**รายงานวิจัยสหกิจศึกษา**

# เรื่อง การวิเคราะห์หาปริมาณฝุ่น Carbon black จากเครื่องถ่ายเอกสารในพื้นที่ทำงานภานในสำนักงาน

**ปฏิบัติงาน ณ บริษัท ซี.ที. เอ็นไวร์รอนเมนท์ แอนด์ เคมีคัล จำกัด**


**นางสาวอินทิรา นนทะคำจันทร์ 6340204120**

**นายจีรวุฒิ เวโสวา 6340204122**


**รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษารายวิชาสหกิจศึกษา**

**สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม  คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี**

**ภาคการศึกษาที่ 2  ปีการศึกษา 2566**

**มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา**

รายงานวิจัยสหกิจศึกษา
เรื่อง การวิเคราะห์หาปริมาณฝุ่น Carbon black จากเครื่องถ่ายเอกสารในพื้นที่ทำงานภานใน
สำนักงาน

นางสาวอินทิรา นนทะคำจันทร์ 6340204120
นายจีรวุฒิ เวโสวา 6340204122

ปฏิบัติงาน ณ บริษัท ซี.ที. เอ็นไวร์รอนเมนท์ แอนด์ เคมีคัล จำกัด

ที่อยู่: 9/40-41 ตำบล บางคูเวียง อำเภอบางกรวย นนทบุรี 11130

Email: cte_envi@yahoo.com

โทรศัพท์: 02 101 3409

# กิตติกรรมประกาศ

ตามที่ข้าพเจ้านางสาวอินทิรา นนทะคำจันทร์ และนายจีรวุฒิ เวโสวา ได้มาปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท ซี.ที. เอ็นไวร์รอนเมนท์ แอนด์ เคมีคัล จำกัด ในตำแหน่ง นักศึกษาฝึกงาน (เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการและเจ้าหน้าที่ภาคสนาม) ระหว่างวันที่ 12 ธันวาคม พ.ศ. 2566 ถึงวันที่ 5 เมษายน พ. ศ. 2567 ในระหว่างการปฏิบัติงานข้าพเจ้าได้รับความรู้ ประสบการณ์ต่างๆ ในการทำงานจริงอันหามิได้จากมหาวิทยาลัย ทั้งการทำงานและการจัดทำรายงานฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีด้วยความช่วยเหลือสนับสนุนให้คำปรึกษาในปัญหาต่างๆ จากบุคลากรหลายฝ่าย ดังนี้

1. นางสาวสุชาดา แก้วอ้าย ตำแหน่ง เจ้าหน้าที่วิชาการ
2. นางสาวสุณิสา เนื้อนิล ตำแหน่ง ผู้ทดสอบห้องปฏิบัติการ
3. นางสาวธีรนาฏ คงพึ่งเพชร ตำแหน่ง ผู้ทดสอบห้องปฏิบัติการ

นอกจากนี้ยังมีบุคคลท่านอื่นๆ ที่ไม่ได้กล่าวไว้ ณ ที่นี้ ซึ่งได้อบรมสั่งสอนให้คำแนะนำที่ดีในการทำงานและการจัดทำรายงานฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณทุกท่านเป็นอย่างสูงและหากเนื้อหารายงานฉบับนี้มีความผิดพลาดประการใด ข้าพเจ้ากราบขออภัย มา ณ โอกาสนี้

คณะผู้จัดทำรายงาน

วันที่ 5 เมษายน พ.ศ.2567

**ชื่อรายงาน** การวิเคราะห์หาปริมาณฝุ่น Carbon black จากเครื่องถ่ายเอกสารในพื้นที่ทำงานภายในสำนักงาน

**ชื่อนักศึกษา** นางสาวอินทิรา นนทะคำจันทร์

**รหัสนักศึกษา** 6340204120

**ชื่อนักศึกษา** นายจีรวุฒิ เวโสวา

**รหัสนักศึกษา** 6340204122

**สาขาวิชา** วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

**อาจารย์ที่ปรึกษา** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หฤษฎ์สลักษณ์ วิริยะ

**ปีการศึกษา** 2/2566

## บทคัดย่อ

บริษัท ซี.ที.เอ็นไวร์รอนเมท์ แอนด์ เคมีคัล จำกัด เป็นบริษัทตรวจวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อม โดยมีการตรวจวัดที่หลากหลาย เช่น บริการตรวจวัดคุณภาพอากาศในสถานประกอบการ (Work place) ,บริการตรวจวัดสภาพแวดล้อมในบรรยากาศ (Ambient) ,บริการตรวจวัดคุณภาพอากาศจากปล่องระบายอากาศ (Emission from Stack) ,บริการตรวจวัดสภาวะแวดล้อมในการทำงาน ,บริการตรวจวิเคราะห์ด้านคุณภาพน้ำดื่ม (Drinking water), น้ำเสีย (Waste water) และบริการอื่น ๆ

จากการเข้าปฏิบัติงานของโครงการสหกิจศึกษาในบริษัท ซี.ที.เอ็นไวร์รอนเมท์ แอนด์ เคมีคัล จำกัด ในตำแหน่ง นักศึกษาฝึกประสบการณ์ ได้รับมอบหมายหลากหลายหน้าที่ เช่น การออกพื้นที่เพื่อตรวจวัดและวิเคราะห์สภาวะการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่าง เสียง การตรวจวัดและวิเคราะห์ความเข้มข้นของสารเคมีอันตราย การเก็บตัวอย่างน้ำ และอากาศ เพื่อนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่กฎหมายกำหนด จัดทำรูปเล่มรายงานเพื่อจัดส่งให้หน่วยงานหรือองค์กรตรวจสอบในลำดับถัดไป

# สารบัญ


| | หน้า |
|---|---|
| **กิตติกรรมประกาศ** | ก |
| **บทคัดย่อ** | ข |
| **สารบัญ** | ค |
| **สารบัญตาราง** | จ |
| **สารบัญรูปภาพ** | ฉ |
| **บทที่ 1 บทนำ** | 1 |
| -หลักการและเหตุผล | 1 |
| -วัตถุประสงค์ | 1 |
| -ผลที่คาดว่าจะได้รับจากการปฏิบัติงาน | 1 |
| -สถานที่ฝึกประสบการณ์วิชาชีพ/สหกิจ | 2 |
| -ระยะเวลาในการปฏิบัติงาน | 2 |
| -พนังงานที่ปรึกษา | 2 |
| -อาจารย์นิเทศ | 2 |
| **บทที่ 2 ข้อมูลสถานประกอบการ** | 3 |
| -ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ | 3 |
| -ลักษณะการประกอบการ ผลิตภัณฑ์/ผลิตผล หรือการให้บริการหลักขององค์กร | 3 |
| -รูปแบบการจัดตั้งองค์กรและการบริหารงานองค์กร | 8 |
| -ตำแหน่งและลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย | 8 |
| -พนักงานที่ปรึกษา และตำแหน่งพนักงานที่ปรึกษา | 8 |
| **บทที่ 3 โครงการสหกิจศึกษา** | 9 |
| -ที่มาและความสำคัญของปัญหา | 9 |
| -วัตถุประสงค์ | 10 |
| -ขอบเขตการศึกษา | 10 |
| -พื้นที่ที่ทำการเก็บตัวอย่าง | 10 |
| -ระยะเวลาโครงการ | 10 |
| -ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ | 10 |
| -นิยามศัพท์ | 10 |
| -ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง | 11 |
| -งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 18 |
| -กรอบแนวคิดในการศึกษา | 22 |
| -วิธีการดำเนินการ | 23 |
| -เครื่องมือและอุปกรณ์ | 23 |

**สารบัญ (ต่อ)**


| | หน้า |
|---|---|
| **บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน** | 25 |
| -สรุปและอภิปรายผล | 26 |
| -ข้อเสนอแนะและแนวทางการแก้ไขปัญหา | 27 |
| **บทที่ 5 สรุปผลการปฏิบัติงานและโครงการสหกิจศึกษา** | 27 |
| -สรุปผลการปฏิบัติงาน | 27 |
| -ข้อเสนอแนะสำหรับการปฏิบัติงาน | 28 |
| **ภาคผนวก** | 29 |
| **เอกสารอ้างอิง** | 40 |

# สารบัญตาราง

หน้า

**ตารางที่ 1** การสอบเทียบอัตราการไหลของอากาศ ของเครื่องปั๊มดูดอากาศ ก่อนทำงานเก็บตัวอย่าง (อัตราการไหลของอากาศ) 25

**ตารางที่ 2** ปริมาณความเข้มข้นของฝุ่น Carbon Black บริเวณเครื่องถ่ายเอกสาร และบริเวณที่ทำงาน 26

**ตารางที่ 3** เทียบค่ามาตรฐานของฝุ่น 26

**สารบัญภาพ**


| | หน้า |
|---|---|
| **ภาพที่ 1** บริการตรวจวัดคุณภาพอากาศในสถานประกอบการ (Work place) | 3 |
| **ภาพที่ 2** บริการตรวจวัดสภาพแวดล้อมในบรรยากาศ (Ambient) | 4 |
| **ภาพที่ 3** บริการตรวจวัดคุณภาพอากาศจากปล่องระบายอากาศ (Stack Emission) | 5 |
| **ภาพที่ 4** บริการตรวจวัดสภาวะแวดล้อมในการทำงาน (Monitoring work place) | 5 |
| **ภาพที่ 5** บริการตรวจวิเคราะห์ด้านคุณภาพน้ำดื่ม (Drinking water) ,น้ำเสีย (Waste water) | 6 |
| **ภาพที่ 6** บริการอื่น ๆ | 7 |
| **ภาพที่ 7** เครื่องถ่ายเอกสารที่ใช้ในสำนักงาน | 12 |
| **ภาพที่ 8** เครื่องถ่ายเอกสารเครื่องที่ 1. Canon imageRUNNER ADVANCE C5540i series | 13 |
| **ภาพที่ 9** เครื่องถ่ายเอกสารเครื่องที่ 2. Kyocera FS-6525 MFP | 14 |
| **ภาพที่ 10** คาร์บอนแบล็ค | 14 |
| **ภาพที่ 11** กรอบแนวคิดในการศึกษา | 22 |
| **ภาคผนวก** | 31 |
| **ภาพที่ 1** ภาพการทำงานภายในห้องปฏิบัติการ | 32 |
| **ภาพที่ 2** ทำงานเอกสารใน office | 33 |
| **ภาพที่ 3** ภาพการออกภาคสนามทั้งหมด | 36 |
| **ภาพที่ 4** มาตรฐานCarbon Black หน้า 1 | 37 |
| **ภาพที่ 5** มาตรฐานCarbon Black หน้า 2 | 38 |
| **ภาพที่ 6** มาตรฐานCarbon Black หน้า 3 | 39 |

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 หลักการและเหตุผล

การฝึกงาน (Field Practice) เป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรการศึกษาปริญญาตรีสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม เป็นรายวิชาที่ให้ผู้เรียนได้นำความรู้ที่ได้จากการศึกษาในห้องเรียนไปปรับใช้ในการฝึกงานรวมถึงได้เรียนรู้ในที่ทำงานเพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียน ได้เรียนรู้ประสบการณ์ทำงานจริงได้รู้จักการแลกเปลี่ยนทัศนคติในการทำงานกับผู้ฝึกสอนงานแก่นักศึกษาการปรับตัวให้เข้ากับวัฒนธรรมองค์กรและผู้ร่วมงานเพื่อเป็นการฝึก ระเบียบวินัยในด้านการรับผิดชอบต่อหน้าที่ของตนเองและการให้ความร่วมมือต่อเพื่อนร่วมงานและองค์กรสามารถปฏิบัติตามที่ได้รับมอบหมายและเป็นแนวทางในการเลือก ประกอบอาชีพหลังจากการสำเร็จการศึกษา

การฝึกงานครั้งนี้ นักศึกษาได้รับความรู้ในหลายๆด้าน เช่น การทำงานในห้องปฏิบัติการ การวิเคราะห์ผลตามพารามิเตอร์ BOD,COD,TKN ฯลฯ การลงพื้นที่จริงเก็บตัวอย่างน้ำ แสง เสียง ดิน สารเคมี ฝุ่น ความร้อน ฯลฯ เพื่อนำมาวิเคราะห์และตรวจสอบต่อไป ได้เรียนรู้การทำงานจริง ทักษะการทำงาน การแลกเปลี่ยนความรู้ทางวัฒนธรรมภายในองค์กร และยังได้ความรู้อีกมากมายรวมทั้งได้รับโอกาสใหม่ๆได้ลงมือทำอะไรที่ไม่เคยทำ ถือเป็นประสบการณ์การฝึกงานที่ดี

## 1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อให้นักศึกษามีโอกาสเรียนรู้และได้รับประสบการณ์ชีวิตการทำงานที่แท้จริง
2. เพื่อให้นักศึกษาได้เตรียมความพร้อมก่อนที่จะจบออกไปทำงาน
3. เพื่อให้นักศึกษาได้รู้จักการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมภายนอกมหาวิทยาลัยฯ
4. เพื่อให้นักศึกษานำประสบการณ์ที่ได้รับจากการฝึกงานมาประยุกต์ใช้ในการทำงานต่อไป

## 1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับจากการปฏิบัติงาน

1. นักศึกษามีระเบียบวินัยในการทำงานอย่างมีสติรอบคอบคำนึงถึงผลเสียที่จะตามมาหลังทำงานผิดพลาด
2. นักศึกษาได้รับความรู้และประสบการณ์จากการปฏิบัติงานจริงที่นอกเหนือจากการศึกษาในชั้นเรียน
3. นักศึกษาได้ประสบการณ์ใหม่ๆ และเรียนรู้เทคโนโลยีใหม่ๆ
4. นักศึกษาได้ความรู้จากการฝึกปฏิบัติงานมาบูรณาการด้านทฤษฎีและปฏิบัตินำมาใช้ควบคู่กับการปฏิบัติงานจริง
5. เพื่อให้นักศึกษามีเจตคติที่ดีต่อการทำงานเพื่อเป็นแนวทางการประกอบอาชีพต่อไป ภายหลังจากสำเร็จการศึกษา

**1.4 สถานที่ฝึกประสบการณ์วิชาชีพ/สหกิจ**

**ชื่อหน่วยงาน** บริษัท ซี.ที.เอ็นไวร์รอนเมนท์ แอนด์ เคมีคัล จำกัด

**ที่ตั้ง** 9/40-41 ตำบล บางคูเวียง อำเภอบางกรวย นนทบุรี 11130

**เบอร์โทรติดต่อ** : 02 101 3409

**เว็บไซต์** : https://www.ctenvi.com

**1.5 ระยะเวลาในการปฏิบัติงาน**

ได้ทำการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ระหว่างวันที่ 12 ธันวาคม 2566 ถึงวันที่ 5 เมษายน 2567 โดยได้ทำงานทุกวันจันทร์ ถึงวันศุกร์ ตั้งแต่เวลา 08.30-17.30 น. ซึ่งรวมระยะในการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ 16 สัปดาห์ คิดเป็น 640 ชั่วโมง

**1.6 พนักงานที่ปรึกษา**

นางสาวสุชาดา แก้วอ้าย ตำแหน่ง เจ้าหน้าที่วิชาการ

**1.7 อาจารย์นิเทศ**

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.หฤษฎ์สลักษณ์ วิริยะ

# บทที่ 2
# ข้อมูลสถานประกอบการ

## 2.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานและประกอบการ

บริษัท ซี.ที.เอ็นไวร์รอนเมนท์ แอนด์ เคมีคัล จำกัด (C.T. ENVIRONMENT AND CHEMICAL COMPANY LIMITED) บ้านเลขที่ 9/40-41 ตำบล บางคูเวียง อำเภอบางกรวย นนทบุรี 11130
Tel: 02-101-3409 Fax: 02-101-3410 Email: cte_envi@yahoo.com

## 2.2 ลักษณะการประกอบการ ผลิตภัณฑ์/ผลิตผล หรือการให้บริการหลักขององค์กร

**บริการตรวจวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อม**

- ตรวจวัดโดยผู้มีประสบการณ์ ทีมงานภาคสนามที่เข้าทำการตรวจวัด เป็นผู้มีคุณวุฒิ และมีประสบการณ์ในการทำงานทางด้านสิ่งแวดล้อมโดยตรง
- มีความพร้อมในด้านการบริการการเข้าทำการตรวจวัด ทางบริษัทฯ จะจัดเตรียมอุปกรณ์ ที่ใช้ในการตรวจวัด เช่น บันได, นั่งร้าน หรืออุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการตรวจวัดทั้งหมด
- อุปกรณ์ Safety ที่ได้มาตรฐานสำหรับทีมภาคสนามจะจัดส่งทีมที่เคยให้บริการแก่ท่านเพื่อความสะดวกและรวดเร็วในการปฏิบัติงานทุกครั้ง และมีการสวมใส่ อุปกรณ์ Safety ที่ได้มาตรฐานในขณะปฏิบัติงาน

**บริการของบริษัท ซี.ที. เอ็นไวร์รอนเมนท์ แอนด์ เคมีคัล จำกัด**

การตรวจวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อม (Environment Air Monitoring)

**บริการตรวจวัดคุณภาพอากาศในสถานประกอบการ (Work place)**

ภาพที่ 1 การตรวจวัดในสถานประกอบการ (Work place)

เช่น

- ความร้อนและ ระบบระบายอากาศ (Heat Stress)
- แสงสว่าง (Light)
- เสียง (Noise) เสียงสะสมในตัวบุคคล, เสียง 5 นาที, เสียง 8 ชั่วโมงและเสียง 24 ชั่วโมง

- ความสั่นสะเทือน (Vibration)

**พร้อมจัดทำ Lay Out แสดงพื้นที่ทำการตรวจวัด กรณีที่มีการตรวจวัด แบบ Contour

บริการตรวจวัดฯ สิ่งแวดล้อมทางด้านสารเคมี (Chemical Environment) เช่น

- ฝุ่นละออง (Total Dust, Respirable Dust, Silica Dust)
- ฝุ่น/ฟูมจากโลหะหนักทุกประเภท (Iron Dust, Copper fume)
- ไอจากสารเคมี/แก๊สพิษต่าง ๆ (Benzene, Xylene, Toluene, MEK, Acetone, Hexane, Ammonia, Chlorine)
- ไอจากกรดและด่าง (Sulfuric acid, Nitric acid)

**บริการตรวจวัดสภาพแวดล้อมในบรรยากาศ (Ambient)**

ภาพที่ 2 บริการตรวจวัดสภาพแวดล้อมในบรรยากาศ (Ambient)

ให้บริการตรวจสภาพแวดล้อมในบรรยากาศ (Ambient)

- ระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (Leq. 24 hrs)
- ความสั่นสะเทือน (Vibration)
- ทิศทางและความเร็วของลม (Wine speed/Wind direct)
- ฝุ่นละอองในบรรยากาศ Total Suspended Particulate (TSP)
- Particulate Matter (PM 10, PM 2.5 Micron)
- ไอระเหยจากสารเคมี และแก๊สต่างๆ ( 24 hrs) เช่น ($SO_x$, $NO_x$, CO)

**บริการตรวจวัดคุณภาพอากาศจากปล่องระบายอากาศ (Stack Emission)**

ภาพที่ 3 บริการตรวจวัดคุณภาพอากาศจากปล่องระบายอากาศ (Stack Emission)

บริการตรวจวัดฯ คุณภาพอากาศจากแหล่งกำเนิด (ปล่องระบายอากาศ)

- Total Suspended particulates (TSP)
- Sulfur Dioxide ($SO_2$)
- Oxide of Nitrogen (NO)
- Nitrogen Dioxide ($NO_2$)
- Carbon Monoxide (CO)
- Ozone ($O_3$)
- ความทึบแสงของปล่อง (Opacity)
- Xylene, Toluene, Ammonia, Hydrogen Peroxide, Nitric acid

**บริการตรวจวัดสภาวะแวดล้อมในการทำงาน (Monitoring work place)**

ภาพที่ 4 บริการตรวจวัดสภาวะแวดล้อมในการทำงาน (Monitoring work place)

1. บริการตรวจวัดและวิเคราะห์คุณภาพสิ่งแวดล้อมทางด้านกายภาพ(Physical Environment) เช่น

- ความร้อนและระบบระบายอากาศ (Heat Stress)
- แสงสว่าง (Light)
- เสียง (Noise) เสียงสะสมในตัวบุคคล, เสียง 5 นาที, เสียง 8 ชั่วโมง, เสียง 24 ชั่วโมง
- ความสั่นสะเทือน (Vibration)

**พร้อมจัดทำ Lay Out แสดงพื้นที่ทำการตรวจวัด กรณีที่มีการตรวจวัด แบบให้คำปรึกษา

2. บริการตรวจวัดฯ สิ่งแวดล้อมทางด้านสารเคมี (Chemical Environment) เช่น

- ฝุ่น/ฟูมจากโลหะหนักทุกประเภท (Iron Dust, Copper fume)
- ไอจากสารเคมี/แก๊สพิษต่าง ๆ (Benzene, Xylene, Toluene, MEK, Acetone, Hexane, Ammonia, Chlorine)
- ไอจากกรดและด่าง (Sulfuric acid, Nitric acid)

**บริการตรวจวิเคราะห์ด้านคุณภาพน้ำดื่ม (Drinking water) ,น้ำเสีย (Waste water)**

ภาพที่ 5 บริการตรวจวิเคราะห์ด้านคุณภาพน้ำดื่ม (Drinking water) ,น้ำเสีย (Waste water)

**บริการตรวจวิเคราะห์ด้านคุณภาพน้ำเสีย-น้ำดื่ม**

1.ตามลักษณะทางกายภาพ

pH, Color, Conductivity Turbidity Acidity Alkalinity Hardness Temperature ฯลฯ

2.ตามลักษณะทางเคมี

BOD, COD, TDS, SS, TKN, Hydrogen, Sulfide, Cyanide as HCN, Oil&Grease, Formaldehyde, Phenols, Free Chlorine, Pesticides, Zinc Chromium (Hexavalent), Chromium (Trivalent), Chromium (Cd), Lead (Pb), Manganese (Mn), Selenium (Se), Copper (Cu), Barium (Ba), Nickel (Ni), Arsenic (As), Mercury (Hg)

3.ตามลักษณะทางจุลชีววิทยา

ColiformE.ColiStandard Plate Count

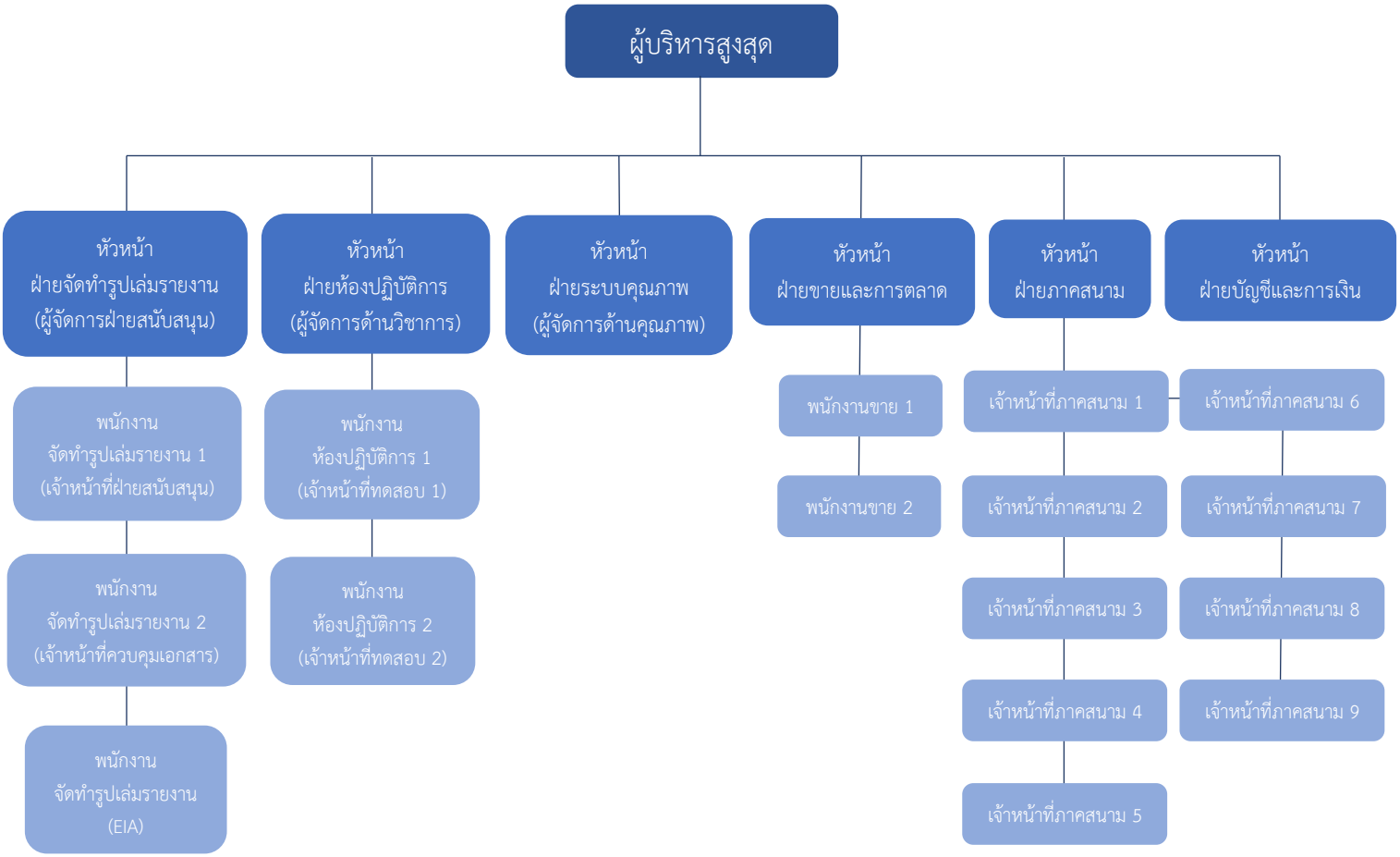
**บริการอื่น ๆ**

ภาพที่ 6 บริการอื่น ๆ

- ที่ปรึกษาผู้ควบคุมระบบบำบัดมลพิษทางน้ำ และทางอากาศ (รว. 2 , รว. 3)
- ตรวจวัดระบบไฟฟ้าภายในโรงงาน
- ให้บริการตรวจสอบอาคาร
- ระบบบำบัดน้ำเสีย

ออกแบบและติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อให้คุณภาพน้ำเสียผ่านมาตรฐานสิ่งแวดล้อม เช่น บีโอดี (BOD) ซีโอดี (COD) ปริมาณสารแขวนลอย (Suspended Solid) น้ำมันและไขมัน (Oil & Grease) เป็นต้น โดยออกแบบ ตามความเหมาะสมของ โรงงานอุตสาหกรรม หรือสถานประกอบการแต่ละประเภท

**2.3 รูปแบบการจัดตั้งองค์กรและการบริหารงานองค์กร**




**2.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย**

ตำแหน่ง : นักศึกษาฝึกงาน (เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการและเจ้าหน้าที่ภาคสนาม)
งานประจำ : ทำการวิเคราะห์ตัวอย่าง เตรียมตัวอย่าง และออกภาคสนามตรวจวัด แสง เสียง ความร้อน สารเคมี ปล่อง เก็บน้ำเสียในโรงงานอุตสาหกรรม วิเคราะห์ผลตรวจวัดในห้องปฏิบัติการ และทำงานเอกสารต่างๆ รวมทั้งงานที่พี่ๆมอบหมายงานให้

**2.5 พนักงานที่ปรึกษา และตำแหน่งพนักงานที่ปรึกษา**

นางสาวสุชาดา แก้วอ้าย ตำแหน่ง เจ้าหน้าที่วิชาการ

# บทที่ 3
# โครงการสหกิจศึกษา
# ชื่อโครงการ : การวิเคราะห์หาปริมาณของฝุ่น Carbon black จากเครื่องถ่ายเอกสารในพื้นที่ทำงานภายในสำนักงาน

## ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันเครื่องถ่ายเอกสารได้กลายเป็นอุปกรณ์สำนักงานที่ใช้กันอยู่ทั่วไป ซึ่งอุปกรณ์ชนิดนี้ไม่เพียงแต่จะมีประโยชน์ในการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานเพียงอย่างเดียวแต่ยังก่อให้เกิดปัญหาทางด้านคุณภาพอากาศภายในอาคารหรือสำนักงานอีกด้วยการศึกษานี้ได้ศึกษาการวิเคราะห์หาปริมาณของฝุ่นคาร์บอนแบล็คจากเครื่องถ่ายเอกสารในพื้นที่ทำงานภายในสำนักงานซึ่งอยู่ภายในสำนักงาน ของบริษัท ซี.ที.เอ็นไวร์รอนเมนท์ แอนด์ เคมีคัล จำกัด โดยเก็บตัวอย่างของฝุ่นภายในพื้นที่ทำงานของพนักงาน (Office) การเก็บตัวอย่างฝุ่นคาร์บอนแบล็ครวมใช้กระดาษกรองชนิดเซลลูโลสร่วมกับเครื่องดูดอากาศส่วนบุคคลและวิเคราะห์ด้วยวิธีการชั่งน้ำหนัก จากนั้นนำกระดาษกรองไปหาการกระจายขนาดของฝุ่นโดยวิธี Projected area diameter

เครื่องถ่ายเอกสารเป็นที่รู้จักและมีใช้กันอย่างแพร่หลายในสำนักงานทั่วไปหลายๆคนกังวลกันว่าจะเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้ที่ใช้งานเป็นเวลานานๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้ที่ต้องทำหน้าที่ถ่ายเอกสารเป็นงานประจำตลอดทั้งวันหรือแม้กระทั่งผู้ที่ไม่ได้ใช้อุปกรณ์ดังกล่าว หากแต่มีอุปกรณ์ดังกล่าวอยู่ในห้องทำงานเดียวกันก็มักได้กลิ่นสารเคมีหรือแสงวาบเข้าตาอยู่เสมอ ซึ่งสร้างความรำคาญและเกิดเป็นผลเสียต่อสุขภาพในท้ายที่สุด อย่างไรก็ตาม การใช้เครื่องถ่ายเอกสารและอุปกรณ์สำนักงานอื่นๆ โดยไม่ให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยเลย ก็ย่อมทำได้ โดยปฏิบัติตามคำแนะนำ เพื่อความปลอดภัยในการใช้งานแต่ถ้าการจัดวางอุปกรณ์เหล่านี้อยู่ในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสมหรือในที่ที่มีการระบายอากาศไม่เพียงพอหรือไม่มีการบำรุง รักษาอุปกรณ์ที่ดีพอหรือผู้ใช้ใช้งานอุปกรณ์เป็นประจำอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานานๆความรู้สึกไม่สบายหรือผลเสียต่อสุขภาพก็อาจเกิดขึ้นได้เช่นกัน

ดังนั้นเราจึงจัดทำโครงการ การวิเคราะห์หาปริมาณของฝุ่น Carbon black จากเครื่องถ่ายเอกสารในพื้นที่ทำงานภายในสำนักงาน นี้ขึ้นมาเพื่อเก็บตัวอย่างปริมาณของฝุ่น Carbon black และนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่ทางราชการได้กำหนด แล้วนำผลที่ได้มาสรุปผลและอภิปรายหาแนวทางแก้ไขปัญหาฝุ่นที่อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพหรือผลกระทบอื่น ๆของพนักงานภายใน บริษัท ซี.ที.เอ็นไวร์รอนเมนท์ แอนด์ เคมีคัล จำกัด

**วัตถุประสงค์**

1. เพื่อศึกษาหาปริมาณของฝุ่น Carbon black ในพื้นที่ทำงานภายในสำนักงาน
2. เพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหาปริมาณของฝุ่น Carbon black ในพื้นที่ทำงานภายในสำนักงาน

**ขอบเขตการศึกษา**

1. ขอบเขตด้านเนื้อหา ฝุ่น Carbon black
2 .ขอบเขตด้านพื้นที่การศึกษา ได้แก่ บริษัท ซี.ที. เอ็นไวร์รอนเมนท์ แอนด์ เคมีคัล จำกัด

**พื้นที่ที่ทำการเก็บตัวอย่าง**

บริเวณส่วนหน้าของบริษัท ภายใน office ที่ทำงานของพนักงาน จุดที่มีการตั้งเครื่องถ่ายเอกสาร ภายในบริษัท ซี.ที. เอ็นไวร์รอนเมนท์ แอนด์ เคมีคัล จำกัด

**ระยะเวลาโครงการ**

ระยะเวลาดำเนินงานเป็นเวลา 4 เดือน ตั้งแต่วันที่ 12 ธันวาคม พ.ศ.2566 ถึงวันที่ 5 เมษายน พ.ศ.2567 เป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์

**ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ**

1. ทำให้ทราบถึงปริมาณของฝุ่น Carbon black ภายในบริเวณที่ทำงานของพนักงานเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานกฎหมายกำหนด แล้วนำผลที่วิเคราะห์ได้มาสรุปผลและอภิปรายหาแนวทางแก้ไขปัญหาฝุ่นที่อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพหรือผลกระทบอื่น ๆ ของพนักงานภายใน บริษัท ซี.ที.เอ็นไวร์รอนเมนท์ แอนด์ เคมีคัล จำกัด
2. ทำให้พนักงานภายใน บริษัท ซี.ที.เอ็นไวร์รอนเมนท์ แอนด์ เคมีคัล จำกัด มีสุขภาพที่ดีและมีความปลอดภัยในการทำงาน ทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานสูงขึ้น

**นิยามศัพท์**

1. Carbon Black คาร์บอนแบล็ค เป็นส่วนประกอบของสสารอนุภาคและมลพิษทางอากาศ มีประสิทธิภาพสูงในการดูดซับความร้อนและองค์ประกอบสำคัญของเขม่า
2. Personal Pump ปั๊มดูดอากาศ เก็บตัวอย่างอากาศจับคู่กับสื่อกรองเพื่อรวบรวมสิ่งปนเปื้อนจากอากาศ มีประโยชน์สำหรับการสุ่มตัวอย่างในพื้นที่ การสุ่มตัวอย่างคุณภาพอากาศภายในอาคาร และการสุ่มตัวอย่างส่วนบุคคล และทำงานได้ดีสำหรับสารปนเปื้อนหลายชนิด รวมทั้งแร่ใยหิน เบริลเลียม อนุภาคอันตราย ตะกั่ว สปอร์ของเชื้อรา และฝุ่นและซิลิกาที่หายใจเข้าไปได้

3. Air Flow meter เครื่องวัดอัตราการไหลของอากาศ การปรับความถูกต้องของอัตราการไหลของอากาศมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการปรับ อัตราการไหลของอากาศของปั๊มเก็บตัวอย่างอากาศให้ได้ตามที่กำหนดไว้ในวิธีการมาตรฐาน
4. การเก็บตัวอย่าง หมายถึง การตรวจวัดคาร์บอนแบล็คโดยใช้วิธีการเก็บตามที่กำหนดไว้ใน NIOSH Manual of Analytical Methods: Particulates not otherwise regulated, total: METHOD: 5000,Issue 2
5. กระดาษกรองชนิด PVC membrane ใช้ดักจับสารโลหะหนักที่เป็นฝุ่นโดยตัวกรอง PVC ขนาด 37 mm, 2 ถึง 5 µm หลอมรวมกับตัวเรือน PVC ในคาสเซ็ต 2 ชิ้นขนาด 37 mm.
6. NIOSH คือ กฎหมายและมาตรฐานในสหรัฐอเมริกาที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงาน มีพันธกิจหลัก คือการพัฒนาและจัดทำข้อเสนอแนะเกี่ยวกับค่ามาตรฐานอาชีวอนามัยและความปลอดภัยการศึกษาวิจัยทางด้านอาชีวอนามัยและความ ปลอดภัย การตรวจสอบอันตรายทางด้านต่าง ๆ และให้คำแนะนำในการออกข้อกำหนดกฎหมาย

**ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง**

การศึกษาโครงการ การวิเคราะห์หาปริมาณของฝุ่น Carbon black จากเครื่องถ่ายเอกสารในพื้นที่ทำงานภายในสำนักงาน ผู้ศึกษาได้ทำการค้นคว้าข้อมูล เอกสาร ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ มาใช้ในการทำโครงการครั้งนี้ โดยมีรายละเอียดและข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

**1.) เครื่องถ่ายเอกสาร ภายในสำนักงาน**

เครื่องใช้ภายในสำนักงานที่ทั่วไปได้แก่ เครื่องถ่ายเอกสาร เครื่องพิมพ์ (ปริ้นเตอร์) และเครื่องส่งโทรสาร (FAX) ซึ่งจัดว่าเป็นอุปกรณ์สำนักงานที่มีความจำเป็น เพื่ออำนวยความสะดวกในการปฏิบัติงาน ซึ่งผู้ใช้อาจจะละเลยภัยอันตรายจากอุปกรณ์สำนักงานเหล่านี้ที่อาจจะเกิดขึ้นได้ พบว่าอุปกรณ์สำนักงานที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพผู้ใช้มากที่สุด คือ “เครื่องถ่ายเอกสาร” ซึ่งพบส่วนใหญ่ เป็นเครื่องถ่ายเอกสารระบบแห้ง (dry copy) โดยอันตรายที่ก่อให้ภัยต่อสุขภาพนั้น เกิดจากแหล่งต่างๆได้แก่ หมึกที่ใช้ในเครื่องถ่ายเอกสาร สารประกอบโลหะที่ใช้เคลือบลูกกลิ้ง น้ำยาสารเคมีที่ใช้เคลือบกระดาษ และ สารระเหยที่เกิดจากความร้อนขณะถ่ายเอกสาร ซึ่งมีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมภายในห้องสำนักงานเนื่องจากการถ่ายเอกสาร ได้แก่ สารระเหยจากผงหมึก ก๊าซโอโซน แสงอัลตร้าไวโอเลต เสียงที่ดังขึ้น และอุณหภูมิภายในห้องที่สูงขึ้น

ภาพที่ 7 เครื่องถ่ายเอกสารที่ใช้ในสำนักงาน

**1.1 แหล่งที่มาของอันตรายจากเครื่องถ่ายเอกสาร มีรายละเอียดดังนี้**

**1.1.1 ก๊าซโอโซน**

ก๊าซโอโซนเป็นก๊าซที่มีความเป็นพิษสูง เป็นอันตรายต่อสุขภาพ เครื่องมือวัดทั่วไปสามารถตรวจความเข้มข้นของก๊าซโอโซนได้เพียง 0.01 ถึง 0.02 ppm (ส่วนในล้านส่วน) ซึ่งระดับความเข้มข้นเฉลี่ย (TWA) ให้มีก๊าซโอโซนได้ในบรรยากาศการทำงานคือ 0.1 ppm แหล่งที่เกิดก๊าซโอโซนขณะถ่ายเอกสารนั้นเกิดขึ้นจากการหมุนไปกลับของแกนหมุนและกระดาษในระหว่างถ่ายเอกสารและยังเกิดขึ้นได้จากแสงอัลตร้าไวโอเลตที่เกิดจากหลอดไฟในเครื่องถ่ายเอกสารด้วย ถ้าไม่มีระบบการระบายอากาศที่ดีพอความเข้มข้นของก๊าซโอโซนจะสามารถสูงได้ถึง 0.25 ppm หรือมากกว่า อาจทำให้เกิดอาการระคายเคืองตา และระบบทางเดินหายในส่วนบน ได้แก่ โพรงจมูก ทรวงอก และปอด ซึ่งอาจจะทำให้มีอาการปวดศีรษะ หายใจถี่ วิงเวียน ปวดเมื่อย สูญเสียการได้กลิ่นชั่วคราว หากระดับความ เข้มข้นของก๊าซโอโซนสูงถึง 10 ppm อาจจะส่งผลอันตรายต่อการเสียชีวิตได้ ดังนั้นควรเลือกใช้เครื่องถ่ายเอกสารที่มีคุณภาพ โดยปล่อยก๊าซโอโซนปริมาณต่ำ หรือมีอุปกรณ์กรองก๊าซ โอโซนที่ทำขึ้นจาก activated carbon จะถูกติดตั้งอยู่ที่จุดระบายอากาศของเครื่องถ่ายเอกสาร ทำให้ก๊าซโอโซน สลายตัวกลายเป็นก๊าซออกซิเจนได้ดีแต่ควรหมั่นทำความสะอาดตัวกรองอยู่เสมอ และควรมีการตรวจวัดคุณภาพของ อากาศในห้องสำนักงานเป็นประจำ

**1.1.2 ผงหมึก (Toners)**

โดยทั่วไปผงหมึกมีองค์ประกอบของคาร์บอนแบล็ค (carbon black) ประมาณ 10% และมีส่วนผสมของ polystyrene acrylic และ polyester resin ผงหมึกที่ความละเอียดสูงจะสามารถฟุ้งกระจายออกมาระหว่างถ่ายเอกสาร ฝุ่นผงหมึกเหล่านี้เป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจ ทำให้เกิดอาการไอ หรือ จาม ผงหมึกบางประเภทจัดเป็นสารก่อมะเร็ง เช่น ผงหมึก nitropyrenes และ trinitro Florene จึงควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสหรือหายใจเข้าไป นอกจากนี้ยังพบว่าผงหมึกของเครื่องถ่ายเอกสารบาง ประเภท มี polymer ประเภท เรซินพลาสติกเป็นส่วนประกอบซึ่งทำให้เกิดอาการแพ้ และระคายเคืองได้หากสัมผัส เป็นเวลานาน ผงหมึกยังมีส่วนประกอบของ Methanol ที่เป็นอันตรายต่อระบบประสาทส่วนกลาง ทำให้รู้สึกปวด ศีรษะ วิงเวียน ระคายเคืองตา ส่วนประกอบ Methanol นี้มักพบบ่อยในเครื่องถ่ายเอกสารประเภท Laser Printer

แนวทางป้องกันที่ดีที่สุดคือ ควรเลือกผงหมึกที่ไม่มีสารประกอบประเภทดังกล่าวข้างต้น หากมีความจำเป็นจะต้องสัมผัสโดยตรงให้ปฏิบัติตามคำแนะนำในคู่มือการใช้งาน การเปลี่ยนตลับผงหมึก การซ่อมบำรุงรักษา และควรวางเครื่องถ่ายเอกสารตำแหน่งที่มีเครื่องระบายอากาศหรือบริเวณที่มีอากาศถ่ายเทได้ดี

**1.2 กระบวนการทำงานของเครื่องถ่ายเอกสาร เครื่องปริ้นขนาดใหญ่**

กระบวนการทำงานของเครื่องถ่ายเอกสาร หลักการใช้กระแสไฟฟ้าสถิตย์เป็นหลักการทำงานของเครื่องถ่ายเอกสารทุกเครื่อง โดยต้นฉบับที่จะใช้ถ่ายเอกสารนั้น เมื่อได้รับแสงจากหลอดไฟพลังงานสูงภาพต้นฉบับก็จะถูกสะท้อนแสงไปยังลูกกลิ้งที่มีประจุไฟฟ้าอยู่และเนื่องจากพื้นผิวของลูกกลิ้งเป็นตัวนำแสงซึ่งมีความไวต่อแสงสว่างบริเวณที่สัมผัสแสงสว่างก็จะสูญเสียประจุไฟฟ้าสถิตย์ไป ผลของการสูญเสียประจุไฟฟ้าสถิตย์เนื่องจากการสะท้อนแสงจากต้นฉบับทำให้คงเหลือประจุไฟฟ้าสถิตย์ที่ลูกกลิ้งตามรูปแบบที่เป็นส่วนมืด หรือสีเข้มของต้นฉบับ และประจุไฟฟ้าที่เหลืออยู่บนลูกกลิ้งนี้เองที่จะดูดผงหมึกเข้าไปติดและพิมพ์ลงบนกระดาษตามรูปแบบ เดิมของต้นฉบับกระดาษที่พิมพ์แล้วนี้จะได้รับความร้อนจากหลอดไฟให้ความร้อนในขั้นตอนสุดท้ายของการถ่ายเอกสาร ซึ่งจะหลอมละลายพลาสติกเรซินที่ผสมอยู่ในผงหมึกชวยให้ภาพติดอยู่ได้คงทนบนกระดาษ

โดยเครื่องถ่ายเอกสารขนาดใหญ่ในสำนักงานมีทั้งหมด 2 เครื่องได้แก่
เครื่องถ่ายเอกสารเครื่องที่ 1. Canon imageRUNNER ADVANCE C5540i series
เครื่องถ่ายเอกสารเครื่องที่ 2. Kyocera FS-6525 MFP

**ภาพที่ 8** เครื่องถ่ายเอกสารเครื่องที่ 1. Canon imageRUNNER ADVANCE C5540i series

ภาพที่ 9 เครื่องถ่ายเอกสารเครื่องที่ 2. Kyocera FS-6525 MFP

**2.) คาร์บอนแบล็ค**

carbon Black เป็นวัสดุที่เกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของน้ำมันถ่านหินสารจากพืช หรือ ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมรวมถึงน้ำมันเชื้อเพลิง น้ำมันที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาของเหลวและเอทิลีน การแตกร้าวในแหล่งจ่ายอากาศที่จำกัด คาร์บอนแบล็คเป็นรูปแบบของคาร์บอนพาราคริสตัลไลน์ ที่มีอัตราส่วนพื้นที่ผิวต่อปริมาตรสูงแม้ว่าจะต่ำกว่าถ่านกัมมันต์ ก็ตามไม่เหมือนกับเขม่าในอัตราส่วนพื้นที่ผิวต่อปริมาตรที่สูงกว่ามากและมีปริมาณโพลีไซคลิกอะ-โรมาติกไฮโดรคาร์บอน ที่ต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม คาร์บอนแบล็คสามารถใช้เป็นสารประกอบต้นแบบสำหรับเขม่าดีเซลได้ เพื่อให้เข้าใจได้ดีขึ้นว่าเขม่าดีเซลมีพฤติกรรมอย่างไรภายใต้สภาวะการทำปฏิกิริยาต่างๆ เนื่องจากคาร์บอนแบล็คและเขม่าดีเซลมีคุณสมบัติบางอย่างที่คล้ายคลึงกัน เช่น ขนาดอนุภาค ความหนาแน่น และความสามารถในการดูดซับโคโพลีเมอร์ที่มีส่วนทำให้เกิดเขม่าเหล่านั้น มีพฤติกรรมคล้ายคลึงกันภายใต้ปฏิกิริยาต่างๆ เช่น การทดลองออกซิเดชัน  คาร์บอนแบล็คถูกใช้เป็นสารแต่งสีและเสริมสารตัวเติมในยางและผลิตภัณฑ์ยางอื่นๆ เม็ดสีและสารเติมแต่งป้องกันการสึกหรอในพลาสติก สี และเม็ดสี หมึก ใช้ในสหภาพยุโรปเป็นสีผสมอาหารเมื่อผลิตจากพืช

ภาพที่ 10 คาร์บอนแบล็ค

การใช้คาร์บอนแบล็คที่พบบ่อยที่สุด (70%) นั้นเป็นเม็ดสีและเฟสเสริมแรงในยางรถยนต์ คาร์บอนแบล็คยังช่วยนำความร้อนออกจากบริเวณดอกยางและสายพานของยาง ลดความเสียหายจากความร้อนและเพิ่มอายุการใช้งานของยางต้นทุนต่ำทำให้สามารถเติมแคโทดและแอโนดได้ทั่วไป และถือเป็นการทดแทนโลหะลิเธียมในแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนได้อย่างปลอดภัย ประมาณ 20% ของการผลิตทั่วโลกเป็นการผลิตสายพาน ท่อยาง และสินค้าอื่นๆ ที่ไม่ใช่ยางล้อ การใช้คาร์บอนแบล็คที่เหลืออีก 10% มาจากเม็ดสีในหมึก สารเคลือบ และพลาสติก รวมถึงการใช้เป็นสารเติมแต่งที่เป็นสื่อกระแสไฟฟ้าในแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน

คาร์บอนแบล็คจะถูกเติมลงในโพลีโพรพีลีน เนื่องจากมีการดูดซับรังสีอัลตราไวโอเลต ซึ่งจะทำให้วัสดุเกิดการเสื่อมสภาพ นอกจากนี้อนุภาคคาร์บอนแบล็คยังใช้ในวัสดุดูดซับเรดาร์บางชนิดในเครื่องถ่ายเอกสารและผงหมึก เครื่องพิมพ์เลเซอร์ ในหมึกและสีอื่นๆ มีความแข็งแรงของสีย้อมสูงและความเสถียรของคาร์บอนแบล็คยังช่วยใช้ในการระบายสีเรซินและฟิล์มอีกด้วย คาร์บอนแบล็คถูกนำมาใช้ในการใช้งานต่างๆ สำหรับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ คาร์บอนแบล็คเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี ใช้เป็นสารตัวเติมผสมในพลาสติก อีลาสโตเมอร์ ฟิล์ม กาว และสีรวมถึงถูกใช้เป็นสารเติมแต่งป้องกันไฟฟ้าสถิตในฝาน้ำมันเชื้อเพลิงรถยนต์และท่อ

คาร์บอนแบล็คจากพืชถูกนำมาใช้เป็นสีผสมอาหาร ซึ่งเป็นที่รู้จักในยุโรปในชื่อสารเติมแต่ง E153 โดยได้รับการอนุมัติให้ใช้เป็นสารเติมแต่ง E153 (คาร์บอนแบล็คหรือคาร์บอนผัก) ในออสเตรเลียและนิวซีแลนด์แต่ถูกห้ามในสหรัฐอเมริกา เม็ดสีคาร์บอนแบล็คมีการใช้กันอย่างแพร่หลายมานานหลายปีในบรรจุภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่ม ใช้ในขวดนม บางส่วนของยุโรป เอเชีย และแอฟริกาใต้ ถูกนำมาใช้ในรายการต่าง ๆ เช่น ถาดอาหารแบบไมโครเวฟและถาดเนื้อในนิวซีแลนด์ การทบทวนเรื่องคาร์บอนแบล็คของรัฐบาลแคนาดาในปี 2554 สรุปได้ว่าคาร์บอนแบล็คยังสามารถนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์ต่างๆ รวมถึงบรรจุภัณฑ์อาหารสำหรับผู้บริโภคในแคนาดาได้ นี่เป็นเพราะว่า "ในผลิตภัณฑ์อุปโภคบริโภคส่วนใหญ่ คาร์บอนแบล็คจับกันในเมทริกซ์และไม่ส่งผลต่อการสัมผัส

**2.1 ผลกระทบต่อสุขภาพจากฝุ่นคาร์บอนแบล็ค**

หากมีการหายใจเอาฝุ่นละอองที่ปะปนในอากาศเข้าไปในระบบทางเดินหายใจ ฝุ่นละอองที่ขนาดใหญ่ กว่า 15 ไมครอน จะถูกดักจับที่ระบบทางเดินหายใจส่วนต้น ในส่วนของจมูกและลำคอ ซึ่งจะถูกขับออกมาพร้อมกับเสมหะ ส่วนฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนจะเป็นอันตรายต่อสุขภาพ เพราะสามารถแทรกตัวลึกเข้าไปถึงระบบทางเดินหายใจส่วนล่างเข้าไปในเนื้อเยื่อ ปอด และนำสารอันตรายเข้าสู่ร่างกายโดยกลุ่มเสี่ยงที่ได้รับผลกระทบได้ง่าย ได้แก่ เด็ก ผู้สูงอายุ และผู้ที่มีโรคประจำตัวเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจอยู่แล้ว เช่น ผู้ป่วยโรคปอดไข้หวัดใหญ่ และโรคหืด เป็นต้น

ผลการศึกษามลพิษฝุ่นละเอียด พบว่ามีผลกระทบต่อชีวิตและสุขภาพของมนุษย์มาอย่างยาวนาน โดยมีหลักฐานเชิงประจักษ์มากมายทั้งในการศึกษาแบบทดลองในสัตว์ทดลอง (animal model experimental-study) แบบทดลองผลกระทบทางคลินิกในมนุษย์ (clinical human experimental study) และการศึกษาผลกระทบต่อมนุษย์ในสถานการณ์จริงเชิงระบาดวิทยา (real-life epidemiological study) ด้วยการออกแบบเป็นการศึกษาระยะยาว (longitudinal study) และใช้สถิติมาตรฐานในการวิเคราะห์ (ได้แก่ time-series และ case-crossover methods) ทั้งระดับเมือง ระดับเขต ระดับประเทศ ระดับทวีปและระดับโลก

ซึ่งผลการศึกษาสอดคล้องกันทั้งหมดว่า มลพิษฝุ่นละเอียด มีผลกระทบต่อชีวิตและสุขภาพของประชากรในทุกๆ ประเทศทั่วโลก กล่าวโดยสรุปถึงผลกระทบจากมลพิษฝุ่นละเอียด ต่อระบบอวัยวะสำคัญหลักในการดำรงชีวิต ได้แก่

**ระบบการหายใจ** การอักเสบจากมลพิษฝุ่นละเอียด ส่งเสริมให้ระบบการหายใจมีการอักเสบมากขึ้น เป็นทวีคูณเมื่อได้รับสารก่อแพ้ และการอักเสบจากมลพิษฝุ่นละเอียด ยังทำให้ติดเชื้อ (เช่น ไวรัสไข้หวัด ไวรัสไข้หวัดใหญ่ แบคทีเรีย) ได้ง่ายและรุนแรงมากขึ้นหลายเท่า และจำนวนไม่น้อยที่เกิดการอักเสบทั้งแบบภูมิแพ้และแบบติดเชื้อผสมผสานกัน โรคสำคัญที่พบบ่อยได้แก่ การอักเสบทั้งแบบภูมิแพ้และติดเชื้อของโพรงจมูก โพรงไซนัส การอักเสบหลอดคอ กล่องเสียงและหลอดลม ปอดอักเสบ โรคภูมิแพ้ของโพรงจมูก โรคหอบหืด และโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง

**ระบบหัวใจ** การอักเสบและการหดตัวของหลอดเลือดจากมลพิษฝุ่นละเอียด ทำให้เกิดโรคสำคัญที่พบบ่อย ได้แก่ กล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือด กล้ามเนื้อหัวใจอักเสบ กล้ามเนื้อหัวใจตาย หัวใจเต้นผิดจังหวะ หัวใจล้มเหลว

**ระบบหลอดเลือด** ความดันโลหิตสูง หลอดเลือดเลี้ยงหัวใจตีบ เส้นเลือดสมองแตกหรือตีบ (stroke) หลอดเลือดไปเลี้ยงสมองเสื่อม (cerebral atherosclerosis) หลอดเลือดดำชนิดอยู่ลึกอุดตัน (deep vein thrombosis, pulmonary embolism)

**ระบบสมอง** ได้แก่ สมองด้อยประสิทธิภาพ สมองเสื่อม สมาธิสั้น ระบบจิตประสาท ได้แก่ อารมณ์แปรปรวน ความผิดปกติทางจิตแบบซึมเศร้าและฆ่าตัวตาย ระบบไต มีส่วนทำให้เกิดโรคไตเสื่อมสภาพเรื้อรัง ระบบต่อมไร้ท่อ มีส่วนทำให้เกิดโรคเบาหวานหรือทำให้ผู้ที่เป็นโรคเบาหวานคุมระดับน้ำตาลได้ยากขึ้น และมีส่วนทำให้เกิดโรคมะเร็งปอด ดังนั้นมลพิษฝุ่นละเอียด จึงเป็นมลพิษที่เป็นปัจจัยเสี่ยงสำคัญต่อการเสียชีวิตและการเจ็บป่วยทั้งแบบฉับพลัน ทั้งในระยะสั้น (acute) และทั้งในระยะยาว (long term) มีผลทำให้ช่วงอายุขัยสั้นลง (shortening lifespan) ด้วยโรคต่าง ๆ ดังกล่าว โดยการเจ็บป่วยระยะฉับพลันและระยะสั้นอาจรุนแรงถึงกับต้องไปรับการรักษาที่แผนกฉุกเฉินหรือต้องรับการรักษาในโรงพยาบาล ส่วนการเจ็บป่วยในระยะยาวเป็นสาเหตุของการเจ็บป่วยเรื้อรังด้วยกลุ่มโรคไม่ติดต่อ หรือทำให้โรคไม่ติดต่อดังกล่าวมีความรุนแรงเพิ่มขึ้น รวมทั้งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดโรคมะเร็งปอด จากที่ประชากรโลกส่วนใหญ่ในทุกประเทศสูดมลพิษฝุ่นละเอียดเป็นระยะเวลายาวนานผลกระทบของฝุ่นมลพิษฝุ่นละเอียดต่อชีวิตและสุขภาพดังกล่าวข้างต้นจึงทำให้ช่วงอายุขัย (lifespan) โดยเฉลี่ยของประชากรโลกสั้นลงราว 2.9 ปี

**3.) ค่ามาตรฐานของปริมาณฝุ่นต่างๆ**

ค่ามาตรฐานสารเคมี ค่ามาตรฐานของสารเคมีในสิ่งแวดล้อม มีหลายหน่วยงานที่พัฒนาค่ามาตรฐานนี้ทั้งในรูปแบบของ ค่ามาตรฐานตามกฎหมายและค่ามาตรฐานแนะนำ เพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการทำงาน เช่น ค่ามาตรฐานของกฎหมายไทย ได้กำหนดไว้ในประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงาน

เกี่ยวกับ ภาวะแวดล้อม (สารเคมี) แต่อย่างไรก็ตามกฎหมายฉบับนี้ถูกยกเลิกไปตั้งแต่ปี 2554 เนื่องจาก พรบ.ความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงาน ประกาศใช้ ดังนั้นต้องรอกฎหมายลูกของ พรบ. นี้ แต่อย่างไรก็ตามเพื่อความปลอดภัย ในการทำงานให้อนุโลมใช้ค่ามาตรฐานของกระทรวงมหาดไทยไปก่อน ส่วนมาตรฐานของต่างประเทศ เช่น OSHA, NIOSH, และ ACGIH เป็นต้น

**ฝุ่นคาร์บอนแบล็ค** (CARBON BLACK) อัตราการไหล: 1 ถึง 2 ลิตร/นาที กำหนดให้มีค่าไม่เกิน 3.5 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร สูงสุด 570 ลิตร ปริมาณต่ำสุดที่สามารถวัดได้โดยประมาณ 0.03 มิลลิกรัม ต่อตัวอย่าง

**ฝุ่นรวม** (TSP) ซึ่งฝุ่นรวมมีค่าความเข้มข้นเท่ากับมาตรฐานเดิม คือ มีค่าไม่เกิน 0.33 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร สำหรับค่าเฉลี่ยในเวลา 24 ชั่วโมง และค่าเฉลี่ยในเวลา 1 ปี มีค่าไม่เกิน 0.10 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร โดยใช้วิธีการวัดแบบ Gravimetric-High Volume

**ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน** กำหนดให้มีค่าไม่เกิน 0.12 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร สำหรับค่าเฉลี่ยในเวลา 24 ชั่วโมง และค่าเฉลี่ยในเวลา 1 ปี มีค่าไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร โดยใช้วิธีการวัดแบบ Gravimetric-High Volume

โดยมาตรฐานของสารเคมีของ OSHA, NIOSH และ ACGIH สามารถหาได้ในเว็บไซต์ของ Center for Disease Control and Prevention ได้โดยมี ขั้นตอนดังนี้

1. เข้าเว็บไซต์ของ NIOSH Manual of Analytical Methods (NIOSH Methods) โดยเว็บไซต์นี้จะมีจุดเด่นในเรื่องมาตรฐานและวิธีการตรวจวัดระดับความเข้มข้นของสารเคมีในสิ่งแวดล้อม รวมทั้งแนะนำค่ามาตรฐานเพื่อความปลอดภัยในการทำงานของ OSHA, NIOSH, และ ACGIH โดยเข้าสู่เว็บไซต์ http://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154
2. เลือก Find a Method: Chemical Name หรือ Chemical CAS Number หรือ Method Number แต่วิธีการที่ง่ายที่สุดให้เลือก Chemical Name ตัวอย่าง เช่น ต้องการทราบค่ามาตรฐาน ฝุ่นคาร์บอนแบล็ค (CARBON BLACK) ในบรรยากาศการทำงาน ให้คลิกเลือกไปที่ตัว C
3. ค้นหา CARBON BLACK ซึ่งอยู่ใน NIOSH Method 5000 คลิกเลือก
4. อ่านค่ามาตรฐานความเข้มข้นของสารตามมาตรฐานของ OSHA, NIOSH และ ACGIH

**4.) กฎหมายที่เกี่ยวข้อง**

ในปัจจุบัน (มี.ค.2554) กฎหมายประเทศไทยที่เกี่ยวข้องกับการเก็บตัวอย่างอากาศ

1. ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม (สารเคมี) ลงวันที่ 30 พ.ศ. 2520
2. ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับสารเคมีอันตราย ลงวันที่ 22 ส.ค. พ.ศ. 2534

จะเห็นได้ว่า กฎหมายทั้ง 2 ฉบับนี้ยังเป็นกฎหมายเก่าที่อาศัยอำนาจจากกฎหมายแม่บทด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยฉบับเก่า คือ ประกาศคณะปฏิวัติ ฉบับที่ 103 ลงวันที่ 16 มีนาคม 2515 ในการออกกฎหมาย (ปัจจุบันกฎหมายแม่บทด้านอาชีวอนมัยและความปลอดภัยได้เปลี่ยนแปลงไปอย่างมากแล้ว โดยได้เปลี่ยนจากประกาศคณะปฏิวัติฉบับดังกล่าวเป็นพระราชบัญญัติคุ้มครองแรงงานพ.ศ.2541 ก่อนที่จะมีพระราชบัญญัติความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงาน พ.ศ.2554 ซึ่งจะมีผลบังคับใช้ประมาณกลางเดือนกรกฎาคม 2554 ที่จะถึงนี้ นอกจากนี้ มีข้อน่าสังเกตว่ากฎหมายทั้ง 2 ฉบับดังกล่าว มีชื่อเป็นประกาศกระทรวงมหาดไทย ทั้งนี้ต้องเข้าใจว่า กฎหมายดังกล่าวออกสมัยที่ยังไม่มีการจัดตั้งกระทรวงแรงงานขึ้น มีเพียงกรมแรงงานภายใต้สังกัดกระทรวงมหาดไทย ดังนั้น ในปัจจุบันกฎหมายดังกล่าวอยู่ภายใต้การกำกับดูแลของกระทรวงแรงงาน)

**มาตรฐานสถาบันความปลอดภัยและอนามัยในการทำงานแห่งชาติประเทศสหรัฐอเมริกา ( The National Institute for Occupational Safety and Health : NIOSH )**

The National Institute for Occupational Safety and Health : NIOSH คือ หน่วยงานวิชาการภาครัฐที่จัดตั้งขึ้นมา ภายใต้พระราชบัญญัติความปลอดภัยและอาชีวอนามัย (Occupational Safety and Health Act: OSHAct) เช่นเดียวกับ OSHA แต่ NIOSH สังกัดอยู่ ในศูนย์ควบคุมและป้องกันโรคกระทรวงสาธารณสุข (Centers for Diseases Control Department of Health and Human Services) มีพันธกิจหลัก คือการพัฒนาและจัดทำข้อเสนอแนะเกี่ยวกับค่ามาตรฐานอาชีวอนามัยและความปลอดภัยการศึกษาวิจัยทางด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยการตรวจสอบอันตรายทางด้านต่าง ๆ และให้คำแนะนำในการออกข้อกำหนดกฎหมาย

**งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

**ชายชาญ โพธิรัตน์ (2563).** ศึกษาเรื่องมลพิษฝุ่นละเอียด $PM_{2.5}$ ผลกระทบต่อชีวิตและสุขภาพ. อายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ บทความนี้เป็นการย่อเรื่องราวของมลพิษฝุ่นละเอียด $PM_{2.5}$ เพื่อใช้สร้างเสริมความรู้ความเข้าใจถึงผลกระทบมลพิษฝุ่นละเอียด$PM_{2.5}$ ต่อชีวิตและสุขภาพของมวลมนุษยชาติ เพื่อใช้เป็นแนวทางปฏิบัติสำหรับบุคลากรทางการแพทย์ประกอบการใช้เผยแพร่องค์ความรู้และการแนะนำผู้ป่วย ประชาชน และผู้ที่เกี่ยวข้อง ให้เข้าใจถึงความสำคัญของการป้องกันพิษภัยมลพิษฝุ่นละเอียด $PM_{2.5}$ เนื่องจากมลพิษฝุ่นละเอียด$PM_{2.5}$ เป็นปัจจัยเสี่ยงสำคัญที่ทำให้เกิดกลุ่มโรคสำคัญ 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มติดเชื้อ (infectious diseases) กลุ่มโรคภูมิแพ้ (allergic diseases) และกลุ่มโรคไม่ติดต่อ (non-communicable diseases) ประมาณการว่าราวกว่าร้อยละ 95 ของมวลมนุษยชาติได้สูดมลพิษฝุ่นละเอียด$PM_{2.5}$ นอกอาคาร (ambient $PM_{2.5}$) เป็นระยะเวลายาวนานจนเป็นสาเหตุที่ทำให้มีผู้เสียชีวิตราวปีละ 4.1 ล้านคนหรือร้อยละ 7.5 ของการเสียชีวิตทั่วโลก สูญเสียปีสุขภาวะ (Disability-adjusted life year, DALY) 106 ล้านปีหรือร้อยละ 4.4 ของDALYทั่วโลก ซึ่งการคำนวณดังกล่าวใช้การเสียชีวิตและการสูญเสียปีสุขภาวะจากการติดเชื้อทางเดินหายใจ

ส่วนล่าง (lower respiratory tract infection) ร่วมกับกลุ่มโรคไม่ติดต่อเพียง 4 โรคเท่านั้น (ischemic heart disease, stroke, COPD และ lung cancer)[1] ซึ่งจำนวนผู้เสียชีวิตอาจสูงถึง 8.8 ล้านคน หรือเพิ่มขึ้นกว่าที่เคยประมาณการไว้กว่า 2 เท่า หากคำนวณการเสียชีวิตโดยคำนึงถึงการสูดมลพิษอากาศจากแหล่งกำเนิดอื่นร่วมด้วย (ได้แก่ การสูดมลพิษในครัวเรือน การสูดมลพิษควันบุหรี่) ความเสี่ยงต่อการเสียชีวิตที่เพิ่มขึ้น สำหรับประชาชนที่อาศัยอยู่ในเมืองที่มีระดับมลพิษสูงมากเมื่อเทียบกับเมืองที่มีระดับมลพิษต่ำถึงปานกลาง และการเสียชีวิตจากโรคเรื้อรังอื่นที่สัมพันธ์กับมลพิษอากาศนอกเหนือจาก 4 โรคที่ใช้คำนวณอยู่เดิม ดังนั้นมาตรการเพื่อลดระดับมลพิษฝุ่นละเอียด $PM_{2.5}$ น่าจะมีประสิทธิภาพในการลดความเสียชีวิตสูงกว่าที่เคยคาดการณ์ไว้เป็นอย่างมาก โดยเฉพาะในประเทศที่มีสัดส่วนผู้สูงวัย มีโรคไม่ติดต่อ และมีระดับมลพิษสูง ซึ่งส่วนใหญ่เป็นประเทศที่กำลังพัฒนาที่ยังมีรายได้ต่ำหรือรายได้ปานกลาง

**ปฏิพัทธ์ วงค์เรือง และ สิทธิชัย พิมลศรี (2561).**ศึกษาเรื่อง การประเมินผลกระทบจากการเผาชีวมวลต่อระดับฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM10) ในช่วงที่มีปัญหาหมอกควันในพื้นที่ประเทศไทยโดยใช้แบบจำลอง WRF-CMAQ. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การเผาชีวมวลเป็นแหล่งกำเนิดสำคัญของ PM10 ในประเทศไทย ระดับ PM10 ที่สูงผิดปกติจากค่าการตรวจวัดมักพบในช่วงฤดูร้อน ระบบแบบจำลอง WRF-CMAQ (weather research and forecasting, WRF) และ community multiscale air quality, CMAQ นำมาใช้ในการประเมินผลกระทบของการเผาในที่โล่งต่อ PM10 ในช่วงที่มีปัญหาหมอกควันรุนแรงในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2555 ผลจากการวิจัยพบว่าการเผาชีวมวลมีผลกระทบต่อเขตชุมชน PM10 ในบรรยากาศ 72 % ของภาพรวมทั้งประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคเหนือของประเทศไทยได้รับผลกระทบสูงสุดถึง 94 % ในขณะที่ภูมิภาคอื่นของประเทศได้รับผลกระทบอยู่ในช่วง 56-78 % จากผลการวิจัยสรุปได้ว่าการเผาในที่โล่งเป็นแหล่งกำเนิดหลักของ PM10 ในช่วงฤดูร้อนของประเทศไทย ดังนั้นการจัดการคุณภาพอากาศควรเน้นที่แหล่งกำเนิดการเผาชีวมวลทั้งในพื้นที่ประเทศไทยและประเทศข้างเคียง

**วินัย มีแสง.(2560)** ศึกษาเรื่องระดับการสัมผัสของนักปั่นจักรยานและคนเดินเท้าต่อผงฝุ่นคาร์บอนดำในฤดูฝนปี 2560 อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี ผงฝุ่นเขม่าดำ (Black carbon) เกิดจากความไม่สมบูรณ์ การเผาไหม้เชื้อเพลิงและมีความสำคัญต่อบรรยากาศองค์ประกอบเนื่องจากอาจมีผลเสียต่อสภาพภูมิอากาศและสุขภาพ (Jacobson, 2002; Watson, 2002) ผงฝุ่นเขม่าดำหรือ Black carbon ดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ที่มองเห็นได้ในชั้นบรรยากาศและมีถูกระบุว่าเป็นผู้มีส่วนร่วมสำคัญต่อภาวะโลกร้อน (Jacobson, 2001) ผงฝุ่นเขม่าดำ (Black-Carbon) ยังเกี่ยวข้องกับโรคทางเดินหายใจและส่งผลเสียต่อระบบหัวใจและหลอดเลือด (Rich et al., 2005) อีกทั้งยังส่งผลกระทบด้านสุขภาพ ส่งผลต่อระบบทางเดินหายใจ อาการหอบหืด การทำงานของปอดลดลง ความดันเลือดลดลง และยังเป็นสารก่อมะเร็งทำให้ประชากรเสียชีวิตก่อนวัยอันควร 640,000 ถึง 4,900,000 คนทั่วโลก (Cheng et al., 2014) โดยทั่วไปวิธีการตรวจวัด Measurement Methods of the Dark Component of PM ได้แก่ 1. วิธีการสะท้อนแสง (Absorbance) หรือการส่งผ่านแสง (การวัดผงฝุ่นคาร์บอนดำ) ตัวอย่างเช่น PM

มักทำการตรวจวัดในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง โดยใช้กระดาษกรองเส้นใยเซลลูโลสหรือวัสดุกองอื่นๆ จากนั้นเป็นการเปลี่ยนหน่วยการวัดของแสงให้เป็นมวล 2. เครื่องวัดความยาวคลื่นแบบเวลาจริงวัดโดยการดูดกลืนคลื่นแสงของจุดตัวอย่าง PM ที่นาทีและให้การอ่านค่าในหน่วยมวลโดยอัตโนมัติ 3.การคำนวณทางเคมีของ EC และคาร์บอนอินทรีย์ โดยการวิเคราะห์ด้วยความร้อนเป็นวิธีการอย่างหนึ่งซึ่งอ่านตามมวลที่กำหนดทุกๆ 30 นาที หรือจากตัวอย่าง PM จะมีการเก็บรวบรวมข้อมูลไว้ใน ช่วงเวลา 24 ชั่วโมง บนตัวกรอง (Janssen et al., 2012; WHO, 2012) วิธีการที่พบมากที่สุดสำหรับการวัดค่า BC เกี่ยวข้องการรวบรวมละอองลอยบนตัวกรองและการวัดการลดลงของการส่งผ่านแสงผ่านตัวกรอง (Hansen et al., 1984 ) และเครื่องตรวจวัดผงฝุ่นคาร์บอนดำ Aethalometer microAeth® AE51 เครื่องมีขนาดเล็กสามารถสะพายกระเป๋าในการตรวจวัดได้และให้การวิเคราะห์แบบเรียลไทม์โดยการวัดอัตราการเปลี่ยนแปลงการดูดกลืนแสงที่ส่องผ่านเนื่องจากการเก็บตัวอย่างละอองลอยในตัวกรองอย่างต่อเนื่อง โดยการวัดใช้ความยาวคลื่น 880 นาโนเมตร แบตเตอรี่ใช้งานได้ถึง 24 ชั่วโมง ภายในเป็นเทฟลอนเคลือบแก้วบอโรซิลิเกต (Li et at., 2016)

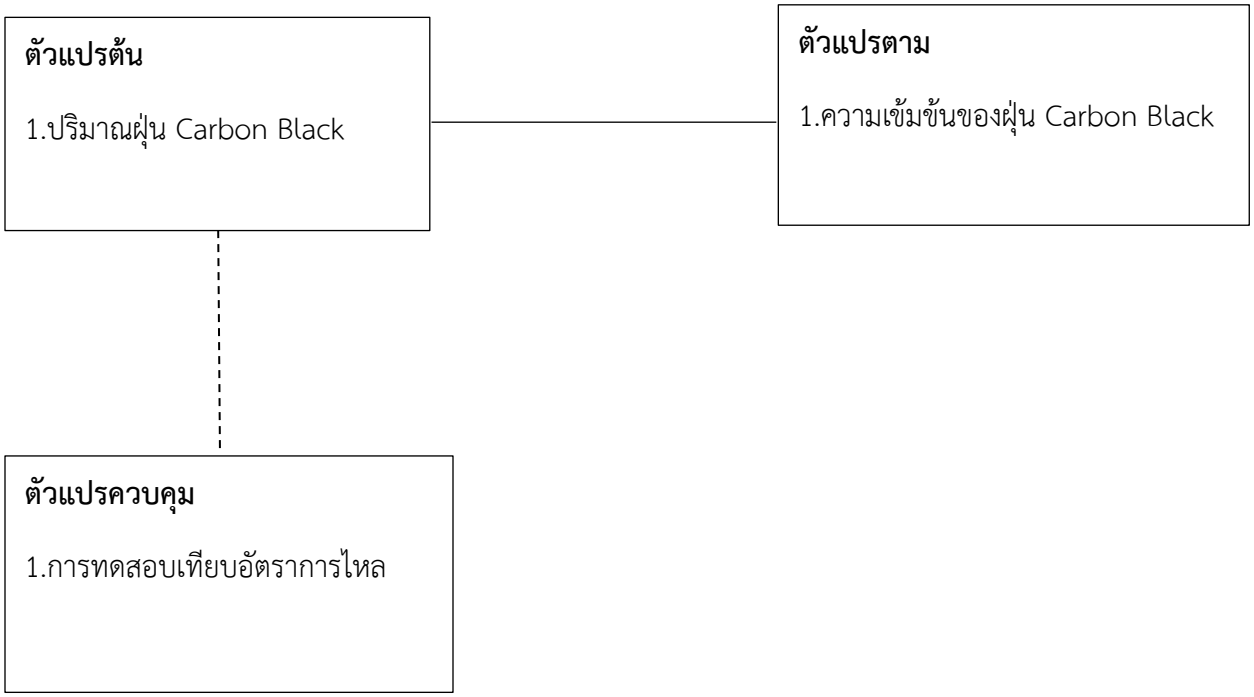
**ปรียากมล ข่าน. (2547)** ศึกษาเรื่องมลพิษทางอากาศ และ มะเร็งปอดกรณีศึกษาประชากรกรุงเทพมหานครวัตถุประสงค์ของการศึกษานี้คือเพื่อที่จะศึกษาว่ามลพิษทางอากาศรูปแบบใดบ้างที่มีความสัมพันธ์กับความเสี่ยงของการเกิดโรคมะเร็งปอดของคนกรุงเทพ ระเบียบวิธีวิจัยที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย 3 ระเบียบวิธีได้แก่ (1) การวิจัยเชิงสำรวจโดยศึกษาเปรียบเทียบการได้รับปัจจัยเสี่ยงในอดีตระหว่างผู้ป่วยโรคมะเร็งปอดใหม่จำนวน 132 ราย ที่เข้ารับการรักษาที่สถาบันมะเร็งแห่งชาติในปีพ.ศ. 2539-2543 กับประชากรทั่วไปชาวกรุงเทพมหานคร จำนวน 296 ราย ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้แก่ พฤติกรรมการเดินทางประจำวัน การสูบบุหรี่, การได้รับควันบุหรี่จากสิ่งแวดล้อม, การประกอบอาชีพ, ระยะเวลาที่พักอาศัยในกรุงเทพ, ที่ตั้งของสถานที่อยู่ อาศัย, ประวัติการเจ็บป่วยในอดีต และลักษณะทางประชากร เศรษฐกิจและสังคม (2) การตรวจวัดระดับของฝุ่น ละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน และหาความเข้มข้นของเขม่า (Carbon black) โดยทำการจำลองพฤติกรรม การเดินทางของผู้ป่วยมะเร็งปอด 20 ราย และ ประชากรทั่วไป 20 ราย ที่อยู่ในกลุ่มตัวอย่างในระเบียบวิธีวิจัยที่ 1 ทำการทดลองเลียนแบบการเดินทาง 3 วัน ในแต่ละราย เพื่อป้องกันความคลาดเคลื่อน เกิดจากวันและเวลา เดินทางในสัปดาห์นอกจากนี้ได้วัดระดับของสารก่อมะเร็งอีกหนึ่งสารคือ Benzo [a] pyrene จากข้อมูลของ 5 สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศบริเวณริมถนน โดยกรมควบคุมมลพิษ รวบรวมข้อมูลระหว่างมิถุนายน 2543 – มิถุนายน 2544 และ (3) การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) มาใช้ในการคาดประมาณปริมาณของฝุ่นละอองขนาดเล็กในบริเวณที่พักอาศัยของผู้ป่วยมะเร็งปอดและประชากรทั่วไป และใช้ในการคาด ประมาณระยะทาง (กิโลเมตร) จากที่พักอาศัยไปยังแหล่งกำเนิดมลพิษที่ใกล้ที่สุด ได้แก่ ถนนสายหลักและ โรงงานขนาดใหญ่

**สุรีรัตน์ ขาเร็ง (2547).** วิธีการตรวจวัดฝุ่นละออง. บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรีนารี ศึกษาเรื่อง สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียงเป็นหน่วยงานหนึ่ง ภายในกรมควบคุมมลพิษ ซึ่งหน่วยงานภายในกรมควบคุมมลพิษ ตามกฎกระทรวงแบ่งส่วนราชการกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2545 ได้แบ่งส่วนราชการออกเป็น สำนักงานเลขานุการ กรมกองนิติการกองแผนงานและประเมินผล สำนักจัดการกากของเสียและสารอันตราย สำนักจัดการคุณภาพน้ำ สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง ฝ่ายตรวจและบังคับการ ฝ่ายคุณภาพสิ่งแวดล้อมและห้องปฏิบัติการกลุ่มพัฒนาระบบบริหาร

จากการที่ได้เข้าไปปฏิบัติงานในโครงการสหกิจศึกษา สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง ณ กรมควบคุมมลพิษ ได้รับมอบหมายให้ไปปฏิบัติหน้าที่ในแผนกส่วนคุณภาพอากาศในบรรยากาศ ซึ่งในการเข้าไปปฏิบัติงานนั้น ได้ทำการศึกษาและปฏิบัติงานเกี่ยวกับวิธีการตรวงวัดฝุ่นละอองและขั้นตอนการเตรียมและวิเคราะห์ FILTER ของฝุ่น การใช้เครื่องมือการเก็บตัวอย่างฝุ่น TSP, PM-10 และการเก็บตัวอย่างฝุ่น TSP, PM-10 ศึกษาระบบการทำงานของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ นอกจากนี้แล้วยังได้ปฏิบัติงานในการตรววัดคุณภาพอากาศโครงการทำอากาศยานสุวรรณภูมิ เพื่อตรวจสอบคุณภาพอากาศและทำการตรวจวัดพารามิเตอร์ดังนี้ ฝุ่นละอองขนาดเล็กตั้งแต่ 10 ไมครอนลงมา(PM-10) (แบบอัตโนมัติ) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในบรรยากาศ (CO) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซค์ในบรรยากาศ ($SO_2$) ก๊าซออกไซด์ของในโตรเจนในบรรยากาศ ($NO_x$ ) ก๊าซโอโซนในบรรยากาศ ($O_3$) และสภาพทางอุตุนิยมวิทยา โดยการตรวจวัดแบบต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง ณ บริเวณหมู่บ้านมณสินี เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ และโรงเรียนวัดกิ่งแก้ว ตำบลถราชาเทวะ เขตบางพลี จังหวัดสมุทรปราการและได้นำข้อมูลจาก การตรวจวัดมาสรุป เพื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศของประเทศไทย ปี พ.ศ 2538 ของกรมควบคุมมลพิษ พบว่า ก๊าซที่ทำการตรวจวัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ส่วนบริเวณหมู่บ้านมณสินี ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอนมี ค่าสูงเกินมาตรฐาน (มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศของประเทศไทยในปี พ.ศ 2538) กำหนดค่ามาตรฐาน 120 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร จำนวน 3 ครั้ง ที่เกินมาตรฐานจากทั้งหมด 9 ครั้ง ที่ทำการตรวจวัด เป็นต้น

**กรอบแนวคิดในการศึกษา**

ปริมาณฝุ่น Carbon Black จากเครื่องถ่ายเอกสารในพื้นที่ทำงานภายในสำนักงาน ได้ทำการศึกษาเพื่อให้ทราบถึงปริมาณฝุ่น Carbon Black จากเครื่องถ่ายเอกสารในพื้นที่ทำงานภายในสำนักงาน โดยมีรายละเอียดตามกรอบแนวคิดการศึกษาดังนี้ ตัวแปรต้น คือ ปริมาณฝุ่น Carbon Black ตัวแปรตาม คือ ความเข้มข้นของฝุ่น Carbon Black ตัวแปรควบคุม คือ การทดสอบเทียบอัตราการไหล ดังแสดงในภาพ




ภาพที่ 11 กรอบแนวคิดในการศึกษา

**วิธีดำเนินการ**

โครงการ : การวิเคราะห์หาปริมาณของฝุ่น Carbon black จากเครื่องถ่ายเอกสารในพื้นที่ทำงานภายในสำนักงาน มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

**เครื่องมือและอุปกรณ์**

1. อุปกรณ์วัดอัตราการไหลของอากาศและปั๊มดูดอากาศ (Air flow meter and Personal air sampler pump)
2. ตลับใส่กระดาษกรอง (Cassette filter holder)
3. กระดาษกรองชนิด Poly Vinyl Chloride, PVC Membrane
4. สายยางนำอากาศชนิด Tigon tube
5. ขาตั้งกล้อง (Tri-pot)
6. ตู้ดูดความชื้น (Desiccator)
7. เครื่องชั่งน้ำหนักไฟฟ้า 4 ตำแหน่ง (Electrical Balance)
8. คีมคีบ (Forceps)

**วิธีการเก็บฝุ่นคาร์บอนแบล็ค**

การเก็บฝุ่นคาร์บอนแบล็ค มีวิธีการเก็บโดยการใช้ระบบกราวิเมตริกในการเก็บมาวิเคราะห์หาค่าของฝุ่นคาร์บอนแบล็คที่มีขนาดเล็ก การวัดค่าฝุ่นละอองโดยดูดอากาศผ่านกระดาษกรอง ซึ่งมีประสิทธิภาพในการกรองฝุ่นละอองขนาด 0.3 ไมครอน (Micron) ได้ร้อยละ 99 แล้วหาน้ำหนักฝุ่นละอองจากแผ่นกระดาษกรองนั้น เป็นวิธีมาตรฐานอ้างอิง (Reference method) ของประเทศไทย และต่างประเทศ ปัจจุบันประเทศไทยกำหนดเทคนิควิธีเทียบเท่ากับวิธีมาตรฐานอ้างอิง หรือ Equivalent method ดังนี้ Beta ray/beta gauge attenuation Tapered Element Oscillating Microbalance (TEOM) Dichotomous

การปรับความถูกต้องของอัตราการไหลของอากาศ การปรับความถูกต้องของอัตราการไหลของอากาศมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการปรับอัตราการไหลของอากาศของปั๊มเก็บตัวอย่างอากาศให้ได้ตามที่กำหนดไว้ในวิธีมาตรฐาน ซึ่งจะใช้ค่าอัตราการไหลของอากาศนี้ไปใช้ในการคำนวณค่าความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศที่เป็นอนุภาค เพื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานต่อไป

บันทึกข้อมูลก่อนการเก็บตัวอย่างดังต่อไปนี้

(1) หมายเลขรหัสตัวอย่าง

(2) พื้นที่ติดตั้งอุปกรณ์

(3) อัตราการไหลอากาศก่อนเก็บตัวอย่างอากาศ ($F_1$)

(4) เวลาเริ่มต้นการเก็บตัวอย่างอากาศ ($t_1$)

(5) ข้อมูลอื่นๆ ที่อาจมีผลต่อการวิเคราะห์

บันทึกข้อมูลหลังการเก็บตัวอย่างดังต่อไปนี้

(1) อัตราการไหลอากาศหลังเก็บตัวอย่างอากาศ($F_2$)

(2) เวลาสิ้นสุดการเก็บตัวอย่างอากาศ ($t_1$) บันทึกระยะเวลาการเก็บตัวอย่าง ($t = t_2 - t_1$)

(3) ข้อมูลอื่น ๆ ที่อาจมีผลต่อการวิเคราะห์

(4) คำนวณความเข้มข้น C (มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร) ของคาร์บอนแบล็คในปริมาตรอากาศที่สุ่มตัวอย่าง V (L)

$$C=\frac{(\boldsymbol{W2-W1})-(\boldsymbol{B2-B1})}{\boldsymbol{V}}\ 10^3\ mg/m^3$$

$W_{\mathbf{1}}$ = น้ำหนักของตัวกรองก่อนการเก็บตัวอย่าง (mg.)

$W_{\mathbf{2}}$ = น้ำหนักหลังการเก็บตัวอย่างของตัวกรองที่ประกอบด้วยตัวอย่าง (mg.)

$B_{\mathbf{1}}$ = น้ำหนักของตัวกรองเปล่า (mg.)

$B_{\mathbf{2}}$ = น้ำหนักหลังการเก็บตัวอย่างของตัวกรองเปล่า (mg.)

**การเตรียมก่อนการเก็บตัวอย่าง**

1. นำกระดาษกรองใส่ในโถดูดความชื้นเป็นเวลาอย่างน้อย 2 ชั่วโมง

2. กำหนดหมายเลขแผ่นสำรองด้วยปากกาลูกลื่นแล้ววางลงในตัวกรองโดยให้ด้านที่มีหมายเลขคว่ำลงส่วนล่างของตลับใส่กระดาษกรอง

3. ชั่งน้ำหนักกระดาษกรองในพื้นที่หรือห้องควบคุมด้านสิ่งแวดล้อม จากนั้นบันทึกน้ำหนักของกระดาษกรองก่อนการเก็บตัวอย่าง W1 (mg.)

4. ประกอบกระดาษกรองในตลับใส่กระดาษกรองและปิดจุกด้านบนและล่าง

5. ทำการสอบเทียบปั๊มเก็บตัวอย่าง

6. เก็บตัวอย่างที่ 1 ถึง 2 ลิตร/นาที สำหรับตัวอย่างที่มีปริมาตรรวม 30 ถึง 570 ลิตร นำตัวอย่างซ้ำสองถึงสี่ตัวอย่างสำหรับชุดตัวอย่างภาคสนามแต่ละชุดเพื่อตรวจสอบคุณภาพในขั้นตอนการสุ่มตัวอย่าง

7. ถอดจุกด้านบนและด้านล่างออกจากตลับใส่กระดาษกรองนำไปใส่ในโถดูดความชื้นเป็นเวลาอย่างน้อย 2 ชั่วโมง

8. ถอดแถบตลับใส่กระดาษกรอง งัดเปิดตลับใส่กระดาษกรอง และค่อยๆ ถอดกระดาษกรองออก

9.ปรับเครื่องชั่งความละเอียดสูงเป็นศูนย์ก่อนการชั่งน้ำหนักทั้งหมด ใช้เครื่องชั่งความละเอียดสูงเดียวกันในการชั่งน้ำหนักกระดาษกรองก่อนและหลังการเก็บตัวอย่าง ทำการสอบเทียบเครื่องชั่งด้วยตุ้มน้ำหนักก่อนการชั่งตัวอย่าง

10. ชุดของตัวอย่างที่ทำซ้ำควรสัมผัสกับสภาพแวดล้อมที่มีฝุ่นเหมือนกันไม่ว่าจะในห้องเก็บฝุ่นในห้องปฏิบัติการหรือในภาคสนาม ตัวอย่างการควบคุมคุณภาพต้องใช้อุปกรณ์ขั้นตอน และบุคลากรเดียวกันกับที่ใช้ในตัวอย่างภาคสนามตามปกติ คำนวณความแม่นยำจากการจำลองเหล่านี้และบันทึกบนแผนภูมิควบคุม ดำเนินการแก้ไขเมื่อความแม่นยำอยู่นอกเหนือการควบคุม

11. ชั่งน้ำหนักกระดาษกรองแต่ละตัวอย่าง บันทึกน้ำหนักหลังการเก็บตัวอย่าง $W_2$ (mg)

## บทที่ 4
## ผลการดำเนินงาน

โครงการ : การวิเคราะห์หาปริมาณของฝุ่น Carbon black จากเครื่องถ่ายเอกสารในพื้นที่ทำงานภายในสำนักงาน พื้นที่ที่เก็บตัวอย่าง Carbon Black มี 2 พื้นที่คือ บริเวณเครื่องถ่ายเอกสาร และบริเวณที่ทำงานของพนักงาน ได้ทำการเก็บตัวอย่างบริเวณละ 1 ครั้ง ครั้งละ 2 ชั่วโมง ทำการเก็บตัวอย่างในเวลาทำงาน ภายในวันอังคาร ที่ 12 มีนาคม พ.ศ. 2567 เวลา 13:20 น. ถึง 15:20 น. มีผลการดำเนินงานดังนี้

**ตารางที่ 1** การสอบเทียบอัตราการไหลของอากาศ ของเครื่องปั๊มดูดอากาศ ก่อนทำงานเก็บตัวอย่าง (อัตราการไหลของอากาศ)

| รหัสตัวอย่าง/บริเวณที่เก็บ | อัตราการไหลของอากาศ (L/min) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ครั้งที่ 1 | ครั้งที่ 2 | ครั้งที่ 3 | เฉลี่ย |
| 1.บริเวณเครื่องถ่ายเอกสาร | 1.9999 | 1.9998 | 1.9998 | 1.9998 |
| 2.บริเวณที่ทำงานพนักงาน | 2.0000 | 1.9999 | 1.9998 | 1.9999 |

จากการสอบเทียบอัตราการไหลของอากาศ พบว่า ค่าเฉลี่ยของอัตราการไหลของอากาศบริเวณเครื่องถ่ายเอกสารเท่ากับ 1.9998 ลิตร/นาที และค่าเฉลี่ยของอัตราการไหลของอากาศบริเวณที่ทำงาน พนักงานเท่ากับ 1.9999 ลิตร/นาที รายละเอียดดังในตารางที่ 1

**ตารางที่ 2** ปริมาณความเข้มข้นของฝุ่น Carbon Black บริเวณเครื่องถ่ายเอกสาร และบริเวณที่ทำงานของพนักงาน

| บริเวณที่เก็บ | ผลการชั่งน้ำหนักกระดาษกรอง (กรัม) | | | | ปริมาตรอากาศ V (L/min) | ผลลัพธ์ ($mg/m^3$) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | น้ำหนักก่อน $W_1$(g) | น้ำหนักหลัง $W_2$(g) | น้ำหนัก Blank $B_1$(g) | น้ำหนัก Blank $B_2$(g) | | |
| 1.บริเวณเครื่องถ่ายเอกสาร | 0.0625 | 1.3225 | 0.0001 | 0.0002 | 520 | 2.4228 |
| 2.บริเวณเวณที่ทำงานพนักงาน | 0.0611 | 0.6551 | 0.0001 | 0.0002 | 520 | 1.1421 |

จากการเก็บตัวอย่างของปริมาณฝุ่น Carbon Black จากทั้ง 2 พื้นที่คือ บริเวณเครื่องถ่ายเอกสาร และบริเวณที่ทำงานของพนักงาน วันอังคาร ที่ 12 มีนาคม พ.ศ. 2567 เวลา 13:20 น. ถึง 15:20 น. แล้วนำมาคำนวณหาความเข้มข้นของฝุ่น Carbon Black พบว่า บริเวณเครื่องถ่ายเอกสารมีความเข้มข้นเท่ากับ 2.4228 $mg/m^3$ และบริเวณที่ทำงานของพนักงานมีความเข้มข้นเท่ากับ 1.1421 $mg/m^3$ รายละเอียดดังในตารางที่ 2

**ตารางที่ 3** เทียบค่ามาตรฐานของฝุ่น

| รหัสตัวอย่าง/บริเวณที่เก็บ | ค่าที่ทดลอง($mg/m^3$) | ค่ามาตรฐาน($mg/m^3$) |
|---|---|---|
| 1.บริเวณเครื่องถ่ายเอกสาร | 2.4228 | ≤3.5 |
| 2.บริเวณที่ทำงาน พนักงาน | 1.1421 | ≤3.5 |

จากการเก็บตัวอย่างของฝุ่น Carbon Black ทั้ง 2 พื้นที่ทำให้ได้ทราบความเข้มข้นของฝุ่นดังนี้

1.บริเวณเครื่องถ่ายเอกสาร ความเข้มข้นของฝุ่นเท่ากับ 2.4228 $mg/m^3$

2.บริเวณที่ทำงานพนักงาน ความเข้มข้นของฝุ่นเท่ากับ 1.1421 $mg/m^3$

เมื่อนำความเข้มข้นของฝุ่นของทั้ง 2 พื้นที่มาเทียบกับค่าที่ทางราชการกำหนดพบว่า ค่าที่ได้น้อยกว่าค่าที่ทางราชการได้กำหนดไว้คือ ไม่เกิน 3.5 $mg/m^3$

**สรุปและอภิปรายผล**

จากการศึกษาการวิเคราะห์หาปริมาณของฝุ่น Carbon black จากเครื่องถ่ายเอกสารในพื้นที่ทำงานภายในสำนักงาน พบว่า ปริมาณของฝุ่น Carbon Black ที่ทำการเก็บตัวอย่างทั้ง 2 บริเวณคือ บริเวณเครื่องถ่ายเอกสาร และ บริเวณที่ทำงานของพนักงาน มีค่าความเข้มข้นเท่ากับ 2.4228 $mg/m^3$ และ 1.1421 $mg/m^3$ ตามลำดับ เมื่อนำความเข้มข้นของปริมาณฝุ่น Carbon Black ทั้ง 2 ที่ มาเทียบกับค่ามาตรฐานที่ทางราชการกำหนดก็คือไม่เกิน 3.5 $mg/m^3$ จะพบได้ว่าบริเวณที่เก็บตัวอย่างทั้ง 2 พื้นที่มีค่าความเข้มข้นของฝุ่น Carbon Black ไม่เกินค่ามาตรฐานที่ทางราชการกำหนด

**ข้อเสนอแนะและแนวทางการแก้ไขปัญหา**

จากการศึกษาการวิเคราะห์หาปริมาณของฝุ่น Carbon black จากเครื่องถ่ายเอกสารในพื้นที่ทำงานภายในสำนักงาน เราได้ทำการหาแนวทางจัดการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น อย่างไรก็ตามค่าความเข้มข้นของฝุ่น Carbon Black ที่เราได้ทำการเก็บข้อมูลและนำมาวิเคาระห์นั้นเป็นค่าที่น้อยกว่ามาตรฐานที่ทางราชการกำหนด ดังนั้นเราจึงมีแนวทางแก้ไขปัญหาเบื้องต้นดังนี้

1. อาจจะมีการย้ายหรือจัดโซนของเครื่องถ่ายเอกสารให้เป็นระเบียบมากยิ่งขึ้น ทำให้สะดวกและปลอดภัยมากยิ่งขึ้น

2. อาจทำเป็นห้องถ่ายเอกสารโดยเฉพาะ เพื่อลดผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นกับพนักงาน (อาจจะต้องใช้งบประมาณที่เยอะขึ้น)

## บทที่ 5
## สรุปผลการปฏิบัติงานและโครงงานสหกิจศึกษา

**สรุปผลการปฏิบัติงาน**

จากการฝึกงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท ซี.ที.เอ็นไวร์รอนท์เมนท์ แอนด์ เคมีคัล จำกัด งานประจำที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย คือผู้ช่วยเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ และเจ้าหน้าที่ภาคสนาม แต่ละส่วนจะปฏิบัติงานดังนี้

1. ผู้ช่วยเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ จะได้รับมอบหมายให้ทำเกี่ยวกับแลปเป็นส่วนใหญ่ เช่น แลปน้ำเสียก็จะทำ BOD COD TKN ,Oil&Grease TDS SS Sulfide เป็นต้น แล้วหน้าที่อื่นๆเช่น ฝุ่น สารเคมี คลอรีน เป็นต้น และยังมีงานเอกสารต่างๆ เกี่ยวกับสารเคมี การรับตัวอย่างจากภาคสนามงานเอกสารต่างๆ
2. เจ้าหน้าที่ภาคสนาม จะได้ออกภาคสนามลงพื้นที่ เก็บตัวอย่างสิ่งแวดล้อมต่างๆเช่น น้ำ เสียง แสง สารเคมี ฝุ่น ปล่อง ความร้อน เป็นต้น ลักษณะงานที่ทำก็คือ ติดตั้งอุปการณ์ตรวจวัดต่างๆ และเขียนข้อมูลที่ได้รับ เป็นต้น

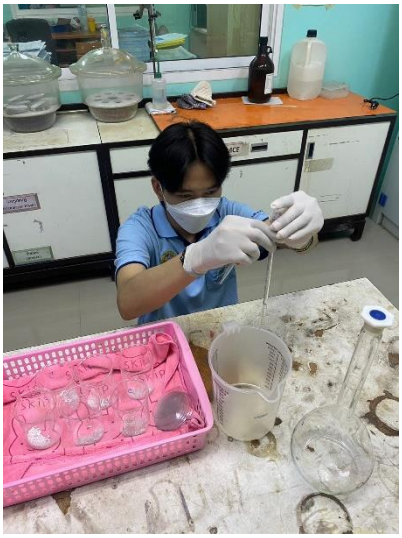
ในส่วนของหัวข้อโครงการสหกิจศึกษาที่ได้ทำคือ การวิเคราะห์หาปริมาณของฝุ่น Carbon black จากเครื่องถ่ายเอกสารในพื้นที่ทำงานภายในสำนักงาน เพื่อศึกษาปริมาณของฝุ่น Carbon black จากเครื่องถ่ายเอกสารในพื้นที่ทำงาน ภายในสำนักงาน และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคาระห์ และตรวจสอบเพื่อนำไปเทียบกับค่ามาตรฐานที่ทางกฎหมายกำหนด และอภิปรายเพื่อหาแนวทางแก้ไขปัญหา

จากการฝึกงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท ซี.ที.เอ็นไวร์รอนท์เมนท์ แอนด์ เคมีคัล จำกัด เป็นระยะเวลา 4 เดือน หรือ 16 สัปดาห์ หรือ 640 ชั่วโมง เป็นประโยชน์และประสบการณ์ที่ดีในแง่การทำงานร่วมกับผู้อื่นการเรียนรู้ติดต่อสื่อสารกับบุคคลอื่นและการทำงานด้านสิ่งแวดล้อม ได้ฝึกทักษะการแก้ไขปัญหาด้วยตนเองและปรับตัวให้เข้ากับวัฒนธรรมขององค์กร ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นประโยชน์ยิ่งในการนำไปใช้ในชีวิตการทำงานในอนาคต

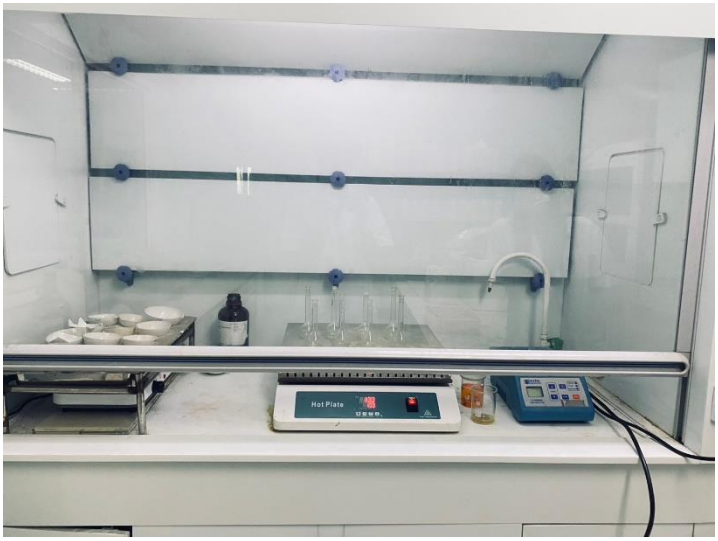
**ข้อเสนอแนะสำหรับการปฏิบัติงาน**

จากการฝึกงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท ซี.ที.เอ็นไวร์รอนท์เมนท์ แอนด์ เคมีคัล จำกัด ได้มี ข้อเสนอแนะแก่นักศึกษารุ่นต่อไปที่จะมาปฏิบัติงาน ณ สถานประกอบการคือในการปฏิบัติงาน ณ สถานประกอบการของนักศึกษาสหกิจศึกษาในภาคการศึกษาต่อไปนั้น เพื่อประโยชน์สูงสุดในการ ออกปฏิบัติงานสหกิจศึกษาแก่ตัวนักศึกษาและสถานประกอบการควรมีการเตรียมตัวทางด้านวิชาการ การเตรียมตัวรับมือกับสถานการณ์หน้างานที่ได้รับมอบหมาย รวมทั้งความรู้ในด้านสิ่งแวดล้อม เบื้องต้น และศึกษากฎหมายทางด้านสิ่งแวดล้อมเพิ่มเติม ควรมีการเตรียมความพร้อมด้านการปรับตัวเข้าสังคม เนื่องจากการปฏิบัติงานจริงต้องมีการสื่อสารกับบุคลากรภายในองค์กร การติดต่อต่าง ๆ รวมไปถึงการเตรียมให้พร้อมสำหรับการลงพื้นที่ออกปฏิบัติงาน

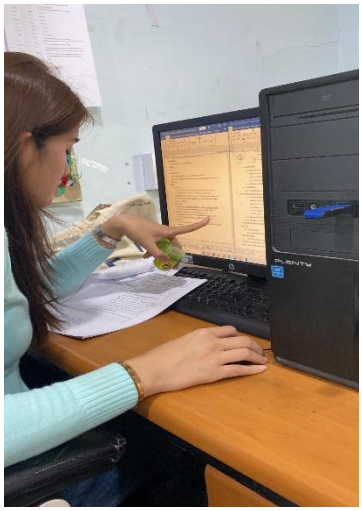
# ภาคผนวก



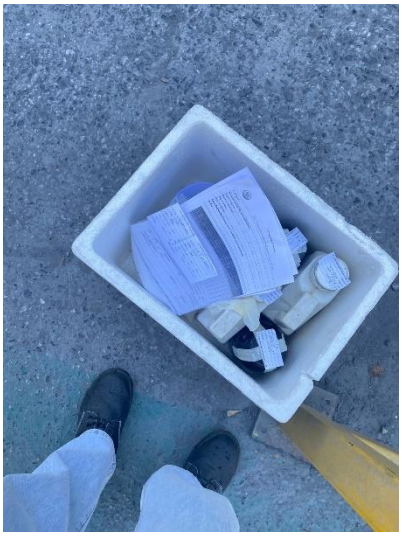
MCE

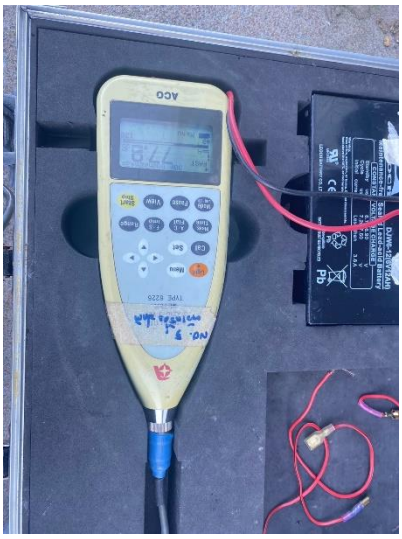

Hot Plate

ภาพที่ 1 ภาพการทำงานภายในห้องปฏิบัติการ



ภาพที่ 2 ทำงานเอกสารใน office





ภาพที่ 3 ภาพการออกภาคสนามทั้งหมด

## CARBON BLACK 5000

C MW: 12.01 CAS: 1333-86-4 RTECS: FF5800000

**METHOD: 5000, Issue 2** **EVALUATION: FULL** **Issue 1: 15 May 1989**
**Issue 2: 15 August 1994**

**OSHA :** 3.5 mg/m$^3$
**NIOSH:** 3.5 mg/m$^3$ (in presence of PAHs: carcinogen/PAHs to 0.1 mg/m$^3$, cyclohexane extractable fraction)
**ACGIH:** 3.5 mg/m$^3$

**PROPERTIES:** solid; may contain polynuclear aromatic hydrocarbons (PAH)

**SYNONYMS:** acetylene black; amorphous carbon; furnace black; lamp black

### SAMPLING

**SAMPLER:** FILTER (tared 5-µm PVC membrane)

**FLOW RATE:** 1 to 2 L/min

**VOL-MIN:** 30 L @ 3.5 mg/m$^3$
**-MAX:** 570 L

**SHIPMENT:** routine

**SAMPLE STABILITY:** indefinitely

**BLANKS:** 2 to 10 field blanks per set

### ACCURACY

**RANGE STUDIED:** 2 to 8 mg/m$^3$ (100-L samples)

**BIAS:** 0.01%

**OVERALL PRECISION ($\hat{S}_{rT}$):** 0.056 [1]

**ACCURACY:** ± 11.0%

### MEASUREMENT

**TECHNIQUE:** GRAVIMETRIC (FILTER WEIGHT)

**ANALYTE:** airborne particulate material

**BALANCE:** 0.001 mg sensitivity; use same balance before and after sample collection

**CALIBRATION:** National Institute of Standards and Technology, Class S-1.1 weights or ASTM Class 1 weights

**RANGE:** 0.1 to 2 mg per sample

**ESTIMATED LOD:** 0.03 mg per sample

**PRECISION ($\hat{S}_r$):** 0.025 @ 3.5 mg/m$^3$ [1, 2]

**APPLICABILITY:** The working range is 0.5 to 10 mg/m$^3$ for a 200-L air sample. This method is not applicable for the determination of "cyclohexane-solubles" [3]. This analysis is simple but the method is nonspecific. Information on any o ther particulate materials present should be assessed. The method may be extended to higher air concentrations (e.g., nuisanc e dust levels) by collecting a smaller sample volume [4].

**INTERFERENCES:** The presence of any other particulate material in the air being sampled will be a positive interference since this is a gravimetric method.

**OTHER METHODS:** This is Method S262 [5] in a revised format. It is similar, except for collecting device, to the method described in the carbon black criteria document [3].



ภาพที่ 4 มาตรฐานCarbon Black หน้า 1

**EQUIPMENT:**

1. Sampler: 37-mm, 5-µm pore size PVC filter and stainless steel support screen in 37-mm, cassette filter holder (preferably, conductive).
2. Personal sampling pump, 1 to 2 L/min, with flexible connecting tubing.
3. Microbalance capable of weighing to 0.001 mg.
4. Static neutralizer; e.g. Po-210; replace nine months after production date.
5. Forceps (preferably nylon).
6. Environmental chamber or room for balance (e.g. 20 ± 1 °C and 50 ± 5% RH).

**SPECIAL PRECAUTIONS:** Carbon black containing polynuclear aromatic hydrocarbons (cyclohexane extractable materials) in excess of 0.1% (w/w) should be treated as a suspect carcinogen [3].

**PREPARATION OF FILTERS BEFORE SAMPLING:**

1. Equilibrate the filters in an environmentally controlled weighing area or chamber for at least 2 h.
   NOTE: An environmentally controlled chamber is desirable, but not required.
2. Number the backup pads with a ballpoint pen and place them, numbered side down, in filter cassette bottom sections.
3. Weigh the filters in an environmentally controlled area or chamber. Record the filter tare weights, $W_1$, (mg).
   a. Zero the balance before each weighing.
   b. Handle the filter with forceps. Pass the filter over an antistatic radiation source. Repeat this step if filter does not release easily from the forceps or if filter attracts balance pan. Static electricity can cause erroneous weight readings.
4. Assemble the filters in the filter cassettes and close firmly so that leakage around the filter will not occur. Place a plug in each opening of the filter cassette. Place a cellulose shrink band around the filter cassette, allow to dry, and mark with the same number as the backup pad.

**SAMPLING:**

5. Calibrate each personal sampling pump with a representative sampler in line.
6. Sample at 1 to 2 L/min for a total sample volume of 30 to 570 L. Do not exceed a filter loading of approximately 2 mg total dust. Take two to four replicate samples for each batch of field samples for quality assurance on the sampling procedures.

**SAMPLE PREPARATION:**

7. Wipe dust from the external surface of the filter cassette with a moist paper towel to minimize contamination. Discard the paper towel.
8. Remove the top and bottom plugs from the filter cassette. Equilibrate for at least 2 h in the balance room.
9. Remove the cassette band, pry open the cassette, and remove the filter gently to avoid loss of dust.
   NOTE: If the filter adheres to underside of cassette top, gently lift using the dull side of scalpel blade. Take care not to tear the filter.



ภาพที่ 5 มาตรฐานCarbon Black หน้า 2

**CALIBRATION AND QUALITY CONTROL:**

10. Zero the microbalance before all weighings. Use the same microbalance for weighing filters before and after sample collection. Calibrate the balance with National Institute of Standards and Technology Class S-1.1 or ASTM Class 1 weights.
11. The set of replicate samples should be exposed to the same dust environment, either in a laboratory dust chamber [6] or in the field [7]. The quality control samples must be taken with the same equipment, procedures and personnel used in the routine field samples. Calculate precision from these replicates and record $\bar{S}_r$ on control charts. Take corrective action when the precision is out of control [6].

**MEASUREMENT:**

12. Weigh each filter, including field blanks. Record the post-sampling weight, $W_2$ (mg). Record anything remarkable about a filter (e.g., overload, leakage, wet, torn, etc.).

**CALCULATIONS:**

13. Calculate the concentration, C ($mg/m^3$), of carbon black in the air volume sampled, V (L):

$$C = \frac{(W_2 - W_1) - (B_2 - B_1)}{V} \cdot 10^3, \ mg/m^3.$$

where: $W_1$ = tare weight of filter before sampling (mg)
$W_2$ = post-sampling weight of sample-containing filter (mg)
$B_1$ = tare weight of blank filter (mg)
$B_2$ = post-sampling weight of blank filter (mg)

**EVALUATION OF METHOD:**

Method S262 [5] was issued on January 30, 1976, and validated over the range 1.9 to 7.7 $mg/m^3$ for a 200-L sample and over the range 7.8 to 28 $mg/m^3$ for a 100-L sample using Vulcan XC72 (0.03-µm particle size; Cabot Corp.) in a Wright Dust Feeder [1]. Overall precision, $\hat{S}_{rT}$, was 0.056. Collection efficiency was between 99 and 100%.

**REFERENCES:**

[1] Documentation of the NIOSH Validation Tests, S262 and S349, U.S. Department of Health, Education, and Welfare, Publ. (NIOSH) 77-185 (1977).
[2] Unpublished data from Non-textile Cotton Study, NIOSH/DRDS/EIB.
[3] NIOSH Criteria for a Recommended Standard ... Occupational Exposure to Carbon Black, U.S. Department of Health, Education, and Welfare, Publ. (NIOSH) 78-204, 80-88 (1978).
[4] NIOSH Manual of Analytical Methods, 2nd ed., V. 3, S349, U.S. Department of Health, Education, and Welfare, Publ. (NIOSH) 77-157-C (1977).



ภาพที่ 6 มาตรฐานCarbon Black หน้า 3

## เอกสารอ้างอิง

[1] C.T. Environment & Chemical CO.,Ltd.(2564).บจก.ซี.ที.เอ็นไวร์รอนเมนท์ แอนด์ เคมีคัล. เข้าถึงได้จาก https://ctenvi.com/category/blog/

[2] สุรีรัตน์ ขาเร็ง (2547). วิธีการตรวจวัดฝุ่นละออง. บัณฑิตวิทยาลัย.มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรีนารี

[3]. ปฏิพัทธ์ วงค์เรือง และ สิทธิชัย พิมลศรี (2561).การประเมินผลกระทบจากการเผาชีวมวลต่อระดับฝุ่นละออง ขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM10) ในช่วงที่มีปัญหาหมอกควันในพื้นที่ประเทศไทยโดยใช้ แบบจำลอง WRF-CMAQ. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

[4] Wikipedia. Carbon black. https://en.wikipedia.org/wiki/Carbon_black

[5] ความสำคัญของค่าอัตราการไหลต่อการตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศ (2560). สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ.

[6] ชายชาญ โพธิรัตน์ (2563). มลพิษฝุ่นละเอียด PM2.5 ผลกระทบต่อชีวิตและสุขภาพ. อายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

[7] คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล (2562). การบริหารจัดการด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในต่างประเทศ. เข้าถึงได้จาก http://research.mol.go.th/rsdat/data/doc/ML47030/03ML47030.pdf

[8] สำนักวิชาสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. (2562) กฎหมายในต่างประเทศและมาตรฐานอื่น ๆที่เกี่ยวข้องความปลอดภัย อาชีวอนามัยและ สภาพแวดล้อมในการทำงาน

[9] NIOSEH Manual of Analytical Methods, Centers for Disease Control and Prevention, Department of Health and Human Services.

[10] กฎหมายและมาตรฐาน. (2565) กำหนดมาตรฐานฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอนในบรรยากาศโดยทั่วไป กรมควบคุมมลพิษ.