รายงานปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การปฏิบัติงานในบริษัทที่ปรึกษาด้านสิ่งแวดล้อม

และ

“การศึกษาความสำคัญของฝุ่นละอองในบรรยากาศและการควบคุม”

(“A study of significant of Particulate Matter in atmosphere and controls”)

โดย

นายผ่านภพ สมคำ B4460657

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปฏิบัติงาน ณ

บริษัท ยูไนเต็ด แอนนาลิสต์ แอนด์ เอ็นจิเนียริ่ง คอนซัลแตนท์ จำกัด

เลขที่ 17 ถนนโยธา ซอยเจริญกรุง 24 แขวงตลาดน้อย

เขตสัมพันธวงศ์ กรุงเทพมหานคร 10100

ศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วันที่ 17 เดือนธันวาคม พ.ศ.2548

เรื่อง ขอส่งรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

เรียน อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม

ตามที่ข้าพเจ้า นายผ่านภพ สมคำ นักศึกษาสาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ได้ปฏิบัติงานในโครงการสหกิจศึกษาและพัฒนาอาชีพ ระหว่างวันที่ 29 สิงหาคม พ.ศ.2548 ถึงวันที่ 16 ธันวาคม พ.ศ.2548 ในตำแหน่งผู้ช่วยนักวิชาการสิ่งแวดล้อม ณ บริษัท ยูไนเต็ด แอนนาลิสต์ แอนด์ เอ็นจิเนียริ่ง คอนซัลแตนท์ จำกัด ในขณะปฏิบัติงานได้ทำการศึกษาในหัวข้อเรื่อง ความสำคัญของฝุ่นละอองในบรรยากาศและการควบคุม (A study of significant of Particulate Matter in atmosphere and controls)

บัดนี้ ระยะเวลาในการปฏิบัติงานในโครงการสหกิจศึกษาและพัฒนาอาชีพได้เสร็จสิ้นลงแล้ว ข้าพเจ้าจึงขอส่งรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา จำนวน 1 เล่ม เพื่อขอรับคำปรึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

ผ่านภพ สมคำ

(นายผ่านภพ สมคำ)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

กิตติกรรมประกาศ

(Acknowledgment)

จากการที่ข้าพเจ้าได้มาปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท ยูไนเต็ด แอนนาลิสต์ แอนด์ เอ็นจิเนียริ่ง คอนซัลแตนท์ จำกัด ตั้งแต่ วันที่ 29 สิงหาคม พ.ศ.2548 ถึงวันที่ 16 ธันวาคม พ.ศ.2548 ส่งผลให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้และประสบการณ์ต่างๆ ที่มีคุณค่ามากมายอย่างยิ่ง ซึ่งการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา และการจัดทำรายงานสหกิจศึกษาฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้โดยการอนุเคราะห์และสนับสนุนจากหลายฝ่าย ดังนี้

1. คุณศุภรัตน์ โชติสกุลรัตน์ (กรรมการผู้จัดการ)
2. คุณกฤชวรรณ ภัทรธีรกุล (ผู้จัดการฝ่ายห้องปฏิบัติการ)
3. คุณสมพงษ์ บุญกล่อมจิตร (ผู้จัดการฝ่ายสิ่งแวดล้อมและโครงการ)
4. คุณรัตนา ทิมมณี (รองผู้จัดการฝ่ายสิ่งแวดล้อมและโครงการ)
5. คุณหทัยรัตน์ ฤทธิ์ธาอภินันท์ (ผู้จัดการส่วนติดตามตรวจสอบ) ซึ่งเป็นพนักงานที่ปรึกษา (Job Supervisor)

ท้ายนี้ข้าพเจ้าใคร่ขอขอบพระคุณผู้ที่ให้ความอนุเคราะห์ทุกท่านที่มิได้กล่าวมาข้างต้นนี้ ที่ได้ให้การช่วยเหลือในการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาครั้งนี้ให้สำเร็จผลได้ด้วยดี และมีส่วนร่วมในการให้ข้อมูล เป็นที่ปรึกษาในการทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสิ้นสมบูรณ์ ตลอดจนให้การดูแลและให้ความเข้าใจเกี่ยวกับชีวิตของการทำงานจริง ข้าพเจ้าขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้

นายผ่านภพ สมคำ
ผู้จัดทำรายงาน
16 ธันวาคม 2548

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทคัดย่อ

(Abstract)

บริษัท ยูไนเต็ด แอนนาลิสต์ แอนด์ เอ็นจิเนียริ่ง คอนซัลแตนท์ จำกัด (ยูเออี) เป็นบริษัทที่ปรึกษาทางด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Consulting) ซึ่งมีบทบาทในการเป็นที่ปรึกษาทางด้านวิชาการที่เกี่ยวข้องกับงานด้านการติดตามตรวจสอบคุณภาพทางด้านสิ่งแวดล้อม พร้อมทั้งมีการจัดทำแผนปฏิบัติการในการลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม มีการศึกษาและสำรวจเพื่อจัดทำแผนการจัดการสิ่งแวดล้อมชุมชนด้านต่างๆ เช่น แผนจัดการขยะมูลฝอย น้ำเสีย อากาศ และเสียง งานด้านการจัดทำระบบฐานข้อมูลทางด้านสิ่งแวดล้อม งานด้านการควบคุมการก่อสร้างด้านวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม งานด้านห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ ซึ่งได้รับการรับรองความสามารถของห้องปฏิบัติการทดสอบมาตรฐาน ISO/IEC 17025 รวมถึงงานด้านสิ่งแวดล้อมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาในบริษัท ยูไนเต็ด แอนนาลิสต์ แอนด์ เอ็นจิเนียริ่ง คอนซัลแตนท์ จำกัด ได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติงานในตำแหน่งผู้ช่วยเจ้าหน้าที่สิ่งแวดล้อม ซึ่งลักษณะงานที่ได้รับมอบหมายแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลักๆ ได้แก่ การฝึกปฏิบัติงานตรวจวิเคราะห์และเก็บข้อมูลภาคสนาม (ซึ่งประกอบไปด้วย การตรวจวัดคุณภาพอากาศและเสียงในบรรยากาศโดยทั่วไปและความสั่นสะเทือน การตรวจวิเคราะห์คุณภาพของอากาศที่ระบายออกจากปล่องโรงงาน การตรวจวิเคราะห์คุณภาพของอากาศในสถานประกอบการและด้านอาชีวอนามัย การเก็บตัวอย่างคุณภาพสิ่งแวดล้อมด้านดินและน้ำ และการจัดทำแบบสอบถามพร้อมทั้งการสัมภาษณ์) การปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ และการศึกษาและจัดทำรายงานในหัวข้อเรื่อง “ความสำคัญของฝุ่นละอองในบรรยากาศและการควบคุม” ในส่วนของการจัดทำรายงานเรื่อง “ความสำคัญของฝุ่นละอองในบรรยากาศและการควบคุม” มีเนื้อหาประกอบไปด้วย ความสำคัญของฝุ่นละอองในบรรยากาศ วิธีการตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศ การควบคุมฝุ่นละอองในบรรยากาศ และกรณีศึกษาการตรวจวิเคราะห์ฝุ่นละอองในบรรยากาศ เพื่อเป็นข้อมูลให้แก่ผู้ที่สนใจศึกษาและนำไปใช้ควบคุมฝุ่นละอองในบรรยากาศต่อไป

สารบัญเรื่อง

	หน้า
จดหมายนำส่ง	**ก**
กิตติกรรมประกาศ	**ข**
บทคัดย่อ	**ค**
สารบัญ	**ง**
สารบัญตาราง	**ฉ**
สารบัญรูป	**ช**
บทที่ 1 บทนำ	**1-1**
1.1 วัตถุประสงค์	1-1
1.2 รายละเอียดเกี่ยวกับบริษัท	1-1
1.3 รายละเอียดเกี่ยวกับการปฏิบัติงาน	1-9
- ตำแหน่งงานและลักษณะงานที่ได้รับมอบหมาย	1-9
- ระยะเวลาในการปฏิบัติงาน	1-9
- รายละเอียดของงานที่ได้ปฏิบัติ	1-11
บทที่ 2 การศึกษาความสำคัญของฝุ่นละอองในบรรยากาศ	**2-1**
2.1 ความหมายและความสำคัญของฝุ่นละออง (Particle matter)	2-1
2.2 แหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองและส่วนประกอบ (Particle source and Composition)	2-1
2.3 การจำแนกประเภทของฝุ่นละออง	2-4
2.4 ผลกระทบที่เกิดจากฝุ่นละออง	2-5
บทที่ 3 การตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศ	**3-1**
3.1 การตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 100 ไมครอน (TSP)	3-1
3.2 การตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM-10)	3-15
บทที่ 4 การควบคุมฝุ่นละอองในบรรยากาศ	**4-1**
4.1 การควบคุมฝุ่นละอองจากยานพาหนะ และการขนส่ง	4-1
4.2 การควบคุมฝุ่นละอองในโรงงานอุตสาหกรรม	4-3
4.3 การควบคุมฝุ่นละอองโดยใช้มาตรการทางด้านกฎหมาย	4-6

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญเรื่อง (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 กรณีศึกษา การตรวจวิเคราะห์ฝุ่นละอองในบรรยากาศ	**5-1**
5.1 บทนำ	5-1
5.2 ความเป็นมาของการจัดทำรายงาน	5-1
5.3 แผนการดำเนินงาน	5-1
5.4 แผนผังที่ตั้งโครงการ และตำแหน่งจุดตรวจวัด	5-3
5.5 วิธีการตรวจวัด	5-5
5.6 ผลการตรวจวัด	5-8
บทที่ 6 สรุปผลการปฏิบัติงานในบริษัทที่ปรึกษาด้านสิ่งแวดล้อม	**6-1**
บรรณานุกรม	
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไปสำหรับประเทศไทย	
ภาคผนวก ข แบบฟอร์มบันทึกผลการปรับเทียบและการคำนวณอัตราการไหลของอากาศ สำหรับเครื่องเก็บตัวอย่าง TSP และ PM-10	
ภาคผนวก ค กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับฝุ่นละอองในบรรยากาศ	

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 1.1 แผนการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท ยูไนเต็ด แอนนาลิสต์ แอนด์ เอ็นจีเนียริ่ง คอนซัลแตนท์ จำกัด	1-10
ตารางที่ 1.2 มาตรฐานความสั่นสะเทือน DIN 4150	1-15
ตารางที่ 1.3 มาตรฐานความสั่นสะเทือนที่มีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย ISO 2631-1:1997(E)	1-15
ตารางที่ 1.4 แสดงมาตรฐานระดับความร้อน	1-22
ตารางที่ 1.5 สรุปภาชนะเก็บตัวอย่างดิน การรักษาตัวอย่าง และระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างก่อนวิเคราะห์โลหะหนักในดิน	1-26
ตารางที่ 5.1 แผนการตรวจวัดคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป	5-2
ตารางที่ 5.2 ผลการตรวจวัดฝุ่นละอองรวม บริษัท ก่อสร้างอุตสาหกรรม จำกัด	5-8
ตารางที่ 5.3 ผลการตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน บริษัท ก่อสร้างอุตสาหกรรม จำกัด	5-9

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
รูปที่ 1.1	การติดตั้งเครื่องตรวจวัดฝุ่นละอองรวมในบรรยากาศ และฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน	1-12
รูปที่ 1.2	การตรวจวัดระดับเสียงทั่วไปในบรรยากาศ	1-14
รูปที่ 1.3	การตรวจวัดความสั่นสะเทือนของพื้นดิน	1-15
รูปที่ 1.4	การตรวจวัดคุณภาพอากาศที่ระบายออกจากปล่องควัน	1-17
รูปที่ 1.5	การตรวจวัดฝุ่นทุกขนาดในสถานประกอบการ	1-18
รูปที่ 1.6	การตรวจวัดฝุ่นที่สามารถเข้าถึงและสะสมในถุงลมของปอดได้	1-19
รูปที่ 1.7	การตรวจวัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์	1-20
รูปที่ 1.8	การตรวจวัดกรดไนตริก และก๊าซไฮโดรเจนคลอไรด์	1-21
รูปที่ 1.9	การตรวจวัดระดับเสียงเฉลี่ย 8 ชั่วโมงการทำงาน	1-21
รูปที่ 1.10	การตรวจวัดความร้อนในสถานประกอบการ	1-22
รูปที่ 1.11	การตรวจวัดความเข้มแสงในสถานประกอบการ	1-23
รูปที่ 1.12	การเก็บตัวอย่างน้ำจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรม	1-24
รูปที่ 2.1	แหล่งกำเนิดฝุ่นละอองที่เกิดตามธรรมชาติ	2-2
รูปที่ 2.2	แหล่งกำเนิดฝุ่นละอองที่เกิดจากการคมนาคมขนส่ง	2-3
รูปที่ 2.3	แหล่งกำเนิดฝุ่นละอองที่เกิดจากการก่อสร้าง	2-4
รูปที่ 2.4	แหล่งกำเนิดฝุ่นละอองที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรม	2-4
รูปที่ 2.5	ผลกระทบของฝุ่นละอองต่อสภาพบรรยากาศทั่วไป	2-6
รูปที่ 4.1	การควบคุมฝุ่นละอองโดยการดูแลรักษาเครื่องยนต์	4-2
รูปที่ 4.2	การควบคุมฝุ่นละอองจากการบรรทุกขนส่งวัสดุ	4-3
รูปที่ 5.1	แผนผังแสดงพื้นที่โครงการก่อสร้างสนามกีฬาครบวงจร รับผิดชอบโดย บริษัท ก่อสร้างอุตสาหกรรม จำกัด	5-3
รูปที่ 5.2	แสดงจุดตรวจวัดคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป	5-4
รูปที่ 5.3	ผลการตรวจวัดฝุ่นละอองรวมบริษัท ก่อสร้างอุตสาหกรรม จำกัด ระหว่างวันที่ 1-7 พฤศจิกายน 2548	5-10

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
รูปที่ 5.4	ผลการตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน บริษัท ก่อสร้างอุตสาหกรรม จำกัด ระหว่างวันที่ 1-7 พฤศจิกายน 2548	5-10
รูปที่ 5.5	การตรวจวัดคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป ในโครงการก่อสร้างสนามกีฬา ครบวงจร โดยบริษัท ก่อสร้างอุตสาหกรรม จำกัด ผู้รับผิดชอบโครงการ ระหว่างวันที่ 1-7 พฤศจิกายน 2548	5-12

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 1

บทนำ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 1
บทนำ

1.1 วัตถุประสงค์

1.1.1 เพื่อศึกษาบทบาทหน้าที่ของนักวิชาการด้านสิ่งแวดล้อม ในการทำงานกับบริษัทที่ปรึกษาด้านสิ่งแวดล้อม

1.1.2 เพื่อนำความรู้ ทฤษฎีที่ได้ศึกษามาใช้ในการปฏิบัติงานจริง เป็นการเพิ่มประสบการณ์ซึ่งจะต้องนำไปใช้จริงในการทำงานต่อไป

1.1.3 เพื่อทำการศึกษาปัญหามลภาวะด้านสิ่งแวดล้อมในปัจจุบัน ในหัวข้อเรื่องความสำคัญของฝุ่นละอองในบรรยากาศและการจัดการ

1.1.4 เพื่อศึกษาระบบการบริหารงานภายในบริษัท ยูไนเต็ด แอนนาลิสต์ แอนด์ เอ็นจิเนียริ่ง คอนซัลแตนท์ จำกัด

1.2 รายละเอียดเกี่ยวกับบริษัท

• ประวัติบริษัท

บริษัท ยูไนเต็ด แอนนาลิสต์ แอนด์ เอ็นจิเนียริ่ง คอนซัลแตนท์ จำกัด (ยู.เอ.อี.) เป็นบริษัทที่ปรึกษาด้านสิ่งแวดล้อม ที่ก่อตั้งโดยกลุ่มนักวิชาการสิ่งแวดล้อม ชีววิทยา และเคมี เมื่อปี 2533 โดยได้รับการจดทะเบียนด้านต่างๆ ดังนี้

- ทะเบียนที่ปรึกษาไทย ประเภท A-354 โดยกระทรวงการคลัง
- ทะเบียนห้องปฏิบัติการวิเคราะห์เอกชน เลขที่ ว-013 ออกโดย กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม
- ทะเบียนผู้ควบคุมดูแลระบบป้องกันสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ ประเภทนิติบุคคล เลขที่ บ-020 ออกโดย กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม
- การรับรองความสามารถห้องปฏิบัติการทดสอบมาตรฐาน มอก. 17025 (ISO/IEC 17025) โดยสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ด้านการตรวจวัด และทดสอบคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป สำหรับ TSP และ PM-10 และการทดสอบตัวอย่างน้ำทุกประเภทสำหรับดัชนีโลหะหนัก (Heavy Metals) และความเป็นกรด-ด่าง

- **ที่ตั้งบริษัท**

บริษัท ยูไนเต็ด แอนนาลิสต์ แอนด์ เอ็นจิเนียริ่ง คอนซัลแตนท์ จำกัด ตั้งอยู่เลขที่ 17 ถนนโยธา ซอยเจริญกรุง 24 แขวงตลาดน้อย เขตสัมพันธวงศ์ กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10100

กรรมการผู้จัดการบริษัท : คุณศุภรัตน์ โชติสกุลรัตน์

ประเภทธุรกิจ : ให้บริการด้านวิเคราะห์คุณภาพสิ่งแวดล้อม

จำนวนพนักงาน : 108 คน

- **นโยบายของบริษัท**

บริษัท ยูไนเต็ด แอนนาลิสต์ แอนด์ เอ็นจิเนียริ่ง คอนซัลแตนท์ จำกัด (ยูเออี) มีนโยบายในการมุ่งเน้นให้บริการเป็นที่ปรึกษาสิ่งแวดล้อม (Environmental Consulting) ด้านต่าง ๆ ดังนี้

- ศึกษาความเหมาะสมและวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมเบื้องต้นของโครงการ
- ศึกษาและสำรวจเพื่อจัดทำแผนจัดการสิ่งแวดล้อมชุมชนด้านต่างๆ เช่น แผนจัดการขยะมูลฝอย น้ำเสีย อากาศ และเสียง เป็นต้น ศึกษาสำรวจด้านการมีส่วนร่วมของชุมชน การกระตุ้นจิตสำนึกของชุมชน จัดให้มีการพัฒนาเครือข่ายชุมชน เพื่อให้รักษาและเฝ้าระวังทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมให้อยู่คู่ชุมชนตลอดไป
- ศึกษาสำรวจเพื่อจัดทำดัชนีบ่งชี้ภาวะมลพิษด้านสิ่งแวดล้อม เพื่อการเฝ้าระวังคุณภาพของสิ่งแวดล้อม
- ติดตามตรวจสอบคุณภาพด้านสิ่งแวดล้อม และการประเมินผลการปฏิบัติตามมาตรการลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม และจัดทำแผนปฏิบัติการในการลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม
- มีการจัดทำระบบฐานข้อมูลทางด้านสิ่งแวดล้อม และจัดทำเว็บไซต์สิ่งแวดล้อมเพื่อการเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ข้อมูลข่าวสารทั้งระดับองค์กรและระดับประเทศ จัดการประชุมเชิงปฏิบัติการ/การฝึกอบรม เพื่อเสริมสร้างประสิทธิภาพและคุณภาพของชุมชน องค์กรด้านการรักษา/อนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม/เฝ้าระวังคุณภาพสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน
- ที่ปรึกษาในการออกแบบระบบบำบัดน้ำเสีย ระบบฝังกลบขยะมูลฝอย และระบบจัดการมลพิษด้านอื่นๆ
- ที่ปรึกษาในการควบคุมการก่อสร้างด้านวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
- ที่ปรึกษาในการควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย และการปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่

- ที่ปรึกษาในการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการทดสอบมาตรฐาน ISO/IEC 17025

- **การจัดการบริหารงานองค์กร**

บริษัท ยูไนเต็ด แอนนาลิสต์ แอนด์ เอ็นจิเนียริ่ง คอนซัลแตนท์ จำกัด (ยู.เอ.อี.) แบ่งการบริหารจัดการองค์กร ออกเป็น 4 ฝ่าย ดังนี้

1. ฝ่ายสิ่งแวดล้อมและโครงการ

ทำหน้าที่ศึกษาสำรวจ ติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมทั้งด้านคุณภาพน้ำ อากาศ เสียง และความสั่นสะเทือน รวมทั้งการจัดการทรัพยากรธรรมชาติด้านต่าง ๆ ได้แก่ ทรัพยากร ชายฝั่ง คุณภาพน้ำและน้ำทะเล ทรัพยากรดิน และนิเวศวิทยา ในโครงการทั้งของภาครัฐบาลและ เอกชน ทั้งในประเทศไทยและประเทศเพื่อนบ้าน เช่น สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว และกัมพูชา เป็นต้น

2. ฝ่ายห้องปฏิบัติการวิเคราะห์

ทำหน้าที่ตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ ครอบคลุมดัชนีทางคุณภาพน้ำ อากาศ ดิน และกากของเสีย ได้ตามมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย นอกจากนี้ยังสามารถให้บริการตรวจสอบตัวอย่างประเภทอื่นที่ห้องปฏิบัติการในประเทศไทยยังไม่สามารถดำเนินการได้ ภายใต้ความร่วมมือจากห้องปฏิบัติการทดสอบในต่างประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา แคนาดา ฮ่องกง และสิงค์โปร ปัจจุบันเป็นห้องปฏิบัติการทดสอบมาตรฐาน ISO/IEC 17025 ที่ได้รับความเชื่อถือในระดับประเทศของทั้งภาครัฐบาลและเอกชน ทั้งในประเทศไทยและประเทศเพื่อนบ้าน เช่น สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว กัมพูชา พม่า เป็นต้น

3. ฝ่ายการตลาดและลูกค้าสัมพันธ์

ทำหน้าที่บริการด้านการประชาสัมพันธ์ การตลาด และติดต่อประสานงานกับลูกค้า ทั้งภาครัฐบาลและเอกชน เช่น การจัดทำข้อเสนอด้านราคา การพิจารณารับงานใหม่ตามระบบ มาตรฐาน ISO/IEC 17025 การตรวจสอบประสิทธิภาพการให้บริการ การประชาสัมพันธ์ข้อมูลข่าวสารของบริษัทให้กับลูกค้าทุกระดับ

4. ฝ่ายธุรการ บัญชี และบุคคล

ทำหน้าที่บริการงานของสำนักงาน งานบัญชี งานธุรการ และงานบุคคลของบริษัท เพื่อส่งเสริมให้บริษัทสามารถดำเนินงานและให้บริการด้านสิ่งแวดล้อมให้กับลูกค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

● **ผลงานและประสบการณ์ของบริษัท**

1. ความพร้อมด้านการศึกษา สำรวจการมีส่วนร่วมของประชาชน การพัฒนาเครือข่ายชุมชน การกระตุ้นจิตสำนึกของชุมชน การประชุมเชิงปฏิบัติการ/การฝึกอบรมเพื่อเสริมสร้างประสิทธิภาพและคุณภาพของชุมชน องค์กร ด้านการรักษา และอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม การเฝ้าระวังคุณภาพสิ่งแวดล้อม

ตัวอย่างผลงานและประสบการณ์ที่ได้ปฏิบัติมาแล้วมีดังนี้

- การอบรมเพื่อเสริมสร้างความรู้และความเข้าใจด้านการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อม ประจำปี 2540-2546 : จัดเตรียมการประชุม และเป็นวิทยากรในการอบรมให้กับผู้บริหาร พนักงานของบริษัท ที่ดิน บางปะอิน จำกัด และผู้ประกอบการทั้งหมดในนิคมอุตสาหกรรมบางปะอิน ระยะที่ 1 และระยะที่ 2

- การอบรมสัมมนา โครงการจัดทำฐานข้อมูลสถานการณ์ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมระดับชาติ และโครงการจัดทำฐานข้อมูลและเว็บไซต์ เพื่อที่จะเป็นการส่งเสริมและสร้างจิตสำนึกด้าน สิ่งแวดล้อมสำหรับเยาวชน ของกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม

- การจัดประชุมเชิงปฏิบัติการในโครงการ การศึกษาและพัฒนาดัชนีบ่งชี้ภาวะมลพิษทางด้าน ชีวภาพในแม่น้ำเจ้าพระยา: บริษัทฯ เป็นผู้จัดการประชุมสัมมนาเชิงปฏิบัติการโดยได้รับความร่วมมือจากผู้เชี่ยวชาญด้านดัชนีบ่งชี้ภาวะมลพิษจากประเทศแคนาดา ให้กับเจ้าหน้าที่ของกองจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ เพื่อให้ความรู้ทั้งทางภาคทฤษฎีและปฏิบัติ ในการตรวจสอบดัชนีบ่งชี้ภาวะมลพิษในแหล่งน้ำผิวดิน พร้อมจัดทำคู่มือสำหรับติดตามตรวจสอบดัชนีบ่งชี้ภาวะมลพิษสำหรับบุคคลทั่วไป

- การจัดให้มีเวทีชุมชนในโครงการระบบการให้ข้อมูลข่าวด่วน ของการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย เพื่อรับฟังความคิดเห็นจากชุมชน หน่วยงานราชการส่วนท้องถิ่น สถานศึกษาและผู้ประกอบการ ที่ศูนย์สัมมนาของนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด พร้อมทั้งจัดทำคู่มือชุมชนน่าอยู่ จำนวน 1, 000 เล่ม

- การฝึกอบรมอาสาสมัครเครือข่ายด้านสิ่งแวดล้อม ในโครงการระบบการให้ข้อมูลข่าวด่วนของการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย เพื่อทำการฝึกอบรมการติดตามตรวจสอบคุณภาพของสิ่งแวดล้อมด้านอากาศ และกลิ่น โดยรอบพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด พร้อมจัดทำคู่มือการใช้งานระบบแจ้งเตือนภัย จำนวน 1, 000 เล่ม ฯลฯ

2. ความพร้อมด้านการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อม และการตรวจประเมินการปฏิบัติตามมาตรการลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม ตามแนวทางของสำนักงานนโยบายและแผน

ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (Environmental Quality Monitoring and Mitigation Measure Implementation Audit Follow Up EIA Based on OEPP Guidelines)

บริษัทมีทีมงานด้านสิ่งแวดล้อมวิศวกรสิ่งแวดล้อม นักธรณีวิทยา นักชีววิทยา นักวาริชศาสตร์ นักอุทกวิทยาแหล่งน้ำ และผู้เชี่ยวชาญด้านสิ่งแวดล้อม ที่สามารถติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อม ทั้งด้านการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำผิวดิน น้ำเสีย/น้ำทิ้ง น้ำบาดาล น้ำทะเล คุณภาพอากาศและเสียงในบรรยากาศโดยทั่วไปและสถานประกอบการ และความสั่นสะเทือน การติดตามตรวจสอบด้านการปนเปื้อนของดินและน้ำใต้ดินด้วยเทคโนโลยี Soil Vapor Gas Technique พร้อมผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านประเมินผลการปฏิบัติตามมาตรการลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม และมีหน่วยตรวจวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อมเคลื่อนที่ (Environmental Quality Monitoring Unit) สำหรับการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำและอากาศ

ตัวอย่างโครงการ ด้านการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่ได้ปฏิบัติมาแล้ว

- โครงการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมของนิคมอุตสาหกรรม 8 แห่ง ได้แก่ นิคมฯ บางชัน บางปู ลาดกระบัง บางพลี ภาคเหนือ (ลำพูน) แหลมฉบัง สมุทรสาคร และภาคเหนือ ตอนล่าง (พิจิตร) ของการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
- โครงการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อม บริเวณท่าเรืออุตสาหกรรมมาบตาพุด ระยะ ที่ 1 และ 2 ของการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
- โครงการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมของสนามบินสมุย ประจำปี 2545 พร้อมตรวจประเมินผลการปฏิบัติตามมาตรการลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมของโครงการ
- โครงการจ้างเหมาติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมของสำนักงานใหญ่การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย นิคมอุตสาหกรรม และท่าเรืออุตสาหกรรม พร้อมตรวจประเมินผลการปฏิบัติตามมาตรการลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมของโครงการ
- โครงการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมของกลุ่มบริษัท ไทยออยล์ จำกัด ประจำปี 2545-2547 พร้อมตรวจประเมินผลการปฏิบัติตามมาตรการลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมของ โครงการ ฯลฯ

3. ความพร้อมด้านการศึกษา สำรวจสถานการณ์ด้านสิ่งแวดล้อม และการจัดทำแผนปฏิบัติการเพื่อการจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อม (Environmental Study and Survey for Environmental Management Action Plan)

บริษัทยูเออี มีประสบการณ์ในการศึกษาในเรื่อง การสำรวจด้านดัชนี และตัวชี้วัดด้านทรัพยากรธรรมชาติ จัดระบบฐานข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อม ประเมินคุณภาพและสถานการณ์ด้านสิ่งแวดล้อม และการจัดทำแผนปฏิบัติการเพื่อการจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมในโครงการต่างๆ

ตัวอย่างผลงานและประสบการณ์ที่ได้ปฏิบัติมาแล้ว

- โครงการสำรวจจัดทำทะเบียนและตรวจสอบคุณภาพน้ำเสียจากสถานประกอบการ ริมฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยาในพื้นที่ 9 จังหวัด ตามโครงการแก้ไขปัญหาน้ำเสียแม่น้ำเจ้าพระยา ของกองอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข

- โครงการสำรวจคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่ง บริเวณฝั่งทะเลอันดามันและอ่าวไทย ด้านตะวันตก ของกรมควบคุมมลพิษ

- โครงการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการจัดการมูลฝอยเสี่ยงอันตรายในเขตเทศบาล ของกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข

- โครงการวางแผนจัดการสิ่งแวดล้อมจากการใช้ทรัพยากรทราย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 7 จังหวัด ของสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

- โครงการส่งเสริมการมีส่วนร่วมของภาคเอกชน และองค์การบริหารส่วนท้องถิ่นในการบริหารจัดการและกำกับดูแลการประกอบกิจการการทำเหมืองแร่ ของกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ กระทรวงอุตสาหกรรม

- โครงการวิเคราะห์การให้บริการวิชาการและเทคโนโลยีในเชิงพานิชย์ ในระบบบำบัดน้ำเสีย รวม 12 แห่ง ขององค์การจัดการน้ำเสีย กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ฯลฯ

4. ความพร้อมด้านการจัดทำฐานข้อมูล (Data Base) ด้านสิ่งแวดล้อม ด้านการจัดทำระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) และการจัดทำเว็บไซต์ (Website) ด้านสิ่งแวดล้อม

ตัวอย่างผลงานและประสบการณ์ที่ได้ปฏิบัติมาแล้ว

- โครงการสำรวจคุณภาพน้ำในลำน้ำสาขาของพื้นที่ลุ่มน้ำหลัก ของกรมควบคุมมลพิษ บริษัทฯ ได้จัดทำระบบฐานข้อมูลมลพิษ เพื่อจัดเก็บข้อมูลด้านสถานที่ตั้งของแหล่งกำเนิดมลพิษ สถานีเก็บตัวอย่างน้ำ และข้อมูลเฉพาะ พร้อมจัดทำแผนที่ในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS)

- โครงการสำรวจและตรวจสอบคุณภาพน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขา และแหล่งน้ำประปาทั่วประเทศของกรมควบคุมมลพิษ เป็นโครงการสำรวจข้อมูลคุณภาพน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคเหนือ ลุ่มน้ำโขง ลุ่มน้ำภาคตะวันออก ลุ่มน้ำภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และลุ่มน้ำภาคใต้

- การจัดทำฐานข้อมูลผลการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมประจำปี 2545 ในโครงการจ้างเหมาติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อม ของสำนักงานใหญ่การนิคมอุตสาหกรรม แห่งประเทศไทย นิคมอุตสาหกรรม ท่าเรืออุตสาหกรรม

- โครงการจัดทำฐานข้อมูลเว็บไซต์ (Website) สถานภาพทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมระดับชาติ โดยนำเสนอในรูปเว็บไซต์ (Website) ชื่อ environet.in.th เพื่อเป็นการส่งเสริมการ

สร้างเครือข่ายในการแลกเปลี่ยนข้อมูลและประชาสัมพันธ์ให้ประชาชนได้ติดตามข้อมูลข่าวสารด้านทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม ฯลฯ

5. ความพร้อมด้านการจัดการและศึกษาประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำเสีย การศึกษาด้านการนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) และการควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย

บริษัทฯ ได้รับการจดทะเบียนรับรองให้เป็นผู้ควบคุมดูแลระบบบำบัดสิ่งแวดล้อม เลขที่ บ-020 จากกรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรมตั้งแต่ปี 2537 จนถึงปัจจุบัน สามารถควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสีย ตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบบัดน้ำเสีย รวมทั้งศึกษาและออกแบบระบบบำบัดน้ำเสียเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่

ตัวอย่างผลงานและประสบการณ์ที่ได้ปฏิบัติมาแล้ว

- โครงการสำรวจโรงงานอุตสาหกรรมประเภทที่จะระบายน้ำเสียลงสู่อาคารดักน้ำเสียโดยตรงและสถานประกอบการในเขตพื้นที่บริการของโครงการจัดการน้ำเสีย จังหวัดสมุทรปราการ
- โครงการศึกษาสำรวจเพื่อออกแบบและปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียของโรงแรม โรงพยาบาลและ อาคารต่างๆ เช่น โรงพยาบาลทักษิณ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ห้างสรรพสินค้าเดอะมอลล์ จังหวัดนครราชสีมา เป็นต้น
- โครงการเฝ้าระวังและตรวจสอบประสิทธิภาพ ของบ่อดักไขมันที่มาจากร้านจำหน่ายอาหาร ของกองอนามัยสิ่งแวดล้อม สำนักอนามัย กรุงเทพมหานคร
- โครงการควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสียจากสถานประกอบการประเภทโรงแรม และอาคาร เช่น โรงแรมอิมพีเรียล ควีนสปาร์ค กทม. อาคารบริหารการสื่อสารแห่งประเทศไทย โรงแรมโนโวเทล บางนา
- โครงการควบคุมดูแลระบบบำบัดน้ำเสียรวม เช่น ระบบบำบัดน้ำเสียรวมท่าเรืออุตสาหกรรมมาบตาพุด นิคมอุตสาหกรรมเกตเวย์ บางปะอิน เป็นต้น ฯลฯ

โรงวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

- **ความพร้อมของห้องปฏิบัติการทดสอบด้านสิ่งแวดล้อม**

บริษัท ยูไนเต็ด แอนนาลิสต์ แอนด์ เอ็นจิเนียริ่ง คอนซัลแตนท์ จำกัด (ยูเออี) มีห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ขนาดพื้นที่ 400 ตารางเมตร ที่ได้รับการจดทะเบียนรับรองห้องปฏิบัติการวิเคราะห์เอกชนเลขที่ ว-013 จากกรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ที่สามารถให้บริการตรวจวัดดัชนีคุณภาพน้ำเสีย น้ำผิวดิน น้ำใต้ดิน และน้ำทะเล จำนวน 115 รายการ ดัชนีคุณภาพ กากตะกอน 21 รายการ คุณภาพอากาศและเสียง 263 รายการ ซึ่งครอบคลุมดัชนีที่กำหนดให้ดำเนินการติดตามตรวจสอบของการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทยทุกดัชนี

ห้องปฏิบัติการทดสอบของบริษัทได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO/IEC Guide 25 หมายเลขการทดสอบ 0050 จากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ด้านความสามารถในการทดสอบโลหะหนักในน้ำจำนวน 15 รายการ และได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO/IEC 17025 สำหรับการทดสอบดัชนีความเป็นกรด-ด่างในตัวอย่างน้ำ การทดสอบโลหะหนักในตัวอย่างน้ำ และการทดสอบคุณภาพอากาศในบรรยากาศสำหรับดัชนีฝุ่นละอองโดยทั่วไป (TSP) และฝุ่นละออง PM-10 รวม 22 รายการ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

1.3 รายละเอียดเกี่ยวกับการปฏิบัติงาน

- **ตำแหน่งงานและลักษณะงานที่ได้รับมอบหมาย**

ตำแหน่งงานที่ได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติงานในตำแหน่ง ผู้ช่วยนักวิชาการสิ่งแวดล้อม โดยลักษณะงานที่ได้รับมอบหมายแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลักๆ คือ

1. การฝึกปฏิบัติงานตรวจวิเคราะห์และเก็บข้อมูลภาคสนาม
   - 1.1 การตรวจวัดคุณภาพอากาศและเสียงในบรรยากาศและความสั่นสะเทือน
   - 1.2 การตรวจวิเคราะห์คุณภาพอากาศที่ระบายออกจากปล่องควัน
   - 1.3 การตรวจวิเคราะห์คุณภาพอากาศในสถานประกอบการและด้านอาชีวอนามัย
   - 1.4 การเก็บตัวอย่างคุณภาพสิ่งแวดล้อมด้านดินและน้ำ
   - 1.5 การจัดทำแบบสอบถามและการสัมภาษณ์
2. การปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์
3. การศึกษาและจัดทำรายงานในหัวข้อเรื่อง “ความสำคัญของฝุ่นละอองในบรรยากาศและการควบคุม”

- **ระยะเวลาในการปฏิบัติงาน**

สำหรับการปฏิงานสหกิจศึกษาภายในบริษัท ยูไนเต็ด แอนนาลิสต์ แอนด์ เอ็นจิเนียริ่ง คอนซัลแตนท์ จำกัด มีกำหนดระยะเวลาปฏิบัติงานทั้งสิ้น 16 สัปดาห์ โดยเริ่มปฏิบัติงานตั้งแต่วันที่ 29 สิงหาคม พ.ศ. 2548 ถึงวันที่ 16 ธันวาคม พ.ศ. 2548 แบ่งระยะเวลาในการปฏิบัติงานออกเป็น 6 ส่วน ได้แก่ การตรวจวิเคราะห์คุณภาพอากาศและเสียงในบรรยากาศและความสั่นสะเทือน การตรวจวิเคราะห์คุณภาพอากาศที่ระบายออกจากปล่องควัน การตรวจวิเคราะห์คุณภาพอากาศในสถานประกอบการและด้านอาชีวอนามัย การปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ การเก็บตัวอย่างคุณภาพสิ่งแวดล้อมด้านดินและน้ำ และการประเมินผลกระทบและการจัดทำรายงาน ซึ่งได้แสดงไว้ในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 แผนการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท ยูไนเต็ด แอนนาลิสต์ แอนด์ เอ็นจีเนียริ่ง คอนซัลแตนท์ จำกัด

หัวข้อการปฏิบัติงานงาน	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4
1. การตรวจวิเคราะห์คุณภาพอากาศและระดับเสียงในบรรยากาศ และความสั่นสะเทือน	12 ก.ย.-21 ก.ย. 48			
2. การตรวจวิเคราะห์คุณภาพอากาศที่ระบายออกจากปล่อง		22 ก.ย.- 5 ต.ค. 48		
3. การตรวจวิเคราะห์คุณภาพอากาศในสถานประกอบการและด้านอาชีวอนามัย		6 ต.ค.-21 ต.ค. 48		
4. การปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ (Lab)			25 ต.ค.-11 พ.ย. 48	
5. การตรวจวิเคราะห์คุณภาพสิ่งแวดล้อมทางด้านน้ำและดิน				14 พ.ย.-2 ธ.ค. 48
6. การศึกษาและจัดทำรายงานการปฏิบัติงานในสถานประกอบการและรายงานวิชาการที่น่าสนใจ			29 ส.ค.-16 ธ.ค.	

• รายละเอียดของงานที่ได้ปฏิบัติ

1. การฝึกปฏิบัติงานตรวจวิเคราะห์และเก็บข้อมูลภาคสนาม

1.1 การตรวจวัดคุณภาพอากาศและเสียงในบรรยากาศและความสั่นสะเทือน

การปฏิบัติงานในส่วนนี้เริ่มตั้งแต่วันที่ 12-21 กันยายน 2548 ซึ่งได้ทำการตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศทั้ง TSP และ PM_{10} การตรวจวัดระดับเสียงทั่วไปในบรรยากาศ และการตรวจวัดความสั่นสะเทือน โดยได้ทำการตรวจวัดในสถานที่และโครงการก่อสร้างต่างๆ เช่น โครงการสร้างทางด่วนและทางยกระดับ โครงการก่อสร้างทางรถไฟฟ้าไปยังสนามบิน โครงการก่อสร้างอาคารพานิชย์ โครงการถนนตัวอย่าง เป็นต้น ซึ่งรายละเอียดในการตรวจวัดมี ดังนี้

• การตรวจวัดฝุ่นละอองรวมในบรรยากาศ (TSP)

ใช้เครื่องเก็บตัวอย่างอากาศชนิดไฮโวลุม (TSP High Volume Air Samplers) เป็นเครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 100 ไมครอนลงมา โดยมีหลักการว่าเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศจะดูดอากาศจำนวนหนึ่งที่วัดปริมาตรแน่นอน เข้าสู่ช่องทางเข้าอากาศ และผ่านกระดาษกรอง ตลอดช่วงการเก็บตัวอย่าง 24 ชั่วโมง โดยกระดาษกรองที่ใช้จะต้องมีประสิทธิภาพในการกรองฝุ่นละอองขนาด 0.3 ไมครอน ได้อย่างน้อยร้อยละ 99 ทำการชั่งน้ำหนักกระดาษกรอง (หลังจากอบกระดาษกรองเพื่อไล่ความชื้นแล้ว) ทั้งก่อนและหลังเก็บตัวอย่าง เพื่อหาน้ำหนักสุทธิ (มวล) ของฝุ่นละออง โดยปริมาตรทั้งหมดที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างต้องปรับแก้ค่าตามสภาวะมาตรฐานที่ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และความกดของอากาศ 760 มิลลิเมตรปรอท เพื่อคำนวณหาปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศเฉลี่ยใน 24 ชั่วโมง ซึ่งเรียกว่าวิธี Pre and Post Weight Difference ตามวิธีมาตรฐาน Gravimetric High Volume สำหรับมาตรฐานของประเทศไทย จะอ้างอิงตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่องกำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไป ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 112 ตอนที่ 52ง. วันที่ 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2538 ได้กำหนดมาตรฐานไว้ว่า ฝุ่นละอองที่มีขนาดต่ำกว่า 100 ไมครอน ต้องมีค่าเฉลี่ยในช่วง 24 ชั่วโมง ไม่เกิน 0.33 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และค่าเฉลี่ย 1 ปี ต้องไม่เกิน 0.1 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

• การตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM-10)

ใช้เครื่องเก็บตัวอย่างอากาศชนิดไฮโวลุม (PM-10 High Volume Air Samplers) ทำการเก็บตัวอย่างอากาศ โดยการดูดผ่านเข้าหัวเก็บตัวอย่างอากาศที่ออกแบบเป็นพิเศษให้ฝุ่นละอองที่มีขนาดตั้งแต่ 10 ไมครอนลงมาเท่านั้น ดูดอากาศในบรรยากาศด้วยอัตราการไหลคงที่ เข้าสู่ช่องทางเข้าอากาศที่ได้รับการออกแบบพิเศษ เพื่อให้สามารถคัดขนาดของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนที่แขวนลอยอยู่ในบรรยากาศออกมา และถูกรวบรวมไว้บนกระดาษกรอง ตลอดช่วงเวลาการเก็บตัวอย่าง 24 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักกระดาษกรอง (หลังจากอบกระดาษกรองเพื่อไล่ความชื้นแล้ว) ทั้งก่อน

และหลังเก็บตัวอย่าง เพื่อหาน้ำหนักสุทธิ (มวล) ของ PM-10 ที่เก็บรวบรวมได้ โดยปริมาตรทั้งหมดที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างต้องปรับแก้ค่าตามสภาวะมาตรฐาน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และความกดของอากาศ 760 มิลลิเมตรปรอท ซึ่งเรียกว่าวิธี Pre and Post Weight Difference ตามวิธีมาตรฐาน Gravimetric High Volume สำหรับมาตรฐานของประเทศไทย จะอ้างอิงตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่องกำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไป ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 112 ตอนที่ 52ง. วันที่ 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2538 ได้กำหนดมาตรฐานไว้ว่า ฝุ่นละอองที่มีขนาดต่ำกว่า 10ไมครอน หรือฝุ่นละอองที่มีอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจ(Respiratory Suspended Particulate Matter) ต้องมีค่าเฉลี่ยในช่วง 24 ชั่วโมง ไม่เกิน 0.12 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และค่าเฉลี่ย 1 ปี ต้องไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

รูปที่ 1.1 การติดตั้งเครื่องตรวจวัดฝุ่นละอองรวมในบรรยากาศ และฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน

• การตรวจวัดระดับเสียงทั่วไปในบรรยากาศ (Ambient-noise measurement)

ทำการตรวจวัดระดับเสียงด้วยเครื่อง Sound Level Meter ซึ่งมีหลักการ คือการประมาณผลของเสียงนั้นหรือการให้ความสำคัญของแหล่งกำเนิด องค์ประกอบที่สำคัญคือการให้ผลการวัดที่คล้ายกับผลจากการสุ่มสำรวจจากกลุ่มคน สามารถวัดเสียงได้ในหลายระดับ รายละเอียดส่วนประกอบของตัว เครื่องวัดเสียงจะประกอบด้วย

- Microphone จะทำหน้าที่เปลี่ยนคลื่นเสียงให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า ซึ่งโดยทฤษฎีแล้วสัญญาณทางไฟฟ้าที่ได้จะต้องมีลักษณะที่สอดคล้องกับกับคลื่นเสียงนั้นๆ ไมโครโฟนที่ใช้จะต้องมีคุณภาพดีพอที่จะต้องไม่รบกวนคลื่นเสียง และไมโครโฟนจะต้องไม่แปรเปลี่ยนประสิทธิภาพตาม

เวลาหรือสิ่งแวดล้อมอื่นๆ แต่โดยปฏิบัติจริงแล้วไมโครโฟนที่ใช้เป็นเพียงการประมาณ แต่ต้องเป็นการประมาณที่น่าพอใจ ไมโครโฟนในการวัดเสียงจะเป็นตัวทำให้เกิดความต่างศักดิ์ไฟฟ้าที่เป็นสัดส่วนกับ Sound pressure ที่ไมโครโฟนได้รับ จึงมักเรียกว่า pressure microphone

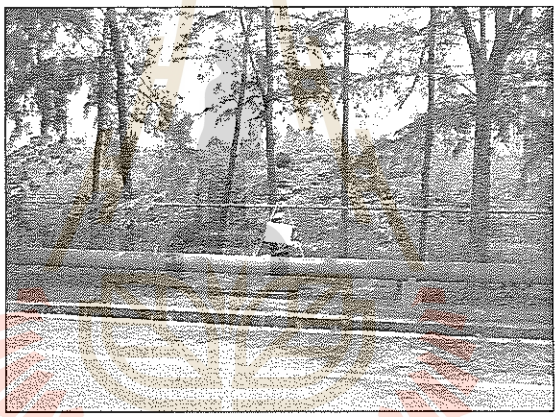
- Weighting network ในการขยายสัญญาณให้สอดคล้องกับสัญญาณเสียงที่มาจากไมโครโฟน ถ้าการขยายไม่คำนึงลักษณะของความถี่ จะเรียกการขยายแบบ “Flat” แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากการตอบสนองของหูต่อเสียงในแต่ละความถี่ไม่เท่ากัน จึงต้องมีวงจรซึ่งทำหน้าที่ปรับค่าเนื่องจากความถี่ให้สอดคล้องกับการได้ยินของหู เช่น วงจรถ่วงน้ำหนัก A (A-Weighting) ซึ่งเป็นวงจรปรับค่าเนื่องจากความถี่ที่นิยมใช้กันมากที่สุด วงจรนี้จะให้อัตราการขยายสูงสุดที่ความถี่ 2,500 Hz และค่อยๆ ลดลงจนถึงความถี่ที่ 1,000 Hz และลดลงอย่างรวดเร็วหลังความถี่ 400 Hz หน่วยของ Sound Level ยังคงเป็น dB แต่มักจะใช้เป็น dBA เพื่อที่จะแสดงว่าใช้วงจรถ่วงน้ำหนัก A ในการปรับค่า นอกจากนี้ยังมีวงจรถ่วงน้ำหนักอื่นๆ เช่น B,C,D ด้วย แต่ไม่นิยมใช้ สำหรับวงจร D มักใช้กับเสียงที่มีความถี่สูงๆ เช่น การวัดเสียงจากเครื่องบิน เป็นต้น Sound Level Meter บางเครื่องจะมีช่องสัญญาณ “Flat” หรือ F ซึ่งเป็นสัญญาณที่วัด Sound pressure level โดยตรงไม่มีการปรับค่า ซึ่งมักจะใช้ในการป้อนสัญญาณเข้าไปสู่เครื่องวิเคราะห์ชนิดอื่น ผลการวัดโดยการใช้วงจรถ่วงน้ำหนักต่างๆ ดังกล่าว เรียกว่า A (หรือ B หรือ C)- weighing Sound level โดยทั่วไปใน Sound Level Meter อย่างน้อยจะต้องมีวงจร A ประกอบอยู่

- Amplifier ทำหน้าที่ขยายเสียงให้เพียงพอต่อการแสดงผล วงจรขยายของ Sound Level Meter มีหน้าที่ ดังนี้คือ จะต้องสามารถขยายสัญญาณที่ส่งมาจากไมโครโฟน ทั้งๆ ที่เป็นสัญญาณขนาดเล็กๆ หรือแม้กระทั่งเสียงที่เบามากๆ ได้ สามารถขยายสัญญาณในช่วงที่ความถี่กว้างมาก เช่น 20-20,000 Hz จะต้องมีสัญญาณรบกวนภายในน้อยมาก และอัตราการขยายจะต้องคงที่ตลอดช่วงการใช้งานที่กำหนด ซึ่งโดยปกติจะต้องมีการปรับแต่งโดยอัตราการขยายคงที่และถูกต้อง

- Indicating meter หลังจากที่สัญญาณจากไมโครโฟนถูกขยายผ่าน weighting network ขนาดของสัญญาณจะถูกรับเทียบกับ meter ในหน่วย decibel จะมีวงจรส่วนหนึ่งในเครื่องวัดเสียงที่ทำหน้าที่เฉลี่ยค่าความดันที่วัดได้ในรูปของค่ารากเฉลี่ยกำลังสอง (rms) แล้วใช้ค่า log ปรับเทียบกับค่าที่ 20 μpascal (ซึ่งเป็นค่า sound pressure อ้างอิง) ค่าที่ได้จึงจะเป็นค่าที่ใช้ในการแสดงผลวัดเสียงรบกวนจริงๆ เครื่องวัดเสียงจะมีเครื่องแสดงผลที่แตกต่างกันออกไป เช่น เป็นเข็มเคลื่อนไหวบนหน้าเครื่องวัด เครื่องแสดงผลแบบนี้เป็นแบบง่ายที่สุด บางเครื่องเป็นแบบตัวเลข ซึ่งได้ผลดีมากถ้าต้องการวัดเสียงดังสูงๆ เมื่อเสียงเปลี่ยนแปลงตามเวลา แต่เนื่องจากตัวเลขเปลี่ยนแปลงเร็วมาก บางครั้งไม่สามารถอ่านค่าที่สมควรอ่านได้จึงมักมีการ “capture” หรือ “hold” ค่าใดค่าหนึ่งไว้ตามต้องการ

ศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เครื่อง Sound Level Meter นี้ มีช่วงการวัดตั้งแต่ 40-140 dB โดยไม่ต้องใช้เครื่องช่วยพิเศษ ไมโครโฟนจะช่วยให้สามารถวัดระดับเสียงที่สูงหรือต่ำได้ ทำการตรวจวัดระดับเสียงโดยใช้มาตรวัดระดับเสียงชนิด Integrated Sound Level Meter มี Wind screen ติดที่หัว Microphone เพื่อป้องกันและกำบังลมที่เป็นปัจจัยให้เกิดความผิดพลาดขณะตรวจวัด โดยติดตั้งมาตรระดับเสียงบนขาตั้ง ให้ไมโครโฟนอยู่สูงจากพื้น 1.2-1.5 เมตร ภายในรัศมี 3.5 เมตร ตามแนวรอบ ไมโครโฟนไม่มีกำแพงหรือสิ่งกีดขวางอื่นใดที่มีคุณสมบัติในการสะท้อนเสียงกีดขวางอยู่ สำหรับเสียงที่เข้ามายังมาตรระดับเสียงจะผ่านวงจรขยายและผ่านตัวกรองเสียงที่ศูนย์ถ่วงน้ำหนักที่ A และ C หรือ F ทำการปรับเทียบระดับเสียงด้วยเครื่อง Sound Level Calibrator ที่ระดับเสียงมาตรฐาน 94.0 dB ความถี่ 1,000 Hz ที่ศูนย์ถ่วงน้ำหนัก F และปรับไปที่ศูนย์ถ่วงน้ำหนัก A ก่อนทำการตรวจวัดระดับเสียงในช่วงเวลา 1 ชั่วโมง (L_{eq}1 hr) และนำค่าระดับเสียงเฉลี่ย 1 ชั่วโมงต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมงมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยระดับเสียง 24 ชั่วโมง (L_{eq}24 hr)



รูปที่ 1.2 การตรวจวัดระดับเสียงทั่วไปในบรรยากาศ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

• การตรวจวัดความสั่นสะเทือน

การตรวจวัดความสั่นสะเทือน โดยใช้มาตรความสั่นสะเทือนยี่ห้อ Blastmate รุ่น Minimate Plus ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ของประเทศสหรัฐอเมริกา ดำเนินการตามข้อกำหนดในมาตรฐาน DIN 4150 ทำการติดตั้งเครื่องวัดความสั่นสะเทือนลงบนพื้น หรือโครงสร้างคอนกรีตในตัวอาคารที่คาดว่าจะได้รับผลกระทบจากการก่อสร้างโครงการ โดยติดตั้งที่ชั้นล่างสุดของอาคารที่เลือก ยึดมาตรความสั่นสะเทือนให้แน่นเพื่อป้องการ Resonance ระหว่างพื้นกับมาตรความสั่นสะเทือน แล้วติดตามตรวจสอบอย่างต่อเนื่องโดยเก็บข้อมูลความสั่นสะเทือนทุกๆ event ที่เกิดขึ้นบริเวณนั้น ๆ นำผลการติดตามตรวจสอบมาเทียบกับมาตรฐาน DIN 4150 ดังตารางที่ 1.2 สำหรับการประเมินผลกระทบของความสั่นสะเทือนที่มีผลต่อโครงสร้างของอาคารหรือสิ่งก่อสร้าง แต่เมื่อต้องการประเมินผล

กระทบกับประชาชนและผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยได้นำผลการตรวจวัดมาเปรียบเทียบกับมาตรฐาน ISO 2631-1:1997(E) ดังตารางที่ 1.3

ตารางที่ 1.2 มาตรฐานความสั่นสะเทือน DIN 4150

Area	Vibration Level (mm/s)			
	<10 Hz	10-50 Hz	50-100 Hz	Frequency Mixture (Plane of floor of uppermost full storey)
Business and Industry	20	20-40	40-50	40
Residential	5	5-15	15-20	15
Sensitive Building	3	3-8	8-10	8

ตารางที่ 1.3 มาตรฐานความสั่นสะเทือนที่มีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย ISO 2631-1:1997(E)

Acceleration Level	Unit	Effect
<315	mm/s^2	Not Uncomfortable
315-630	mm/s^2	A Little Uncomfortable
500-1,000	mm/s^2	Fairly Uncomfortable
800-1,600	mm/s^2	Uncomfortable
1,250-2,500	mm/s^2	Very Uncomfortable
>2,000	mm/s^2	Extremely Uncomfortable

รูปที่ 1.3 การตรวจวัดความสั่นสะเทือนของพื้นดิน

1.2 การตรวจวิเคราะห์คุณภาพอากาศที่ระบายออกจากปล่องควัน

การปฏิบัติงานในส่วนนี้เริ่มตั้งแต่วันที่ 22 กันยายน- 5 ตุลาคม 2548 โดยได้ทำการตรวจวัดคุณภาพอากาศที่ระบายออกจากล่องควัน เช่น ปล่องของเตาเผาขยะติดเชื้อ ขยะอุตสาหกรรม ปล่องควันที่ระบายออกจากโรงงานอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ ซึ่งสารที่เจือปนในอากาศที่ระบายออกจากปล่องควันที่ทำการตรวจวัดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ได้แก่ Particulate, Sulfur dioxide, Nitrogen oxide, Carbon dioxide, เป็นต้น ในการตรวจวัดปริมาณของสารที่เจือปนในอากาศที่ระบายออกจากปล่อง จะเป็นไปตามวิธีการตรวจวัดตามมาตรฐานของ U.S.EPA (United State Environmental Protection Agency) ซึ่งวิธีที่ใช้ในการตรวจวัดโดยส่วนใหญ่จะใช้วิธี ดังนี้

1. การหาตำแหน่งและจำนวนจุดเก็บตัวอย่าง (Sample and Velocity Transverse for Stationary Sources) จะใช้ **U.S.EPA Method 1**

2. การหาความเร็วและอัตราการไหลของก๊าซภายในปล่องโรงงานอุตสาหกรรม (Determination of Stack Gas Velocity and Volumetric) จะใช้ **U.S.EPA Method 2**

3. วิธีการหาน้ำหนักโมเลกุลของอากาศ (Gas Analysis for Carbon Dioxide, Oxygen, Excess Air, and Molecular weight) จะใช้ **U.S.EPA Method 3**

4. การหาปริมาณความชื้นของอากาศภายในปล่องโรงงานอุตสาหกรรม (Determination of Moisture Content in Stack Gases) จะใช้ **U.S.EPA Method 4**

5. เป็นวิธีการเก็บตัวอย่าง เพื่อวัดปริมาณฝุ่นละอองภายในปล่องของโรงงานอุตสาหกรรม (Determination of Particulate Emissions from Stationary Sources) จะใช้ **U.S.EPA Method 5**

6. เป็นวิธีการตรวจวัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ภายในปล่องโรงงานอุตสาหกรรม (Determination of Sulfur dioxide Emissions from Stationary Sources) จะใช้ **U.S.EPA Method 6**

7. วิธีการนี้เป็นวิธีตรวจวัดก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) ภายในปล่องของโรงงานอุตสาหกรรม (Determination of Nitrogen Oxide Emissions from Stationary Sources) จะใช้ **U.S.EPA Method 7**

8. วิธีการนี้เป็นวิธีการตรวจวัดไอกรดซัลฟูริกและก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ภายในปล่องของโรงงานอุตสาหกรรม (Determination of Sulfuric acid and Sulfur dioxide Emissions from Stationary Sources) จะใช้ **U.S.EPA Method 8**

รูปที่ 1.4 การตรวจวัดคุณภาพอากาศที่ระบายออกจากปล่องควัน

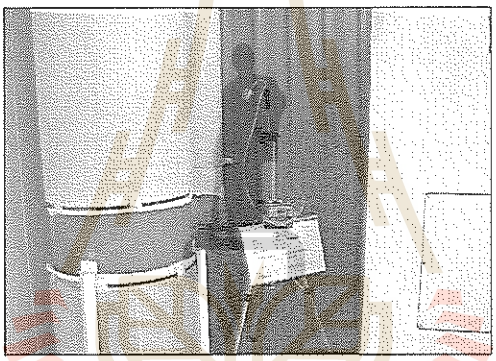
1.3 การตรวจวิเคราะห์คุณภาพอากาศในสถานประกอบการและด้านอาชีวอนามัย

การปฏิบัติงานในส่วนนี้เริ่มตั้งแต่วันที่ 6-21 ตุลาคม2548 โดยได้ทำการตรวจวิเคราะห์คุณภาพอากาศในสถานประกอบการต่างๆ เช่น โรงงานอุตสาหกรรม อาคารสำนักงาน สถานีบริการตรวจเช็คเครื่องยนต์ เป็นต้น ในการตรวจวัดสารมลพิษอากาศในสถานประกอบการจะมีวิธีการที่แตกต่างไปจากการตรวจวัดสารมลพิษจากปล่องควันและการตรวจวัดในบรรยากาศ ทั้งนี้ในการเก็บตัวอย่างอากาศนั้น จะทำภายในสถานประกอบการซึ่งเป็นสภาพแวดล้อมที่คนทำงาน และได้รับสัมผัสกับมลพิษอากาศนั้น เป็นการเก็บตัวอย่างที่เรียกว่า Personal Sampling โดยหลักการการเก็บตัวอย่างอากาศที่คนงานได้รับสัมผัสนั้น มักจะเก็บอากาศที่บริเวณที่คนงานหายใจเข้าไป ซึ่งเป็นอากาศในช่วงอกถึงศีรษะ เครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้เก็บตัวอย่างจะเป็นปั๊มเก็บตัวอย่างขนาดเล็ก ที่เอาไว้ดูดอากาศโดยผ่านกระดาษกรองหรือตัวกรองที่ดูดซับสารมลพิษได้ โดยติดตั้งปั๊มไว้ที่ตัวคนงาน ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างเท่ากับเวลาที่คนงานปฏิบัติงานคือ 8 ชั่วโมง จากนั้นจึงนำตัวอย่างอากาศไปวิเคราะห์เพื่อหาปริมาณสารมลพิษต่อไป ซึ่งวิธีการนี้ใช้อ้างอิงในการเก็บตัวอย่างอากาศและวิธีการวิเคราะห์นั้นอ้างอิงได้จากวิธีการของ NIOSH (The National Institute of Onupational Safety and Health) และ OSHA (Occupational Safety and Health Administration) ของประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งการตรวจวิเคราะห์สารมลพิษแต่ละพารามิเตอร์มีรายละเอียด ดังนี้

• การตรวจวัดฝุ่นทุกขนาด (Total Dust)

ทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นทุกขนาดในโรงงานผลิตวัสดุอุปกรณ์ประเภทอิเล็กทรอนิกส์ โรงงานผลิตล้อรถยนต์ และโรงงานผลิตกาวจากแป้งมัน โดยเก็บตัวอย่างอากาศด้วยเครื่อง Personal Pump

ที่ระดับความสูง 1.5 เมตรจากพื้น ด้วยอัตราการไหล 1 ลิตรต่อนาที เป็นเวลาทั้งหมด 8 ชั่วโมงการทำงาน โดยการแบ่งเก็บตัวอย่างจำนวน 4 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 2 ชั่วโมง จนครบ 8 ชั่วโมง ซึ่งใช้กระดาษกรองชนิด Polyvinyl Chloride Filter ที่ผ่านการควบคุมความชื้นใน Desiccators เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และชั่งน้ำหนักก่อนตรวจวัด นำกระดาษกรองที่เก็บตัวอย่างฝุ่นมาควบคุมความชั้นและชั่งน้ำหนักปริมาณฝุ่นละอองอีกครั้งหนึ่ง เพื่อคำนวณหาปริมาณฝุ่นเฉลี่ยในเวลาปฏิบัติงาน ด้วยวิธี Pre and Post Weight Difference และนำผลคำนวณของฝุ่นละอองในแต่ละช่วงเวลามาคำนวณแบบถ่วงน้ำหนัก Time-Weight Average (TWA) ตามมาตรฐาน OSHA และ ACGIH โดยวิธีมาตรฐาน NIOSH Method 0500 (Gravimetric Low Volume) สำหรับกฎหมายที่เกี่ยวข้อง คือ มาตรฐานความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อมในการทำงาน (สารเคมี) ฉบับที่ 103 ตามประกาศกระทรวงมหาดไทย (30 พฤษภาคม 2520) ได้กำหนดให้ปริมาณฝุ่นทุกขนาดเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานปกติไม่เกิน 15 มก./ลบ.ม.



รูปที่ 1.5 การตรวจวัดฝุ่นทุกขนาดในสถานประกอบการ

• การตรวจวัดสารมลพิษประเภท เบนซีน โทลูอีน เอทธิลเบนซีน และไซลีน (BTEX)

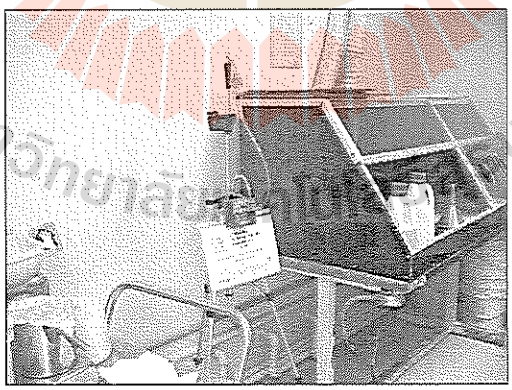
ทำการเก็บตัวอย่างสารมลพิษประเภท เบนซีน โทลูอีน เอทธิลเบนซีน และไซลีน ในสถานีบริการตรวจเช็คเครื่องยนต์ และโรงงานผลิตวัสดุอุปกรณ์ประเภทอิเล็กทรอนิกส์ โดยเก็บตัวอย่างอากาศด้วยเครื่อง Personal Pump ดูดตัวอย่างอากาศด้วยอัตราการไหลที่ 0.2 ลิตรต่อนาที เป็นเวลา 40 นาที ให้อากาศไหลผ่าน Charcoal Tube นำตัวอย่างที่ได้มาวิเคราะห์หาปริมาณ BTEX ด้วยเครื่อง Gas Chromatographic ตามวิธีมาตรฐานของ NIOSH Method 1501 สำหรับกฎหมายที่เกี่ยวข้อง คือ มาตรฐานความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อมในการทำงาน (สารเคมี) ฉบับที่ 103 ตามประกาศกระทรวงมหาดไทย (30 พฤษภาคม 2520) ซึ่งกำหนดให้ เบนซีน โทลูอีน และไซลีน มีความเข้มข้นเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานปกติไม่เกิน 10 ppm, 200 ppm และ 100 ppm ตามลำดับ สำหรับเอทธิลเบนซีนนั้นยังไม่มีมาตรฐานกำหนด

• การตรวจวัดไอน้ำมัน (Oil Mist)

ทำการเก็บตัวอย่างไอน้ำมันจากโรงงาน โรงงานผลิตล้อรถยนต์ เก็บตัวอย่างอากาศด้วยเครื่อง Personal Pump ที่ระดับความสูง 1.5 เมตรจากพื้น ด้วยอัตราการไหล 0.5 ลิตรต่อนาที เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ผ่าน Polyvinyl Chloride Filter แล้วนำกระดาษกรองที่ได้ไปวิเคราะห์หาปริมาณไอน้ำมัน ด้วยเครื่อง Infrared Spectrophotometry ตามมาตรฐาน NIOSH Method 5026

• การตรวจวัดฝุ่นขนาดที่สามารถเข้าถึงและสะสมในถุงลมของปอดได้ (Respirable Dust)

ทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นขนาดเล็กที่สามารถเข้าไปสะสมภายในถุงลมของปอดได้ จากโรงงาน ผลิตวัสดุอุปกรณ์ประเภทอิเล็กทรอนิกส์ และโรงงานผลิตล้อรถยนต์ โดยเก็บตัวอย่างฝุ่นด้วยเครื่อง Personal Pump ที่ระดับความสูง 1.5 เมตรจากพื้น ด้วยอัตราการไหล 1.7 ลิตรต่อนาที เป็นเวลา 8 ชั่วโมง ให้อากาศไหลผ่านกระดาษกรองชนิด Polyvinyl Chloride Filter ซึ่งได้ผ่านการควบคุมความชื้นใน Desiccators มาแล้วเป็นเวลา 24 ชั่วโมง และชั่งน้ำหนักก่อนตรวจวัด นำกระดาษกรองที่เก็บตัวอย่างฝุ่นมาควบคุมความชั้นและชั่งน้ำหนักปริมาณฝุ่นละอองอีกครั้งหนึ่ง เพื่อคำนวณหาปริมาณฝุ่นเฉลี่ยในเวลาปฏิบัติงานเฉลี่ย 8 ชั่วโมง ด้วยวิธี Pre and Post Weight Difference ตามวิธีมาตรฐานของ NIOSH Method 0600 (Gravimetric Low Volume) ซึ่งมีกฎหมายที่เกี่ยวข้อง คือ มาตรฐานความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อมในการทำงาน (สารเคมี) ฉบับที่ 103 ตามประกาศกระทรวงมหาดไทย (30 พฤษภาคม 2520) ได้กำหนดให้ปริมาณฝุ่นทุกขนาดเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานปกติไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร



รูปที่ 1.6 การตรวจวัดฝุ่นที่สามารถเข้าถึงและสะสมในถุงลมของปอดได้

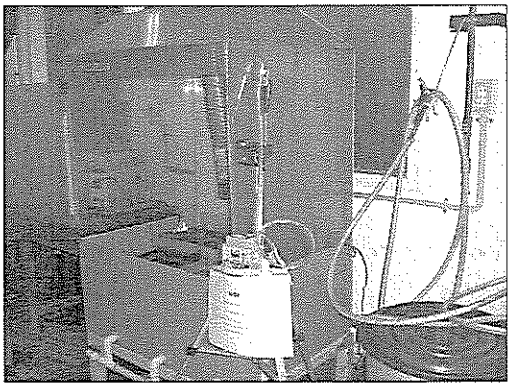
• การตรวจวัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)

ทำการเก็บตัวอย่างก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) จากโรงงานผลิตกาวจากแป้งมัน โดยเก็บตัวอย่างด้วยเครื่อง Personal Pump ที่ระดับความสูง 1.5 เมตรจากพื้น ใช้อัตราการไหลของอากาศ 0.05 ลิตรต่อนาที เป็นเวลา 8 ชั่วโมง โดยเก็บอากาศใส่ Tedlar Sampling Bag แล้วนำตัวอย่างไปวิเคราะห์หาปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ด้วยเครื่อง CO Analyzer โดยใช้วิธีการวิเคราะห์แบบ Non-Dispersive Infrared Method (NDIR) เทียบความเข้มข้นก๊าซที่ตรวจวัดได้กับก๊าซมาตรฐานที่ทราบค่าความเข้มข้น (Certified Standard Gas) ซึ่งมีกฎหมายที่เกี่ยวข้อง คือ ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อม (สารเคมี) ฉบับที่ 103 (30 พฤษภาคม 2520) ได้กำหนดให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนมานอกไซด์ ไม่เกิน 55 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (50 ppm)

รูปที่ 1.7 การตรวจวัดก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์

• การตรวจวัดกรดไนตริก (Nitric Acid) และก๊าซไฮโดรเจนคลอไรด์ (Hydrogen chloride)

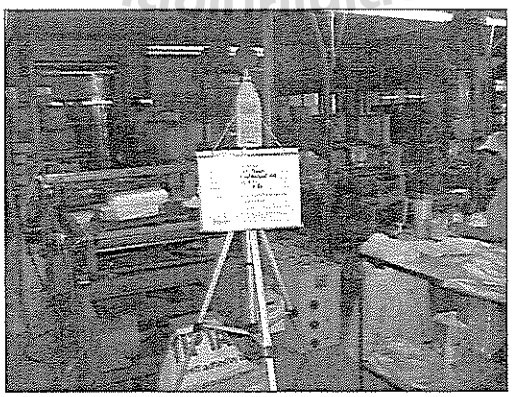
ทำการเก็บตัวอย่างกรดไนตริก และก๊าซไฮโดรเจนคลอไรด์ ภายในสถานีบริการตรวจเช็คเครื่องยนต์ ในขั้นตอนของการชาร์จแบตเตอรี่เครื่องยนต์ ซึ่งการตรวจวัดกรดทั้งสองชนิดจะใช้วิธีเดียวกัน คือ การเก็บตัวอย่างอากาศโดยใช้เครื่อง Personal Pump ที่ระดับความสูง 1.5 เมตรจากพื้น ด้วยอัตราการไหล 0.5 ลิตรต่อนาที เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ผ่าน Silica Gel (Specific Cleaned) แล้วนำตัวอย่างที่ได้ไปวิเคราะห์หาปริมาณกรดไนตริกโดยเครื่อง Ion Chromatograph ตามวิธีมาตรฐานของ NIOSH Method 7903 ซึ่งกฎหมายที่เกี่ยวข้อง คือ ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อม (สารเคมี) ฉบับที่ 103 (30 พฤษภาคม 2520) กำหนดให้ปริมาณกรดไนตริก ไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (2 ppm) และปริมาณก๊าซไฮโรเจนคลอไรด์ ไม่เกิน 7 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (5 ppm)



รูปที่ 1.8 การตรวจวัดกรดไนตริก และก๊าซไฮโดรเจนคลอไรด์

• การตรวจวัดระดับเสียงเฉลี่ย 8 ชั่วโมงการทำงาน

ทำการตรวจวัดระดับเสียงเฉลี่ย 8 ชั่วโมงการทำงาน ซึ่งการตรวจวัดเสียงนี้จะทำการตรวจวัดในสถานประกอบการเกือบทุกประเภท ตรวจวัดโดยใช้มาตรวัดระดับเสียงชนิด Integrated Sound Level Meter ที่มี Wind Screen ติดที่หัว Microphone เพื่อป้องกันและกำบังลมที่เป็นปัจจัยทำให้เกิดการผิดพลาดขณะตรวจวัด การตรวจวัดกระทำโดยติดตั้งไมโครโฟนบนขาตั้งให้ไมโครโฟนอยู่สูงจากพื้น 1.2-1.5 เมตร ภายในรัศมี 1.5 เมตร ตามแนวราบโดยรอบไม่มีกำแพงหรือสิ่งกีดขวางอื่นใดที่มีคุณสมบัติในการสะท้อนสิ่งกีดขวางอยู่ จากนั้นทำการตรวจวัดระดับเสียงเฉลี่ย 8 ชั่วโมงของการทำงาน สำหรับกฎหมายที่เกี่ยวข้อง คือ ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง มาตรการคุ้มครองความปลอดภัยในการประกอบกิจการโรงงานเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. 2546 (6 พฤศจิกายน 2546) ซึ่งมาตรฐานของระดับเสียงเฉลี่ย 8 ชั่วโมง ไม่เกิน 90 dB(A) ระดับเสียงสูงสุดไม่เดิน 140 dB(A) ที่ระยะเวลาทำงานเกิน 7 ชั่วโมง แต่ไม่เกิน 8 ชั่วโมง



รูปที่ 1.9 การตรวจวัดระดับเสียงเฉลี่ย 8 ชั่วโมงการทำงาน

• การตรวจวัดความร้อนในสถานประกอบการ

ทำการตรวจวัดความร้อนในโรงงานผลิตล้อรถยนต์ และโรงงานผลิตพลาสติก วิธีการตรวจวัด คือ ตรวจวัดความร้อนด้วยเครื่องวัดอุณหภูมิชนิด Globe Thermometer โดยตรวจวัดอุณหภูมิกระเปาะเปียกตามธรรมชาติ อุณหภูมิกระเปาะแห้ง และอุณหภูมิแบลคโกลบ นำค่าที่ได้มาคำนวณหาค่า Wet Blub Globe Temperature (WBGT) ด้วยสมการ

ในกรณีที่อยู่ภายในอาคารที่ไม่มีแสงแดดหรือในร่ม

เมื่อ WBGT = 0.7 (NWB) + 0.3 (GT)

NWB = อุณหภูมิกระเปาะเปียกตามธรรมชาติ (องศาเซลเซียส)

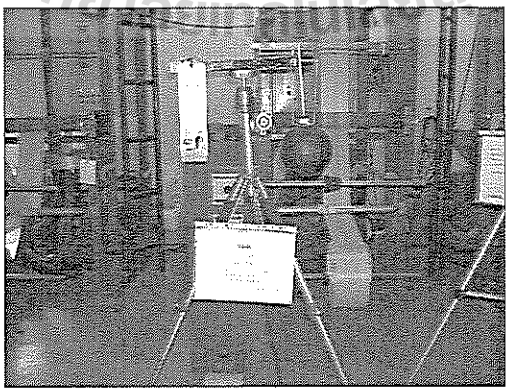
GT = อุณหภูมิแบลคโกลบ (องศาเซลเซียส)

สำหรับกฎหมายที่เกี่ยวข้อง คือ ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง มาตรการคุ้มครองความปลอดภัยในการประกอบกิจการโรงงานเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อมในการทำงานปี พ.ศ. 2546 (6 พฤศจิกายน 2546) ซึ่งมาตรฐานของระดับความร้อนจะขึ้นอยู่กับความหนัก-เบาของงาน ดังตารางที่ 1.4

ตารางที่ 1.4 แสดงมาตรฐานระดับความร้อน *

ความหนักเบาของงาน	**มาตรฐานระดับความร้อน ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิเวท-บัลบ์โกลบ (WBGT) กำหนดเป็นองศาเซลเซียส**
เบา	34.0
ปานกลาง	32.0
หนัก	30.0

* ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมเรื่อง มาตรการคุ้มครองความปลอดภัยในการประกอบกิจการ โรงงานเกี่ยวกับสภาวะแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ. 2546



รูปที่ 1.10 การตรวจวัดความร้อนในสถานประกอบการ

• การตรวจวัดความเข้มแสงในสถานประกอบการ

ทำการตรวจวัดความเข้มของแสงภายในโรงงานผลิตล้อรถยนต์ โรงงานผลิตพลาสติก และโรงงานผลิตวัสดุอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้เครื่องเข้มของแสงสว่าง (Lux Meter) ตามที่กำหนดในมาตรฐานความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม เพื่อนำมาประเมินผลเทียบกับมาตรฐานคุ้มครองความปลอดภัยในการทำงาน ในการประกอบกิจการโรงงานที่เกี่ยวกับสภาวะแวดล้อมในการทำงานตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม (6 พฤศจิกายน พ.ศ. 2547) โดยมาตรฐานจะขึ้นอยู่กับความหยาบ-ละเอียดของชิ้นงานที่ปฏิบัติ

รูปที่ 1.11 การตรวจวัดความเข้มแสงในสถานประกอบการ

1.4 การเก็บตัวอย่างคุณภาพสิ่งแวดล้อมด้านดินและน้ำ

การปฏิบัติงานในส่วนนี้เริ่มตั้งแต่วันที่ 14 พฤศจิกายน- 2 ธันวาคม 2548 โดยมีการเก็บตัวอย่างคุณภาพสิ่งแวดล้อมด้านดินและน้ำ ซึ่งสามารถจำแนกการเก็บตัวอย่างน้ำออกเป็น น้ำดี และน้ำเสีย และมีวิธีในการเก็บตัวอย่างน้ำที่แตกต่างกันออกไป

- น้ำดี จำแนกออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. น้ำดื่ม เป็นน้ำที่ใช้ในการบริโภคในครัวเรือน อาคาร สำนักงาน และกิจการโดยทั่วไป

2. น้ำประปา เป็นน้ำที่ใช้ในการอุปโภคในครัวเรือน อาคาร สำนักงาน ใช้ในกระบวนการผลิต การล้างวัตถุดิบ หรืออาจใช้ในการบริโภค ในครัวเรือน อาคาร สำนักงาน และกิจการโดยทั่วไป

3. น้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน เช่น น้ำจากแม่น้ำลำคลอง ทะเล และน้ำใต้ดินที่มีการสูบขึ้นมาใช้ในกิจกรรมต่างๆ เป็นต้น

- **น้ำเสีย** เป็นน้ำที่ผ่านการใช้แล้วในกิจกรรมต่างๆ เช่น จากครัวเรือน การประกอบธุรกิจการค้า การโรงแรม จากโรงงานอุตสาหกรรม และจากสถานที่ต่างๆ ซึ่งตัวอย่างน้ำจากระบบบำบัดน้ำเสียจะต้องมีการเก็บน้ำทั้งก่อนเข้าระบบและน้ำหลังผ่านจากระบบบำบัดน้ำเสียแล้ว เช่น น้ำเสียจากโรงงานฟอกย้อม โรงงานผลิตอาหารกระป๋อง โรงงานผลิตกระดาษ เป็นต้น เพื่อดูประสิทธิภาพของระบบบำบัดว่ามีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใด

• การเก็บตัวอย่างน้ำจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรม

ทำการเก็บตัวอย่างน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมที่ผลิตกระดาษ ซึ่งในกระบวนการผลิตมีการใช้น้ำในขั้นตอนต่างๆ ทำให้เกิดน้ำเสีย เช่น น้ำเสียที่มาจากขั้นตอนการล้างเยื่อกระดาษ น้ำเสียจากระบบหล่อเย็น น้ำเสียจากกระบวนการฟอกสีและล้างสี เป็นต้น ซึ่งทางโรงงานมีระบบการบำบัดน้ำเสียแบบ Activated Sludge เก็บตัวอย่างน้ำเสียโดยใช้วิธีการเก็บแบบจ้วงตักด้วยกระบวยอะลูมิเนียมใส่ลงในขวดเก็บตัวอย่าง สำหรับพารามิเตอร์ที่ทำการเก็บมาตรวจวิเคราะห์ ได้แก่ ฟีนอล ปริมาณของแข็ง สารโลหะ เป็นต้น โดยทำการรักษาสภาพตัวอย่างตามวิธีการเก็บและเก็บตัวอย่างในถังน้ำแข็ง เพื่อนำส่งห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ต่อไป ซึ่งจะต้องมีการวัดค่า pH และอุณหภูมิในภาคสนามทุกจุดที่ทำการเก็บตัวอย่างทุกครั้ง

รูปที่ 1.12 การเก็บตัวอย่างน้ำจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรม

• การเก็บตัวอย่างน้ำดื่มภายในโรงแรม

ทำการเก็บตัวอย่างน้ำดื่มภายในโรงแรมเพื่อนำไปวิเคราะห์ทางด้านชีววิทยา โดยใช้วิธีการเก็บที่ปลอดเชื้อ (Sterile Technique) ใส่ในขวดสีชาขนาด 150 มิลลิลิตร ที่ผ่านการอบนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว และเพื่อป้องกันการปนเปื้อนต้องห่อฝาขวดด้วยอลูมิเนียมฟอยด์ด้วย ก่อนจะทำการเก็บตัวอย่างน้ำจะต้องเปิดน้ำทิ้งไว้สักประมาณ 5 นาที แล้วจึงลนไฟที่หัวก๊อกน้ำก่อน ทำการเก็บตัวอย่างน้ำใส่ขวด นำขวดเก็บตัวอย่างใส่ถุงซิปพลาสติก แช่เย็นเพื่อรักษาสภาพตัวอย่าง และนำส่งห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ต่อไป

• การเก็บตัวอย่างน้ำจากสระว่ายน้ำ

ในการเก็บน้ำตัวอย่างจากสระว่ายน้ำ เพื่อให้เป็นไปตามข้อบังคับของกรุงเทพมหานคร ว่าด้วยหลักเกณฑ์การประกอบการค้า ซึ่งเป็นที่รังเกียจหรืออาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ ประเภทการจัดตั้งสระว่ายน้ำ พ.ศ. 2530 โดยเก็บตัวอย่างน้ำด้วยวิธีจ้วงเก็บครั้งเดียว (Grab Sampling) ในการเก็บตัวอย่างน้ำใส่ขวดจะต้องทำการเก็บใต้ผิวน้ำ จะต้องระวังไม่จับปากขวดหรือคอขวด เพื่อป้องกันการปนเปื้อน ห่อฝาขวดด้วยอลูมิเนียมฟอยด์ นำขวดเก็บตัวอย่างใส่ถุงซิปพลาสติก แช่เย็นเพื่อรักษาสภาพตัวอย่าง และนำส่งห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ต่อไป พร้อมทั้งทำการตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง และอุณหภูมิ ทันทีในภาคสนาม

• การเก็บตัวอย่างน้ำจากโครงการวางท่อส่งก๊าซธรรมชาติ

ในกระบวนการของการทดสอบความดันในเส้นท่อก๊าซธรรมชาตินั้น จะต้องมีการใช้น้ำในการทดสอบความดันเป็นจำนวนมาก จึงเกิดปัญหาของน้ำทิ้งจากกระบวนการทดสอบความดันนี้ ว่ามีค่าเกินมาตรฐานน้ำทิ้งก่อนระบายลงสู่แหล่งน้ำตามธรรมชาติหรือไม่ โดยทำการเก็บน้ำจากก๊อกที่ต่อจากท่อส่งก๊าซใส่ในขวดที่เตรียมไว้เพื่อนำไปวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ ค่าพารามิเตอร์ที่ตรวจวัดได้แก่ ไขมันและน้ำมันจะเก็บใส่ขวดแก้วและรักษาสภาพโดยการเติมกรดไฮโดรคลอริกให้มี pH น้อยกว่า 2 แล้วเก็บในถังน้ำแข็ง ส่วนพารามิเตอร์ที่ตรวจวัดค่าของแข็งในน้ำจะเก็บใส่ขวดพลาสติกโดยไม่ต้องเติมกรดแล้วนำไปแช่ในถังน้ำแข็ง เพื่อนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการต่อไป

• การเก็บตัวอย่างตรวจสอบการปนเปื้อนโลหะในดิน

การเก็บตัวอย่างดินเพื่อวิเคราะห์หาการปนเปื้อนของโลหะหนัก ก่อนทำการเก็บตัวอย่างดินจะต้องมีการกำหนดจุดตรวจสอบตัวอย่างดิน ตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์ก่อน แล้วจึงดำเนินการเจาะเก็บตัวอย่างดิน โดยใช้เครื่องมือในการเจาะเก็บดินที่เรียกว่า Hand Auger ที่สะอาด ทำการเจาะเพื่อเก็บตัวอย่างดินจากระดับผิวดินจนถึงความลึกประมาณ 60 เซนติเมตร ซึ่งในแต่ละขั้นตอนของการเก็บตัวอย่างดิน จะต้องดำเนินการควบคุมคุณภาพตามวิธีการเก็บตัวอย่างในระบบมาตรฐานของ ISO/IEC 17025 เช่นจะต้องใส่ถุงมือชนิดไม่มีแป้งเพื่อป้องกันการปนเปื้อนขณะเก็บตัวอย่างดิน และต้องมีการบันทึกภาพแสดงชื่อตำแหน่ง และวันที่เก็บตัวอย่าง นำตัวอย่างดินที่เก็บได้ใส่ในกล่อง Polyethylene ที่สะอาด เขียนฉลากติดให้เรียบร้อย แล้วจึงนำส่งห้องปฏิบัติการเพื่อทำการตรวจวิเคราะห์ตาม US.EPA Method 7471 ด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer ในห้องปฏิบัติการต่อไป

ตัวอย่างดินต้องมีการรักษาสภาพตัวอย่าง โดยการแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 ±2 องศา และส่งไปยังห้องปฏิบัติการภายใน 24-48 ชั่วโมง การรักษาตัวอย่างดิน และระยะเวลาเก็บตัวอย่างก่อนการวิเคราะห์โลหะหนัก ดังตารางที่ 1.5

ตารางที่ 1.5 สรุปภาชนะเก็บตัวอย่างดิน การรักษาตัวอย่าง และระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างก่อนวิเคราะห์โลหะหนักในดิน

ดัชนีที่ตรวจวิเคราะห์ดิน	ภาชนะบรรจุตัวอย่างดิน	การรักษาตัวอย่างดิน	ระยะเวลาเก็บรักษาตัวอย่างดิน
โลหะหนัก			
- สารหนู (As)	Polyethylene box	แช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 ±2 ^{0}C	28 วัน
- แคดเมียม (Cd)	Polyethylene box	แช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 ±2 ^{0}C	180 วัน
- โครเมียม เฮกซาวาเลนท์ (Cr^{6+})	Polyethylene box	แช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 ±2 ^{0}C	180 วัน
- ตะกั่ว (Pb)	Polyethylene box	แช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 ±2 ^{0}C	180 วัน
- แมงกานีส (Mn)	Polyethylene box	แช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 ±2 ^{0}C	180 วัน
- ปรอท (Hg)	Polyethylene box	แช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 ±2 ^{0}C	30 วัน
- นิกเกิล (Ni)	Polyethylene box	แช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 ±2 ^{0}C	180 วัน
- ซีลีเนียม (Se)	Polyethylene box	แช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 ±2 ^{0}C	180 วัน

1.5 การจัดทำแบบสอบถามและการสัมภาษณ์

ทำการสำรวจข้อมูลภาคสนาม ในโครงการศึกษาจัดทำแผนแม่บทและคู่มือพัฒนาการท่องเที่ยวจังหวัดสุรินทร์ โดยการจัดทำแบบสอบถามข้อมูล และมีการสัมภาษณ์จากนักท่องเที่ยวที่เข้ามาเที่ยวในจังหวัดสุรินทร์ทั้งนักท่องเที่ยวต่างประเทศ และนักท่องเที่ยวชาวไทยเอง ซึ่งแบบสอบถามจะแบ่งออกเป็น 4 ส่วนหลักๆ ได้แก่ รายละเอียดของผู้ให้ข้อมูล รายละเอียดของการท่องเที่ยวจังหวัดสุรินทร์ ความคิดเห็นของนักท่องเที่ยวต่อการท่องเที่ยวในจังหวัดสุรินทร์ในปัจจุบัน และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการพัฒนาการท่องเที่ยวจังหวัดสุรินทร์ แล้วนำแบบสอบถามพร้อมข้อเสนอแนะมาทำการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อหาแนวทางและวางแผนพัฒนาการท่องเที่ยวของจังหวัดสุรินทร์ต่อไป

2. การปฏิบัติงานในห้องห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์

การปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ เริ่มตั้งแต่วันที่ 25 ตุลาคม-11 พฤศจิกายน 2548 โดยทำการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ (ทั้งน้ำเสียและน้ำดี) ตัวอย่างดิน ตัวอย่างอาหาร ตัวอย่างอากาศ ตัวอย่างทางแบคทีเรีย เป็นต้น ในการวิเคราะห์ตัวอย่างด้านสิ่งแวดล้อมเหล่านี้ มีวิธีการวิเคราะห์ในแต่ละค่าพารามิเตอร์ที่แตกต่างกัน จะขอยกตัวอย่าง หลักการ และวิธีการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญๆ ซึ่งมีรายละเอียดในการตรวจวัด ดังนี้

2.1 การตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างด้านน้ำ

• การตรวจวิเคราะห์หาโลหะหนัก (Heavy Metals)

การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก จะต้องทำการย่อยสลายโลหะหนักด้วยกรดเข้มข้น ภายใต้อุณหภูมิที่สูง เพื่อเปลี่ยนให้อยู่ในรูปละลายน้ำแล้วจึงอ่านค่าความเข้มข้นด้วยวิธี Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) ซึ่งเป็นเทคนิคการวิเคราะห์ธาตุที่ได้รับความนิยมมาก เป็นเทคนิคที่มีความไว มีความเฉพาะ และมีความเร็วในการวิเคราะห์ตัวอย่าง

ค่าพารามิเตอร์ที่ทำการตรวจวัด ได้แก่ ปรอท สารหนู ซีลีเนียมโครเมียม เป็นต้น ในขั้นตอนการย่อยสลายโลหะมีวิธีการเลือกปริมาตรน้ำตัวอย่าง คือ

- ถ้าตัวอย่างเป็นน้ำเสีย ต้องทำปริมาตร 50:50
- ถ้าตัวอย่างเป็นน้ำผิวดิน น้ำบาดาล น้ำดื่ม ต้องทำปริมาตร 100:50
- ถ้าตัวอย่างเป็นน้ำทะเล ต้องทำปริมาตร 100:25

เช่น การวิเคราะห์หา ปรอท(Hg) ในน้ำเสีย มีขั้นตอน ดังนี้

1. ทำการปิเปตตัวอย่างมา 50 มิลลิลิตร
2. เติมกรด H_2SO_4 เข้มข้น 2.50 มิลลิลิตร + กรด HNO_3 เข้มข้น 1.25 มิลลิลิตร
3. เติม $KMnO_4$ 7.50 มิลลิลิตร
4. ทิ้งไว้อย่างน้อย 15 นาที หลังจากนั้นเติม $K_2S_2O_8$ 4.00 มิลลิลิตร
5. นำไปย่อยบน Water bath ที่อุณหภูมิ 95 องศา 2 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งเหลือปริมาตรตัวอย่างประมาณ 10-20 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ให้เย็น
6. เติม NaCl-Hydroxylamine 3.00 มิลลิลิตร
7. ปรับปริมาตรเป็น 50.00 มิลลิลิตร
8. นำไปวิเคราะห์ด้วย AAS

• การตรวจวิเคราะห์หาแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (TKN)

ไนโตรเจนที่พบในน้ำตามแม่น้ำ ลำคลอง น้ำทิ้งที่มาจากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ มีอยู่หลายรูปแบบด้วยกัน คือ ไนโตรเจนที่อยู่ในรูปของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน หรือไนโตรเจนที่อยู่ในรูปของสารอินทรีย์ที่เรียกว่า ไนโตรเจนอินทรีย์หรือออร์แกนิกไนโตรเจนก็ได้ ทีเคเอ็น จะหมายถึงผลบวกระหว่างไนโตรเจนอินทรีย์ และแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ที่อยู่ในโปรตีนของพืชหรือสัตว์หรือเกิดจากกระบวนการของสิ่งมีชีวิต เช่น เกิดจากการขับถ่ายของเสีย เป็นต้น (TKN= NH_3-N + Organic N)

การวิเคราะห์หาแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ด้วยวิธี Kjeldahl Method (TKN) มีขั้นตอน ดังนี้

1. ทำการปิเปตน้ำตัวอย่าง 50.00 มิลลิลิตร แล้วปิเปต Digestion reagent ลงไป 10.00 มิลลิลิตร (ทำ Blank ด้วยน้ำกลั่นทุกครั้ง)
2. ใส่ Glass breed ลงไป 3-4 เม็ด ตั้งการย่อยสลาย ที่อุณหภูมิ 380 องศา ประมาณ 45 นาที
3. ยกลงตั้งให้เย็น แล้วเติมน้ำกลั่นลงไป 50.00 มิลลิลิตร ในแต่ละหลอด
4. เติม สารละลาย NaOH-$Na_2S_2O_3$ $5H_2O$ ลงไป 10.00 มิลลิลิตร
5. นำไปกลั่นด้วยเครื่องกลั่น TECATOR โดยใช้ 2% Boric acid เป็นตัวจับ N
6. เก็บปริมาตรที่กลั่นได้ประมาณ 100 มิลลิลิตร (ถ้ามี N จะได้สารละลายสีเขียว)
7. ไทเทรตด้วย 0.02 N H_2SO_4 (จากสีเขียวเป็นสีม่วง)

การคำนวณ

$$\text{มก./ล. แอมโมเนีย-ไนโตรเจน} = \frac{(A-B)*280}{\text{มล. ตัวอย่างน้ำที่ใช้ในการกลั่น}}$$

• การตรวจวิเคราะห์หาของแข็งทั้งหมด (Total Solids)

ของแข็งทั้งหมด หมายถึง สารที่เหลือเป็นคราบหรือตะกอนภายหลังจากที่ผ่านการระเหยทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศา น้ำจะกลายเป็นไอและระเหยไป เหลือเป็นตะกอนของสารที่มีในตัวอย่างน้ำ ซึ่งตะกอนก็ประกอบไปด้วย สารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ ก็คือของแข็งทั้งหมดนั่นเอง ประกอบด้วยของแข็งละลายน้ำ (Dissolved Solids) ของแข็งที่ละลายน้ำไม่ได้ (Undissolved Solids) หรือของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids)

ของแข็งทั้งหมด = ของแข็งละลายน้ำ + ของแข็งแขวนลอย

การวิเคราะห์หาปริมาณของแข็งทั้งหมด (TS) มีขั้นตอน ดังนี้

1. นำถ้วยกระเบื้องมาล้างให้สะอาด อบแห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 103 องศา เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เพื่อให้น้ำหนักคงที่ ทำให้เย็นโดยใส่ในตู้ดูดความชื้น แล้วนำไปชั่งน้ำหนัก สมมติว่าได้ A กรัม
2. เลือกปริมาตรตัวอย่างน้ำให้เหมาะสม ใส่ในถ้วยกระเบื้อง (ก่อนจะตวงตัวอย่างน้ำ ต้องเขย่าตัวอย่างน้ำให้เข้ากันให้ดี)
3. นำไประเหยแห้งใน Water bath หรือเผาที่ 103 องศา
4. นำไปอบในตู้อบที่ 103 องศา นาน 1 ชั่วโมง
5. ทำให้เย็นในตู้ดูดความชื้น ประมาณ 30 นาที
6. ชั่งน้ำหนัก สมมติว่าได้ B กรัม (น้ำหนักเพิ่ม คือ ปริมาตรของแข็งทั้งหมด)

การคำนวณ

$$TS\ (มก./ล.) = \frac{(B-A)*10^6}{มล.\ ตัวอย่างน้ำที่ใช้}$$

ถ้าจะหาของแข็งระเหยง่าย และของแข็งคงตัว นำน้ำตัวอย่างที่หา TS แล้วไผาที่อุณหภูมิ 550 องศา 15-20 นาที ทำให้เย็นในตู้ดูดความชื้น แล้วนำมาชั่ง น้ำหนักที่หายไปคือของแข็งระเหยง่าย ส่วนตะกอนที่เหลืออยู่คือของแข็งคงตัว

• การตรวจวิเคราะห์หาปริมาณน้ำมันและไขมัน (Oil and Grease)

น้ำมันและไขมัน หมายถึง สารไฮโดรคาร์บอนตั้งแต่พวกที่มีน้ำหนักโมเลกุลมาก และมีแหล่งกำเนิดจากแร่ นับตั้งแต่ก๊าซโซลีน จนกระทั่งถึงน้ำมันหล่อลื่น นอกจากนี้ยังรวมถึงพวกกลีเซอ-ไรด์ ที่มาจากพวกหรือสัตว์ และมีสถานะเป็นของเหลวที่อุณหภูมิปกติ สารที่สามารถละลายได้ในตัวทำละลาย (Solvent) ซึ่งเป็นสารที่สกัดได้จากตัวอย่างที่มีสภาพเป็นกรด โดยใช้ตัวทำละลายและสารเหล่านี้ไม่ระเหยในระหว่างกระบวนการวิเคราะห์

การวิเคราะห์อาศัยหลักการแยกไขมันและน้ำมัน ที่ละลายและไม่ละลายในน้ำ ด้วยสารละลายเฮกเซน (n-Hexane) ในกรวยแยก จากนั้นระเหยตัวทำละลายออกจนแห้ง นำส่วนที่เหลือไปอบแห้ง แล้วทิ้งไว้ให้เย็นในโถทำแห้ง ชั่งน้ำหนัก

การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำมันและไขมัน (Oil and Grease) มีขั้นตอน ดังนี้

1. เทตัวอย่างน้ำปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร ที่รักษาสภาพด้วยกรดไฮโดรคลอริกให้มีพีเอชเป็น 2 หรือต่ำกว่า ลงในกรวยแยก
2. เติมเฮกเซนปริมาตร 30 มิลลิลิตร ลงในขวดตัวอย่าง หมุนให้เฮกเซนชะน้ำมันและไขมันที่ติดข้างขวดให้หมด แล้วเทรวมกับตัวอย่างน้ำในกรวยแยก สกัดโดยการเขย่าแรงๆ เป็นเวลา 3-5 นาที ปล่อยให้ชั้นไขมันแยกออกจากน้ำ
3. กรองชั้นของตัวทำละลายผ่านกระดาษกรองที่ชุบด้วยเฮกเซนลงในขวดกลั่น ซึ่งได้อบแห้งที่อุณหภูมิ 103 องศา และชั่งหาน้ำหนักไว้ก่อนแล้ว (ส่วนที่เป็นอิมันชัน ทำให้แตกออกได้โดยเทผ่านโซเดียมซัลเฟต 1 กรัม ที่อยู่ก้นกระดาษกรองรูปกรวย และอาจเติมโซเดียมซัลเฟตลงไปอีก 1 กรัม ได้ถ้าต้องการ
4. ทำตามข้อ 2 และ 3 ซ้ำอีก 2 ครั้ง โดยเติมเฮกเซนลงไปใหม่อีกตามสมควร ต้องบันทึกปริมาตรที่ใช้แต่ละครั้งไว้ รวมตัวทำละลายทั้งหมดลงในขวดกลั่น
5. ชะล้างกรวยแยก กระดาษกรอง และกรวยกรองด้วยเฮกเซน 10-20 มิลลิลิตร แล้วเทรวมลงในขวดกลั่น
6. ระเหยตัวทำละลายให้แห้งบนเครื่องอังไอน้ำที่ 70 องศาเซลเซียส ทำให้แห้งมากขึ้น โดยวางขวดกลั่นในเครื่องอังน้ำที่ปิดฝาได้ 15 นาที
7. ปล่อยให้เย็นในโถทำแห้งเป็นเวลา 30 นาที นำมาชั่งน้ำหนักรวม
8. ทำ Blank โดยใช้ปริมาตรทั้งหมดของเฮกเซนที่ใช้สกัดตัวอย่าง

การคำนวณ

$$\text{มก./ล. น้ำมันและไขมันทั้งหมด} = \frac{R-B}{V}$$

R = มก. ของน้ำมันและไขมัน หาได้จาก น้ำหนักขวดที่มีไขมันและน้ำมันลบด้วยน้ำหนักของขวดกลั่น

B = Blank น้ำหนักเป็นมิลลิกรัม ของส่วนที่เหลือของเฮกเซน

V = ปริมาตรของตัวอย่างน้ำ เป็นลิตร

2.2 การตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างด้านอากาศ

• การวิเคราะห์ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) จากปล่องโรงงานอุตสาหกรรม (US.EPA Method 6)

ทำการชักตัวอย่างอากาศจากล่องโรงงาน แล้วแยกละอองกรดซัลฟุริกและก๊าซซัลเฟอร์ไตรออกไซด์ออกจากอากาศด้วยใยแก้วและ Isopropyl Alcohol ตามลำดับ แล้วจึงดูดซึมก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ จากนั้นวิเคราะห์หาปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ด้วยวิธี Bariumthorin Titration วิธีนี้สามารถวิเคราะห์ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ค่าต่ำสุด คือ 3.4 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และค่าสูงสุด คือ 80,000 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

• การวิเคราะห์ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (NO_2) จากปล่องโรงงานอุตสาหกรรม (US.EPA Method 7)

ทำการเก็บตัวอย่างอากาศจากปล่องโรงงานเข้าไปไว้ในภาชนะแก้ว ซึ่งอยู่ในสภาวะสูญญากาศ และบรรจุสารละลายดูดซึมเจือจางของกรดซัลฟุริกไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ จากนั้นวิเคราะห์หาปริมาณก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ ยกเว้นก๊าซไนตรัสออกไซด์ด้วยวิธีการดูดกลืนแสง ที่ 410 นาโนเมตร โดยทำปฏิกิริยากับกรดฟีนอลไดซัลฟอนิก วิธีนี้สามารถวิเคราะห์ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ได้ระหว่าง 2- 400 มิลลิกรัม (เทียบเป็นไนโตรเจนไดออกไซด์) ต่อลูกบาศก์เมตร

2.3 การตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างทางชีววิทยา

โดยทั่วไปแล้วน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นน้ำจากสระ คลอง บึง น้ำจากบ่อบำบัดน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว แม้กระทั่งน้ำที่ใช้ดื่มหรือน้ำใช้ทั่วไปมักจะมีจุลินทรีย์หลากหลายชนิดปนเปื้อนอยู่ ปริมาณจุลินทรีย์สูงสุดที่ควรจะมีได้ในแต่ละแหล่งน้ำจะมีความปลอดภัยนั้น ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการนำน้ำจากแหล่งนั้นไปใช้

ในการตรวจสอบคุณภาพน้ำทางชีววิทยา สามารถตรวจได้ 2 วิธี กล่าวคือ การตรวจหาเชื้อของจุลินทรีย์ชนิดนั้นโดยตรงซึ่งต้องใช้เวลานาน วิธีการยุ่งยากจึงนิยมตรวจโดยใช้วิธีทางอ้อมซึ่งเป็นการตรวจหาจุลินทรีย์ที่จะใช้เป็นดัชนี เพื่อบ่งชี้ว่าคุณภาพน้ำนั้นไม่ปลอดภัยหรือเป็นน้ำที่อาจได้รับการปนเปื้อนจากเชื้อโรค โดยเฉพาะอย่างยิ่งเชื้อโรคจากระบบทางเดินอาหารของคนและสัตว์ เช่น Vibrio cholerae (อหิวาตกโรค), Shigella dysenteriae (โรคบิด) เป็นต้น

กลุ่มจุลินทรีย์ที่นิยมใช้เป็นดัชนีในการตรวจสอบคุณภาพน้ำทางชีววิทยา คือ กลุ่มแบคทีเรียโคลิฟอร์ม (Coliform bacteria group) ซึ่งได้แก่ แบคทีเรียไนจีนัส Escherichia เช่น *E.Coli*

คุณสมบัติของโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่ดี

1. รูปร่างเป็นท่อน (Rod shape)

2. ไม่สร้างสปอร์ (Non- spore forming)

3. ย้อมสีแกรมแรกไม่ติด (Gram negative)

4. สามารถย่อยสลายน้ำตาล และแลคโทส (Lactose) ให้กรดและแก๊ซภายใน 48 ชั่วโมง ภายใต้อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส

5. เติบโตในอาหารแข็ง (Solid media) EMB (Eosin Methylene Blue) ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 24 ชั่วโมง

6. สามารถเติบโตในอาหารเหลว (Liquid media) BGLB (Brilliant Green Lactose Bile Broth) ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 48 ชั่วโมง

วิธีการตรวจหาโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่นิยมใช้กันอยู่มี 3 วิธี คือ

1. วิธี MPN (Most Probable Number or Multiple Tube Technique Method)

วิธีนี้เป็นการตรวจหาจำนวนแบคทีเรียชี้แนะ โดยอาศัยหลักการคำนวณทางสถิติช่วย เหมาะสำหรับตัวอย่างน้ำ ที่มีความขุ่นหรือพวกน้ำเสียต่างๆ

2. วิธีเยื่อกรอง (Membrane Filter Technique Method)

วิธีนี้เหมาะสำหรับน้ำตัวอย่างที่มีความใส เช่น น้ำประปา หรือน้ำที่ใช้สำหรับบริโภค น้ำจากสระว่ายน้ำ เป็นต้น

3. วิธีนับจากจานเพาะเชื้อมาตรฐาน (Standard Plate Count Method)

เป็นจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดที่ปนเปื้อนในตัวอย่างน้ำ วิธีนี้มีประโยชน์ในการควบคุมโรงกรองน้ำในการผลิตน้ำประปา แต่ค่าที่ได้ไม่ได้เป็นมาตรฐานในการประเมินคุณภาพของน้ำโดยตรง

3. การศึกษาและจัดทำรายงานในหัวข้อเรื่อง "ความสำคัญของฝุ่นละอองในบรรยากาศและการควบคุม"

ปัญหาเรื่องฝุ่นละอองในบรรยากาศมีความสำคัญในระดับต้นๆ ของกรุงเทพมหานครและเมืองใหญ่ๆ ซึ่งส่งผลกระทบต่อประชาชน โดยเฉพาะผู้ที่อยู่ในกลุ่มเสี่ยง เช่น เด็ก ผู้สูงอายุ และผู้ที่มีโรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจอยู่แล้ว ดังนั้น ผู้จัดทำจึงได้เห็นถึงความสำคัญของปัญหาฝุ่นละอองในบรรยากาศนี้ จึงได้ศึกษาและจัดทำเป็นรายงานประกอบการสหกิจศึกษาในครั้งนี้ ซึ่งมีหัวข้อ ประกอบไปด้วย การศึกษาความสำคัญของฝุ่นละอองในบรรยากาศ การตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศ การควบคุมฝุ่นละอองในบรรยากาศ และกรณีศึกษาในการตรวจวิเคราะห์ฝุ่นละอองในบรรยากาศ โดยได้แสดงข้อมูลรายละเอียดไว้ในบทที่ 2 ถึงบทที่ 5 ของรายงานเล่มนี้ต่อไป

บทที่ 2
การศึกษาความสำคัญของฝุ่นละอองในบรรยากาศ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 2
การศึกษาความสำคัญของฝุ่นละอองในบรรยากาศ

2.1 ความหมายและความสำคัญของฝุ่นละออง (Particle matter)

ฝุ่นละออง (Particle matter) คือส่วนย่อยของของแข็ง หรือของเหลวที่พบใน Flue gas (ไม่คิดรวมน้ำเข้าไปด้วย) เกิดจากการรวมตัวกันของฝุ่นละอองเล็กๆ ซึ่งมาจากการที่วัตถุถูกทุบ ตี บด กระแทก จนแตกออกเป็นชิ้นส่วนเล็ก ๆ เมื่อถูกกระแสลมพัดก็จะปลิวกระจายตัวอยู่ในอากาศ และตกลงสู่พื้น ซึ่งเวลาในการตกจะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับน้ำหนักของอนุภาคฝุ่น โดยทั่วไปมีขนาดแตกต่างกันตั้งแต่ 0.0002 ไมครอน จนถึงขนาดใหญ่กว่า 500 ไมครอน ฝุ่นละอองขนาดใหญ่สามารถแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศ 2-3 นาที ฝุ่นละอองที่แขวนลอยอยู่ในอากาศได้นานมักเป็นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM-10) เนื่องจากมีความเร็วในการตกลงสู่พื้นต่ำ หากมีแรงกระทำจากภายนอกมาเกี่ยวข้อง เช่น การไหลเวียนของอากาศ และกระแสลม เป็นต้น จะสามารถทำให้แขวนลอยในอากาศได้นานมากขึ้น ซึ่งบ่อยครั้งเราจะพบว่าคำศัพท์เกี่ยวกับฝุ่นละอองนั้นก่อให้เกิดความสับสน เนื่องมาจากควัน หมอก และไอน้ำที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ที่ยาวนาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงการปฏิวัติอุตสาหกรรม ศัพท์เหล่านี้ ได้แก่ dust, smoke, mists และ spray รวมถึง dispersion aerosol และ condensation aerosol ด้วย ซึ่งนำมาใช้อธิบายการระบาย (Emission) ของฝุ่นละอองออกสู่บรรยากาศ

ฝุ่นละอองในบรรยากาศ เป็นปัญหามลพิษทางอากาศที่สำคัญที่สุดของกรุงเทพมหานครและเมืองใหญ่ๆ ของประเทศ โดยเฉพาะฝุ่นละอองขนาดเล็ก หรือฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM10) หากพบค่าเกินมาตรฐานคุณภาพอากาศ จะส่งผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจของประชาชน โดยเฉพาะผู้ที่อยู่ในกลุ่มเสี่ยง ได้แก่ เด็ก ผู้สูงอายุ และผู้ที่มีโรคประจำตัวเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจอยู่แล้ว จะเป็นผู้ที่ได้รับผลกระทบได้ง่าย

2.2 แหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองและส่วนประกอบ (Particle source and Composition)

ฝุ่นละออง (Particle matter) เกิดขึ้นได้จากวิธีการทางกลศาสตร์ ปฏิกิริยาทางเคมี การควบแน่น หรือ atomization ซึ่งฝุ่นละอองที่เป็นของแข็ง ถูกปล่อยออกสู่อากาศโดยกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับก๊าซ ขณะที่มีการสัมผัสหรือมีการเคลื่อนย้าย หรืออาจเกิดขึ้นโดยตรงจากการปฏิบัติการ เช่น การบด การโม่ ในกระบวนการผลิต หรือฝุ่นละอองที่เป็นของแข็งอาจเกิดจากกระบวนการทางเคมีในกระบวนการที่อุณหภูมิสูง ซึ่งทำให้เกิดการระเหิดของของแข็งที่ระเหิดได้กลายเป็นฝุ่น

ละออง ของ metal oxide หรือวัตถุดิบอื่นๆ การเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ก็สามารถทำให้เกิดการระบายของ carbon ฝุ่นละอองของสารที่ไม่เผาไหม้ในเชื้อเพลิงได้เช่นกัน

ฝุ่นละอองที่เป็นของเหลวเกิดขึ้นได้จากกระบวนการควบแน่น (Condensation) หรือปฏิกิริยาทางเคมี กลุ่มควันที่พบใน stack เป็นสารระเหยของสารอินทรีย์ (Organic material) ในก๊าซเสีย ก๊าซที่เป็นกรด เช่น sulfur trioxide (SO_3) ซึ่งควบแน่นและกลายเป็นหยดของ sulfuric acid (H_2SO_4) แขวนลอยอยู่ในอากาศที่เรียกว่า “Aerosol” การเกิดของฝุ่นละอองของเหลวโดยทั่วไปแล้วจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ บ่อยครั้งพบว่า ฝุ่นละอองจะไม่เกิดจนกว่า flue gas จะถูกปล่อยขึ้นมาจาก steam plume ส่วนไอน้ำจะควบแน่นและรวมตัวเป็นหยด ทำให้เกิดการหักเหของแสงเกิดเป็น “steam plume” ซึ่งปกติพบที่ power plant ในขณะที่อากาศเย็น หรือในช่วงฤดูหนาว อย่างไรก็ตาม โดยส่วนใหญ่ น้ำไม่รวมเป็นสารมลพิษ (Pollutant) และโดยนิยามจะไม่นับรวมเป็น particle matter ด้วย

แหล่งที่มาของฝุ่นละอองในบรรยากาศ โดยทั่วไปจะแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

2.2.1 ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ (Natural Particle)

เกิดจากกระแสลมที่พัดผ่านตามธรรมชาติ ทำให้เกิดฝุ่น เช่น ดิน ทราย ละอองน้ำ เขม่าควันจากไฟป่า ภูเขาไฟ ฝุ่นเกลือจากทะเล เป็นต้น

รูปที่ 2.1 แหล่งกำเนิดฝุ่นละอองที่เกิดตามธรรมชาติ

2.2.2 ฝุ่นละอองที่เกิดจากกิจกรรมที่มนุษย์สร้างขึ้น (Man-made Particle)

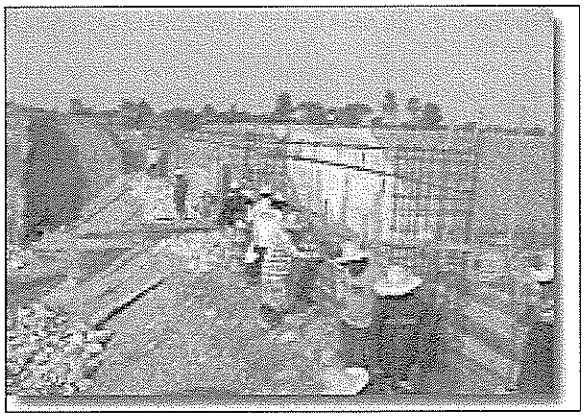
- การคมนาคมขนส่ง

- รถบรรทุกหิน ดิน ทราย ซีเมนต์หรือวัตถุที่ทำให้เกิดฝุ่น หรือดินโคลนที่ติดอยู่ที่ล้อรถขณะแล่นจะมีฝุ่นตกอยู่บนถนน แล้วกระจายตัวอยู่ในอากาศ
- ไอเสียจากรถยนต์ เครื่องยนต์ดีเซลปล่อยเขม่า ฝุ่น ควันดำ ออกมา
- ถนนที่สกปรก มีดินทรายตกค้างอยู่มาก หรือมีกองวัสดุข้างถนนเมื่อรถแล่นจะทำให้เกิดฝุ่นปลิวอยู่ในอากาศ
- การก่อสร้างถนนใหม่ หรือการปรับปรุงผิวจราจร ทำให้เกิดฝุ่นมาก
- ฝุ่นที่เกิดจากยางรถยนต์ และผ้าเบรก

รูปที่ 2.2 แหล่งกำเนิดฝุ่นละอองที่เกิดจากการคมนาคมขนส่ง

- การก่อสร้าง

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



รูปที่ 2.3 แหล่งกำเนิดฝุ่นละอองที่เกิดจากการก่อสร้าง

- โรงงานอุตสาหกรรม

- การเผาไหม้เชื้อเพลิง เช่น น้ำมันเตา ถ่านหิน ฟืน แกลบ เพื่อนำพลังงานไปใช้ในการผลิต
- กระบวนการผลิตที่มีฝุ่นออกมา เช่น การปั่นฝ้าย การเจียรโลหะ การเคลื่อนย้ายวัตถุดิบ

รูปที่ 2.4 แหล่งกำเนิดฝุ่นละอองที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรม

2.3 การจำแนกประเภทของฝุ่นละออง

ฝุ่นละอองในบรรยากาศสามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภท ตามแหล่งกำเนิดของฝุ่นละออง คือ ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นและแพร่กระจายสู่บรรยากาศโดยตรง และฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นภายหลังโดยปฏิกิริยาต่างๆ ในบรรยากาศ เช่น การรวมตัวด้วยปฏิกิริยาทางฟิสิกส์ หรือปฏิกิริยาทางเคมี หรือปฏิกิริยาเคมีแสง (Photochemical reaction) ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นเหล่านี้จะมีชื่อเรียกต่างกันไปตามลักษณะการ รวมตัวฝุ่นละออง เช่น ควัน (Smoke) ฟูม (fume) หมอกน้ำค้าง (mist) เป็นต้น

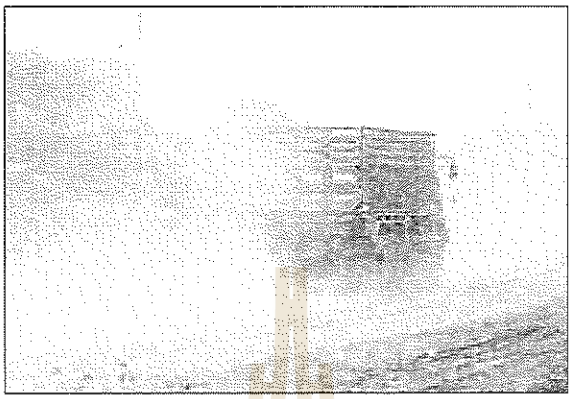
ฝุ่นละอองอาจเกิดจากธรรมชาติ เช่น ฝุ่น ดิน ทราย หรือเกิดจากควันดำจากท่อไอเสียรถยนต์ การจราจร และการอุตสาหกรรม ฝุ่นละอองที่ถูกสูดเข้าไปในระบบทางเดินหายใจทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ รบกวนการมองเห็น และทำให้สิ่งต่างๆ สกปรกเสียหายได้ ในบริเวณที่พักอาศัยปริมาณฝุ่นละออง 30% เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ส่วนบริเวณที่อยู่อาศัยใกล้ถนนฝุ่นละออง 70-90% เกิดจากการกระทำของมนุษย์และพบว่าฝุ่นละอองมีสารตะกั่วและสารประกอบโบไมด์สูงกว่าบริเวณนอกเมือง อันเนื่องมาจากมลพิษที่เกิดจากยานพาหนะ ฝุ่นละอองเมื่อแยกตามขนาด พบว่า 60% โดยประมาณ จะเป็นฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ฝุ่นประเภทนี้เกิดจากรถประจำทางและรถบรรทุกที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลบางส่วนมาจากโรงงานอุตสาหกรรมส่วนมากจะพบอยู่ทั่วไปในเขตเมือง เขตอุตสาหกรรม และเขตกึ่งชนบท หากพบในปริมาณที่สูงจะมีผลต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน เนื่องจากมีขนาดเล็กพอที่จะเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจส่วนล่างและถุงลมปอดของมนุษย์ได้เป็นผลให้เกิดโรคทางเดินหายใจโรคปอดต่างๆ เกิดการระคายเคืองและทำลายเยื่อหุ้มปอด หากได้รับในปริมาณมากและเป็นเวลานานจะเกิดการสะสม ทำให้เกิดพังผืดและเป็นแผลได้ ทำให้การทำงานของปอดลดลง ความรุนแรงขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของฝุ่นละอองนั้น ส่วนฝุ่นขนาดใหญ่อีกประมาณ 40% ที่เหลือเกิดจากการก่อสร้างและการฟุ้งกระจายของฝุ่นจากพื้นที่ว่างเปล่า ฝุ่นประเภทนี้ไม่มีผลต่อสุขภาพอนามัยมากนัก เพียงแต่จะก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อทางเดินหายใจส่วนต้นและอาจเป็นเพียงการรบกวนและก่อให้เกิด ความรำคาญเท่านั้น

2.4 ผลกระทบที่เกิดจากฝุ่นละออง

2.4.1 ต่อสภาพบรรยากาศทั่วไป

- ฝุ่นจากการคมนาคมขนส่งและการจราจร เช่น ฝุ่นดินทรายที่ฟุ้งกระจายในถนน ขณะที่รถยนต์วิ่งผ่าน ฝุ่นดินทรายที่หล่นจากการบรรทุกขนส่งบนเส้นทางการจราจร
- ฝุ่นจากการก่อสร้าง เช่น ฝุ่นจากการสร้างถนน/อาคาร การปรับปรุงผิวการจราจร การรื้อถอนอาคารและสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ การก่อสร้างเพื่อติดตั้งหรือปรับปรุงระบบสาธารณูปโภค
- ฝุ่นจากการประกอบการอุตสาหกรรม เช่น การทำปูนซีเมนต์ โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับหิน กรวด ทราย หรือดิน สำหรับใช้ในการก่อสร้างอย่างใดอย่างหนึ่ง การโม่บดหรือย่อยหิน การร่อนหรือการคัดกรวดหรือทราย
- ฝุ่นจากการประกอบกิจกรรมอื่นๆ เช่น การทำความสะอาด การทำอาหาร การทาสี เป็นต้น

ฝุ่นละอองจะทำให้ความสามารถในการมองเห็นลดลง เนื่องจากว่าฝุ่นละอองในบรรยากาศทั้งที่เป็นของแข็ง และของเหลวสามารถดูดซับและหักเหแสงได้ ทำให้ทัศนวิสัยในการมองเห็นเสื่อมลง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาด ความหนาแน่น และองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองนั้น



รูปที่ 2.5 ผลกระทบของฝุ่นละอองต่อสภาพบรรยากาศทั่วไป

2.4.2 ต่อวัตถุและสิ่งก่อสร้าง

เนื่องจากฝุ่นละอองในบรรยากาศมีคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีที่ต่างกัน จึงสามารถส่งผลกระทบต่อวัตถุและสิ่งก่อสร้างได้ เช่น การสึกกร่อนของโลหะ หินอ่อน หรือวัตถุอื่น ๆ เช่น รั้วเหล็ก หลังคาสังกะสี รูปปั้น การทำลายผิวหน้าของสิ่งก่อสร้าง การเสื่อมคุณภาพของผลงานทางศิลปะ ก่อให้เกิดความสกปรก/เลอะเทอะของวัตถุ เป็นต้น

2.4.3 ต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์

ฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่จะก่อให้เกิดปัญหามลพิษหรือเหตุเดือดร้อนรำคาญ ส่วนฝุ่นละอองที่สามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจของมนุษย์ได้มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ฝุ่นละอองขนาดเล็กเหล่านี้ เมื่อเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจ จะเกาะตัวหรือตกตัวได้ในส่วนต่างๆ ของระบบทางเดินหายใจ ก่อให้เกิดการระคายเคือง แสบจมูก ไอ จาม มีเสมหะ และทำลายเนื้อเยื่อของอวัยวะนั้น ๆ เช่นเนื้อเยื่อปอด ซึ่งหากได้รับในปริมาณมากหรือในช่วงเวลานาน จะมีการสะสมของฝุ่นในเนื้อเยื่อปอด เกิดเป็นพังผืดหรือแผลขึ้นได้ และทำให้การทำงานของปอดเสื่อมประสิทธิภาพลงทำให้หลอดลมอักเสบ เกิดโรคหอบหืด ถุงลมโป่งพอง และมีโอกาสเกิดโรคระบบทางเดินหายใจเนื่องจากติดเชื้อเพิ่มขึ้นได้

บทที่ 3

การตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 3
การตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศ

การตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศ ตามมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป สำหรับระเทศไทยนั้น จำเป็นต้องทำความเข้าใจในค่ามาตรฐานฝุ่นละอองในบรรยากาศโดยทั่วไป ช่วงเวลาใด และวิธีการตรวจวัด เพื่อป้องกันความผิดพลาดในการตรวจวัด และการวิเคราะห์ผลการตรวจวัดที่ได้ให้เป็นไปอย่างถูกต้อง ซึ่งค่ามาตรฐานฝุ่นละอองในบรรยากาศโยทั่วไปกำหนดไว้ คือ ค่าเฉลี่ยของฝุ่นละอองรวมหรือฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 100 ไมครอน (TSP) ในเวลา 24 ชั่วโมง จะต้องไม่เกิน 0.33 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และในเวลา 1 ปี จะต้องไม่เกิน 0.10 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ส่วนค่าเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM-10) ในเวลา 24 ชั่วโมง จะต้องไม่เกิน 0.12 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และในเวลา 1 ปี จะต้องไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

การวัดหาค่าเฉลี่ยของฝุ่นละอองรวมหรือฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 100 ไมครอน และฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในเวลา 24 ชั่วโมง หรือ ในเวลา 1 ปี ให้ใช้วิธีการตรวจวัดตามระบบกราวิเมตริก (Gravimetric) หรือระบบอื่นที่กรมควบคุมมลพิษเห็นชอบ เช่น ระบบเบต้า เร (Beta Ray) ระบบเทเปอ อิลิเม้น ออสซิเลติ้ง ไมโครบาลานซ์ (Tapered Element Oscillating Microbalance) และระบบไดโคโตมัส (Dichotomous) เป็นต้น ในการวัดหาค่าเฉลี่ยฝุ่นละอองในบรรยากาศนั้น ให้ทำการตรวจวัดในบรรยากาศทั่วๆไป โดยจะต้องสูงจากพื้นดินอย่างน้อย 1.50 เมตร แต่ไม่เกิน 6 เมตร

ระบบกราวิเมตริก (Gravimetric) หมายความว่า การวัดค่าฝุ่นละอองโดยดูดอากาศผ่านแผ่นกรอง ซึ่งมีประสิทธิภาพในการกรองฝุ่นละอองขนาด 0.3 ไมครอน ได้ร้อยละ 99 แล้วหาน้ำหนักฝุ่นละอองจากแผ่นกรองนั้น

3.1 การตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 100 ไมครอน (TSP)

3.1.1 หลักการ

• เครื่องเก็บตัวอย่างอากาศชนิดไฮโวลุม ดูดอากาศจำนวนหนึ่งที่วัดปริมาตรแน่นอน เข้าสู่ช่องทางเข้าอากาศ และผ่านกระดาษกรอง ตลอดช่วงการเก็บตัวอย่าง 24 ชั่วโมง โดยกระดาษกรองที่ใช้จะต้องมีประสิทธิภาพในการกรองฝุ่นละอองขนาด 0.3 ไมครอน ได้อย่างน้อยร้อยละ 99

• ชั่งน้ำหนักกระดาษกรอง (หลังจากอบกระดาษกรองเพื่อไล่ความชื้นแล้ว) ทั้งก่อนและหลังเก็บตัวอย่าง เพื่อหาน้ำหนักสุทธิ (มวล) ของฝุ่นละออง โดยปริมาตรทั้งหมดที่ใช้ในการเก็บ

ตัวอย่างต้องปรับแก้ค่าตามสภาวะมาตรฐานที่ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และความกดของอากาศ 760 มิลลิเมตรปรอท

3.1.2 การเตรียมการ

✖ เครื่องมือและอุปกรณ์

1) เครื่องเก็บตัวอย่าง TSP ชนิดไฮโวลุม ประกอบด้วย

- มอเตอร์ สำหรับดูดอากาศให้ไหลผ่านกระดาษกรอง
- เครื่องบันทึกอัตราการไหลของอากาศ (Recorder)
- กระดาษกราฟวงกลมสำหรับบันทึกอัตราการไหลของอากาศ (Recorder chart)
- อุปกรณ์ควบคุมอัตราการไหลของอากาศ (Control flow device)
- อุปกรณ์ตั้งเวลาเปิด-ปิดเครื่องเก็บตัวอย่าง (Timer)
- อุปกรณ์อื่นๆ เช่น มาร์นอมิเตอร์น้ำ (Manometer water) บาร์รอมิเตอร์ (Barometer)

2) เครื่องมือและอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ

- เครื่องชั่ง (Balance) ที่มีความละเอียด 0.1 มิลลิกรัม
- ตู้ดูดความชื้น (Desiccators) ที่มีอุปกรณ์วัดความชื้นสัมพัทธ์ (Hygrometer)
- สารดูดความชื้น ซิลิกา เจล (Silica gel)
- คีมคีบปากแบน (Forcep) เคลือบด้วย Teflon
- ถุงมือไวนิล ไม่มีแป้ง (Vinyl non powdered gloves) สำหรับหยิบจับกระดาษกรอง
- ถุงพลาสติกซิป สำหรับบรรจุกระดาษกรอง
- ซองกระดาษสีน้ำตาล สำหรับบรรจุกระดาษกรอง โดยมีรายละเอียดสำหรับข้อมูลภาคสนาม และผลการคำนวณ
- เครื่องประทับหมายเลขกระดาษกรอง (Running number)
- กระดาษกรองใยแก้ว (Glass fiber filter) ขนาด 8*10 นิ้ว

✖ การเตรียมกระดาษกรอง

1) ตรวจสอบความสมบูรณ์ของกระดาษกรอง

- ใช้กระดาษกรองใยแก้ว (Glass fiber filter) ขนาด 8*10 นิ้ว ในการเก็บตัวอย่าง TSP
- ตรวจดูความไม่สมบูรณ์ของกระดาษกรอง เช่น รอยฉีกขาด รูพรุน สีของกระดาษกรองที่เปลี่ยนไป และกระดาษกรองไม่เรียบเสมอกัน เป็นต้น หากพบว่ากระดาษกรองมีความบกพร่องดังกล่าว จะไม่นำมาใช้ในการเก็บตัวอย่าง

• ทำการกำหนดรหัสหมายเลขกระดาษกรอง โดยกำหนดเป็นตัวเลขเพื่อแสดงรายละเอียดของกระดาษกรอง เช่น ปีที่ใช้กระดาษกรอง ชนิดของกระดาษกรอง และเลขรหัสของกระดาษกรอง เป็นต้น

• ประทับรหัสหมายเลขกระดาษกรองด้วยเครื่องประทับหมายเลขลงบนด้านหลังกระดาษกรอง (ด้านที่ไม่ใช้เก็บตัวอย่าง)

2) การอบกระดาษกรองก่อนเก็บตัวอย่าง

• สภาวะแวดล้อมสำหรับการอบกระดาษกรองก่อนเก็บตัวอย่าง

- ความชื้นสัมพัทธ์น้อยกว่า 50% โดยควบคุมไม่ให้เปลี่ยนแปลงเกิน ± 5%
- อุณหภูมิห้องระหว่าง 15-30 องศาเซลเซียส โดยควบคุมไม่ให้เปลี่ยนแปลงเกิน ± 3 องศาเซลเซียส

• ก่อนอบกระดาษกรอง ให้ทำความสะอาดตู้ดูดความชื้นทุกครั้ง

• นำซิลิกาเจล ใส่ในตู้ดูดความชื้น (ซิลิกาเจล ที่ดูดความชื้นไว้มาก ๆ จะเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีม่วง สามารถนำไปอบที่อุณหภูมิ 150-170 องศาเซลเซียส ประมาณ 1-2 ชั่วโมง เพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ได้)

• วางกระดาษกรองบนชั้นวางของตู้ดูดความชื้น โดยหงายด้านที่ใช้เก็บตัวอย่างขึ้น

• อบกระดาษกรองอย่างน้อย 24 ชั่วโมง

• เมื่อครบ 24 ชั่วโมง ใส่กระดาษกรองในถุงซิป และเก็บไว้ในตู้ดูดความชื้นอีก 2-3 ชั่วโมง เพื่อให้มีการดูดความชื้นในถุงซิปอีกครั้ง

ข้อควรระวัง หากต้องการนำกระดาษกรองไปวิเคราะห์โลหะต่อไป ไม่ควรใช้คีมชนิดที่เป็นโลหะจับกระดาษกรอง เพราะอาจเกิดการปนเปื้อนได้

3) การชั่งน้ำหนักกระดาษกรองก่อนเก็บตัวอย่าง

• เปิดเครื่องชั่งทิ้งไว้อย่างน้อย 2 ชั่วโมง

• ปรับเครื่องชั่งให้เป็น 0.0000 กรัม (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง)

• ปรับเทียบเครื่องชั่งด้วยตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน โดยน้ำหนักตุ้มมาตรฐานจะต้องแตกต่างจากน้ำหนักเดิมไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัม หากแตกต่างจากนี้ ให้ยกเลิกการชั่งในวันนั้น

• นำกระดาษกรองที่ผ่านการอบแล้วมาชั่งน้ำหนัก

• บันทึกน้ำหนักกระดาษกรองลงบนถุงซิป และซองกระดาษสีน้ำตาลด้วยปากกา

• ใส่กระดาษกรองในถุงซิป และนำถุงซิปดังกล่าวพร้อมกับแนบกระดาษกราฟวงกลมสำหรับบันทึกอัตราการไหลของอากาศ ใส่ไว้ในซองกระดาษสีน้ำตาล เพื่อเตรียมสำหรับเก็บตัวอย่างในภาคสนามต่อไป

3.1.3 การเก็บตัวอย่าง

✖ กำหนดจุดเก็บตัวอย่าง TSP ในบรรยากาศ

การกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง TSP ในบรรยากาศ โดยทั่วไปจะกำหนดให้ช่องทางเข้าอากาศของเครื่องเก็บตัวอย่างสูงจากพื้นดินอย่างน้อย 1.50 เมตร แต่ไม่เกิน 6 เมตร ซึ่งมากพอที่จะไม่ดูดเอาละอองจากพื้นเข้าไปด้วย ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงตำแหน่งของผู้ที่ได้รับผลกระทบ และความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ

<u>หลักเกณฑ์ทั่วไปในการเลือกจุดติดตั้งเครื่องเก็บตัวอย่าง</u>

• ควรติดตั้งเครื่องเก็บตัวอย่างให้ห่างจากกันสาดอย่างน้อย 2 เมตร และอย่างน้อย 10 เมตร กรณีที่มีต้นไม้เป็นสิ่งกีดขวาง

• ช่องทางเข้าอากาศของเครื่องเก็บตัวอย่าง ควรอยู่ห่างจากสิ่งกีดขวาง เช่น อาคาร อย่างน้อย 2 เท่าของความสูงของสิ่งกีดขวางที่โผล่เหนือช่องทางเข้าอากาศนั้น

• ในรัศมี 270 องศา รอบช่องทางเข้าอากาศ ต้องไม่มีอะไรกีดขวางการไหลของอากาศ

• เครื่องเก็บตัวอย่างไม่ควรอยู่ใกล้บริเวณที่มีปล่องเตาหลอมโลหะ หรือเตาเผาขยะ

• ถ้าต้องการตรวจวัด TSP จากยานพาหนะ ให้ติดตั้งเครื่องเก็บตัวอย่างใกล้ถนนที่มีรถติดมากที่สุด และในถนนที่คาดว่าจะมีความเข้มข้นของ TSP สูง

✖ การปรับเทียบเครื่องเก็บตัวอย่าง TSP ชนิดไฮโวลุม

เครื่องเก็บตัวอย่าง TSP ชนิดไฮโวลุม จะมี 2 ประเภท คือ เครื่องเก็บตัวอย่าง TSP ชนิดไฮโวลุม ที่ไม่มีอุปกรณ์ควบคุมการไหลของอากาศ และเครื่องเก็บตัวอย่าง TSP ชนิดไฮโวลุม ที่มีอุปกรณ์ควบคุมการไหลของอากาศ (Volumetric Flow Controller: VFC) ในการปรับเทียบเครื่องเก็บตัวอย่างดังกล่าว จะดำเนินการปรับเทียบด้วยชุดปรับเทียบอัตราการไหลของอากาศที่ผ่านการปรับเทียบกับมาตรฐานปฐมภูมิ (Primary standard) และได้รับการรับรองจากผู้ผลิตแล้ว ที่เรียกว่าชุดปรับเทียบ Orifice flow rate transfer standard หรือ Calibration orifice โดยชุดปรับเทียบ Orifice มีอุปกรณ์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่

1. Orifice เป็นกระบอกโลหะ เส้นผ่านศูนย์กลาง 7.6 เซนติเมตร ยาว 15.9 เซนติเมตร มีรูเปิดที่ปลายด้านหนึ่ง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5.1 เซนติเมตร

2. Resistance plates เป็นแผ่นต้านทานการไหลของอากาศ จำนวน 5 แผ่น มีจำนวนรูเปิดต่างกันตั้งแต่ 5, 7, 10, 13 และ 18 รู หรือ 10, 13, 18, 22 และ 24 รู

1) การปรับเทียบเครื่องเก็บตัวอย่าง TSP ที่ไม่มีอุปกรณ์ควบคุมการไหลของอากาศ

การปรับเทียบเครื่องเก็บตัวอย่าง TSP ชนิดนี้ เป็นการปรับเทียบเครื่องวัดอัตราการไหลของอากาศสำหรับเครื่องเก็บตัวอย่าง ด้วยชุดปรับเทียบ Orifice ที่มีขั้นตอนการปรับเทียบ ดังนี้

1.1 การตรวจสอบการรั่วไหลของอากาศ

• เปิดฝาบนของเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศออก คลายน็อตที่ยึดแผ่นหน้าของกระดาษกรอง (Face plate) แล้วเอาแผ่นหน้าที่ยึดกระดาษกรองดังกล่าวออก

• ติดตั้งระบบการปรับเทียบด้วยชุดปรับเทียบ Orifice โดยไม่ต้องใส่กระดาษกรอง

• ตรวจเช็คการเชื่อมต่อและการอุดตันหรือหักงอของข้อต่อ ระหว่างเครื่องบันทึกอัตราการไหลของอากาศกับ Pressure tap ที่อยู่ด้านล่างของมอเตอร์

• ใส่กระดาษกราฟวงกลมสำหรับบันทึกอัตราการไหลของอากาศ

• ตรวจเช็คการรั่วไหลของอากาศทั้งระบบ โดยใช้ฝ่ามือปิดช่องทางเข้าอากาศของ Orifice และใช้นิ้วโป้งปิดปลายท่อที่ใช้สำหรับต่อกับมาร์นอมิเตอร์น้ำ แล้วเปิดมอเตอร์

• สังเกตการรั่วของอากาศที่ผ่านกระบอกใส่มอเตอร์ด้านล่างเครื่อง

ข้อควรระวัง ไม่ควรเปิดมอเตอร์ขณะที่อุดช่องทางเข้าอากาศของ Orifice นานเกิน 30 วินาที เพราะทำให้มอเตอร์เสียหายได้

• ปิดมอเตอร์ เอาฝ่ามือที่ปิดช่องทางเข้าอากาศของ Orifice ออก แล้วตรวจเช็คการหักงอหรือฉีกขาดของจุดเชื่อมต่อกับมาร์นอมิเตอร์ เปิดปลายท่อของมาร์นอมิเตอร์ ปล่อยให้อากาศไหลผ่าน

• ถ้าไม่มีอากาศรั่วไหล ให้ทำตามขั้นตอนต่อไป

1.2 ดำเนินการปรับเทียบ

• วางแผ่นต้านทานการไหลของอากาศแผ่นแรกลงบนระหว่าง Orifice กับที่จับกระดาษกรอง โดยทำการปรับเทียบอย่างน้อย 4 จุด

• ตรวจเช็คการรั่วไหลของอากาศทั้งระบบ

• ตรวจเช็คการหักงอของจุดเชื่อมต่อกับมาร์นอมิเตอร์ หมุนเปิดปลายท่อของมาร์นอมิเตอร์ ปล่อยให้อากาศไหลผ่าน แล้วสังเกตการไหลของเหลวในท่อ เลื่อนสเกลของมาร์นอมิเตอร์ที่เป็นศูนย์ให้อยู่ตรงกับระดับของเหลวในท่อ จากนั้นต่อมาร์นอมิเตอร์เข้ากับ Orifice และต่อเครื่องบันทึกอัตราการไหลของอากาศเข้ากับ Pressure tap ที่อยู่ด้านล่างของมอเตอร์

• บันทึกจุดเก็บตัวอย่าง หมายเลขเครื่องเก็บตัวอย่าง วันที่ และผู้ปฏิบัติงาน ไว้ด้านหลังของกระดาษกราฟวงกลมสำหรับบันทึกอัตราการไหลของอากาศ

• เปิดมอเตอร์ทิ้งไว้ ประมาณ 3-5 นาที อ่านและบันทึกค่าที่อ่านได้จากมาร์นอมิเตอร์ของ Orifice (Pressure drop; ΔH) บันทึกค่าที่อ่านได้จากกระดาษกราฟวงกลมสำหรับบันทึกอัตราการไหลของอากาศ (I) และข้อมูลอื่นๆ ลงในแบบฟอร์มบันทึกข้อมูลการปรับเทียบ เช่น วันที่ สถานที่ หมายเลขเครื่องเก็บตัวอย่าง อุณหภูมิ ความกดของอากาศ และหมายเลขของ Orifice เป็นต้น ลงบนแบบฟอร์มที่ 1(ภาคผนวก ข)

• ปิดมอเตอร์ วางแผ่นต้านทานการไหลของอากาศแผ่นอื่นลงไป แล้วดำเนินการตามขั้นตอนข้างต้นจนครบทุกแผ่น

• ปิดมอเตอร์ นำชุดปรับเทียบ Orifice ออกจากเครื่องเก็บตัวอย่าง

2) การปรับเทียบเครื่องเก็บตัวอย่าง TSP ที่มีอุปกรณ์ควบคุมการไหลของอากาศ

การปรับเทียบเครื่องเก็บตัวอย่าง TSP ชนิดนี้ เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของตารางแสดงอัตราการไหลของอากาศจริงของ VFC (Look up table) ที่ผ่านการรับรองจากผู้ผลิตกับสถานภาพของ Critical venture ที่ใช้ในการควบคุมอัตราการไหลของอากาศในเครื่องเก็บตัวอย่าง อุปกรณ์ที่ใช้ในการปรับเทียบ คือ ชุดปรับเทียบ Orifice

ขั้นตอนดำเนินการปรับเทียบ

• ติดตั้งระบบการปรับเทียบด้วยชุดปรับเทียบ Orifice โดยไม่ต้องใส่กระดาษกรอง

• วางแผ่นต้านทานการไหลของอากาศแผ่นแรก ลงตรงกลางระหว่าง Orifice กับที่จับกระดาษกรอง และทำการปรับเทียบอย่างน้อย 4 จุด

• เปิดมอเตอร์ทิ้งไว้ ประมาณ 3-5 นาที

• ตรวจเช็คการรั่วไหลของอากาศทั้งระบบ โดยใช้ฝ่ามือปิดช่องทางเข้าอากาศของ Orifice และใช้นิ้วโป้งปิดปลายท่อที่ใช้สำหรับต่อกับมาร์นอมิเตอร์น้ำ แล้วเปิดมอเตอร์

• สังเกตการรั่วไหลของอากาศที่ผ่านกระบอกใสมอเตอร์ด้านล่างของเครื่อง

• ตรวจเช็คการหักงอของจุดเชื่อมต่อกับมาร์นอมิเตอร์ โดยหมุนเปิดปลายท่อของมาร์นอมิเตอร์ปล่อยให้อากาศไหลผ่าน แล้วสังเกตการไหลของเหลวในท่อ เลื่อนสเกลของมาร์นอมิเตอร์ที่ศูนย์ให้อยู่ตรงกับระดับของเหลวในท่อ ต่อมาร์นอมิเตอร์ชุดแรกเข้ากับ Orifice และต่อมาร์นอมิเตอร์อีกหนึ่งชุดเข้ากับ Pressure tap ใต้ชั้นวางกระดาษกรอง

• อ่านและบันทึกข้อมูลอื่นๆ ลงในแบบฟอร์มบันทึกข้อมูลสำหรับการปรับเทียบ VFC เช่น วันที่ สถานที่ ผู้ดำเนินการ หมายเลข/รุ่นของ VFC อุณหภูมิ ความกดของอากาศ และหมายเลขของ Orifice เป็นต้น

• เปิดมอเตอร์ทิ้งไว้ ประมาณ 3-5 นาที บันทึกค่าความกดอากาศที่ผ่าน Orifice (Pressure drop; ΔH) อ่านจากมาร์นอมิเตอร์ที่ต่อกับ Orifice และบันทึกค่าความกดอากาศที่ผ่านชั้นวางกระดาษกรอง (P_f) อ่านจากมาร์นอมิเตอร์ ที่ต่อกับ Pressure tap ใต้ชั้นวางกระดาษกรอง ดูแบบฟอร์มบันทึกที่ 3 (ภาคผนวก ข)

• ปิดมอเตอร์ วางแผ่นต้านทานการไหลของอากาศแผ่นอื่นลงไป แล้วดำเนินการตามขั้นตอนข้างต้นจนครบทุกแผ่น

• ปิดมอเตอร์ นำชุดปรับเทียบ Orifice ออกจากเครื่องเก็บตัวอย่าง

✖ ดำเนินการเก็บตัวอย่าง

• ติดตั้งเครื่องเก็บตัวอย่าง TSP ให้อยู่ในแนวระนาบ และยึดขาตั้งเครื่องให้แน่น เพื่อป้องกันไม่ให้เครื่องล้มขณะเครื่องทำงาน

• ใส่กระดาษกรองบนตะแกรงสำหรับวางกระดาษกรอง โดยให้หงายด้านที่ใช้เก็บตัวอย่างขึ้นด้านบน จัดวางกระดาษกรองให้สมดุลกับตะแกรง และที่จับกระดาษกรอง ตรวจเช็คจุดเชื่อมต่อระหว่างมอเตอร์กับเครื่องบันทึกอัตราการไหลของอากาศ

• ใส่กระดาษกราฟวงกลมสำหรับบันทึกอัตราการไหลของอากาศ ในเครื่องบันทึกอัตราการไหลของอากาศ และตั้งเวลาเก็บตัวอย่างต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง

• เปิดเครื่องเก็บตัวอย่าง บันทึกเวลาเริ่มเดินเครื่อง อุณหภูมิ ความกดของอากาศ และสภาพแวดล้อมบริเวณโดยรอบ

• สำหรับเครื่องเก็บตัวอย่างที่มีอุปกรณ์ควบคุมอัตราการไหลของอากาศ ให้บันทึกค่าความกดอากาศที่ผ่านชั้นวางกระดาษกรองก่อนเก็บตัวอย่าง (Initial filter pressure; $P_{f(I)}$) ลงบนกระดาษสีน้ำตาล โดยอ่านค่าจากมาร์นอมิเตอร์ที่ต่อกับ Pressure tap ที่อยู่ใต้ชั้นวางกระดาษกรอง

• เมื่อครบกำหนดเวลาเก็บตัวอย่าง ให้บันทึกเวลาเครื่องหยุดทำงาน และให้บันทึกค่าความกดอากาศที่ผ่านชั้นวางกระดาษกรองหลังเก็บตัวอย่าง (Final filter pressure; $P_{f(F)}$) ลงบนกระดาษสีน้ำตาล

• นำกระดาษกรองออกจากเครื่อง พับกระดาษกรองครึ่งหนึ่งตามแนวยาว ให้ด้านที่มีฝุ่นเข้าหากัน

• ใส่กระดาษกรองในถุงซิป เพื่อนำไปวิเคราะห์ตัวอย่างที่ห้องปฏิบัติการต่อไป

3.1.4 การวิเคราะห์ตัวอย่าง

✖ คำนวณหาปริมาตรอากาศเครื่องเก็บตัวอย่าง TSP

1) คำนวณหาปริมาตรอากาศเครื่องเก็บตัวอย่าง TSP ที่ไม่มีอุปกรณ์ควบคุมการไหลของอากาศ

• นำข้อมูลผลการปรับเทียบจากภาคสนาม (แบบฟอร์มที่ 1) มาคำนวณ

• เช็คข้อมูลของสมการแสดงความสัมพันธ์เชิงเส้น ซึ่งประกอบด้วยค่า r (สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์) ค่า m (ความชัน) และค่า b (Intercept) จากข้อมูลผลการปรับเทียบอัตราการไหลของอากาศมาตรฐาน จากชุดปรับเทียบ Orifice จากใบรับรองของชุดปรับเทียบ Orifice แล้วบันทึกลงในแบบฟอร์มที่ 2 (ภาคผนวก ข)

• คำนวณหาอัตราการไหลของอากาศมาตรฐานจากชุดปรับเทียบ Orifice (Q_{std}) แล้วบันทึกลงบนแบบฟอร์มที่ 2 โดยสมการ

$$Q_{std} = 1/m*([\Delta H*(P_a/P_{std})*(T_{std}/T_a)]^{1/2} - b)$$

เมื่อ

Q_{std} = อัตราการไหลของอากาศมาตรฐานจากชุดรับเทียบ Orifice มีหน่วยเป็น ลูกบาศก์เมตร/นาที (m^3/min)

ΔH = Pressure drop เมื่อผ่าน Orifice มีหน่วยเป็น นิ้วน้ำ (in. H_2O)

T_a = อุณหภูมิขณะปรับเทียบ มีหน่วยเป็นองศาเคลวิล (องศาเซลเซียส+273)

P_a = ความกดของอากาศขณะปรับเทียบ มีหน่วยเป็นมิลลิเมตรปรอท (mm Hg)

T_{std} = อุณหภูมิที่สภาวะมาตรฐาน (298 องศาเคลวิล)

P_{std} = ความกดของอากาศที่สภาวะมาตรฐาน (760 มิลลิเมตรปรอท)

b = Intercept จาก Calibration curve ชุดปรับเทียบ Orifice (จากใบรับรองการปรับเทียบ)

m = ความชัน จาก Calibration curve ชุดปรับเทียบ Orifice (จากใบรับรองการปรับเทียบ)

• คำนวณอัตราการไหลของอากาศที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง โดย

1) ปรับแก้ค่าที่อ่านได้จากกระดาษกราฟวงกลม ที่ใช้สำหรับบันทึกอัตราการไหลของอากาศ (Transformed recorder chart reading; **IT**) ไปที่ความกดของอากาศเฉลี่ยตามภูมิประเทศ (P_s) และอุณหภูมิเฉลี่ยตามฤดูกาล (T_s) โดยสมการ

$$IT = I*[(P_a/P_s)*(T_s/T_a)]^{1/2}$$

เมื่อ

IT = ค่าที่อ่านได้จากกระดาษกราฟวงกลมสำหรับบันทึกอัตราการไหลของอากาศที่ได้
ปรับแก้ค่าแล้ว (Transformed recorder chart reading)

I = ค่าที่อ่านได้จากกระดาษกราฟวงกลมสำหรับบันทึกอัตราการไหลของอากาศ

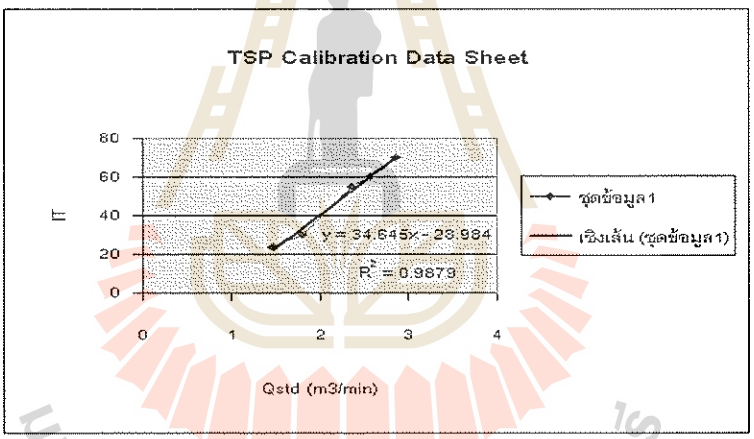
P_a = ความกดอากาศในบรรยากาศ มีหน่วยเป็น มิลลิเมตรปรอท

P_s = ความกดอากาศเฉลี่ยตามภูมิประเทศ มีหน่วยเป็น มิลลิเมตรปรอท

T_a = อุณหภูมิในบรรยากาศ มีหน่วยเป็น องศาเคลวิล

T_s = อุณหภูมิเฉลี่ยตามฤดูกาล มีหน่วยเป็น องศาเคลวิล

2) พล็อตกราฟอัตราการไหลของอากาศมาตรฐานจากชุดปรับเทียบ Orifice (Q_{std}) ที่คำนวณได้บนแกน X และค่า **IT** บนแกน Y ดังตัวอย่าง



จากนั้นจะได้สมการแสดงความสัมพันธ์เชิงเส้น ดังนี้

$$IT = m[Q_{std}] + b$$

3) หาอัตราการไหลของอากาศที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง โดยการนำค่าที่อ่านได้จากกระดาษกราฟวงกลมที่บันทึกอัตราการไหลของอากาศ (**I**) ไปเทียบกับสมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Q_{std} กับ ค่า **IT**

• คำนวณหาปริมาตรอากาศทั้งหมดที่ใช้เก็บตัวอย่าง โดยสมการ

$$V_{std} = Q_{std} * t$$

เมื่อ

V_{std} = ปริมาตรอากาศมาตรฐาน มีหน่วยเป็น ลูกบาศก์เมตร

Q_{std} = อัตราการไหลของอากาศมาตรฐาน มีหน่วยเป็น ลูกบาศก์เมตรต่อนาที

t = เวลาในการเก็บตัวอย่าง มีหน่วยเป็น นาที

2) คำนวณหาปริมาตรอากาศเครื่องเก็บตัวอย่าง TSP ที่มีอุปกรณ์ควบคุมการไหลของอากาศ

• นำข้อมูลผลการปรับเทียบจากภาคสนาม (แบบฟอร์มที่ 3) มาคำนวณ

• เช็คข้อมูลของสมการแสดงความสัมพันธ์เชิงเส้น ค่า r (สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์) ค่า m (ความชัน) และค่า b (Intercept) จากข้อมูลผลการปรับเทียบอัตราการไหลของอากาศมาตรฐานจากชุดปรับเทียบ Orifice จากใบรับรองของชุดปรับเทียบ Orifice แล้วบันทึกลงในแบบฟอร์มที่ 4 (ภาคผนวก ข)

• คำนวณอัตราการไหลของอากาศที่แท้จริงของชุดปรับเทียบ Orifice $Q_{a(Orifice)}$ แล้วทำการบันทึกลงบนแบบฟอร์มที่ 4 ด้วยสมการ

$$Q_{a(Orifice)} = 1/m*([\Delta H*(T_a/P_a)]^{1/2} - b)$$

เมื่อ

$Q_{a(Orifice)}$ = อัตราการไหลอากาศที่แท้จริงของชุดปรับเทียบ Orifice มีหน่วยเป็น m^3/min

ΔH = Pressure drop เมื่อผ่าน Orifice มีหน่วยเป็น นิ้วน้ำ (in. H_2O)

T_a = อุณหภูมิในบรรยากาศ ขณะปรับเทียบ มีหน่วยเป็น องศาเคลวิล

P_a = ความกดอากาศในบรรยากาศ ขณะปรับเทียบ มีหน่วยเป็น มิลลิเมตรปรอท

b = Intercept จาก Calibration curve ชุดปรับเทียบ Orifice (จากใบรับรองการปรับเทียบ)

m = ความชัน จาก Calibration curve ชุดปรับเทียบ Orifice (จากใบรับรองการปรับเทียบ)

• ในการคำนวณหาปริมาตรอากาศจากการเก็บตัวอย่างตามปกตินั้น ค่าความกดอากาศที่ผ่านชั้นวางกระดาษกรอง ($\mathbf{P_f}$) จะคำนวณได้จากสูตร

$$\mathbf{P_f = [P_{f\,(I)} - P_{f\,(F)}]/2}$$

เมื่อ

P_f = ความกดอากาศที่ผ่านชั้นวางกระดาษกรอง มีหน่วยเป็น นิ้วน้ำ (in. H_2O)

$P_{f(I)}$ = ความกดอากาศที่ผ่านชั้นวางกระดาษกรองก่อนเก็บตัวอย่าง (Initial filter pressure) มีหน่วยเป็น นิ้วน้ำ (in. H_2O)

$P_{f(F)}$ = ความกดอากาศที่ผ่านชั้นวางกระดาษกรองหลังเก็บตัวอย่าง (Final filter pressure) มีหน่วยเป็น นิ้วน้ำ (in. H_2O)

• เปลี่ยนหน่วยของความกดอากาศที่ผ่านชั้นวางกระดาษกรอง ($\mathbf{P_f}$) จากนิ้วน้ำ เป็นมิลลิเมตรปรอท โดยใช้สูตรดังนี้

$$\mathbf{P_f = 25.4\ (in.H_2O/13.6)}$$

• คำนวณค่าความกดอากาศที่ผ่านชั้นวางกระดาษกรองจริง โดยใช้สูตรดังนี้

$$\mathbf{P_I = P_a - P_f}$$

เมื่อ

P_I = ความกดอากาศที่ผ่านชั้นวางกระดาษกรองจริง มีหน่วยเป็น มิลลิเมตรปรอท

P_a = ความกดอากาศบรรยากาศ มีหน่วยเป็น มิลลิเมตรปรอท

P_f = ความกดอากาศที่ผ่านชั้นวางกระดาษกรองที่วัดได้ มีหน่วยเป็น มิลลิเมตรปรอท

• คำนวณและบันทึกค่า Pressure ratio

$$\mathbf{Pressure\ ratio = P_I/P_a}$$

เช่น Pressure ratio = 749.0/764.5 = 0.980

• นำ Pressure ratio ที่คำนวณได้ และอุณหภูมิในบรรยากาศ (T_a) ไปเปิดหาค่าอัตราการไหลของอากาศที่แท้จริงของเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างจาก Look up table ($Q_{a(sampler; Look up table)}$) ดังตัวอย่าง แล้วบันทึกลงในแบบฟอร์มที่ 4

ตัวอย่าง : ตารางแสดงอัตราการไหลของอากาศที่แท้จริงของ VFC จาก Look up table มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรต่อนาที

	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			
P_1/P_a	26	28	30	32
0.978	1.189	1.193	1.197	1.200
0.979	1.191	1.194	1.198	1.201
0.980	1.192	1.196	1.199	1.203
0.981	1.193	1.197	1.200	1.204
0.982	1.195	1.198	1.202	1.205

ตัวอย่าง : นำ Pressure ratio ที่คำนวณได้ (0.980) ไปเปิดใน Look up table ที่
อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส มีอัตราการไหลของอากาศจริง = 1.196 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที
อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีอัตราการไหลของอากาศจริง = 1.199 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที
อุณหภูมิ 29 องศาเซลเซียส มีอัตราการไหลของอากาศจริง = (1.196+1.199)/2
= 1.198 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที

• คำนวณหาร้อยละความแตกต่าง (**%Difference**) ระหว่างอัตราการไหลของอากาศที่แท้จริงของชุดปรับเทียบ Orifice ($Q_{a(Orifice)}$) กับอัตราการไหลของอากาศที่แท้จริงของเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศ ($Q_{a(sampler; Look up table)}$) โดยใช้สูตร ดังนี้

$$\%Difference = \frac{Q_{a(sampler)} - Q_{a(orifice)}}{Q_{a(orifice)}} * 100$$

หากร้อยละความแตกต่างที่คำนวณได้ไม่เกิน ±3% แสดงว่า Look up table ถูกต้อง สามารถใช้ในการคำนวณหาอัตราการไหลของอากาศในการเก็บตัวอย่างได้ หากเกิน ±3% ให้ทำการปรับเทียบใหม่อีกครั้ง ถ้ายังเกินอยู่ให้พล็อตกราฟแสดงความสัมพันธ์ใหม่

โดยกำหนดให้ แกน X คือ $[Q_{a(orifice)}/(T_a)^{1/2}]$

แกน Y คือ (P_1/P_a)

• ปรับแก้ค่าอัตราการไหลของอากาศที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง ($Q_{a(sampler)}$) ให้เป็นอัตราการไหลของอากาศมาตรฐาน (Q_{std}) ที่สภาวะมาตรฐาน โดยสมการ

$$Q_{std} = Q_{a(sampler)} * (P_a/P_{std}) * (T_{std}/T_a)$$

เมื่อ

Q_{std} = อัตราการไหลของอากาศมาตรฐาน (ความกดของอากาศ 760 มิลลิเมตรปรอท และอุณหภูมิ 298 องศาเคลวิล) มีหน่วยเป็น ลูกบาศก์เมตรต่อนาที

$Q_{a(sampler)}$ = อัตราการไหลของอากาศที่ใช้เก็บตัวอย่าง มีหน่วยเป็น ลูกบาศก์เมตรต่อนาที

P_a = ความกดของอากาศในบรรยากาศ มีหน่วยเป็น มิลลิเมตรปรอท

P_{std} = ความกดของอากาศที่สภาวะมาตรฐาน (760 มิลลิเมตรปรอท)

T_a = อุณหภูมิในบรรยากาศ มีหน่วยเป็น องศาเคลวิล

T_{std} = อุณหภูมิที่สภาวะมาตรฐาน (298 องศาเคลวิล)

• คำนวณหาปริมาตรอากาศทั้งหมดในการเก็บตัวอย่าง (V_{std}) โดยสมการ

$$V_{std} = Q_{std} * t$$

เมื่อ

V_{std} = ปริมาตรอากาศมาตรฐาน มีหน่วยเป็น ลูกบาศก์เมตร

Q_{std} = อัตราการไหลของอากาศมาตรฐาน มีหน่วยเป็น ลูกบาศก์เมตรต่อนาที

t = เวลาในการเก็บตัวอย่าง มีหน่วยเป็น นาที

การอบกระดาษกรองหลังเก็บตัวอย่าง

• สภาวะแวดล้อมสำหรับการอบกระดาษกรองหลังเก็บตัวอย่าง
  - ความชื้นสัมพัทธ์น้อยกว่า 50 % โดยควบคุมไม่ให้เปลี่ยนแปลงเกิน ±5%
  - อุณหภูมิห้องระหว่าง 15-30 องศาเซลเซียส โดยควบคุมไม่ให้เปลี่ยนแปลงเกิน ± 3^0C

• ก่อนอบกระดาษกรอง ให้ทำความสะอาดตู้ดูดความชื้นทุกครั้ง

• นำซิลิกาเจล ใส่ในตู้ดูดความชื้น

• คลี่รอยพับครึ่งของกระดาษกรองออก และวางบนชั้นวางของตู้ดูดความชื้น โดยหงายด้านที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างขึ้น

• อบกระดาษกรองอย่างน้อย 24 ชั่วโมง

• เมื่อครบ 24 ชั่วโมงให้พับกระดาษกรองตามแนวเดิม เพื่อเตรียมไปชั่งน้ำหนักต่อไป

การชั่งน้ำหนักกระดาษกรองหลังเก็บตัวอย่าง

• เปิดเครื่องชั่งทิ้งไว้อย่างน้อย 2 ชั่วโมง

• ปรับเครื่องชั่งให้เป็น 0.0000 กรัม (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง)

• ปรับเทียบเครื่องชั่งด้วยตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน โดยน้ำหนักตุ้มมาตรฐานจะต้องแตกต่างจากน้ำหนักเดิมไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัม หากแตกต่างจากนี้ ให้ยกเลิกการชั่งในวันนั้น

• นำกระดาษกรองหลังเก็บตัวอย่างที่ผ่านการอบแล้ว มาชั่งน้ำหนัก

• บันทึกน้ำหนักกระดาษกรอง ลงบนซองกระดาษสีน้ำตาล เพื่อนำไปคำนวณหาความเข้มข้นของฝุ่นละอองต่อไป

การคำนวณหาความเข้มข้นของ TSP

$$\text{ความเข้มข้นของ TSP (มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร)} = \frac{(W_f - W_i)*10^3}{V_{std}}$$

เมื่อ

W_f = น้ำหนักกระดาษกรองหลังเก็บตัวอย่าง มีหน่วยเป็น กรัม

W_i = น้ำหนักกระดาษกรองก่อนเก็บตัวอย่าง มีหน่วยเป็น กรัม

V_{std} = ปริมาตรอากาศมาตรฐาน มีหน่วยเป็น ลูกบาศก์เมตร

10^3 = การแปลงหน่วยจาก กรัม เป็น มิลลิกรัม

3.2 การตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM-10)

3.2.1 หลักการ

• เครื่องเก็บตัวอย่างอากาศชนิดไฮโวลุม ดูดอากาศในบรรยากาศด้วยอัตราการไหลคงที่ เข้าสู่ช่องทางเข้าอากาศที่ได้รับการออกแบบพิเศษ เพื่อให้สามารถคัดขนาดของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ที่แขวนลอยอยู่ในบรรยากาศออกมา และถูกรวบรวมไว้บนกระดาษกรอง ตลอดช่วงเวลาการเก็บตัวอย่าง (24 ชั่วโมง)

• ชั่งน้ำหนักกระดาษกรอง (หลังจากอบกระดาษกรองเพื่อไล่ความชื้นแล้ว) ทั้งก่อนและหลังเก็บตัวอย่าง เพื่อหาน้ำหนักสุทธิ (มวล) ของ PM-10 ที่เก็บรวบรวมได้ โดยปริมาตรทั้งหมดที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างต้องปรับแก้ค่าตามสภาวะมาตรฐานที่ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และความกดของอากาศ 760 มิลลิเมตรปรอท

3.2.2 การเตรียมการ

✖ เครื่องมือและอุปกรณ์

<u>1) เครื่องเก็บตัวอย่าง PM-10 ชนิดไฮโวลุม ประกอบด้วย</u>

• หัวคัดขนาดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน
• มอเตอร์ สำหรับดูดอากาศให้ไหลผ่านกระดาษกรอง
• เครื่องบันทึกอัตราการไหลของอากาศ (Recorder)
• กระดาษกราฟวงกลมสำหรับบันทึกอัตราการไหลของอากาศ (Recorder chart)
• อุปกรณ์ควบคุมอัตราการไหลของอากาศ (Control flow device)
• อุปกรณ์ตั้งเวลาเปิด-ปิดเครื่องเก็บตัวอย่าง (Timer)
• อุปกรณ์อื่นๆ เช่น มาร์นอมิเตอร์น้ำ (Manometer water) บาร์รอมิเตอร์ (Barometer)

<u>2) เครื่องมือและอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ</u>

• เครื่องชั่ง (Balance) ที่มีความละเอียด 0.1 มิลลิกรัม
• ตู้ดูดความชื้น (Desiccators) ที่มีอุปกรณ์วัดความชื้นสัมพัทธ์ (Hygrometer)
• สารดูดความชื้น ซิลิกา เจล (Silica gel)
• คีมคีบปากแบน (Forcep) เคลือบด้วย Teflon
• ถุงมือไวนิล ไม่มีแป้ง (Vinyl non powdered gloves) สำหรับหยิบจับกระดาษกรอง
• ถุงพลาสติกซิป สำหรับบรรจุกระดาษกรอง

• ซองกระดาษสีน้ำตาล สำหรับบรรจุกระดาษกรอง โดยมีรายละเอียดสำหรับข้อมูลภาคสนาม และผลการคำนวณ

• เครื่องประทับหมายเลขกระดาษกรอง (Running number)

• กระดาษกรองใยหิน (Quartz fiber filter) ขนาด 8*10 นิ้ว

การเตรียมกระดาษกรอง

1) ตรวจสอบความสมบูรณ์ของกระดาษกรอง

• ใช้กระดาษกรองใยหิน (Quartz fiber filter) ขนาด 8*10 นิ้ว ในการเก็บตัวอย่าง PM_{10}

• ตรวจดูความไม่สมบูรณ์ของกระดาษกรอง เช่น รอยฉีกขาด รูพรุน สีของกระดาษกรองที่เปลี่ยนไป และกระดาษกรองไม่เรียบเสมอกัน เป็นต้น หากพบว่ากระดาษกรองมีความบกพร่องดังกล่าวจะไม่นำมาใช้ในการเก็บตัวอย่าง

• ทำการกำหนดรหัสหมายเลขกระดาษกรอง โดยกำหนดเป็นตัวเลขเพื่อแสดงรายละเอียดของกระดาษกรอง เช่น ปีที่ใช้กระดาษกรอง ชนิดของกระดาษกรอง และเลขรหัสของกระดาษกรอง เป็นต้น

• ประทับรหัสหมายเลขกระดาษกรองด้วยเครื่องประทับหมายเลขลงบนด้านหลังกระดาษกรอง (ด้านที่ไม่ใช้เก็บตัวอย่าง)

2) การอบกระดาษกรองก่อนเก็บตัวอย่าง

• สภาวะแวดล้อมสำหรับการอบกระดาษกรองก่อนเก็บตัวอย่าง

- ความชื้นสัมพัทธ์น้อยกว่า 50% โดยควบคุมไม่ให้เปลี่ยนแปลงเกิน ± 5%
- อุณหภูมิห้องระหว่าง 15-30 องศาเซลเซียส โดยควบคุมไม่ให้เปลี่ยนแปลงเกิน ± 3^0C

• ก่อนอบกระดาษกรอง ให้ทำความสะอาดตู้ดูดความชื้นทุกครั้ง

• นำซิลิกาเจล ใส่ในตู้ดูดความชื้น (ซิลิกาเจล ที่ดูดความชื้นไว้มาก ๆ จะเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นสีม่วง สามารถนำไปอบที่อุณหภูมิ 150-170 องศาเซลเซียส ประมาณ 1-2 ชั่วโมง เพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ได้)

• วางกระดาษกรองบนชั้นวางของตู้ดูดความชื้น โดยหงายด้านที่ใช้เก็บตัวอย่างขึ้น

• อบกระดาษกรองอย่างน้อย 24 ชั่วโมง

• เมื่อครบ 24 ชั่วโมง ใส่กระดาษกรองในถุงซิป และเก็บไว้ในตู้ดูดความชื้นอีก 2-3 ชั่วโมง เพื่อให้มีการดูดความชื้นในถุงซิปอีกครั้ง

ข้อควรระวัง หากต้องการนำกระดาษกรองไปวิเคราะห์โลหะต่อไป ไม่ควรใช้คีมชนิดที่เป็นโลหะจับกระดาษกรอง เพราะอาจเกิดการปนเปื้อนได้

3) การชั่งน้ำหนักกระดาษกรองก่อนเก็บตัวอย่าง

• เปิดเครื่องชั่งทิ้งไว้อย่างน้อย 2 ชั่วโมง

• ปรับเครื่องชั่งให้เป็น 0.0000 กรัม (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง)

• ปรับเทียบเครื่องชั่งด้วยตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน โดยน้ำหนักตุ้มมาตรฐานจะต้องแตกต่างจากน้ำหนักเดิมไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัม หากแตกต่างจากนี้ ให้ยกเลิกการชั่งในวันนั้น

• นำกระดาษกรองที่ผ่านการอบแล้วมาชั่งน้ำหนัก

• บันทึกน้ำหนักกระดาษกรองลงบนถุงซิป และซองกระดาษสีน้ำตาลด้วยปากกา

• ใส่กระดาษกรองในถุงซิป และนำถุงซิปดังกล่าวพร้อมกับแนบกระดาษกราฟวงกลมสำหรับบันทึกอัตราการไหลของอากาศ ใส่ไว้ในซองกระดาษสีน้ำตาล เพื่อเตรียมสำหรับเก็บตัวอย่างในภาคสนามต่อไป

3.2.3 การเก็บตัวอย่าง

✖ กำหนดจุดเก็บตัวอย่าง PM-10 ในบรรยากาศ

การกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง PM-10 ในบรรยากาศ โดยทั่วไปจะกำหนดให้ช่องทางเข้าอากาศของเครื่องเก็บตัวอย่างสูงจากพื้นดินอย่างน้อย 1.50 เมตร แต่ไม่เกิน 6 เมตร ซึ่งมากพอที่จะไม่ดูดเอาละอองจากพื้นเข้าไปด้วย ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงตำแหน่งที่คาดการณ์ว่าจะเกิดมลพิษสูงสุด ตำแหน่งของผู้ที่ได้รับผลกระทบ และความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ

หลักเกณฑ์ทั่วไปในการเลือกจุดติดตั้งเครื่องเก็บตัวอย่าง PM-10 มีดังนี้

• ควรติดตั้งเครื่องเก็บตัวอย่างให้ห่างจากกันสาดอย่างน้อย 2 เมตร และอย่างน้อย 10 เมตร กรณีที่มีต้นไม้เป็นสิ่งกีดขวาง

• ช่องทางเข้าอากาศของเครื่องเก็บตัวอย่าง ควรอยู่ห่างจากสิ่งกีดขวาง เช่น อาคาร อย่างน้อย 2 เท่าของความสูงของสิ่งกีดขวางที่โผล่เหนือช่องทางเข้าอากาศนั้น

• ในรัศมี 270 องศา รอบช่องทางเข้าอากาศ ต้องไม่มีอะไรกีดขวางการไหลของอากาศ

• เครื่องเก็บตัวอย่างไม่ควรอยู่ใกล้บริเวณที่มีปล่องเตาหลอมโลหะ หรือเตาเผาขยะ

• ถ้าต้องการตรวจวัด PM-10 จากยานพาหนะ ให้ติดตั้งเครื่องเก็บตัวอย่างใกล้ถนนที่มีรถติดมากที่สุด และในถนนที่คาดว่าจะมีความเข้มข้นของ PM-10 สูง

✖ การปรับเทียบเครื่องเก็บตัวอย่าง PM-10 ชนิดไฮโวลุม

เครื่องเก็บตัวอย่าง PM-10 ชนิดไฮโวลุม จะมีอุปกรณ์ควบคุมอัตราการไหลของอากาศ (Volumetric Flow Controller: VFC) ในการปรับเทียบเครื่องเก็บตัวอย่าง จึงเป็นการตรวจสอบ

ความถูกต้องของตารางแสดงอัตราการไหลของอากาศจริงของ VFC (Look up table) ที่ผ่านการรับรองจากผู้ผลิต กับสถานภาพของ Critical venture ที่ใช้ในการควบคุมอัตราการไหลของอากาศในเครื่องเก็บตัวอย่าง PM-10

ในการปรับเทียบจะดำเนินการด้วยชุดปรับเทียบอัตราการไหลของอากาศ ที่ผ่านการปรับเทียบกับมาตรฐานปฐมภูมิ (Primary standard) และได้รับการรับรองจากผู้ผลิตแล้ว ที่เรียกว่า ชุดปรับเทียบ Orifice flow rate transfer standard หรือ Calibration orifice โดยชุดปรับเทียบ Orifice มีอุปกรณ์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่

1. Orifice เป็นกระบอกโลหะ เส้นผ่านศูนย์กลาง 7.6 เซนติเมตร ยาว 15.9 เซนติเมตร มีรูเปิดที่ปลายด้านหนึ่ง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5.1 เซนติเมตร (ภาพที่)

2. Resistance plates เป็นแผ่นต้านทานการไหลของอากาศ จำนวน 5 แผ่น มีจำนวนรูเปิดต่างกันตั้งแต่ 5, 7, 10, 13 และ 18 รู หรือ 10, 13, 18, 22 และ 24 รู

ขั้นตอนดำเนินการปรับเทียบ

• ติดตั้งระบบการปรับเทียบด้วยชุดปรับเทียบ Orifice โดยไม่ต้องใส่กระดาษกรอง

• วางแผ่นต้านทานการไหลของอากาศแผ่นแรก ลงตรงกลางระหว่าง Orifice กับที่จับกระดาษกรอง และทำการปรับเทียบอย่างน้อย 4 จุด

• เปิดมอเตอร์ทิ้งไว้ ประมาณ 3-5 นาที

• ตรวจเช็คการรั่วไหลของอากาศทั้งระบบ โดยใช้ฝ่ามือปิดช่องทางเข้าอากาศของ Orifice และใช้นิ้วโป้งปิดปลายท่อที่ใช้สำหรับต่อกับมาร์นอมิเตอร์น้ำ แล้วเปิดมอเตอร์

• สังเกตการรั่วไหลของอากาศที่ผ่านกระบอกใส่มอเตอร์ด้านล่างของเครื่อง

• ตรวจเช็คการหักงอของจุดเชื่อมต่อกับมาร์นอมิเตอร์ โดยหมุนเปิดปลายท่อของมาร์นอมิเตอร์ ปล่อยให้อากาศไหลผ่าน แล้วสังเกตการไหลของเหลวในท่อ เลื่อนสเกลของมาร์นอมิเตอร์ที่ศูนย์ให้อยู่ตรงกับระดับของเหลวในท่อ ต่อมาร์นอมิเตอร์ชุดแรกเข้ากับ Orifice และต่อมาร์นอมิเตอร์อีกหนึ่งชุดเข้ากับ Pressure tap ใต้ชั้นวางกระดาษกรอง

• อ่านและบันทึกข้อมูลอื่นๆ ลงในแบบฟอร์มบันทึกข้อมูลสำหรับการปรับเทียบ VFC เช่น วันที่ สถานที่ ผู้ดำเนินการ หมายเลข/รุ่นของ VFC อุณหภูมิ ความกดของอากาศ และหมายเลขของ Orifice เป็นต้น

• เปิดมอเตอร์ทิ้งไว้ ประมาณ 3-5 นาที บันทึกค่าความกดอากาศที่ผ่าน Orifice (Pressure drop; ΔH) อ่านจากมาร์นอมิเตอร์ที่ต่อกับ Orifice และบันทึกค่าความกดอากาศที่ผ่านชั้นวางกระดาษกรอง (P_f) อ่านจากมาร์นอมิเตอร์ ที่ต่อกับ Pressure tap ใต้ชั้นวางกระดาษกรอง ลงในแบบฟอร์มบันทึกที่ 3

• ปิดมอเตอร์ วางแผ่นต้านทานการไหลของอากาศแผ่นอื่นลงไป แล้วดำเนินการตามขั้นตอนข้างต้น จนครบทุกแผ่น

• ปิดมอเตอร์ นำชุดปรับเทียบ Orifice ออกจากเครื่องเก็บตัวอย่าง

✖ ดำเนินการเก็บตัวอย่าง

• ใส่หัวคัดขนาดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน

• เช็ดฝุ่นภายในเครื่องเก็บตัวอย่างให้สะอาด โดยพ่นหรือทา Silicone grease บนแผ่นดักฝุ่น เพื่อดักฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่กว่า 10 ไมครอน แล้วปิดฝาเครื่องให้สนิท เพื่อป้องกันการรั่วไหลของอากาศ

• ติดตั้งเครื่องเก็บตัวอย่าง PM_{10}ให้อยู่ในแนวระนาบ และยึดขาตั้งเครื่องให้แน่น เพื่อป้องกันไม่ให้เครื่องล้มขณะเครื่องทำงาน

• ใส่กระดาษกรองใยหิน บนตะแกรงสำหรับวางกระดาษกรอง โดยให้หงายด้านที่ใช้เก็บตัวอย่างขึ้นด้านบน จัดวางกระดาษกรองให้สมดุลกับตะแกรง และที่จับกระดาษกรอง ตรวจเช็คจุดเชื่อมต่อระหว่างมอเตอร์กับเครื่องบันทึกอัตราการไหลของอากาศ

• ใส่กระดาษกราฟวงกลมสำหรับบันทึกอัตราการไหลของอากาศ ในเครื่องบันทึกอัตราการไหลของอากาศ และตั้งเวลาเก็บตัวอย่างต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง

• เปิดเครื่องเก็บตัวอย่าง บันทึกเวลาเริ่มเดินเครื่อง อุณหภูมิ ความกดของอากาศ และสภาพแวดล้อมบริเวณโดยรอบ

• สำหรับเครื่องเก็บตัวอย่างที่มีอุปกรณ์ควบคุมอัตราการไหลของอากาศ ให้บันทึกค่าความกดอากาศที่ผ่านชั้นวางกระดาษกรองก่อนเก็บตัวอย่าง (Initial filter pressure; $\mathbf{P}_{f(I)}$) ลงบนกระดาษสีน้ำตาล โดยอ่านค่าจากมาร์นอมิเตอร์ที่ต่อกับ Pressure tap ที่อยู่ใต้ชั้นวางกระดาษกรอง

• เมื่อครบกำหนดเวลาเก็บตัวอย่าง ให้บันทึกเวลาเครื่องหยุดทำงาน และให้บันทึกค่าความกดอากาศที่ผ่านชั้นวางกระดาษกรองหลังเก็บตัวอย่าง (Final filter pressure; $\mathbf{P}_{f(F)}$) ลงบนกระดาษสีน้ำตาล

• นำกระดาษกรองออกจากเครื่อง พับกระดาษกรองครึ่งหนึ่งตามแนวยาว ให้ด้านที่มีฝุ่นเข้าหากัน

• ใส่กระดาษกรองในถุงซิป เพื่อนำไปวิเคราะห์ตัวอย่างที่ห้องปฏิบัติการต่อไป

3.2.4 การวิเคราะห์ตัวอย่าง

✖ คำนวณหาปริมาตรอากาศเครื่องเก็บตัวอย่าง PM-10

• นำข้อมูลผลการปรับเทียบจากภาคสนาม (แบบฟอร์มที่ 3) มาคำนวณ

• เช็คข้อมูลของสมการแสดงความสัมพันธ์เชิงเส้น ประกอบด้วยค่า r (สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์) m (ความชัน) และ b (Intercept) จากข้อมูลผลการปรับเทียบอัตราการไหลของอากาศมาตรฐานจากชุดปรับเทียบ Orifice จากใบรับรองของชุดปรับเทียบ Orifice แล้วบันทึกลงในแบบฟอร์มที่ 4

• คำนวณอัตราการไหลของอากาศที่แท้จริงของชุดปรับเทียบ Orifice $Q_{a(Orifice)}$ แล้วทำการบันทึกลงบนแบบฟอร์มที่ 4 ด้วยสมการ

$$Q_{a(Orifice)} = 1/m*([\Delta H*(T_a/P_a)]^{1/2} - b)$$

เมื่อ

$Q_{a(Orifice)}$ = อัตราการไหลอากาศที่แท้จริงของชุดปรับเทียบ Orifice มีหน่วยเป็น m^3/min

ΔH = Pressure drop เมื่อผ่าน Orifice มีหน่วยเป็น นิ้วน้ำ (in. H_2O)

T_a = อุณหภูมิในบรรยากาศ ขณะปรับเทียบ มีหน่วยเป็น องศาเคลวิล

P_a = ความกดอากาศในบรรยากาศ ขณะปรับเทียบ มีหน่วยเป็น มิลลิเมตรปรอท

b = Intercept จาก Calibration curve ชุดปรับเทียบ Orifice (จากใบรับรองการปรับเทียบ)

m = ความชัน จาก Calibration curve ชุดปรับเทียบ Orifice (จากใบรับรองการปรับเทียบ)

• ในการคำนวณหาปริมาตรอากาศจากการเก็บตัวอย่างตามปกตินั้น ค่าความกดอากาศที่ผ่านชั้นวางกระดาษกรอง (P_f) จะคำนวณได้จากสูตร

$$P_f = [P_{f(I)} - P_{f(F)}]/2$$

เมื่อ

P_f = ความกดอากาศที่ผ่านชั้นวางกระดาษกรอง มีหน่วยเป็น นิ้วน้ำ (in. H_2O)

$P_{f(I)}$ = ความกดอากาศที่ผ่านชั้นวางกระดาษกรองก่อนเก็บตัวอย่าง (Initial filter pressure) มีหน่วยเป็น นิ้วน้ำ (in. H_2O)

$P_{f(F)}$ = ความกดอากาศที่ผ่านชั้นวางกระดาษกรองหลังเก็บตัวอย่าง (Final filter pressure) มีหน่วยเป็น นิ้วน้ำ (in. H_2O)

• เปลี่ยนหน่วยของความกดอากาศที่ผ่านชั้นวางกระดาษกรอง (P_f) จากนิ้วน้ำ เป็นมิลลิเมตรปรอท โดยใช้สูตรดังนี้

$$P_f = 25.4\ (in.H_2O/13.6)$$

• คำนวณค่าความกดอากาศที่ผ่านชั้นวางกระดาษกรองจริง โดยใช้สูตรดังนี้

$$P_l = P_a - P_f$$

เมื่อ

P_l = ความกดอากาศที่ผ่านชั้นวางกระดาษกรองจริง มีหน่วยเป็น มิลลิเมตรปรอท

P_a = ความกดอากาศบรรยากาศ มีหน่วยเป็น มิลลิเมตรปรอท

P_f = ความกดอากาศที่ผ่านชั้นวางกระดาษกรองที่วัดได้ มีหน่วยเป็น มิลลิเมตรปรอท

• คำนวณและบันทึกค่า Pressure ratio

$$\text{Pressure ratio} = P_l/P_a$$

เช่น Pressure ratio = 749.0/765.5 = 0.979

• นำ Pressure ratio ที่คำนวณได้ และอุณหภูมิในบรรยากาศ (T_a) ไปเปิดหาค่าอัตราการไหลของอากาศที่แท้จริงของเครื่องเก็บตัวอย่างที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างจาก Look up table ($Q_{a(sampler; Look up table)}$) ดังตัวอย่าง แล้วบันทึกลงในแบบฟอร์มที่ 4

ตัวอย่าง : ตารางแสดงอัตราการไหลของอากาศที่แท้จริงของ VFC จาก Look up table มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรต่อนาที

	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			
P_l/P_a	26	28	30	32
0.978	1.189	1.193	1.197	1.200
0.979	1.191	1.194	1.198	1.201
0.980	1.192	1.196	1.199	1.203
0.981	1.193	1.197	1.200	1.204
0.982	1.195	1.198	1.202	1.205

ตัวอย่าง : นำ Pressure ratio ที่คำนวณได้ (0.979) ไปเปิดใน Look up table ที่

อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส มีอัตราการไหลของอากาศจริง = 1.194 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที

อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส มีอัตราการไหลของอากาศจริง = 1.198 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที

อุณหภูมิ 29 องศาเซลเซียส มีอัตราการไหลของอากาศจริง = (1.194+1.198)/2

= 1.196 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที

• คำนวณหาร้อยละความแตกต่าง (**%Difference**) ระหว่างอัตราการไหลของอากาศที่แท้จริงของชุดปรับเทียบ Orifice ($Q_{a(Orifice)}$) กับอัตราการไหลของอากาศที่แท้จริงของเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศ ($Q_{a(sampler;\ Look\ up\ table)}$) โดยใช้สูตร ดังนี้

$$\%Difference = \frac{Q_{a(sampler)} - Q_{a(orifice)}}{Q_{a(orifice)}} * 100$$

หากร้อยละความแตกต่างที่คำนวณได้ไม่เกิน ±3% แสดงว่า Look up table ถูกต้อง สามารถใช้ในการคำนวณหาอัตราการไหลของอากาศในการเก็บตัวอย่างได้ หากเกิน ±3% ให้ทำการปรับเทียบใหม่อีกครั้ง ถ้ายังเกินอยู่ให้พล็อตกราฟแสดงความสัมพันธ์ใหม่

โดยกำหนดให้ แกน X คือ $[Q_{a(orifice)}/(T_a)^{1/2}]$
แกน Y คือ (P_I/P_a)

• ปรับแก้ค่าอัตราการไหลของอากาศที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง ($Q_{a(sampler)}$) ให้เป็นอัตราการไหลของอากาศมาตรฐาน (Q_{std}) ที่สภาวะมาตรฐาน โดยสมการ

$$Q_{std} = Q_{a(sampler)} * (P_a/P_{std}) * (T_{std}/T_a)$$

เมื่อ

Q_{std} = อัตราการไหลของอากาศมาตรฐาน (ความกดของอากาศ 760 มิลลิเมตรปรอท และอุณหภูมิ 298 องศาเคลวิล) มีหน่วยเป็น ลูกบาศก์เมตรต่อนาที

$Q_{a(sampler)}$ = อัตราการไหลของอากาศที่ใช้เก็บตัวอย่าง มีหน่วยเป็น ลูกบาศก์เมตรต่อนาที

P_a = ความกดของอากาศในบรรยากาศ มีหน่วยเป็น มิลลิเมตรปรอท

P_{std} = ความกดของอากาศที่สภาวะมาตรฐาน (760 มิลลิเมตรปรอท)

T_a = อุณหภูมิในบรรยากาศ มีหน่วยเป็น องศาเคลวิล

T_{std} = อุณหภูมิที่สภาวะมาตรฐาน (298 องศาเคลวิล)

• คำนวณหาปริมาตรอากาศทั้งหมดในการเก็บตัวอย่าง (V_{std}) โดยสมการ

$$V_{std} = Q_{std} * t$$

เมื่อ

V_{std} = ปริมาตรอากาศมาตรฐาน มีหน่วยเป็น ลูกบาศก์เมตร

Q_{std} = อัตราการไหลของอากาศมาตรฐาน มีหน่วยเป็น ลูกบาศก์เมตรต่อนาที

t = เวลาในการเก็บตัวอย่าง มีหน่วยเป็น นาที

การอบกระดาษกรองหลังเก็บตัวอย่าง

• สภาวะแวดล้อมสำหรับการอบกระดาษกรองหลังเก็บตัวอย่าง

- ความชื้นสัมพัทธ์น้อยกว่า 50 % โดยควบคุมไม่ให้เปลี่ยนแปลงเกิน ±5%
- อุณหภูมิห้องระหว่าง 15-30 องศาเซลเซียส โดยควบคุมไม่ให้เปลี่ยนแปลงเกิน ±3 ^{0}C

• ก่อนอบกระดาษกรอง ให้ทำความสะอาดตู้ดูดความชื้นทุกครั้ง

• นำซิลิกาเจล ใส่ในตู้ดูดความชื้น

• คลี่รอยพับครึ่งของกระดาษกรองออก และวางบนชั้นวางของตู้ดูดความชื้น โดยหงายด้านที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างขึ้น

• อบกระดาษกรองอย่างน้อย 24 ชั่วโมง

• เมื่อครบ 24 ชั่วโมงให้พับกระดาษกรองตามแนวเดิม เพื่อเตรียมไปชั่งน้ำหนักต่อไป

การชั่งน้ำหนักกระดาษกรองหลังเก็บตัวอย่าง

• เปิดเครื่องชั่งทิ้งไว้อย่างน้อย 2 ชั่วโมง

• ปรับเครื่องชั่งให้เป็น 0.0000 กรัม (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง)

• ปรับเทียบเครื่องชั่งด้วยตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน โดยน้ำหนักตุ้มมาตรฐานจะต้องแตกต่างจากน้ำหนักเดิมไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัม หากแตกต่างจากนี้ ให้ยกเลิกการชั่งในวันนั้น

• นำกระดาษกรองหลังเก็บตัวอย่างที่ผ่านการอบแล้วมาชั่งน้ำหนัก

• ทำการบันทึกน้ำหนักของกระดาษกรอง ลงบนซองกระดาษสีน้ำตาล เพื่อนำไปคำนวณหาความเข้มข้นของฝุ่นละอองต่อไป

การคำนวณหาความเข้มข้นของ PM-10

$$\text{ความเข้มข้นของ PM-10 (มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร)} = \frac{(W_f - W_i)*10^3}{V_{std}}$$

เมื่อ

W_f = น้ำหนักกระดาษกรองหลังเก็บตัวอย่าง มีหน่วยเป็น กรัม

W_i = น้ำหนักกระดาษกรองก่อนเก็บตัวอย่าง มีหน่วยเป็น กรัม

V_{std} = ปริมาตรอากาศมาตรฐาน มีหน่วยเป็น ลูกบาศก์เมตร

10^3 = การแปลงหน่วยจาก กรัม เป็น มิลลิกรัม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 4

การควบคุมฝุ่นละอองในบรรยากาศ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 4
การควบคุมฝุ่นละอองในบรรยากาศ

เป็นที่ทราบกันดีว่าฝุ่นละอองในบรรยากาศนั้น ส่งผลให้เกิดปัญหาด้านมลพิษทางอากาศที่สำคัญมาก โดยเฉพาะในกรุงเทพมหานครและเมืองใหญ่ของประเทศ หากพบค่าของฝุ่นละอองเกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศ จะส่งผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจของประชาชน ดังนั้นการควบคุมฝุ่นละอองในบรรยากาศจึงเป็นสิ่งที่จะต้องทำอย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ โดยอาศัยความร่วมมือจากทุกๆฝ่าย เพื่อแก้ไขปัญหา การป้องกัน และลดผลกระทบที่จะเกิดขึ้น ซึ่งวิธีการควบคุมฝุ่นละอองในบรรยากาศสามารถทำได้หลายวิธี ในที่นี้จะขอยกวิธีการควบคุมหลักๆ มา 3 วิธี ดังนี้

4.1 การควบคุมฝุ่นละอองจากยานพาหนะ และการขนส่ง

ระดับของฝุ่นละอองที่มาจากยานพาหนะมักพบว่ามีค่าสูงเกินมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งเป็นฝุ่นที่เกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของเครื่องยนต์ ฝุ่นจากหม้อไอน้ำ และฝุ่นที่เกิดจากการบรรทุกขนส่ง ดังนั้นในการแก้ปัญหาจึงต้องหาแหล่งที่มาของฝุ่นละอองและจัดการควบคุมฝุ่นละอองที่เกิดขึ้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าการใช้พลังงานนั้น เป็นแหล่งที่มาที่สำคัญของฝุ่นละออง ดังนั้นการเปลี่ยนมาใช้พลังงานประเภทที่มีปัญหามลพิษต่ำจะสามารถลดปัญหาฝุ่นละอองลงได้มาก นอกจากนี้ควรที่จะมีการปรับปรุงระบบการขนส่งมวลชน ระบบการจราจร และการควบคุมควันดำจากท่อไอเสียของยานยนต์ ซึ่งการควบคุมฝุ่นละอองจากยานพาหนะและการขนส่ง สามารถทำได้ดังต่อไปนี้

- **การควบคุมฝุ่นละอองโดยการดูแลรักษาเครื่องยนต์**

การที่จะป้องกันไม่ให้รถยนต์ของท่านปล่อยสารพิษสู่สิ่งแวดล้อม ประชาชนผู้เป็นเจ้าของและขับขี่ยานพาหนะจะต้องหมั่นบำรุงรักษาและปรับแต่งเครื่องยนต์ให้อยู่ในสภาพดีที่อยู่เสมอ เพื่อช่วยลดปัญหาของฝุ่นละออง ซึ่งมีข้อแนะนำดังนี้

- ใช้น้ำมันไร้สารตะกั่วสำหรับรถเครื่องยนต์เบนซิน หรือน้ำมันดีเซลกลั่นอุณหภูมิต่ำสำหรับรถเครื่องยนต์ดีเซล

- หมั่นตรวจดูระบบกรองอากาศของรถยนต์ ถ้ามีการอุดตันของฝุ่นจับมากให้ทำความสะอาดหรือเปลี่ยนไส้กรองใหม่

- ติดตั้งอุปกรณ์กรองไอเสีย (Catalytic Converter) เพื่อช่วยให้ไอเสียที่ปล่อยออกมามีมลพิษลดน้อยลงได้

- เปลี่ยนน้ำมันเครื่องตามกำหนดเวลา และระยะทางที่ใช้งาน

สำหรับรถที่ใช้น้ำมันดีเซลควรตรวจสอบเครื่องยนต์เป็นพิษ ดังนี้

1. ตรวจสอบกำลังอัดของเครื่องยนต์ ถ้ามีกำลังอัดต่ำกว่าปกติจะต้องซ่อมโดยเปลี่ยนแหวนลูกสูบ หรือคว้านกระบอกสูบ

2. ทำการปรับแรงดันที่หัวฉีดให้ตรงตามกำหนด และหัวฉีดต้องฉีดน้ำมันเป็นละออง ถ้าหัวฉีดปรับแรงดันไม่ได้ หรือฉีดน้ำมันไม่เป็นละออง ให้เปลี่ยนชุดหัวฉีดใหม่

3. ตั้งปั๊มหัวฉีดที่มีความเร็วรอบต่างๆ โดยให้จ่ายน้ำมันตามกำหนด ถ้าหากว่าปรับตั้งปั๊มหัวฉีดไม่ได้เนื่องจากลูกปั๊มสึกหรอมากให้เปลี่ยนลูกปั๊มแต่ละชุดใหม่

สำหรับรถที่ใช้น้ำมันเบนซินควรตรวจสอบเครื่องยนต์เป็นพิเศษ ดังนี้

1. ปรับคาร์บูเรเตอร์ โดยปกติจะปรับสกรูเดินเบาเพิ่มขึ้น แต่สำหรับรถที่มีการใช้ระบบหัวฉีดน้ำมันอัตโนมัติ จะต้องปรับแต่งโดยช่างผู้ชำนาญงานเท่านั้น

2. ทำการตรวจสอบกำลังอัดของเครื่องยนต์ และระบบไฟจุดระเบิด ถ้าแก่เกินไป ควรลดลงให้เหมาะสม

รูปที่ 4.1 การควบคุมฝุ่นละอองโดยการดูแลรักษาเครื่องยนต์

● การควบคุมฝุ่นละอองจากการบรรทุกขนส่งวัสดุ

- รถบรรทุกที่มีการขนส่งวัสดุสิ่งของ เช่น หิน ดิน ทราย จะต้องมีการใช้ผ้าใบหรือวัสดุอื่นที่เหมาะสมปิดคลุมให้มิดชิด เพื่อป้องกันการฟุ้งกระจายของฝุ่นละออง

- ในกรณีที่มีการบรรทุกวัสดุ เช่น หิน ดิน ทราย ขยะมูลฝอย หรือสิ่งอื่นๆ ที่มาจากบริเวณที่มีความสกปรกมาก จะต้องมีการทำความสะอาดล้อรถก่อนที่จะออกจากบริเวณนั้น เพื่อป้องกันไม่

ให้เกิดฝุ่นละอองและความสกปรกต่อพื้นถนน และไม่ทิ้งเศษวัสดุก่อสร้างที่ติดค้างมากับรถบรรทุกลงบนถนน ทางระบายน้ำ หรือที่สาธารณะ

- ขับรถบรรทุกด้วยความสุภาพ นุ่มนวล ไม่เร่งเครื่องยนต์เกินความจำเป็น และไม่บรรทุกวัสดุสิ่งของเกินอัตรากำลังรถ

รูปที่ 4.2 การควบคุมฝุ่นละอองจากการบรรทุกขนส่งวัสดุ

4.2 การควบคุมฝุ่นละอองในโรงงานอุตสาหกรรม

การควบคุมฝุ่นละอองจากโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่เคลื่อนที่ไม่ได้ มีวิธีการควบคุมหลายวิธี เช่น การเปลี่ยนเชื้อเพลิงที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม การปรับปรุงระบบที่ใช้ควบคุมอยู่ การเปลี่ยนวิธีการผลิตที่ก่อให้เกิดฝุ่นละออง และการใช้ระบบเทคโนโลยีควบคุมฝุ่นละอองในขั้นสุดท้าย ก่อนที่จะมีการระบายมลพิษออกสู่บรรยากาศ ซึ่งเทคโนโลยีการควบคุมฝุ่นละอองที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน ทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับขนาดของอนุภาคฝุ่นและกลไกของการจับของอนุภาคฝุ่น โดยมีรายละเอียด ดังนี้

- **เครื่องเก็บอนุภาคฝุ่นแบบแรงโน้มถ่วง (Gravitational Dust Collector)**

เครื่องเก็บอนุภาคฝุ่นแบบแรงโน้มถ่วงของโลก ลักษณะมีลักษณะเป็นอุปกรณ์สำหรับแยกและเก็บอนุภาคมลสารหรือฝุ่นละออง โดยอาศัยแรงโน้มถ่วง (Gravity separation) มีหลักการของการตกตะกอนแบบธรรมชาติอันเนื่องมาจากแรง

- ถ้าความเร็วของอากาศยิ่งช้า จะเก็บอนุภาคของฝุ่นที่ละเอียดขึ้นได้ดี

- ถ้าห้องตกตะกอนยิ่งยาว และยิ่งเตี้ย ประสิทธิภาพในการเก็บอนุภาคฝุ่นจะยิ่งสูง

- ถ้าอัตราการไหลของอากาศภายในห้องตกตะกอนมีความเร็วสม่ำเสมอตลอดเวลาจะทำให้ประสิทธิภาพในการเก็บอนุภาคฝุ่นจะยิ่งสูงขึ้น

● เครื่องเก็บอนุภาคฝุ่นแบบแรงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal Force Collector)

เครื่องเก็บอนุภาคฝุ่นแบบแรงหนีศูนย์กลาง สามารถแบ่งออกได้เป็นสองกลุ่มใหญ่ คือ แบบไซโคลน (Cyclone Type) และแบบหมุน (Rotary Type) โดยทั่วไปจะนิยมใช้แบบไซโคลน ซึ่งเป็นอุปกรณ์แยกอนุภาคมลสาร หรือฝุ่นละออง โดยแรงเหวี่ยง (Centrifugal separator) โดยการทำให้อากาศหมุนเป็นวงเกลียวปะทะกับผนังของที่บังคับ เพื่อให้อนุภาคตกลงสู่ที่รับด้านล่าง ประสิทธิภาพของไซโคลนขึ้นอยู่กับขนาดของอนุภาคฝุ่น ความเร็วของอากาศ ความยาวของตัวไซโคลน ความเรียบลื่นของผิว ความหนาแน่นของอนุภาค

ไซโคลน แบ่งออกเป็น 2 แบบคือ

1. แบบธรรมดา (Conventional cyclone) มักออกแบบเป็นรูปกรวยที่ทำให้เกิดการหมุนเวียนของกระแสอากาศภายใน โดยให้การไหลของกระแสอากาศเสียเข้าที่ช่องด้านบนแล้วไหลวนสู่ช่องทางออก ระยะทางของการไหลวนลงยิ่งยาวเท่าไรจะทำให้เกิดแรงหนีศูนย์กลางขึ้นกับอนุภาคมากยิ่งขึ้นเท่านั้น

2. แบบประสิทธิภาพสูง (High efficiency cyclone) เป็นเครื่องแยกที่ออกแบบให้มีกรวยแยกตะกอนแบบไซโคลนหลายอันอยู่ภายในเครื่อง เส้นผ่านศูนย์กลางของกรวยแต่ละอันมีขนาดเล็กถึงประมาณ 9 นิ้ว เพื่อให้เพิ่มอำนาจในการเกิดแรงหนีศูนย์กลางได้ดีกว่าและปริมาณมากกว่า

● เครื่องเก็บอนุภาคฝุ่นแบบเปียก (Wet scrubber)

เป็นการกำจัดสารมลพิษที่เป็นอนุภาคออกจากอากาศเสีย ด้วยวิธีการใช้ของเหลวหรือแผ่นฟิล์มของของเหลวเป็นตัวจับหรือยึดเอาอนุภาคไว้ ปกติจะใช้น้ำฉีดให้ฟุ้งเป็นฝอยเข้าไปในอากาศเพื่อทำให้อนุภาคเปียก เมื่อเปียกก็จะหนักและตกตะกอนลงไปกับน้ำ เครื่องเก็บแบบเปียก มีกลไกการทำงาน 2 ขั้นตอนคือ ขั้นแรกเป็นการเก็บอนุภาค ดูดซึมก๊าซ และ/หรือไอ ด้วยของเหลวที่นำมาใช้เพื่อจับ ขั้นที่สอง เป็นการแยกของเหลวที่นำมาใช้จับอนุภาคก๊าซและ/ หรือไอดังกล่าวแล้วในขั้นแรกออกจากอากาศเสีย เครื่องเก็บแบบนี้สามารถแยกอนุภาคเล็กๆ ที่เป็นของแข็งและของเหลวที่มีขนาดระหว่าง 0.1-20 ไมครอนได้ เพราะน้ำจะทำให้อนุภาคเล็กๆ รวมตัวใหญ่ขึ้นและลดการฟุ้งกระจาย ประสิทธิภาพของเครื่องอยู่ในระหว่างร้อยละ 80-99 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับรายละเอียดวิธีการใช้ในแต่ละเครื่อง

- เครื่องกรองใย (Fabric filter) เป็นการกำจัดอนุภาคของของแข็งออกจากอากาศเสีย โดยการสกัดกั้นเอาอนุภาคของแข็งไว้ที่ผิวตัวกลางหรือตัวกรอง ทำได้โดยให้อากาศผ่านเข้าไปในห้องแยก (Bag house) ซึ่งมีถุงกรองหลายใบแขวนอยู่ เพื่อทำหน้าที่กรองอนุภาคออกจากอากาศ วัตถุที่ใช้ทำผิวอาจเป็นผ้าฝ้าย ผ้าป่าน ผ้าอาบน้ำยา ใยสังเคราะห์ หรือกระดาษ ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของก๊าซและชนิดและชนิดของอนุภาค เมื่อถุงสกปรก อาจทำความสะอาดด้วยการใช้เครื่องเขย่า (Vibrator) ใช้ลมเป่า (Air jet) หรือใช้ห่วงเคลื่อนที่ (Traveling ring) เครื่องกรองใย แบ่งออกเป็น 2 แบบคือ

(1) เครื่องกรองแบบใช้ผ้ากรอง (fabric หรือ cloth filter) เป็นเครื่องกรองที่ใช้วัสดุกรองที่ทำจากผ้า

(2) เครื่องกรองแบบใช้สารกรอง (in-depth หรือ bed filter) เป็นเครื่องกรองแบบที่ใช้วัสดุกรองเป็นเม็ด เช่น ทราย ถ่านแอนทราไซต์ ฯลฯ

- เครื่องตกตะกอนไฟฟ้าสถิต (Electrostatic precipitator) เป็นการกำจัดสารปนเปื้อนที่เป็นอนุภาคออกจากอากาศเสีย โดยอาศัยแรงดึงดูดหรือแรงผลักกันของประจุไฟฟ้าสถิตของอนุภาคกับเครื่องมือในสนามไฟฟ้า มีหลักการสำคัญคือ การทำให้อนุภาคที่อยู่ในอากาศเสียเกิดประจุไฟฟ้าโดยการเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้า แล้วจึงผ่านอากาศเสียดังกล่าวนี้ไปยังส่วนที่จะทำหน้าที่แยกอนุภาค ซึ่งจะทำการดึงดูดอนุภาคที่มีประจุต่างกัน ฝุ่นจะถูกดูดติดกับแผ่นเก็บฝุ่น ซึ่งอาจทำความสะอาดแผ่นเก็บเป็นครั้งเป็นคราวได้ด้วยการเคาะหรือล้างน้ำ เครื่องตกตะกอนไฟฟ้าสถิตมีประสิทธิภาพสูงสุดในการกำจัดอนุภาคทั้งของแข็งและของเหลวที่มีขนาดเล็กกว่า 1 ไมครอน และใช้ได้ดีกับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์และไนโตรเจนออกไซด์ รวมทั้งละอองกรดในอุตสาหกรรมเคมีและโลหะ นิยมใช้ในการกำจัดอนุภาค ละอองกรดหรือละอองไอในอากาศเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น อุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมโลหะ โรงงานผลิตกระแสไฟฟ้า โรงงานผลิตปูนซีเมนต์ โรงกลั่นน้ำมัน

- อาฟเตอร์เบิร์นเนอร์ (Afterburner) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการกำจัดหรือลดสารปนเปื้อนทั้งพวกที่เป็นก๊าซ ไอ และอนุภาค ออกจากอากาศเสีย ด้วยการผ่านอากาศเสียที่เกิดจากการสันดาปเสร็จแล้วมาทำการเผาไหม้อีกครั้งหนึ่งให้สมบูรณ์ เพื่อให้ก๊าซที่ออกไปกับอากาศเหลือเพียงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำเท่านั้น อาฟเตอร์เบิร์นเนอร์แบ่งออกเป็น 2 แบบคือ แบบที่ทำให้เกิดการสันดาปโดยอาศัยความร้อน (Thermal afterburners) ซึ่งจะต้องใช้อุณหภูมิสูงประมาณ 550-850 องศาเซลเซียส และแบบที่ทำให้เกิดการสันดาปด้วยความร้อนโดยมีตัวเร่งปฏิกิริยา (Catalytic combustion system) ซึ่งจะใช้อุณหภูมิประมาณ 400-500 องศาเซลเซียสและตัวเร่งปฏิกิริยา เช่น แพลทตินั่ม หรือออกไซด์ของโลหะต่างๆ เช่น Cr_2O_3,MnO_2,CuO เป็นต้น

4.3 การควบคุมฝุ่นละอองโดยใช้มาตรการทางด้านกฎหมาย

มาตรฐานคุณภาพอากาศเป็นอีกแนวทางหนึ่ง ในการควบคุมดูแลคุณภาพของฝุ่นละออง ทั้งในบรรยากาศและในสถานที่ประกอบการ หรือบริเวณที่อยู่อาศัย ให้อยู่ในระดับที่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อประชาชนหรือระบบนิเวศ มาตรฐานคุณภาพอากาศแบ่งออกเป็น 2 ประเภทดังนี้

1. มาตรฐานคุณภาพฝุ่นละอองในบรรยากาศ (Ambient air quality standard) การกำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศประเภทนี้ มักคำนึงถึงความเหมาะสมต่อการดำรงชีพของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ซึ่งมาตรฐานที่ใช้อยู่ในประเทศไทยในปัจจุบัน คือ มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศตามประกาศสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 2 พ.ศ.2524 ที่ประกาศในราชกิจจานุเบกษา

2. มาตรฐานคุณภาพอากาศจากแหล่งกำเนิด (Emission air quality standard) แหล่งกำเนิดฝุ่นละอองที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ อาจแบ่งได้เป็น 2 แหล่ง คือแหล่งกำเนิดที่ไม่เคลื่อนที่ เช่น โรงงานอุตสาหกรรม โรงผลิตกระแสไฟฟ้า โรงกำจัดขยะมูลฝอย ฯลฯ และแหล่งกำเนิดที่เคลื่อนที่ได้ เช่น รถยนต์ รถจักรยานยนต์ เครื่องบิน เป็นต้น ดังนั้น จึงต้องมีการควบคุมการปล่อยฝุ่นละอองให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ซึ่งจะทำให้อากาศในบรรยากาศมีคุณภาพดีตามไปด้วย มาตรฐานคุณภาพอากาศจากแหล่งกำเนิดแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

- มาตรฐานอากาศเสียจากยานพาหนะ (Motor vehicle air quality standard)

ยานพาหนะได้แก่ รถยนต์ รถจักรยานยนต์ รถไฟ เรือยนต์ เครื่องบิน ฯลฯ ยานพาหนะเหล่านี้ต้องใช้เชื้อเพลิงในการทำให้เกิดพลังงานเพื่อการขับเคลื่อน ทำให้มีการปล่อยฝุ่นละออง และสารปนเปื้อนออกสู่บรรยากาศได้เป็นจำนวนมาก

- มาตรฐานอากาศเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม (Industrial emission air quality standard)

โรงงานอุตสาหกรรมเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษฝุ่นละอองที่สำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรงงานอุตสาหกรรมที่ต้องมีการใช้เชื้อเพลิงในการประกอบอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมการถลุงแร่ อุตสาหกรรมอาหาร เป็นต้น นอกจากนี้ในกระบวนการผลิตเองอาจมีการปล่อยฝุ่นละออง และสารปนเปื้อนในอากาศในรูปและชนิดต่างๆ กันไป เช่น โรงงานอุตสาหกรรมผลิตกรดซัลฟิวริก อาจมีการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในรูปต่างๆ หรืออุตสาหกรรมผลิตโซดาไฟอาจปล่อยสารปนเปื้อนในรูปของก๊าซคลอรีน หรือการผลิตกรดฟอสฟอริกอาจให้ก๊าซไฮโดรเจนฟอสไฟต์ออกมา ฯลฯ ดังนั้น อากาศถูกทำลายหรือแปรเปลี่ยนไปในทางที่ไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ มาตรฐานคุณภาพของฝุ่นละอองในอากาศจากโรงงานอุตสาหกรรมนั้น ได้กำหนดไว้ในกฎกระทรวงอุตสาหกรรม

การควบคุมปัญหาของฝุ่นละอองจะสำเร็จลุล่วงไปได้ จะต้องได้รับความร่วมมือจากหลายฝ่ายทั้งด้านวิชาการสิ่งแวดล้อม เจ้าหน้าที่ฝ่ายบริหารและเจ้าหน้าที่ทางด้านนิติบัญญัติ การดำเนินกิจ

การจะต้องสอดคล้องและสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน วิธีการดำเนินการนั้นจะต้องกระทำควบคู่กันไป ดังต่อไปนี้

1. การบังคับใช้กฎหมาย (Regulation) โดยมุ่งหมายที่ใช้เป็นกฎเกณฑ์และมาตรการบังคับใช้ โดยที่กฎหมายหรือกฎเกณฑ์ต่างๆ ที่จะออกมานั้น จะต้องให้มีความเหมาะสมและมีความสัมพันธ์กับทางวิชาการเสมอ กฎหมายที่ตราออกใช้จะต้องกำหนดค่ามาตรฐานของฝุ่นละออง ให้เหมาะสมตามที่ทางวิชาการได้ตรวจวิเคราะห์และวิจัยว่า ควรจะมีอัตราเป็นเท่าใดจึงจะไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อชุมชนได้ ทั้งนี้เพื่อให้การปฏิบัติเกี่ยวกับการควบคุมฝุ่นละอองเป็นไปได้อย่างสะดวกและถูกต้อง

2. การแบ่งเขตเฉพาะ (Proper zoning) หมายถึง การจัดวางผังเมืองหรือชุมชน ซึ่งจะช่วยให้สามารถควบคุมดูแลและปฏิบัติงานเกี่ยวกับมลพิษจากฝุ่นละอองได้สะดวกยิ่งขึ้น ทั้งจะยังสามารถช่วยลดอันตราย และเหตุรำคาญอันพึงมีต่อชุมชนให้อยู่ในเขตจำกัดอีกด้วย

3. การควบคุมการปฏิบัติการต่างๆ (Control of activity) หมายถึง การดำเนินงานเพื่อควบคุมกิจกรรมต่างๆ ในชุมชน โดยเฉพาะกิจกรรมอันเป็นแหล่งที่ก่อให้เกิดฝุ่นละอองที่เป็นต้นเหตุทำให้อากาศเสีย จะต้องได้รับการควบคุมอย่างใกล้ชิดเพื่อให้การปฏิบัติกิจกรรมนั้นอยู่ในมาตรฐานที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ ไม่ปล่อยให้ฝุ่นละอองออกสู่บรรยากาศเกินกว่าอัตราที่กำหนดไว้และการปฏิบัติการอย่างเข้มงวดกวดขัน เพื่อการควบคุมแหล่งที่เป็นต้นเหตุทำให้อากาศสกปรกให้ดำเนินการไปตามข้อกำหนดที่วางไว้ ซึ่งจะต้องมีการร่วมมือประสานกันระหว่างหน่วยราชการที่เกี่ยวข้องทั้งในส่วนกลางและส่วนท้องถิ่น

4. การให้สุขศึกษาแก่ชุมชน (Community health education) เป็นแนวทางที่มีความสำคัญต่อการควบคุมฝุ่นละอองเป็นอย่างมาก เพราะจะเป็นวิธีการที่จะช่วยให้ประชาชนได้ทราบและเข้าใจถึงวิธีปฏิบัติอันถูกต้อง ในชุมชนมีกิจกรรมต่างๆ มากมายที่เป็นแหล่งกำเนิดของฝุ่นละออง ในกิจกรรมบางประเภทประชาชนอาจจะไม่เข้าใจว่าสิ่งที่ได้ทำไปนั้น ก่อให้เกิดสิ่งเจือปนในอากาศมากกว่าที่ควรจะเป็น ดังนั้น การให้การศึกษายังเป็นสิ่งจำเป็นอันจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการดำเนินการควบคุมฝุ่นละอองเป็นอย่างมาก

ปัญหามลพิษอากาศทางด้านฝุ่นละออง เป็นปัญหาที่สำคัญประการหนึ่งที่กำลังทวีความรุนแรงขึ้นในเขตตัวเมืองใหญ่ๆ ของประเทศ เช่น กรุงเทพมหานคร จากสถานการณ์ในปัจจุบันชี้ให้เห็นว่าแหล่งกำเนิดที่สำคัญของปัญหาดังกล่าว คือ รถยนต์และโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งมีปัจจัยการเกิดที่สำคัญ คือ การเพิ่มขึ้นของประชากรอย่างรวดเร็วภายในเขตกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล เนื่องจากความเป็นศูนย์กลางของความเจริญ การคมนาคมด้านต่างๆ ดังนั้น แนวทางในการป้องกันแก้ไขปัญหามลพิษจากฝุ่นละอองที่จะเกิดขึ้นในอนาคตระยะยาว ควรมีการเตรียมการโดยการจัด

วางผังเมือง ที่คำนึงถึงผลเสียเนื่องจากมลพิษจากฝุ่นละออง เช่น การจัดแบ่งพื้นที่เมืองออกเป็นบริเวณต่างๆ ตามลักษณะของกิจกรรมเป็นสิ่งสำคัญมาก เพราะจะช่วยทำให้สามารถลดอันตรายที่เกิดจากมลพิษจากฝุ่นละอองได้เป็นอย่างดี รวมทั้งสามารถควบคุมการดำเนินการต่างๆ ในแต่ละบริเวณเฉพาะแหล่งนั้นได้อย่างเหมาะสม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 5

กรณีศึกษา

การตรวจวิเคราะห์ฝุ่นละอองในบรรยากาศ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 5
กรณีศึกษา การตรวจวิเคราะห์ฝุ่นละอองในบรรยากาศ

กรณีศึกษา
รายงานผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป
บริษัท ก่อสร้างอุตสาหกรรม จำกัด ในโครงการก่อสร้างสนามกีฬาครบวงจร
วันที่ 1-7 พฤศจิกายน 2548

5.1 บทนำ

บริษัท ก่อสร้างอุตสาหกรรม จำกัด ตั้งอยู่เลขที่ 99/88 หมู่ที่ 3 ถนนพหลโยธิน ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120 ได้มอบหมายให้ บริษัท ตรวจวิเคราะห์สิ่งแวดล้อม จำกัด ดำเนินการตรวจวัดคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป ในโครงการก่อสร้างสนามกีฬาครบวงจรในบริเวณมหาวิทยาลัยชานเมือง (Chanmuang University) เมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2548 พร้อมทั้งจัดทำรายงานผลการตรวจวัดเสนอ บริษัท ก่อสร้างอุตสาหกรรม จำกัด เพื่อพิจารณาต่อไป

5.2 ความเป็นมาของการจัดทำรายงาน

บริษัท ก่อสร้างอุตสาหกรรม จำกัด เป็นบริษัทที่ดำเนินงานเกี่ยวกับการรับเหมาก่อสร้าง ซึ่งในขั้นตอนการดำเนินงานทั้งหมดอาจก่อให้เกิดมลสารต่างๆ ที่มีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของผู้ปฏิบัติงานและประชาชนในบริเวณใกล้เคียง ทางบริษัท ก่อสร้างอุตสาหกรรม จำกัด ได้ตระหนักถึงผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้น จึงได้กำหนดให้มีการตรวจวัดคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไปเพื่อเป็นการควบคุมและตรวจสอบให้ปริมาณมลสารที่เกิดขึ้นอยู่ในมาตรฐานที่ราชการกำหนด และไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนที่อาศัยอยู่ในบริเวณใกล้เคียง

5.3 แผนการดำเนินงาน

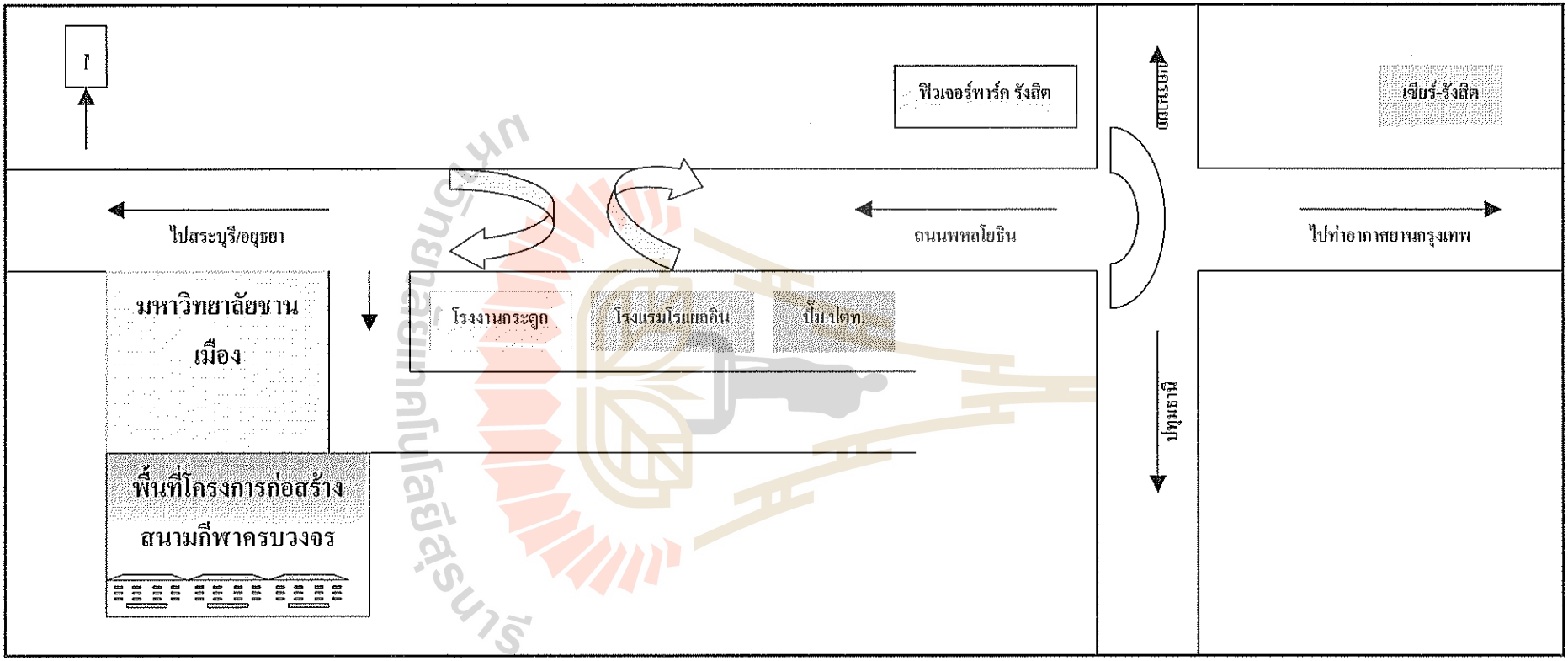
บริษัท ตรวจวิเคราะห์สิ่งแวดล้อม จำกัด ได้ดำเนินการตามแผนงานที่ได้รับมอบหมาย โดยได้ดำเนินการตรวจวัดคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป เมื่อวันที่ 1-7 พฤศจิกายน 2548 จากนั้นได้นำตัวอย่างไปทำการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ นำผลการวิเคราะห์ไปประเมินผลเพื่อจัดทำรายงาน โดยตลอดการดำเนินงานได้มีการควบคุมคุณภาพทั้งการเก็บตัวอย่างในภาคสนาม การวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ และการจัดทำรายงานดังรายละเอียดในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 แผนการตรวจวัดคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป

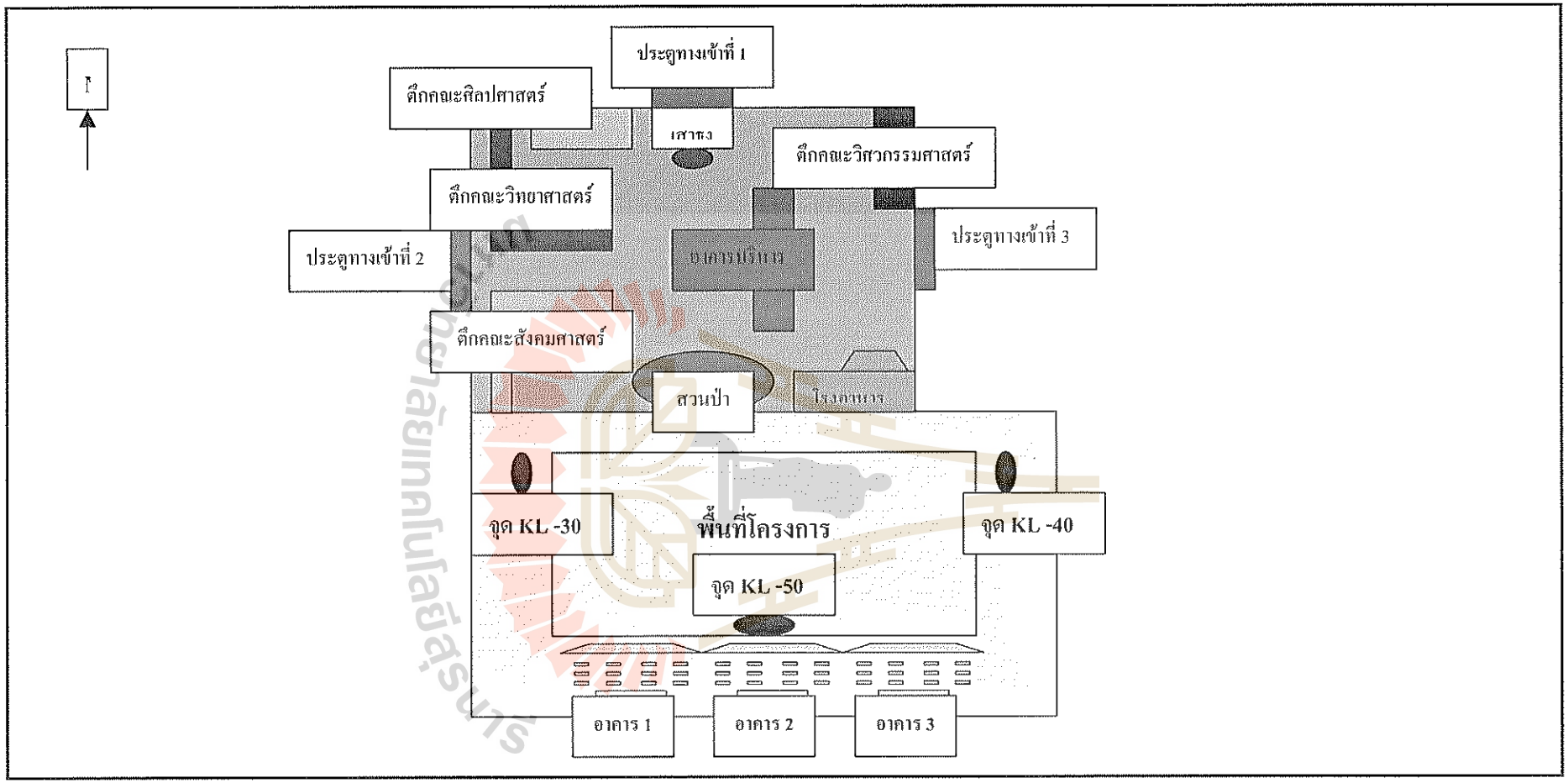
แผนการดำเนินงาน	จุดตรวจวัด	ดัชนีที่ตรวจวัด	ระยะดำเนินงาน
1. การตรวจวัดคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป	1. KL-30 2. KL-40 3. KL-50	1. ฝุ่นละอองรวม 2. ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน	1-7 พฤศจิกายน 2548
2. การวิเคราะห์ตัวอย่าง	-	-	1-7 พฤศจิกายน 2548
3. การประกันและควบคุมคุณภาพ (QA/QC)	-	-	8-12 พฤศจิกายน2548
4. การจัดทำรายงาน	-	-	13-20 พฤศจิกายน 2548
5. การส่งมอบรายงาน	-	-	21 พฤศจิกายน2548

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

5.4 แผนผังที่ตั้งโครงการ และตำแหน่งจุดตรวจวัด



รูปที่ 5.1 แผนผังแสดงพื้นที่โครงการก่อสร้างสนามกีฬาครบวงจร
รับผิดชอบโดย บริษัท ก่อสร้างอุตสาหกรรม จำกัด



รูปที่ 5.2 แสดงจุดตรวจวัดคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป

5.5 วิธีการตรวจวัด

5.5.1 ฝุ่นละอองรวม (TSP)

การเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองรวมซึ่งเป็นฝุ่นละอองที่มีขนาดอนุภาคไม่เกิน 100 ไมครอน โดยใช้วิธีการเก็บตัวอย่างตามระบบกราวิเมตริกด้วยเครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองชนิด High Volume Air Sampler ยี่ห้อ Graseby Andersen รุ่น 2000 H ผลิตโดย Andersen Instruments Ins. ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ของประเทศสหรัฐอเมริกา เก็บตัวอย่างในภาคสนามแล้วนำตัวอย่างฝุ่นละอองกลับมาวิเคราะห์หาปริมาณความเข้มข้นฝุ่นละอองในห้องปฏิบัติการ การดำเนินงานจะเป็นไปตามขั้นตอนที่ได้กำหนดไว้ในการขอการรับรอง มอก. 17025 (ISO/IEC 17025) โดยขั้นตอนที่สำคัญ ๆ สรุปได้ดังนี้

• เตรียมเครื่องเก็บตัวอย่างแบบ High Volume Air Sampler โดยการตรวจสภาพของเครื่องเก็บตัวอย่างก่อนนำออกไปปฏิบัติงานในภาคสนาม

• เตรียมกระดาษกรองชนิด Glass Fiber Filter ขนาด 8x10 นิ้ว โดยประทับหมายเลขบนขอบกระดาษกรองแล้วทำการอบกระดาษกรองในตู้ควบคุมความชื้น (Desiccators) เป็นเวลา 24 ชั่วโมงเพื่อให้ระดับความชื้นมีค่าอยู่ระหว่าง 30-50 %R.H. แล้วจึงชั่งน้ำหนักโดยใช้เครื่องชั่งน้ำหนักอย่างละเอียดจำนวนทศนิยม 4 ตำแหน่งที่ได้รับการสอบเทียบแล้ว บันทึกค่าไว้ พร้อมเตรียมกระดาษบันทึกอัตราการไหลอากาศ (Flow Chart)

• นำเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศไปติดตั้ง ณ บริเวณที่กำหนด โดยมีเกณฑ์การเลือกจุดเก็บตัวอย่างตามข้อกำหนดของ US.EPA. เช่น ต้องเป็นที่โล่งไม่มีสิ่งกีดขวางในรัศมี 10 เมตร ไม่อยู่ใกล้แหล่งกำเนิดอื่นๆ เป็นต้น ติดตั้งเครื่องให้ช่องเก็บตัวอย่างอยู่สูง 1.5-6.0 เมตรจากระดับพื้น บันทึกสภาวะแวดล้อมของจุดเก็บตัวอย่างไว้ใน Field Data Sheet

• ทำการ Calibrate เครื่องเก็บตัวอย่าง High Volume Air Sampler ด้วย Standard Orifice ที่ผ่านการตรวจสอบความถูกต้องแล้ว (Certified Orifice) ณ จุดเก็บตัวอย่างจำนวน 5 ค่าก่อนทำการเก็บตัวอย่าง บันทึกผลการ Calibrate ไว้ใน Field Data Sheet

• เก็บตัวอย่างโดยการสูบให้อากาศผ่านกระดาษกรองด้วยอัตรา 1.13-1.7 ลูกบาศก์เมตรต่อนาทีเป็นเวลา 24 ชั่วโมงแล้วนำกระดาษกรอง กระดาษบันทึกอัตราการไหลของอากาศ และ Field Data Sheet กลับมายังห้องปฏิบัติการเพื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นละอองรวม

• นำกระดาษกรองไปทำการอบในตู้ควบคุมความชื้น (Desiccators) เป็นเวลา 24 ชั่วโมงอีกครั้งหนึ่งโดยให้ระดับความชื้นมีค่าอยู่ระหว่าง 30-50 %R.H. แล้วจึงชั่งน้ำหนักโดยใช้เครื่องชั่งน้ำหนักอย่างละเอียดจำนวนทศนิยม 4 ตำแหน่งที่ได้รับการสอบเทียบแล้ว คำนวณน้ำหนักฝุ่นละอองบนกระดาษกรองตามหลักเกณฑ์ของ Pre and Post Weight Different

• คำนวณหาปริมาตรอากาศที่ไหลผ่านกระดาษกรองจาก Flow Chart พร้อมกับผลจากการ Calibrate แล้วปรับปริมาตรอากาศไปที่อุณหภูมิและความดันบรรยากาศมาตรฐาน (25 องศาเซลเซียส 760 มิลลิเมตรปรอท)

• คำนวณและรายงานผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองในอากาศเฉลี่ย 24 ชั่วโมงในหน่วยมิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามรายละเอียดของวิธี Gravimetric แล้วเสนอผลการตรวจวัดพร้อมกับประเมินผลโดยเปรียบเทียบผลการตรวจวัดที่ได้กับมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ

5.5.2 วิธีการตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM_{10})

การเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองที่มีขนาดอนุภาคไม่เกิน 10 ไมครอน โดยใช้วิธี Gravimetric ตามข้อกำหนดของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ด้วยเครื่อง High Volume Air Sampler ยี่ห้อ Graseby Andersen รุ่น 2000 H ผลิตโดย Andersen Instruments Ins. ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ของประเทศสหรัฐอเมริกา เก็บตัวอย่างในภาคสนามแล้วนำตัวอย่างกลับมาวิเคราะห์ปริมาณความเข้มข้นฝุ่นละออง (รูปที่ 2-2) การดำเนินงานทุกขั้นตอนจะเป็นไปตามขั้นตอนที่ได้กำหนดไว้ในการขอการรับรอง มอก. 17025 (ISO/IEC 17025) โดยขั้นตอนที่สำคัญ ๆ สรุปได้ดังนี้

• เตรียมเครื่องเก็บตัวอย่างแบบ High Volume Air Sampler ตรวจสภาพของเครื่องเก็บตัวอย่างและสภาพหัวคัดเลือกขนาดฝุ่นละอองก่อนนำออกไปปฏิบัติงาน

• เตรียมกระดาษกรองชนิด Quartz Fibre Filter ขนาด 8x10 นิ้ว โดยประทับหมายเลขบนขอบกระดาษกรองแล้ว การอบกระดาษกรองในตู้ควบคุมความชื้น (Desiccators) เป็นเวลา 24 ชั่วโมงเพื่อให้ระดับความชื้นมีค่าอยู่ระหว่าง 30-50% R.H. แล้วจึงชั่งน้ำหนักโดยใช้เครื่องชั่งน้ำหนักอย่างละเอียดจำนวนทศนิยม 4 ตำแหน่งที่ได้รับการสอบเทียบแล้ว บันทึกค่าไว้ พร้อมเตรียมกระดาษบันทึกอัตราการไหลอากาศ (Flow Chart)

• นำเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศไปติดตั้ง ณ บริเวณที่กำหนดโดยจะต้องเลือกจุดให้ได้ตามเกณฑ์ของ US.EPA. เช่น ต้องเป็นที่โล่งไม่มีสิ่งกีดขวางในรัศมี 10 เมตร ไม่อยู่ใกล้แหล่งกำเนิดอื่นๆ เป็นต้น ติดตั้งเครื่องให้ช่องเก็บตัวอย่างอยู่สูง 1.5-6.0 เมตรจากระดับพื้น บันทึกสภาวะแวดล้อมของจุดเก็บตัวอย่างไว้ใน Field Data Sheet

• ทำการ Calibrate เครื่องเก็บตัวอย่าง High Volume Air Sampler ด้วย Standard Orifice ที่ผ่านการตรวจสอบความถูกต้องแล้ว (Certified Orifice) ณ จุดเก็บตัวอย่างจำนวน 5 ค่าก่อนทำการเก็บตัวอย่าง บันทึกผล การ Calibrate ไว้ใน Field Data Sheet

• ทำความสะอาดหัวคัดเลือกขนาดฝุ่นละออง แล้วพ่น Silicone Grease ที่แผ่น Impactor สำหรับดักฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่กว่า 10 ไมครอน

• เก็บตัวอย่างโดยการสูบอากาศผ่านกระดาษกรองด้วยอัตราคงที่ประมาณ 1.13 ลูกบาศก์เมตรต่อนาทีเป็นเวลา 24 ชั่วโมงแล้วนำกระดาษกรอง กระดาษบันทึกอัตราการไหลของอากาศ และ Field Data Sheet กลับมายังห้องปฏิบัติการเพื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน

• นำกระดาษกรองไปทำการอบในตู้ควบคุมความชื้น (Desiccators) เป็นเวลา 24 ชั่วโมงอีกครั้งหนึ่งโดยให้ระดับความชื้นมีค่าอยู่ระหว่าง 30-50% R.H. แล้วจึงชั่งน้ำหนักโดยใช้เครื่องชั่งน้ำหนักอย่างละเอียดจำนวนทศนิยม 4 ตำแหน่งที่ได้รับการสอบเทียบแล้ว คำนวณน้ำหนักฝุ่นละอองบนกระดาษกรองตามหลักเกณฑ์ของ Pre and Post Weight Different

• คำนวณหาปริมาตรอากาศที่ไหลผ่านกระดาษกรองจาก Flow Chart พร้อมกับผลจากการ Calibrate แล้วปรับปริมาตรอากาศไปที่อุณหภูมิและความดันบรรยากาศมาตรฐาน (25 องศาเซลเซียส 760 มิลลิเมตรปรอท)

• คำนวณและรายงานผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองในอากาศเฉลี่ย 24 ชั่วโมงในหน่วยมิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามรายละเอียดของวิธี Gravimetric แล้วเสนอผลการตรวจวัดพร้อมกับประเมินผลโดยเปรียบเทียบผลการตรวจวัดที่ได้กับมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

5.6 ผลการตรวจวัด

การตรวจวัดคุณภาพอากาศระหว่างวันที่ 1 พฤศจิกายน 2548 ตั้งแต่เวลา 24.00 น. จนถึงวันที่ 7 พฤศจิกายน 2548 เวลา 24.00น. ซึ่งประกอบด้วยการตรวจวัดฝุ่นละอองรวม และฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน สรุปผลได้ดังตารางที่ 5.2 และตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.2 ผลการตรวจวัดฝุ่นละอองรวม บริษัท ก่อสร้างอุตสาหกรรม จำกัด

วันที่ตรวจวัด	ผลการตรวจวัดฝุ่นละอองรวมเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (mg/m^3)[1/]			มาตรฐาน(mg/m^3)[2/]
	KL-30	KL-40	KL-50	
1/11/2548	0.058	0.349*	0.214	0.33
2/11/2548	0.045	0.296	0.226	
3/11/2548	0.059	0.205	0.162	
4/11/2548	0.053	0.250	0.164	
5/11/2548	0.082	0.273	0.166	
6/11/2548	0.068	0.139	0.128	
7/11/2548	0.120	0.290	0.172	

หมายเหตุ:

1) [1/] ผลการตรวจวัดคำนวณที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และความดัน 1 บรรยากาศ

2) [2/] มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2538)

3) * มีค่าเกินมาตรฐานที่กำหนด

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ตารางที่ 5.3 ผลการตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน บริษัท ก่อสร้างอุตสาหกรรม จำกัด

วันที่ตรวจวัด	ผลการตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (mg/m^3)[1/]			มาตรฐาน(mg/m^3)[2/]
	KL-30	KL-40	KL-50	
1/11/2548	0.041	0.178*	0.126*	0.12
2/11/2548	0.039	0.167*	0.113	
3/11/2548	0.040	0.128*	0.087	
4/11/2548	0.027	0.134*	0.091	
5/11/2548	0.049	0.131*	0.095	
6/11/2548	0.047	0.088	0.079	
7/11/2548	0.080	0.219*	0.061	

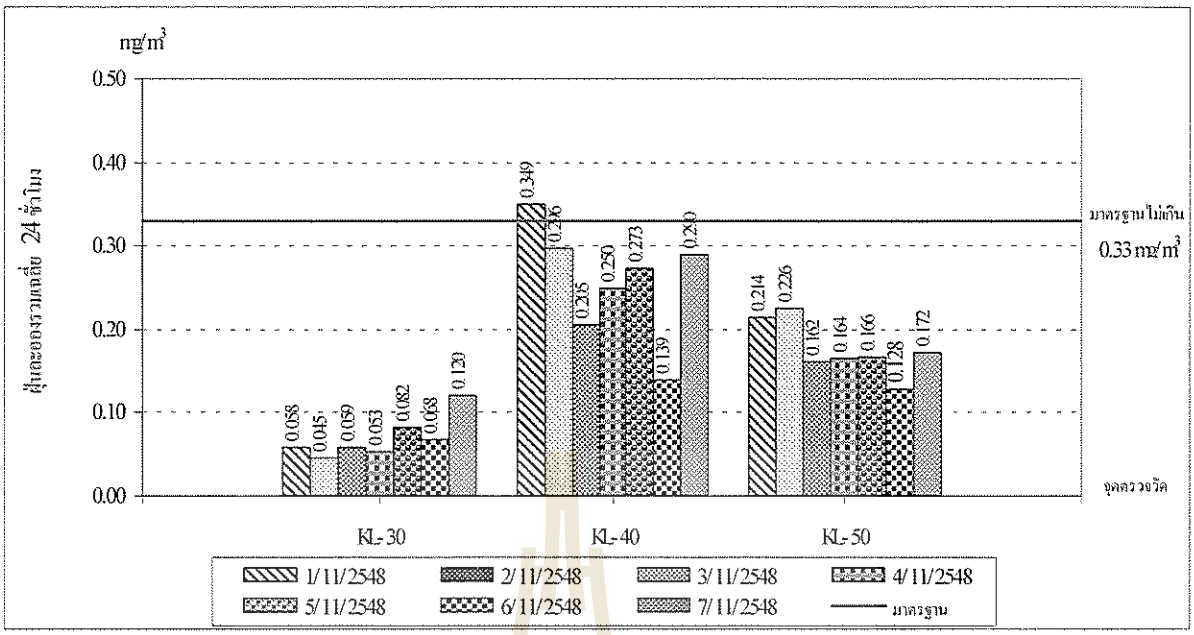
หมายเหตุ:

1) [1/] ผลการตรวจวัดคำนวณที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และความดัน 1 บรรยากาศ

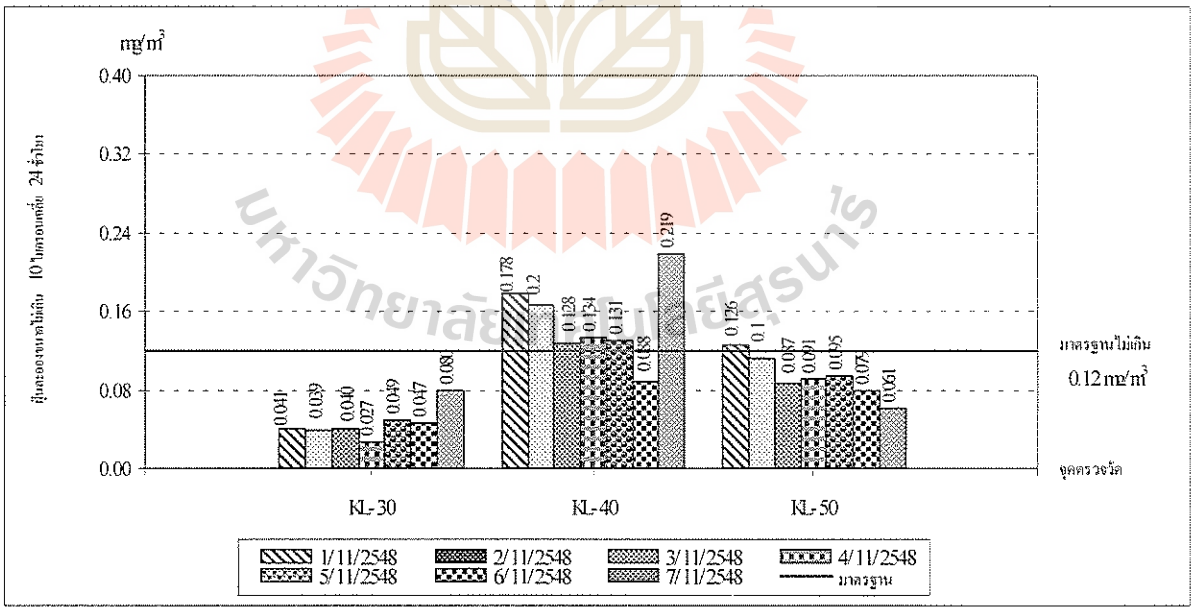
2) [2/] มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2538)

3) * มีค่าเกินมาตรฐานที่กำหนด

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 5.3 ผลการตรวจวัดฝุ่นละอองรวมบริษัท ก่อสร้างอุตสาหกรรม จำกัด ระหว่างวันที่ 1-7 พฤศจิกายน 2548



รูปที่ 5.4 ผลการตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน บริษัท ก่อสร้างอุตสาหกรรม จำกัด ระหว่างวันที่ 1-7 พฤศจิกายน 2548

สรุปผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป

ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองรวม พบว่าจุดตรวจวัดบริเวณ KL-30 มีค่าระหว่าง 0.045-0.120 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร บริเวณ KL-40 มีค่าระหว่าง 0.139-0.349 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และบริเวณ KL-50 มีค่าระหว่าง 0.128-0.226 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2538) ที่กำหนดให้ปริมาณฝุ่นละอองรวมเฉลี่ย 24 ชั่วโมงมีค่าได้ไม่เกิน 0.33 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร พบว่าบริเวณ KL-30 และบริเวณ KL-50 มีค่าอยู่ในมาตรฐาน ส่วนบริเวณ KL-40 มีปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ย 24 ชั่วโมงมีค่าเกินมาตรฐานที่กำหนดไว้

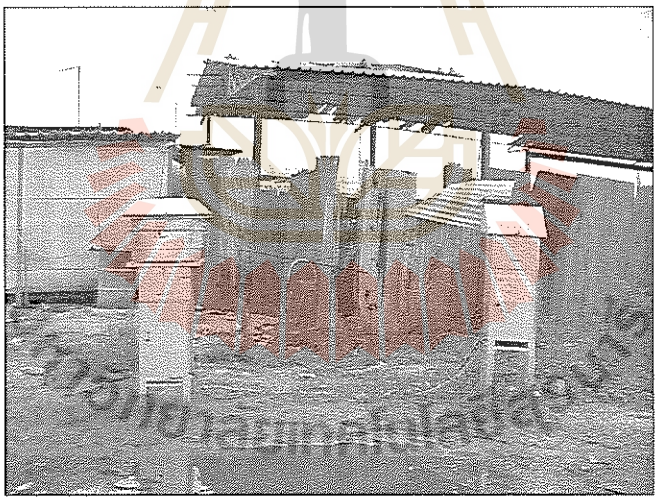
ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน พบว่าจุดตรวจวัดบริเวณ KL-30 มีค่าระหว่าง 0.027-0.077 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร บริเวณ KL-40 มีค่าระหว่าง 0.088-0.219 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และบริเวณ KL-50 มีค่าระหว่าง 0.059-0.126 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2538) ที่กำหนดให้ปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน มีค่าได้ไม่เกิน 0.12 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร พบว่าบริเวณKL-30 มีค่าอยู่ในมาตรฐาน ส่วนบริเวณ KL-40 และ KL-50 มีปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนเฉลี่ย 24 ชั่วโมงมีค่าเกินมาตรฐานที่กำหนดไว้

อย่างไรก็ตามควรมีการเฝ้าระวัง และติดตามตรวจสอบปริมาณฝุ่นละออง หากพบว่าสูงกว่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศซึ่งอาจจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนบริเวณใกล้เคียง ดังนั้นมาตรการลดปริมาณฝุ่นที่เกิดขึ้นบริเวณพื้นที่ก่อสร้างต่อไปนี้จะต้องนำไปพิจารณาปฏิบัติโดยด่วนเพื่อลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมดังนี้

- ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นจากการก่อสร้างควรมีการฉีดน้ำหรือพรมน้ำบนพื้นดินและผิวถนนที่ไม่ได้ลาดแอสฟัลต์หรือคอนกรีต เพื่อลดการแพร่กระจายของฝุ่น
- ทำความสะอาดผิวถนนคอนกรีตหรือแอสฟัลต์รอบๆพื้นที่ก่อสร้างอย่างสม่ำเสมอ ทำความสะอาดล้อรถบรรทุกและยานพาหนะที่ออกจากพื้นที่ก่อสร้าง นอกจากนี้ควรมีการคลุมผ้าใบหรือพลาสติกบนชั้นอาคารที่มีการก่อสร้างเพื่อลดการแพร่กระจายของฝุ่นละออง
- ยานพาหนะบนพื้นที่ก่อสร้างจะต้องใช้เส้นทางที่กำหนดไว้เท่านั้น
- การเก็บวัสดุต่างๆ ควรปิดคลุมให้มิดชิด และผงซีเมนต์ควรเก็บไว้ในไซโล
- ช่อง Dry Mix ของ Batching Plant ควรปิดคลุมให้มิดชิด
- ห้ามเผาขยะบริเวณพื้นที่ก่อสร้าง

- หากพบว่าผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศในบรรยากาศทั่วไปสูงกว่ามาตรฐาน มาตรการลดผลกระทบต่อไปนี้จะต้องนำไปปฏิบัติ
  - เพิ่มการฉีดน้ำหรือพรมน้ำลงบนพื้นดินในขณะทำการก่อสร้าง
  - ปรับปรุงการปิดคลุมบนเครื่องจักรต่างๆ
  - ปรับปรุงมาตรการควบคุมการระบายฝุ่นละอองบริเวณ Batching Plant
  - เพิ่มการปิดคลุมบริเวณเก็บวัสดุก่อสร้าง
  - กำหนดความเร็วของยานพาหนะในพื้นที่ก่อสร้าง
  - ดาดผิวถนนในพื้นที่ก่อสร้าง
  - มาตรการอื่นๆ ที่เห็นว่ามีความจำเป็น

เพื่อที่จะทำให้ปริมาณฝุ่นละอองอยู่ในระดับที่สามารถยอมรับได้ ต้องปฏิบัติตามมาตรการลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมอย่างเคร่งครัด และต่อไปควรมีการติดตามตรวจสอบการปฏิบัติตามมาตรการลดผลกระทบก่อนที่จะปฏิบัติการตามมาตรการลดผลกระทบอื่นๆ ดังกล่าวข้างต้น และควรรายงานต่อผู้จัดการสิ่งแวดล้อมของโครงการ



รูปที่ 5.5 การตรวจวัดคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป ในโครงการก่อสร้างสนามกีฬาครบวงจร โดยบริษัท ก่อสร้างอุตสาหกรรม จำกัด ผู้รับผิดชอบโครงการ ระหว่างวันที่ 1-7 พฤศจิกายน 2548

บทที่ 6
สรุปผลการปฏิบัติงาน ในบริษัทที่ปรึกษาด้านสิ่งแวดล้อม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 6
สรุปผลการปฏิบัติงานในบริษัทที่ปรึกษาด้านสิ่งแวดล้อม

การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาในบริษัท ยูไนเต็ด แอนนาลิสต์ แอนด์ เอ็นจิเนียริ่ง คอนซัลแตนท์ จำกัด ซึ่งเป็นบริษัทที่ปรึกษาด้านสิ่งแวดล้อม โดยปฏิบัติงานในตำแหน่งผู้ช่วยเจ้าหน้าที่สิ่งแวดล้อม มีระยะเวลาปฏิบัติงานทั้งหมด 16 สัปดาห์ ทำให้ได้รับความรู้ ประสบการณ์ที่หลากหลายด้าน ไม่ว่าจะเป็นในด้านสังคม ด้านทฤษฎี และด้านการปฏิบัติงานทั้งในส่วนของภาคสนามและห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ ซึ่งสามารถแยกออกเป็นแต่ละด้าน ได้ดังนี้

1. ด้านสังคม

- ได้เรียนรู้ทักษะของการทำงานจริงในสถานประกอบการ ซึ่งจะต้องมีการปรับตัวและวางตัวในการทำงานร่วมกับบุคคลอื่นทั้งภายใน และภายนอกสถานประกอบการได้อย่างเหมาะสม
- ได้เรียนรู้ถึงปัญหาของการทำงาน มีการวางแผน มีการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นทั้งในการทำงานร่วมกับผู้อื่นและปัญหาประจำวันของตนเอง เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้
- มีการแลกเปลี่ยนความรู้ คำแนะนำ และทัศนคติที่กว้างขึ้น ในการทำงานกับผู้ที่ได้ปฏิบัติงานแล้ว และเพื่อนนักศึกษาที่ทำงานร่วมกัน

2. ด้านทฤษฎี

- ได้รับความรู้ ประสบการณ์ ในการตรวจวิเคราะห์คุณภาพสิ่งแวดล้อม โดยได้ปฏิบัติงานทั้งในส่วนของภาคสนามและในห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์ ซึ่งมีขั้นตอนและวิธีการตรวจวิเคราะห์ที่แตกต่างกันออกไปในแต่ละส่วน
- ได้ศึกษาในขั้นตอนการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมของโครงการต่างๆ ตั้งแต่ขั้นตอนการตรวจวิเคราะห์คุณภาพ และจะต้องนำผลการตรวจวิเคราะห์นั้นมาจัดทำรายงานเพื่อนำเสนอต่อไป
- มีการเรียนรู้ และค้นคว้าข้อมูลที่ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทั้งในส่วนของมาตรฐาน กฎหมาย ข้อกำหนด เทคนิควิธีการตรวจวัดใหม่ๆ เพื่อให้เหมาะสมกับปัจจุบันอยู่เสมอ
- มีการนำความรู้ที่ได้ศึกษามาใช้ในการปฏิบัติงาน ซึ่งต้องมีการประยุกต์ใช้งานให้เหมาะสมและต้องนำความรู้ในหลายๆ ด้านมาประกอบกัน
- มีการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลเพื่อจัดทำรายงานในหัวข้อเรื่อง “ความสำคัญของฝุ่นละอองในบรรยากาศและการควบคุม”

3. ด้านการปฏิบัติงาน

- การออกภาคสนาม

- มีการออกภาคสนาม โดยทำการเก็บตัวอย่างทางด้านสิ่งแวดล้อม เช่น อากาศ น้ำ ดิน เพื่อนำมาวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการต่อไป

- มีการปฏิบัติงานในการเก็บตัวอย่างทางด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย เช่น สารมลพิษความเข้มแสง เสียง และแบคทีเรียในอากาศ ภายในโรงงานอุตสาหกรรมและสถานประกอบการต่างๆ

- มีการเก็บข้อมูลทางภาคสนาม ในโครงการการศึกษาจัดทำแผนแม่บทและคู่มือพัฒนาการท่องเที่ยวของจังหวัดสุรินทร์ โดยทำการสัมภาษณ์นักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและชาวต่างชาติ

- การปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการตรวจวิเคราะห์

- ได้ศึกษาวิธีการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างทางด้านสิ่งแวดล้อม โดยใช้เทคนิค วิธีการ เครื่องมือและอุปกรณ์ทางด้านวิทยาศาสตร์ที่มีความถูกต้องแม่นยำและน่าเชื่อถือมากที่สุด

- ทำการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างคุณภาพน้ำตามวิธีการที่ได้กำหนดไว้ ทั้งทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ ตามพารามิเตอร์ชี้วัดต่างๆ

- ทำการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างคุณภาพอากาศ ซึ่งมีการเก็บมาจากภาคสนาม เช่น มลพิษจากบรรยากาศโดยทั่วไป มลพิษจากปล่องควัน และมลพิษจากภายในสถานประกอบการ ตามวิธีการที่ได้กำหนดไว้ในพารามิเตอร์ต่างๆ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บรรณานุกรม

กรมควบคุมมลพิษ (2545), **รวมกฎหมาย ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.2535**. กรุงเทพฯ

กรมควบคุมมลพิษ (2546), **คู่มือการตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศ**. กรุงเทพฯ

กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2545), **ตำราระบบบำบัดมลพิษน้ำ.** สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย. กรุงเทพฯ

การควบคุมฝุ่น [ออนไลน์] ได้จาก http://www.dust_collection#dust_collection#dust_collection.htm

งานอากาศและเสียง กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม (2527), **วิธีการเก็บตัวอย่างเพื่อวัดปริมาณฝุ่นละอองและก๊าซภายในปล่องโรงงาน,** สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ (2543), **คู่มือการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ**. พิมพ์ครั้งที่ 4 โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ

สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย (2540), **คู่มือวิเคราะห์น้ำเสีย**. พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพฯ

แหล่งที่มาที่สำคัญของฝุ่นละออง [ออนไลน์] ได้จาก http://www.pcd Particulate Matter and Dust.htm

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไปสำหรับประเทศไทย

ภาคผนวก ข แบบฟอร์มบันทึกผลการปรับเทียบและการคำนวณอัตราการไหลของอากาศสำหรับเครื่องเก็บตัวอย่าง TSP และ PM-10

ภาคผนวก ค กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับฝุ่นละอองในบรรยากาศ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก ก

มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไปสำหรับประเทศไทย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไปสำหรับประเทศไทย

มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป		
สารมลพิษ	**ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นในเวลา**	**ค่ามาตรฐาน**
ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)	1 ชม.	ไม่เกิน 30 ppm. (34.2 มก./ลบ.ม.)
	8 ชม.	ไม่เกิน 9 ppm. (10.26 มก./ลบ.ม)
ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2)	1 ชม.	ไม่เกิน 0.17 ppm. (0.32 มก./ลบ.ม.)
ก๊าซโอโซน (O_3)	1 ชม.	0.10 ppm. (0.20 มก./ลบ.ม.)
ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2)	1 ปี	ไม่เกิน 0.04 ppm. (0.10 มก./ลบ.ม)
	24 ชม.	ไม่เกิน 0.12 ppm.(0.30 มก./ลบ.ม)
	1 ชม.	ไม่เกิน 0.3 ppm.(780 มคก./ลบ.ม)
ตะกั่ว (Pb)	1 เดือน	ไม่เกิน 1.5 มคก./ลบ.ม
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน	24 ชม.	ไม่เกิน 0.12 มก./ลบ.ม
	1 ปี	ไม่เกิน 0.05 มก./ลบ.ม
ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 100 ไมครอน	24 ชม.	ไม่เกิน 0.33 มก./ลบ.ม.
	1ปี	ไม่เกิน 0.10 มก./ลบ.ม.

ภาคผนวก ข

แบบฟอร์มบันทึกผลการปรับเทียบและการคำนวณอัตราการไหลของอากาศสำหรับเครื่องเก็บตัวอย่าง TSP และ PM-10

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

<u>แบบฟอร์มที่ 1</u> แบบบันทึกผลการปรับเทียบเครื่องเก็บตัวอย่าง TSP ที่ไม่มีอุปกรณ์ควบคุมอัตราการไหลของอากาศ

<u>CALIBRATION DATA SHEET กรณีไม่มีอุปกรณ์ควบคุมอัตราการไหลของอากาศ</u>

ที่ตั้งสถานี (Station Location) _____

วันที่ (Date) _____ เวลา (Time) _____

ประเภทเครื่อง [ ] TSP [ ] PM-10

Orifice transfer standard S/N _____

ความกดของอากาศ (P_a) _____ in. Hg อุณหภูมิของบรรยากาศ (T_a) _____ ^{0}C

ความกดอากาศเฉลี่ยตามฤดูกาล (P_s) _____ mm Hg อุณหภูมิเฉลี่ยตามฤดูกาล (T_s) _____ ^{0}C

เจ้าหน้าที่ดำเนินการ : 1. _____

2. _____

ตารางบันทึกผล

Plate no.	Orifice Manometer (in. H_2O)	Recorder reading (I)

หมายเหตุ _____

_____

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

<u>แบบฟอร์มที่ 2</u> แบบบันทึกผลการคำนวณหาอัตราการไหลของอากาศ สำหรับเครื่องเก็บตัวอย่าง TSP ที่ไม่มีอุปกรณ์ควบคุมอัตราการไหลของอากาศ

SAMPLER CALIBRATION DATA SHEET

Orifice transfer standard S/N _____

Orifice calibration relationship; m = _____ b = _____ r = _____

Plate no.	**Orifice Manometer (in. H_2O)**	**Recorder reading (I)**	**X-axis = $Q_{std(Orifice)}^{a}$**	**Y-axis = Transformed recorder reading $[IT]^{b}$**

a; $Q_{std(Orifice)} = 1/m*([(\Delta H(P_a/P_{std})(T_{std}/T_a))]^{1/2} - b)$

b; $[IT] = I*[(P_a/P_s)*(T_s/T_a)]^{1/2}$

Sampler calibration relationship ($Q_{std(Orifice)}$ on x-axis; [IT] on y-axis)

$IT = m[Q_{std(Orifice)}] + b$

r = _____ , m = _____ , b = _____

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

<u>แบบฟอร์มที่ 3</u> แบบบันทึกผลการปรับเทียบเครื่องเก็บตัวอย่าง TSP/PM-10 ที่มีอุปกรณ์ควบคุมอัตราการไหลของอากาศ

<u>VFC SAMPLER CALIBRATION DATA SHEET</u>

ที่ตั้งสถานี (Station Location) _____

วันที่ (Date) _____ เวลา (Time) _____

ประเภทเครื่อง [ ] TSP [ ] PM-10

Volumetric flow controller (VFC) S/N _____

Orifice transfer standard S/N _____

ความกดของอากาศ (P_a) _____ mm Hg อุณหภูมิของบรรยากาศ (T_a) _____ ^{0}C

เจ้าหน้าที่ดำเนินการ : 1. _____

2. _____

ตารางบันทึกผล

Plate no.	Orifice Manometer (in. H_2O)	P_r (in. H_2O)

หมายเหตุ _____

_____

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

<u>แบบฟอร์มที่ 4</u> แบบบันทึกผลการคำนวณหาอัตราการไหลของอากาศ สำหรับเครื่องเก็บตัวอย่าง TSP/PM-10 ที่มีอุปกรณ์ควบคุมอัตราการไหลของอากาศ

VFC SAMPLER CALIBRATION DATA SHEET

Orifice transfer standard S/N _____ T_a = _____ ^{0}K, P_a = _____ mm Hg

Orifice calibration relationship; m = _____ b = _____ r = _____

Plate no.	**Orifice Manometer ($in.H_2O$)**	$Q_{a(Orifice)}$	P_f **(mm Hg)**	$P_1 = P_a - P_f$	P_1/P_a	$Q_{a(Sampler;\ Look\ up\ table)}$

$Q_{a(Orifice)}$	$Q_{a(Sampler;\ Look\ up\ table)}$	**%Difference**

P_f (mm Hg) = 25.4 (in. H_2O/13.6)

$Q_{a(Orifice)} = 1/m\{[(\Delta H)*(T_a/P_a)]^{1/2} - b\}$

$$\%Difference = \frac{Q_{a(Sampler)} - Q_{a(Orifice)} * 100}{Q_{a(Orifice)}}$$

<u>Sampler calibration relationship</u>

[ ] Look up table validated (%Difference < 3%)

[ ] New calibration relationship

$X = [Q_{a(Orifice)} / T_a)^{1/2}]$, $Y = (P_1/P_a)$

r = _____ , m =_____ , b =_____

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก ค
กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับฝุ่นละอองในบรรยากาศ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม
เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการปล่อยฝุ่นละออง จากโรงโม่ บด หรือย่อยหิน

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๕๕ แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๓๕ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม โดยคำแนะนำของคณะกรรมการควบคุมมลพิษ และโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กำหนดมาตรฐานควบคุมการปล่อยฝุ่นละอองจากโรงโม่ บด หรือย่อยหิน ไว้ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ในประกาศนี้

"โรงโม่ บด หรือย่อยหิน" หมายความว่า โรงโม่ บด หรือย่อยหินตามกฎหมายว่าด้วยโรงงาน

"**วิธีตรวจวัดแบบวัดความทึบแสง (Smoke Opacity Meter)**" หมายความว่า วิธีตรวจวัดความเข้มของฝุ่นละออง โดยวัดค่าของแสงที่ทะลุผ่านฝุ่นละอองที่ถูกดูดเข้าไปในเครื่องมือ ซึ่งวัดค่าเป็นหน่วยร้อยละ

"**วิธีการตรวจวัดความเข้มข้นของฝุ่นละออง**" หมายความว่า US. EPA วิธีที่ ๕ Determination of Particulate Emission from Stationary Source

ข้อ ๒ ความเข้มข้นของฝุ่นละอองจากโรงโม่ บด หรือย่อยหินที่ไม่มีการติดตั้งระบบดูดฝุ่นละออง ต้องมีค่ามาตรฐานความทึบแสง (Opacity) ที่กระบวนการผลิตของโรงโม่ บด หรือย่อยหิน เช่น เครื่องโม่ย่อยหิน สายพาน ตะแกรงร่อน ฯลฯ ไม่เกินร้อยละ ๒๐ เมื่อตรวจวัดที่จุดตรวจวัด ณ ระยะห่าง ๑ เมตร โดยรอบจากขอบจุดกำเนิดด้วยวิธีการตรวจวัดแบบวัดความทึบแสง (Smoke Opacity Meter)

ข้อ ๓ ฝุ่นละอองที่ระบายออกจากโรงโม่ บด หรือย่อยหินที่มีการติดตั้งระบบดูดฝุ่นละอองระบายอากาศออกทางปล่องต้องมีค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่ระบายออกมาไม่เกิน

๔๐๐ มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และค่าความทึบแสงต้องไม่เกินร้อยละ ๒๐ เมื่อตรวจวัด ณ จุดตรวจวัดที่ปล่องระบายอากาศ โดยตรวจวัดค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองด้วยวิธี US. EPA วิธีที่ ๕ "Determination of Particulate Emission from Stationary Source" และตรวจวัดค่าความทึบแสงด้วยวิธีตรวจวัดแบบวัดความทึบแสง (Smoke Opacity Meter)

ข้อ ๔ วิธีตรวจวัดความเข้มข้นของฝุ่นละอองให้เป็นไปตามหลักเกณฑ์ วิธีการและรายละเอียด ตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนดโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา

ประกาศ ณ วันที่ ๒๐ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๓๙
ยิ่งพันธ์ มนะสิการ
รัฐมนตรีว่าการทรวงวิทยาศาสตร์
เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

(ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม ๑๑๔ ตอนที่ ๖ ง วันที่ ๒๑ มกราคม ๒๕๔๐)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ
ฉบับที่ ๒๔ (พ.ศ. ๒๕๔๗)
เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๓๒ และมาตรา ๓๔ แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๓๕ อันเป็นพระราชบัญญัติที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา ๒๙ ประกอบกับมาตรา ๓๕ มาตรา ๔๘ มาตรา ๕๐ และมาตรา ๕๑ ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทยบัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ จึงได้มีมติในคราวการประชุมครั้งที่ ๒/๒๕๔๗ เมื่อวันที่ ๒๔ กุมภาพันธ์ ๒๕๔๗ ให้ปรับปรุงแก้ไขมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ให้ยกเลิกความใน (๔) ของข้อ ๒ แห่งประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ ๑๐ (พ.ศ. ๒๕๓๘) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๓๕ เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

"(๔) ค่าเฉลี่ยของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ในเวลา ๒๔ ชั่วโมง จะต้องไม่เกิน ๐.๑๒ ส่วนในล้านส่วน หรือไม่เกิน ๐.๓๐ มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และค่ามัชฌิมเลขคณิต (Arithmetic Mean) ในเวลา ๑ ปี จะต้องไม่เกิน ๐.๐๔ ส่วนในล้านส่วน หรือไม่เกิน ๐.๑๐ มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร"

ข้อ ๒ ให้ยกเลิกความใน (๒) และ (๓) ของข้อ ๔ แห่งประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ ๑๐ (พ.ศ. ๒๕๓๘) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๓๕ เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป และให้ใช้ความต่อไปนี้แทน

"(๒) ค่าเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน ๑๐ ไมครอน ในเวลา ๒๔ ชั่วโมง จะต้องไม่เกิน ๐.๑๒ มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และค่ามัชฌิมเลขคณิต (Arithmetic Mean) ในเวลา ๑ ปี จะต้องไม่เกิน ๐.๐๕ มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

(๓) ค่าเฉลี่ยของฝุ่นละอองรวมหรือฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน ๑๐๐ ไมครอน ในเวลา ๒๔ ชั่วโมง จะต้องไม่เกิน ๐.๓๓ มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และค่ามัชฌิมเลขคณิต (Arithmetic Mean) ในเวลา ๑ ปี จะต้องไม่เกิน ๐.๑๐ มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร"

ประกาศ ณ วันที่ ๙ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๔๗

(ลงนาม) *จาตุรนต์ ฉายแสง*

(นายจาตุรนต์ ฉายแสง)

รองนายกรัฐมนตรี

ปฏิบัติหน้าที่ประธานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ

ราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม ๑๒๑ ตอนพิเศษ ๑๐๔ ง วันที่ ๒๒ กันยายน ๒๕๔๗

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ
ฉบับที่ ๑๐ (พ.ศ. ๒๕๓๘)
ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ
พ.ศ. ๒๕๓๕
เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๓๒ แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๓๕ คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติกำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป ไว้ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ในประกาศนี้

"**เครื่องวัด ระบบนันดีสเปอร์ซีฟ อินฟราเรด ดีเทคชั่น (Non- dispersive Infrared Detection)**" หมายความว่า เครื่องมือวัดค่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์โดยใช้รังสีอินฟราเรด

"**เครื่องวัดระบบเคมีลูมิเนสเซน (Chemiluminescence)**" หมายความว่า

(๑) เครื่องมือวัดค่าก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์โดยใช้ก๊าซโอโซนทำปฏิกิริยากับก๊าซไนตริกออกไซด์ ซึ่งถูกเปลี่ยนมาจากก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์แล้ววัดความเข้มของแสงซึ่งเกิดจากปฏิกิริยานั้น ณ ที่ความยาวคลื่นที่สูงกว่า ๖๐๐ นาโนมิเตอร์ (Nanometer) หรือ

(๒) เครื่องมือวัดค่าก๊าซโอโซนโดยใช้ก๊าซเอธีลีนทำปฏิกิริยากับก๊าซโอโซนแล้ววัดความเข้มของแสงซึ่งเกิดจากปฏิกิริยานั้น ณ ที่ความยาวคลื่นระหว่าง ๓๕๐ ถึง ๕๕๐ นาโนมิเตอร์

"**ระบบพาราโรซานิลีน (Pararosaniline)**" หมายความว่า การวัดค่าก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ โดยการดูดอากาศผ่านสารละลายโปตัสเซียม เตตราคลอโรเมอคิวเรต (Potassium Tetrachloromercurate) เกิดเป็นสารไดคลอโรซัลไฟโตเมอคิวเรต คอมเพลกซ์

(Dichlorosulfito Mercurate Complex) ทำปฏิกิริยากับสารพาราโรซานิลีนและฟอร์มาลดีไฮด์ (Pararosaniline and Formaldehyde) เกิดเป็นสีของพาราโรซานิลีนเมธิล ซัลฟอนิก แอซิด (Pararosaniline Methyl Sulfonic Acid) ซึ่งจะถูกวัดความสามารถในการดูดซึมแสง ณ ที่ช่วงคลื่น ๕๔๘ นาโนมิเตอร์

"เครื่องวัดระบบอะตอมมิก แอบซอพชั่น สเปคโตรมิเตอร์ (Atomic Absorption Spectrometer)" หมายความว่า เครื่องมือวัดปริมาณของตะกั่ว โดยใช้เปลวไฟอะเซทีลีน (Acetylene Flame) ที่ความยาวคลื่น ๒๘๓.๓ หรือ ๒๑๗ นาโนมิเตอร์

"ระบบกราวิเมตริก (Gravimetric)" หมายความว่า การวัดค่าฝุ่นละอองโดยดูดอากาศผ่านแผ่นกรอง ซึ่งมีประสิทธิภาพในการกรองฝุ่นละอองขนาด ๐.๓ ไมครอน (Micron) ได้ร้อยละ ๙๙ แล้วหาน้ำหนักฝุ่นละอองจากแผ่นกรองนั้น

ข้อ ๒ ค่าก๊าซในบรรยากาศโดยทั่วไปในช่วงเวลาหนึ่งเวลาใดให้เป็นไปดังต่อไปนี้

(๑) ค่าเฉลี่ยของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในเวลา ๑ ชั่วโมง จะต้องไม่เกิน ๓๐ ส่วนในล้านส่วน (ppm) หรือไม่เกิน ๓๔.๒ มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรและในเวลา ๘ ชั่วโมง จะต้องไม่เกิน ๙ ส่วนในล้านส่วน หรือไม่เกิน ๑๐.๒๖ มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

(๒) ค่าเฉลี่ยของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ในเวลา ๑ ชั่วโมง จะต้องไม่เกิน ๐.๑๗ ส่วนในล้านส่วน หรือไม่เกิน ๐.๓๒ มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

(๓) ค่าเฉลี่ยของก๊าซโอโซนในเวลา ๑ ชั่วโมง จะต้องไม่เกิน ๐.๑๐ ส่วนในล้านส่วน หรือไม่เกิน ๐.๒๐ มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

(๔) ค่าเฉลี่ยของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเวลา ๒๔ ชั่วโมง จะต้องไม่เกิน ๐.๑๒ ส่วนในล้านส่วน หรือไม่เกิน ๐.๓๐ มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และค่ามัชฌิมเรขาคณิต (Geometric Mean) ในเวลา ๑ ปี จะต้องไม่เกิน ๐.๐๔ ส่วนในล้านส่วน หรือไม่เกิน ๐.๑๐ มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ข้อ ๓ การคำนวณค่าความเข้มข้นของก๊าซแต่ละชนิดในบรรยากาศโดยทั่วไปให้คำนวณเทียบที่ความดัน ๑ บรรยากาศ และอุณหภูมิ ๒๕ องศาเซลเซียส

ข้อ ๔ ค่าสารในบรรยากาศโดยทั่วไป ในช่วงเวลาหนึ่งเวลาใดให้เป็นไปดังต่อไปนี้

(๑) ค่าเฉลี่ยของตะกั่วในเวลา ๑ เดือน จะต้องไม่เกิน ๑.๕ ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

(๒) ค่าเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน ๑๐ ไมครอน ในเวลา ๒๔ ชั่วโมง จะต้องไม่เกิน ๐.๑๒ มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และค่ามัชฌิมเรขาคณิตของสารดังกล่าวในเวลา ๑ ปี จะต้องไม่เกิน ๐.๑๕ มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

(๓) ค่าเฉลี่ยของฝุ่นละอองรวมหรือฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน ๑๐๐ ไมครอน ในเวลา ๒๔ ชั่วโมง จะต้องไม่เกิน ๐.๓๓ มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และค่ามัชฌิมเรขาคณิตของสารดังกล่าวในเวลา ๑ ปี จะต้องไม่เกิน ๐.๑๐ มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ข้อ ๕ การวัดหาค่าเฉลี่ยของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในเวลา ๑ ชั่วโมงหรือในเวลา ๘ ชั่วโมง ให้ใช้เครื่องวัดระบบนันดีสเปอร์ซีพ อินฟราเรด ดีเทคชั่น หรือระบบอื่นที่กรมควบคุมมลพิษให้ความเห็นชอบ

ข้อ ๖ การวัดหาค่าเฉลี่ยของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์หรือก๊าซโอโซนในเวลา ๑ ชั่วโมง ให้ใช้เครื่องวัดระบบเคมีลูมิเนสเซน หรือระบบอื่นที่กรมควบคุมมลพิษให้ความเห็นชอบ

ข้อ ๗ การวัดหาค่าเฉลี่ยของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในเวลา ๒๔ ชั่วโมง หรือในเวลา ๑ ปี ให้ใช้วิธีการวัดตามระบบพาราโรซานิลีน หรือระบบอื่นที่กรมควบคุมมลพิษให้ความเห็นชอบ

ข้อ ๘ การวัดหาค่าเฉลี่ยของตะกั่วในเวลา ๑ เดือน ให้เก็บอากาศผ่านแผ่นกรองในเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศชนิดไฮโวลุม (High Volume-Air Sampler) สกัดตะกั่วออกจากแผ่นกรองโดยใช้กรดดินประสิวและกรดเกลือ แล้วนำไปวัดค่าของตะกั่วโดยใช้เครื่องวัดระบบอะตอมมิก แอบซอพชั่น สเปคโตรมิเตอร์ หรือระบบอื่นที่กรมควบคุมมลพิษให้ความเห็นชอบ

ข้อ ๙ การวัดหาค่าเฉลี่ยของฝุ่นละอองรวมหรือฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน ๑๐ ไมครอน ในเวลา ๒๔ ชั่วโมง หรือในเวลา ๑ ปี ให้ใช้วิธีการวัดตามระบบกราวิเมตริก หรือระบบอื่นที่กรมควบคุมมลพิษให้ความเห็นชอบ

ข้อ ๑๐ การวัดหาค่าเฉลี่ยของก๊าซหรือสารอย่างหนึ่งอย่างใดตามข้อ ๕ ถึงข้อ ๗ ให้ทำในบรรยากาศทั่วๆ ไป และต้องสูงจากพื้นดินอย่างน้อย ๓ เมตร แต่ไม่เกิน ๖ เมตร

การวัดหาค่าเฉลี่ยของตะกั่วและฝุ่นละอองตามข้อ ๘ และข้อ ๙ ให้ทำในบรรยากาศทั่วๆ ไป และต้องสูงจากพื้นดินอย่างน้อย ๑.๕๐ เมตร แต่ไม่เกิน ๖ เมตร

ประกาศ ณ วันที่ ๑๗ เมษายน พ.ศ. ๒๕๓๘

ชวน หลีกภัย

นายกรัฐมนตรี

ประธานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ

(ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม ๑๑๒ ตอนที่ ๔๒ ง วันที่ ๒๕ พฤษภาคม ๒๕๓๘)

แก้คำผิด

ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ
ฉบับที่ ๑๐ (พ.ศ. ๒๕๓๘) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษา
คุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๓๕

เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป
ซึ่งประกาศในราชกิจจานุเบกษา
ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม ๑๑๒ ตอนที่ ๔๒ ง ลงวันที่ ๒๕ พฤษภาคม ๒๕๓๘
หน้า ๘๑ บรรทัดที่ ๑๘ คำว่า
"ไม่เกิน ๐.๑๕ มิลลิกรัม" ให้แก้เป็น
"ไม่เกิน ๐.๐๕ มิลลิกรัม"

(ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม ๑๑๒ ตอนที่ ๗๑ ง วันที่ ๕ กันยายน ๒๕๓๘)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี