

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยเกี่ยวกับผลกระทบของฝุ่นที่มีผลต่อสุขภาพในครั้งนี้ได้ทำการติดต่อกับสาธารณสุขจังหวัดสระบุรี ขออนุญาตดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลและติดต่อกับสถานีอนามัยประจำตำบลปากข้าวสารซึ่งอยู่ในพื้นที่ที่ศึกษาและขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนดังนี้คือ

1. สำรวจภาคสนามในขั้นต้น (Pre-Field Survey) โดยสำรวจพื้นที่ และ สำรวจจำนวนประชากร ที่อาศัยในหมู่บ้านที่ 2,3 และ 4 ตำบลปากข้าวสาร อำเภอเมือง จังหวัดสระบุรีจากทะเบียนประชากรของสถานีอนามัยตำบลปากข้าวสาร และทำการเก็บข้อมูลด้านสุขภาพของกลุ่มศึกษาและกลุ่มควบคุมโดยการแจกแบบสอบถาม ATS-DLD (American Thoracic Society Division of Lung Disease) ภาษาไทย ซึ่งมี 5 ส่วนคือคำถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไป อาการแสดงของโรคระบบทางเดินหายใจ ประวัติการทำงาน การสูบบุหรี่ และประวัติครอบครัว ซึ่งสามารถนำมาวิเคราะห์แบบสอบถามได้ต่อไปตามวิธีมาตรฐานทางระบาดวิทยาของ Ferris B.G.,1978.
2. ทำการคัดเลือกคัดกลุ่มศึกษาและกลุ่มควบคุมจากแบบสอบถามโดยใช้หลักการคัดเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling)
3. ทำการตรวจสุขภาพของระบบทางเดินหายใจของกลุ่มศึกษาและกลุ่มควบคุมโดยการทดสอบสมรรถภาพปอดด้วยเครื่อง Microspiro HI - 198 และถ่ายภาพรังสีทรวงอกด้วยเจ้าหน้าที่และรถตรวจสุขภาพเคลื่อนที่โรงพยาบาลเกษมราษฎร์ จังหวัดสระบุรีและนำมาเทียบกับมาตรฐาน ILO (International Labour Organization) อยู่ในภาคผนวก ค
4. กำหนดจุดเก็บตัวอย่างอากาศโดยศึกษาจากแผนที่แบ่งเป็นบริเวณคือ บริเวณสถานประกอบการ สักัดหิน บริเวณใกล้เคียงสถานประกอบการสักัดหินและบริเวณที่ห่างไกลจากสถานประกอบการ โดยจะเก็บตัวอย่างอากาศในผู้ประกอบการสักัดหิน 40 ราย ประชาชนที่อาศัยอยู่บริเวณใกล้เคียงสถานประกอบการ 20 ราย และผู้ที่อยู่ห่างไกลจากสถานประกอบการ 20 ราย
5. เก็บตัวอย่างอากาศเฉพาะแบบบุคคล (Personal Sampling) โดยเครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่น PM-10 แบบ cyclone และ personal pump โดยใช้กระดาษกรองชนิด Glass fiber filter ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 37 มิลลิเมตร ขนาดรูพรุน 0.3 ไมครอน สำหรับฝุ่น PM-10 และกระดาษกรองชนิด PVC (polyvinyl chloride) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 37 มิลลิเมตร ขนาดรูพรุน 5 ไมครอน สำหรับฝุ่นซิลิกา ทำการเก็บตัวอย่างอากาศในช่วงเวลาปฏิบัติงานของผู้ประกอบการ คือ ช่วง 09.00-12.00น.

และ 13.00-16.00น. เป็นเวลา 6 ชั่วโมงโดยเก็บตัวอย่างตั้งแต่เดือนธันวาคมถึงเดือนเมษายนแล้ว คำนวณหาปริมาณของฝุ่นที่สามารถเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ (respirable dust) ทั้งฝุ่น PM-10 และฝุ่นซิลิกา

6. นำผลที่ได้มาศึกษาเปรียบเทียบผลกระทบของฝุ่นที่มีต่อภาวะสุขภาพของระบบทางเดินหายใจของกลุ่มศึกษาและกลุ่มควบคุม

3.2 เครื่องมือในการเก็บตัวอย่างอากาศ (รูปที่ 3.1)

อุปกรณ์และเครื่องมือ ในการเก็บตัวอย่างฝุ่น PM-10 และ ฝุ่นซิลิกา

1. เครื่องดูดอากาศ (Personal pump) ที่สามารถดูดอากาศด้วยอัตราประมาณ 1-3 ลิตร/นาที ให้ปริมาตรของอากาศเท่ากับ 400-800 ลิตร
2. ไชโคลน (cyclone) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร ชนิดไชโคลนที่ใช้คือ nylon cyclone (อัตราการไหล 1.7 ลิตร/นาที)
3. กระจาดกรอง (Filter) ชนิด glass fibre filter ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 37 มิลลิเมตร ขนาดรูพรุน (pore size) 0.3 ไมโครเมตร : สำหรับฝุ่น PM-10
4. กระจาดกรอง (Filter) ชนิด PVC (polyvinyl chloride) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 37 มิลลิเมตร ขนาดรูพรุน (pore size) 5.0 ไมโครเมตร : สำหรับฝุ่น ซิลิกา
5. กระจาดรองกระจาดกรอง (Backup pad) ชนิด cellulose ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 37 มิลลิเมตร
6. ดับกระจาดกรอง 3 ชั้น (Filter holder) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 37 มิลลิเมตร
7. สายยางนำอากาศ (Tubing) และ อุปกรณ์ต่อเชื่อม สำหรับต่อเชื่อมเครื่องดูดกับอากาศกับดักยึด กระจาดกรองที่เหมาะสมเพื่อป้องกันการรั่วของอากาศ
8. โถดูดความชื้น (dessicator)
9. เครื่องชั่งทศนิยม 5 ตำแหน่ง รุ่น MC 210s ของบริษัท Sartorius
10. เครื่องปรับอัตราการไหลมาตรฐานของเครื่องดูดอากาศ Gilian Gilibrator-2 Calibration system ของบริษัท SENSIDYNE
11. อื่น ๆ เช่น เทอร์โมมิเตอร์ วัดอุณหภูมิและความชื้น นาฬิกาจับเวลา เข็มขัด แบตเตอรี่ คีมปลายมน (forcep)

3.3 อุปกรณ์และเครื่องมือ ในการวิเคราะห์ร้อยละซิลิกา (รูปที่ 3.2)

1. สารเคมีและอุปกรณ์ในการเตรียมสารตัวอย่างดังรายละเอียดในภาคผนวก ข.
2. เครื่อง Visible Absorption Spectrophotometer Model UV-160 บริษัท Shimadzu



ก.



ง.

รูปที่ 3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างฝุ่น PM-10 และ ซิลิกา

- ก. เครื่องดูดอากาศ
- ข. หัวไซโคลน
- ค. เครื่องปรับอัตราการไหลมาตรฐาน
- ง. ตลับกระดาศกรองพร้อมทั้งเครื่องดูดอากาศและไซโคลนที่ประกอบแล้ว



ก.



ข.

รูปที่ 3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างฝุ่นซิติกา

ก. สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ สำหรับวิเคราะห์ร้อยละซิติกา

ข. ตัวอย่างสารเคมีในการวิเคราะห์ร้อยละซิติกา

3.4 แบบสอบถาม

ใช้แบบสอบถามของ ATS - DLD (American Thoracic Society Division of Lung Disease) ซึ่งประกอบด้วย 5 ส่วน คือ

- คำถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไป
- คำถามเกี่ยวกับอาการแสดงของโรกระบบทางเดินหายใจ
- คำถามเกี่ยวกับประวัติการทำงาน
- คำถามเกี่ยวกับการสูบบุหรี่
- คำถามเกี่ยวกับประวัติครอบครัว

ซึ่งผลที่ได้สามารถนำมาวิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐานของ Epidemiology Standard Program (Ferris B. G.,1978) ตัวอย่างแบบสอบถามแสดงอยู่ในภาคผนวก ก

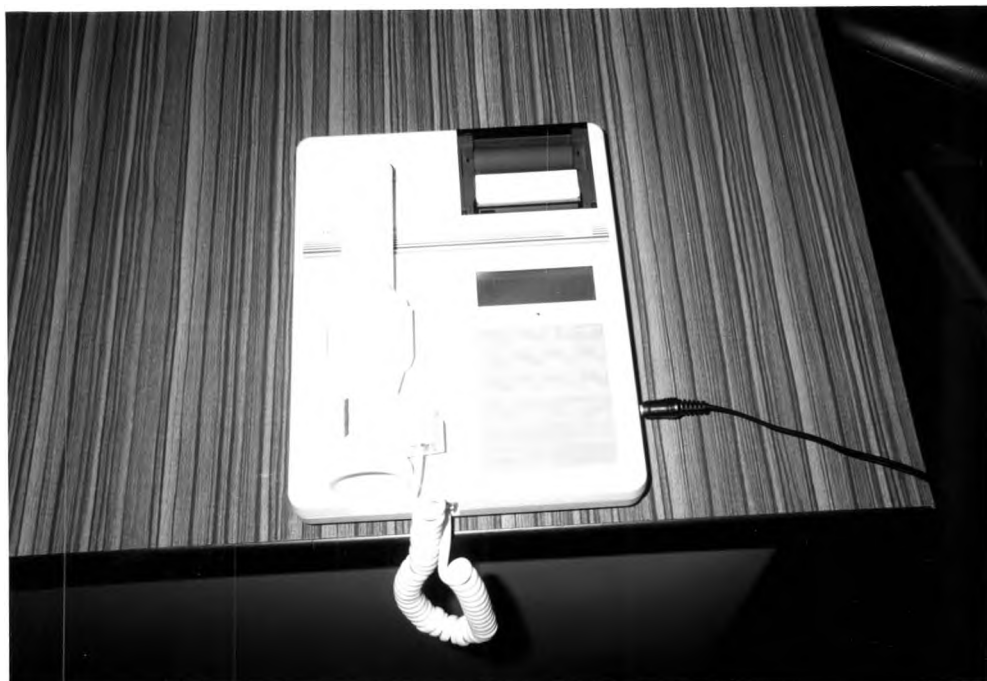
3.5 การวัดผลสุขภาพระบบทางเดินหายใจ โดยการวัดผลสมรรถภาพปอดและถ่ายภาพรังสีทรวงอก เครื่องมือในการทดสอบสมรรถภาพปอด ประกอบด้วย เครื่อง Microspiro HI - 198 ภาคสนาม ที่เป่าอากาศทางปาก ท่ออากาศสำหรับหายใจต่อกับเครื่องมือตรวจวัดสมรรถภาพปอด แผ่นกระดาษบันทึกการตรวจวัด แบบฟอร์มสำหรับบันทึกค่าจากการตรวจวัด และตารางค่ากำหนดมาตรฐานสมรรถภาพการทำงานของปอด (รูปที่ 3.3)

ส่วนการถ่ายภาพรังสีทรวงอกทำโดยใช้รถตรวจสุขภาพเคลื่อนที่พร้อมติดอุปกรณ์ถ่ายภาพรังสีทรวงอกด้วย film x-ray ขนาดมาตรฐาน 14x17 นิ้ว พร้อมด้วยเจ้าหน้าที่ของโรงพยาบาลเกษมราษฎร์ จังหวัดสระบุรี (รูปที่ 3.4)

3.6 การกำหนดจุดเก็บตัวอย่างอากาศและการเลือกกลุ่มประชากร

3.6.1 การกำหนดจุดเก็บตัวอย่างอากาศ

จากรูปที่ 3.5 พบว่า พื้นที่ที่ทำการศึกษา คือ หมู่ที่ 2,3 ซึ่งเป็นพื้นที่เก็บตัวอย่างอากาศของกลุ่มศึกษาและหมู่ที่ 4 เป็นพื้นที่เก็บตัวอย่างอากาศของกลุ่มควบคุม โดยมีเขาโป่งอยู่ตรงกลางและมีหมู่บ้านที่ทำการศึกษทั้ง 3 หมู่บ้านอยู่ล้อมรอบ จากรูปที่ 3.6 แสดงผังลม ซึ่งตรวจวัดที่สถานีตรวจวัดอากาศเขาน้อย อ.เมือง จ.สระบุรี ซึ่งอยู่ใกล้เคียงกับพื้นที่ที่ทำการศึกษา และจากรูปที่ 3.7 เห็นได้ว่าทิศทางลมเป็นการพัดจากหมู่ที่ 4 ไปยัง หมู่ที่ 2 และ 3 ดังนั้นหมู่ที่ 4 จึงเหมาะสมในการเก็บตัวอย่างอากาศของกลุ่มควบคุม



ก.



ข.

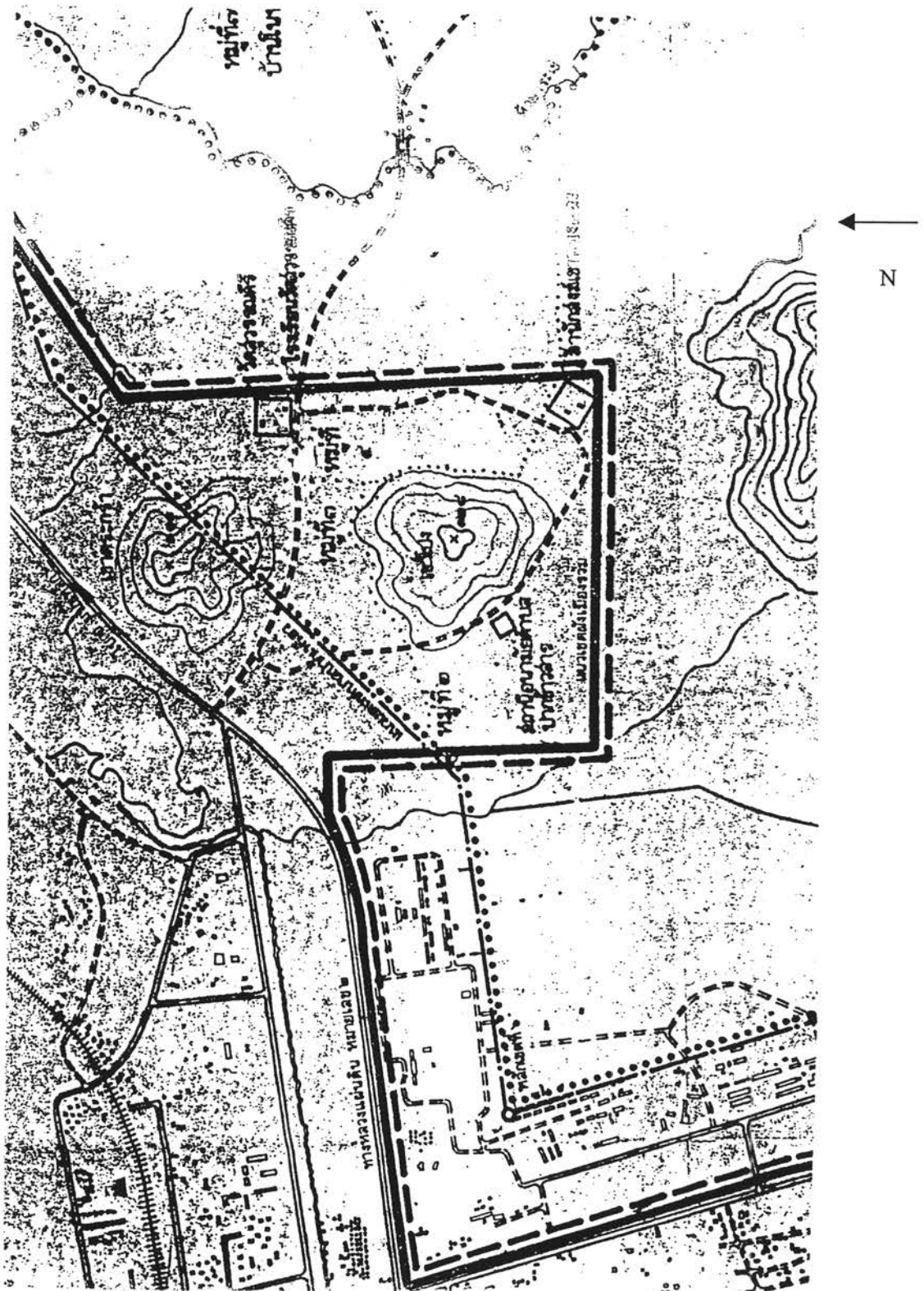
รูปที่ 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบสมรรถภาพปอดและวิธีการเป่าปอด

ก. เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบสมรรถภาพปอด

ข. วิธีการเป่าปอด

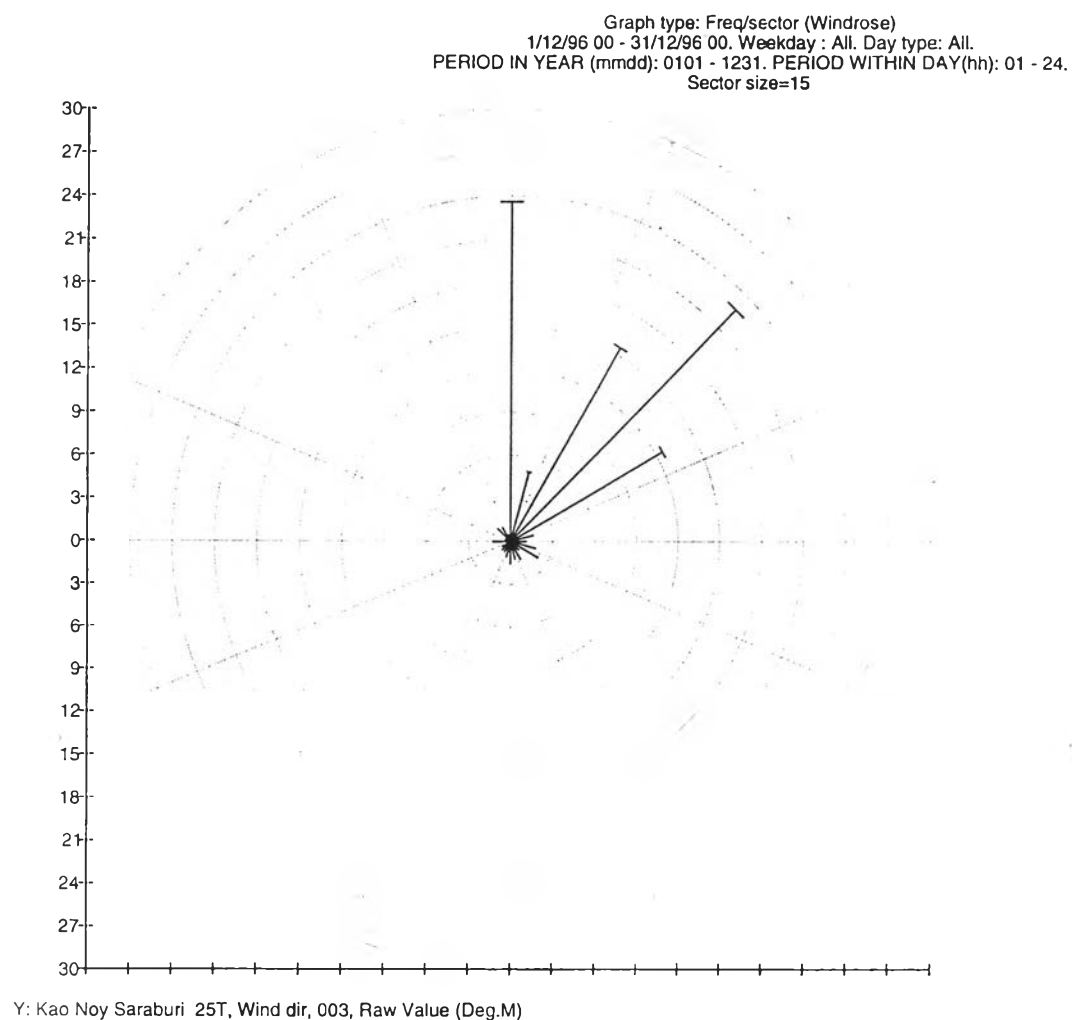


รูปที่ 3.4 รถตรวจสุขภาพเคลื่อนที่พร้อมอุปกรณ์สำหรับถ่ายภาพรังสีทรงอก

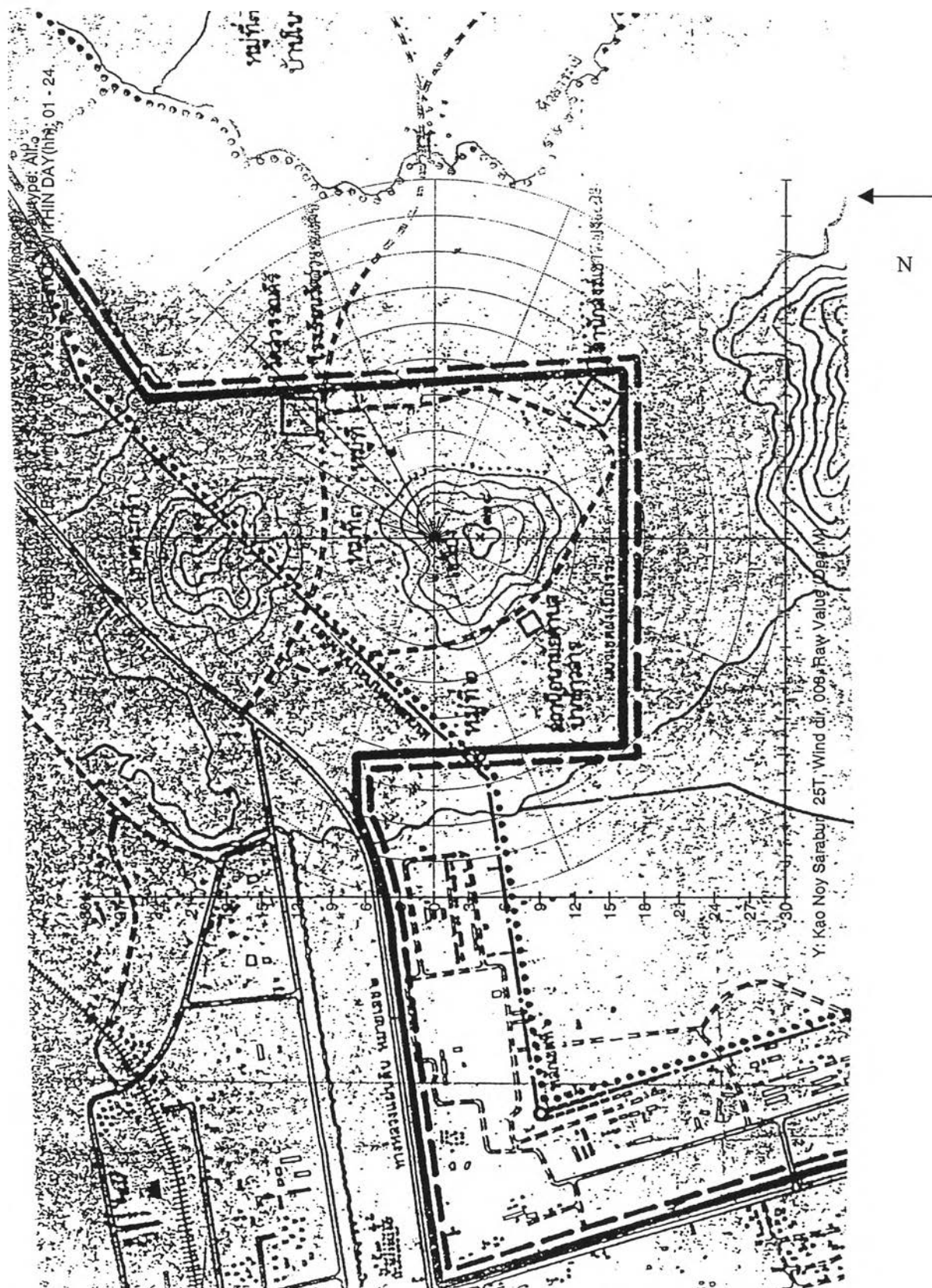


Scale 1:15,000

รูปที่ 3.5 แสดงพื้นที่โดยรวมบริเวณพื้นที่ที่ทำการศึกษาคือ หมู่ที่ 2, 3 และ 4
ที่มา : กองสำรวจ สำนักผังเมือง กระทรวงมหาดไทย, 2534.



รูปที่ 3.6 แสดงผังลมของสถานีตรวจวัดอากาศเขาน้อย อำเภอเมือง จังหวัดสระบุรี
 ที่มา : กองจัดการคุณภาพอากาศ กรมควบคุมมลพิษ,2540.



Scale 1:15,000

รูปที่ 3.7 แสดงพื้นที่โดยรวม และ ผังลมบริเวณพื้นที่ทำการศึกษ

3.6.2 การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ลักษณะประชากรเป้าหมาย คือ ผู้ประกอบการสกัดหินและผู้ที่อยู่อาศัยอยู่บริเวณใกล้เคียงกับบริเวณสถานประกอบการสกัดหิน ตำบลปากข้าวสาร อำเภอเมือง จังหวัดสระบุรี

ทำการสำรวจภาคสนามในขั้นต้น (Pre-Field Survey) สำรวจพื้นที่ที่จะทำการศึกษาและสำรวจจำนวนประชากรของหมู่บ้านในหมู่ที่ 2, 3 และ 4 ตำบลปากข้าวสาร อำเภอเมือง จังหวัดสระบุรี ทำการสำรวจภาคสนามด้วยแบบสอบถามโดยใช้แบบสอบถามของ ATS-DLD (American Thoracic Society Division of Lung Disease) ภาคภาษาไทย ซึ่งประกอบด้วย 5 ส่วนคือ คำถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไป อาการแสดงของโรกระบบทางเดินหายใจ ประวัติการทำงาน การสูบบุหรี่ และประวัติครอบครัว ซึ่งสามารถนำมาวิเคราะห์แบบสอบถามได้ตามวิธีมาตรฐานทางระบาดวิทยาของ Ferris B.G., 1978 แล้วคัดเลือกประชากรจากแบบสอบถาม โดยใช้หลักการคัดเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยกลุ่มตัวอย่างจะต้องสมัครใจในการตรวจสอบสุขภาพและจะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

กลุ่มศึกษา

- เป็นผู้ประกอบการสกัดหิน
- เป็นผู้ที่อยู่อาศัยอยู่บริเวณใกล้เคียงกับบริเวณสถานประกอบการสกัดหิน
- อายุ 20-65 ปี
- ไม่สูบบุหรี่
- อาศัยอยู่ภายในจังหวัดสระบุรีอย่างน้อย 5 ปี

ขนาดตัวอย่าง

ผู้ประกอบการสกัดหิน จำนวน 100 ราย และ ผู้ที่อยู่อาศัยอยู่บริเวณใกล้เคียงกับบริเวณสถานประกอบการสกัดหิน จำนวน 100 ราย โดยทำการแจกแบบสอบถามทั้งหมด จำนวน 400 ชุด ได้ผลตอบกลับทั้งหมด 250 ชุด ซึ่งทำการคัดเลือกจากแบบสอบถามทั้งหมด ได้ผู้ประกอบการสกัดหินและผู้ที่อยู่อาศัยอยู่บริเวณใกล้เคียงกับบริเวณสถานประกอบการที่ตรงตามคุณสมบัติจำนวน 175 คน มีผู้ประกอบการสกัดหินและผู้ที่อยู่อาศัยอยู่บริเวณใกล้เคียงสถานประกอบการมาตรวจสอบสุขภาพ จำนวน 150 คน

กลุ่มควบคุม

- ไม่เป็นผู้ประกอบการสกัดหิน
- เป็นผู้ที่อยู่อาศัยอยู่ห่างไกลจากบริเวณสถานประกอบการสกัดหิน
- อายุ 20-65 ปี และ ไม่สูบบุหรี่
- ไม่มีประวัติการสัมผัสฝุ่นหรือสัมผัสฝุ่นมานาน้อยมาก
- อาศัยอยู่ภายในจังหวัดสระบุรีอย่างน้อย 5 ปี

ขนาดตัวอย่าง

ผู้ที่อาศัยอยู่ห่างไกลจากบริเวณสถานประกอบการสัปดาห์ละ 100 ราย ได้ทำการแจกแบบสอบถามทั้งหมด จำนวน 200 ชุด ได้ผลตอบกลับมาทั้งหมด 102 ชุด ซึ่งทำการคัดเลือกจากแบบสอบถามทั้งหมด ได้ผู้ที่อาศัยอยู่ห่างไกลจากบริเวณสถานประกอบการสัปดาห์ละ 90 ราย และมาตรวจสุขภาพ จำนวน 85 ราย

3.7 การตรวจภาวะสุขภาพของระบบทางเดินหายใจ

3.7.1 การทดสอบสมรรถภาพปอด

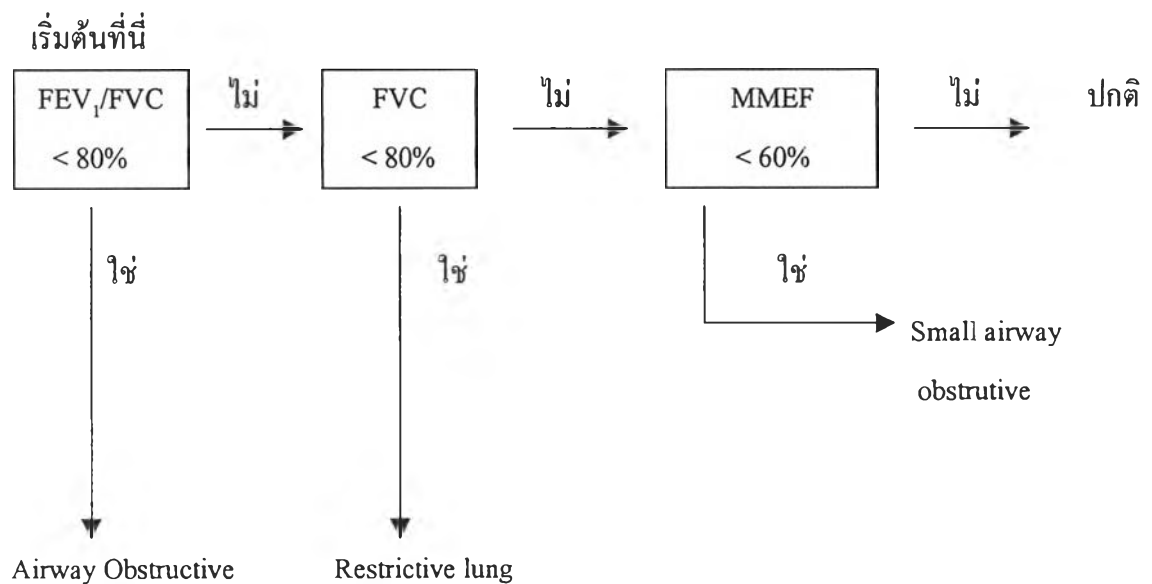
การทดสอบสมรรถภาพปอดทำได้ดังนี้

- ทำการวัดส่วนสูง (หน่วยเป็นเซนติเมตร) ก่อนทำการตรวจวัด
- อธิบายให้ผู้ถูกทำการทดสอบเข้าใจถึงวิธีการเป่าอากาศผ่านเข้าไปในเครื่องมือตรวจวัด ทำขึ้นที่เหมาะสมในการตรวจวัด และ ข้อควรระวังระหว่างการตรวจวัด เช่น การให้ผู้ถูกทดสอบใช้ริมฝีปากครอบลงบนที่เป่าปากให้สนิท เพื่อป้องกันการรั่วไหลของอากาศในระหว่างที่ทำการทดสอบ การฝึกหายใจทางปากให้สะดวกภายหลังการใช้เครื่องหนีบจมูก (nose clip)
- ต่อเครื่องมือตรวจวัดสมรรถภาพปอดให้เรียบร้อย ใส่กระดาษบันทึกการตรวจวัดลงบนเครื่อง ต่อที่เป่าอากาศทางปากกับท่ออากาศหายใจให้เรียบร้อย จัดระดับความสูงของเครื่องมือให้เหมาะสมกับความสูงของผู้ทดสอบ
- ก่อนทำการตรวจวัด แนะนำให้ผู้ถูกทดสอบคลายเสื้อผ้าที่รัดออก เช่น บริเวณหน้าอก ท้อง คอ เพื่อความสะดวกในการเป่าอากาศ
- ก่อนทำการตรวจวัดให้ผู้ถูกทดสอบอยู่ในช่วงพัก แล้วจึงใช้เครื่องหนีบจมูกหนีบจมูกของผู้ถูกทดสอบ เริ่มการทดสอบโดยการหายใจเข้าและออกทางปากตามปกติแล้วหายใจเข้าให้ลึกเต็มปอด เอาปากครอบลงบนที่เป่าอากาศทางปากให้สนิทแล้วเป่าลมหายใจออกมาผ่านที่เป่าอากาศทางปากสู่เครื่องมือตรวจวัดอย่างช้า ๆ โดยไม่ใช้แรงดัน เป่าลมหายใจออกทางปากให้ได้มากที่สุดเท่าที่ผู้ถูกทดสอบจะกระทำได้ แล้วเอาปากออกจากที่เป่าอากาศทางปาก วิธีนี้เป็นการตรวจสมรรถภาพปอดในกรณีที่ปริมาตรอากาศคงที่ (the static test Vital Capacity : VC) ส่วนการตรวจสมรรถภาพปอดในกรณีที่ปริมาตรอากาศเปลี่ยนแปลง (the dynamic test- Force Vital Capacity: FVC) กระทำได้โดยก่อนทำการตรวจวัดให้ผู้ถูกทดสอบอยู่ในช่วงพัก แล้วจึงใช้เครื่องหนีบจมูกหนีบจมูกของผู้ถูกทดสอบ เริ่มการทดสอบโดยการหายใจเข้าและออกทางปากลึก ๆ อย่างเต็มที่ เอาปากครอบลงบนที่เป่าอากาศทางปากให้สนิทแล้วเป่าลมหายใจออกมาผ่านที่เป่าอากาศทางปากสู่เครื่องมือตรวจวัดอย่างเต็มที่ โดยใช้แรงดัน เป่าลมหายใจออกทางปากให้ได้มากที่สุดเท่าที่ผู้ถูกทดสอบจะทำได้ การใช้แรงดันไม่

ควรรานกว่า 6 วินาที รั่มักระวังมิให้มีกรร่วไหลของอากาศที่เป่าออกแล้วเอาปากออกจากที่เป่าอากาศทางปาก

- ผู้ทดสอบต้องคอยสังเกตรร่วไหลของอากาศในขณะที่ผู้ถูกทดสอบกำลังเป่าอากาศออก เพื่อป้องกันการผิดพลาด
- ทำการตรวจวัดอย่างน้อย 2 ครั้ง โดยมีช่องว่างให้ผู้ถูกทดสอบได้พักอย่างเพียงพอ เพื่อดูค่าที่วัดได้ดีที่สุดเอามาคำนวณ
- ในระหว่างการตรวจวัด ถ้าผู้ถูกทดสอบมีอาการไอเกิดขึ้น ต้องให้หยุดการตรวจวัดแล้วให้ผู้ถูกทดสอบได้พัก หายใจให้เต็มที่และไม่ควรมีอาการเกร็งเวลาเป่าลมหายใจออกทางปาก
- ต้องรั่มักระวังในระหว่างที่ทำการตรวจวัดกรณีที่ถูกทดสอบมีประวัติเป็นโรคหัวใจ โรคความดันโลหิตสูง หรือ สูงอายุ

การอ่านผลมาตรฐานหายใจ พิจารณาตามแผนผังต่อไปนี้ (รูปที่ 3.8)



- FEV₁/FVC < 80% จัดว่าเป็น ทางเดินหายใจอุดกั้น (Airway Obstructive)
- FVC < 80% จัดว่าเป็น ปอดเล็กกลง (Restrictive lung)
- MMEF < 60% จัดว่ามีการอุดกั้นทางเดินหายใจส่วนเล็ก (small airway obstruction)

รูปที่ 3.8 แผนผังการทดสอบสมรรถภาพปอด

3.7.2 การถ่ายภาพรังสีทรวงอก

การถ่ายภาพรังสีทรวงอก ดำเนินการ ได้ดังนี้

สำหรับการถ่ายภาพปอดนั้นใช้ท่า Postero-anterior view เรียกว่า PA veiw เป็นท่าที่ใช้ถ่ายเพื่อดูทางด้านหน้า (anterior) ของปอด การถ่ายภาพรังสีทรวงอกมีกรรมวิธีทางเทคนิคดังนี้

- ต้องถอดสิ่งที่หีบต่อแสงเอ็กซ์เรย์ ให้พ้นออกไปจากบริเวณทรวงอกด้านหน้าและด้านหลัง เช่น เสื้อชั้นนอก ชั้นในที่มือกระดุม ตะขอหรือชิปรูคที่เป็นโลหะหรือพลาสติก สร้อยคอและด้ายหรือเชือก ที่มีพระเครื่องหรือเครื่องรางของขลังติดอยู่ เป็นต้น เพื่อให้ได้ภาพที่ชัดเจนและปราศจากสิ่งกีดขวางบริเวณปอดและหัวใจ
- การหายใจ (respiration) เป็นสิ่งสำคัญที่สุดในการถ่ายภาพรังสีทรวงอก กลุ่มตัวอย่างต้องได้รับคำแนะนำให้หายใจเข้าเต็มที่ (full inspiration) และกลั้นใจนิ่ง ที่ต้องให้หายใจเข้าเต็มที่เพราะต้องการให้กระบังลมลงมาอยู่ในระดับต่ำสุดซึ่งมีผลให้ปอดขยายอย่างเต็มที่และต้องกลั้นใจนิ่งนั้นเพราะต้องการหลีกเลี่ยงภาพไหว เนื่องจาก respiratory movement
- การจัดท่าผู้ป่วย (positioning) ไม่ให้มีการ Rotate เพราะจะทำให้ผลภาพถ่ายรังสีทรวงอกคล้ายกับมีพยาธิสภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณหัวใจและเยื่อที่กั้นกลางช่องอก (mediastinum)
- แฟกเตอร์ที่ใช้ในการถ่ายภาพ (exposure factors) ระยะจากโฟกัสถึงฟิล์ม (focus-film- distance) ปกติแล้วจะใช้ระยะ 150 หรือ 170 เซนติเมตร (60-72 นิ้ว)

ปริมาณของแสง (milliamperere second) ที่ใช้ควรอยู่ช่วงระหว่าง 5 ถึง 20 mAS สำหรับการถ่ายภาพ Postero - anterior

เวลาที่ใช้ถ่าย (exposure time) ควรจะเป็น 1/10 ของวินาทีหรือน้อยกว่านี้ เพื่อไม่ให้ภาพไหว จากการขยับเขยื้อนเนื่องมาจากการเต้นของหัวใจ

Kilovoltage ที่ควรใช้ปกติแล้วอยู่ในช่วง 60-70 Kilovoltage สำหรับท่า Postero – anterior view การป้องกันอันตรายจากรังสี (radiation protection) ควรจะใช้เสื้อตะกั่วหรือผ้าคลุมตะกั่ว ปิดไว้ตรงบริเวณช่องท้องและท้องน้อยได้ชายโครง (costophrenic angle) ลงไป โดยเฉพาะให้สตรีที่ตั้งครรภ์ควรได้รับการป้องกันเป็นอย่างดีหรือหลีกเลี่ยงต่อการถ่ายภาพรังสี

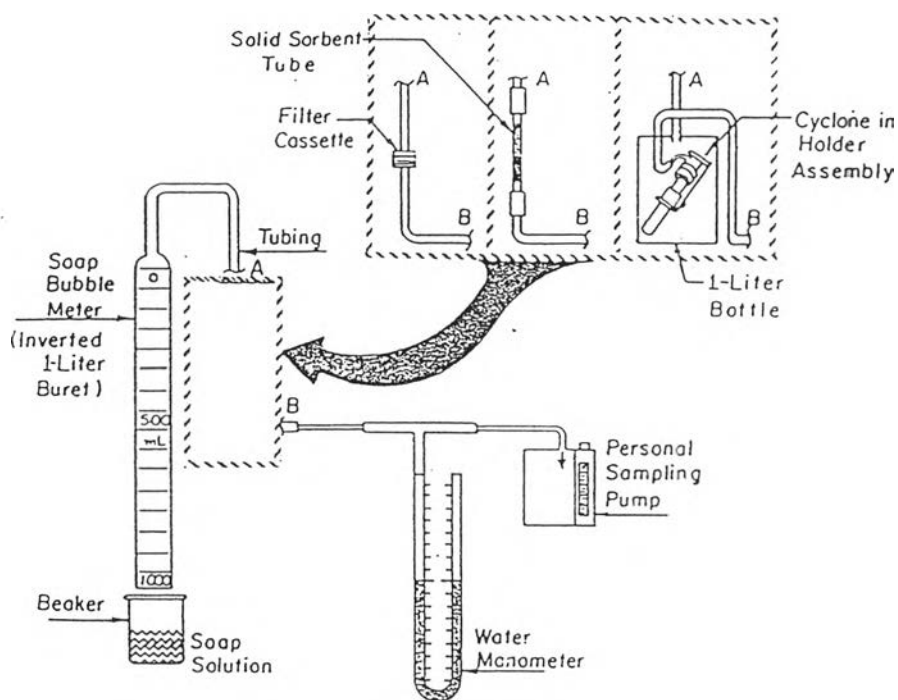
เมื่อทำการทดสอบสมรรถภาพปอดและถ่ายภาพรังสีทรวงอกแล้ว จะนำข้อมูลที่ได้ไปให้แพทย์ผู้เชี่ยวชาญในด้านการวินิจฉัยโรคที่เกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ และ แพทย์รังสี ช่วยในด้านการแปลข้อมูลที่ได้ ทั้งผลจากการตรวจสมรรถภาพปอด และ ผลที่ได้จากภาพถ่ายรังสีทรวงอกซึ่งสามารถนำมาวิเคราะห์โดยอาศัยเกณฑ์มาตรฐานของ ILO : International classification of Radiograph of Pneumoconiosis, 1980 . อยู่ในภาคผนวก ค.

3.8 การเก็บตัวอย่างอากาศและหาปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นที่สามารถเข้าสู่ทางเดินหายใจได้ ประกอบด้วย

ก. การเตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ

ข. การตรวจปรับความถูกต้องของเครื่องดูดอากาศ

ทำการปรับความถูกต้องก่อนและหลังการเก็บตัวอย่างอากาศทุกครั้ง วิธีการตรวจปรับ แสดงดังรูปที่ 3.9 ในการตรวจปรับความถูกต้องนี้ต้องมีอุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างอากาศคือ คลับซีด กระดาษกรอง ซึ่งบรรจุกระดาษรองกระดาษกรอง และกระดาษกรอง พร้อมหัวไซโคลนต่อเข้ากับเครื่องดูดอากาศในลักษณะเดียวกับขณะทำการเก็บตัวอย่างอากาศจริงทุกประการ การตรวจปรับความถูกต้องของอัตราการไหลของอากาศ ควรทำอย่างน้อย 3 ครั้ง แล้วจึงคำนวณหาค่าเฉลี่ยในแต่ละจุด การตรวจปรับอัตราการไหลของอากาศ ทำการตรวจวัดหลาย ๆ จุด และทำการกราฟอัตราการไหลของอากาศสำหรับเครื่องดูดอากาศนั้นไว้ และเลือกใช้อัตราการไหลของอากาศที่เหมาะสมที่ 1.7 ลิตรต่อ นาที



รูปที่ 3.9 แสดงการปรับความถูกต้องของเครื่องดูดอากาศ

ที่มา : National Institute of Occupational Safety, 1984.

ค. ขั้นตอนการหาน้ำหนักฝุ่น

1. ควบคุมความชื้นในโถควบคุมความชื้น (desiccator) อย่างน้อย 24 ชั่วโมง
ช่วงความชื้น 20 - 40% ควบคุมความชื้นที่ $\pm 5\%$
ช่วงอุณหภูมิ 15 - 30°C ควบคุมอุณหภูมิที่ $\pm 3^{\circ}\text{C}$
2. ชั่งน้ำหนักกระดาศกรอง (ทศนิยม 5 ตำแหน่ง)
3. นำไปเก็บตัวอย่างอากาศ
4. ควบคุมความชื้นกระดาศกรองพร้อมฝุ่น ในโถควบคุมความชื้นอย่างน้อย 24 ชั่วโมง
5. ชั่งน้ำหนักกระดาศกรองพร้อมฝุ่น
6. หาน้ำหนักฝุ่น (น้ำหนักกระดาศกรองหลังเก็บตัวอย่าง - น้ำหนักกระดาศกรองก่อนเก็บตัวอย่าง)
7. นำไปคำนวณหาปริมาณฝุ่นที่สามารถเข้าสู่ทางเดินหายใจ ได้ดังนี้

- ฝุ่น PM-10

ปริมาตรอากาศทั้งหมด = อัตราการไหลของอากาศ x จำนวนเวลาทั้งหมดที่ใช้วัดตัวอย่าง
 ปริมาณของ respirable dust = $\frac{(\text{น้ำหนักกระดาศกรองหลังเก็บตัวอย่าง} - \text{น้ำหนักกระดาศกรองก่อนเก็บตัวอย่าง})}{\text{ปริมาตรอากาศทั้งหมด}}$

- ฝุ่นซิลิกา

นำไปวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ซิลิกาอิสระ (%SiO₂) โดยการตรวจวิเคราะห์ทางเคมี (Chemical Analysis) โดยวิธีเทียบสี (Colorimetric Method) ด้วยเครื่อง Visible Absorption Spectrophotometer ความยาวคลื่น 420 และ 820 นาโนเมตร ตามวิธีของ NIOSH Method 7601

คำนวณหาค่ามาตรฐานของปริมาณซิลิกา (Quartz respirable) = $10 / \% \text{SiO}_2 + 2$ (mg/m³)
 วิธีการคำนวณอยู่ในภาคผนวก ข.

ง. กลวิธีในการเก็บตัวอย่างอากาศ

1. ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง การเก็บตัวอย่างอากาศต้องพิจารณากำหนดระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างและอัตราการไหลของอากาศให้เหมาะสม เครื่องดูดอากาศกำหนดปริมาตรอากาศ 400-800 ลิตร และมีการใช้อัตราการไหลของอากาศเท่ากับ 1.7 ลิตร/นาที ดังนั้นจึงกำหนดเก็บในช่วงเวลาทำงาน (single sample for full period) ประมาณ 6-7 ชั่วโมง การเก็บตัวอย่างฝุ่นตลอดช่วงเวลาการทำงานนั้นมีผลดี คือ ทราบปริมาณเฉลี่ยของฝุ่นที่สัมผัสตลอดเวลาทำงาน แต่ไม่สามารถบอกได้ว่าช่วงใดของการทำงานมีปริมาณฝุ่นสูงสุด
2. กำหนดจุดเก็บโดยศึกษาจากแผนที่แบ่งเป็นบริเวณคือ บริเวณสถานประกอบการสกัดหิน, บริเวณใกล้เคียงสถานประกอบการและบริเวณที่ห่างไกลจากสถานประกอบการ

3. การเก็บตัวอย่างอากาศที่ระดับหายใจของกลุ่มตัวอย่างหรือเรียกว่าการเก็บตัวอย่างอากาศเฉพาะแบบบุคคล (Personal Sampling) โดยจะเก็บตัวอย่างอากาศในระดับจมูก โดยทั่วไปมักหนีบติดกับปกเสื้อ (รูปที่ 3.10)
4. ช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่างอากาศเป็นช่วงเวลาปฏิบัติงานของผู้ประกอบการอยู่ในช่วงเวลา 09.00 -12.00 น. และ 13.00 – 16.00 น. เป็นเวลา 6 ชั่วโมง ทำการเก็บตัวอย่างอากาศตั้งแต่เดือนธันวาคมถึงเดือนเมษายน



รูปที่ 3.10 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์เก็บตัวอย่างอากาศเฉพาะแบบบุคคล (personal sampling)

จ. ขั้นตอนการเก็บตัวอย่าง

1. ปรับอัตราการไหลของเครื่องดูดอากาศ เท่ากับ 1.7 ลิตรต่อนาที
2. ในการเตรียมอุปกรณ์ควรทำในบริเวณที่ปราศจากฝุ่นละออง มิฉะนั้นอาจทำให้กระดาษกรองสำหรับเก็บตัวอย่างอากาศถูกปนเปื้อนได้ ขั้นตอนการเตรียมมีดังนี้ ใช้ถุงยางสำหรับบีบเป่าลม เป่าภายในตลับยัดกระดาษกรองจนแน่ใจว่าปราศจากฝุ่น ใช้ปากคีบ คีบกระดาษรองกระดาษกรองวางลงในชั้นที่ 1 จากนั้นใช้ปากคีบจับกระดาษกรองริมอกสุดของกระดาษจากขอบเข้ามา 2 มิลลิเมตร วางลงบนกระดาษรองในตลับยัด สวมตลับยัดกระดาษกรองชั้นที่ 2 ลงไปแล้วตามด้วยชั้นที่ 3 พร้อมด้วยจุกปิด กดให้ชั้นส่วนทั้งหมดยึดติดกันให้แน่นพอสมควร ใช้กระดาษกาวพันโดยรอบเพื่อป้องกันการรั่วของอากาศ และยึดชั้นส่วนทั้งหมดไว้ด้วยกัน
3. ทำความสะอาดไซโคลนก่อนนำไปใช้
4. ประกอบตลับกระดาษกรองต่อกับไซโคลน ตรวจสอบการรั่วไหล ต่อเครื่องดูดอากาศกับตลับกระดาษกรองด้วยสายยางยาว 1 เมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร
5. ดัดไซโคลนที่ปกเสื้อ ส่วนเครื่องดูดอากาศติดที่เข็มขัด ให้ตัวไซโคลนแขวนในแนวตั้งอธิบายให้กลุ่มตัวอย่างเข้าใจ และ จะไม่ให้ไซโคลนหกกลับ
6. เปิดเครื่องดูดอากาศ เริ่มเก็บฝุ่น รักษาอัตราการไหลให้คงที่ $\pm 5\%$ ของ 1.7 ลิตรต่อนาที
7. เมื่อเก็บตัวอย่างอากาศเรียบร้อยแล้ว ดึงตลับกระดาษออกจากไซโคลน ปิดช่องอากาศเข้าและอากาศออกด้วยจุก 2 อัน เขียนหมายเลขติดไว้ข้างตลับ บันทึกหมายเลขเครื่องดูดอากาศไซโคลนที่ใช้ บันทึกเวลา สถานที่ อุณหภูมิอากาศ ความดันบรรยากาศที่เริ่มเก็บตัวอย่างอากาศและสิ้นสุดการเก็บตัวอย่าง
8. เตรียม field blank โดยใช้กระดาษกรองใหม่ใส่ในตลับ นำติดไปยังภาคสนามด้วย แต่ไม่ให้มีอากาศผ่านเข้า ออก ในตลับ ใช้ field blank 2 ตัวอย่างต่อจำนวนตัวอย่าง ทุก ๆ 10 ตัวอย่าง
9. นำตัวอย่างที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณของฝุ่นที่สามารถเข้าสู่ทางเดินหายใจทั้ง 2 ชนิด

ณ. ขั้นตอนการวิเคราะห์ฝุ่น รายละเอียดของขั้นตอนนี้จะกล่าวในภาคผนวก ข.

ช. ขั้นตอนการคำนวณ

ฝุ่น PM-10

ปริมาตรอากาศทั้งหมด = อัตราการไหลของอากาศ x จำนวนเวลาทั้งหมดที่ใช้วัดตัวอย่าง

ปริมาณของ respirable dust = $\left(\text{น้ำหนักกระดาษกรองหลังเก็บตัวอย่าง} - \text{น้ำหนักกระดาษกรองก่อนเก็บตัวอย่าง} \right) / \text{ปริมาตรอากาศทั้งหมด}$

ฝุ่นซิลิกา

- การคำนวณวิธีของ OSHA ใช้ค่าน้ำหนักฝุ่น ปริมาณของซิลิกาและปริมาตรอากาศดังนี้
- น้ำหนักฝุ่น (น้ำหนักกระดาศกรองหลังเก็บฝุ่น – น้ำหนักกระดาศกรองก่อนเก็บฝุ่น)
 - ปริมาณของซิลิกา (จากเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์โดยลบค่าเปรียบเทียบแล้ว) นำค่าน้ำหนักฝุ่น หน่วยไมโครกรัม และ ปริมาณของซิลิกา หน่วยไมโครกรัม มาคำนวณร้อยละซิลิกา

$$\text{ร้อยละซิลิกา} = \frac{\text{ปริมาณของซิลิกา} \times 100}{\text{น้ำหนักฝุ่น}}$$

นำค่าร้อยละของซิลิกามาหาค่ามาตรฐานจากสูตร

$$\text{ค่ามาตรฐาน} = \frac{10 \text{ มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร}}{\text{ร้อยละซิลิกา} + 2}$$

ค่ามาตรฐานต้องนำมาเปรียบเทียบกับปริมาณฝุ่น โดยหาปริมาณฝุ่นดังนี้

$$\text{ปริมาณฝุ่น (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)} = \frac{\text{น้ำหนักฝุ่น (ไมโครกรัม)}}{\text{ปริมาตรอากาศ (ลิตร)}}$$

ปริมาตรอากาศ (ลิตร) = อัตราการไหลมาตรฐาน x เวลาเก็บตัวอย่าง (นาที)

$$\text{อัตราการไหลมาตรฐาน} = Q_s \times \frac{(P_s)}{(T_s)} \frac{(T_{std})}{(P_{std})}$$

Q_s = อัตราการไหลของเครื่อง (ลิตรต่อนาที)

P_s = ความดันอากาศ (มิลลิเมตรปรอท) ที่จุดเก็บตัวอย่าง

T_s = อุณหภูมิ (K) ที่จุดเก็บตัวอย่าง

P_{std} = ความดันมาตรฐานที่ 760 มิลลิเมตรปรอท

T_{std} = อุณหภูมิมาตรฐานที่ 298 K

นำค่ามาตรฐานมาเทียบกับปริมาณฝุ่น ถ้าปริมาณฝุ่นมีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานถือว่า อากาศมีระดับปริมาณซัลฟิเตอ์ที่อันตรายต่อระบบทางเดินหายใจ

การคำนวณตามวิธีของ American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)

วิธีนี้คำนึงถึงค่าปริมาณซัลฟิเตอ์ต่อปริมาตรอากาศ ค่าที่ใช้ในการคำนวณจากเครื่อง สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ คือ ปริมาณซัลฟิเตอ์ และ ปริมาตรอากาศที่ไ้จากเครื่องดูดอากาศมีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

3.9 การวิเคราะห์และแปลผลข้อมูล

นำข้อมูลวิเคราะห์ทางสถิติ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS (Statistical Package for the Social Science Version 6 and 7.5)

3.9.1 สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ค่าร้อยละ (Percentage) พิสัย (Range) และฐานนิยม (Mode)

3.9.2 สถิติเชิงอนุมาน (Inferential Statistic) ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน มีหลักเกณฑ์ในการเลือกใช้ดังนี้

- ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรกับผลการตรวจสอบสภาพปอดของกลุ่มศึกษาและกลุ่มควบคุมโดยพิจารณาแต่ละปัจจัย (Univariate analysis) โดยการใช้ Chi-square test
- เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยข้อมูล ระหว่างกลุ่มศึกษา และ กลุ่มควบคุมโดยใช้ T-test
- ศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆกับผลการตรวจสอบสภาพปอดของกลุ่มศึกษาและกลุ่มควบคุมโดยใช้ Multiple Regression Analysis