การตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดเล็กในโรงพยาบาลในจังหวัดอำนาจเจริญ

นราธิป ชมภูบุตร

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีการศึกษา 2558

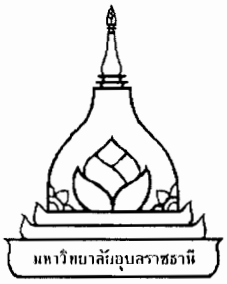
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

MONITORING OF FINE PARTICLE IN A HOSPITAL IN AMNAT CHAROEN PROVINCE

NARATHIP CHOMPHUBUT

AN INDEPEDENT STUDY SUBMITTED IN PARTIAL FULLFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF MASTER OF ENGINEERING
MAJOR IN ENVIRONMENTAL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
UBONRATCHATHANI UNIVERSITY
ACADEMIC YEAR 2015

COPYRIGHT OF UBONRATCHATHANI UNIVERSITY



ใบรับรองการค้นคว้าอิสระ

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์

เรื่อง การตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดเล็กในโรงพยาบาลในจังหวัดอำนาจเจริญ

ผู้วิจัย นายนราธิป ชมภูบุตร

คณะกรรมการสอบ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรชัย กันยาวุธ	ประธานกรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภาดา สนองราษฎร์	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมภพ สนองราษฎร์	กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภาดา สนองราษฎร์)

.....	.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.กุลเชษฐ์ เพียรทอง)	(รองศาสตราจารย์ ดร.อริยาภรณ์ พงษ์รัตน์)
คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์	รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปีการศึกษา 2558

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าอิสระเรื่องการตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดเล็กในโรงพยาบาลทั่วไปในจังหวัดอำนาจเจริญ เป็นงานวิจัยทางด้านวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ซึ่งผู้จัดทำได้ประมวลความรู้ทางทฤษฎีและปฏิบัติในการรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และนำเสนอผลการวิจัยซึ่งผลการวิจัยได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีโดยได้รับความช่วยเหลือให้คำปรึกษาในด้านวิชาการและปฏิบัติการ ตลอดจนการตรวจสอบแก้ไขจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภาดา สนองราษฎร์ ในฐานะอาจารย์ที่ปรึกษา และคณะกรรมการสอบได้แก่ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรชัย กันยาวุธ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมภพ สนองราษฎร์ ที่ได้ให้คำปรึกษาร่วมและช่วยเหลือในการตรวจสอบแก้ไขรายงานฉบับนี้ ทำให้งานวิจัยมีความสมบรูณ์มากยิ่งขึ้น และจนทำให้งานวิจัยฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ คุณแม่ทองพูล ชมภูบุตร คุณกรรณ์ศิรินทร์ ดำสุข คุณสุพจน์ ปุนบุตร คุณคมสันต์ ผุยหัวดง และคุณปริวัชร นามด้วง ที่ได้ให้คำแนะนำและคำปรึกษาที่เป็นประโยชน์ พร้อมอำนวยความสะดวกและการสนับสนุนช่วยเหลือตลอดระยะเวลาการศึกษาค้นคว้า ทำให้การดำเนินงานในครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

และสุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณโรงพยาบาลอำนาจเจริญ ที่ให้ความเอื้อเฟื้อสถานที่เก็บข้อมูล รวมทั้งให้ความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูล ให้คำแนะนำและปรึกษา ตลอดจนอำนวยความสะดวกต่างๆ ที่ให้ความช่วยเหลือในทุกๆเรื่องจนทำให้งานวิจัยฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

นราธิป ชมภูบุตร

ผู้วิจัย

บทคัดย่อ

เรื่อง : การตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดเล็กในโรงพยาบาลในจังหวัดอำนาจเจริญ

ผู้วิจัย : นราธิป ชมภูบุตร

ชื่อปริญญา : วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา : วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

อาจารย์ที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิภาดา สนองราษฎร์

คำสำคัญ : ฝุ่นละอองขนาดเล็ก, โรงพยาบาล

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) บริเวณพื้นที่ให้บริการผู้ป่วยนอก 1 และ 2 และ ห้องผ่าตัด ของโรงพยาบาลอำนาจเจริญ จังหวัดอำนาจเจริญ ในแต่ละฤดู โดยทุกจุดตรวจวัดจะทำการตรวจวัดปริมาณ PM_{10} เป็นเวลา 8 ชั่วโมง เดือนละครั้ง ตั้งแต่เดือนมีนาคม พ.ศ.2557 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ.2558 ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณ PM_{10} ในแต่ละจุดตรวจวัดและทุกฤดูกาล มีค่าไม่เกินมาตรฐานกำหนด (5 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) โดยค่าเฉลี่ยสูงสุดของปริมาณ PM_{10} บริเวณพื้นที่ให้บริการผู้ป่วยนอก 1 และ2 และห้องผ่าตัด มีค่า 0.02477±0.00214 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร 0.02298±0.00485 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ 0.02131±0.00165 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบทั้งสามจุดตรวจวัดพบว่าบริเวณพื้นที่ให้บริการผู้ป่วยนอก 1 มีปริมาณ PM_{10} สูงสุด และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณ PM_{10} จากทั้งสามจุดตรวจในแต่ละฤดูกาล พบว่า ปริมาณ PM_{10} ในฤดูหนาวมีค่าสูงสุด

ถึงแม้ว่าปริมาณ PM_{10} ที่ทำการตรวจวัดจะมีค่าไม่เกินมาตรฐานกำหนด แต่ควรมีการตรวจติดตามปริมาณ PM_{10} ต่อไปเพื่อป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพที่อาจเกิดขึ้น

ABSTRACT

TITLE : MONITORING OF FINE PARTICLE IN A HOSPITAL IN AMNATCHAROEN PROVINCE

AUTHOR : NARATHIP CHOMPHUBUT

DEGREE : MASTER OF ENGINEERING

MAJOR : ENVIRONMENTAL ENGINEERING

ADVISOR : ASST. PROF. WIPADA SANONGRAJ, Ph.D.

KEYWORDS : FINE PARTICLE, HOSPITAL

The objective of this research was to monitor concentration of particulate matter smaller than 10 micron (PM_{10}) in the area of Out Patient Departments 2 and Operating room (OPD2 and Operating) and in the Out Patient Departments 1 (OPD1) of Amnatcharoen hospital, Amnatcharoen province, during each season. PM_{10} concentrations were monitored for a period of 8 hours once a month for all monitoring points during March 2014 to March 2015. From the results, it was found that concentrations of PM_{10} for each monitoring point and all season do not exceed the standard (5 mg/m3). The highest average concentrations of PM_{10} for OPD1, OPD1, and Operating room were 0.02477 ± 0.00214 mg/m^3, 0.02298 ± 0.00485 mg/m^3, and 0.02131 ± 0.001656 mg/m^3, respectively. As compared the concentrations of three monitoring points, it was observed that the highest concentrations of PM_{10} were obtained at OPD1 While the highest average concentration of PM_{10} from the three monitoring points was observed in winter.

Although the concentrations of PM_{10} do not exceed the standard, PM_{10} concentrations should be further monitored to prevent adverse health effect that may cause.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
คำอธิบายสัญลักษณ์และอักษรย่อ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์งานวิจัย	2
1.3 สมมติฐานงานวิจัย	2
1.4 ขอบเขตงานวิจัย	2
1.5 คำนิยามศัพท์	2
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับมลภาวะภายในอาคาร	4
2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคาร	12
2.3 ค่ามาตรฐานและการวิเคราะห์คุณภาพอากาศภายในอาคาร	14
2.4 ผลกระทบของฝุ่นละออง	17
2.5 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับโรงพยาบาลอำนาจเจริญ	19
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการศึกษา	
3.1 รูปแบบการศึกษา	21
3.2 พื้นที่ศึกษา	21
3.3 การเก็บข้อมูลทุติยภูมิของโรงพยาบาลอำนาจเจริญ	24
3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา	25
3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล	26
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล	27

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 4 ผลการศึกษา	
4.1 ข้อมูลทุติยภูมิของโรงพยาบาลอำนาจเจริญ	28
4.2 ผลการศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร	30
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการศึกษา	40
5.2 ข้อเสนอแนะทั่วไป	41
5.3 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป	42
เอกสารอ้างอิง	**43**
ภาคผนวก	
ก การใช้งานเครื่องมือ AM 510	47
ข ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับสภาพแวดล้อม (สารเคมี)	55
ค NIOSH Method	65
ประวัติผู้วิจัย	**68**

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	ปริมาณเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร บริเวณตึกผู้ป่วยนอก 1 แยกรายเดือน	31
4.2	ปริมาณเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร บริเวณตึกผู้ป่วยนอก 2 แยกรายเดือน	33
4.3	ปริมาณเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร บริเวณห้องผ่าตัด แยกรายเดือน	35
4.4	ปริมาณเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ทั้งสามจุดตรวจวัด	38
4.5	ปริมาณเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร แต่ละฤดูกาล	39

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	NIOSH method หมายเลข 0600	15
2.2	NIOSH method หมายเลข 0500	16
2.3	ขนาดของฝุ่นละอองที่เข้าสู่อวัยวะต่างๆของร่างกาย	18
2.4	พื้นที่ให้บริการสาธารณสุขจังหวัดอำนาจเจริญ	20
3.1	ภาพแผนผังโรงพยาบาลอำนาจเจริญ	23
3.2	บริเวณพื้นที่จุดตรวจวัดอาคารผู้ป่วยนอก 1	23
3.3	บริเวณพื้นที่จุดตรวจวัดอาคารผู้ป่วยนอก 2	24
3.4	บริเวณพื้นที่จุดตรวจวัดห้องผ่าตัด	24
3.5	เครื่องเก็บตัวอย่างอากาศ (Air Sampling Pump) รุ่น AM510	26
3.6	ส่วนประกอบเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศ (Air Sampling Pump) รุ่น AM510	26
4.1	ปริมาณเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร บริเวณตึกผู้ป่วยนอก 1 แยกตามรายเดือน	32
4.2	ปริมาณเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร บริเวณตึกผู้ป่วยนอก 2 แยกตามรายเดือน	34
4.3	ปริมาณเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร บริเวณห้องผ่าตัด แยกตามรายเดือน	36
4.4	ปริมาณเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ทั้งสามจุดตรวจวัด	38
4.5	ปริมาณเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร แต่ละฤดูกาล ทั้ง 3 จุดตรวจวัด	39

คำอธิบายสัญลักษณ์และอักษรย่อ

สัญลักษณ์และอักษรย่อ	ความหมาย
มก./ลบม.	มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
mg/m^3	มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันปัญหามลภาวะอากาศได้รับความสนใจมากขึ้นเนื่องจากสภาพอากาศที่สกปรกหรือคุณภาพอากาศที่ไม่ดีนั้นก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งคุณภาพอากาศภายในอาคาร เพราะในแต่ละวันคนเรามักจะใช้ชีวิตอยู่ภายในอาคารนานถึงร้อยละ 80 จึงมีโอกาสที่จะสัมผัสและได้รับผลกระทบจากมลพิษทางอากาศภายในอาคาร ซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพร่างกายที่มีทั้งชนิดเฉียบพลัน (acute) จะทำให้เกิดการระคายเคือง แสบจมูก ไอ จาม มีเสมหะ และชนิดเรื้อรัง (chronic) หากมีการสะสมของฝุ่นในถุงลมปอด เป็นประจำหรือระยะเวลาเวลานาน จะทำให้การทำงานของปอดเสื่อมลง และอาจเกิดการอักเสบเรื้อรังทำให้เซลล์ในบริเวณนั้นมีโอกาสกลายเป็นมะเร็งได้ (Jinsart, W. et al., 2002)

ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพอากาศภายในอาคาร ได้แก่ การมีมลพิษทางอากาศสะสมอยู่ภายในอาคารและมีแหล่งกำเนิดมลพิษภายในอาคาร รวมถึงการระบายและแลกเปลี่ยนอากาศที่ไม่เหมาะสม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อาคารสาธารณะที่มีประชาชนอยู่อย่างหนาแน่น ซึ่งโรงพยาบาลอำนาจเจริญ เป็นสถานที่สาธารณะแห่งหนึ่ง ซึ่งเปิดให้บริการด้านสุขภาพแก่ประชาชนภายในจังหวัดอำนาจเจริญและพื้นที่ใกล้เคียงรวมถึงประชาชนผู้เข้ารับบริการจากประเทศเพื่อนบ้าน ที่หมุนเวียนเข้ารับบริการตลอด 24 ชั่วโมง การให้บริการสุขภาพแก่ประชาชนซึ่งประกอบด้วยเจ้าหน้าที่แพทย์ พยาบาล หรือบุคลากรทางด้านสาธารณสุขที่ปฏิบัติงานภายในโรงพยาบาล มีความเสี่ยงสูงที่จะได้รับผลกระทบจากมลพิษทางอากาศ

ดังนั้นการดำเนินการสำรวจฝุ่นละอองในรอบปีและแบ่งช่วงการสำรวจตามฤดูกาลจึงมีความสำคัญยิ่ง หากเราทราบปริมาณฝุ่นละอองในแต่ละฤดูกาลก็จะเป็นข้อมูลที่มีประโยชน์ในการวางแผนการให้บริการผู้ป่วยในโรงพยาบาลและวางแผนการดำเนินการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้ เพื่อเป็นการสำรวจปริมาณฝุ่นละอองและแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศซึ่งจะเป็นประโยชน์ทั้งในด้านสุขภาพอนามัยของประชาชน สุขภาพอนามัยของผู้ให้บริการ รวมถึงเป็นข้อมูลในการบริหารจัดการเชิงนโยบาย ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการตรวจติดตามปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กและศึกษาข้อมูลทุติยภูมิหรือข้อมูลทั่วไป ของโรงพยาบาลอำนาจเจริญอันจะส่งผลดีต่อคุณภาพชีวิตและภาพลักษณ์ขององค์กรต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์งานวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาข้อมูลทุติยภูมิหรือข้อมูลทั่วไปของโรงพยาบาลอำนาจเจริญ

1.2.2 เพื่อตรวจติดตามปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กในโรงพยาบาลอำนาจเจริญ

1.3 สมมติฐานงานวิจัย

ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กในโรงพยาบาลอำนาจเจริญ มีค่าตามเกณฑ์มาตรฐาน

1.4 ขอบเขตงานวิจัย

1.4.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ดำเนินการโดยการเก็บตัวอย่างอากาศเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณฝุ่นขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) ด้วยเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศ (Air Sampling Pump) รุ่น AM510

1.4.2 ขอบเขตด้านสถานที่

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ดำเนินการศึกษาเพื่อตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) ในบริเวณตึกผู้ป่วยนอก 1 (Out Patient Department: OPD 1) ตึกผู้ป่วยนอก 2 (Out Patient Department: OPD 2) และห้องผ่าตัด (Operation room) ของโรงพยาบาลอำนาจเจริญ ตำบลบุ่ง อำเภอเมือง จังหวัดอำนาจเจริญ

1.4.3 ขอบเขตด้านระยะเวลา

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) ในช่วง 8 ชั่วโมงการทำงาน คือตั้งแต่เวลา 08.00 ถึง 16.00 น. ในช่วงเดือน มีนาคม 2557-มีนาคม 2558 เป็นระยะเวลา 1 ปี

1.5 คำนิยามศัพท์

1.5.1 ฝุ่นละอองหมายถึง อนุภาคของแข็งขนาดเล็กที่ล่องลอยในอากาศ ขนาดของฝุ่นละอองมีตั้งแต่ขนาดที่ สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าและที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า

1.5.2 ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร (Suspended Particulate Matter: SPM or PM – 10) หมายถึง ฝุ่นที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 10 ไมโครเมตรลงมา ซึ่ง PM_{10} หรืออนุภาคที่มีขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร

1.5.3 ปริมาณฝุ่นละออง หมายถึง ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ที่ได้จากการตรวจวัดโดยเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศ (Air Sampling Pump) รุ่น AM510 มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

1.5.4 เกณฑ์มาตรฐาน หมายถึง ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับสภาพแวดล้อม (สารเคมี) ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 94 ตอน 24 วันที่ 12 กรกฎาคม 2520 ปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร เฉลี่ยตลอดระยะเวลาทำงานปกติ ไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ทราบถึงปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เกิดขึ้นในแต่ละห้องที่ทำการตรวจวัดของโรงพยาบาลอำนาจเจริญและในแต่ละฤดูกาล

1.6.2 ทราบถึงข้อมูลสถานการณ์ฝุ่นละอองขนาดเล็กเพื่อใช้ประกอบการวางแผนและเสนอแนะการป้องกันมลพิษจากฝุ่นละออง

1.6.3 เป็นข้อมูลประกอบการประเมินคุณภาพสถานพยาบาล ด้านระบบสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) ในโรงพยาบาลอำนาจเจริญ มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจติดตามปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กและศึกษาข้อมูลทุติยภูมิหรือข้อมูลทั่วไปของโรงพยาบาลอำนาจเจริญ ซึ่งผู้วิจัยได้มีการทบทวนวรรณกรรมและทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับมลภาวะภายในอาคาร

2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคาร

2.3 ค่ามาตรฐานและการวิเคราะห์คุณภาพอากาศภายในอาคาร

2.4 ผลกระทบของฝุ่นละออง

2.5 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับโรงพยาบาลอำนาจเจริญ

2.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับมลภาวะภายในอาคาร

2.1.1 ความหมายของอากาศเสียและคุณภาพอากาศภายในอาคาร

อากาศเสียหรือมลพิษทางอากาศ ในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.2535 ได้ให้ความหมายว่า อากาศเสียหมายถึงของเสียที่อยู่ในสภาพเป็นไอ เสีย กลิ่นควัน ก๊าซ เขม่า ฝุ่นละออง เถ้าถ่าน หรือมลสารอื่นที่มีสภาพละเอียดบางเบาจนสามารถรวมตัวอยู่ในบรรยากาศได้ (พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พุธทศักราช 2535, 2535)

มลสารในอากาศ คือ สารใดๆก็ตามในอากาศที่มีผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์หรือสิ่งมีชีวิตอื่นๆ หรือสารที่มีผลเสียต่อความเป็นอยู่ของมนุษย์โดยทางตรงหรือทางอ้อม (วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์ และคณะ, 2540)

มลภาวะทางอากาศแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ 1) มลภาวะอากาศภายนอกอาคารและ 2) มลภาวะภายในอาคาร เนื่องจากการศึกษานี้มุ่งเน้นเฉพาะมลภาวะอากาศภายในอาคารดังนั้นจึงขอกล่าวถึงเฉพาะมลภาวะอากาศภายในอาคารเท่านั้น

คุณภาพอากาศภายในอาคาร (Indoor Air Quality: IAQ) หมายถึงคุณภาพอากาศภายในอาคารที่แสดงโดยความเข้มข้นของมวลสารและสภาวะทางอุณหภูมิและความชื้นอากาศสัมพัทธ์ และอีกนัยหนึ่งอาจกล่าวว่าคุณภาพอากาศคือการศึกษา การประเมิน และการควบคุมคุณภาพอากาศ

ภายในอาคารซึ่งสัมพันธ์กับอุณหภูมิ กลิ่น และความสะอาด (สร้อยสุดา เกษรทอง, 2549) ซึ่งคุณภาพอากาศไม่ดีที่เกิดจากการมีมลพิษภายในอาคารในความเข้มข้นที่สูงอาจก่อให้เกิดมลภาวะทางอากาศในอาคารและหากมนุษย์มีการสัมผัสกับมลพิษอากาศเหล่านั้นเป็นเวลานานๆ อาจก่อให้เกิดความไม่สบายและส่งผลกระทบต่อสมรรถนะการทำงานของผู้ที่อยู่ภายในอาคารได้

2.1.2 ประเภทของฝุ่นละอองแบ่งตามขนาดของฝุ่น

ฝุ่นละอองที่มีอยู่ในบรรยากาศรอบ ๆ ตัวเรา มีขนาดตั้งแต่ 0.002 ไมโครเมตร ซึ่งเป็นกลุ่มของโมเลกุล (ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ต้องใช้จุลทรรศน์แบบอิเลคตรอน) ไปจนถึงขนาดใหญ่กว่า 500 ไมโครเมตร ซึ่งเป็นฝุ่นทรายขนาดใหญ่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า (ฝุ่นที่มองเห็นด้วยตาเปล่ามีขนาดตั้งแต่ 50 ไมโครเมตรขึ้นไป) ฝุ่นละอองเป็นสารที่มีความหลากหลายทางด้านกายภาพและองค์ประกอบ อาจมีสภาพเป็นของแข็งหรือของเหลวฝุ่นละออง ที่แขวนลอยอยู่ในอากาศได้นาน มักจะเป็นฝุ่นละอองขนาดเล็ก (ซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 10 ไมโครเมตร) เนื่องจาก มีความเร็วในการตกตัวต่ำ หากมีแรงกระทำจากภายนอกเข้ามีส่วนเกี่ยวข้อง เช่น การไหลเวียนของอากาศ กระแสลม เป็นต้น จะทำให้แขวนลอยอยู่ในอากาศได้นานมากขึ้น ฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่ (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลายใหญ่กว่า 100 ไมโครเมตร) อาจแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศได้เพียง 2-3 นาที แต่ฝุ่นละอองที่มีขนาด เล็กกว่า 0.5 ไมครอน อาจแขวนอยู่ในอากาศ ได้นานเป็นปี แต่โดยทั่วไปแล้วสามารถแบ่งได้ดังนี้ (นพภาพร พานิช, 2547)

2.1.2.1 ฝุ่นรวม (Total Suspended Particulate: TSP) ซึ่งเป็นฝุ่นขนาดใหญ่มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เกิน 100 ไมโครเมตร ฝุ่นละอองประเภทนี้จะทำให้เกิดความระคายเคืองต่อทางเดินหายใจส่วนต้น ทัศนวิสัยในการมองเห็นเสื่อมลงเป็นอันตรายต่อวัตถุและสิ่งก่อสร้าง (นพภาพร พานิช, 2547)

2.1.2.2 ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร (Suspended Particulate Matter: SPM or PM – 10) หมายถึง ฝุ่นที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 10 ไมโครเมตรลงมา ซึ่ง PM_{10} หรืออนุภาคที่มีขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร เป็นอนุภาคที่มีสภาพเป็นได้ทั้งของแข็งและของเหลวที่ความดันและอุณหภูมิปกติ ประกอบด้วยสสารที่แตกต่างกัน และสามารถอยู่ในสภาพแขวนลอยในบรรยากาศได้จากการกระทำของกระแสลม หรือการสั่นสะเทือน และสามารถแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศได้นาน เนื่องจากขนาดของอนุภาคมีขนาดเล็กฝุ่นละอองในขนาดนี้สามารถเข้าสู่ทางเดินหายใจส่วนล่างของมนุษย์ได้ ยิ่งมีขนาดเล็กและหายใจเข้าเป็นเวลานาน ก็ยิ่งอันตรายมากขึ้น โดยฝุ่นที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5-10 ไมโครเมตร ส่วนใหญ่จะถูกจับที่ทางเดินหายใจส่วนบน และเกาะติดที่ส่วนนั้น เช่น โพรงจมูก ช่องปาก กล่องเสียง หลอดลมจนถึงขั้วปอดทำให้เกิดการระคายเคือง ไอ จาม แหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองจะแสดงถึงคุณสมบัติความเป็นพิษของฝุ่นด้วย เช่น แอสเบสตอส ตะกั่ว ไฮโดรคาร์บอน กัมมันตรังสี ถ้าหากมนุษย์หายใจเข้าไปจะสามารถสะสมอยู่ในทางเดินหายใจตั้งแต่

โพรงจมูก จนถึงถุงลมในปอด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาด รูปร่างและความหนาแน่นของฝุ่นละออง (นพภาพร พานิช, 2547)

2.1.3 ประเภทของฝุ่นละอองแบ่งตามแหล่งที่มาของฝุ่น

ฝุ่นละอองในบรรยากาศอาจแยกได้เป็น 2 ประเภท ตามแหล่งกำเนิดของฝุ่นละออง คือ ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้น และแพร่กระจายสู่บรรยากาศโดยตรงและฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นภายหลังโดยปฏิกิริยาต่าง ๆ ในบรรยากาศ เช่น การรวมตัวของฝุ่นละอองด้วยกันหรือรวมตัวกับก๊าซหรือรวมตัวกับของเหลวหรือรวมตัวกับของแข็ง ด้วยปฏิกิริยาทางฟิสิกส์หรือทางเคมีหรือทางเคมีแสดงดังนี้ (กรมควบคุมมลพิษ, 2555)

2.1.3.1 ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ (Natural Particle)

เกิดจากกระแสลมที่พัดผ่านตามธรรมชาติ ทำให้เกิดฝุ่น เช่น ดิน ทรายละอองน้ำ เขม่าควันจากไฟป่า ฝุ่นเกลือจากทะเล

2.1.3.2 ฝุ่นละอองที่เกิดจากกิจกรรมที่มนุษย์ (Man-made Particle)

การคมนาคมขนส่งเช่น รถบรรทุกหิน ดิน ทราย ซีเมนต์หรือวัตถุที่ทำให้เกิดฝุ่นหรือดินโคลนที่ติดอยู่ที่ล้อรถ ขณะแล่นจะมีฝุ่นตกอยู่บนถนน แล้วกระจายตัวอยู่ในอากาศ,ไอเสียจากรถยนต์ เครื่องยนต์ดีเซลปล่อยเขม่า ฝุ่น ควันดำ ออกมา,ถนนที่สกปรก มีดินทรายตกค้างอยู่มาก หรือมีกองวัสดุข้างถนนเมื่อรถแล่นจะทำให้เกิดฝุ่นปลิวอยู่ในอากาศ,การก่อสร้างถนนใหม่ หรือการปรับปรุงผิวจราจร ทำให้เกิดฝุ่นมาก ฝุ่นที่เกิดจากยางรถยนต์ และผ้าเบรค

การก่อสร้าง เช่น ก่อสร้างหลายชนิด มักมีการเปิดหน้าดินก่อนการก่อสร้าง ซึ่งทำให้เกิดฝุ่นได้ง่าย เช่น อาคาร สิ่งก่อสร้าง การปรับปรุงสาธารณูปโภค,การก่อสร้างอาคารสูง ทำให้ฝุ่นปูนซีเมนต์ถูกลมพัดออกมาจากอาคาร,การรื้อถอน ทำลาย อาคารหรือสิ่งก่อสร้าง

โรงงานอุตสาหกรรม เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิง เช่น น้ำมันเตา ถ่านหิน ฟืน แกลบ เพื่อนำพลังงานไปใช้ในการผลิต กระบวนการผลิตที่มีฝุ่นออกมา เช่น การปั่นฝ้าย การเจียรโลหะการเคลื่อนย้ายวัตถุดิบ

2.1.4 ความสำคัญของคุณภาพอากาศภายในอาคาร

ปัจจุบันหลายประเทศทั่วโลก ได้ให้ความสนใจเรื่องคุณภาพอากาศภายในอาคารเป็นอย่างมาก ทั้งนี้เนื่องจากคนส่วนใหญ่ในเขตเมืองใช้เวลาอยู่ในอาคารเกือบร้อยละ 90 ของเวลาในแต่ละวัน ไม่ว่าจะเป็นบ้าน โรงเรียน สถานที่ทำงาน โรงพยาบาล ห้างสรรพสินค้า และในอาคารอื่นๆ องค์การอนามัยโลก (WHO) คาดว่าร้อยละ 30 ของอาคารทั่วโลกอาจมีปัญหาด้านคุณภาพอากาศภายในอาคาร (Indoor Air Quality) ซึ่งจะนำไปสู่ปัญหาการเกิดกลุ่มอาการของโรคจากการทำงานในอาคารปิดได้

องค์กร ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers) ได้กำหนดอัตราการระบายอากาศต่ำสุดเพื่อการอนุรักษ์พลังงานไว้ที่ 5 ลูกบาศก์ฟุต/นาที/คน ซึ่งแต่เดิมเคยกำหนดไว้ที่ 15 ลูกบาศก์ฟุต/นาที/คน ด้วยวัตถุประสงค์ในเบื้องต้นเพื่อเจือจางและลดกลิ่นจากตัวคน ในกรณีของการนำอากาศจากภายนอกอาคารเข้ามาด้วยอัตรา 5 ลูกบาศก์ฟุต/นาที/คนนั้น พบว่าไม่เพียงพอต่อการคงไว้ซึ่งสุขภาพ และความสบายของผู้อยู่อาศัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากระบบปรับอากาศและระบายอากาศ (Heating Ventilating and Air Conditioning: HVAC) ไม่สามารถกระจายอากาศไปสู่ทุกคนได้ อย่างมีประสิทธิภาพด้วยแล้ว สิ่งเหล่านี้จะเป็นปัจจัยสำคัญของปัญหากลุ่มอาการของโรคจากที่เกิดจากการทำงานในอาคารปิดได้ และในท้ายที่สุด ASHRAE ก็ได้ปรับค่ามาตรฐานใหม่ (ASHRAE Standard 62-1989) โดยคำนึงถึงคุณภาพอากาศภายในอาคาร ให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ควบคู่ไปกับการลดการใช้พลังงานด้วย กล่าวคือ ให้มีอากาศเข้าภายในอาคาร 15 ลูกบาศก์ฟุต/นาที/คน สำหรับพื้นที่ในสำนักงานให้เป็น 20 ลูกบาศก์ฟุต/นาที/คน โดยไม่คำนึงว่าจะมีการสูบบุหรี่ในบริเวณนั้น ๆหรือไม่และได้กำหนดให้สูงถึง 60 ลูกบาศก์ฟุต/นาที/คน ในบางพื้นที่โดยพิจารณาถึงกิจกรรมตามปกติในพื้นที่นั้น ๆ เช่น ห้องสูบบุหรี่ เป็นต้น

นอกจาก ASHRAE ในปัจจุบันหน่วยงานต่าง ๆ ในต่างประเทศหลายหน่วยงาน เช่น องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมของสหรัฐอเมริกา (US EPA) รวมทั้งหน่วยงานระหว่างประเทศ เช่น องค์การอนามัยโลก (WHO) ได้กำหนดค่ามาตรฐานด้านคุณภาพอากาศภายในอาคาร (Indoor Air Quality) เพื่อใช้เป็นค่าแนะนำใช้ในการควบคุมคุณภาพอากาศภายในอาคาร

นอกจากนี้ องค์กรพิทักษ์สิ่งแวดล้อมของสหรัฐอเมริกาและหน่วยงานอื่น ๆ ได้ดำเนินการสำรวจ และพบว่า สิ่งแวดล้อมภายในอาคารมีมลพิษมากกว่าภายนอกอาคารสูงเป็นอัตรา 2-10 เท่า และได้มีการจัดอันดับปัญหามลพิษในอาคาร เป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ (จักรกฤษณ์ ศิวะเดชาเทพ, 2551)

ในประเทศไทยได้มีการดำเนินงานทางด้านคุณภาพอากาศภายในอาคารตั้งแต่ พ.ศ. 2536 โดยมีการสำรวจความเข้มข้นของก๊าซเรดอนในอาคารเพื่อให้ทราบถึงการกระจายตัวและระดับความเสี่ยงจากอันตรายของก๊าซชนิดนี้ จากข้อมูลที่มีการรายงานพบว่าจนถึงปัจจุบันได้มีการสำรวจไปแล้ว 20 จังหวัด ผลปรากฏว่า พบก๊าซเรดอนในทุกอาคารที่ทำการสำรวจในทุกจังหวัด และจังหวัดที่มีแนวโน้มว่ามีก๊าซเรดอนสูงอยู่ในภาคเหนือ อย่างไรก็ตามมีความจำเป็นต้องทำการสำรวจให้ได้พื้นที่มากกว่านี้ จึงจะสามารถสรุปผลการสำรวจได้แน่นอน (สมชัย บวรกิตติ และปฐม สวรรค์ปัญญาเลิศ, 2543)

พ.ศ. 2542 กองอนามัยสิ่งแวดล้อม สำนักอนามัย กรุงเทพมหานคร ได้ดำเนินการตรวจวัดคุณภาพอากาศภายในบริเวณศูนย์อาหาร อาคารจอดรถของอาคารสาธารณะ และห้างสรรพสินค้า จำนวนทั้งสิ้น 11 แห่ง พบว่า บริเวณศูนย์อาหารของห้างสรรพสินค้า 3 ใน 9 แห่ง มี

ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 1,170-1,302 พีพีเอ็ม (ASHRAE กำหนดให้มีได้ไม่เกิน 1,000 พีพีเอ็ม) สำหรับบริเวณอาคารจอดรถ 6 ใน 11 แห่ง พบปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ มีค่าอยู่ระหว่าง 12-46 พีพีเอ็ม ซึ่งเกินค่ามาตรฐานกำหนด (ASHRAE กำหนดให้มีได้ไม่เกิน 9 พีพีเอ็ม) และปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กที่สามารถเข้าสู่ทางเดินหายใจได้ (PM_{10}) ในอาคารจอดรถ 3 แห่ง มีค่าอยู่ระหว่าง 154-210 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร ซึ่งเกินค่ามาตรฐานกำหนด (US-EPA กำหนดค่าตลอด 24 ชั่วโมง ให้มีได้ไม่เกิน 150 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร)

พ.ศ. 2544 กองอาชีวอนามัย กรมอนามัย (เปลี่ยนเป็นสำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค ตั้งแต่ปี 2546) ได้เริ่มดำเนินการตรวจวัดปริมาณก๊าซและไอระเหยของสารเคมี ที่ใช้ในโรงพยาบาล ได้แก่ ก๊าซที่ใช้ในการดมยาสลบ (โรงพยาบาลส่วนใหญ่ใช้ Nitrous oxide และ Halothane และเมื่อรั่วไหลออกจากระบบและปนเปื้อนอยู่ในบรรยากาศภายในโรงพยาบาลจะเรียกรวม ๆ เป็น Waste Anesthetic Gas หรือ WAGs) รวมถึงสารเคมีอื่น ๆ ที่ใช้ในการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อโรคอุปกรณ์และเครื่องมือแพทย์ เช่น Formaldehyde Glutaraldehyde เพื่อประเมินความเสี่ยงด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในการทำงานในโรงพยาบาล ผลการสำรวจพบว่า เฉพาะห้องผ่าตัดที่มีระบบกำจัดก๊าซทิ้งมีระดับค่า WAGs อยู่ในระดับที่ปลอดภัย ทั้งนี้สถาบันอาชีวอนามัย และความปลอดภัยแห่งชาติ สหรัฐอเมริกา (NIOSH) กำหนดค่าความเข้มข้นเฉลี่ย 8 ชั่วโมงการทำงานของก๊าซ Nitrous oxide ไว้ว่าไม่ควรเกิน 25 พีพีเอ็ม และ Halothane ไม่ควรเกิน 2 พีพีเอ็ม จนถึงปัจจุบันได้มีการดำเนินการตรวจประเมินในโรงพยาบาลไปแล้ว 9 แห่ง และโรงพยาบาล 4 ใน 9 แห่งนี้ ได้ดำเนินการปรับสภาพการทำงาน โดยการติดตั้งระบบกำจัดก๊าซทิ้งไปเรียบร้อยแล้ว (สสิธร เทพตระการพร, 2545)

พ.ศ. 2544-2545 สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย ได้จัดทำโครงการจัดทำหลักเกณฑ์ และมาตรฐานควบคุมเหตุรำคาญ และกิจการที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ตามพระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535 ประเภทกิจการโรงแรม หรือกิจการอื่นในทำนองเดียวกัน โดยได้ดำเนินการสำรวจโรงแรมทั้งสิ้น 20 แห่ง พบว่า อัตราการไหลของอากาศจากภายนอกเข้าสู่ภายในของโรงแรมขนาดใหญ่และขนาดกลางกว่าร้อยละ 80 ต่ำกว่าค่าที่เสนอแนะโดย ASHRAE และกว่าร้อยละ 30 ของโรงแรมขนาดใหญ่ และขนาดกลาง มีระดับก๊าซ CO_2 ซึ่งเป็นดัชนีที่บ่งถึงการไหลเวียนอากาศ มีค่าสูงเกินค่าที่กำหนดโดย OSHA (Occupational Safety and Health Administration) ซึ่งได้กำหนดไว้ที่ 800 พีพีเอ็ม นอกจากนี้ยังพบว่า สถานประกอบการได้มีควบคุมการสูบบุหรี่ในอาคารอย่างจริงจัง และจากผลการตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของอนุภาคขนาดเล็ก (PM_{10}) ซึ่งควันบุหรี่เป็นแหล่งที่มาที่สำคัญ พบว่า มากกว่าร้อยละ 90 ของพื้นที่ที่ตรวจวัดมีระดับสูงเกินค่ามาตรฐาน

2.1.5 ปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคาร

การออกแบบอาคารตลอดจนระบบต่าง ๆ ภายในอาคารในราวต้นศตวรรษที่ 70 ได้เน้นความสุขสบายของผู้อยู่อาศัยโดยไม่คำนึงถึงเรื่องการประหยัดพลังงานมากนัก เนื่องจากน้ำมันและพลังงานไฟฟ้ายังมีราคาถูกลักษณะอาคารที่ทำให้ผู้อาศัยรู้สึกสบายดังกล่าวมีดังนี้ (จักรกฤษณ์ ศิวะเดชาเทพ, 2551)

(1) โครงสร้างอาคารไม่สูงแน่นหนานัก มีช่องหรือรอยรั่วรอบอาคารค่อนข้างมาก ทำให้อากาศภายนอกเข้าสู่อาคารได้ง่าย

(2) การส่องสว่างมีความสม่ำเสมอและเพียงพอแก่ความต้องการทั่วทุกส่วนของอาคาร

(3) ควบคุมอุณหภูมิของระบบปรับอากาศให้อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง ทำให้ผู้อาศัยรู้สึกสบาย มีการนำอากาศบริสุทธิ์จากภายนอกเข้าสู่ตัวอาคารค่อนข้างมาก

ผู้อาศัยภายในอาคารเหล่านี้ส่วนใหญ่จะรู้สึกสบายและไม่พบอาการเจ็บป่วยเนื่องจากสภาพอากาศภายในอาคารแต่ประการใด

ภายหลังเกิดวิกฤตการณ์น้ำมันครั้งแรก หลักการออกแบบตัวอาคารและระบบต่าง ๆ ภายในได้เปลี่ยนแปลงไป โดยเน้นความสำคัญของการประหยัดพลังงานเป็นหลัก ส่วนความสุขได้ลดลงมาอยู่ในระดับผู้อาศัยส่วนใหญ่ยอมรับได้ จึงก่อให้เกิดปัญหาคุณภาพของอากาศภายในอาคารดังนี้ (จักรกฤษณ์ ศิวะเดชาเทพ, 2551)

(1) ตัวอาคารก่อสร้างแน่นหนามากขึ้น เพื่อลดการรั่วของอากาศจากภายนอก

(2) ใช้ฉนวนกันความร้อน เพื่อลดการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกอาคาร แต่ฉนวนเหล่านี้ทำให้เกิดสิ่งระคายเคือง และมีไอสาร Formaldehyde ระเหยออกมาปนกับอากาศภายในอาคาร

(3) ลดความเข้มของการส่องสว่างในบริเวณทั่วไปภายในอาคารลง

(4) ใช้ระบบการจัดการพลังงาน (Energy Management System) เพื่อควบคุมความต้องการ หรือปริมาณการใช้พลังงานของอาคาร โดยเฉพาะในระบบปรับอากาศซึ่งใช้พลังงานมากที่สุดในตัวอาคาร เช่น โปรแกรมเปิดปิดที่เหมาะสม (Program Optimum Start/Stop) และโปรแกรมควบคุมรอบการทำงาน (Program Duty Cycling Control) เป็นต้น

(5) ควบคุมอุณหภูมิภายในอาคารให้สูงขึ้นในฤดูร้อนและต่ำลงในฤดูหนาวเพื่อประหยัดพลังงาน

(6) นำอากาศบริสุทธิ์ภายนอกเข้าสู่อาคารน้อยลง

(7) ลดประมาณการหมุนเวียนของอากาศภายในอาคาร เพื่อประหยัดพลังงานที่ใช้กับมอเตอร์พัดลม เช่น ระบบปรับอากาศแบบใช้การแปรเปลี่ยนปริมาตรอากาศ (Variable Air Volume)

เป็นต้น ทำให้ปริมาณอากาศบริสุทธิ์ที่นำเข้าสู่อาคารในขณะใช้ปริมาตรอากาศเพียงบางส่วน (Part Load) ลดน้อยลง

ผลจากการออกแบบและการใช้อาคารในลักษณะเช่นนี้ ทำให้มีสิ่งสกปรกสะสมปนกับอากาศภายในอาคารเป็นจำนวนมาก จนบางครั้งอากาศภายในอาคารบางแห่งสกปรกมากกว่าอากาศภายนอกอาคารเสียอีก โดยเฉพาะการสะสมของสารเคมีต่าง ๆ ซึ่งทำให้เป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้อาศัย ส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำงานลดต่ำลง การขาดงานมีมากขึ้น ดังนั้น ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้จากการใช้พลังงานที่ลดน้อยลงอาจทำให้ผลตอบแทนไม่คุ้มค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ที่เพิ่มขึ้นดังกล่าวข้างต้น

อันตรายต่อสุขภาพของผู้อาศัยและผู้ใช้อาคารเมื่อคุณภาพอากาศไม่เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งผลจากฝุ่นละอองขนาดเล็กโดยทั่วไปเกิดจากอนุภาคขนาดเล็กที่หายใจเข้าไปได้ (Respirable particle) อนุภาคขนาดเล็กที่หายใจเข้าไปแล้วติดค้างอยู่ที่ปอด จะทำอันตรายต่อเยื่อหุ้มปอด และทำให้เกิดโรคมะเร็งปอดได้ ก๊าซหุงต้มที่ใช้ภายในอาคาร ตลอดจนควันบุหรี่ สามารถทำให้เกิดอนุภาคขนาดเล็กดังกล่าวได้

2.1.6 การจัดการคุณภาพอากาศภายในอาคาร

การจัดการคุณภาพอากาศภายในอาคาร เพื่อให้บรรยากาศในอาคารมีคุณภาพดี เหมาะแก่การอยู่อาศัย สามารถดำเนินการได้ โดยอาศัยหลักการและวิธีการต่าง ๆ ดังนี้ (จักรกฤษณ์ ศิวะเดชาเทพ, 2551)

2.1.6.1 ปริมาณอากาศบริสุทธิ์ที่นำเข้ามาในอาคารต้องไม่น้อยกว่าที่กำหนดใน ASHRAE Standard 62-1989 หรือมาตรฐานตามค่าแนะนำของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย หรือมาตรฐานของหน่วยงานของรัฐต่าง ๆ แล้วแต่ว่าค่าที่กำหนดของหน่วยงานใดจะมากกว่ากัน เพื่อลดความเข้มข้นของสิ่งสกปรกต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในอาคาร

2.1.6.2 ช่องนำอากาศบริสุทธิ์ (Fresh air grille) ควรอยู่ห่างจากบริเวณอากาศสกปรกภายนอกอาคาร โดยทั่วไป ขอบล่างของช่องนำอากาศบริสุทธิ์ควรสูงจากระดับดินไม่น้อยกว่า 2 เมตร หรือสูงจากพื้นหลังคาไม่ต่ำกว่า 1 เมตร

2.1.6.3 ช่องระบายอากาศออกจากอาคาร (Exhaust air grille) ควรอยู่ห่างจากช่องอากาศบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 9 เมตร หรืออยู่ที่กำแพงคนละด้าน โดยคำนึงถึงทิศทางลมในแต่ละฤดูกาล หรือผลจากลมที่ปะทะกับอาคารข้างเคียงประกอบด้วย เพื่อป้องกันมิให้อากาศสกปรกไหลย้อนกลับเข้าสู่ตัวอาคารอีก

2.1.6.4 ปริมาณลมถ่ายเทภายในอาคารต้องไม่น้อยกว่า 6-10 เท่าของปริมาตรห้องต่อชั่วโมง (Air change per hour) เพื่อให้อากาศบริสุทธิ์ สามารถกระจายไปสู่ส่วนต่าง ๆ ของอาคารอย่างทั่วถึงและรวดเร็ว

2.1.6.5 การควบคุมการทำงานของระบบปรับอากาศเพื่อการประหยัดพลังงาน ต้องไม่ทำให้คุณภาพอากาศในอาคารลดลง เช่นการควบคุมการเปิดและปิดระบบปรับอากาศ (Optimum start control and Optimum stop control) ต้องไม่ช้าเกินไปในตอนเช้าและไม่เร็วเกินไปในตอนเย็น เพื่อให้มีการนำอากาศบริสุทธิ์จากภายนอกเข้ามาอย่างเพียงพอในขณะที่ยังมีคนทำงานอยู่ในอาคาร และเพื่อระบายอากาศสกปรกที่ยังตกค้างอยู่ให้หมดไปหลังเลิกงานแล้ว อาจทำโดยให้เครื่องเป่าลมเย็นยังคงทำงานอยู่แม้เครื่องปรับอุณหภูมิ (Chiller) จะมิได้ทำงานเนื่องจากการควบคุมของระบบเปิดและปิดระบบปรับอากาศแล้ว

2.1.6.6 การควบคุมรอบการทำงาน (Duty cycling control) ของระบบระบายอากาศต้องไม่นานเกินไปเพราะหากนานเกินไปจะทำให้เกิดการสะสมของสิ่งสกปรกในอาคารและเป็นอันตรายต่อผู้อาศัย

2.1.6.7 ควรติดตั้งพัดลมดูดอากาศเสียออกจากบริเวณของอาคารที่มีอากาศสกปรกมาก เช่น บริเวณห้องน้ำ โรงพิมพ์ ห้องถ่ายเอกสาร ห้องทดลองปฏิบัติการ ห้องครัว เป็นต้น ในบางกรณีควรใช้ ท่อดูด (Hood) ที่มีประสิทธิภาพสูงร่วมกับพัดลมดูดอากาศด้วย เพื่อให้การระบายอากาศเสียเป็นไปอย่างได้ผล เช่น การใช้ท่อดูดฟูม (Fume hood) ในห้องปฏิบัติการ การใช้ท่อดูดในห้องครัว (Kitchen range hood) เป็นต้น

2.1.6.8 รักษาความดันอากาศในห้องที่สกปรกให้ต่ำกว่าห้องข้างเคียง เพื่อป้องกันมิให้สิ่งสกปรกกระจายไปสู่ส่วนอื่น ๆ ของอาคาร เช่น ห้องสูบบุหรี่ ห้องผ่าตัด ห้องสะอาด เป็นต้น

2.1.6.9 เครื่องเพิ่มความชื้น (Humidifier) ที่ใช้เพิ่มความชื้นให้แก่ระบบปรับอากาศ เช่น ที่ใช้ในศูนย์คอมพิวเตอร์โรงงานผลิตชิ้นส่วนสารกึ่งตัวนำ ควรเป็นแบบต้มน้ำให้กลายเป็นไอแล้วฉีดไอน้ำเข้าไปในอากาศ น้ำที่ใช้ควรมีการปรับสภาพให้สะอาดเพื่อมิให้สิ่งสกปรกในน้ำลอยปะปนเข้าสู่บรรยากาศในอาคาร

2.1.6.10 ระบบปรับอากาศต้องสามารถใช้งานและบำรุงรักษาได้ง่ายและสะดวก โดยเฉพาะส่วนที่ชื้น และมีน้ำขังอยู่เป็นประจำ เช่น ถาดน้ำทิ้งของเครื่องเพิ่มความชื้น คอยล์ทำความเย็นแผงกรองอากาศ หอผึ่งน้ำ เป็นต้น เพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์และเชื้อรา

2.1.6.11 ติดตั้งระบบกรองอากาศที่เหมาะสมสำหรับอากาศบริสุทธิ์และอากาศหมุนเวียนในอาคาร แผ่นกรองอากาศที่ใช้ขึ้นอยู่กับระดับของความสะอาดที่ต้องการและชนิดของสิ่งสกปรกที่เกิดขึ้นในอาคาร เช่น

2.1.6.12 พาเนล ฟิลเตอร์ (Panel filter) สำหรับกรองฝุ่นละอองขนาดใหญ่และขนาดกลางตามลำดับ

2.1.6.13 เฮปปา ฟิลเตอร์ (HEPA filter) สำหรับกรองเชื้อจุลินทรีย์ อนุภาคขนาดเล็ก เป็นต้น

2.1.6.14 แอดซอบชั่น ฟิลเตอร์ (Adsorption filter) สำหรับดูดไอที่สกปรก หรือไอที่มีกลิ่น

2.1.6.15 วอชเชอร์ หรือ สครับเบอร์ (Washer or Scrubber) สำหรับดูดซับไอบางอย่างที่มีกลิ่น และสามารถละลายในน้ำหรือน้ำมันได้

2.1.6.16 เครื่องฟอกอากาศไฟฟ้า (Electronic air cleaner) สำหรับขจัดกลิ่นหรืออนุภาคขนาดปานกลางที่พบในอาคารสำนักงาน โรงงานทั่วไป เช่น ควันบุหรี่ เป็นต้น

2.1.6.17 ควบคุมอุณหภูมิของอากาศภายในอาคารให้อยู่ในเกณฑ์เหมาะสมที่ 76 องศาฟาเรนไฮต์ (24 องศาเซลเซียส) (แปรผันได้ระหว่าง 73 – 79 องศาฟาเรนไฮต์ หรือ 23 – 26 องศาเซลเซียส โดยเป็นที่ยอมรับของร้อยละ 80 ของผู้อยู่ในอาคาร) ส่วนความชื้นสัมพัทธ์ควรอยู่ระหว่างร้อยละ 20 - 60

คุณภาพของอากาศภายในอาคารเป็นสิ่งสำคัญยิ่งต่อสุขภาพและประสิทธิภาพในการทำงานของผู้อาศัย เมื่ออาคารใดเป็นที่ต้องสงสัยว่าน่าจะมีปัญหาเรื่องคุณภาพอากาศ ควรดำเนินการแก้ไขเป็นขั้นตอนดังนี้

(1) ตรวจสอบให้แน่ใจว่ามีการนำอากาศบริสุทธิ์จากภายนอกเข้ามาในอาคารในปริมาณที่เพียงพอกับความต้องการ

(2) ตรวจสอบให้แน่ชัดว่าระบบปรับอากาศสะอาดปราศจากการสะสมของสิ่งสกปรกทางเคมีและทางชีววิทยา

(3) ตรวจหาสาเหตุที่แน่ชัดว่า สิ่งสกปรกนั้นเกิดจากสาเหตุใด แล้วทำการแก้ไข

(4) หากอาการป่วยเนื่องจากคุณภาพในอาคารยังไม่ดีขึ้น ควรปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ

2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคาร

2.2.1 ชนิดและแหล่งกำเนิดของมลพิษทางอากาศภายในอาคาร

สาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดปัญหาต่อคุณภาพอากาศภายในอาคารได้แก่ การที่ในปัจจุบันอาคารสำนักงานหรืออาคารที่พักอาศัยส่วนใหญ่มักจะถูกออกแบบให้ปิดทึบเพื่อเป็นการประหยัดพลังงาน รวมทั้งภายในอาคารมีการรวมสิ่งปนเปื้อนต่าง ๆ ไว้ด้วยกัน โดยเฉพาะอาคารสำนักงานซึ่งมักจะมีวัสดุ อุปกรณ์สำนักงานที่มีส่วนประกอบของสารเคมี เช่น เครื่องถ่ายเอกสาร พริ้นเตอร์ น้ำยาลบคำผิด กาว ซึ่งจะเกิดการสะสมของมลพิษและแพร่กระจายสู่ผู้ใช้อาคาร และส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ใช้อาคารในที่สุดสารมลพิษภายในอาคารเกิดจากแหล่งกำเนิดหลายประเภท แต่ละประเภทก่อให้เกิดสารมลพิษชนิดต่าง ๆ กันได้แก่ (จักรกฤษณ์ ศิวะเดชาเทพ, 2551)

2.2.1.1 การปล่อยสารจากอุปกรณ์สำนักงาน เช่น สารประกอบอินทรีย์โอโซน

2.2.1.2 การใช้สารตัวทำละลายหมึกพิมพ์ แอมโมเนีย

2.2.1.3 การใช้สารกำจัดสัตว์รบกวนและแมลง

2.2.1.4 การปล่อยสารจากโรงซ่อม ห้องปฏิบัติการ กระบวนการทำความสะอาด

2.2.1.5 สารมลพิษจากมอเตอร์ของลิฟต์และระบบเครื่องจักรกลอื่นๆ

2.2.1.6 เชื้อรา (Fungus) ตามซอกหลืบในอาคาร และบริเวณพื้นที่ชื้นแฉะ และไรฝุ่น (Dust mites) ใต้ผืนพรม

2.2.1.7 สารมลพิษจากการเผาไหม้ เช่น ก๊าซหุงต้ม สารระเหยอินทรีย์ (VOCs – Volatile Organic Compounds) และก๊าซอื่น ๆ

2.2.1.8 สารระเหยอินทรีย์จากวัสดุตกแต่งใหม่ ๆ ในอาคาร อาคารที่มีการตกแต่งใหม่ ใช้เครื่องเรือนใหม่ หรือทาสีใหม่จะพบสารระเหยอินทรีย์ก๊าซชนิดนี้ที่สำคัญคือ ฟอร์มาลดีไฮด์ซึ่งเป็นส่วนประกอบของกาว หรือสารยึดแน่น ในไม้อัด Particleboard ไม้อัดประเภทไม้เนื้อแข็ง ไฟเบอร์บอร์ด สารกันเสียในสีทาบ้าน น้ำยาเคลือบและฉนวนกันความร้อนบางชนิด

2.2.1.9 ความแออัดภายในอาคาร เช่นคนจำนวนมาก ๆ จะทำให้มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาจากกระบวนการหายใจมากกว่าปกติ เช่น ในโรงภาพยนตร์

2.2.1.10 ควันไฟจากเตา และควันบุหรี่เป็นแหล่งที่มาของก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ในอาคาร

2.2.1.11 กระป๋องสเปรย์ต่างๆ เป็นแหล่งของก๊าซฟรีออน (Freon) แต่ปกติจะพบก๊าซฟรีออนในอาคารได้น้อยมาก

2.2.1.12 อาคารที่มีการใช้ กาว หมึก สี และผงถ่าน จากเครื่องถ่ายเอกสารมักตรวจพบสารไฮโดรคาร์บอน (Hydrocarbon) มากโดยเฉพาะอาคารที่ตกแต่งใหม่

2.2.1.13 การเผาน้ำมันก๊าด หรืออุปกรณ์ให้ความร้อนที่ใช้น้ำมันก๊าดเป็นเชื้อเพลิงจะพบก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์มาก

2.2.1.14 เครื่องถ่ายเอกสารและเครื่องกรองอากาศแบบอิเลคโทรนิคส์เป็นแหล่งที่มาของก๊าซโอโซน ในอาคาร

2.2.1.15 สีทาบ้านที่ผสมตะกั่ว (Lead paint) ซึ่งตะกั่วเป็นสารจำพวกโลหะหนักสามารถก่อให้เกิดภาวะมลพิษได้

2.2.1.16 วัสดุฉนวนกันความร้อนและไฟจะมีแร่ใยหินแอสเบสตอส (Asbestos) เป็นส่วนผสมและใช้กันมากในงานก่อสร้าง โดยใช้เป็นฉนวนกันความร้อนและไฟ ในปัจจุบันผู้ผลิตและผู้ก่อสร้างในประเทศพัฒนาส่วนใหญ่เลิกใช้สารชนิดนี้แล้ว อาจพบแอสเบสตอสตามบ้านเก่า ๆ ฉนวนกันความร้อนในท่อหรือเตาเผา ฉนวนกันความร้อนใต้หลังคา กระดาษอัดวัสดุเคลือบสี หรือแผ่นปูพื้น ในวัสดุที่มีแอสเบสตอสปนอยู่ ถ้าหากไปตัด ขัด หรือเปลี่ยนแปลงรูปร่างจากของเดิม จะทำให้แอสเบสตอสฟุ้งกระจายในอากาศได้ ซึ่งก็จะทำให้เกิดอันตรายต่อผู้อยู่อาศัยได้

2.2.1.17 การแตกตัวตามธรรมชาติของสารยูเรเนียมที่มีอยู่ในดินและแหล่งน้ำทำให้เกิดก๊าซเรดอนขึ้น ก๊าซเรดอนสามารถเข้าสู่อาคารได้จากรอยแตกตามผนังและพื้น ขยะภายในอาคาร มีการวิจัยพบว่าขยะภายในอาคารบางแห่งที่มีการนำกลับมาใช้ใหม่มีปริมาณสารเรดอนสูงกว่าปกติ

2.2.1.18 การประกอบกิจกรรมเกี่ยวกับการซักล้างของมนุษย์ทำให้เกิดไอน้ำทำให้เกิดความชื้นในอาคารซึ่งสิ่งปนเปื้อนทางชีวภาพส่วนมากจะเจริญเติบโตและขยายพันธุ์ได้ดีในบริเวณที่มีความชื้น นอกจากนี้ฟอร์มาลดีไฮด์จะมีการแพร่กระจายได้มากขึ้นเมื่อความชื้นสูงขึ้น

2.2.1.19 การสูบบุหรี่ภายในอาคาร ทำให้เกิดควันบุหรี่ซึ่งเป็นมลพิษทางอากาศที่สำคัญ ควันบุหรี่ประกอบด้วยอนุภาคทั้งของแข็ง ของเหลว และก๊าซ

แหล่งกำเนิดของมลพิษทางอากาศภายในอาคารดังกล่าวถ้าสามารถควบคุมได้ก็จะไม่ทำเกิดปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคาร โดยเฉพาะหากมีการออกแบบ ใช้ และซ่อมบำรุงระบบปรับอากาศและระบายอากาศอย่างเหมาะสม ก็จะช่วยให้สามารถควบคุมแหล่งกำเนิดมลพิษต่าง ๆ ได้

2.3 ค่ามาตรฐานและการวิเคราะห์คุณภาพอากาศภายในอาคาร

2.3.1 ค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคาร

ค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคารอ้างอิง ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม (สารเคมี) ลงวันที่ 30 พฤษภาคม 2520 ตามบัญชีท้ายประกาศ ตารางหมายเลข 4 กำหนดปริมาณฝุ่นเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง ดังนี้ (ประกาศกระทรวงมหาดไทย, 2520)

2.3.1.1 ฝุ่นละออง (Total Dust) ไม่เกิน 15 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

2.3.1.2 ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

2.3.1.3 ฝุ่นละอองขนาดเข้าถึงและสะสมในถุงลมปลอดได้ (Respirable dust) ไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

2.3.2 การวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นละออง

การวิเคราะห์ประมาณฝุ่นละอองที่สามารถเข้าถึงและสะสมในถุงลมของปอดได้นั้นจะใช้ NIOSH method หมายเลข 0600 ดังภาพที่ 2.1 คือ วิธีการเก็บตัวอย่างอากาศเพื่อวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นขนาดที่สามารถเข้าถึงและสะสมในถุงลมของปอด (Respirable Dust) และต้องมีการคำนวณหาระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างอากาศและปริมาตรอากาศเหมือนการเก็บตัวอย่างอากาศที่เป็นฝุ่นรวมทุกขนาด สำหรับอัตราการไหลของอากาศนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของไซโคลน โดยไซโคลนชนิดไนลอน (nylon cyclone) จะใช้อัตราการไหลของอากาศอยู่ที่ 0.17 ลิตรต่อนาที

PARTICULATES NOT OTHERWISE REGULATED, RESPIRABLE 0600

DEFINITION: aerosol collected by sampler with 4-µm median cut point CAS: None RTECS: None

METHOD: 0600, Issue 3	EVALUATION: FULL	Issue 1: 15 February 1984 Issue 3: 15 January 1998

OSHA : 5 mg/m³
NIOSH: no REL
ACGIH: 3 mg/m³

PROPERTIES: contains no asbestos and quartz less than 1%; penetrates non-ciliated portions of respiratory system

SYNONYMS: nuisance dusts; particulates not otherwise classified

SAMPLING		MEASUREMENT	
SAMPLER:	CYCLONE + FILTER (10-mm nylon cyclone, Higgins-Dewell (HD) cyclone, or Aluminum cyclone + tared 5-µm PVC membrane)	TECHNIQUE:	GRAVIMETRIC (FILTER WEIGHT)
		ANALYTE:	mass of respirable dust fraction
		BALANCE:	0.001 mg sensitivity; use same balance before and after sample collection
FLOW RATE:	nylon cyclone: 1.7 L/min HD cyclone: 2.2 L/min Al cyclone: 2.5 L/min	CALIBRATION:	National Institute of Standards and Technology Class S-1.1 or ASTM Class 1 weights
VOL-MIN:	20 L @ 5 mg/m³	RANGE:	0.1 to 2 mg per sample
-MAX:	400 L	ESTIMATED LOD:	0.03 mg per sample
SHIPMENT:	routine	PRECISION:	<10 µg with 0.001 mg sensitivity balance; <70 µg with 0.01 mg sensitivity balance [3]
SAMPLE STABILITY:	stable		
BLANKS:	2 to 10 field blanks per set		

ACCURACY	
RANGE STUDIED:	0.5 to 10 mg/m³ (lab and field)
BIAS:	dependent on dust size distribution [1]
OVERALL PRECISION ($\hat{S}_{rT}$):	dependent on size distribution [1,2]
ACCURACY:	dependent on size distribution [1]

APPLICABILITY: The working range is 0.5 to 10 mg/m³ for a 200-L air sample. The method measures the mass concentration of any non-volatile respirable dust. In addition to inert dusts [4], the method has been recommended for respirable coal dust. The method is biased in light of the recently adopted international definition of respirable dust, e.g., ≈ +7% bias for non-diesel, coal mine dust [5].

INTERFERENCES: Larger than respirable particles (over 10 µm) have been found in some cases by microscopic analysis of cyclone filters. Over-sized particles in samples are known to be caused by inverting the cyclone assembly. Heavy dust loadings, fibers, and water-saturated dusts also interfere with the cyclone's size-selective properties. The use of conductive samplers is recommended to minimize particle charge effects.

OTHER METHODS: This method is based on and replaces Sampling Data Sheet #29.02 [6].

ภาพที่ 2.1 NIOSH method หมายเลข 0600

ที่มา: NIOSH, 1994

ส่วนการวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นรวมทุกขนาด (Total Dust) จะใช้ NIOSH method หมายเลข 0500 ดังภาพที่ 2.2 คือการเก็บตัวอย่างอากาศที่ไม่สามารถใช้อัตราการไหล เกิน 2 ลิตรต่อนาทีได้

PARTICULATES NOT OTHERWISE REGULATED, TOTAL 0500

DEFINITION: total aerosol mass CAS: NONE RTECS: NONE

METHOD: 0500, Issue 2 EVALUATION: FULL Issue 1: 15 February 1984
Issue 2: 15 August 1994

OSHA : 15 mg/m³
NIOSH: no REL
ACGIH: 10 mg/m³, total dust less than 1% quartz

PROPERTIES: contains no asbestos and quartz less than 1%

SYNONYMS: nuisance dusts; particulates not otherwise classified

SAMPLING		MEASUREMENT	
SAMPLER:	FILTER (tared 37-mm, 5-µm PVC filter)	**TECHNIQUE:**	GRAVIMETRIC (FILTER WEIGHT)
FLOW RATE:	1 to 2 L/min	**ANALYTE:**	airborne particulate material
VOL-MIN:	7 L @ 15 mg/m³	**BALANCE:**	0.001 mg sensitivity; use same balance before and after sample collection
-MAX:	133 L @ 15 mg/m³		
SHIPMENT:	routine	**CALIBRATION:**	National Institute of Standards and Technology Class S-1.1 weights or ASTM Class 1 weights
SAMPLE STABILITY:	indefinitely	**RANGE:**	0.1 to 2 mg per sample
BLANKS:	2 to 10 field blanks per set	**ESTIMATED LOD:**	0.03 mg per sample
BULK SAMPLE:	none required	**PRECISION ($\hat{S}_r$):**	0.026 [2]

ACCURACY

RANGE STUDIED: 8 to 28 mg/m³
BIAS: 0.01%
OVERALL PRECISION ($\hat{S}_{r,T}$): 0.056 [1]
ACCURACY: ± 11.04%

APPLICABILITY: The working range is 1 to 20 mg/m³ for a 100-L air sample. This method is nonspecific and determines the total dust concentration to which a worker is exposed. It may be applied, e.g., to gravimetric determination of fibrous glass [3] in addition to the other ACGIH particulates not otherwise regulated [4].

INTERFERENCES: Organic and volatile particulate matter may be removed by dry ashing [3].

OTHER METHODS: This method is similar to the criteria document method for fibrous glass [3] and Method 5000 for carbon black. This method replaces Method S349 [5]. Impingers and direct-reading instruments may be used to collect total dust samples, but these have limitations for personal sampling.

ภาพที่ 2.2 NIOSH method หมายเลข 0500

ที่มา: NIOSH, 1994

2.4 ผลกระทบของฝุ่นละออง

2.4.1 ผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน

การฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองส่งผลกระทบโดยตรงต่อสุขภาพของประชาชนที่อยู่ใกล้บริเวณนั้น โดยเฉพาะถ้าเป็นฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร จะเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจ เกิดการเกาะตัวหรือตกตัวในส่วนต่าง ๆ ของระบบทางเดินหายใจ ก่อให้เกิดการระคายเคือง เนื้อเยื่ออวัยวะต่าง ๆ เช่น เนื้อเยื่อปอดถูกทำลาย หากได้รับในปริมาณมากหรือเป็นระยะเวลานาน ๆ จะสะสมในเนื้อเยื่อปอดจนเกิดเป็นพังผืดหรือแผลขึ้นได้ ทำให้การทำงานของปอดเสื่อมประสิทธิภาพลง นอกจากนั้น ยังก่อให้เกิดหลอดลมอักเสบ เป็นโรคหอบหืด ถุงลมโป่งพอง และเพิ่มโอกาสการเกิดโรคระบบทางเดินหายใจเนื่องจากการติดเชื้อได้มากขึ้นดังนี้

2.4.1.1 อาการของระบบทางเดินหายใจ ตั้งแต่อาการน้อย เช่น ไอ จาม มีน้ำมูก จนไปถึงการอักเสบของไซนัส เจ็บคอ ไอมีเสมหะ หรือมีไข้ หรืออาจจะมีอาการของระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง ได้แก่ หายใจลำบาก เจ็บหน้าอก หรือหายใจมีเสียงดังวี๊ซ (Wheez) เนื่องจากมีการหดตัวของหลอดลม

2.4.1.2 หลอดลมอักเสบ (Bronchitis) ในกลุ่มประชากรที่สัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็กในปริมาณที่มาก จะมีอุบัติการณ์ของการเกิดโรคหลอดลมอักเสบสูงกว่า และในรายที่มีโรคหัวใจเป็นโรคประจำตัวอยู่แล้ว เมื่อเกิดโรคหลอดลมอักเสบ (Bronchitis) หรือปอดบวม (Pneumonia) จะซ้ำเติมให้การทำงานของหัวใจแย่ลง จนเกิดหัวใจวายได้ (Heart Failure)

2.4.1.3 ปอดเป็นพังผืดจากการระคายเคืองเรื้อรัง (Pneumoconiosis) การที่ฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เข้าไปในปอดไประคายเคืองระบบทางเดินหายใจเรื้อรังจนเกิดพังผืดขึ้นในเนื้อปอด

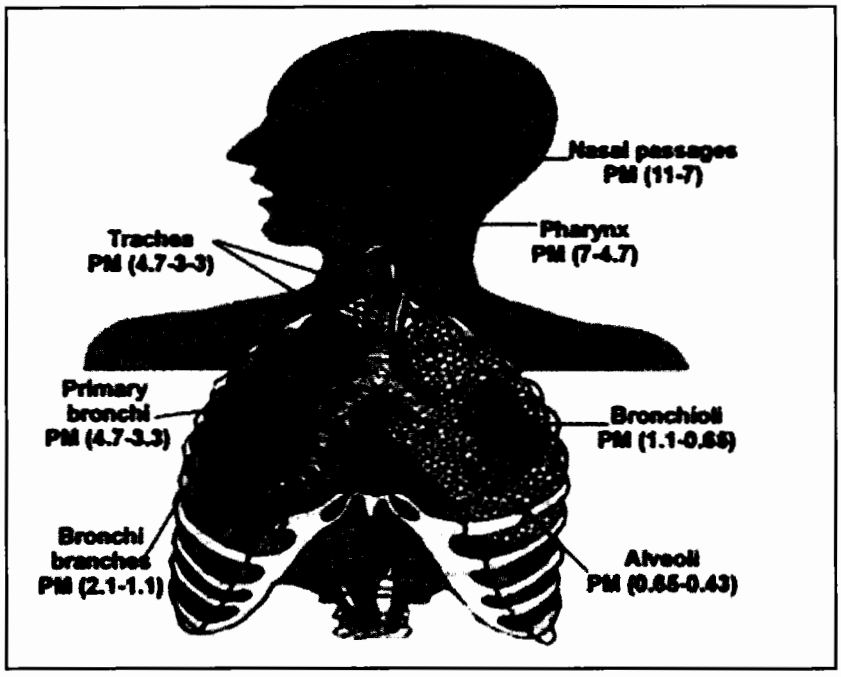
2.4.1.4 มะเร็งของระบบทางเดินหายใจ ฝุ่นละอองขนาดเล็กที่มีส่วนผสมของสารบางอย่าง เช่น Arsenic Chromate Poly aromatic hydrocarbon (PAH) Nickel สารกัมมันตรังสี ซึ่งเมื่อสัมผัสกับเนื้อปอด จะทำให้เป็นมะเร็งปอดได้ และถ้าสารดังกล่าวที่กล่าวมาข้างต้นสามารถละลายน้ำได้ เมื่อไปสู่อวัยวะต่างๆ นอกปอด ก็สามารถทำให้อวัยวะเหล่านั้นเกิดมะเร็งได้เช่นกัน

2.4.1.5 เพิ่มอัตราการตาย และอัตราการนอนพักรักษาตัวในโรงพยาบาล โดยมีการศึกษาสนับสนุนดังนี้

1) การศึกษาในสหรัฐอเมริกา ในปี 1944 ถ้าฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) มีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นจากระดับปรกติ 10 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จะทำให้อัตราการตายสูงขึ้นร้อยละ 1.0-3.2 และเพิ่มการนอนรักษาในโรงพยาบาลด้วยโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินหายใจขึ้นร้อยละ 1-2 (สุชาติ เกียรติวัฒนเจริญ, 2555)

2) การศึกษาในสหราชอาณาจักร พบว่า PM_{10} เพิ่มอัตราการตายร้อยละ 1.9 และเพิ่มการนอนพักรักษาตัวในโรงพยาบาล (สุชาติ เกียรติวัฒนเจริญ, 2555)

3) การศึกษาอื่น ๆ พบว่า ถ้า PM_{10} เพิ่มขึ้นจากระดับปกติ 10 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จะทำให้อัตราการตายเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 อัตราการตายจากโรคหัวใจเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.4 การนอนพักรักษาตัวในโรงพยาบาลเพิ่มขึ้นร้อยละ 0.8 และการรักษาตัวในห้องฉุกเฉินเพิ่มขึ้นร้อยละ 1 (สุชาติ เกียรติวัฒนเจริญ, 2555) ดังภาพที่ 2.3 ฝุ่นขนาดต่าง ๆ เข้าสู่ทางเดินหายใจในระดับความลึกแตกต่างกันฝุ่นละอองขนาดใหญ่กว่า 10 ไมโครเมตร ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 99 ของฝุ่นละอองทั้งหมดจะติดอยู่บริเวณโพรงจมูกและปากเท่านั้นไม่สามารถผ่านเข้าสู่หลอดลมได้ ส่วนฝุ่นที่มีขนาด 5-10 ไมโครเมตรจะเข้าสู่หลอดลม (Trachea) และแขนงหลอดลม (Bronchus) สำหรับฝุ่นขนาด 2.5-5 ไมโครเมตรจะเข้าสู่หลอดลมฝอย (Bronchioles) ถุงลม (Alveoli) และฝุ่นละเอียดขนาดต่ำกว่า 0.02 ไมโครเมตร สามารถดูดกลืนเข้าสู่กระแสโลหิตผ่านเส้นเลือดฝอยในปอดเข้าสู่ร่างกายได้



ภาพที่ 2.3 ขนาดของฝุ่นละอองที่เข้าสู่อวัยวะต่าง ๆ ของร่างกาย
ที่มา: Londahl, J. et al., 2006

2.4.2 ผลกระทบต่อบรรยากาศโดยรวม

ฝุ่นละอองที่ปกคลุมบรรยากาศจำนวนมากจะลดความสามารถในการมองเห็นลง เนื่องจากฝุ่นละอองสามารถดูดซับและหักเหแสงได้ ส่งผลให้ทัศนวิสัยในการมองเห็นแย่ลง ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับขนาดและความหนาแน่นของฝุ่นละอองนั้น

2.4.3 ผลกระทบต่อวัตถุและสิ่งก่อสร้าง

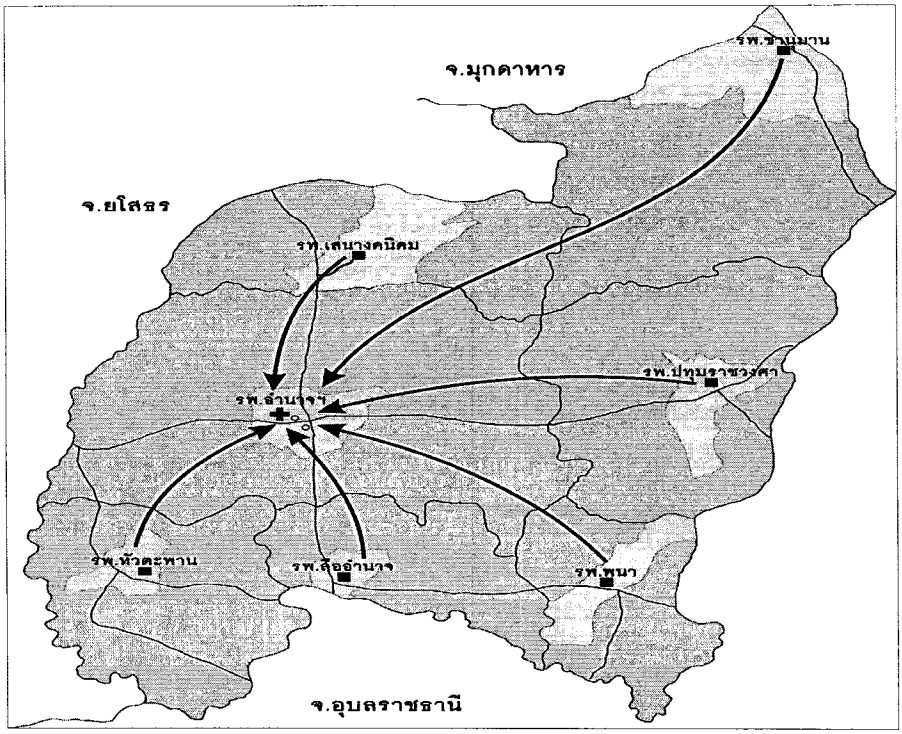
ฝุ่นละอองในอากาศสามารถทำอันตรายต่อวัตถุและสิ่งก่อสร้างได้ เช่น ทำลายผิวหน้าของสิ่งก่อสร้าง ทำให้โลหะสึกกร่อน สถาปัตยกรรมเสื่อมคุณภาพ อาคารเกิดความสกปรก เป็นต้น

2.5 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับโรงพยาบาลอำนาจเจริญ

โรงพยาบาลอำนาจเจริญ เป็นโรงพยาบาลทั่วไปขนาด 330 เตียง เปิดให้บริการในระดับทุติยภูมิหรือระดับ S ประกอบด้วยหน่วยงานสนับสนุนและหน่วยงานบริการทั้งสิ้น 65 หน่วยงาน มีบุคลากรทั้งสิ้น 848 คน ซึ่งประกอบด้วยแพทย์ 35 คนทันตแพทย์ 9 คนเภสัชกร 18 คน พยาบาล 279 คน บุคลากร อื่น ๆ 507 คน มีการเปิดให้บริการตลอด 24 ชั่วโมง และจัดให้มีเจ้าหน้าที่หมุนเวียนเข้าปฏิบัติงานในแต่ละหน่วยบริการตลอด 8 ชั่วโมงการทำงาน โดยมีนายแพทย์ทรงเกียรติ เล็กตระกูล เป็นผู้อำนวยการโรงพยาบาล มีแพทย์สาขาหลักได้แก่ สาขาศัลยกรรม สาขาอายุรกรรม สาขาสูตินรีเวชกรรม สาขากุมารเวชกรรม และสาขารองได้แก่ สาขาศัลยกรรมกระดูกสาขาจักษุวิทยา สาขาโสต ศอ นาสิกสาขาวิสัญญีแพทย์ สาขารังสีวิทยา ให้บริการรักษาพยาบาล แก่ประชาชนในจังหวัดอำนาจเจริญประกอบด้วย 7 อำเภอ 56 ตำบล 106,880 หลังคาเรือน 625 หมู่บ้าน 31 ชุมชน มีจำนวนประชากร รวมทั้งสิ้น 375,380 คน เป็นเพศชาย จำนวน 187,742 คน หญิง 187,638 คน และจังหวัดใกล้เคียง รวมทั้งสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาวอีก ทั้งยังรับส่งต่อผู้ป่วยจากโรงพยาบาลชุมชน 6 แห่ง และเครือข่ายโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล (รพ.สต.) อำเภอเมือง อีก 23 แห่งซึ่งมีอาณาเขตติดต่อดังนี้ (โรงพยาบาลอำนาจเจริญ, 2558)

ทิศเหนือ	จด	อำเภอเสนางคนิคม จังหวัดอำนาจเจริญ
ทิศตะวันออก	จด	อำเภอปทุมราชวงศา จังหวัดอำนาจเจริญ
ทิศใต้	จด	อำเภอลืออำนาจ และอำเภอหัวตะพาน จังหวัดอำนาจเจริญ
ทิศตะวันตก	จด	อำเภอป่าติ้ว และอำเภอไทยเจริญจังหวัดยโสธร

ดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 พื้นที่ให้บริการสาธารณสุขจังหวัดอำนาจเจริญ

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการศึกษา

การศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตรในโรงพยาบาลอำนาจเจริญ มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจติดตามปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กและศึกษาข้อมูลทุติยภูมิหรือข้อมูลทั่วไปของโรงพยาบาลอำนาจเจริญ และได้มีการออกแบบการศึกษาตามขั้นตอนต่อไปนี้

3.1 รูปแบบการศึกษา

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) ในช่วงเวลา 1 ปี ตั้งแต่เดือนมีนาคม 2557 ถึง มีนาคม 2558

3.2 พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ที่ใช้ในการศึกษาเพื่อตรวจหาปริมาณฝุ่นละออง ใช้วิธีการสุ่มเลือกโดยวิธีเจาะจง (Purposive sampling) โดยบริเวณที่ทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นนั้นพิจารณาจากพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบต่อมลพิษทางอากาศมากที่สุดในโรงพยาบาลและจากรายงานการตรวจวิศวกรรมความปลอดภัยในโรงพยาบาลอำนาจเจริญ ปี 2555 โดยศูนย์วิศวกรรมการแพทย์ที่ 5 (อุบลราชธานี) ได้ตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กภายในบริเวณห้องผ่าตัดและบริเวณอาคารผู้ป่วยนอก พบปริมาณฝุ่นละอองที่อาจส่งผลกระทบต่อเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานตลอดเวลา 8 ชั่วโมงการทำงาน พบว่าปริมาณฝุ่นละอองบริเวณอาคารผู้ป่วยนอก1 มีค่าเท่ากับ 0.123 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร บริเวณอาคารผู้ป่วยนอก 2 มีค่าเท่ากับ 0.202 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตรและบริเวณห้องผ่าตัดเฉลี่ย มีค่าเท่ากับ 0.061 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จึงเป็นเหตุผลในการเลือกพื้นที่เพื่อตรวจหาปริมาณฝุ่นละอองในบริเวณอาคารผู้ป่วยนอก 1-2 และอาคารปฏิบัติการที่มีห้องผ่าตัดจำนวน 2 อาคารดังภาพที่ 3.1

พื้นที่ในการศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) ได้แก่ อาคารผู้ป่วยนอกและห้องผ่าตัดของโรงพยาบาลอำนาจเจริญ ตำบลบุ่ง อำเภอเมือง จังหวัดอำนาจเจริญดังนี้

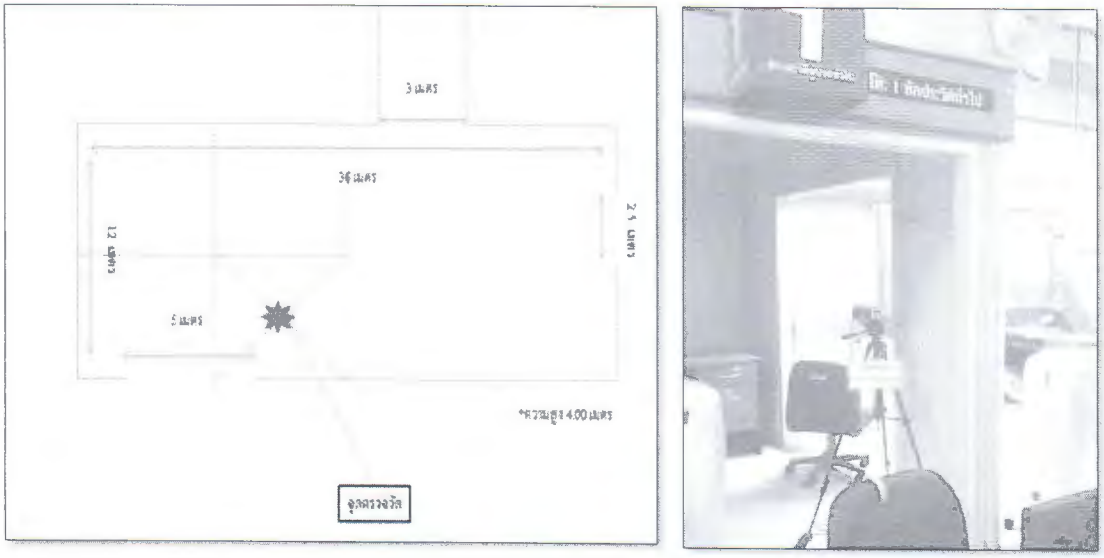
3.2.1 บริเวณอาคารผู้ป่วยนอก 1 (Out Patient Department: OPD 1) จำนวน 1 จุด ดังภาพที่ 3.2 โดยมีสุ่มเลือกพื้นที่โดยวิธีเจาะจง (Purposive sampling)และติดตั้งเครื่องวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กในระดับความสูงที่ 1.5 เมตร ห่างจากผนังหรือสิ่งกีดขวางในระยะ 2 เมตร ตลอดระยะเวลาทำงานปกติ 8 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 08.00-16.00 น. ทุกวันจันทร์ตั้งแต่เดือนมีนาคม 2557 ถึง

มีนาคม 2558 จำนวน 3 รอบ รอบละ 4 เดือน แล้วทำการบันทึกปริมาณฝุ่นในแบบบันทึกในแต่ละช่วงฤดูกาล

3.2.2 บริเวณอาคารผู้ป่วยนอก 2 (Out Patient Department: OPD 2) จำนวน 1 จุด ดังภาพที่ 3.3 โดยมีสุ่มเลือกพื้นที่โดยวิธีเจาะจง (Purposive sampling) และติดตั้งเครื่องวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กในระดับความสูงที่ 1.5 เมตร ห่างจากผนังหรือสิ่งกีดขวางในระยะ 2 เมตร ตลอดระยะเวลาทำงานปกติ8 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 08.00-16.00 น. ทุกวันอังคาร ตั้งแต่เดือนมีนาคม 2557 ถึง มีนาคม 2558 จำนวน 3 รอบ รอบละ 4 เดือน แล้วทำการบันทึกปริมาณฝุ่นในแบบบันทึกในแต่ละช่วงฤดูกาล

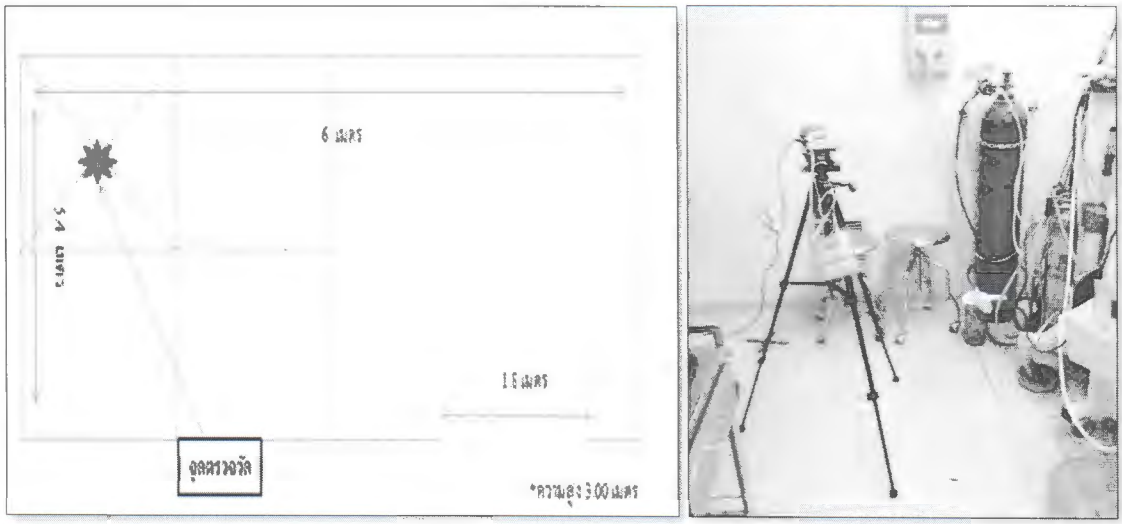
3.2.3 บริเวณห้องผ่าตัด (Operation room) จำนวน 1 จุด ดังภาพที่ 3.4 โดยมีสุ่มเลือกพื้นที่โดยวิธีเจาะจง (Purposive sampling) และติดตั้งเครื่องวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กในระดับความสูงที่ 1.5 เมตร ห่างจากผนังหรือสิ่งกีดขวางในระยะ 2 เมตร ตลอดระยะเวลาทำงานปกติ 8 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 08.00-16.00 น. ทุกวันเสาร์ ตั้งแต่เดือนมีนาคม 2557 ถึง มีนาคม 2558 จำนวน 3 รอบ รอบละ 4 เดือน แล้วทำการบันทึกปริมาณฝุ่นในแบบบันทึกในแต่ละช่วงฤดูกาล

ภาพที่ 3.1 แผนผังโรงพยาบาลอำนาจเจริญ



ภาพที่ 3.2 บริเวณพื้นที่จุดตรวจวัดอาคารผู้ป่วยนอก 1

ภาพที่ 3.3 บริเวณพื้นที่จุดตรวจวัดอาคารผู้ป่วยนอก 2



ภาพที่ 3.4 บริเวณพื้นที่จุดตรวจวัดห้องผ่าตัด

3.3 การเก็บข้อมูลทุติยภูมิของโรงพยาบาลอำนาจเจริญ

3.3.1 การเก็บข้อมูลขนาดพื้นที่บริเวณจุดตรวจวัด

3.3.1.1 บริเวณอาคารผู้ป่วยนอก 1 อยู่ภายในชั้นที่ 1 ของอาคารผู้ป่วยนอก 4 ชั้น มีพื้นที่ของห้องขนาดความกว้าง 2.5 เมตร ความยาว 36 เมตร สูง 4 เมตร

3.3.1.2 บริเวณอาคารผู้ป่วยนอก 2 อยู่ภายในชั้นที่ 2 ของอาคารผู้ป่วยนอก 4 ชั้น มีพื้นที่ของห้องขนาดความกว้าง 1 เมตร ความยาว 40.2 เมตร สูง 2.8 เมตร

3.3.1.3 บริเวณห้องผ่าตัด อยู่ภายในชั้นที่ 4 ของอาคารรักษาพยาบาล 4 ชั้น มีพื้นที่ของห้องขนาดความกว้าง 5.4 เมตร ความยาว 6 เมตร สูง 3 เมตร

3.3.2 การเก็บข้อมูลจำนวนผู้รับบริการเฉลี่ยต่อวัน

เก็บข้อมูลสถิติบริการจากระบบ HOSXP ของโรงพยาบาลอำนาจเจริญดังนี้

3.3.2.1 บริเวณอาคารผู้ป่วยนอก 1 มีผู้ป่วยมารับบริการเฉลี่ยเดือนละ 18,930 คน และเฉลี่ยวันละ 631 คน เปิดให้บริการในเวลาราชการ เวลา 08.00-16.00 น.

3.3.2.2 บริเวณอาคารผู้ป่วยนอก 2 มีผู้ป่วยมารับบริการเฉลี่ยเดือนละ 5,784 คน และเฉลี่ยวันละ 193 คนต่อวัน เปิดให้บริการในเวลาราชการ เวลา 06.00-12.00 น.

3.3.2.3 บริเวณห้องผ่าตัด สถิติการให้บริการในการผ่าตัดโดยเฉลี่ยแบ่งเป็นการผ่าตัดใหญ่เฉลี่ย 12.16 ราย/วัน และการผ่าตัดเล็ก 2.64 ราย/วัน เปิดให้บริการตลอด 24 ชั่วโมง

3.3.3 ช่องทางการระบายอากาศ

3.3.3.1 บริเวณอาคารผู้ป่วยนอก 1 เป็นห้องตรวจวินิจฉัยโรค ภายในห้อง

ประกอบด้วย โต๊ะ เก้าอี้พลาสติกสำหรับผู้ป่วยและญาติที่รับบริการนั่งรอรับการตรวจโรค มีอุปกรณ์ทางการแพทย์ มีประตูเข้า-ออก 2 ทาง

3.3.3.2 บริเวณอาคารผู้ป่วยนอก 2 เป็นห้องตรวจวินิจฉัยโรค ภายในห้อง

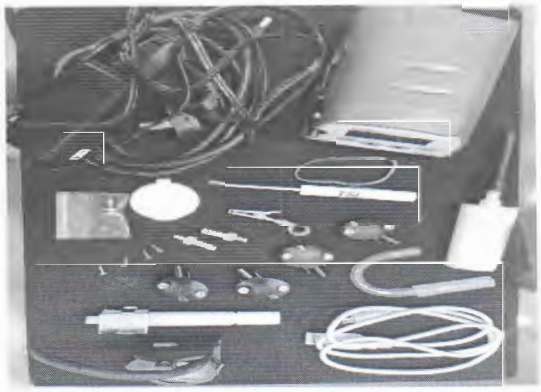
ประกอบด้วย โต๊ะ เก้าอี้พลาสติกสำหรับผู้ป่วยและญาติที่รับบริการนั่งรอรับการตรวจโรค มีอุปกรณ์ทางการแพทย์ มีประตูเข้า-ออก 2 ทาง

3.3.3.3 บริเวณห้องผ่าตัด เป็นห้องผ่าตัด 6 ห้อง บริการการผ่าตัด 5 แผนกมีประตูเข้า-ออก 2 ทาง

3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

3.4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นเครื่องมือในการเก็บตัวอย่างฝุ่นเพื่อตรวจหาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) โดยใช้เครื่องเก็บตัวอย่างอากาศ (Air Sampling Pump) รุ่น AM 510 ดังภาพประกอบที่ 3.5 และ 3.6 ซึ่งเป็นส่วนประกอบของอุปกรณ์เก็บตัวอย่างอากาศที่ต้องใช้งานประกอบในการเก็บตัวอย่างอากาศแต่ละครั้ง

ภาพที่ 3.5 เครื่องเก็บตัวอย่างอากาศ (Air Sampling Pump) รุ่น AM 510



ภาพที่ 3.6 ส่วนประกอบเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศ (Air Sampling Pump) รุ่น AM 510

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5.1 ติดตั้งเครื่องเก็บอากาศ ตลอดระยะเวลาทำงานปกติ8 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 08.0-16.0 น. ณ บริเวณจุดตรวจที่กำหนด

3.5.2 กำหนดระยะเวลาการบันทึกปริมาณฝุ่น (Interval time) เฉลี่ย ทุก ๆ 5 นาที

3.5.3 กำหนดเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองที่บริเวณตึกผู้ป่วยนอก 1 ในวันจันทร์ บริเวณตึกผู้ป่วยนอก 2 ในวันอังคาร และบริเวณห้องผ่าตัดในวันเสาร์

3.5.4 เก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในบรรยากาศบริเวณพื้นที่ศึกษา โดยใช้เครื่องเก็บตัวอย่าง อากาศ (Air Sampling Pump) รุ่น AM 510 ตั้งแต่เดือนมีนาคม 2557 ถึง มีนาคม 2558 จำนวน 3 รอบๆ ละ 4 เดือนแล้วทำการบันทึกปริมาณฝุ่นในแบบบันทึกในแต่ละช่วงฤดูกาล

3.5.5 ทำการเก็บตัวอย่าง โดยตั้งเครื่องมือ ณ จุดที่กำหนดในบริเวณเดียวกันทุกสัปดาห์

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) วิเคราะห์ข้อมูล นำเสนอด้วยค่าสถิติร้อยละค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและพิสัย เพื่ออธิบายปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) มีการประมวลผลและวิเคราะห์ผลข้อมูลปริมาณฝุ่นละอองอัตโนมัติโดยเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศ (Air Sampling Pump) รุ่น AM 510 จากจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 3 จุด

บทที่ 4
ผลการศึกษา

4.1 ข้อมูลทุติยภูมิของโรงพยาบาลอำนาจเจริญ

4.1.1 ข้อมูลพื้นฐานโรงพยาบาลอำนาจเจริญ

4.1.1.1 ขนาดและที่ตั้ง

โรงพยาบาลอำนาจเจริญ เป็นโรงพยาบาลทั่วไปขนาด 330 เตียง เปิดให้บริการในระดับทุติยภูมิหรือระดับ S ประกอบด้วยหน่วยงานสนับสนุนและหน่วยงานบริการทั้งสิ้น 65 หน่วยงาน เปิดให้บริการตลอด 24 ชั่วโมง มีอาคารให้บริการทั้งหมด 13 อาคาร แบ่งเป็นอาคารบริการ 7 อาคาร และอาคารสนับสนุนบริการจำนวน 6 อาคาร ตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย มีพื้นที่ 583.4 ตารางกิโลเมตร ระยะทางห่างจากกรุงเทพมหานครโดยทางรถยนต์ประมาณ 586 กิโลเมตร มีอาณาเขตติดต่อดังนี้ (โรงพยาบาลอำนาจเจริญ, 2558)

ทิศเหนือ	จด อำเภอเสนางคนิคม จังหวัดอำนาจเจริญ
ทิศตะวันออก	จด อำเภอปทุมราชวงศา จังหวัดอำนาจเจริญ
ทิศใต้	จด อำเภอลืออำนาจ และอำเภอหัวตะพาน จังหวัดอำนาจเจริญ
ทิศตะวันตก	จด อำเภอป่าติ้ว และอำเภอไทยเจริญ จังหวัดยโสธร

4.1.1.2 การคมนาคม

ทางหลวงหมายเลข 212 จาก จังหวัดยโสธร ถึงอำเภอเขมราฐ จังหวัดอุบลราชธานี ทางหลวงหมายเลข 202 จาก อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี ถึงจังหวัดมุกดาหาร ระยะทางติดต่อกับจังหวัดใกล้เคียงและส่วนกลาง โดยรถยนต์ (โรงพยาบาลอำนาจเจริญ, 2558)

อำเภอเมืองอำนาจเจริญ - จังหวัดอุบลราชธานี	75	กิโลเมตร
อำเภอเมือง อำนาจเจริญ - จังหวัดยโสธร	52	กิโลเมตร
อำเภอเมืองอำนาจเจริญ - จังหวัดมุกดาหาร	90	กิโลเมตร
อำเภอเมืองอำนาจเจริญ - กรุงเทพฯ	586	กิโลเมตร

4.1.1.3 ลักษณะภูมิประเทศและภูมิอากาศ

สภาพพื้นที่โดยทั่วไปภาพรวมของจังหวัดเป็นที่ราบมีเนินเขา สภาพดินโดยทั่วไปเป็นดินร่วนปนทราย และดินลูกรัง เป็นบางส่วน แหล่งน้ำธรรมชาติในอำเภอเมืองอำนาจเจริญ มีลำน้ำธรรมชาติ คือลำน้ำเชบก มีความยาวประมาณ 50 กิโลเมตรไหลผ่านอำเภอเมืองอำนาจเจริญ อำเภอพนา และบรรจบกับแม่น้ำมูล ที่จังหวัดอุบลราชธานี ลำน้ำเชบาย ซึ่งเป็นลำน้ำสาขาแม่น้ำมูล มีความ

ยาว 200 กิโลเมตร ไหลผ่านอำเภอเมืองอำนาจเจริญ นอกจากนี้ยังมีลำห้วยที่สำคัญ ได้แก่ ลำห้วยปลาแดก ลำห้วยโพธิ์ ลำห้วยสีโท ลำห้วยละโอง มีอ่างเก็บน้ำขนาดกลาง ได้แก่ อ่างเก็บน้ำพุทธอุทยาน อ่างเก็บน้ำห้วยโพธิ์ และอ่างเก็บน้ำห้วยสีโท (โรงพยาบาลอำนาจเจริญ, 2558)

4.1.1.4 ข้อมูลทรัพยากรด้านสาธารณสุข

โรงพยาบาลอำนาจเจริญประกอบด้วยบุคลากรทั้งสิ้น 848 คน ซึ่งประกอบด้วย แพทย์ 35 คน ทันตแพทย์ 9 คนเภสัชกร 18 คน พยาบาล 279 คน บุคลากร อื่น ๆ 507 คน มีการเปิดให้บริการตลอด 24 ชั่วโมง และจัดให้มีเจ้าหน้าที่หมุนเวียนเข้าปฏิบัติงานในแต่ละหน่วยบริการตลอด 8 ชั่วโมงการทำงาน โดยมีนายแพทย์ทรงเกียรติ เล็กตระกูล เป็นผู้อำนวยการโรงพยาบาล มีแพทย์สาขาหลักได้แก่ สาขาศัลยกรรม สาขาอายุรกรรม สาขาสูตินรีเวชกรรม สาขากุมารเวชกรรม และสาขารองได้แก่ สาขาศัลยกรรมกระดูก สาขาจักษุวิทยา สาขาโสต ศอ นาสิก สาขาวิสัญญีแพทย์ สาขารังสีวิทยา (รงพยาบาลอำนาจเจริญ, 2558) ด้านบุคลากรทางการแพทย์ มีจำนวนแพทย์เพียงพอในการให้บริการ โดยคิดเป็นอัตราส่วนแพทย์ต่อประชากรเท่ากับ 1 : 3,985 ในส่วนการให้บริการเชิงรุกสู่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล (รพ.สต.) ยังไม่เพียงพอ โดยมีแพทย์ออกให้บริการในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล จำนวน 2 แห่ง คือ รพ.สต.น้ำปลีก และรพ.สต.เฉลิมพระเกียรติ 60 พรรษา นวมินทราชินีปลาค้าว ลักษณะการออกให้บริการเป็นแบบไม่ประจำ จำนวน 4 วันต่อเดือน และแบบที่ปรึกษาโดยการนิเทศติดตาม ในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล อีกจำนวน 21 แห่ง ด้านพยาบาลวิชาชีพพบว่ามีเพียงพอโดยมี อัตราส่วนต่อประชากรเท่ากับ 1 : 533 ในส่วนบุคลากรที่ยังขาดตามกรอบอัตรากำลังคือ ทันตแพทย์ อัตราส่วนต่อประชากรเท่ากับ 1 : 20,030 นักเทคนิคการแพทย์ อัตราส่วนต่อประชากรเท่ากับ 1 : 28,042 บุคลากรอื่นที่ยังขาดคือ นักโภชนาการ นักสังคมสงเคราะห์ เจ้าพนักงานสาธารณสุข

4.1.1.5 ข้อมูลสถานะทางสุขภาพ

ข้อมูลการป่วยของผู้ป่วยนอก พบว่าปี 2557 ประชากรเจ็บป่วยด้วยกลุ่มโรคระบบทางเดินหายใจมากที่สุด รองลงมาได้แก่ โรคเกี่ยวกับระบบต่อมไร้ท่อ โรคระบบกล้ามเนื้อโครงร่าง โรคระบบย่อยอาหาร ตามลำดับ สาเหตุการป่วยด้วยโรคที่ต้องเฝ้าระวัง ตามกลุ่มโรค ต่อประชากรแสนคน อันดับ 1 คือ โรคระบบทางเดินหายใจ จำนวน 59,135 คน รองลงมาคือ โรคระบบกล้ามเนื้อโครงร่าง จำนวน 46,376 คน

4.1.2 ลักษณะทางกายภาพภายในอาคารที่เป็นจุดเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร

4.1.2.1 บริเวณอาคารผู้ป่วยนอก 1 (Out Patient Department: OPD 1)

ตั้งอยู่ภายในชั้นที่ 1 ของอาคารผู้ป่วยนอก 4 ชั้น มีพื้นที่ของห้องขนาดความกว้าง 2.5 เมตร ความยาว 36 เมตร เป็นห้องตรวจวินิจฉัยโรค ที่มีผู้ป่วยมารับบริการเฉลี่ยเดือนละ 18,930 คน

ภายในห้องประกอบด้วย โต๊ะ เก้าอี้พลาสติกสำหรับผู้ป่วยและญาติที่รับบริการนั่งรอรับการตรวจโรค มีอุปกรณ์ทางการแพทย์ มีประตูเข้า-ออก 2 ทางเปิดให้บริการในเวลาราชการ เวลา 08.00-16.00 น. จำนวนผู้ป่วย ญาติผู้ป่วยที่รับบริการรวมถึงเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานอยู่ภายในห้องประมาณ 631 คนต่อวัน

4.1.2.2 บริเวณอาคารผู้ป่วยนอก 2 (Out Patient Department: OPD 2)

ตั้งอยู่ภายในชั้นที่ 2 ของอาคารผู้ป่วยนอก 4 ชั้น มีพื้นที่ของห้องขนาดความกว้าง 1 เมตร ความยาว 40.2 เมตร เป็นห้องตรวจวินิจฉัยโรค ที่มีผู้ป่วยมารับบริการเฉลี่ยเดือนละ 5,784 คน ภายในห้องประกอบด้วย โต๊ะ เก้าอี้พลาสติกสำหรับผู้ป่วยและญาติที่รับบริการนั่งรอรับการตรวจโรค มีอุปกรณ์ทางการแพทย์ มีประตูเข้า-ออก 2 ทางเปิดให้บริการในเวลาราชการ เวลา 06.00-12.00 น. จำนวนผู้ป่วย ญาติผู้ป่วยที่รับบริการรวมถึงเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานอยู่ภายในห้องประมาณ 193 คนต่อวัน

4.1.2.3 บริเวณห้องผ่าตัด (Operation room)

ตั้งอยู่ภายในชั้นที่ 4 ของอาคารรักษาพยาบาล 4 ชั้น มีพื้นที่ของห้องขนาดความกว้าง 5.4 เมตร ความยาว 6 เมตร เป็นห้องผ่าตัด 6 ห้อง บริการการผ่าตัด 5 แผนก มีประตูเข้า-ออก 2 ทางเปิดให้บริการตลอด 24 ชั่วโมง มีศัลยแพทย์ 13 คน พยาบาลส่งเครื่องมือผ่าตัด 20 คน ผู้ช่วยเหลือคนไข้ 4 คน คนงาน 4 คนผ่าตัดใหญ่เฉลี่ย 12.16 ราย/วัน ผ่าตัดเล็ก 2.64 ราย/วัน

4.2 ผลการศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร

การศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ในโรงพยาบาลอำนาจเจริญ มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจวัดหาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนาแบบภาคตัดขวาง (Cross-sectional descriptive study) เพื่อศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ในช่วงเวลา 1 ปี ตั้งแต่เดือนมีนาคม 2557 ถึง มีนาคม 2558 ที่บริเวณพื้นที่ให้บริการผู้ป่วยนอก OPD 1-2 และห้องผ่าตัดในโรงพยาบาลอำนาจเจริญ จังหวัดอำนาจเจริญ ของแต่ละฤดูกาล เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นเครื่องมือในการเก็บตัวอย่างฝุ่นเพื่อตรวจหาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร โดยใช้เครื่องเก็บตัวอย่างอากาศ (Air Sampling Pump) รุ่น AM 510 บันทึกผลในโปรแกรมเป็นรายสัปดาห์ สัปดาห์ละ 1 ครั้ง โดยเครื่องจะบันทึกปริมาณฝุ่นทุก ๆ 5 นาที ใน 1 วัน

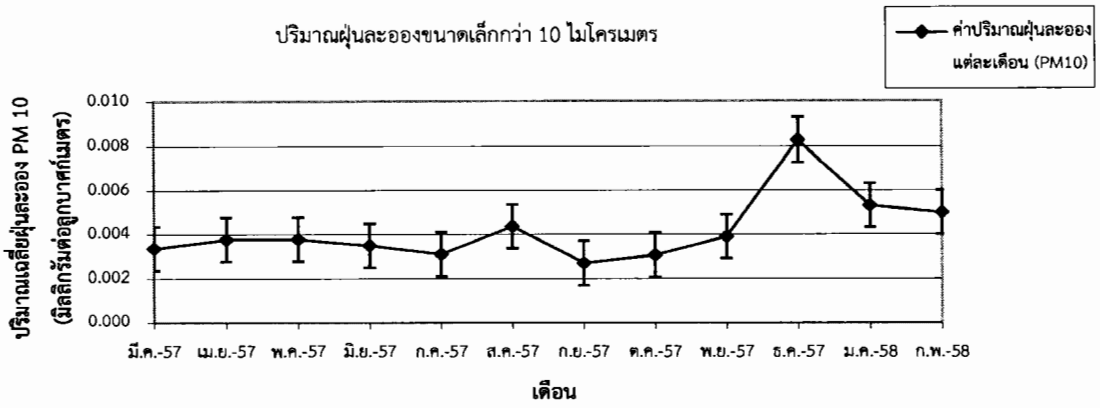
4.2.1 ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร บริเวณตึกผู้ป่วยนอก 1

การตรวจวัดปริมาณฝุ่นละออง ณ บริเวณตึกผู้ป่วยนอก 1 โดยเก็บตัวอย่างอากาศทุกวันจันทร์ของสัปดาห์ ตั้งแต่เดือนมีนาคม 2557 ถึง เดือนมีนาคม 2558 ซึ่งแต่ละครั้งที่ทำการตรวจวัดจะเก็บตัวอย่างอากาศทุก ๆ 5 นาที ตลอดระยะเวลา การทำงาน 8 ชั่วโมงใน 1 วัน แล้วหาค่าเฉลี่ยในแต่ละครั้ง รวมทั้งสิ้น 4 ครั้ง (4 สัปดาห์) พบว่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร มีค่าไม่เกินมาตรฐานที่กำหนด (5 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ปริมาณเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร บริเวณตึกผู้ป่วยนอก 1 ในแต่ละเดือน

เดือน/ปี	ค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละออง PM_{10} (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)					S.D.
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	เฉลี่ยรายเดือน	
มีนาคม 2557	0.00391	0.00388	0.00231	0.00333	0.00336±	0.00074
เมษายน 2557	0.00392	0.00392	0.00391	0.00333	0.00377±	0.00029
พฤษภาคม 2557	0.00409	0.00417	0.00287	0.00398	0.00378±	0.00061
มิถุนายน 2557	0.00392	0.00388	0.00285	0.00333	0.00349±	0.00050
กรกฎาคม 2557	0.00374	0.00358	0.00234	0.00269	0.00309±	0.00068
สิงหาคม 2557	0.00427	0.00446	0.00410	0.00463	0.00436±	0.00023
กันยายน 2557	0.00356	0.00329	0.00181	0.00204	0.00268±	0.00088
ตุลาคม 2557	0.00374	0.00358	0.00222	0.00269	0.00306±	0.00073
พฤศจิกายน 2557	0.00409	0.00417	0.00338	0.00398	0.00390±	0.00036
ธันวาคม 2557	0.00604	0.00738	0.00859	0.01108	0.00827±	0.00214
มกราคม 2558	0.00392	0.00388	0.01010	0.00333	0.00531±	0.00321
กุมภาพันธ์ 2558	0.00463	0.00504	0.00442	0.00592	0.00500±	0.00066
มีนาคม 2558	0.00445	0.00475	0.00388	0.00527	0.00459±	0.00058
เฉลี่ย	**0.00418**	**0.00430**	**0.00406**	**0.00428**	**0.00420±**	**0.00011**

เมื่อพิจารณาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ในบริเวณตึกผู้ป่วยนอก 1 แยกตามรายเดือน พบว่าเดือนมกราคม 2558 มีปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยสูงที่สุด (0.00531±0.00321 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) รองลงมาคือเดือนกุมภาพันธ์ 2558 (0.00500±0.00066 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) และเดือนมีนาคม 2558 (0.00459±0.00058 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) และปริมาณฝุ่นละอองต่ำสุดในเดือนกันยายน 2557 (0.00268±0.00088 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) เมื่อพิจารณาพบว่าเดือนกันยายน อยู่ในช่วงฤดูฝนของประเทศ (กลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม) ทำให้มีความชื้นในอากาศสูงทำให้ค่าปริมาณฝุ่นละอองต่ำกว่าฤดูอื่น ประกอบกับพื้นที่จุดบริการผู้ป่วยนอก 1 มีช่องทางการระบายอากาศ 3 ช่องทางทำให้การระบายอากาศและนำฝุ่นละอองภายในอาคารออกสู่ภายนอกอาคารได้ดี ดังภาพที่ 4.1



ค่าปริมาณฝุ่นละออง (PM_{10}) บริเวณพื้นที่ตึกผู้ป่วยนอก 1

ภาพที่ 4.1 ปริมาณเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร บริเวณตึกผู้ป่วยนอก 1 แยกตามรายเดือน

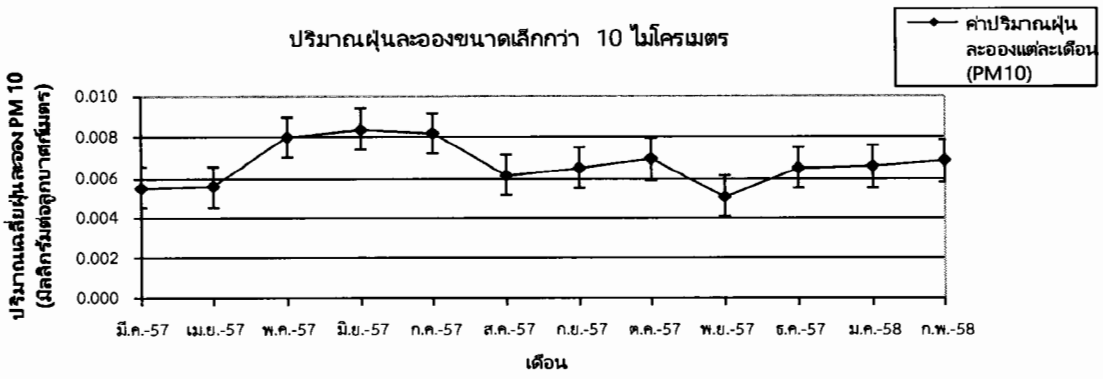
4.2.2 ปริมาณเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร บริเวณตึกผู้ป่วยนอก 2

การตรวจวัดปริมาณฝุ่นละออง ณ บริเวณตึกผู้ป่วยนอก 2 (Out Patient Department: OPD 2) โดยเก็บตัวอย่างอากาศทุกวันอังคารของสัปดาห์ ตั้งแต่เดือนมีนาคม 2557 ถึง เดือนมีนาคม 2558 ซึ่งแต่ละครั้งที่ทำการตรวจวัดจะเก็บตัวอย่างอากาศทุก ๆ 5 นาที ตลอดระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงใน 1 วัน แล้วหาค่าเฉลี่ยในแต่ละครั้ง รวมทั้งสิ้น 4 ครั้ง (4 สัปดาห์) พบว่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร มีค่าไม่เกินมาตรฐานกำหนด (5 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ปริมาณเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร บริเวณตึกผู้ป่วยนอก 2 ในแต่ละเดือน

เดือน/ปี	ค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละออง PM_{10} (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)					S.D.
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	เฉลี่ยรายเดือน	
มีนาคม 2557	0.01157	0.00594	0.00269	0.00204	0.00556±	0.00436
เมษายน 2557	0.01135	0.00569	0.00272	0.00255	0.00558±	0.00411
พฤษภาคม 2557	0.01033	0.00572	0.00334	0.01276	0.00804±	0.00428
มิถุนายน 2557	0.01031	0.00566	0.00344	0.01429	0.00842±	0.00485
กรกฎาคม 2557	0.00980	0.00469	0.00347	0.01480	0.00819±	0.00519
สิงหาคม 2557	0.00941	0.00460	0.00303	0.00766	0.00617±	0.00289
กันยายน 2557	0.00967	0.00467	0.00309	0.00868	0.00653±	0.00315
ตุลาคม 2557	0.00904	0.00472	0.00322	0.01072	0.00692±	0.00353
พฤศจิกายน 2557	0.00946	0.00463	0.00278	0.00357	0.00511±	0.00300
ธันวาคม 2557	0.01006	0.00472	0.00306	0.00817	0.00650±	0.00319
มกราคม 2558	0.00974	0.00476	0.00309	0.00868	0.00657±	0.00315
กุมภาพันธ์ 2558	0.00976	0.00472	0.00316	0.00970	0.00683±	0.00340
มีนาคม 2558	0.00838	0.00487	0.00322	0.01072	0.00679±	0.00339
เฉลี่ย	**0.00991**	**0.00503**	**0.00310**	**0.00879**	**0.00671±**	**0.00319**

เมื่อพิจารณาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ในบริเวณตึกผู้ป่วยนอก 2 แยกรายเดือน พบว่า เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557 มีปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยสูงที่สุด (0.00819±0.00485 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) รองลงมาคือเดือนกรกฎาคม 2557 (0.00819±0.00519 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ซึ่งเป็นช่วงปลายฤดูร้อน โดยปริมาณฝุ่นมากมีสาเหตุส่วนใหญ่มาจากการเผาในที่โล่ง ประกอบกับความชื้นใน บรรยากาศน้อยกว่าทุกฤดูกาลของไทย และปริมาณฝุ่นละอองต่ำสุดพบในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2557 (0.00511±0.00300 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) เมื่อพิจารณาพบว่าเดือนพฤศจิกายน เป็นช่วงปลายฤดูฝนที่ยังมีความชื้นในบรรยากาศ ทำให้ปริมาณฝุ่นละอองในอากาศค่อนข้างต่ำ ประกอบกับจำนวนผู้รับบริการผู้ป่วยนอก 2 (Out Patient Department: OPD 2) ต่ำกว่าทุกเดือนเฉลี่ยวันละ 598 คนต่อวัน ซึ่งถือว่าเป็นอีกปัจจัยในการนำฝุ่นจากภายนอกอาคารเข้าสู่ภายในอาคาร ทำให้ปริมาณฝุ่นในเดือนพฤศจิกายนมีค่าต่ำสุดต่างจากช่วงเดือนอื่นที่มีผู้รับบริการเฉลี่ยประมาณวันละ 1,014 คน/วัน ดังภาพที่ 4.2



ค่าปริมาณฝุ่นละออง (PM_{10}) บริเวณพื้นที่ตึกผู้ป่วยนอก 2

ภาพที่ 4.2 ปริมาณเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร บริเวณตึกผู้ป่วยนอก 2 แยกตามรายเดือน

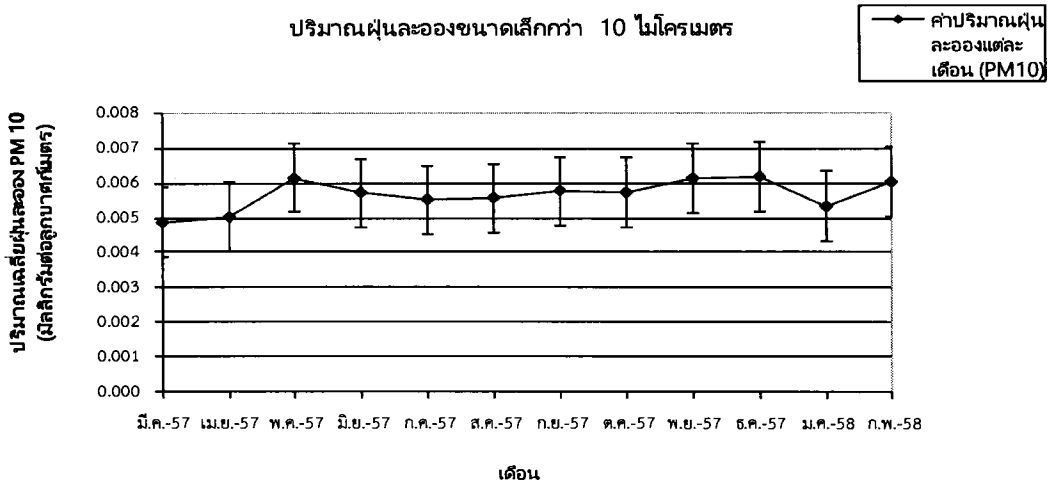
4.2.3 ปริมาณเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร บริเวณห้องผ่าตัด

การตรวจวัดปริมาณฝุ่นละออง ณ บริเวณห้องผ่าตัด (Operation Room: OR) โดยเก็บตัวอย่างอากาศทุกวันเสาร์ของสัปดาห์ ตั้งแต่เดือนมีนาคม 2557 ถึง เดือนมีนาคม 2558 ซึ่งแต่ละครั้งที่ทำการตรวจวัดจะเก็บตัวอย่างอากาศทุก ๆ 5 นาที ตลอดระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงใน 1 วัน แล้วหาค่าเฉลี่ยในแต่ละครั้ง รวมทั้งสิ้น 4 ครั้ง (4 สัปดาห์) พบว่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร มีค่าไม่เกินมาตรฐานที่กำหนด (5 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ปริมาณเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร บริเวณห้องผ่าตัดในแต่ละเดือน

เดือน/ปี	ค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละออง PM_{10} (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)					S.D.
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	เฉลี่ยรายเดือน	
มีนาคม 2557	0.00524	0.008385	0.00474	0.001146	0.00488±	0.00297
เมษายน 2557	0.005281	0.008406	0.004719	0.001708	0.00503±	0.00274
พฤษภาคม 2557	0.005198	0.008344	0.005844	0.005271	0.00616±	0.00148
มิถุนายน 2557	0.005896	0.007958	0.005031	0.003969	0.00571±	0.00169
กรกฎาคม 2557	0.005333	0.007969	0.00475	0.00399	0.00551±	0.00173
สิงหาคม 2557	0.005615	0.008146	0.004646	0.003823	0.00556±	0.00187
กันยายน 2557	0.005729	0.008052	0.004677	0.004563	0.00576±	0.00162
ตุลาคม 2557	0.005354	0.007938	0.005573	0.004031	0.00572±	0.00163
พฤศจิกายน 2557	0.005948	0.008385	0.005875	0.004406	0.00615±	0.00165
ธันวาคม 2557	0.005646	0.007885	0.005135	0.006125	0.00620±	0.00120
มกราคม 2558	0.005104	0.007719	0.004531	0.003969	0.00533±	0.00166
กุมภาพันธ์ 2558	0.006354	0.008479	0.004813	0.004479	0.00603±	0.00182
มีนาคม 2558	0.005510	0.008333	0.005792	0.003677	0.00583±	0.00192
เฉลี่ย	**0.00555**	**0.00815**	**0.00509**	**0.00394**	**0.00568±**	**0.00178**

เมื่อพิจารณาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ในบริเวณห้องผ่าตัด แยกตามรายเดือน พบว่าปริมาณฝุ่นละอองของห้องผ่าตัดยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนดและปริมาณฝุ่นละอองไม่เปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล ซึ่งในเดือนธันวาคม 2557 พบปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยสูงที่สุด (0.00620±0.00120 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) รองลงมาคือเดือนพฤษภาคม 2557 (0.00616±0.00148 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ซึ่งในเดือนพฤศจิกายน-กุมภาพันธ์ คือช่วงฤดูหนาว โดยปริมาณฝุ่นมากมีสาเหตุส่วนใหญ่จากความชื้นในบรรยากาศค่อนข้างต่ำ ทำให้ปริมาณฝุ่นละอองกระจายในบรรยากาศได้ง่าย ประกอบกับระบบระบายอากาศภายในห้องผ่าตัดยังไม่เป็นไปตามมาตรฐานเท่าที่ควร ทำให้ปริมาณอากาศหมุนเวียนภายในไม่เพียงพอก่อให้เกิดการสะสมของปริมาณฝุ่นภายในเกิดขึ้น ส่วนปริมาณฝุ่นละอองในเดือนมีนาคม 2558 มีค่าต่ำสุด (0.00488 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ซึ่งในเดือนนี้มีผู้ใช้งานห้องผ่าตัดเฉลี่ยวันละ 18 คน ซึ่งต่ำกว่าทุกเดือนที่มีค่าเฉลี่ยผู้เข้าใช้บริการห้องผ่าตัดเฉลี่ยประมาณวันละ 22 คน ประกอบกับมีการทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศของห้องผ่าตัดเพื่อรองรับการตรวจประเมินสถานพยาบาลทำให้ปริมาณฝุ่นมีค่าน้อยกว่าเดือนอื่น ดังภาพที่ 4.3



ค่าปริมาณฝุ่นละออง (PM_{10}) บริเวณพื้นที่ห้องผ่าตัด

ภาพที่ 4.3 ปริมาณเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร บริเวณห้องผ่าตัด แยกตามรายเดือน

4.2.4 ปริมาณเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร รายเดือน แต่ละฤดูกาลและแต่ละจุดตรวจ

ในแต่ละฤดูกาลของประเทศไทยโดยทั่ว ๆ ไปตามข้อมูลวิชาการกรมอุตุนิยมวิทยา สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ฤดู คือ

ฤดูร้อน เริ่มต้นประมาณกลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม

ฤดูฝน เริ่มต้นประมาณกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม

ฤดูหนาว เริ่มต้นประมาณกลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์

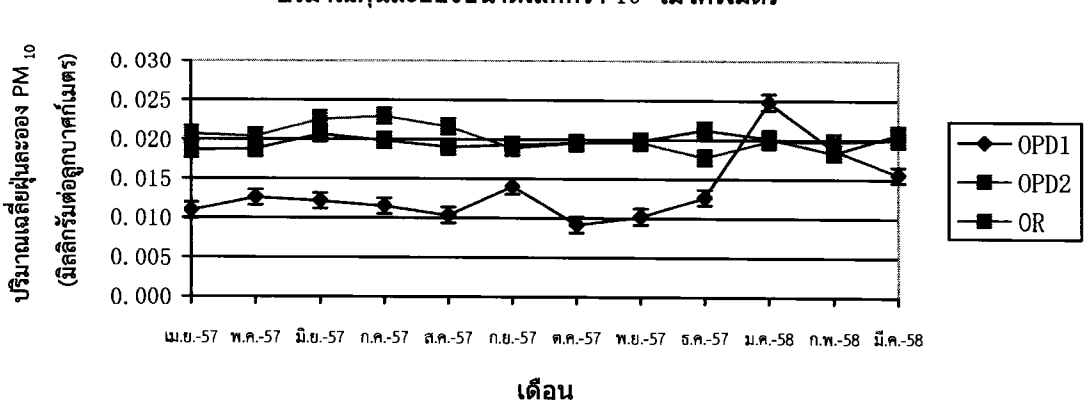
จึงได้พิจารณาค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ของแต่ละจุดตรวจทั้ง 3 จุดตรวจ พบว่าจุดที่มีปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กมากที่สุดคืออาคารผู้ป่วยนอก 2 (Out Patient Department: OPD 2) ซึ่งอยู่ชั้น 2 ของตึก พบว่ามีปริมาณฝุ่นสูงเป็นอันดับหนึ่งจากสามจุดตรวจ เนื่องจากมีช่องทางระบายอากาศให้หมุนเวียนมีเพียง 1 ช่องทาง ลักษณะอาคารตั้งอยู่ติดถนนคมนาคมซึ่งถือเป็นแหล่งกำเนิดฝุ่นที่สำคัญที่จะถูกพัดพาเข้าสู่บริเวณพื้นที่ให้บริการ ซึ่งจำนวนผู้ป่วยที่เข้ามารับบริการจำนวนมากก็มีส่วนในการนำพา ฝุ่นละอองจากภายนอกเข้าสู่อาคารได้ เนื่องจากฝุ่นที่ติดมาจากรองเท้าหรือเสื้อผ้าที่สวมใส่ และปริมาณฝุ่นมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลสูงสุดในช่วงฤดูหนาว ส่วนบริเวณบริเวณห้องผ่าตัด (Operation Room: OR) มีปริมาณฝุ่นรองเป็นอันดับสอง ซึ่งห้องผ่าตัดที่ใช้อยู่ในปัจจุบันอยู่ระหว่างการปรับปรุงแก้ไขให้เป็นไปตามมาตรฐาน จึงยังมีปริมาณฝุ่น

ค่อนข้างสูง และลักษณะทางกายภาพของอาคารห้องผ่าตัดอยู่ติดตลาดและติดถนนคมนาคมซึ่งถือว่าเป็นแหล่งกำเนิดฝุ่น ทำให้เกิดการพัดพาเข้าสู่ห้องผ่าตัดได้ง่ายและอาจมีฝุ่นผ้าที่เกิดจากชุดในการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ต้องสวมเสื้อกราวในการปฏิบัติงานตลอดเวลาและระบบระบายอากาศเดิมเป็นระบบเซ็นทรัลแอร์ขนาดใหญ่ แต่ได้ยกเลิกการใช้งานเหลือเพียงแอร์จำนวน 1 เครื่อง เท่านั้น จึงทำให้การดูดอากาศจากภายนอกเข้าภายในเพื่อให้ความดันภายในห้องผ่าตัดเป็นบวกไม่เป็นไปตามมาตรฐานของห้องผ่าตัด ทำให้เกิดการสะสมของปริมาณฝุ่นละอองภายใน และปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยต่ำสุดอยู่ที่บริเวณตึกผู้ป่วยนอก 1 (Out Patient Department: OPD 1) ซึ่งอยู่ชั้น 1 ของอาคารมีลักษณะอาคารโล่งและมีช่องทางระบายอากาศหมุนเวียนถึงสามช่องทาง ทำให้อากาศมีการถ่ายเท มีประมาณฝุ่นค่อนข้างต่ำทำให้การเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลไม่ค่อยมีผลในการสะสมของปริมาณฝุ่นภายในอาคาร อย่างไรก็ดีปริมาณฝุ่นที่ตรวจพบทั้งสามจุดตรวจมีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานตามกฎหมายกำหนดในประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับสภาพแวดล้อม (สารเคมี) ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 94 ตอน 24 วันที่ 12 กรกฎาคม 2520 ปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน10 ไมโครเมตร เฉลี่ยตลอดระยะเวลาทำงานปกติ ไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ดังตารางที่ 4.5 และภาพที่ 4.5

เมื่อพิจารณาปริมาณฝุ่นละอองในแต่ละฤดูกาล พบว่าในช่วงฤดูหนาว ระหว่างเดือนตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ จะมีปริมาณฝุ่นละอองภายในอาคารสูงสุด เนื่องจากความชื้นในบรรยากาศต่ำ มีกระแสลมแรงสามารถพัดพาฝุ่นละอองได้ง่ายและในช่วงฤดูนี้ประชาชนส่วนใหญ่จะนิยมเผาต่อซังข้าวในที่โล่ง ประกอบกับมีการเจ็บป่วยของประชาชนจากสภาพอากาศในช่วงฤดูหนาว ทำให้มีการเข้ารับบริการภายในโรงพยาบาลอำนาจเจริญเป็นจำนวนมากซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ปริมาณฝุ่นที่พบมีปริมาณสูง ส่วนปริมาณฝุ่นละอองที่พบรองลงมาคือฤดูร้อน ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม ถือว่าเป็นฤดูที่มีความชื้นในบรรยากาศต่ำ ฝุ่นละอองฟุ้งกระจายได้ง่ายและพื้นที่โรงพยาบาลอำนาจเจริญตั้งอยู่ติดถนนสายหลักของจังหวัด ซึ่งมีการคมนาคมขนส่งตลอดเวลาซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดของฝุ่นหรือเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ปริมาณฝุ่นพัดพาเข้าสู่ภายในอาคารโรงพยาบาลได้ และปริมาณฝุ่นละอองที่พบต่ำสุดคือฤดูฝน ระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม ซึ่งมีความชื้นในบรรยากาศสูง การลอยตัวหรือการฟุ้งกระจ่ายของฝุ่นน้อย จึงทำให้มีการสะสมของปริมาณฝุ่นภายในอาคารค่อนข้างต่ำในช่วงฤดูกาลนี้ แต่อย่างไรก็ตามปริมาณฝุ่นที่พบก็ยังมีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานตามกฎหมายกำหนด ดังตารางที่ 4.4 และภาพที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ปริมาณเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ทั้งสามจุดตรวจวัด

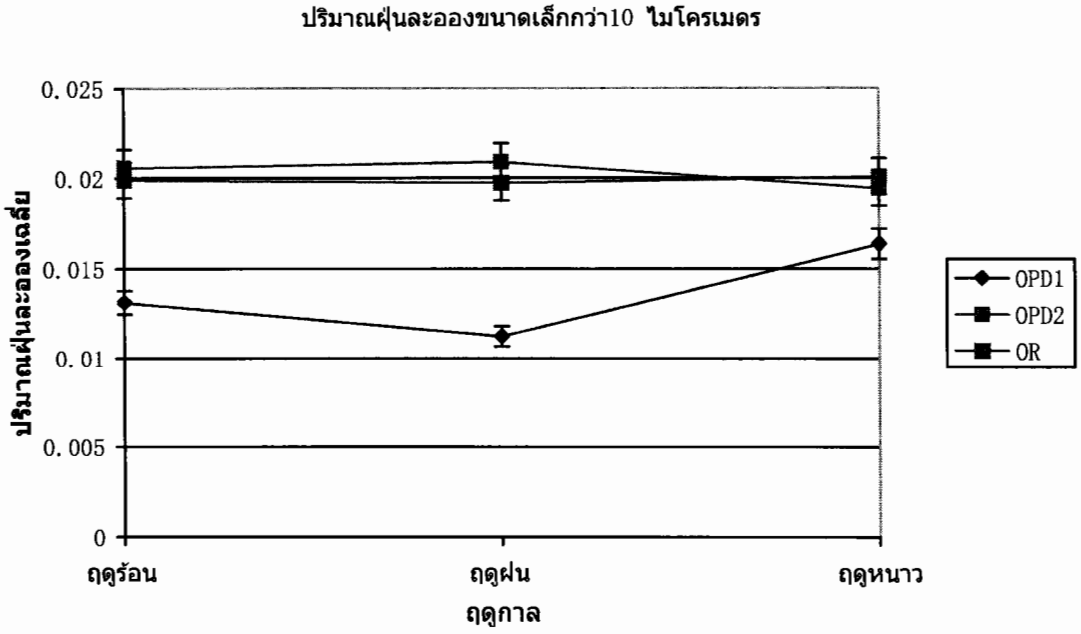
เดือน/ปี	ค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นละออง PM_{10} (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)		
	OPD1	OPD2	OR
มีนาคม 2557	0.01093±0.00074	0.02071± 0.00436	0.01865± 0.00297
เมษายน 2557	0.01258±0.00029	0.02040±0.00411	0.01883±0.00274
พฤษภาคม 2557	0.01213±0.00061	0.02259±0.00428	0.02070±0.00148
มิถุนายน 2557	0.01148±0.00050	0.02298±0.00485	0.01988±0.00169
กรกฎาคม 2557	0.01034±0.00068	0.02166±0.00519	0.01905±0.00173
สิงหาคม 2557	0.01399±0.00023	0.01896±0.00289	0.01936±0.00187
กันยายน 2557	0.00918±0.00088	0.01960±0.00315	0.01960±0.00162
ตุลาคม 2557	0.01021±0.00073	0.01966±0.00353	0.01987±0.00163
พฤศจิกายน 2557	0.01263±0.00036	0.01776±0.00300	0.02131±0.00165
ธันวาคม 2557	0.02477±0.00214	0.01989±0.00319	0.02020±0.00120
มกราคม 2558	0.01873±0.00321	0.01976±0.00315	0.01835±0.00166
กุมภาพันธ์ 2558	0.01557±0.00066	0.02006±0.00340	0.02077±0.00182
มีนาคม 2558	0.01439±0.00058	0.01914±0.00339	0.02055±0.00192
เฉลี่ย	**0.01361±0.00011**	**0.02024±0.00319**	**0.01978±0.00178**



ภาพที่ 4.4 ปริมาณเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ทั้งสามจุดตรวจวัด

ตารางที่ 4.5 ปริมาณเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร แต่ละฤดูกาล

ลำดับ	ฤดูกาลของไทย	ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)			เฉลี่ยทั้ง 3 จุด	S.D.
		OPD1	OPD2	OR		
1	ฤดูร้อน (ก.พ.–พ.ค.)	0.01312±0.00185	0.02058±0.00127	0.01990±0.00106	0.017867±	0.00412
2	ฤดูฝน (พ.ค.–ต.ค.)	0.01122±0.00170	0.02091±0.00172	0.01974±0.00057	0.017291±	0.00528
3	ฤดูหนาว (ต.ค.–ก.พ.)	0.01638±0.00567	0.01943±0.00094	0.02010±0.00112	0.018640±	0.00198
	เฉลี่ยรวม 3 ฤดูกาล	**0.01357±0.00261**	**0.02030±0.00077**	**0.01991±0.00017**	**0.017931±**	**0.00377**



ภาพที่ 4.5 ปริมาณเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร แต่ละฤดูกาลทั้ง 3 จุดตรวจวัด

บทที่ 5
สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

การศึกษาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ในโรงพยาบาลอำนาจเจริญ มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจวัดหาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ในช่วงเวลา 1 ปี ตั้งแต่เดือนมีนาคม 2557 ถึง มีนาคม 2558 บริเวณพื้นที่ให้บริการผู้ป่วนนอก OPD 1-2 และห้องผ่าตัดใน โรงพยาบาลอำนาจเจริญ จังหวัดอำนาจเจริญ โดยเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นเครื่องมือในการเก็บตัวอย่างฝุ่นเพื่อตรวจหาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร โดยใช้เครื่องเก็บตัวอย่างอากาศ (Air Sampling Pump) รุ่น AM 510 สรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาปริมาณฝุ่นละอองในพื้นที่ บริเวณตึกผู้ป่วยนอก 1 บริเวณตึกผู้ป่วยนอก 2 และบริเวณห้องผ่าตัด พบว่าปริมาณฝุ่นละอองที่ตรวจวัดได้ด้วยเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศ (Air Sampling Pump) รุ่น AM 510 ในแต่ละวันของจุดตรวจแต่ละจุดมีค่าไม่เกินมาตรฐานที่กำหนด กล่าวคือ ปริมาณฝุ่นละอองมีค่าไม่เกิน 0.12 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในชั่วโมงการทำงาน 24 ชั่วโมง ซึ่งถือได้ว่าเป็นคุณภาพอากาศที่ยอมรับได้ตามมาตรฐานของกรมควบคุมพิษ ซึ่งสรุปปริมาณฝุ่นละอองในแต่ละจุดตรวจได้ดังนี้

ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ในบริเวณตึกผู้ป่วยนอก 1 แยกตามรายเดือน พบว่า เดือนธันวาคม พ.ศ. 2557 มีปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยสูงที่สุด (0.02477 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร) รองลงมาคือเดือนมกราคม พ.ศ. 2558 (0.01873 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร) และเดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 (0.01557 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร) และปริมาณฝุ่นละอองต่ำสุดในเดือนกันยายน พ.ศ. 2557 (0.00918 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร) เมื่อพิจารณาพบว่าเดือนกันยายน อยู่ในช่วงฤดูฝนของประเทศไทย ระหว่างเริ่มต้นประมาณกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม ที่ถือว่าเป็นฤดูกาลที่มีคุณภาพอากาศที่ดีที่สุด

ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ในบริเวณตึกผู้ป่วยนอก 2 แยกรายเดือน พบว่า เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557 มีปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยสูงที่สุด (0.02298 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร) รองลงมาคือเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2557 (0.02259 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร) ช่วงปลายฤดูร้อน ซึ่งปริมาณฝุ่นมากมีสาเหตุส่วนใหญ่มาจาการเผาในที่โล่งประกอบกับความชื้นในบรรยากาศน้อยกว่าทุกฤดูกาลของไทย และปริมาณฝุ่นละอองต่ำสุดในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2557 (0.01776 มิลลิกรัม/

ลูกบาศก์เมตร) เมื่อพิจารณาพบว่าเดือนพฤศจิกายน เป็นช่วงปลายฤดูฝนที่ยังมีความชื้นในบรรยากาศ ทำให้ปริมาณฝุ่นละอองในอากาศค่อนข้างต่ำ ประกอบกับจำนวนผู้รับบริการผู้ป่วยนอก 2 ต่ำกว่าทุกเดือนเฉลี่ยวันละ 598 คนต่อวัน ซึ่งถือว่าเป็นอีกปัจจัยในการนำฝุ่นจากภายนอกอาคารเข้าสู่ภายในอาคาร ทำให้ปริมาณฝุ่นในเดือนพฤศจิกายนมีค่าต่ำสุดต่างจากซึ่งช่วงเดือนอื่นที่มีผู้รับบริการเฉลี่ยประมาณวันละ 1,014 คน/วัน

ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร ในบริเวณห้องผ่าตัด แยกตามรายเดือน พบว่าปริมาณฝุ่นละอองของห้องผ่าตัดในแต่ละเดือนค่อนข้างไม่คงที่ตามฤดูกาลเนื่องจากลักษณะห้องและความดันบรรยากาศภายในห้องยังเป็นลบหรือยังไม่เป็นไปตามมาตรฐาน ซึ่งอยู่ระหว่างการของบประมาณในการปรับปรุงแก้ไขระบบ และในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2557 พบปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยสูงที่สุด (0.02131 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร) รองลงมาคือเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2558 (0.02077 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร) จากข้อมูลในระบบ HOSXP ของโรงพยาบาลอำนาจเจริญพบว่าในช่วงเดือนนี้มีผู้เข้ารับบริการห้องผ่าตัดสูงกว่าทุกเดือน จึงทำให้ปริมาณฝุ่นละอองเฉลี่ยค่อนข้างสูง แต่การเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาลไม่มีผลต่อปริมาณฝุ่นละอองในห้องผ่าตัด ประกอบกับระบบระบายอากาศภายในห้องผ่าตัดยังไม่เป็นไปตามมาตรฐานเท่าที่ควรทำให้ปริมาณอากาศหมุนเวียนภายในไม่เพียงพอ ก่อให้เกิดการสะสมของปริมาณฝุ่นภายในเกิดขึ้น ส่วนปริมาณฝุ่นละอองในเดือนมกราคม 2558 มีค่าต่ำสุด (0.01835 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร) ซึ่งในเดือนนี้มีผู้ใช้งานห้องผ่าตัดเฉลี่ยวันละ 18 คน ซึ่งต่ำกว่าทุกเดือนที่มีค่าเฉลี่ยผู้เข้าใช้บริการห้องผ่าตัดเฉลี่ยประมาณวันละ 22 คน ประกอบกับมีการทำความสะอาดเครื่องปรับอากาศของห้องผ่าตัดเพื่อรองรับการตรวจประเมินสถานพยาบาลในเดือนนี้ด้วย

5.2 ข้อเสนอแนะทั่วไป

5.3.1 ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร มีค่าเฉลี่ยไม่เกินเกณฑ์ค่ามาตรฐานที่กฎหมายกำหนด แต่หากได้รับปริมาณฝุ่นเข้าสู่ร่างกายเป็นระยะเวลานานก็จะส่งผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจเกิดปัญหาสุขภาพแก่ประชาชนโดยเฉพาะผู้ที่มีระบบภูมิคุ้มกันต่ำหรือกลุ่มเสี่ยงดังนั้นควรให้ความสำคัญและให้การเฝ้าระวังโดยการจัดระเบียบพื้นที่ภายในโรงพยาบาลเพื่อง่ายต่อการควบคุมมลพิษทางอากาศ เพื่อป้องกันและลดการกระจายของฝุ่นละออง

5.3.2 ควรมีเครื่องดูดอากาศเพื่อดูดฝุ่น ควัน และกลิ่น ออกสู่อากาศภายนอก เพื่อไม่ให้ส่งผลกระทบแก่ผู้มาใช้บริการในโรงพยาบาล

5.3.3 ส่งเสริมพฤติกรรมด้านการป้องกันตนเองของผู้ให้บริการและผู้รับบริการจากปัญหาฝุ่นละอองและและพฤติกรรมด้านการดูแลสุขภาพที่ถูกต้อง เช่น การใส่หน้ากากหรือการปิดปากและจมูกในบริเวณที่มีฝุ่นละออง การทำความสะอาดที่ทำงานให้สะอาดปราศจากปัญหาฝุ่นละออง เป็นต้น

5.3 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

5.3.1 ควรมีการศึกษาถึงสภาวะการเกิดโรคที่มีสาเหตุจากฝุ่นละออง

5.3.2 ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับการรับรู้ภาวะเสี่ยงอันตรายจากฝุ่นละอองในสิ่งแวดล้อม และพฤติกรรมการป้องกันของผู้ใช้บริการในโรงพยาบาล

5.3.3 ควรมีการศึกษาแหล่งกำเนิดของการเกิดฝุ่นในแต่ละพื้นที่และจำแนกประเภทต่อไป

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. "รู้คุณภาพอากาศผ่านจอแสดงผล", **ข่าวสารอากาศและเสียง**. 5(1): 2-16, 2555.

กระทรวงมหาดไทย. **เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม (สารเคมี)**. ประกาศกระทรวงมหาดไทย. 12 กรกฎาคม, 2520.

กลิ่นประทุม ปัญญาปิง และคณะ. "**การศึกษาการปนเปื้อนของฝุ่นละอองรวมภายในและภายนอกอาคาร**", วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี). 6(11): 1-15, 2557.

จักรกฤษณ์ ศิวะเดชาเทพ. **เอกสารประกอบการสอนวิศวกรรมพื้นฐาน**. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2551.

ชัชชล วิญญารัตน์ และคณะ. **รายงานปริมาณฝุ่นรวมภายในโรงอาหารและศูนย์อาหารโดยรอบมหาวิทยาลัยขอนแก่น**. ขอนแก่น: ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553.

นพภาพร พานิช. **ตำราระบบบำบัดมลพิษอากาศ**. กรุงเทพฯ: กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2547.

พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พุทธศักราช 2535. **ราชกิจจานุเบกษา**. หมวด 4 การควบคุมมลพิษ. ส่วนที่ 4 มลพิษทางอากาศและเสียง. หน้า 1-2. 29 มีนาคม, 2535.

โรงพยาบาลอำนาจเจริญ. **Hospital Profile โรงพยาบาลอำนาจเจริญ**. อำนาจเจริญ: โรงพยาบาลอำนาจเจริญ, 2558.

วงศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์ และคณะ. **มลภาวะอากาศ**. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.

สมชัย บวรกิตติ และปฐม สวรรค์ปัญญาเลิศ. "**ภาวะมลพิษทางอากาศในอาคารสาธารณะในประเทศไทย**", วารสารวิชาการกระทรวงสาธารณสุข. 9(1): 46-52, 2543.

สร้อยสุดา เกสรทอง. **โรคจากการทำงานในตึก**. กรุงเทพฯ: บริษัท ก.พล (1996) จำกัด, 2549.

สสิธร เทพตระการพร. "การส่งเสริมสุขภาพในสถานประกอบการ", **วารสารการส่งเสริมสุขภาพและอนามัยสิ่งแวดล้อม**. 25(4): 37-44, 2545.

สิทธิชัย พิมลศรี และ ภวัต อารินทร์. **สถานการณ์ปัญหาฝุ่นละอองในบรรยากาศและผลกระทบต่อสุขภาพประชาชนในจังหวัดลำปาง**. พะเยา: มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2553.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

สุชาติ เกียรติวัฒนเจริญ. **เรื่องมลพิษทางอากาศฝุ่นละอองขนาดเล็ก**. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2555.

Jinsart, W., Tamura, K., et al. Roadside particulate air pollution in Bangkok. **Air & Waste Management Association**. 52(2): 1102-1110, 2002.

Londahl, J. et al. "Aset-upforfield studies of respiratory tract deposition of fine and ultrafine particles in humans", **J Aerosol Sci**. 37(9):1152–63, 2006.

NIOSH. **NIOSH manual of analytical methods**. Ohio: DHHS (NIOSH), 1994.

ภาคผนวก

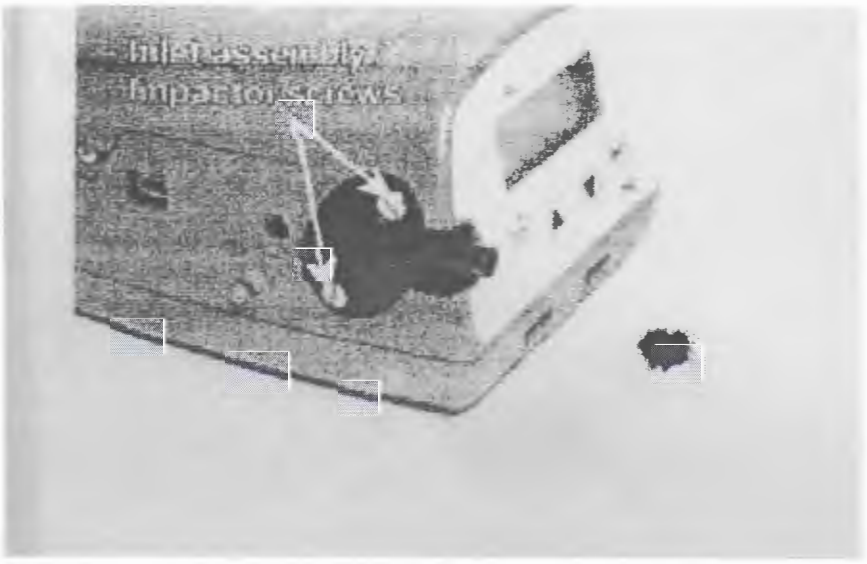
ภาคผนวก ก
การใช้งานเครื่องมือ AM 510

การใช้งาน Impactors

ในการตรวจวัดสามารถเลือกตรวจวัดฝุ่นได้หลายขนาดคือ PM1.0, PM2.5 and PM10 ซึ่งในการทำงานประกอบไปด้วย 2 ส่วนคือ Inlet และ Impactorโดยมีขั้นตอนการประกอบดังนี้

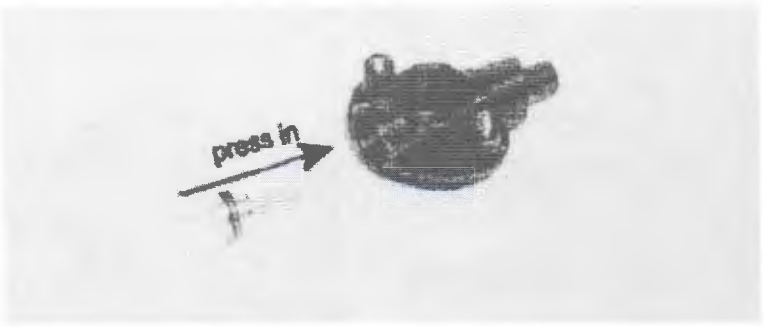
ภาพที่ ก.1 Inlet และ Impactor

(1) ถอดImpactorออกจากตัวเครื่องโดยใช้ไขควงในการไข



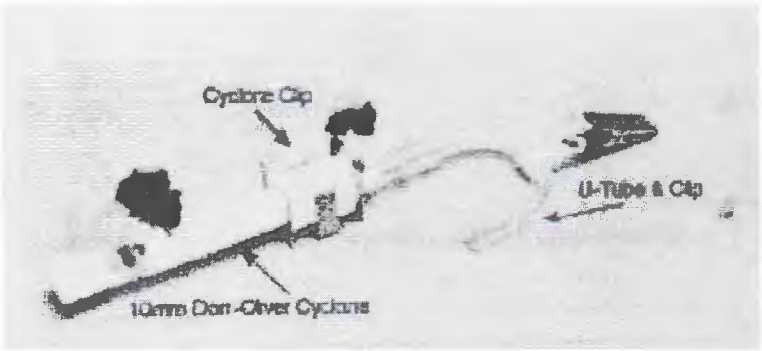
ภาพที่ ก.2 ถอดImpactor

(2) จากนั้น Impactors เข้าไปดังรูป แล้วประกอบเข้ากับตัวเครื่องตามเดิม เพื่อทำการตรวจวัด



ภาพที่ ก.3 ประกอบ Impactor

นอกจากการใช้ Impactors แล้วสามารถต่อกับ Cyclone เพิ่มเพื่อทำการ Cut point ที่ 4 ไมครอนได้เพิ่มเติม



ภาพที่ ก.4 Impactors ต่อกับ Cyclone

(1) เมื่อตั้งเวลาเรียบร้อยแล้ว กดปุ่ม ◁ เพื่อย้อนกลับสู่ Setup Menu และ Main Menu

(2) ทำเช่นเดียวกันกับการตั้งวันที่

การใช้งานเครื่องมือ

เครื่องใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ได้ 4 ชนิด คือ แบตเตอรี่อัลคาไลน์ (Alkaline Battery Pack) แบตเตอรี่ประจุไฟใหม่ได้ (NiMH Rechargeable Battery Pack) ขนาด 1650 mAH และ 2700 mAH

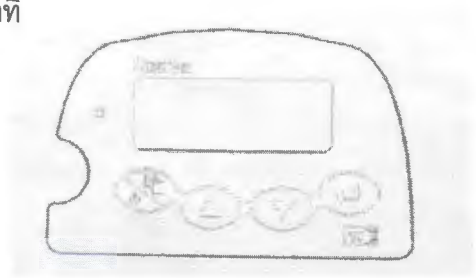
ตารางที่ ก.1 Battery Information

Battery Option	Charge Time*	Intrinsically Safe	CSA Rating
1650 mAH NiMH Pack (P/N 801724)	3.5 hours	Yes**	Exia T2A/ Class l Groups A, B, C, D
2700 mAH NiMH Pack (P/N 801722)	5.5 hours	Yes**	Exia T2C/ Class 1 Groups A, B, C, D
6-Cell AA-size Pack (P/N 801708)	N/A	No	N/A

*Of a full depleted battery **All dust plugs and gaskets must be installed

ปุ่มการทำงานเครื่องมือ

การเปิด – ปิด เครื่องมือ กดปุ่ม ที่หน้าจอจะแสดง Model, Serial Number, Firmware version และ ระยะเวลาการใช้งานของแบตเตอรี่ที่เหลืออยู่ จากนั้นจะเข้าสู่หน้าจอ Mode/MAIN MENU

	ปุ่มเปิด – ปิดเครื่อง โดยในการปิดเครื่องให้กดปุ่มค้างไว้ 3 วินาที  และปล่อยเมื่อตัวเลขนับถอยหลังถึง “0 SECONDS”
	ใช้ในการย้อนกลับสู่ MENU ก่อนหน้า
↵	ใช้ในการเข้าสู่ MENU หรือเพื่อการยืนยันค่าต่างๆ
▲ ▼	ใช้ในการเพิ่ม/ลดค่า และใช้ในการเลื่อน MENU และกรณีที่ต้องการล็อคปุ่มให้กดปุ่ม ค้างไว้

ภาพที่ ก.5 ปุ่มการทำงานเครื่องมือ

การตั้งเวลา / วันที่ ของเครื่องมือ

(1) เปิดเครื่อง AM 510 โดยกดปุ่ม

(2) กดปุ่ม เพื่อเข้าสู่ Main Menu

(3) จากนั้นเลือก Setup Menu โดยใช้ ▲ ▼ ในการเลื่อนขึ้น – ลง และกดปุ่มเมื่อต้องการเข้าสู่ Menu

(4) จากนั้น เลือก Time/Date Menu และใช้ ▲ ▼ การเพิ่ม/ลด เวลาที่ต้องการเมื่อตั้งเวลา

(5) เสร็จเรียบร้อย กดปุ่ม

Clear Memory

ใช้ในกรณีที่ต้องการลบข้อมูลในกรณีที่เก็บตัวอย่างแบบ Manual Log และ Run Program มีขั้นตอนดังนี้

(1) กด Enter เข้ามาที่ Set Up ▲ ▼ เข้า Clear Memory กด ↵

(2) จากนั้นที่หน้าจอจะปรากฏ CONFIRM CLR PRESS ENTER กด ↵ เพื่อทำการลบข้อมูลทั้งหมด

(3) หน้าจอจะปรากฏ Memory Cleared และย้อนกลับไปที่ MAIN MENU ▲ ▼ / Clear Log Data Log Interval

การปรับตั้งค่า Log Interval จะเป็นการปรับสำหรับ Run Manual ในกรณีตั้งเป็นโปรแกรมให้ทำการตั้งค่าจากตัว Software เมื่อต้องการตั้งค่ากด ▲ ▼ เพื่อเลือก แล้วกด Enter

Time Constant

เป็นการตั้งค่าเฉลี่ยในการแสดงผลบนหน้าจอ (Moving Average) เมื่อต้องการตั้งค่า กด ▲ ▼ เพื่อเลือก แล้วกด Enter

Adjust Flow

การปรับตั้งค่าอัตราการไหลให้เข้ามาที่ Main Menu/Setup Menu/Adjust Flow ตามลำดับ เมื่อกด Enter จะเริ่มปรับ Flow Rate โดยการกด ▲ ▼ เพื่อทำการปรับตั้งค่าได้โดยต้องมี Calibrator เป็นตัวอ่าน Enter เมื่อได้อัตราการไหลที่ต้องการ

Statistics

จาก Statistics ให้เข้ามาที่ Main Menu/Setup Menu/Statistics กด Enter โดยสามารถดูค่า

(1) Max: Maximum concentration value recorded (mg/m^3)

(2) Min: Minimum concentration value recorded (mg/m^3)

(3) Avg: Average of recorded concentration value (mg/m^3)

โดยใช้ ▲ ▼ ในการเลื่อนเมนูย่อย และกด ↵ เพื่อเข้าสู่เมนูย่อยที่ต้องการ โดยแต่ละเมนูย่อยมีการทำงานดังนี้

Data Log

มี Sub menu ดังนี้ โดยใช้ ▲ ▼ ในการเลื่อนเมนูย่อย และกด ↵ เพื่อเข้าสู่เมนูย่อยที่ต้องการ

(1) Run Manual

(2) Run Prog 1

(3) Run Prog 2

Run Manual เครื่องจะเริ่มทำการเก็บข้อมูลทันทีเมื่อกด และจะหยุดเก็บข้อมูลเมื่อกด Enter หรือ PAGE เครื่องจะถามว่าต้องการให้หยุดการเก็บข้อมูลหรือเปล่า ซึ่งเราสามารถเลือกที่จะเก็บข้อมูลต่อได้โดยการกดที่ PAGE

เมื่อทำการหยุดเก็บตัวอย่างเครื่องจะแสดงค่าสูงสุด, ต่ำสุด, ค่าเฉลี่ย, 8-hour TWA, ระยะเวลาการเก็บข้อมูล

Run Prog 1 และ Run Prog2เราสามารถตั้งค่าการเก็บข้อมูลใน Prog 1 และ 2 ได้จาก Software

ในระหว่างการเก็บข้อมูล สามารถกดขึ้นหรือลงเพื่อดูค่าต่างๆ ต่อไปนี้ได้ แบตเตอรี่ 8-hour TWA ระยะเวลาการเก็บข้อมูล เวลาปัจจุบัน Logging Interval

Setup Menu

เราสามารถปรับตั้งการทำงานของเครื่องมือได้ตาม Menu ย่อยดังนี้ :

Time/Date, Clear Memory, Log Interval, Time Constant, Cal Factor, Adjust Flow

Time/Date :ให้ทำการตั้งค่าผ่าน TrakPro Software

- TWA : 8-hour time-weighted average (mg/m^3)
- Time : Elapsed time of test

ZERO CAL

(1) ต่อ ZERO FILTER เข้าสู่ตัวเครื่อง

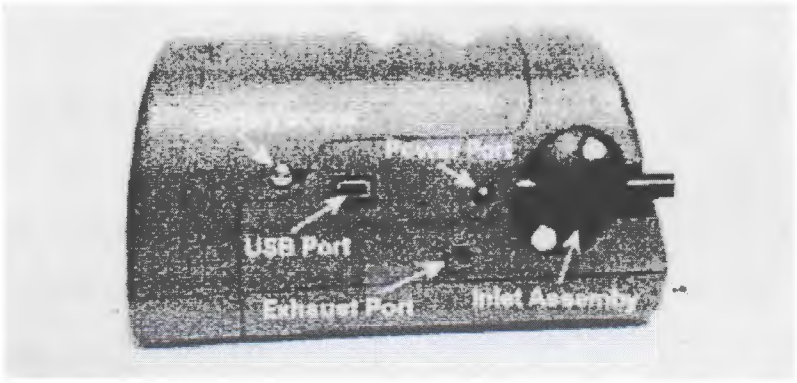
(2) เข้าสู่ Main menu และ Zero Cal กด Enter เครื่องจะเริ่มนับถอยหลังจาก 60 ถึง 0 จากนั้นหน้าจอจะแสดงคำว่า Cal complete แล้วย้อนกลับสู่ Main Menu

การลงโปรแกรม TrakPro Data Analysis Software

เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการ download ข้อมูลและทำ report ข้อมูลที่ได้จากเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศ SP530 และ SP730 โดยคอมพิวเตอร์ที่จะใช้งานร่วมกับ Software จะต้องใช้ระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows และจะต้องมี port USB เท่านั้น

ภาพที่ ก.6 เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการ download

รายละเอียดเครื่อง AM 510



ภาพที่ ก.7 รายละเอียดเครื่อง AM 510

Battery Screw ไขน็อต2 ตัวออกเพื่อทำการเปลี่ยน battery pack

Power Port ช่องสำหรับเสียบสายชาร์จแบตเตอรี่หรือเมื่อต้องการใช้ไฟตรง

Exhaust Port เป็นช่องอากาศออก

ภาคผนวก ข

ประกาศกระทรวงมหาดไทย

เรื่องความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับสภาพแวดล้อม (สารเคมี)

ประกาศกระทรวงมหาดไทย

เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม

(สารเคมี)

อาศัยอำนาจตามความในข้อ2 (7) แห่งประกาศของคณะปฏิวัติฉบับที่ 103 ลงวันที่16 มีนาคม 2515 กระทรวงมหาดไทยจึงกำหนดสวัสดิการเกี่ยวกับสุขภาพอนามัยและความปลอดภัยสำหรับลูกจ้างไว้ดังต่อไปนี้

<u>ความทั่วไป</u>

ข้อ1 ในประกาศนี้

“เส้นใย” หมายความว่า สารที่มีลักษณะเหนียวและยาวคล้ายเส้นด้าย มีต้นกำเนิดจาก แร่ พืช สัตว์ หรือใยสังเคราะห์

“ฝุ่น” หมายความว่า อนุภาคของของแข็งที่สามารถฟุ้งกระจาย ปลิว หรือลอยอยู่ในอากาศได้

“ละออง” หมายความว่า อนุภาคของของเหลวที่สามารถลอยอยู่ในอากาศได้

“ฟูม” หมายความว่า อนุภาคของของแข็งที่เกิดขึ้นจากการรวมตัวของไอของสารและสามารถลอยอยู่ใน อากาศได้

“แก๊ส” หมายความว่า ของไหลมีปริมาตรหรือรูปทรงไม่แน่นอนที่สามารถฟุ้ง กระจาย และเปลี่ยนสภาพ เป็นของเหลวหรือของแข็งได้ โดยการเพิ่มความดันหรือลดอุณหภูมิ

“ไอเคมี”หมายความว่า ไอที่เกิดขึ้นจากสารเคมีที่เป็นของเหลวหรือของแข็งในสภาวะปกติ

“นายจ้าง” หมายความว่า ผู้ซึ่งตกลงรับลูกจ้างเข้าทำงานโดยจ่ายค่าจ้างให้ และหมายความรวมถึงผู้ซึ่งได้รับมอบหมายให้ทำงานแทนนายจ้าง ในกรณีที่นายจ้างเป็นนิติบุคคล หมายความว่าผู้มีอำนาจกระทำการแทน นิติบุคคลนั้น และหมายความรวมถึงผู้ซึ่งได้รับมอบหมายให้ทำงานแทนผู้มีอำนาจกระทำการแทนนิติบุคคล

“ลูกจ้าง” หมายความว่า ผู้ซึ่งตกลงทำงานให้แก่นายจ้างเพื่อรับค่าจ้างไม่ว่าจะเป็นผู้รับค่าจ้างด้วยตนเอง หรือไม่ก็ตามและหมายความรวมถึงลูกจ้างประจำและลูกจางชั่วคราวแต่ไม่รวมถึงลูกจ้างซึ่งทำงานเกี่ยวกับงานบ้าน

“ลูกจ้างประจำ” หมายความว่า ลูกจางซึ่งนายจ้างตกลงจ้างไว้เป็นการประจำ

“ลูกจ้างชั่วคราว” หมายความว่า ลูกจางซึ่งนายจ้างตกลงจ้างไว้ไม่เป็นการประจำ เพื่อทำงานอันมีลักษณะ เป็นครั้งคราว เป็นการจร หรือเป็นไปตามฤดูกาล

หมวด 1

<u>สารเคมี</u>

ข้อ 2 ตลอดระยะเวลาทำงานปกติภายในสถานที่ประกอบการที่ให้ลูกจ้างทำงานจะมีปริมาณความเข้มข้น ของสารเคมีในบรรยากาศของการทำงานโดยเฉลี่ยเกินกว่าที่กำหนดไว้ในตารางหมายเลข 1 ท้ายประกาศนี้มิได้

ข้อ 3 ไม่ว่าระยะเวลาใดของการทำงานปกติหามมิให้นายจ้างให้ลูกจ้างทำงานในที่ที่มีปริมาณความเข้มข้นของสารเคมีเกินกว่าที่กำหนดไว้ในตารางหมายเลข 2 ท้ายประกาศนี้

ข้อ 4 หามมิให้นายจ้างให้ลูกจ้างทำงานในที่ที่มีปริมาณความเข้มข้นของสารเคมีเกินกว่าที่กำหนดไว้ใน *ตา*รางหมายเลข 3 ทายประกาศนี้

ข้อ 5 หามมิให้นายจ้างให้ลูกจ้างทำงานในที่ที่มีปริมาณฝุ่นแร่ในบรรยากาศของการทำงานตลอดระยะเวลา การทำงานปกติโดยเฉลี่ยเกินกว่าที่กำหนดไว้ในตารางหมายเลข 4 ท้ายประกาศนี้

ข้อ 6 ภายในสถานที่ประกอบการที่มีการใช้สารเคมีที่กำหนดไว้ในตารางหมายเลข 1, 2, 3 หรือ 4 ซึ่งสภาพของการใช้นั้นอาจเป็นอันตรายต่อผู้ใช้หรือผู้อยู่ใกล้เคียง ให้นายจ้างจัดห้องหรืออาคารสำหรับการใช้สารเคมีไว้โดยเฉพาะ

ข้อ 7 ในกรณีที่ภายในสถานที่ประกอบการที่มีสารเคมีหรือฝุ่นแร่ฟุ้งกระจายสู่บรรยากาศของการทำงาน เกินกว่าที่กำหนดไว้ในตารางหมายเลข 1, 2, 3, หรือ 4 ให้นายจ้างดำเนินการแก้ไขหรือปรับปรุงเพื่อลดความเข้มข้นของสารเคมีหรือปริมาณฝุ่นแร่มิให้เกินกว่าที่กำหนดไว้ในตารางดังกล่าวแล้ว หากแก้ไขหรือปรับปรุงไม่ได้นายจ้างจะต้องจัดให้ลูกจ้างสวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ในหมวด 2 ตลอดเวลาที่ลูกจ้างทำงานเกี่ยวกับสารเคมีที่มีลักษณะหรือปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพร่างกายของลูก จ้างดังต่อไปนี้

(1) ฝุ่นละออง ฟูม แก๊ส หรือไอเคมีต้องสวมใส่ที่กรองอากาศหรือเครื่องช่วยหายใจที่เหมาะสม

(2) สารเคมีในรูปของของเหลวที่เป็นพิษ ต้องสวมใส่ถุงมือยาง รองเท้าพื้นยางหุ้มแข็ง กระบังหน้าชนิดใสและที่กันสารเคมีกระเด็นถูกร่างกาย

(3) สารเคมีในรูปของของแข็งที่เป็นพิษ ต้องสวมใส่ถุงมือยางและรองเท้าพื้นยางหุ้มส้น

หมวด 2

<u>มาตรฐานเกี่ยวกับอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล</u>

ข้อ 8 ถุงมือยางต้องทำด้วยยางหรือวัตถุอื่นที่คล้ายกัน มีความยาวหุ้มถึงข้อมือ มีลักษณะใช้สวมกับนิ้วมือได้ทุกนิ้ว มีความเหนียวไม่ฉีกขาดง่าย สามารถกันน้ำและสารเคมีได้

ข้อ 9 รองเท้ายางหุ้มแข้งต้องทำด้วยยางหรือยางผสมวัตถุอื่น เมื่อสวมแล้วมีความสูงไม่น้อยกว่าครึ่งแข้งไม่ฉีกขาดง่าย สามารถกันน้ำและสารเคมีได้

ข้อ 10 กระบังหน้าชนิดใส ตัวกระบังต้องทำด้วยพลาสติกใสหรือวัตถุอื่นที่มีลักษณะคล้ายกันมองเห็นได้ ชัด สามารถป้องกันอันตรายจากสารเคมีกระเด็นหรือหกรดและทนแรงกระแทกได้ ตัวกรอบต้องมีน้ำหนัก

เบาและต้องไม่ติดไฟง่าย

ข้อ 11 ที่กรองอากาศสำหรับใช้ครอบจมูกและปากกันสารเคมี ต้องสามารถลดปริมาณความเข้มข้นของสารเคมีมิให้เกินกว่าที่กำหนดไว้ในตารางหมายเลข 1, 2 และ 3

ข้อ 12 ที่กรองอากาศสำหรับใช้ครอบจมูกและปากกันฝุ่นแร่ ต้องสามารถลดปริมาณฝุ่นแร่มิให้เกินกว่าที่กำหนดไว้ในตารางหมายเลข 4

ข้อ13 เครื่องช่วยหายใจที่ใช้กับ ฟูม แก๊ส หรือไอเคมี ต้องเป็นแบบหน้ากากครอบเต็มหน้าประเภทที่มีถังอากาศสำหรับหายใจอยู่ในตัวหรือประเภทที่มีท่ออากาศต่อมาจากที่อื่น

ข้อ14 ที่กันอันตรายจากสารเคมีกระเด็น ตองทำด้วยผ้าพลาสติก หนัง หนังเทียม หรือวัตถุอื่นที่สามารถกันอันตรายจากสารเคมีได้

หมวด 3

เบ็ดเตล็ด

ข้อ 15 ข้อกำหนดเกี่ยวกับสุขภาพอนามัยและความปลอดภัยที่กำหนดไว้ในประกาศนี้เป็นมาตรฐานขั้นต่ำที่จะต้องปฏิบัติเท่านั้น

ข้อ 16 งานใดที่มีลักษณะไม่เหมาะสมแก่การที่จะให้ลูกจ้างใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล ดังที่ระบุไว้ในประกาศนี้ นายจ้างอาจผ่อนผันให้ลูกจ้างระงับการใช้อุปกรณนั้นเฉพาะการปฏิบัติงานในลักษณะ เช่นว่านั้นเป็นการชั่วคราวได้

ข้อ 17 ในกรณีที่พนักงานเจ้าหน้าที่ตรวจพบว่าสารเคมีในบริเวณสถานประกอบการมิได้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในประกาศนี้ให้พนักงานเจ้าหน้าที่ให้คำแนะนำตักเตือนเป็นหนังสือให้นายจ้างปฏิบัติการให้ถูกต้องภายในระยะเวลาที่กำหนดไว้

ข้อ 18 ประกาศกระทรวงมหาดไทยฉบับนี้ให้ใช้บังคับเมื่อพ้นกำหนดหนึ่งร้อยแปดสิบวันนับแต่วันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 30 พฤษภาคม 2520

คนึง ฤาไชย

รัฐมนตรีช่วยว่าการฯ รักษาราชการแทน

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงมหาดไทย

บัญชีท้ายประกาศกระทรวงมหาดไทย
เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม (สารเคมี)

ตารางหมายเลข 1

ลำดับที่	ชื่อสารเคมี	ปริมาณสารเคมี	
		ส่วนในล้านส่วนโดยปริมาตร (p.p.m)	มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร 1 ลูกบาศก์เมตร (mg/M^3)
1.	อัลดริน (Aldrin)	-	0.25
2.	อะซินฟอส-เมทธิล (Azinphos-methyl)	-	0.2
3.	คลอเดน (Chlordane)	-	0.5
4.	ดีดีที(DDT)	-	1
5.	ดีดีวีพี(DDVP)	-	1
6.	ไดคลอวอส (Dichlorvos)	-	1
7.	ดิลดริน (Dieldrin)	-	0.25
8.	ไดเมทธิล 1, 2 ไดโบรโม 2, 2 ไดคลอโรเอทธิลฟอสเฟต (ไดบรอม) (Dimethyl 1, 2-dibromo 2, 2 dichloroethyl phosphate (Dibrom)	-	3
9.	เอนดริน (Endrin)	-	0.1
10.	กูไธออน (Guthion)	-	0.2
11.	ตะกั่วอาร์ซีเนต (Lead arsenate)	-	0.15
12.	ลินเดน (Lindane)	-	0.5
13.	มาลาไธออน (Malathion)	-	15
14.	เมธอกซีคลอ (Methoxychlor)	-	15
15.	นิโคติน (Nicotine)	-	0.5
16.	ซีสทอกซ์ (Systox)	-	0.1
17.	แทลเลียมและสารประกอบที่ละลายได้ (Thallium (Soluble compounds) as Tl)	-	0.1
18.	ไธแรม (Tiram)	-	5
19.	ท๊อกซาฟีน (Toxaphene)	-	0.5
20.	พาราไธออน (Parathion)	-	0.11
21.	ฟอสดริน (Phosdrin)	-	0.1
22.	ไพริธรัม (Pyrethrum)	-	5
23.	วาร์ฟฟารีน (Warfarin)	-	0.1
24.	คาร์บาริล (เซวิน (อาร์)) [Carbaryl Sevin (R)]	-	5
25.	2, 4 – ดี (2,4 - D)	-	10
26.	พาราควอท (Paraquat)	-	0.5
27.	2, 4,5 ที (2, 4,5 T)	-	10
28.	กรดน้ำส้ม (Acetic Acid)	10	25
29.	แอมโมเนีย (Ammonia)	50	35

ลำดับที่	ชื่อสารเคมี	ปริมาณสารเคมี	
		ส่วนในล้านส่วนโดยปริมาตร (p.p.m)	มิลลิกรัมต่ออากาศ 1 ลูกบาศก์เมตร (mg/M^3)
30.	สารหนูและสารประกอบของสารหนู [Arsenic and Compounds (as As)]	-	0.5
31.	อาร์ซีน (Arsine)	0.05	0.2
32.	ไบฟีนิล (Biphenyl)	0.2	1
33.	บิสฟีนอล เอ (Bisphenol A)	0.5	2.8
34.	คาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide)	5,000	9,000
35.	คาร์บอนมอนนอกไซด์ (Carbon monoxide)	50	55
36.	คลอรีน (Chlorine)	1	3
37.	คลอรีนไดออกไซด์ (Chlorine dioxide)	0.1	0.3
38.	โครเมี่ยมและสารประกอบของโครเมี่ยม	-	1
39.	ฟูมของทองแดง	-	0.1
40.	ฝุ่นหรือละอองของทองแดง	-	1
41.	ฝุ่นฝ้ายดิบ [Cotton dust (raw)]	-	1
42.	ไซยาไนด์ (Cyanide as CN)	-	5
43.	เอทธิล อัลกอฮอล์ (เอทธานอล) [Ethyl alcohol (Ethanol)]	1,000	1,900
44.	ฟลูออไรด์ [Fluoride (as F)]	-	2.5
45.	ฟลูออรีน (Fluorine)	0.1	0.2
46.	ไฮโดรเจนไซยาไนด์ (Hydrogen Cyanide)	10	11
47.	ฟูมเหล็กออกไซด์ (Iron Oxide Fume)	-	10
48.	เมทธิลอัลกอฮอล์ (เมทธานอล) [Methyl alcohol (Methanol)]	200	260
49.	นิเกิล คาร์โบนิล (Nickel carbonyl)	0.001	0.007
50.	นิเกิล ในรูปของโลหะและสารประกอบที่ละลายได้ (Nickel, Metal and Soluble Compounds, as Ni)	-	1
51.	กรดไนตริค (Nitric acid)	2	5
52.	ไนตริคออกไซด์ (Nitric oxide)	25	30
53.	ไนโตรเจนไดออกไซด์ (Nitrogen dioxide)	5	9
54.	ไนโตรกลีเซอรีน (Nitroglycerin)	0.2	2
55.	โซเดียมไฮดรอกไซ์ (Sodium hydroxide)	-	2
56.	ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulfur dioxide)	5	13
57.	กรดกำ มะถัน (Sulfuric acid)	-	1
58.	เตตราเอทธิลเลด [Tetraethyl lead (ad Pb)]	-	0.075
59.	เตตราเมทธิลเลด [Tetramethyl lead (as Pb)]	-	0.07
60.	ดีบุก และสารประกอบอนินทรีย์ของดีบุก	-	2
61.	ดีบุก และสารประกอบอินทรีย์ของดีบุก	-	0.1
62.	ฟีนอล (Phenol)	5	19
63.	ฟอสจีน (คาร์โบนิล คลอไรด์) [Phosgene (Carbonyl chloride)]	0.1	0.4
64.	ฟอสฟีน (Phosphine)	0.3	0.4

ลำดับที่	ชื่อสารเคมี	ปริมาณสารเคมี	
		ส่วนในล้านส่วนโดยปริมาตร (p.p.m)	มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร 1 ลูกบาศก์เมตร (mg/M^3)
65.	กรดฟอสฟอริค (Phosphoric acid)	-	1
66.	ฟอสฟอรัส (เหลือง) [Phosphorus (yellow)]	-	0.1
67.	ฟอสฟอรัส เพนตะคลอไรด์ (Phosphorus pentachloride)	-	1
68.	ฟอสฟอรัส เพนตะซัลไฟด์ (Phosphorus pentasulfide)	-	1
69.	ฟอสฟอรัส ไตรคลอไรด์ (Phosphorus trichoride)	0.5	3
70.	ไซลีน (ไซลอล) [Xylene (Xylol)]	100	435
71.	ฟูมของสังกะสีคลอไรด์ (Zinc chloride fume)	-	1
72.	ฟูมของสังกะสีออกไซด์ (Zine oxide fume)	-	5

ตารางหมายเลข 2

ลำดับที่	ชื่อสารเคมี	ปริมาณสารเคมี	
		ส่วนในล้านส่วนโดยปริมาตร (p.p.m)	มิลลิกรัมต่ออากาศ 1 ลูกบาศก์เมตร (mg/M^3)
1.	อัลลิน ไกลซิดิล อีเทอร์ (Allyl glycidyl ether (AGE))	10	45
2.	โบรรอน ไตรฟลูออไรด์ (Boron Tifluoride)	1	3
3.	บิวทิลอะไมน์ (Butylamine)	5	15
4.	เทอเทียรี่-บิวทิล โครเมต (Tert-Butyl chromate (as CrO3))	-	0.1
5.	คลอรีนไตรฟลูออไรด์ (Chlorine trifluoride)	0.1	0.4
6.	คลอโรอะเซ็ทตัลดีไฮด์ (Chloroacetaldehyde)	1	3
7.	คลอโรฟอร์ม (ไตรคลอโรมีเทน) (Chloroform (trichloromethane))	50	240
8.	ออโธ-ไดคลอโรเบนซีน (o-Dichlorobenzene)	50	300
9.	ไดคลอโรเอทธิล อีเธอร์ (Dichloroethyl ether)	15	90
10.	1,1-ไดคลอโร-1-ไนโตรอีเทน (1,1-Dichloro-1-nitroethane)	10	60
11.	ไดไกลซิดิล อีเทอร์ (ดี จี อี) (Diglycidyl ether (DGE))	0.5	2.8
12.	เอทธิล เมอร์แคปแตน (Ethyl mercaptan)	10	25
13.	เอทธีลลีน ไกลคอลไดไนเตรด และ / หรือ ไนโตรไกลเซอรีน (Ethylene glycol dinitrate and / on Nitroglycerin)	0.2	1
14.	ไฮโดรเจน คลอไรด์ (Hydrogen chloride)	5	7
15.	ไอโอดีน (Iodine)	0.1	1
16.	แมงกานีส (Manganese)	-	5
17.	เมทธิลโบรไมด์ (Methyl bromide)	20	80
18.	เมทธิล เมอร์แคปแตน (Methyl mercaptan)	10	20
19.	แอลฟาเมทธิล สไตรีน (α Methyl styrene)	100	480
20.	เมทธีลลีน บีสฟีนิล ไอโซไซยาเนต (เอ็ม ดี ไอ) (Methylene bisphenyl isocyanate (MDI)	0.02	0.2
21.	โมโนเมทธิล ไฮดราซิ (Monomethyl hydrazine)	0.2	0.35
22.	เทอร์เฟนนิลส์ (Terphenyls)	1	9
23.	โทลูอีน-2,4-ไดไอโซไซยาเนต (Toluene-2,4-Diisocyanate)	0.02	0.14
24.	ไวนิล คลอไรด์ (Vinyl chloride)	1	2.8

ตารางหมายเลข 3

ลำดับที่	ชื่อสารเคมี	ปริมาณสารเคมี			ปริมาณความเข้มข้นที่อาจยอมให้มีได้
		ความเข้มข้นเฉลี่ยตลอดระยะเวลาทำงานปกติ	ปริมาณความเข้มข้นสูงสุด		
			ปริมาณความเข้มข้น	ระยะเวลาที่กำหนดให้ทำงานได้	
1.	เบนซีน (Benzene)	10 ส่วน/ล้านส่วน	50 ส่วน/ล้านส่วน	10 นาที	25 ส่วน/ล้านส่วน
2.	เบอริลเลี่ยมและสารประกอบเบอริลเลี่ยม (Berylium and Berylium compounds)	2 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร	25 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร	30 นาที	5 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร
3.	ฟูมแคดเมี่ยม (Cadmium fume)	0.1 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร	-	-	0.3 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร
4.	ฝุ่นแคดเมี่ยม (Cadmium dust)	0.2 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร	-	-	0.6 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร
5.	คาร์บอนไดซัลไฟด์ (Carbondisulfide)	20 ส่วน/ล้านส่วน	100 ส่วน/ล้านส่วน	30 นาที	30 ส่วน/ล้านส่วน
6.	คาร์บอนเตตราคลอไรด์ (Carbontetrachloride)	10 ส่วน/ล้านส่วน	200 ส่วน/ล้านส่วน	5 นาทีในทุกช่วงเวลา 4 ชั่วโมง	25 ส่วน/ล้านส่วน
7.	เอทธิลลีน ไดโบรไมด์ (Ethylene dibromide)	20 ส่วน/ล้านส่วน	50 ส่วน/ล้านส่วน	5 นาที	30 ส่วน/ล้านส่วน
8.	เอทธิลลีน ไดคลอไรด์ (Ethylene dichloride)	50 ส่วน/ล้านส่วน	200 ส่วน/ล้านส่วน	5 นาทีในทุกช่วงเวลา 3 ชั่วโมง	100 ส่วน/ล้านส่วน
9.	ฟอร์มัลดีไฮด์ (Formaldehyde)	3 ส่วน/ล้านส่วน	10ส่วน/ล้านส่วน	30 นาที	5 ส่วน/ล้านส่วน
10.	ฝุ่นฟลูออไรด์ (Fluoride as dust)	2.5 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร	-	-	-
11.	ตะกั่วและสารประกอบอนินทรีย์ของตะกั่ว(Lead and its inorganic compounds)	0.2 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร	-	-	-
12.	เมทธิล คลอไรด์ (Methyl chloride)	100 ส่วน/ล้านส่วน	300 ส่วน/ล้านส่วน	5 นาทีในทุกช่วงเวลา 3 ชั่วโมง	200 ส่วน/ล้านส่วน
13.	เมทธิลลีน คลอไรด์ (Methylene chloride)	500 ส่วน/ล้านส่วน	2,000ส่วน/ล้านส่วน	5 นาทีในทุกช่วงเวลา 2 ชั่วโมง	1,000 ส่วน/ล้านส่วน
14.	ออแกนโน (แอลไคล์) เมอคิวรี่ (Organo (alkyl) (mercury))	0.01 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร	-	-	0.04 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร
15.	สไตรีน (Styrene)	100 ส่วน/ล้านส่วน	600 ส่วน/ล้านส่วน	5 นาทีในทุกช่วงเวลา 3 ชั่วโมง	200 ส่วน/ล้านส่วน
16.	ไตรคลอโร เอทธิลลีน (Trichloroethylene)	100 ส่วน/ล้านส่วน	300 ส่วน/ล้านส่วน	5 นาทีในทุกช่วงเวลา 2 ชั่วโมง	200 ส่วน/ล้านส่วน
17.	เตตราคลอโร เอทธิลลีน (Tetrachloroethylene)	100 ส่วน/ล้านส่วน	300ส่วน/ล้านส่วน	5 นาทีในทุกช่วงเวลา 3 ชั่วโมง	200 ส่วน/ล้านส่วน
18.	โทลูอีน (Toluene)	200 ส่วน/ล้านส่วน	500 ส่วน/ล้านส่วน	10 นาที	300 ส่วน/ล้านส่วน
19.	ไฮโดรเจน ซัลไฟด์ (Hydrogen sulfide)	-	50 ส่วน/ล้านส่วน	10 นาที	20 ส่วน/ล้านส่วน
20.	ปรอท (Mercury)	-	-	-	0.05 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร
21.	กรดโครมิค และเกลือโครเมตส์	-	-	-	0.1 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตร

ตารางหมายเลข 4

ลำดับที่	ชื่อสารเคมี	ปริมาณฝุ่นแร่,เฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานปกติ	
		ส่วนอนุภาคต่อปริมาตรของอากาศ 1 ลูกบาศก์ฟุต (Mppcf)	มิลลิกรัมต่ออากาศ 1 ลูกบาศก์เมตร (mg/M^3)
1.	ซิลิกา (Silica)		
	คริสตัลลีน (Crystalline)		
	- ควอร์ซ (Quartz) ฝุ่นขนาดที่สามารถเข้าถึงและสะสมในถุงลมของปอดได้ (Respirable dust)	$\frac{250}{\% SiO_2 + 5}$	$\frac{10\ mg/M^3}{\% SiO_2 + 2}$
	- ควอร์ซ (Quartz) ฝุ่นทุกขนาด (Total dust)	-	$\frac{30\ mg/M^3}{\% SiO_2 + 2}$
	- คริสโตบาไลท์ (Cristobalite)	$\frac{1}{2}\left[\frac{250}{\% SiO_2 + 5}\right]$	$\frac{1}{2}\left[\frac{10\ mg/M^3}{\% SiO_2 + 2}\right]$
2.	เอมอร์ฟัส รวมทั้งแร่ธรรมชาติ (Amorphus)	20	$\frac{80\ mg/M^3}{\% SiO_2}$
3.	ซิลิเคต (ที่มีผสมซิลิกาต่ำกว่า 1%) (Silicates)		
	- แอสเบสตอส (Asbestos)	5*	-
	- ทรีโมไลท์ (Tremolite)	5*	-
	- ทอล์ค (Talc) พวกที่เป็นเส้นใย (Asbestos form)	5*	-
	- ทอล์ค (Talc) พวกที่ไม่เป็นเส้นใย (non-asbestos form)	20	-
	- ไมกา (Mica)	20	-
	- โซปสโตน (Soapstone)	20	-
	- ปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ (Portland cement)	50	-
	- แกรไฟท์ (Graphite)	15	-
	- ฝุ่นถ่านหิน (Coal dust) ที่มี SiO2 น้อยกว่า 5%	-	$24\ mg/M^3$
	- ฝุ่นถ่านหิน (Coal dust) ที่มี SiO2 มากกว่า 5%	-	$\frac{10\ mg/M^3}{\% SiO_2 + 2}$
4.	ฝุ่นที่ก่อให้เกิดความรำ คาญ (Inert or Nuisance dust)		
	- ฝุ่นขนาดที่สามารถเข้าถึงและสะสมในถุงลมของปอดได้ (Respirable dust)	15	$5\ mg/M^3$
	- ฝุ่นทุกขนาด (Total dust)	20	$15\ mg/M^3$

* หมายถึง จำนวนเส้นใย/อากาศ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ภาคผนวก ค

NIOSH Method

PARTICULATES NOT OTHERWISE REGULATED, RESPIRABLE 0600

DEFINITION: aerosol collected by sampler with 4-µm median cut point CAS: None RTECS: None

METHOD: 0600, Issue 3 **EVALUATION: FULL** **Issue 1: 15 February 1984**
Issue 3: 15 January 1998

OSHA : 5 mg/m³
NIOSH: no REL
ACGIH: 3 mg/m³

PROPERTIES: contains no asbestos and quartz less than 1%; penetrates non-ciliated portions of respiratory system

SYNONYMS: nuisance dusts; particulates not otherwise classified

SAMPLING

SAMPLER: CYCLONE + FILTER (10-mm nylon cyclone, Higgins-Dewell [HD] cyclone, or Aluminum cyclone + tared 5-µm PVC membrane)

FLOW RATE: nylon cyclone: 1.7 L/min
HD cyclone: 2.2 L/min
Al cyclone: 2.5 L/min

VOL-MIN: 20 L @ 5 mg/m³
-MAX: 400 L

SHIPMENT: routine

SAMPLE STABILITY: stable

BLANKS: 2 to 10 field blanks per set

ACCURACY

RANGE STUDIED: 0.5 to 10 mg/m³ (lab and field)

BIAS: dependent on dust size distribution [1]

OVERALL PRECISION ($\hat{S}_{rT}$): dependent on size distribution [1,2]

ACCURACY: dependent on size distribution [1]

MEASUREMENT

TECHNIQUE: GRAVIMETRIC (FILTER WEIGHT)

ANALYTE: mass of respirable dust fraction

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

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

RANGE: 0.1 to 2 mg per sample

ESTIMATED LOD: 0.03 mg per sample

PRECISION: <10 µg with 0.001 mg sensitivity balance; <70 µg with 0.01 mg sensitivity balance [3]

APPLICABILITY: The working range is 0.5 to 10 mg/m³ for a 200-L air sample. The method measures the mass concentration of any non-volatile respirable dust. In addition to inert dusts [4], the method has been recommended for respirable coal dust. The method is biased in light of the recently adopted international definition of respirable dust, e.g., ≈ +7% bias for non-diesel, coal mine dust [5].

INTERFERENCES: Larger than respirable particles (over 10 µm) have been found in some cases by microscopic analysis of cyclone filters. Over-sized particles in samples are known to be caused by inverting the cyclone assembly. Heavy dust loadings, fibers, and water-saturated dusts also interfere with the cyclone's size-selective properties. The use of conductive samplers is recommended to minimize particle charge effects.

OTHER METHODS: This method is based on and replaces Sampling Data Sheet #29.02 [6].

PARTICULATES NOT OTHERWISE REGULATED, TOTAL 0500

DEFINITION: total aerosol mass CAS: NONE RTECS: NONE

METHOD: 0500, Issue 2 **EVALUATION:** FULL **Issue 1:** 15 February 1984 **Issue 2:** 15 August 1994

OSHA : 15 mg/m³
NIOSH: no REL
ACGIH: 10 mg/m³, total dust less than 1% quartz

PROPERTIES: contains no asbestos and quartz less than 1%

SYNONYMS: nuisance dusts; particulates not otherwise classified

SAMPLING

SAMPLER:	FILTER (tared 37-mm, 5-µm PVC filter)
FLOW RATE:	1 to 2 L/min
VOL-MIN:	7 L @ 15 mg/m³
-MAX:	133 L @ 15 mg/m³
SHIPMENT:	routine
SAMPLE STABILITY:	indefinitely
BLANKS:	2 to 10 field blanks per set
BULK SAMPLE:	none required

ACCURACY

RANGE STUDIED:	8 to 28 mg/m³
BIAS:	0.01%
OVERALL PRECISION ($\hat{S}_{rT}$):	0.056 [1]
ACCURACY:	± 11.04%

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 ($\hat{S}_r$):	0.026 [2]

APPLICABILITY: The working range is 1 to 20 mg/m³ for a 100-L air sample. This method is nonspecific and determines the total dust concentration to which a worker is exposed. It may be applied, e.g., to gravimetric determination of fibrous glass [3] in addition to the other ACGIH particulates not otherwise regulated [4].

INTERFERENCES: Organic and volatile particulate matter may be removed by dry ashing [3].

OTHER METHODS: This method is similar to the criteria document method for fibrous glass [3] and Method 5000 for carbon black. This method replaces Method S349 [5]. Impingers and direct-reading instruments may be used to collect total dust samples, but these have limitations for personal sampling.

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นายนราธิป ชมภูบุตร

ประวัติการศึกษา พ.ศ. 2550-2554 มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ
วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย

ประวัติการทำงาน พ.ศ. 2554–ปัจจุบัน
โรงพยาบาลอำนาจเจริญ จังหวัดอำนาจเจริญ

ตำแหน่ง นักวิชาการสาธารณสุข

สถานที่ทำงานปัจจุบัน โรงพยาบาลอำนาจเจริญ จังหวัดอำนาจเจริญ
ถนนอรุณประเสริฐ ตำบลบุ่ง อำเภอเมือง จังหวัดอำนาจเจริญ 37000
โทรศัพท์ (045) 511941-8