	1.09	0.037±0.004	0.012	0.018±0.009	0.448±0.244	0.000±0.000	0.000±0.000	0.000±0.100

หมายเหตุ

^a ค่าที่ได้จากการทดลองแต่ละพื้นที่ที่ทำการศึกษา ในหน่วยเปอร์เซ็นต์สัดส่วนความเข้มข้นขององค์ประกอบในแต่ละช่วงที่ทำการศึกษา

^b พงษ์เศวต (2545) อ้างอิง อากา (2544) และ Radian international (1998)

- ไม่ได้ทำการทดลอง

ตารางที่ 4.4 แสดงเปอร์เซ็นต์สัดส่วนความเข้มข้นขององค์ประกอบทางเคมีในฝุ่นละออง สำหรับการคำนวณหาแหล่งกำเนิดของฝุ่นละออง แบบดุลยภาพมวลเคมี ในงานวิจัยนี้จึงนำผลการคำนวณเปอร์เซ็นต์สัดส่วนความเข้มข้นขององค์ประกอบทางเคมีที่วิเคราะห์พบในพื้นที่ศึกษา ไปเปรียบเทียบกับตารางแสดงเปอร์เซ็นต์สัดส่วนที่ได้จากเอกสารอ้างอิง (พงษ์เสวด, 2545 และ Thongsanit, 2004) เพื่อวิเคราะห์หาแหล่งที่มาของฝุ่นละออง โดยเปรียบเทียบแต่ละองค์ประกอบที่วิเคราะห์ว่าเป็นองค์ประกอบเด่นจากแหล่งกำเนิดใด โดยสังเกตกิจกรรมต่างๆ ที่อาจก่อให้เกิดฝุ่นละอองว่า มีกิจกรรมใดบ้างที่สอดคล้องกับแหล่งกำเนิดที่เปรียบเทียบได้จากเอกสารอ้างอิง ซึ่งผลการวิเคราะห์แต่ละองค์ประกอบ อธิบายได้ดังนี้

ปริมาณไอออนที่ละลายน้ำได้ทำการวิเคราะห์ในช่วงก่อนเปิดดำเนินการท่าอากาศยานสุวรรณภูมิต่างนั้น เนื่องจากเครื่องมือการวิเคราะห์ไอออนที่ละลายน้ำได้ เกิดการขัดข้องทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์ผลในช่วงหลังเปิดดำเนินการได้

โซเดียม (Na) และคลอไรด์ (Cl) เป็นองค์ประกอบทางเคมีที่ชี้ถึงฝุ่นละอองจากทะเล (พงษ์เสวด, 2545) จากการทดลองพบว่า ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีปริมาณโซเดียม และคลอไรด์น้อยกว่าที่เกริกวิทยาลัย (รูปที่ 4.3 และ 4.4) เนื่องจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ห่างจากทะเลมากกว่าเกริกวิทยาลัย ทำให้พบโซเดียมและคลอไรด์ ในปริมาณที่น้อยกว่า อีกทั้งในช่วงก่อนเปิดดำเนินการ ตรงกับลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งพัดจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไปทางทะเล ทำให้ปริมาณโซเดียมและคลอไรด์ที่วิเคราะห์ได้จึงมีค่าน้อย

ฟลูออไรด์น่าจะมาจากโรงงานอลูมิเนียม โรงงานเซรามิกและปุ๋ยซุเปอร์ฟอสเฟต แต่ในงานวิจัยนี้สามารถวิเคราะห์พบในปริมาณน้อยกว่าองค์ประกอบทางเคมีอื่นๆ ที่ทำการวิเคราะห์ จึงคาดว่าฟลูออไรด์ไม่น่าจะเป็นองค์ประกอบเด่นที่ใช้ในการวิเคราะห์หาแหล่งที่มาของงานวิจัยนี้

แอมโมเนียม (NH_4^+), ไนเตรต (NO_3^-) และซัลเฟต (SO_4^{2-}) (รูปที่ 4.6-4.8) สามารถพิจารณาร่วมกันได้ เนื่องจากองค์ประกอบเด่นที่เกิดจากแหล่งกำเนิดที่มาจากกำเนิดปฏิกิริยาในบรรยากาศ ซึ่งส่วนมากจะพบในรูปของแอมโมเนียมซัลเฟต ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) และแอมโมเนียมไนเตรต (NH_4NO_3) ซึ่งเป็นละอองไอทุติยภูมิ ที่อาจเกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจากโรงงานอุตสาหกรรมและการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ที่มีการปล่อย SO_x และ NO_x

โพแทสเซียม (K^+) มีแหล่งกำเนิดเด่นมาจากการเผาไหม้ของชีวมวล และมีแหล่งกำเนิดจากฝุ่นดินและถนน จากการทดลองพบว่าโพแทสเซียมที่เกริกวิทยาลัยมีปริมาณสูงกว่าสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (รูปที่ 4.9) โดยแหล่งกำเนิดที่เห็นความแตกต่างอย่างชัดเจนก็คือ ฝุ่นจากกิจกรรมการก่อสร้างถนนและท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ และการขนถ่าย เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุก่อสร้างด้วยรบบรรทุกขนาดใหญ่ ซึ่งส่งผลกระทบต่อเกริกวิทยาลัยในช่วงก่อนเปิดดำเนินการมากกว่าสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทั้งนี้อาจได้รับอิทธิพลจากลมที่พัดมาจากทางทิศเหนือและตะวันตก (ดูรายละเอียดในตาราง ก-1.6 และรูป ก.2 ภาคผนวก ก) ซึ่งพัดจากท่าอากาศยานสุวรรณภูมิมายังเกริกวิทยาลัย และจากการสอบถามบุคลากรทั้ง 2 พื้นที่ที่ทำการศึกษา ทำให้ทราบว่าบริเวณใกล้เคียงจุดเก็บตัวอย่างตลอดระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างไม่มีการเผาไหม้ชีวมวลเกิดขึ้น จึงคาดว่าโพแทสเซียมที่ได้น่าจะมีแหล่งกำเนิดมาจากฝุ่นดินและฝุ่นถนน

อินทรีย์คาร์บอน (OC) เป็นองค์ประกอบเด่นของไอเสียดีเซลและมอเตอร์ไซค์ จากการทดลองพบว่า ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ช่วงก่อนเปิดดำเนินการฯ มีค่าน้อยกว่าช่วงหลังเปิดดำเนินการฯ (รูปที่ 4.10) คาดว่าในช่วงหลังเปิดดำเนินการปริมาณการจราจรหนาแน่นขึ้นอย่างชัดเจน ก่อให้เกิดอินทรีย์คาร์บอนปล่อยออกมาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงจากยานพาหนะ และอิทธิพลจากลมที่พัดมาจากทางทิศเหนือและทิศตะวันออกเป็นส่วนใหญ่ คือพัดจากมอเตอร์เวย์มายังสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (ดูรายละเอียดในตาราง ก-1.7 และรูป ก.4 ภาคผนวก ก) และที่เกริกวิทยาลัย ช่วงก่อนเปิดดำเนินการมากกว่าช่วงหลังเปิดดำเนินการ (รูปที่ 4.11) ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณรบบรรทุกขนาดใหญ่ที่ขนถ่ายวัสดุก่อสร้างลดลงอย่างมากในช่วงหลังเปิดดำเนินการ

แคลเซียม (Ca) และซิลิกอน (Si) จะมีแหล่งกำเนิดมาจากฝุ่นดินและฝุ่นถนน แต่จากการเปรียบเทียบปริมาณซิลิกอนระหว่างสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (รูปที่ 4.12) และเกริกวิทยาลัย (รูปที่ 4.13) พบว่าในช่วงก่อนเปิดดำเนินการฯ มีปริมาณที่พบ ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มากกว่าเกริกวิทยาลัย แม้ในช่วงนี้ปริมาณรบบรรทุกที่ขนถ่ายวัสดุก่อสร้างและกิจกรรมการก่อสร้างท่าอากาศยานสุวรรณภูมิจะส่งผลต่อเกริกวิทยาลัยในด้านการฟุ้งกระจายของฝุ่นมากกว่า แต่ผลการทดลองปริมาณซิลิกอนที่วิเคราะห์ได้กลับมีปริมาณซิลิกอน ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สูงกว่าเกริกวิทยาลัย ทั้งนี้อาจเกิดจากข้อผิดพลาดในการวิเคราะห์ตัวอย่างเนื่องจากข้อจำกัดด้านเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ นั่นคือการวิเคราะห์ธาตุโลหะแบบแอมป์ไฟต์ไม่เหมาะสมกับตัวอย่างที่มีความเป็นกรดสูง ส่งผลให้เกิดความผิดพลาดต่อผลการวิเคราะห์ตัวอย่างเพิ่มสูงขึ้นตามจำนวนตัวอย่างที่ทำการตรวจวัด และเป็นสาเหตุที่ทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์หาปริมาณของซิลิกอนได้ครบทุกตัวอย่างอีกด้วย แม้ว่าผลการทดลองจะไม่สมบูรณ์ แต่เมื่อเปรียบเทียบความเป็นไปได้ของผลการทดลองกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องอื่นๆ พบว่า ในฝุ่นละอองรวม (TSP) มีปริมาณแคลเซียมมากกว่าซิลิกอน ทั้ง 4 พื้นที่ที่ทำการศึกษา (พงษ์เสวต, 2545) ซึ่งสอดคล้องไปกับผลการวิจัย ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM₁₀) ที่วิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมได้มากกว่าซิลิกอนเช่นกัน (Thongsanit, 2004) ซึ่งทั้งเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สองงานวิจัยกล่าวว่า แคลเซียมและซิลิกอนได้มาจากฝุ่นดินและฝุ่นถนน ดังนั้น ผลการวิเคราะห์ที่ปริมาณความเข้มข้นของซิลิกอนในงานวิจัยนี้คาดว่าซิลิกอนน่าจะมาจากแหล่งกำเนิดฝุ่นดินและถนน

แมกนีเซียม (Mg) เป็นองค์ประกอบในฝุ่นดินและฝุ่นถนน (Watchalayann, 2004) จากการทดลองพบว่าความเข้มข้นของแคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg) ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (รูปที่ 4.14 และ 4.16) ในช่วงหลังเปิดดำเนินการท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ทั้งสองธาตุจะมีค่าสูงกว่าช่วงก่อนเปิดดำเนินการเล็กน้อย ทั้งนี้เนื่องมาจากช่วงหลังเปิดดำเนินการ บริเวณใกล้เคียงสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังเริ่มมีการก่อสร้างอาคารและหอพักต่างๆ เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ และมีปริมาณการจราจรที่หนาแน่นขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ส่งผลให้มีการฟุ้งกระจายของฝุ่นจากการก่อสร้างและการใช้ถนนมายังจุดเก็บตัวอย่าง อันเนื่องมาจากลมพัดมาจากทางทิศเหนือและทิศตะวันออกเฉียงเหนือเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งพัดจากถนนมายังสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (ดูรายละเอียดในตาราง ค-1.7 และรูป ค.4 ภาคผนวก ค) และเมื่อพิจารณาความเข้มข้นของทั้งสองธาตุ ณ เกริกวิทยาลัย (รูปที่ 4.15 และ 4.17) พบว่า ช่วงก่อนเปิดดำเนินการจะมีค่าสูงกว่าช่วงหลังเปิดดำเนินการ ทั้งนี้เนื่องจากกิจกรรมการก่อสร้างเช่นกัน ดังนั้นจึงคาดว่าฝุ่นดินและฝุ่นถนน จะส่งผลต่อความเข้มข้นของแคลเซียมและแมกนีเซียม

เหล็ก (Fe) เป็นองค์ประกอบเด่นของโรงหลอมเหล็ก และเป็นองค์ประกอบในฝุ่นดินและฝุ่นถนน และไอเสียดีเซลและมอเตอร์ไซค์ ตามลำดับ (พงษ์เสวต, 2545) จากการทดลองพบว่า ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จะมีความเข้มข้นของเหล็กเพิ่มขึ้น แต่ที่เกริกวิทยาลัยจะมีความเข้มข้นของเหล็กลดลง (รูปที่ 4.18 และ 4.19) ซึ่งจากการเปรียบเทียบข้อมูลจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมใกล้เคียง พบว่า ช่วงก่อนเปิดดำเนินการและช่วงหลังเปิดดำเนินการของทั้ง 2 บริเวณที่ทำการศึกษามีเปลี่ยนแปลงมากนัก คาดว่าความเข้มข้นของเหล็กจากโรงงานอุตสาหกรรมน่าจะเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ดังนั้นสาเหตุการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นเหล็ก ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อาจเนื่องมาจากการจราจรที่หนาแน่นมากขึ้น ความเข้มข้นของเหล็กที่ปล่อยออกมาจากไอเสียจากยานพาหนะจึงมีมากขึ้น และด้วยอิทธิพลของลมที่พัดมาจากทางทิศเหนือและทิศตะวันออกเฉียงเหนือ คือ ลมที่จะพัดเอาฝุ่นละอองจากมอเตอร์เวย์มายังจุดเก็บตัวอย่างได้ (ดังแสดงในรูป ค.4 ดังภาคผนวก ค-1.6) ส่วนสาเหตุการลดลง ณ เกริกวิทยาลัย อาจเนื่องมาจากกิจกรรมการก่อสร้างเสร็จสิ้นลงเป็นส่วนมาก ปริมาณรถบรรทุกจึงลดลง การฟุ้งกระจายของฝุ่นจากถนนและจากการก่อสร้างจึงลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แมงกานีส (Mn) ในช่วงก่อนเปิดดำเนินการฯ น้อยกว่าช่วงหลังเปิดดำเนินการ ทั้งที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และที่เกริกวิทยาลัย (รูปที่ 4.20 และ 4.21) อาจเนื่องจากสาเหตุการเพิ่มจำนวนของรถยนต์ประเภทเครื่องยนต์แก๊สโซลีนสูงขึ้น ทั้งที่เป็นรถยนต์ส่วนบุคคล รถยนต์โดยสารและรถประจำทาง ส่งผลให้ความเข้มข้นของแมงกานีส (Mn) เพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย

ตะกั่ว (Pb) ในช่วงก่อนเปิดดำเนินการน้อยกว่าช่วงหลังเปิดดำเนินการ ทั้งที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังและที่เกริกวิทยาลัย (รูปที่ 4.22 และ 4.23) ดังนั้นจึงคาดว่า ความเข้มข้นของตะกั่วที่เพิ่มขึ้นอาจเนื่องมาจากแหล่งกำเนิดหลากหลายแห่ง จึงไม่สามารถที่จะระบุได้ว่ามีแหล่งกำเนิดหนึ่งแหล่งกำเนิดใดโดยเฉพาะ ฉะนั้นสาเหตุที่มาของปริมาณตะกั่วที่วิเคราะห์พบจึงไม่สามารถระบุแหล่งกำเนิดได้อย่างชัดเจน และจากผลการทดลองความเข้มข้นของตะกั่วบางค่าเกิดความผิดพลาด (*, ภาคผนวก ก-1.6) ซึ่งอาจเกิดจากการวิเคราะห์ต่อเนื่องหลายตัวอย่าง ทำให้เกิดการอุดตัน จากการศึกษาค้นคว้าข้อมูลแหล่งกำเนิดของตะกั่วในปัจจุบัน คาดว่าตะกั่วที่วิเคราะห์พบน่าจะเกิดจากโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งสามารถแบ่งการใช้ประโยชน์ออกเป็น 2 ชนิด คือ ตะกั่วอนินทรีย์ (Inorganic lead) เช่น lead oxide (Pb_3O_4) ซึ่งใช้มากในโรงงานทำแบตเตอรี่ lead chromate ($PbCrO_4$) ซึ่งใช้ทำสีทาบ้าน เป็นต้น และตะกั่วอินทรีย์ (Organic lead) ได้แก่ tetramethyl lead และ tetraethyl lead ซึ่งใช้เป็นสารที่ทำให้เครื่องยนต์เรียบ (antiknock compounds) ผสมในน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งถูกยกเลิกไปแล้วตั้งแต่ปี 2536

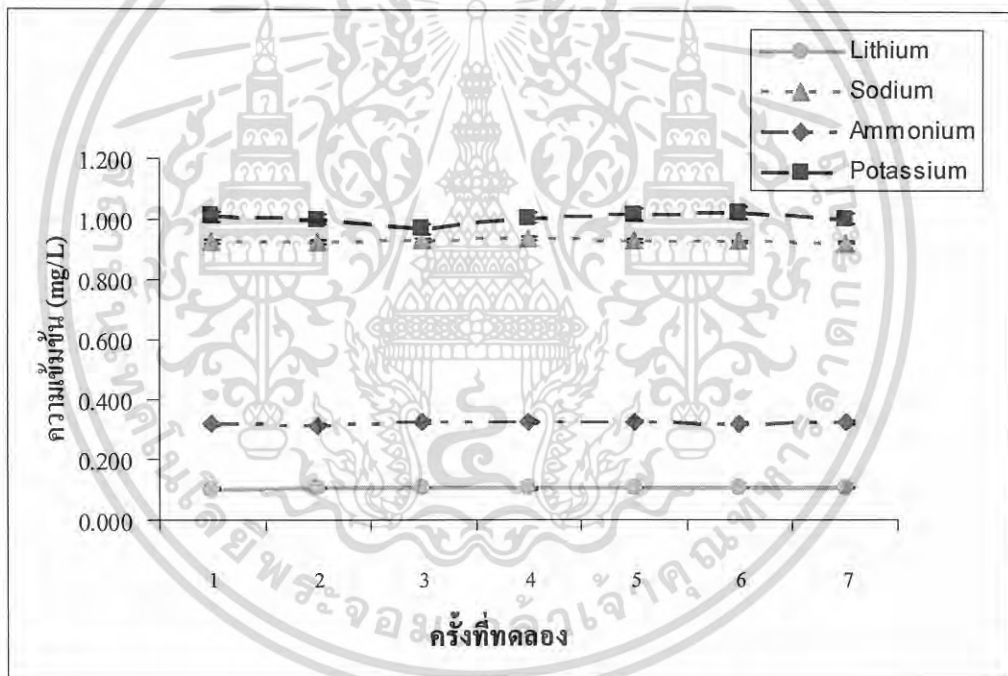
4.3 ผลการประกันคุณภาพในการวิเคราะห์

4.3.1 ผลการประกันคุณภาพในการวิเคราะห์หาปริมาณไอออนที่ละลายน้ำได้ (ภาคผนวก ข-4.1)

1) กราฟมาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณลิเทียม (Li^+)

$$R^2 = 0.999825 \text{ และ } Q = 0.0208317A$$

2) การทดสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์หาปริมาณไอออนที่ละลายน้ำได้ โดยการตรวจวัดสารมาตรฐานผสม



รูปที่ 4.24 ค่าความเข้มข้นของสารมาตรฐานผสม (Mixed standard: Li^+ , Na^+ , K^+ , NH_4^+) ที่ตรวจวิเคราะห์ได้

จากผลการทดลองและการคำนวณ ดังแสดงในรูปที่ 4.24 พบว่า ค่า %RSD ที่ได้อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ แสดงว่าการวิเคราะห์ด้วยเครื่องไอออนโครมาโทกราฟี (Ion Chromatograph) มีความเที่ยงตรงสูง (ดูรายละเอียดในตาราง ข-4.1 ภาคผนวก ข-4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 ผลการประกันคุณภาพในการวิเคราะห์หาปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอน (ภาคผนวก ข-4.2)

- 1) กราฟมาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอน
(Total organic carbon, TOC)

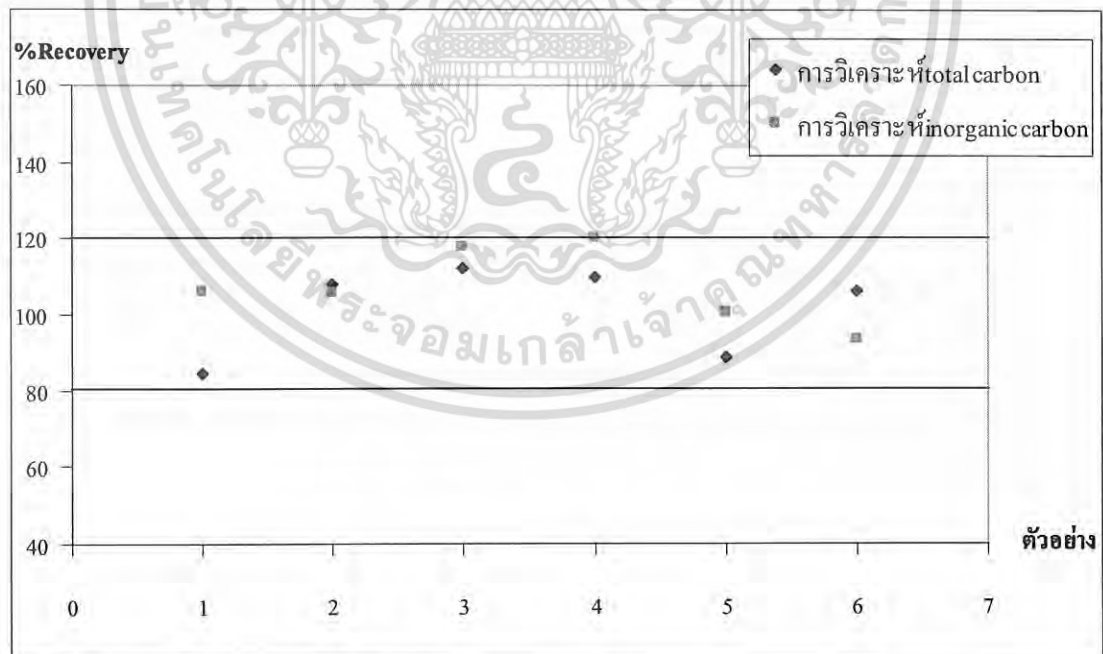
สำหรับปริมาณคาร์บอนทั้งหมด (Total carbon, TC)

$$R^2 = 0.9985 \quad y = 11.876x$$

สำหรับสารอนินทรีย์คาร์บอน (Inorganic carbon, IC)

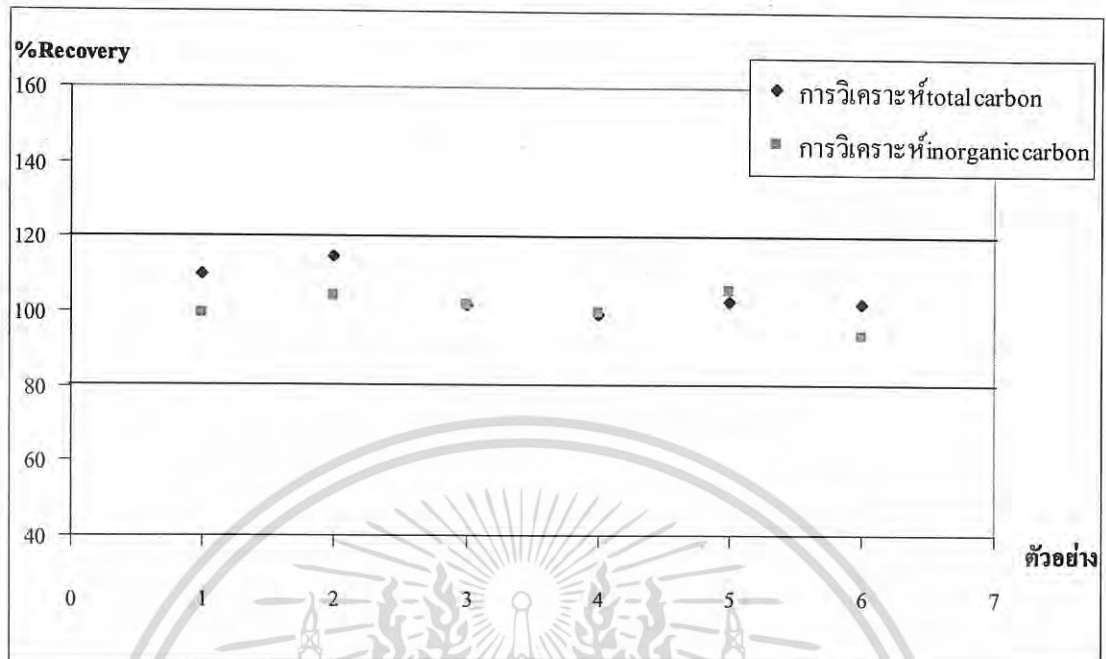
$$R^2 = 0.9998 \quad y = 44.455x$$

- 2) ผลการเปรียบเทียบค่า %Recovery ของ TOC ระหว่างค่าที่คำนวณได้และช่วงที่ยอมรับได้



รูปที่ 4.25 %Recovery ในการวิเคราะห์ Total organic carbon (TOC) ช่วงก่อนเปิดดำเนินการ
ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.26 %Recovery ในการวิเคราะห์ Total organic carbon (TOC) ช่วงหลังเปิดดำเนินการทำอากาศยานสุวรรณภูมิ

จากผลการทดลองและการคำนวณ ดังแสดงในรูปที่ 4.25 และ 4.26 พบว่า การทดสอบความแม่นยำของเครื่อง Total Organic Carbon Analyzer อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ แสดงว่า ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างมีความน่าเชื่อถือ (ดูรายละเอียดในตาราง ข-4.2 และ ข-4.3 ภาคผนวก ข-4)

4.3.3 ผลการประกันคุณภาพในการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะและกระบวนการย่อยกระดาษกรองด้วยวิธี Wet digestion (ภาคผนวก ข-4.3)

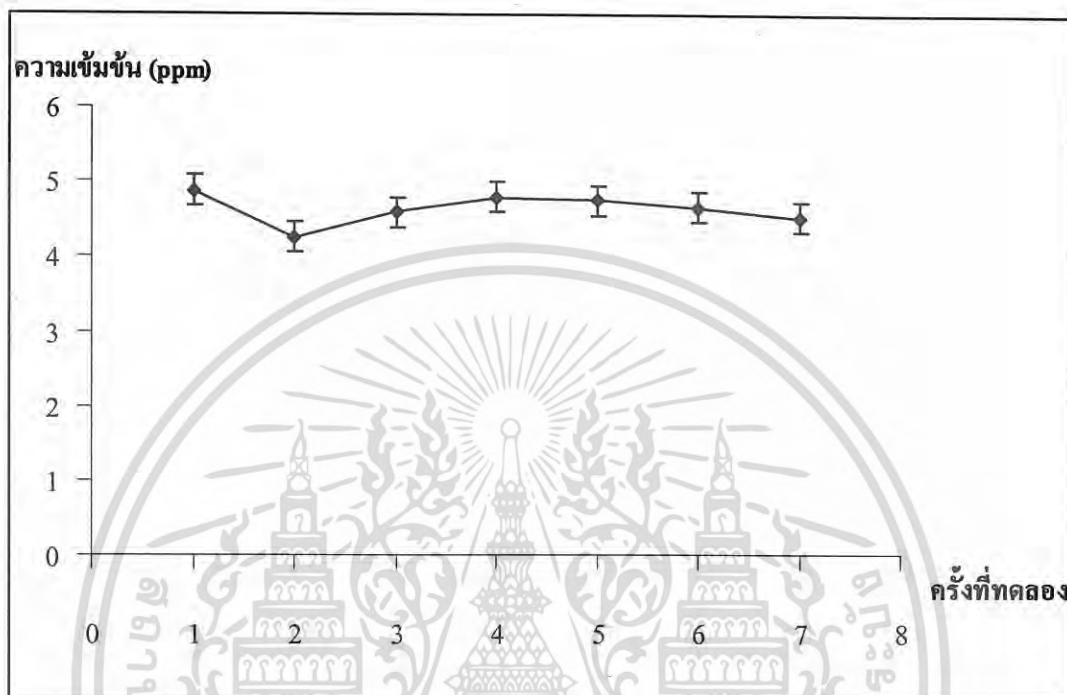
1) กราฟมาตรฐานในการวิเคราะห์หาปริมาณ โลหะ

สำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียม (Ca)

$$R^2 = 0.9824 \quad y = 0.0171x$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

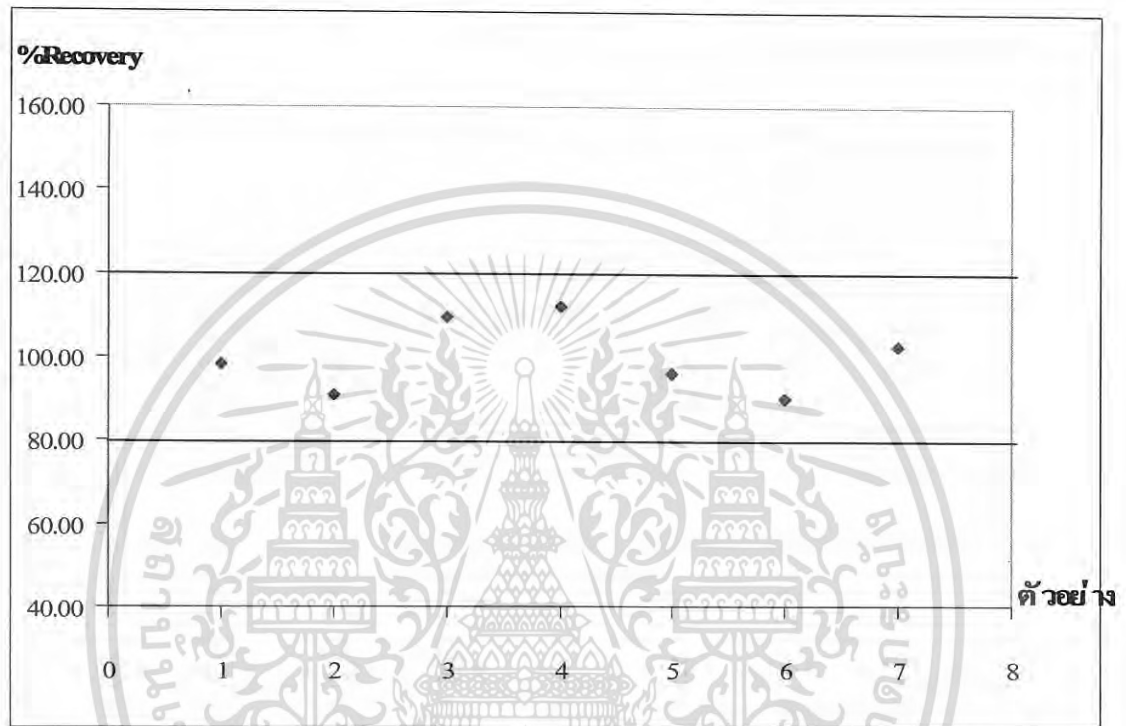
2) การทดสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์หาปริมาณ โลหะ



รูปที่ 4.27 ค่าความเข้มข้นของสารมาตรฐานแมงกานีส (Mn) ที่วิเคราะห์ได้

จากผลการทดลองดังแสดงในรูปที่ 4.27 แม้ว่าจะมีบางค่าที่ความเข้มข้นของสารมาตรฐานแมงกานีส (Mn) ที่วิเคราะห์ได้จะมีค่าต่ำกว่าค่าอื่นๆ แต่ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ยังคงมีค่าต่ำ นั่นคือ 0.20 แสดงว่า การวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือดังกล่าวยังมีความเที่ยงตรงอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ และโดยแนวโน้มของกราฟ ค่าที่วิเคราะห์ได้ค่อนข้างจะเป็นเส้นตรงในการวิเคราะห์ช่วงท้าย (ดูรายละเอียดในตาราง ข-4.4 ภาคผนวก ข-4)

3) ผลการเปรียบเทียบค่า %Recovery ระหว่างค่าที่คำนวณได้และช่วงที่ยอมรับได้ ในการวิเคราะห์ตัวอย่างแบลงค์ภาคสนามที่เดิมสารมาตรฐานแมงกานีส (Mn) 5 ppm



รูปที่ 4.28 %Recovery ในการวิเคราะห์ปริมาณโลหะตัวอย่างแบลงค์ภาคสนามที่เดิมสารมาตรฐานแมงกานีส (Mn) 5 ppm

จากผลการทดลองและการคำนวณ ดังแสดงในรูปที่ 4.28 พบว่า การทดสอบความแม่นยำของเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์บชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ แสดงว่า ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างมีความน่าเชื่อถือ (ดูรายละเอียดในตาราง ข-4.5 ภาคผนวก ข-4)

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การศึกษาองค์ประกอบและปริมาณของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) บริเวณใกล้เคียงท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ คือ บริเวณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังและบริเวณเกริกวิทยาลัย ในช่วงก่อนเปิดดำเนินการท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ (ช่วงเดือนมกราคม คือ วันที่ 19-31 มกราคม พ.ศ. 2549 จำนวน 6 วัน) และช่วงหลังเปิดดำเนินการท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ (ช่วงเดือนพฤศจิกายน คือ วันที่ 1-13 ตุลาคม พ.ศ. 2549 จำนวน 6 วัน) ซึ่งอยู่ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ สามารถสรุปผลได้ดังนี้

5.1 ค่าเฉลี่ยของความเข้มข้น 24 ชั่วโมง ของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในช่วงก่อนเปิดดำเนินการท่าอากาศยานสุวรรณภูมิมีค่าเท่ากับ 69.50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร แต่ในช่วงหลังเปิดดำเนินการท่าอากาศยานสุวรรณภูมิจะมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 87.43 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในขณะที่ ณ เกริกวิทยาลัย ช่วงก่อนเปิดดำเนินการท่าอากาศยานสุวรรณภูมิมีค่าเท่ากับ 136.1 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร แต่ในช่วงหลังเปิดดำเนินการท่าอากาศยานสุวรรณภูมิจะมีค่าลดลงเหลือ 102.3 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

5.2 จากการเปรียบเทียบ ค่าความเข้มข้นขององค์ประกอบที่วิเคราะห์ได้กับตัวบ่งชี้เพื่อสันนิษฐานแหล่งที่มาของฝุ่นละออง (marker elements) โดยเปรียบเทียบกับผลของงานวิจัยต่างๆ พบว่าบริเวณที่ทำการศึกษา คือ ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และ ณ เกริกวิทยาลัย คาดว่าแหล่งที่มาของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร อาจเกิดจากฝุ่นดิน ฝุ่นทรายบนถนน ไอเสียและเขม่าควันจากรถยนต์ และ secondary aerosol

ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัย

1. ควรเพิ่มจำนวนวันในการเก็บตัวอย่างให้มากขึ้น เนื่องจากการตรวจวัดคุณภาพอากาศ จะมีปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องมากมาย ได้แก่ อุตุณิยม ปริมาณรถยนต์ หรือกิจกรรมต่างๆที่เกิดขึ้นรอบบริเวณเก็บตัวอย่าง
2. ควรทำการเก็บตัวอย่างในวันเดียวกันเพื่อสามารถนำข้อมูลมาเปรียบเทียบกันได้
3. แหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ควรมีการใช้โปรแกรมโมเดลในการคำนวณหา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ (2539) **คู่มือปฏิบัติการสำหรับเจ้าพนักงานควบคุมมลพิษในการตรวจสอบโรงงานอุตสาหกรรม เล่มที่ 2/2**, กองจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 74-199.
- กรมควบคุมมลพิษ (2548) **การจัดทำกลยุทธ์ในการแก้ไขปัญหาฝุ่นละอองในกรุงเทพฯ**, กรุงเทพฯ: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 20-52.
- กรมควบคุมมลพิษ (2549) **รายงานการศึกษาสัดส่วน องค์ประกอบและแหล่งที่มาของฝุ่นขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ**, กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- กรมแรงงาน (2530) **รายงานการวิจัยเรื่อง การศึกษาสภาพการทำงานและผลของแมงกานีสต่อร่างกายคนงานในโรงงานอุตสาหกรรมถ่านไฟฉาย**, ฝ่ายสภาพแวดล้อมการทำงาน, สถาบันความปลอดภัยในการทำงาน, กรมแรงงาน กระทรวงมหาดไทย, 2-6.
- กานดา พูนลาภทวี (2530) **สถิติเพื่อการวิจัย**, ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, โครงการตำราฟิสิกส์เซ็นเตอร์, 289-303.
- ชิตาโอะ คานาโอกะ และ วิวัฒน์ ตัณฑะพานิชกุล (2527) **มลภาวะอากาศ**, โครงการสนับสนุนเทคนิคอุตสาหกรรม, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น), 5-16.
- นภาพร พาณิช และคณะ (2547) **ตำราระบบบำบัดมลพิษอากาศ**, กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ: ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 1-19 และ 44-57.
- ประดิษฐ์ เขยจิตร (2527) **อันตรายจากสารตะกั่วในน้ำมันเบนซิน (Leaded Gasoline And Its Toxicity to Public)**, สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.
- พงษ์เสวต สุวรรณธานี (2545) **การจำแนกสัดส่วนแหล่งกำเนิดของอนุภาคมลสารรวมทั้งหมดในพื้นที่กรุงเทพมหานคร**, วิทยานิพนธ์ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม, คณะวิศวกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 36-74.
- วงศ์พันธ์ ลิ้มปเสนีย์ และคณะ (2549) **การศึกษาสัดส่วน องค์ประกอบและแหล่งที่มาของฝุ่นขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ**, กรุงเทพฯ: สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สาคร คันทโชติ (2529) **วัสดุผลิตภัณฑ์** กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 44-46 50-58 และ 94-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สำนักงานปลัดกระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารกับจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2548)
โครงการงานวิจัยด้านบรรยากาศโดยการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากดาวเทียม,
 กรุงเทพฯ: 6-20.
- สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง (2547) **รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย พ.ศ. 2547,**
 กรมควบคุมมลพิษ, 29-35.
- สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง (2547) **สถานการณ์และการจัดการปัญหามลพิษทางอากาศ
 และเสียง 2547,** กรมควบคุมมลพิษ, 8-32.
- Chueinta, W. (2004) **Thematic Planning Meeting on Monitoring Air Pollution.** Office of
 Atoms for peace, Vienna.
- JICA (1991) **The Study on the Air Quality Mangement Planning for the Samutprakan
 Industrial District in the Kingdom of Thailand,** Pollution Control Department,
 Bangkok .
- Lodge, J.P. (1991) **Method of air sampling and analysis,** 3rd ed. Lewis publishers, United states
 of America.
- Radian International LLC. (1998) **PM Abatement Strategy for the Bangkok Metropolitan
 Area.** Pollution Control Department, Bangkok.
- Suwattiga, P., Osathaphan, K., Bualert, S. and Limpaseni, W. (2004) **Profiling of PM₁₀ Emission
 Sources in Thailand.** Department of Environmental Engineering, Chulalongkorn
 university, Bangkok.
- Thongsanit, P. (2004) **Chemical Characteristic and Source Apportionment of Fine Air
 Particles in Phitsanulok, Lower Northern Part of Thailand Comparison to Urban
 Area in Bangkok,** Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Naresuan
 University, Phitsanulok, 528 , 1-8.
- Wangkiat, A. (2002) **Source Receptor Modeling of Particulate Matter in Mae Moh Area.**
 Doctor of Philosophy's dissertation, The joint graduate school of energy and
 environment, King Mongkut's University of Technology Thonburi.
- Watchalayann, P., (2004) **Assessment of contributions of indoor and outdoor sources to total
 PM-10 exposure: people living in shop houses in Bangkok,** Doctor of Philosophy's
 dissertation, Inter-Department of Environmental Management, Chulalongkorn
 University, Bangkok.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- <http://envocc.dpc7.net/job/lead.doc> ข้อมูลเกี่ยวกับตะกั่ว วันที่ 22 มีนาคม 2550
- <http://www.aeromet.tmd.go.th> ที่อยู่สำหรับการติดต่อขอข้อมูลสภาพอากาศ วันที่ 15 มกราคม 2549 สำนักอุตุนิยมวิทยาขนส่ง
- http://www.diw.go.th/biw_web/html/versionthai/data/bkk.html รายละเอียดเกี่ยวกับรายชื่อโรงงานอุตสาหกรรม บนวันที่ 3 มีนาคม 2550 เวลา 18:00 น.
- <http://www.epa.gov> วิธีการย่อยกระดาษกรองแบบเปียก ตามวิธีมาตรฐาน วันที่ 1 ตุลาคม 2549
- <http://www.esc.chiangmai.ac.th/eia/ar3.html> ข้อมูลผลกระทบต่างๆ จากปัญหาฝุ่นละอองในบรรยากาศ โดยกองอนามัยสิ่งแวดล้อม สำนักอนามัย กทม. วันที่ 25 พฤศจิกายน 2549
- http://www.manganismfyi.com/manganism_manganese.html ข้อมูลเกี่ยวกับแมงกานีส วันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2550
- <http://www.pcd.go.th> คุณภาพอากาศทั่วไปและในกรุงเทพมหานคร
- <http://www.tmd.go.th> ติดต่อขอข้อมูลสภาพอากาศ ศูนย์ใหญ่-บางนา
- <http://www.vcharkarn.com/include/vcafe/showkratoo.php?Pid=65723> ข้อมูลธาตุที่มีอยู่มากมายบนเปลือกโลก วันที่ 11 มีนาคม 2550 เวลา 11:56 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ภาคผนวก ก-1

วิธีการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) ด้วยวิธีการปริมาตรแบบ High Volume Measurement

1. การเตรียมกระดาศกรองโดยตรวจสอบความสมบูรณ์ของกระดาศกรอง

- 1.1 ใช้กระดาศกรองใยหิน (quartz fiber filter) ขนาด 22.8x18 ตารางเซนติเมตร ในการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในอากาศ ขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร (PM_{10})
- 1.2 ตรวจสอบความไม่สมบูรณ์ของกระดาศกรอง เช่น รอยฉีกขาด สีของกระดาศที่เปลี่ยนไป และความเรียบเสมอกัน เป็นต้น
- 1.3 ระบุรหัสบนด้านหลังกระดาศกรองด้วยเครื่องประทับหมายเลข เช่น รหัสกระดาศกรอง สถานที่เก็บ และวันที่เก็บตัวอย่าง

2. การอบกระดาศกรองก่อนเก็บตัวอย่าง

- 2.1 สภาวะแวดล้อมสำหรับการอบกระดาศกรอง เช่น ตู้ดูดความชื้น มีค่าความชื้นสัมพัทธ์น้อยกว่า 50% โดยควบคุมให้เปลี่ยนแปลงไม่เกิน $\pm 5\%$ หากค่าความชื้นสัมพัทธ์สูงเกินแก้ไขได้โดยการนำเอาดิสซิลิกาเจลไปไว้ในตู้ จนค่าความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในเกณฑ์เหมาะสม
- 2.2 ก่อนอบกระดาศกรอง ให้ทำความสะอาดตู้ดูดความชื้นทุกครั้ง
- 2.3 วางกระดาศกรองบนชั้นวางของตู้ดูดความชื้น โดยหงายด้านที่เก็บตัวอย่างขึ้น
- 2.4 อบกระดาศกรองอย่างน้อย 24 ชั่วโมง
- 2.5 เมื่อครบ 24 ชั่วโมง ใส่กระดาศกรองในถุงซิปล็อค และเก็บไว้ในตู้ดูดความชื้นอีก 2-3 ชั่วโมง เพื่อให้มีการดูดความชื้นในถุงซิปล็อคอีกครั้ง

3. การชั่งน้ำหนักกระดาศกรองก่อนเก็บตัวอย่าง

- 3.1 เปิดเครื่องชั่งทิ้งไว้อย่างน้อย 2 ชั่วโมง
- 3.2 ปรับเครื่องชั่งให้เป็น 0.0000 กรัม (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง)
- 3.3 ปรับเทียบเครื่องชั่งด้วยค้อนน้ำหนักมาตรฐาน โดยน้ำหนักค้อนมาตรฐานจะต้องแตกต่างจากน้ำหนักเดิมไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3.4 นำกระดาษกรองที่ผ่านการอบแล้วมาชั่งน้ำหนัก
- 3.5 ใ้กระดาษกรองในถุงซิปล แล้วใส่ลงในซองกระดาษสีน้ำตาล พร้อมแบบบันทึกอัตรา
การไหล อุณหภูมิ และความกดอากาศ
- 3.6 บันทึกน้ำหนักกระดาษกรองลงบนถุงซิปล และซองกระดาษสีน้ำตาลด้วยปากกา

4. การเก็บตัวอย่าง

- 4.1 เช็ดฝุ่นภายในหัวคัดแยกขนาดให้สะอาด แล้วทา Silicone grease บนแผ่นดักฝุ่น เพื่อดัก
ฝุ่นละอองขนาดใหญ่กว่า 10 ไมโครเมตร แล้วปิดฝาเครื่องให้สนิท เพื่อป้องกันการ
รั่วไหลของอากาศ
- 4.2 ติดตั้งหัวคัดขนาดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร บนเครื่องเก็บอากาศ
- 4.3 ใ้กระดาษกรองใยหิน บนตะแกรงสำหรับวางกระดาษกรอง ให้หงายด้านที่ใช้เก็บ
ตัวอย่างขึ้น จัดวางกระดาษกรองบนตะแกรง และตรวจเช็คจุดเชื่อมต่อระหว่างมอเตอร์
กับเครื่องบันทึกอัตราการไหล
- 4.4 ตั้งเวลาเก็บตัวอย่างต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง
- 4.5 เปิดเครื่องเก็บตัวอย่าง บันทึกเวลาเริ่มเดินเครื่อง อุณหภูมิ ความกดอากาศ และ
สภาพแวดล้อมบริเวณ โดยรอบ
- 4.6 เมื่อครบกำหนดเวลาเก็บตัวอย่าง ให้บันทึกเวลาเครื่องหยุดทำงานและให้บันทึกค่า
ความกดอากาศที่ผ่านชั้นวางกระดาษกรองหลังเก็บตัวอย่าง (Final filter pressure, P_{RF})
ลงบนกระดาษสีน้ำตาล
- 4.7 นำกระดาษกรองออกจากเครื่อง พับกระดาษกรองครึ่งหนึ่งตามแนวยาวให้ด้านที่มีฝุ่น
เข้าหากัน
- 4.8 ใ้กระดาษกรองในถุงซิปล เพื่อนำกลับไปวิเคราะห์ตัวอย่างที่ห้องปฏิบัติการต่อไป

5. การอบกระดาษกรองหลังเก็บตัวอย่าง

- 5.1 สภาวะแวดล้อมสำหรับการอบกระดาษกรองหลังเก็บตัวอย่าง เช่น ผู้ดูแลความชื้น มีค่า
ความชื้นสัมพัทธ์น้อยกว่า 50% โดยควบคุมให้เปลี่ยนแปลงไม่เกิน $\pm 5\%$
- 5.2 ก่อนอบกระดาษกรองให้ทำความสะอาดผู้ดูแลความชื้นทุกครั้ง
- 5.3 คลี่รอบพับครึ่งของกระดาษกรองออก และวางบนพื้นวางของผู้ดูแลความชื้น โดยหงาย
ด้านที่ใช้เก็บตัวอย่างขึ้น
- 5.4 อบกระดาษกรอง อย่างน้อย 24 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5 เมื่อครบ 24 ชั่วโมง ให้พับกระดาษกรองตามแนวเดิม เพื่อเตรียมไปชั่งน้ำหนักต่อไป

6. การชั่งน้ำหนักกระดาษกรองหลังเก็บตัวอย่าง

6.1 เปิดเครื่องชั่งทิ้งไว้ อย่างน้อย 2 ชั่วโมง

6.2 ปรับเครื่องชั่งให้เป็น 0.0000 กรัม (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง)

6.3 ปรับเทียบเครื่องชั่งด้วยค้อนน้ำหนักมาตรฐาน โดยน้ำหนักค้อนมาตรฐานจะต้องแตกต่างจากน้ำหนักเดิมไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัม

6.4 นำกระดาษกรองที่ผ่านการอบแล้วมาชั่งน้ำหนัก บันทึกน้ำหนักกระดาษกรองลงบนถุงซีป และชองกระดาษสีน้ำตาล เพื่อนำไปคำนวณหาความเข้มข้นของฝุ่นละอองต่อไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก-2

การคำนวณหาความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร

$$Q_2 = Q_1 \left[\frac{T_{std} * P_1}{P_{std} * T_1} \right]$$

Q_1 อัตราการไหลในช่วงการปรับเทียบของเครื่องเก็บตัวอย่าง (m^3/hr)

Q_2 อัตราการไหลที่แท้จริงของเครื่องเก็บตัวอย่าง (m^3/hr)

T_{std} อุณหภูมิสถานะมาตรฐาน (K)

T_1 อุณหภูมิขณะเก็บตัวอย่าง (K)

P_{std} ความดันสถานะมาตรฐาน (kPa)

P_1 ความดันขณะเก็บตัวอย่าง (kPa)

$$V = Q_2 * t$$

V ปริมาตรอากาศที่เก็บ (m^3)

Q_2 อัตราการไหลที่แท้จริงของเครื่องเก็บตัวอย่าง (m^3/hr)

t เวลาที่เก็บตัวอย่าง (hr)

$$C = \left[\frac{M}{V} \right] \times 10^6$$

C ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ($\mu g/m^3$)

M น้ำหนักฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตรที่อยู่บนกระดาษกรอง (g)

V ปริมาตรอากาศที่เก็บ (m^3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก-3

การควบคุมคุณภาพการเก็บตัวอย่าง

1. การควบคุมคุณภาพของอุปกรณ์เก็บตัวอย่าง

อุปกรณ์การเก็บตัวอย่างฝุ่นที่ใช้ คือ High Volume Measurement of Size Classified Particulate Matter ดำเนินการสอบเทียบอัตราการไหลของอากาศ ด้วยชุดปรับเทียบอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านการปรับเทียบกับมาตรฐานปฐมภูมิ (primary standard) ที่เรียกว่า ชุดปรับเทียบ orifice flow rate transfer standard พร้อมทั้งทำความสะอาดหัวคัดแยกขนาดฝุ่น และตรวจสภาพของอุปกรณ์

2. การควบคุมคุณภาพขั้นตอนการเก็บตัวอย่าง

การทำเบลงค์ภาคสนาม เพื่อประเมินการเกิดความผิดพลาดอันเนื่องมาจากการปนเปื้อนหรือตกหล่นของฝุ่นระหว่างการเดินทาง หรือที่เรียกว่า การทำ Trip Blank จะดำเนินการ 1 ครั้งต่อช่วงเวลาที่ดำเนินการเก็บตัวอย่าง ซึ่งมีวิธีการทำ ดังนี้คือ เตรียมแผ่นกระดาษกรองที่พร้อมสำหรับนำไปเก็บตัวอย่าง บรรจุลงในถุงซิปลและซองมีน้ำตาล ติดสลากว่าเป็น “Trip blank” ปิดปากถุงซิปลและซองสีน้ำตาลให้ดี นำไปยังสถานที่เก็บตัวอย่างจริง แต่ไม่ต้องเปิดปากซองบรรจุใดๆ หลังจากเก็บตัวอย่างจริงเสร็จ จึงนำ Trip blank นี้กลับมายังห้องปฏิบัติการ

3. การควบคุมคุณภาพการเตรียมกระดาษกรอง

กระดาษกรองที่ใช้ คือ กระดาษกรองควอทซ์ เนื่องจากแตกหักได้ง่ายจึงควรทำการตรวจสอบสภาพกระดาษกรองตั้งแต่เริ่มนำออกมาจากกล่อง การอบกระดาษกรอง การเก็บรักษา รวมทั้งการชั่งน้ำหนักกระดาษกรองก่อนและหลังเก็บตัวอย่าง

4. การควบคุมคุณภาพการคำนวณ

การหาความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่สภาวะมาตรฐาน (Standard Condition) หมายถึง การคำนวณปริมาตรอากาศที่เก็บตัวอย่างที่อุณหภูมิและความดันมาตรฐาน ค่าของอุณหภูมิอากาศที่สภาวะมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 25 องศาเซลเซียส หรือ 298 เคลวิน และมีความกดอากาศ เท่ากับ 760 มิลลิเมตรปรอท (29.92 นิ้วปรอท) หรือ 1013.25 มิลลิบาร์ ดังนั้นในกรณีที่ต้องการแปลงความเข้มข้นให้อยู่ในสภาวะมาตรฐาน จำเป็นต้องปรับปริมาตรอากาศให้เป็นปริมาตรอากาศที่สภาวะมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก-4

การเปรียบเทียบทางสถิติ

การทดสอบความแปรปรวน (Analysis of Variance) เป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับประชากร เมื่อจำนวนประชากรที่ต้องการทดสอบมีมากกว่า 2 กลุ่ม (หน่วยทดลอง) หรือกล่าวได้ว่า การวิเคราะห์ความแปรปรวนเป็นการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับตัวแปรหรือปัจจัยที่ต้องการศึกษา ซึ่งอาจมีเพียงปัจจัยเดียวหรือหลายๆ ปัจจัยก็ได้

การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการจำแนกแบบทางเดียว (One-Way Analysis of Variance) เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งเป็นผลที่ได้จากการทดลองโดยการใช้ปัจจัยเพียงอย่างเดียว แต่แยกออกเป็นหลายระดับหรือหลายชนิด ซึ่งชนิดหรือระดับของปัจจัยที่นำมาใช้ก็คือ ทริทเมนต์ และเนื่องจากแต่ละทริทเมนต์ใช้หน่วยทดลองเท่ากัน แต่ผลที่ได้จากหน่วยทดลองแต่ละหน่วยที่ได้รับทริทเมนต์เดียวกัน อาจแตกต่างกันออกไปได้ โดยในงานวิจัยนี้ ทริทเมนต์ที่ใช้ทดสอบสมมติฐานคือ ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร และหน่วยทดลอง คือ ก่อนเปิดดำเนินการใช้ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ และหลังเปิดดำเนินการใช้ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

$$\text{สมมติฐาน: } H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$$

ผลการเปรียบเทียบทางสถิติ ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

แผ่นที่	PM ₁₀ (µg/m ³)	ก่อนเปิดดำเนินการ	หลังเปิดดำเนินการ	รวม
1		69.17	105.98	
2		78.49	88.70	
3		73.54	75.28	
4		63.64	67.58	
5		63.27	89.51	
6		75.08	114.77	
รวม		423.19	541.82	965.01
เฉลี่ย		70.53	90.30	80.42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการศึกษาไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA

SOV	SS	df	MS	$F_{cal} = T/E$	$F_{table} = F_{1,10}(0.05)$
PM ₁₀ (µg/m ³)	1,172.76	1	T= 1,172.76	6.571	4.96
Error	1,784.78	10	E= 178.478		
Total	2,957.54	11			

ณ ระดับความเชื่อมั่น 95% ค่าสถิติ F ที่คำนวณได้เท่ากับ 6.571 มากกว่า 4.96 จึงปฏิเสธ H₀ นั่นคือ ค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังในช่วงก่อนเปิดดำเนินการ มีค่าแตกต่างกับ ในช่วงหลังเปิดดำเนินการ

ผลการเปรียบเทียบทางสถิติ ณ เกริกวิทยาลัย

แผ่นที่	PM ₁₀ (µg/m ³)	ก่อนเปิดดำเนินการ	หลังเปิดดำเนินการ	รวม
	1	124.50	97.79	
2	136.40	92.90		
3	148.72	83.53		
4	172.69	114.37		
5	147.26	132.95		
6	98.72	113.38		
รวม	828.29	634.92	1,463.21	
เฉลี่ย	138.05	105.82	121.93	

ANOVA

SOV	SS	df	MS	$F_{cal} = T/E$	$F_{table} = F_{1,10}(0.05)$
PM ₁₀ (µg/m ³)	3,115.99	1	T= 3,115.99	6.593	4.96
Error	4,726.33	10	E= 472.633		
Total	7,842.32	11			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ณ ระดับความเชื่อมั่น 95% ค่าสถิติ F ที่คำนวณได้เท่ากับ 6.593 มากกว่า 4.96 จึงปฏิเสธ H_0 นั่นคือ ค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ณ เกริกวิทยาลัย ในช่วงก่อนเปิดดำเนินการ มีค่าแตกต่างกับ ในช่วงหลังเปิดดำเนินการ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ภาคผนวก ข-1

การวิเคราะห์หาปริมาณประจุบวกและลบที่ละลายน้ำได้ ด้วยเครื่องไอออนโครมาโทกราฟี (Ion Chromatograph) รุ่น DX 600 ยี่ห้อ Metrohm ประเทศสวิตเซอร์แลนด์

1. วิธีการเตรียมตัวอย่างจากกระดาษกรองที่มีฝุ่นละอองรวม โดยการสกัดด้วยน้ำ

- ตัดกระดาษกรองเป็นแถบยาวขนาด 1.5 x 22 เซนติเมตร โดยใช้แผ่นรองตัดและที่ตัดพิชซ่า
- ตัดกระดาษกรองที่มีฝุ่นละอองรวมออกเป็นชิ้นเล็กๆและใส่ในบีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำ 25 มิลลิลิตร โดยใช้กระบอกตวงและให้กระดาษกรองเปียกทั้งหมดและปิดบีกเกอร์ด้วยกระดาษฟิวส์

(ระวัง!อย่าให้ฝุ่นละอองจากแผ่นตัวอย่างปนเปื้อนกับฝุ่นอื่น ๆ ในห้อง)

- นำบีกเกอร์ วางในเครื่องอัลตราโซนิก สกัดด้วยคลื่น โซนิกนาน 15 นาที นำบีกเกอร์ออกทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง
- ล้างกระดาษฟิวส์และด้านข้างของบีกเกอร์ด้วยน้ำ
- เทสารละลายที่ได้ในบีกเกอร์ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร โดยผ่านกระดาษกรองที่มีรูพรุน 0.45 ไมโครเมตร
- ล้างกระดาษกรองและบีกเกอร์อีก 2 ครั้ง ด้วยน้ำ และเติมน้ำที่มีความบริสุทธิ์สูงโดยกรองผ่านกระดาษกรองที่มีขนาดรูพรุน 0.45 ไมโครเมตร แผ่นเดิมและเทลงในขวดวัดปริมาตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำที่มีความบริสุทธิ์สูงจนได้ถึงขีดวัดปริมาตรและผสมให้เข้ากัน
- เทสารละลายจากขวดวัดปริมาตรลงในขวดพลาสติกเขียนฉลากระบุรายละเอียดเกี่ยวกับตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง ไอออน โครมา โทกราฟีต่อไป
- กรณีไม่สามารถวิเคราะห์ได้ทันที สามารถแช่เย็นเก็บรักษาที่ 4 °C และวิเคราะห์ภายใน 48 ชั่วโมงเท่านั้น ดังนั้นถ้าเครื่องมือไม่พร้อม ไม่ควรสกัดแต่เก็บรักษาในรูปกระดาษกรองแบบแห้งจะดีกว่า อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์ได้เร็ว อาจลดการสูญเสียได้เนื่องมาจากการสลายของตัวอย่างได้

2. การเตรียมตัวอย่างของกระดาษกรองที่ยังไม่ได้ใช้ (Blank Filter)

ทำโดยวิธีเดียวกันกับตัวอย่างฝุ่นละอองรวม เพียงแต่เปลี่ยนจากกระดาษกรองที่มีฝุ่นละอองรวมเป็นกระดาษกรองที่ยังไม่ได้ใช้แทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การคำนวณหาความเข้มข้นของประจุบวกและลบที่ละลายน้ำได้

$$F_1 = \frac{(C - B) \times \frac{50ml}{strip} \times \frac{12strip}{filter}}{V}$$

- เมื่อ F_1 = ความเข้มข้นของไอออนของฝุ่นละอองในตัวอย่างอากาศ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
 C = ความเข้มข้นของไอออนในสารละลายจากแผ่นกรองที่มีฝุ่นละอองขนาดเล็ก ($\mu\text{g}/\text{ml}$)
 B = ความเข้มข้นของไอออนในสารละลายจากแผ่นกรองที่ยังไม่ได้ใช้ ($\mu\text{g}/\text{ml}$)
 V = ปริมาตรของอากาศ (m^3)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข-2

การวิเคราะห์หาปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมด ด้วยเครื่อง Total Organic Carbon Analyzer แบบการวิเคราะห์ตัวอย่างของแข็ง (Solid Sampler Method, SSM) รุ่น TOC-VCSH ยี่ห้อ Shimadzu ประเทศญี่ปุ่น

1. การเตรียมสารมาตรฐาน

การวิเคราะห์ total carbon, TC สารมาตรฐานที่ใช้คือ กลูโคส

การวิเคราะห์ inorganic carbon, IC สารมาตรฐานที่ใช้คือ โซเดียมคาร์บอเนต

นำสารมาตรฐานมาจำนวนหนึ่ง ไปอบที่อุณหภูมิ 105°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วนำไปทิ้งให้เย็นในเคซิเคเตอร์

2. การทำกราฟมาตรฐาน (calibration curve)

การทำกราฟมาตรฐาน total carbon (TC) จะใช้กลูโคสเป็นสารมาตรฐาน ซึ่งมีค่าปริมาณคาร์บอนเท่ากับ 40% ทำการชั่งน้ำหนักกลูโคสดังนี้ 74.3, 50.16, 24.8 และ 10.43 มิลลิกรัม จากนั้นทำการวิเคราะห์เช่นเดียวกับการวิเคราะห์ตัวอย่างเพื่อหาค่า total carbon ตามลำดับ ส่วนการทำกราฟมาตรฐาน inorganic carbon (IC) จะใช้โซเดียมเป็นสารมาตรฐาน ซึ่งมีค่าปริมาณคาร์บอนเท่ากับ 11.3% ทำการชั่งโซเดียมคาร์บอเนต ดังนี้ 202.4, 102.0, 50.12 และ 25.3 มิลลิกรัม จากนั้นทำการวิเคราะห์เช่นเดียวกับการวิเคราะห์ตัวอย่างเพื่อหาค่า inorganic carbon ตามลำดับ

3. การวิเคราะห์หาค่า total carbon (TC)

นำตัวอย่างที่เตรียมไว้ใส่ลงไปใน ceramic combustion boat เพื่อสอดเข้าไปในเตาเผาอุณหภูมิสูงถึง 900°C ที่อุณหภูมิสูงและมีแพลทินัม (Pt) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา จะช่วยให้สารประกอบคาร์บอนเกิดการเผาไหม้อย่างสมบูรณ์เป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) และน้ำ ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นจะตรวจวัดด้วย NDIR detector ซึ่งค่าความเข้มข้นของ total carbon ที่ได้จะคำนวณเทียบจากพื้นที่ใต้พีคของ calibration curve total carbon

4. การวิเคราะห์หาค่า inorganic carbon (IC)

นำตัวอย่างที่เตรียมไว้ใส่ลงไปใน ceramic combustion boat แล้วจะถูกเจือจางด้วยสารละลายกรดฟอสฟอริก (H₃PO₄ : H₂O, 2 : 1) และควรเติมให้เปียกทั่วตัวอย่าง แต่ไม่ควรเติมเกิน 1 มิลลิลิตร จากนั้นตัวอย่างก็จะถูกสอดเข้าไปในเตาเผาอุณหภูมิ 200°C ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกิดขึ้นจะตรวจวัดด้วย NDIR detector ซึ่งค่าความเข้มข้นของ inorganic carbon ที่ได้จะคำนวณเทียบจากพื้นที่ใต้พีคของ calibration curve inorganic carbon

5. การคำนวณหาปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมด (Total Organic Carbon, TOC)

$$\text{TOC} = \text{TC} - \text{IC}$$

โดยจะทำการทดลอง 3 ซ้ำ แล้วจึงนำผลการทดลองที่อ่านได้ (%C) ไปคำนวณเป็นความเข้มข้น ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ซึ่งค่าที่คำนวณได้จาก strip ของกระดาษกรอง strip เดียวกัน จะนำมาหาค่ากลับกัน

6. การคำนวณหาความเข้มข้นของสารอินทรีย์คาร์บอนทั้งหมด

$$C = \frac{(\%C - \%B) \times \frac{W}{100} \times n}{V}$$

เมื่อ C = ความเข้มข้นของสารอินทรีย์คาร์บอนของฝุ่นละอองในตัวอย่างอากาศ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

%C = ความเข้มข้นของสารอินทรีย์คาร์บอนในกระดาษกรองที่มีฝุ่นละอองขนาดเล็ก

%B = ความเข้มข้นของสารอินทรีย์คาร์บอนในกระดาษกรองที่ยังไม่ได้ใช้

W = น้ำหนักส่วนหนึ่งของตัวอย่างต่อหน่วย (μg)

n = พื้นที่ตัวอย่างทั้งหมด / พื้นที่ส่วนหนึ่งของตัวอย่างต่อหน่วย

V = ปริมาตรของอากาศ (m^3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข-3

การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Atomic Absorption Spectrophotometer)

การย่อยแบบเปียก (wet digestion)

1. การเตรียมกรดสำหรับการย่อย

สารละลายกรดที่ใช้ในการย่อยกระดาศกรองเพื่อสกัดธาตุโลหะหนักในตัวอย่างฝุ่นละออง คือ 5.55% HNO_3 / 16.75% HCl ซึ่งมีวิธีการเตรียมดังนี้คือ ทำการเตรียมสารละลายกรดในขวดวัดปริมาตร 1000 มิลลิลิตร โดยเติมน้ำบริสุทธิ์สูง 500 มิลลิลิตร ลงในขวดวัดปริมาตร ตามด้วยกรด HNO_3 55.5 มิลลิลิตร และกรด HCl 167.5 มิลลิลิตร จากนั้นปรับปริมาตรด้วยน้ำบริสุทธิ์สูง จนถึงขีดบอกปริมาตร 1 ลิตร

2. การย่อยกระดาศกรอง

1. ทำการตัดกระดาศกรองให้มีขนาด 1 x 8 นิ้ว ใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร
2. นำกรดที่เตรียมตั้งขึ้นตอนข้างต้น (HNO_3 / HCl) มา 10 มิลลิลิตร เติมลงไป ในบีกเกอร์ โดยกระจายให้ทั่วทั้งแผ่นกระดาศกรอง
3. ทำการย่อยภายในตู้ดูดควัน โดยนำบีกเกอร์ที่บรรจุกรดและกระดาศกรองวางบน hot plate ปิดด้วยกระจกนาฬิกา ทิ้งไว้ให้เกิดกระบวนการย่อยเป็นเวลา 30 นาที (ระวังอย่าทำการย่อยนานจนกรดแห้ง) แล้วทิ้งไว้ให้เย็น
4. ใช้น้ำบริสุทธิ์สูง 10 มิลลิลิตร ล้างผนังบีกเกอร์และกระจกนาฬิกา โดยในบีกเกอร์ยังคงมีกระดาศกรองอยู่ แล้วทิ้งไว้ 30 นาที
5. เทสารละลายที่ได้ลงในขวดวัดปริมาตรพลาสติก ขนาด 50 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำบริสุทธิ์สูง

การวิเคราะห์หาปริมาณ โลหะหนักด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

1. การวิเคราะห์

ทำการกรองสารละลายด้วยกระดาศกรองขนาด 0.45 ไมโครเมตร จากนั้นจึงนำสารละลายที่ได้จากการย่อยแบบเปียกมาวิเคราะห์หาปริมาณ โลหะหนัก ด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ในกรณีที่ไม่สามารถนำไปวัดได้ทันทีให้เก็บใส่ขวดพลาสติก และแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส สามารถเก็บได้นานหลายเดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การคำนวณหาความเข้มข้นของโลหะ

$$F_1 = \frac{(C - B) \times \frac{50ml}{strip} \times \frac{12strip}{filter}}{V}$$

- เมื่อ F_1 = ความเข้มข้นของโลหะของฝุ่นละอองในตัวอย่างอากาศ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
 C = ความเข้มข้นของโลหะในสารละลายจากแผ่นกรองที่มีฝุ่นละอองขนาดเล็ก ($\mu\text{g}/\text{ml}$)
 B = ความเข้มข้นของโลหะในสารละลายจากแผ่นกรองที่ยังไม่ได้ใช้ ($\mu\text{g}/\text{ml}$)
 V = ปริมาตรของอากาศ (m^3)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข-4

การประกันคุณภาพในการวิเคราะห์

ภาคผนวก ข-4.1

ผลการประกันคุณภาพในการวิเคราะห์หาปริมาณไอออนที่ละลายน้ำได้

1.1) กราฟมาตรฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณไอออนที่ละลายน้ำได้ ซึ่งแสดงค่าความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรง (R^2) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ปริมาณประจุบวกที่ละลายน้ำได้

ไอออน	ค่า R^2	สมการ
ลิเทียม (Li^+)	$R^2 = 0.999825$	$Q = 0.0208317A$
โซเดียม (Na^+)	$R^2 = 0.999246$	$Q = 0.155478A$
แอมโมเนียม (NH_4^+)	$R^2 = 0.999815$	$Q = 0.1325A$
โพแทสเซียม (K^+)	$R^2 = 0.999142$	$Q = 3.05797A$

ปริมาณประจุลบที่ละลายน้ำได้

ไอออน	ค่า R^2	สมการ
ฟลูออไรด์ (F^-)	$R^2 = 0.999311$	$Q = 0.624378A$
คลอไรด์ (Cl^-)	$R^2 = 0.997178$	$Q = 0.445031A$
ไนไตรต์ (NO_2^-)	$R^2 = 0.998952$	$Q = 0.231131A$
ไนเตรต (NO_3^-)	$R^2 = 0.999094$	$Q = 0.608878A$
โบรไมด์ (Br^-)	$R^2 = 0.997225$	$Q = 0.426909A$
ฟอสเฟต (PO_4^{3-})	$R^2 = 0.996367$	$Q = 0.536646A$
ซัลเฟต (SO_4^{2-})	$R^2 = 0.996176$	$Q = 0.19983A$

1.2) ผลการทดสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์หาปริมาณไอออนที่ละลายน้ำได้ โดยการตรวจวัดสารมาตรฐานผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

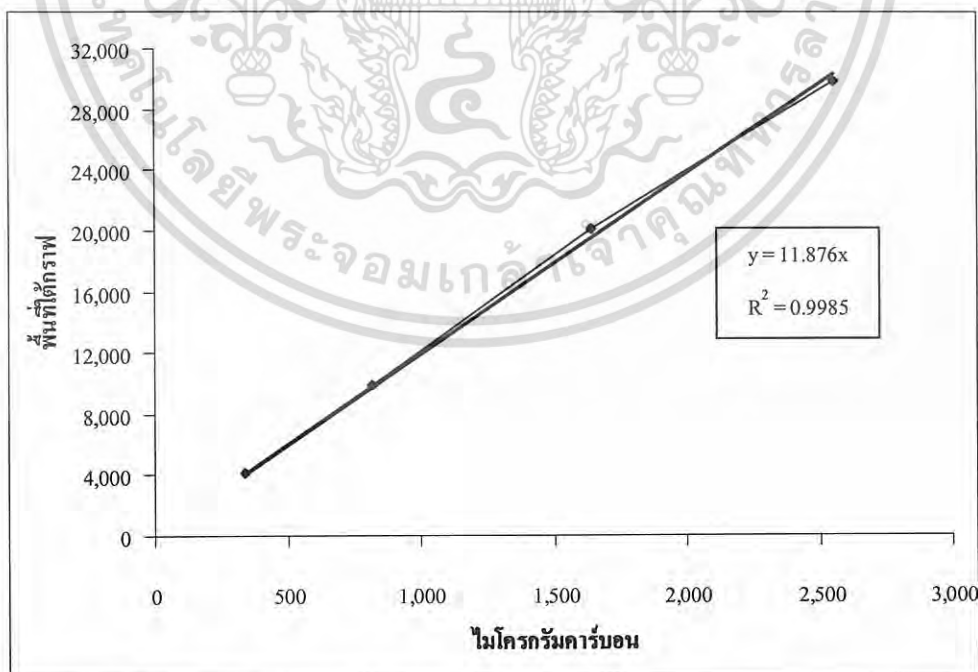
ตาราง ข-4.1 ความเข้มข้นของสารมาตรฐานผสม

ครั้งที่	ตัวอย่าง	ความเข้มข้น ($\mu\text{g/ml}$)			
		Lithium	Sodium	Ammonium	Potassium
1	L2/1	0.103 \pm 0.001	0.928 \pm 0.005	0.317 \pm 0.005	1.011 \pm 0.018
2	L2/2	0.105 \pm 0.001	0.926 \pm 0.005	0.316 \pm 0.005	1.003 \pm 0.018
3	L2/3	0.105 \pm 0.001	0.932 \pm 0.005	0.325 \pm 0.005	0.971 \pm 0.018
4	L2/4	0.104 \pm 0.001	0.941 \pm 0.005	0.326 \pm 0.005	1.008 \pm 0.018
5	L2/5	0.105 \pm 0.001	0.932 \pm 0.005	0.329 \pm 0.005	1.020 \pm 0.018
6	L2/6	0.105 \pm 0.001	0.931 \pm 0.005	0.322 \pm 0.005	1.026 \pm 0.018
7	L2/7	0.105 \pm 0.001	0.930 \pm 0.005	0.328 \pm 0.005	1.010 \pm 0.018
	% RSD	0.752	0.511	1.594	1.752

ภาคผนวก ข-4.2

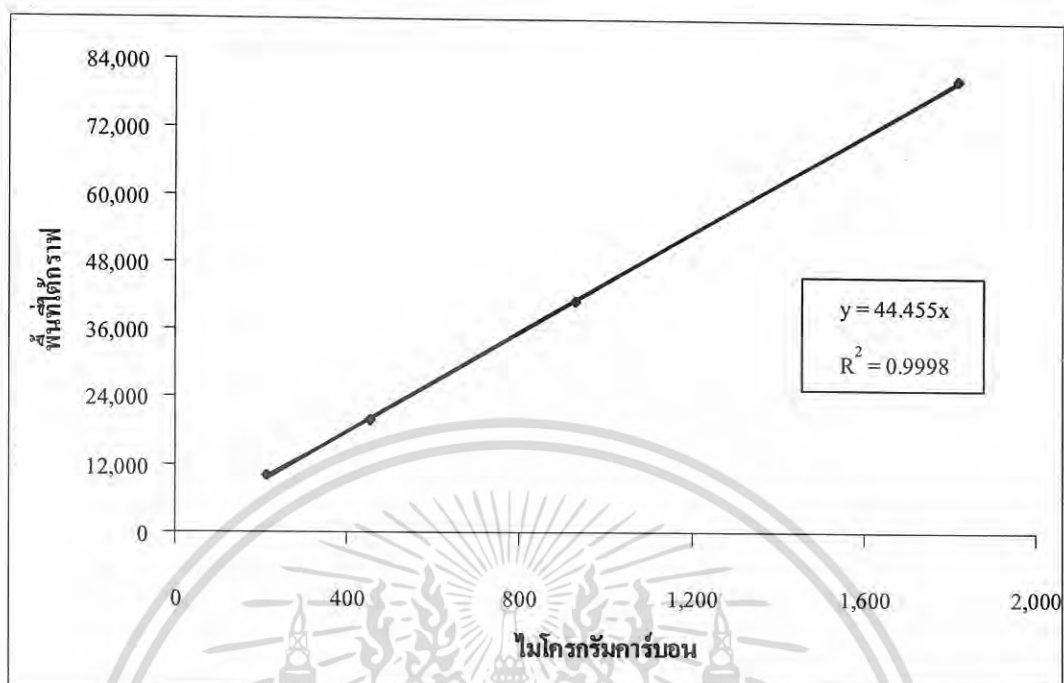
ผลการประกันคุณภาพในการวิเคราะห์หาปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอนสุทธิ

2.1) กราฟมาตรฐานในการวิเคราะห์หาปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอนสุทธิ



รูป ข-4.1 กราฟมาตรฐานการวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนทั้งหมด (Total carbon, TC)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป ข-4.2 กราฟมาตรฐานการวิเคราะห์สารอนินทรีย์คาร์บอน (Inorganic carbon, IC)

2.2) การคำนวณหาค่า %Recovery เพื่อตรวจสอบความแม่นยำของเครื่องมือ

เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของการวิเคราะห์ตัวอย่าง โดยการเติมสารมาตรฐานลงไป ในปริมาณที่เท่ากับ ค่าน้อยที่สุดที่ใช้ในการสร้างกราฟมาตรฐาน ดังนี้

ในการทำ %Recovery ของการวิเคราะห์ total carbon จะเติมกลูโคส 10.3 มิลลิกรัม

ในการทำ %Recovery ของการวิเคราะห์ inorganic carbon จะเติมโซเดียมคาร์บอเนต 25.4 มิลลิกรัม

$$\% \text{Recovery} = \frac{\text{mgC ของสารมาตรฐานจากการวิเคราะห์ร่วมกับตัวอย่าง} \times 100}{\text{mgC ของสารมาตรฐานทางทฤษฎี}}$$

โดย mgC ของสารมาตรฐานจากการวิเคราะห์ร่วมกับตัวอย่าง

$$= \frac{(\% \text{C สารมาตรฐาน+ตัวอย่าง} - \% \text{C background}) \times (\text{น้ำหนักสารมาตรฐาน+ตัวอย่าง})}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

mgC ของสารมาตรฐานทางทฤษฎี

= $(\%C \text{ สารมาตรฐาน}) \times (\text{น้ำหนักสารมาตรฐาน})$

100

%C background = ค่าเฉลี่ย 3 ซ้ำ จากการทดลองหา %C ของตัวอย่างที่นำสารมาตรฐานเดิมลงไป

ตาราง ข-4.2 บันทึกหาค่า %Recovery ในการวิเคราะห์ Total organic carbon (TOC) ช่วงก่อนเปิดดำเนินการทำอากาศยานสุวรรณภูมิ

ตัวอย่าง	%Recovery	
	ในการวิเคราะห์ total carbon	ในการวิเคราะห์ inorganic carbon
Blank(1)	84.41	105.87
Blank(2)	108.07	105.77
Blank(3)	112.38	117.58
KMITL6	109.85	119.95
KMITL6	88.59	100.26
KMITL6	106.08	93.29

ตาราง ข-4.3 บันทึกหาค่า %Recovery ในการวิเคราะห์ Total organic carbon (TOC) ช่วงหลังเปิดดำเนินการทำอากาศยานสุวรรณภูมิ

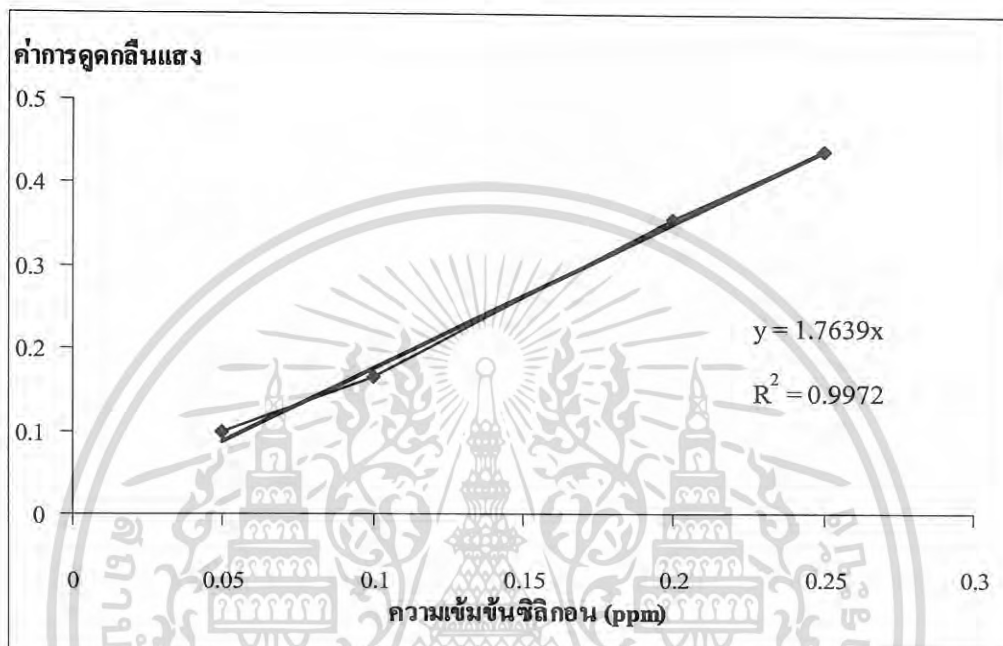
ตัวอย่าง	%Recovery	
	ในการวิเคราะห์ total carbon	ในการวิเคราะห์ inorganic carbon
Blank(1)	110.06	99.47
Blank(2)	114.79	104.39
Blank(3)	101.7	102.12
KMITL6	99.55	99.80
KMITL6	102.7	105.78
KMITL6	102.64	93.80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

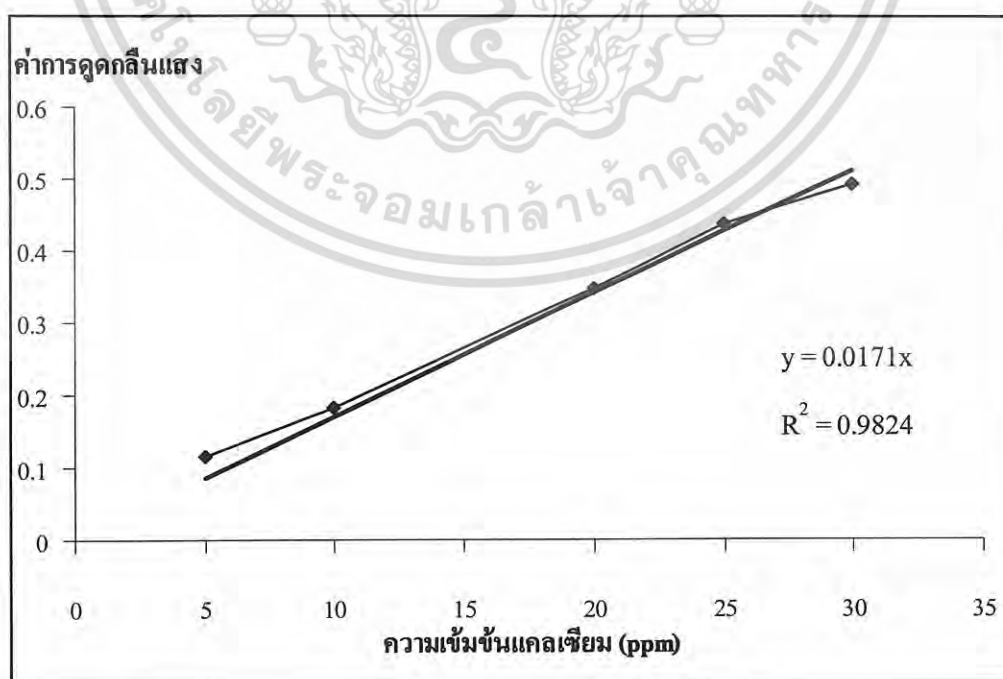
ภาคผนวก ข-4.3

ผลการประกันคุณภาพในการวิเคราะห์หาปริมาณ โลหะและการย่อยกระดาษกรองด้วยวิธี Wet digestion

3.1) กราฟมาตรฐานในการวิเคราะห์หาปริมาณ โลหะ

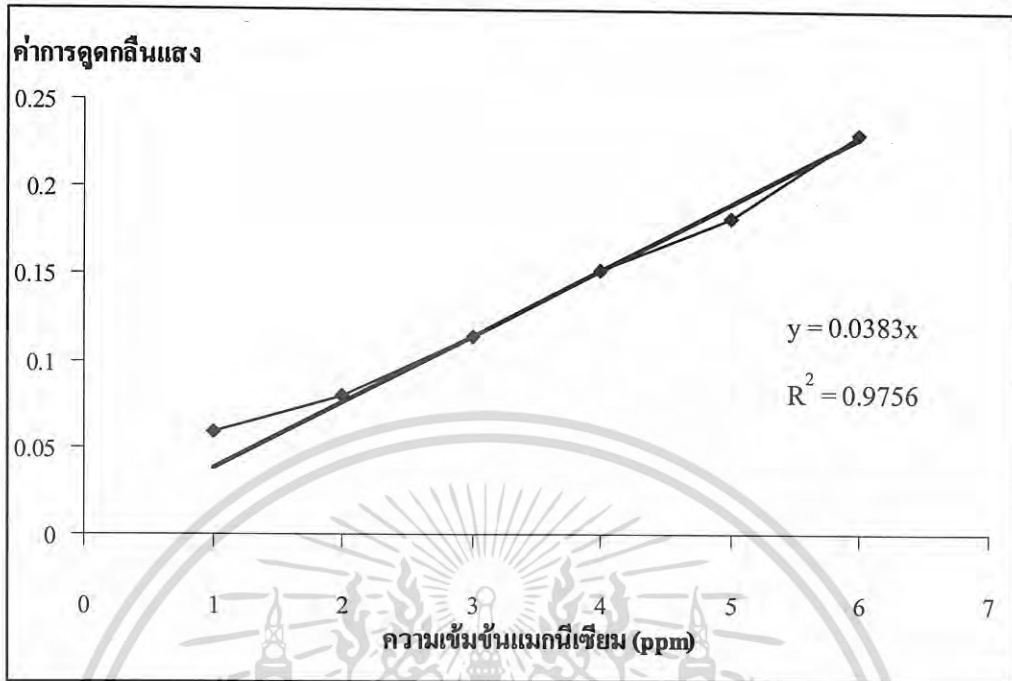


รูป ข-4.3 กราฟมาตรฐานของซิลิกอน (Si)

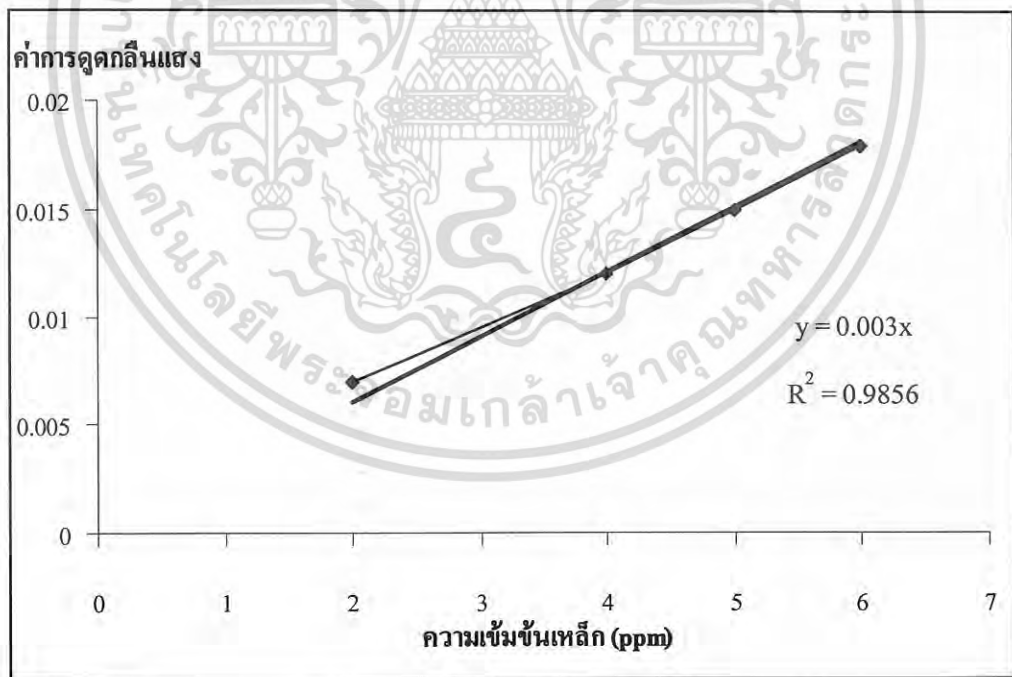


รูป ข-4.4 กราฟมาตรฐานของแคลเซียม (Ca)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

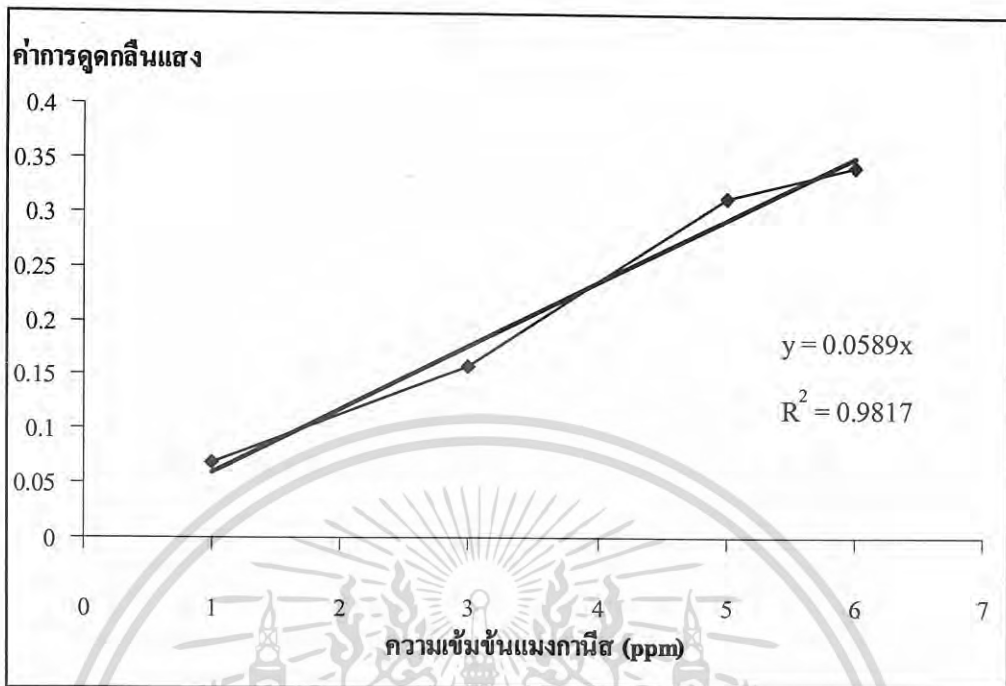


รูป ข-4.5 กราฟมาตรฐานของแมกนีเซียม (Mg)

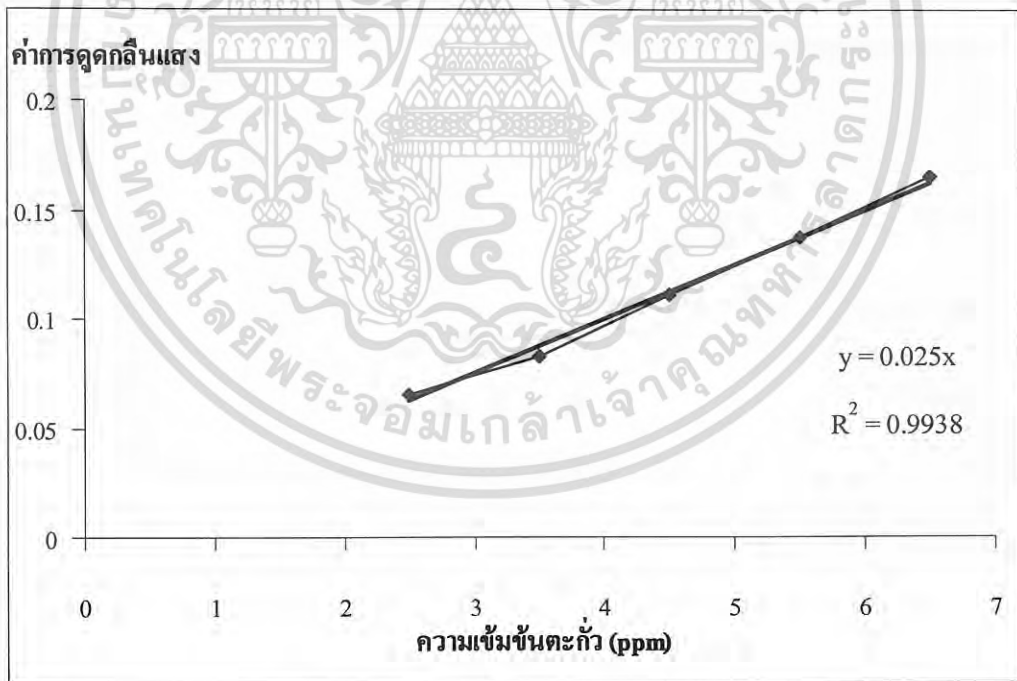


รูป ข-4.6 กราฟมาตรฐานของเหล็ก (Fe)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป ข-4.7 กราฟมาตรฐานของแมงกานีส (Mn)



รูป ข-4.8 กราฟมาตรฐานของตะกั่ว (Pb)

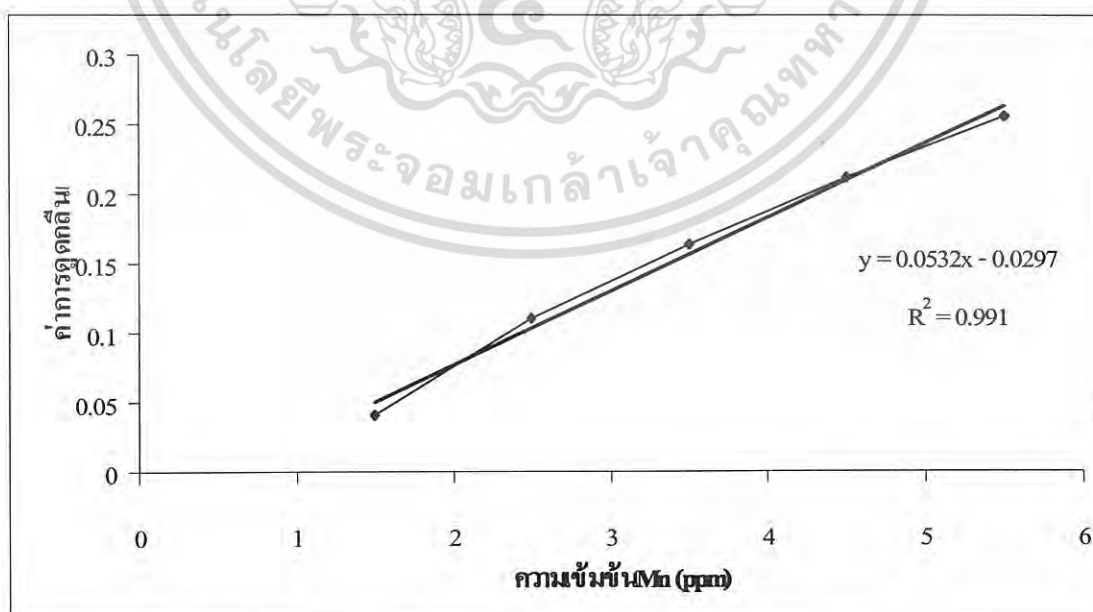
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2) ผลการทดสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์หาปริมาณโลหะ โดยใช้สารมาตรฐานแมงกานีส (Mn) เข้มข้น 4.5 ppm

ตาราง ข-4.4 ความเข้มข้นของแมงกานีส level 4 (ppm) ทั้ง 7 ครั้ง

จำนวนครั้ง	Standard Mn level 4 (ppm)
1	4.872±0.20
2	4.264±0.20
3	4.596±0.20
4	4.793±0.20
5	4.757±0.20
6	4.662±0.20
7	4.528±0.20
ค่าเฉลี่ย	4.64
SD	0.20
%RSD	4.38

3.3) การคำนวณหาค่า %Recovery เพื่อตรวจสอบความแม่นยำของเครื่องมือ



รูป ข-4.9 กราฟมาตรฐานสารละลายมาตรฐานแมงกานีส (Mn)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข-4.5 บันทึกหาค่า %Recovery ในการวิเคราะห์ตัวอย่างเบลงค์ภาคสนามที่เติมสารมาตรฐานแมงกานีส (Mn) ลงไป 5 ppm

หมายเลข	ค่าการดูดกลืนแสง	ความเข้มข้น (ppm)	%Recovery
1	0.2320	4.9192	98.38
2	0.2117	4.5376	90.75
3	0.2617	5.4774	109.55
4	0.2684	5.6034	112.07
5	0.2263	4.8120	96.24
6	0.2094	4.4944	89.89
7	0.2437	5.1391	102.78
	ค่าเฉลี่ย	5.00	
	SD	0.43	
	%RSD	8.66	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ภาคผนวก ก-1

ตาราง ก-1.1 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตรในบรรยากาศ (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

ลำดับ	รหัสตัวอย่าง	สถานที่เก็บตัวอย่าง	วันที่เก็บตัวอย่าง	ความเข้มข้น($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
ช่วงก่อนเปิดดำเนินการท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ				
1	KMITL/2	สถาบันพระจอมเกล้าฯ	พ.ศ. 19 ม.ค. 49	68.22
2	KMITL/3	สถาบันพระจอมเกล้าฯ	ศ. 20 ม.ค. 49	77.42
3	KMITL/4	สถาบันพระจอมเกล้าฯ	ศ. 21 ม.ค. 49	72.39
4	KMITL/5	สถาบันพระจอมเกล้าฯ	อ. 22 ม.ค. 49	62.64
5	KMITL/6	สถาบันพระจอมเกล้าฯ	จ. 23 ม.ค. 49	62.35
6	KMITL/7	สถาบันพระจอมเกล้าฯ	อ. 24 ม.ค. 49	73.99
7	KMITL/9	เกริกวิทยาลัย	พ.ศ. 26 ม.ค. 49	122.22
8	KMITL/10	เกริกวิทยาลัย	ศ. 27 ม.ค. 49	134.28
9	KMITL/11	เกริกวิทยาลัย	ศ. 28 ม.ค. 49	146.84
10	KMITL/12	เกริกวิทยาลัย	อ. 29 ม.ค. 49	170.17
11	KMITL/13	เกริกวิทยาลัย	จ. 30 ม.ค. 49	145.53
12	KMITL/14	เกริกวิทยาลัย	อ. 31 ม.ค. 49	97.28
ช่วงหลังเปิดดำเนินการท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ				
13	KRK2	เกริกวิทยาลัย	พ. 1 พ.ย. 49	97.79
14	KRK3	เกริกวิทยาลัย	พ.ศ. 2 พ.ย. 49	92.90
15	KRK4	เกริกวิทยาลัย	ศ. 3 พ.ย. 49	83.53
16	KRK5	เกริกวิทยาลัย	ศ. 4 พ.ย. 49	114.37
17	KRK6	เกริกวิทยาลัย	อ. 5 พ.ย. 49	132.95
18	KRK7	เกริกวิทยาลัย	จ. 6 พ.ย. 49	113.38
19	KML2	สถาบันพระจอมเกล้าฯ	พ. 8 พ.ย. 49	105.98
20	KML3	สถาบันพระจอมเกล้าฯ	พ.ศ. 9 พ.ย. 49	88.70
21	KML4	สถาบันพระจอมเกล้าฯ	ศ. 10 พ.ย. 49	75.28
22	KML5	สถาบันพระจอมเกล้าฯ	ศ. 11 พ.ย. 49	67.58
23	KML6	สถาบันพระจอมเกล้าฯ	อ. 12 พ.ย. 49	89.51
24	KML7	สถาบันพระจอมเกล้าฯ	จ. 13 พ.ย. 49	114.77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ค-1.2 สถิติเปรียบเทียบปริมาณจราจร บริเวณด้านลาดกระบัง ทางหลวงพิเศษระหว่างเมือง (กรุงเทพฯ-ชลบุรี สายใหม่) ระหว่างวันที่ 19-31 มกราคม 2549 และ วันที่ 1-14 พฤศจิกายน 2549

วันที่	ด้านลาดกระบัง (ก่อนเปิดฯ)			วันที่	ด้านลาดกระบัง (หลังเปิดฯ)		
	ขาขึ้น	ชาล่อง	รวม		ขาขึ้น	ชาล่อง	รวม
19/01/2549	20,336	22,163	42,499	1/11/2549	22,219	23,669	45,888
20/01/2549	23,538	26,671	50,209	2/11/2549	22,329	23,756	46,085
21/01/2549	24,881	25,751	50,632	3/11/2549	26,416	28,347	54,763
22/01/2549	19,701	23,821	43,522	4/11/2549	28,515	28,967	57,482
23/01/2549	23,189	22,285	45,474	5/11/2549	24,586	27,355	51,941
24/01/2549	20,558	22,020	42,578	6/11/2549	25,593	25,680	51,273
25/01/2549	21,288	23,636	44,924	7/11/2549	22,504	23,324	45,828
26/01/2549	21,734	23,667	45,401	8/11/2549	22,357	23,614	45,971
27/01/2549	24,787	28,226	53,013	9/11/2549	22,317	23,732	46,049
28/01/2549	26,665	25,367	52,032	10/11/2549	24,795	27,673	52,468
29/01/2549	26,674	28,901	55,575	11/11/2549	27,171	27,362	54,533
30/01/2549	24,349	25,072	49,421	12/11/2549	23,269	27,543	50,812
31/01/2549	20,841	23,424	44,265	13/11/2549	24,210	23,176	47,386
รวม	298,541	321,004	619,545	14/11/2549	21,132	22,159	43,291
ค่าเฉลี่ยต่อวัน	22,965	24,693	47,658	รวม	337,413	356,357	693,770
				ค่าเฉลี่ยต่อวัน	24,101	25,454	49,555

หมายเหตุ * ขาขึ้น คือ ปริมาณรถที่ออกจากกรุงเทพฯ และชาล่อง คือ ปริมาณรถที่เข้ากรุงเทพฯ

ที่มา : สำนักงานทางหลวงระหว่างเมือง (วันพฤหัสบดีที่ 22 กุมภาพันธ์ 2550)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ค-1.3 ความเข้มข้นของไอออนละลายน้ำใต้ของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตรในบรรยากาศ (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

ลำดับ	รหัสตัวอย่าง	สถานที่เก็บตัวอย่าง	วันที่เก็บตัวอย่าง	ความเข้มข้น ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (n=3)											
				F ⁻	Cl ⁻	NO ₂ ⁻	Br ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	Li ⁺	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	
1	KMITL/2	สถาบันพระจอมเกล้าฯ	พ.ย. 19/1/2549	0.08±0.13	0.63±0.34	0.01	Tr	5.54±0.22	Tr	0.00	5.07±0.40	Tr	0.35±0.17	0.78±0.04	8.14±1.38
2	KMITL/3	สถาบันพระจอมเกล้าฯ	ศ. 20/1/2549	0.17±0.08	1.02±0.37	Tr	Tr	8.46±0.30	Tr	0.00	4.56±0.18	Tr	0.45±0.18	0.85±0.05	11.63±1.24
3	KMITL/4	สถาบันพระจอมเกล้าฯ	ศ. 21/1/2549	0.00±0.20	0.13±0.74	Tr	Tr	6.00±0.28	Tr	0.00	7.95±0.07	Tr	0.60±0.10	1.51±0.06	11.31±0.75
4	KMITL/5	สถาบันพระจอมเกล้าฯ	อ. 22/1/2549	0.10±0.17	0.43±0.59	Tr	Tr	2.53±0.37	Tr	0.00	8.74±0.63	Tr	0.49±0.20	1.82±0.13	9.59±0.74
5	KMITL/6	สถาบันพระจอมเกล้าฯ	จ. 23/1/2549	0.12±0.11	0.45±0.44	Tr	Tr	1.40±1.06	Tr	0.00	6.00±0.28	Tr	0.48±0.10	1.23±0.08	10.15±0.15
6	KMITL/7	สถาบันพระจอมเกล้าฯ	อ. 24/1/2549	0.15±0.10	0.00±0.25	Tr	Tr	1.73±0.42	Tr	0.00	5.93±0.28	Tr	0.08±0.08	1.35±0.06	12.74±0.94
ค่าเฉลี่ย				0.08±0.16	0.39±0.54	0.00	0.00	4.28±0.44	0.00	0.00	6.37±0.31	Tr	0.41±0.14	1.26±0.07	10.59±0.87
7	KMITL/9	เกริกวิทยาลัย	พ.ย. 26/1/2549	0.54±0.23	1.22±0.71	0.01	Tr	3.68±0.35	Tr	0.00	15.69±1.13	Tr	0.85±0.25	2.83±1.05	18.02±1.79
8	KMITL/10	เกริกวิทยาลัย	ศ. 27/1/2549	0.08±0.10	0.09±0.37	Tr	Tr	7.10±0.18	Tr	0.00	12.53±0.28	Tr	0.23±0.14	1.80±0.02	18.88±1.18
9	KMITL/11	เกริกวิทยาลัย	ศ. 28/1/2549	0.39±0.17	0.80±0.55	Tr	Tr	14.12±0.43	Tr	0.00	13.13±0.05	Tr	0.48±0.19	2.18±0.03	23.95±1.27
10	KMITL/12	เกริกวิทยาลัย	อ. 29/1/2549	0.75±0.24	1.16±0.42	0.01	Tr	15.12±0.49	Tr	0.00	10.87±0.33	Tr	0.62±0.10	1.69±0.13	24.24±1.33
11	KMITL/13	เกริกวิทยาลัย	จ. 30/1/2549	0.38±0.19	0.63±0.26	Tr	Tr	27.93±2.00	Tr	0.00	17.00±0.93	Tr	0.42±0.10	5.67±0.42	23.60±1.49
12	KMITL/14	เกริกวิทยาลัย	อ. 31/1/2549	0.00±0.10	0.00±0.51	Tr	0.01	6.39±0.41	Tr	0.00	11.03±0.38	Tr	0.47±0.17	1.27±0.03	13.68±0.90
ค่าเฉลี่ย				0.36±0.17	0.65±0.47	0±0.01	0.00	12.39±0.64	0.00	0.00	13.37±0.52	Tr	0.51±0.16	2.57±0.28	20.39±1.33

หมายเหตุ

Tr (Trace) = ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์มีค่าน้อยมากหรือเท่ากับศูนย์
จำนวนซ้ำที่ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ ได้จากการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ตลอด 24 ชั่วโมง

ตาราง ก-1.4 ปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอนสุทธิ (มิลลิกรัมคาร์บอนต่อลูกบาศก์เมตร)

ลำดับ	รหัสตัวอย่าง	สถานที่เก็บตัวอย่าง	วันที่เก็บตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ย \pm SD (mgC)		ปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอนสุทธิ ($\mu\text{gC}/\text{m}^3$)
				TC	IC	
1	KMITL/2	สถาบันพระจอมเกล้าฯ	พ. 19/1/2549	43.80 \pm 2.69	0.18 \pm 0.41	26.40
2	KMITL/3	สถาบันพระจอมเกล้าฯ	ศ. 20/1/2549	36.46 \pm 0.80	0.18 \pm 0.31	21.96
3	KMITL/4	สถาบันพระจอมเกล้าฯ	ศ. 21/1/2549	28.42 \pm 1.60	0.10 \pm 0.11	17.16
4	KMITL/5	สถาบันพระจอมเกล้าฯ	อ. 22/1/2549	33.65 \pm 2.21	1.44 \pm 1.36	10.83
5	KMITL/6	สถาบันพระจอมเกล้าฯ	จ. 23/1/2549	32.39 \pm 0.52	1.53 \pm 1.03	18.57
6	KMITL/7	สถาบันพระจอมเกล้าฯ	อ. 24/1/2549	45.74 \pm 1.25	0.37 \pm 0.39	27.14
					ค่าเฉลี่ย	20.34
7	KMITL/9	เกริกวิทยาลัย	พ. 26/1/2549	67.99 \pm 4.73	0.11 \pm 0.85	40.47
8	KMITL/10	เกริกวิทยาลัย	ศ. 27/1/2549	95.61 \pm 13.34	-0.20 \pm 0.23	57.62
9	KMITL/11	เกริกวิทยาลัย	ศ. 28/1/2549	80.12 \pm 4.77	4.24 \pm 1.90	82.32
10	KMITL/12	เกริกวิทยาลัย	อ. 29/1/2549	105.52 \pm 2.81	0.07 \pm 0.15	63.90
11	KMITL/13	เกริกวิทยาลัย	จ. 30/1/2549	67.95 \pm 6.96	7.57 \pm 2.22	36.51
12	KMITL/14	เกริกวิทยาลัย	อ. 31/1/2549	56.59 \pm 6.08	4.43 \pm 3.98	31.52
					ค่าเฉลี่ย	52.06
13	KRK2	เกริกวิทยาลัย	พ. 1/11/2549	23.44 \pm 1.55	1.11 \pm 1.14	13.78
14	KRK3	เกริกวิทยาลัย	พ. 2/11/2549	27.27 \pm 1.91	0.64 \pm 0.28	16.49
15	KRK4	เกริกวิทยาลัย	ศ. 3/11/2549	35.04 \pm 8.28	0.57 \pm 0.07	21.28
16	KRK5	เกริกวิทยาลัย	ศ. 4/11/2549	51.77 \pm 4.93	0.32 \pm 0.08	31.75
17	KRK6	เกริกวิทยาลัย	อ. 5/11/2549	68.74 \pm 2.14	0.50 \pm 0.22	42.29
18	KRK7	เกริกวิทยาลัย	จ. 6/11/2549	41.09 \pm 0.19	0.69 \pm 0.48	24.98
					ค่าเฉลี่ย	25.09
19	KML2	สถาบันพระจอมเกล้าฯ	พ. 8/11/2549	53.22 \pm 1.97	-0.15 \pm 0.13	32.82
20	KML3	สถาบันพระจอมเกล้าฯ	พ. 9/11/2549	51.30 \pm 5.30	0.01 \pm 0.34	31.69
21	KML4	สถาบันพระจอมเกล้าฯ	ศ. 10/11/2549	44.88 \pm 3.23	0.85 \pm 0.39	27.37
22	KML5	สถาบันพระจอมเกล้าฯ	ศ. 11/11/2549	27.48 \pm 2.25	0.74 \pm 0.09	16.56
23	KML6	สถาบันพระจอมเกล้าฯ	อ. 12/11/2549	34.63 \pm 4.00	0.04 \pm 0.48	21.35
24	KML7	สถาบันพระจอมเกล้าฯ	จ. 13/11/2549	60.94 \pm 10.86	0.07 \pm 0.16	37.66
					ค่าเฉลี่ย	27.91

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ค-1.5 ปริมาณโลหะ (ไม่โครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

ลำดับ	รหัสตัวอย่าง	สถานที่เก็บตัวอย่าง	วันที่เก็บตัวอย่าง	ปริมาณโลหะ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (n=3)					
				Ca	Mn	Mg	Fe	Pb	Si
1	KMITL/2	สถาบันพระจอมเกล้าฯ	พ.จ. 19/1/2549	6.32±3.03	0.08±0.06	1.60±0.84	5.05±14.88	0.07±0.10	1.77±1.60
2	KMITL/3	สถาบันพระจอมเกล้าฯ	พ.จ. 20/1/2549	4.31±0.40	0.074±0.02	0.93±0.32	20.53±33.12	0.06±0.03	2.73±0.52
3	KMITL/4	สถาบันพระจอมเกล้าฯ	พ.จ. 21/1/2549	2.94±1.11	0.08±0.04	0.84±0.16	25.49±9.96	0.08±0.03	3.11±0.73
4	KMITL/5	สถาบันพระจอมเกล้าฯ	พ.จ. 22/1/2549	2.38±0.45	0.016±0.01	0.56±0.06	16.29±3.28	0.04±0.06	1.96±0.68
5	KMITL/6	สถาบันพระจอมเกล้าฯ	พ.จ. 23/1/2549	2.39±0.20	0.02±0.01	0.62±0.05	25.76±8.32	0.03±0.02	1.13±0.46
6	KMITL/7	สถาบันพระจอมเกล้าฯ	พ.จ. 24/1/2549	3.48±0.22	0.02±0.03	0.67±0.41	52.70±33.04	0.01±0.02	1.28±0.52
		ค่าเฉลี่ย		3.64±0.90	0.05±0.03	0.87±0.30	24.30±17.10	0.05±0.04	2.00±0.75
7	KMITL/9	เทรควิทยาลัย	พ.จ. 26/1/2549	4.16±1.48	0.03±0.09	0.99±0.98	45.79±19.78	0.04±0.05	1.36±1.30
8	KMITL/10	เทรควิทยาลัย	พ.จ. 27/1/2549	7.03±1.25	0.09±0.01	2.62±0.13	44.75±8.73	0.11±0.08	1.39±0.42
9	KMITL/11	เทรควิทยาลัย	พ.จ. 28/1/2549	9.40±4.36	0.12±0.05	3.03±0.08	52.55±4.09	0.15±0.02	0.93±0.62
10	KMITL/12	เทรควิทยาลัย	พ.จ. 29/1/2549	8.97±0.78	0.08±0.03	2.28±0.12	77.19±16.54	0.07±0.03	0.82±0.289
11	KMITL/13	เทรควิทยาลัย	พ.จ. 30/1/2549	5.45±1.40	0.11±0.12	1.34±0.08	4.86±8.94	0.05±0.05	0.17±0.19
12	KMITL/14	เทรควิทยาลัย	พ.จ. 31/1/2549	6.65±0.37	0.08±0.01	1.63±0.30	10.28±12.48	0.01±0.06	0.16±0.05
		ค่าเฉลี่ย		6.94±1.61	0.09±0.05	1.98±0.28	39.23±11.76	0.07±0.05	0.81±0.48

ตาราง ก-1.5 (ต่อ) ปริมาณโลหะ (ไม่โครกรมต่อลูกบาศก์เมตร)

ลำดับ	รหัสตัวอย่าง	สถานที่เก็บตัวอย่าง	วันที่เก็บตัวอย่าง	ปริมาณโลหะ (µg/m ³) (n=3)						
				Ca	Mn	Mg	Fe	Pb	Si	
13	KRK2	เกริกวิทยาลัย	พ. 1/11/2549	0.67±0.12	0.25±0.01	1.38±0.07	11.58±8.45	0.40±0.03	0.15±0.03	
14	KRK3	เกริกวิทยาลัย	พ. 2/11/2549	1.54±0.30	0.19±0.03	1.10±0.02	13.13±21.66	0.22±0.07	0.10±0.04	
15	KRK4	เกริกวิทยาลัย	ศ. 3/11/2549	1.82±0.30	0.13±0.04	1.28±0.24	3.70±6.78	0.17±0.06	0.07±0.01	
16	KRK5	เกริกวิทยาลัย	ศ. 4/11/2549	5.00±0.56	0.12±0.03	1.55±0.21	27.02±15.61	0.18±0.04	-	
17	KRK6	เกริกวิทยาลัย	อ. 5/11/2549	4.98±0.89	0.11±0.03	1.47±0.02	34.13±4.07	0.28±0.06	-	
18	KRK7	เกริกวิทยาลัย	จ. 6/11/2549	5.40±0.53	0.10±0.02	1.92±0.31	48.74±16.60	0.25±0.02	-	
		ค่าเฉลี่ย		3.23±0.80	0.15±0.05	1.45±0.17	23.05±13.20	0.25±0.04	0.11±0.09	
19	KML2	สถาบันพระจอมเกล้าฯ	พ. 8/11/2549	4.59±0.37	0.14±0.05	0.96±0.14	52.83±9.19	0.09±0.03	-	
20	KML3	สถาบันพระจอมเกล้าฯ	พ. 9/11/2549	6.51±2.26	0.11±0.16	0.75±0.15	42.05±25.37	0.02±0.05	-	
21	KML4	สถาบันพระจอมเกล้าฯ	ศ. 10/11/2549	4.48±1.01	0.06±0.01	0.67±0.10	39.74±4.73	-0.01±0.06	-	
22	KML5	สถาบันพระจอมเกล้าฯ	ศ. 11/11/2549	2.68±0.34	0.04±0.01	0.94±0.03	27.97±26.90	-0.13±0.02	-	
23	KML6	สถาบันพระจอมเกล้าฯ	อ. 12/11/2549	3.37±0.44	0.08±0.01	0.89±0.26	28.62±3.27	-0.03±0.02	-	
24	KML7	สถาบันพระจอมเกล้าฯ	จ. 13/11/2549	4.29±0.41	0.10±0.04	1.04±0.31	50.93±9.76	0.13±0.07	-	
		ค่าเฉลี่ย		4.32±0.45	0.09±0.02	0.88±0.14	40.35±12.19	0.01±0.05	-	

หมายเหตุ

- ไม่ได้ทำการวิเคราะห์

* ผลการวิเคราะห์ผิดพลาด

ตาราง ค-1.6 ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาของวันที่เก็บตัวอย่างฝุ่นละออง ช่วงก่อนเปิดดำเนินการทำ
 อากาศยานสุวรรณภูมิ

ลำดับ	Date	Temp(°c)	RH(%)	ความเร็วลม (m/s)	ทิศทางลม
1	พ. 19-ม.ค.-06	27.1	69	2.6	S
2	ศ. 20-ม.ค.-06	26.4	66	2.6	S
3	ศ. 21-ม.ค.-06	26.7	72	2.6	S
4	อา. 22-ม.ค.-06	26.6	72	2.6	S
5	จ. 23-ม.ค.-06	27.1	63	2.6	ENE
6	อ. 24-ม.ค.-06	25.5	54	3.1	ENE
7	พ. 26-ม.ค.-06	25.0	55	2.6	NE
8	ศ. 27-ม.ค.-06	25.2	57	2.1	ENE, E
9	ศ. 28-ม.ค.-06	26.3	53	2.6	ENE
10	อา. 29-ม.ค.-06	27.1	57	1.5	N, W
11	จ. 30-ม.ค.-06	27.6	68	2.1	S
12	อ. 31-ม.ค.-06	28.0	73	1.5	SSW

หมายเหตุ * คำย่อทิศทางลม N = ทิศเหนือ, S = ทิศใต้, E = ทิศตะวันออก, W = ทิศตะวันตก, NE =
 ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ, NW = ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ, SW = ทิศตะวันตกเฉียงใต้, SSW = ทางใต้
 ของทิศตะวันตกเฉียงใต้, ENE = ทางตะวันออกของทิศตะวันออกเฉียงเหนือ,

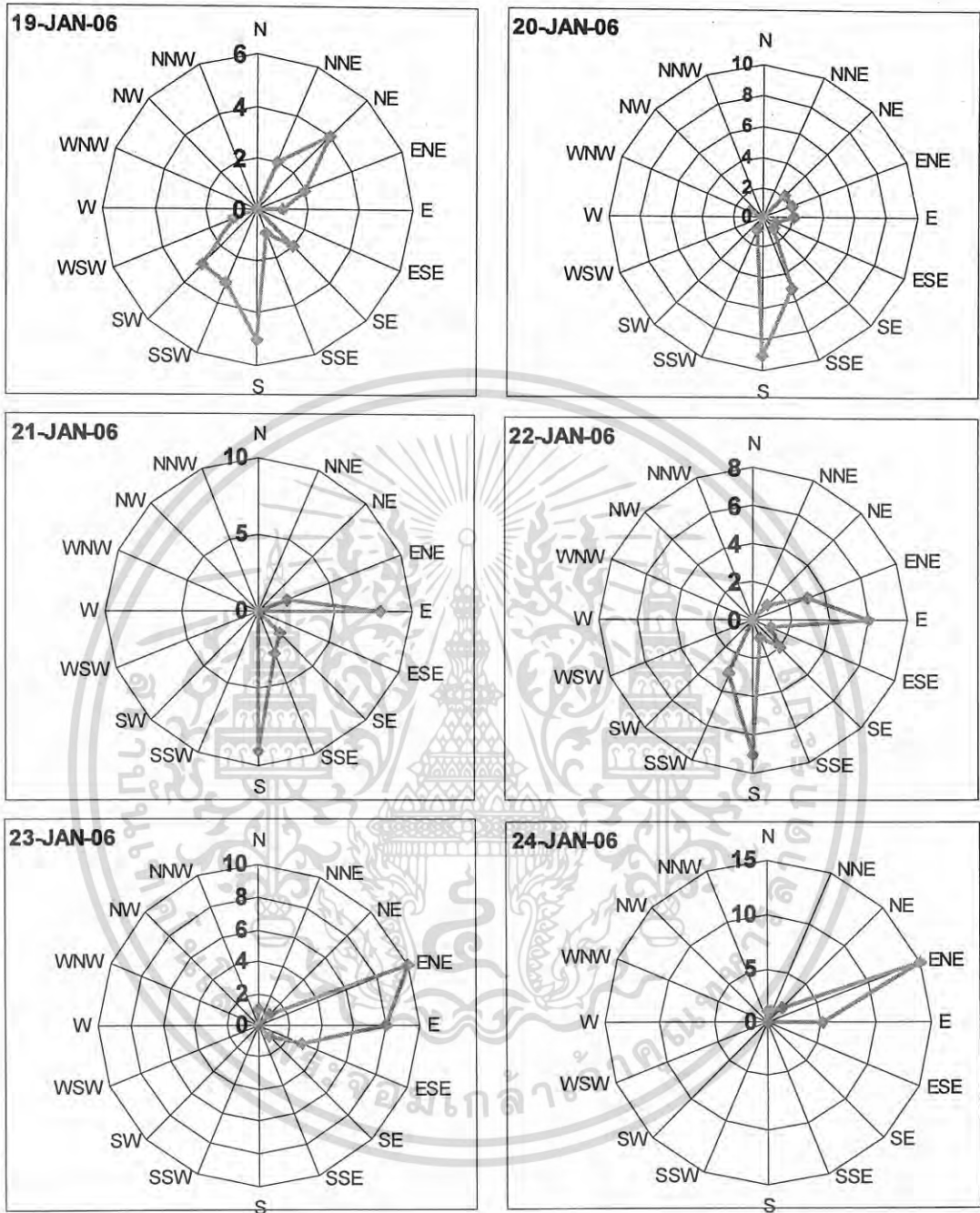
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก-1.7 ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาของวันที่เก็บตัวอย่างฝุ่นละออง ช่วงหลังเปิดดำเนินการทำ
อากาศยานสุวรรณภูมิ

ลำดับ	Date	Temp(°c)	RH(%)	ความเร็วลม (m/s)	ทิศทางลม*
1	พ. 1-พ.ย.-06	28.4	58	4.1	ENE
2	พฤ. 2-พ.ย.-06	28.2	55	4.1	ENE
3	ศ. 3-พ.ย.-06	26.8	57	3.1	ENE
4	ศ. 4-พ.ย.-06	27.0	59	2.6	NNE
5	อา. 5-พ.ย.-06	27.5	59	2.6	NNW
6	จ. 6-พ.ย.-06	28.5	57	4.1	ENE
7	พ. 8-พ.ย.-06	28.6	62	3.1	N
8	พฤ. 9-พ.ย.-06	29.4	66	2.6	E
9	ศ. 10-พ.ย.-06	30.2	63	2.6	ENE
10	ศ. 11-พ.ย.-06	30.1	53	5.1	NE
11	อา. 12-พ.ย.-06	29.0	56	3.6	ENE
12	จ. 13-พ.ย.-06	29.2	57	2.6	NNE

หมายเหตุ * คำย่อทิศทางลม N = ทิศเหนือ, E = ทิศตะวันออก, NE = ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ, ENE = ทางตะวันออกของทิศตะวันออกเฉียงเหนือ, NNE = ทางเหนือของทิศตะวันออกเฉียงเหนือ, NNW = ทางเหนือของทิศตะวันตกเฉียงเหนือ

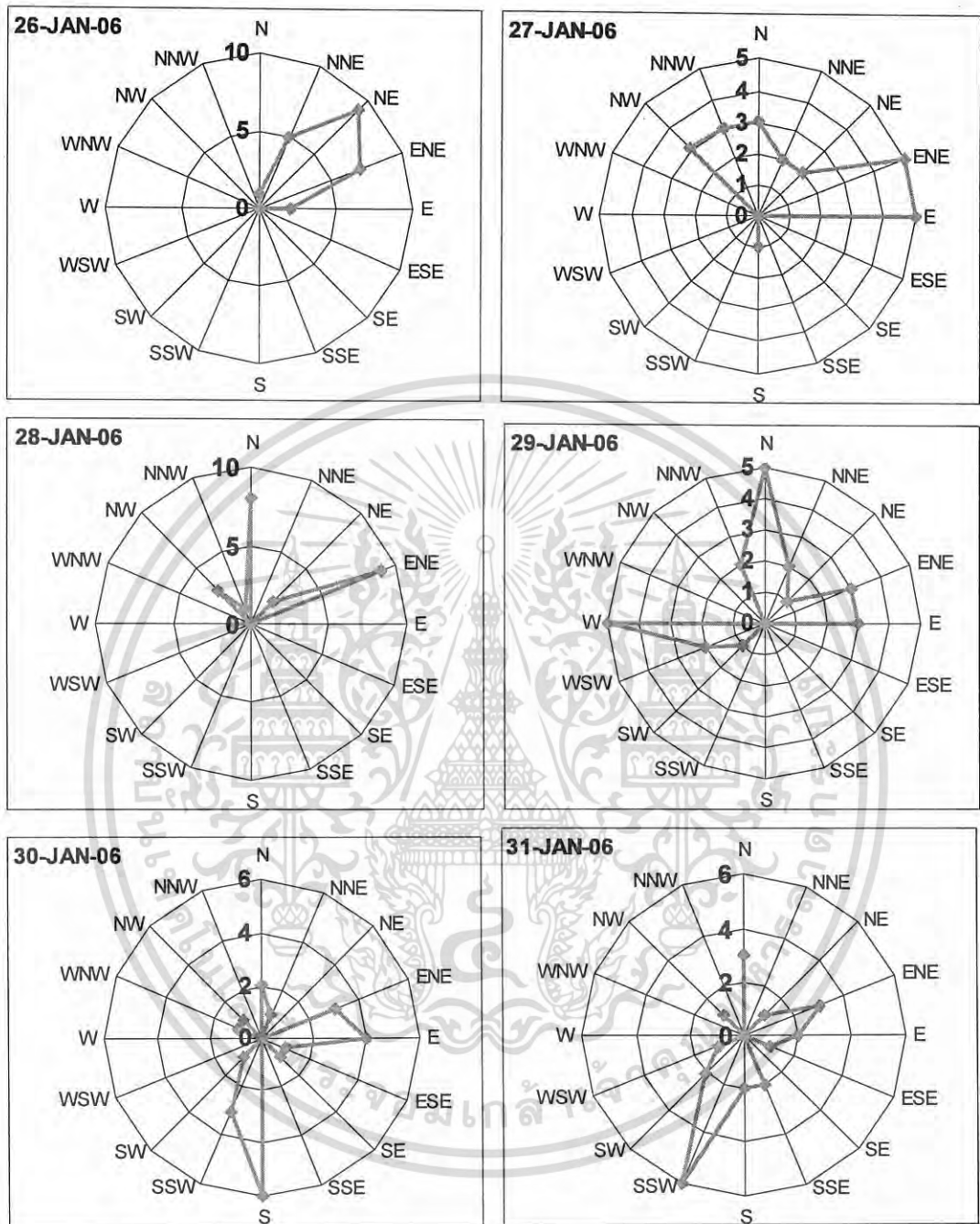
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป ค.1 ทิศทางลมระหว่างวันที่ 19-24 มกราคม 2549

ช่วงก่อนเปิดดำเนินการ ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

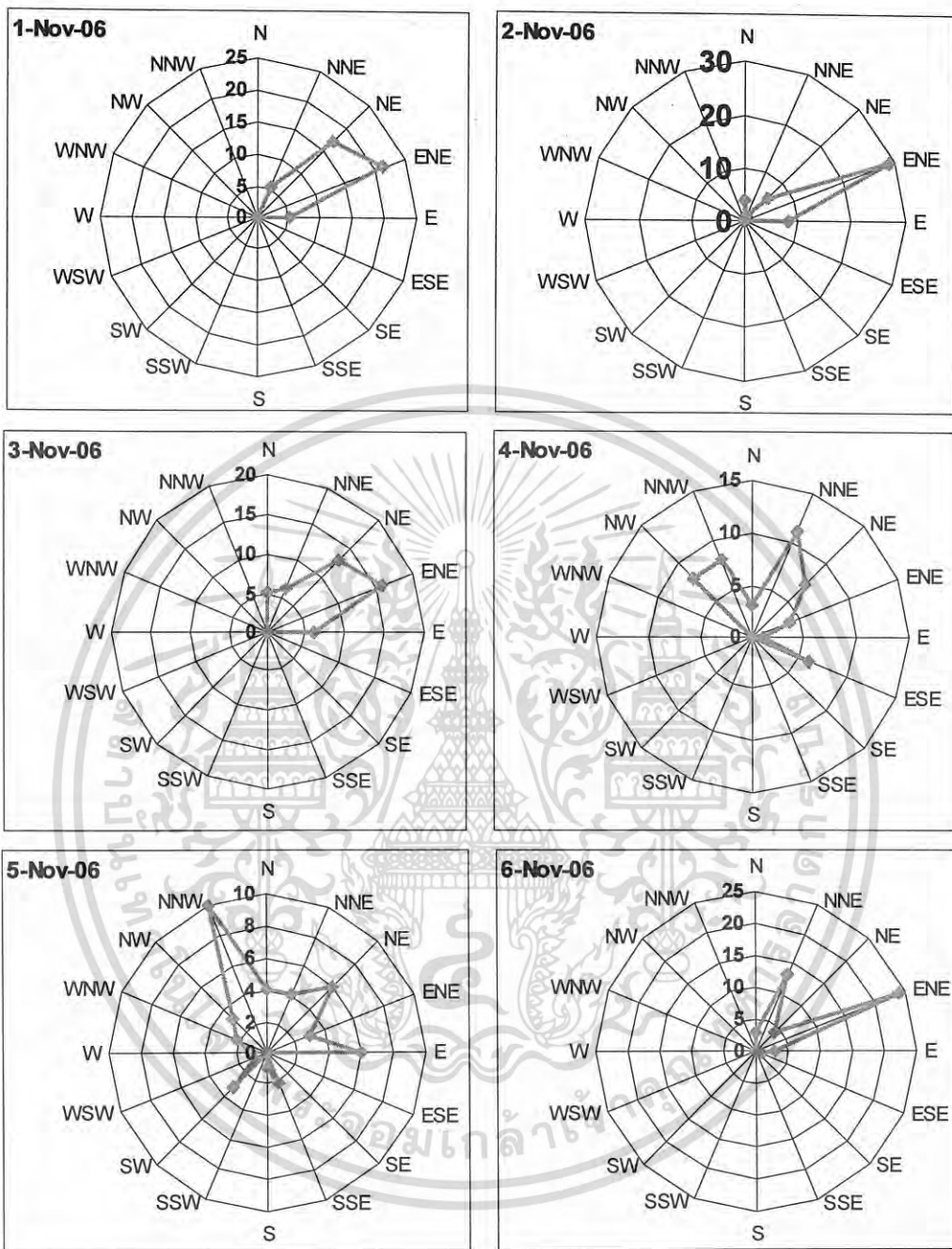
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป ค.2 ทิศทางลมระหว่างวันที่ 26-31 มกราคม 2549

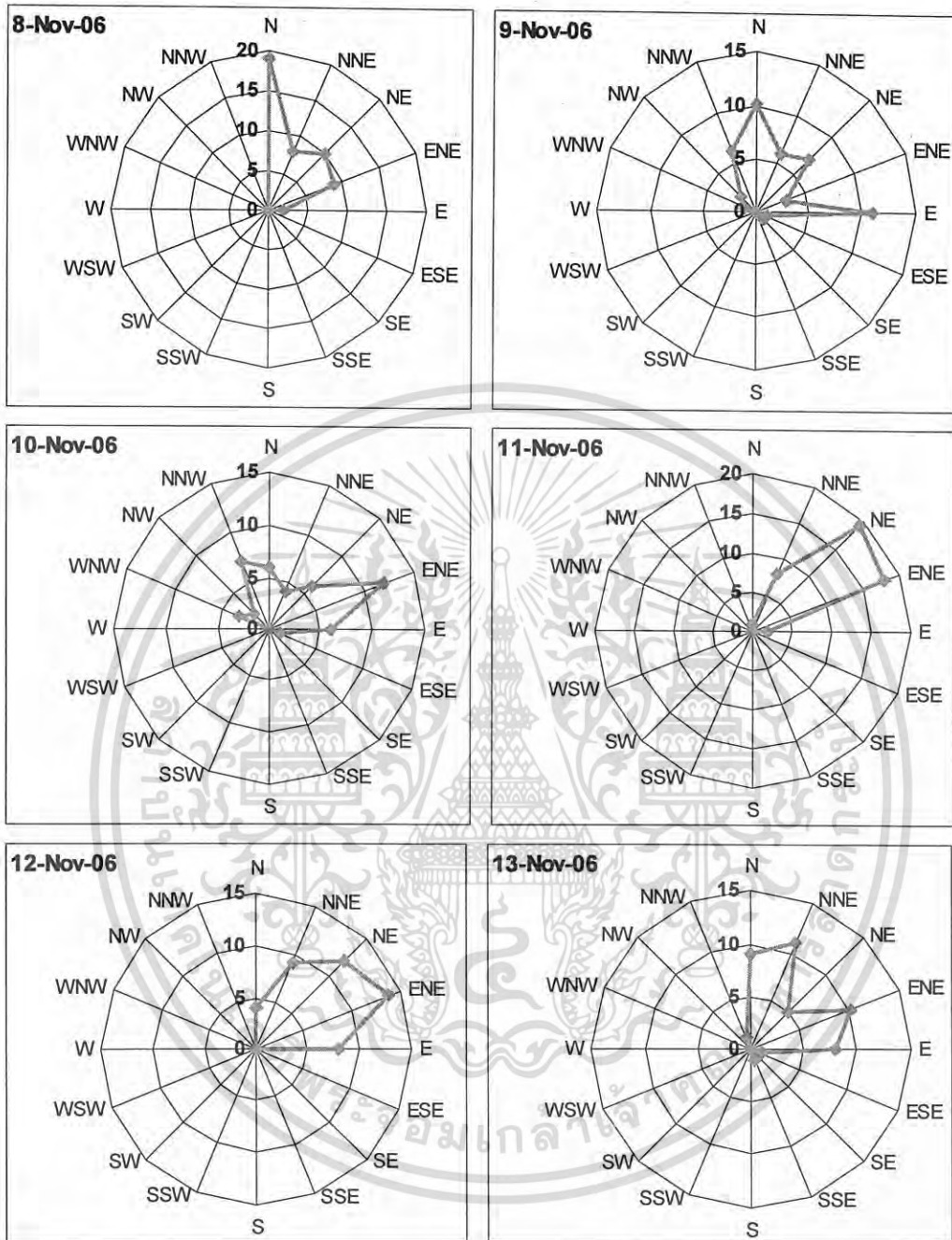
ช่วงก่อนเปิดดำเนินการ ณ เกริกวิทยาลัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป ค.3 ทิศทางลมระหว่างวันที่ 1-6 พฤศจิกายน 2549
ช่วงหลังเปิดดำเนินการ ณ เกริกวิทยาลัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป ค.4 ทิศทางลมระหว่างวันที่ 8-13 พฤศจิกายน 2549
ช่วงหลังเปิดดำเนินการ ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้