บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 พื้นที่ศึกษา

3.1.1 การกำหนดพื้นที่ศึกษา

กำหนดพื้นที่ศึกษา และการเลือกจุดเก็บตัวอย่างโดยพิจารณาบริเวณสถานีรถไฟฟ้าที่มีความเสี่ยงต่อมลพิษในระดับสูง (Worst case) และระดับต่ำเพื่อเป็นสถานีอ้างอิง (Reference site) โดยพิจารณาจากปัจจัยต่างๆ ดังนี้

1) ปริมาณรถยนต์ที่ผ่านใต้สถานีมากกว่า 50,000 คัน/วัน

2) ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน เฉลี่ย 1 ปี มีค่ามากกว่า 50 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร

3) ความยาวของสถานีรถไฟฟ้าที่ขนานกับอาคารบริเวณ 2 ฝั่งถนน และระยะทางระหว่างสถานีรถไฟฟ้ากับอาคารบริเวณ 2 ฝั่งถนน ซึ่งปัจจัยนี้จะส่งผลต่อการกระจายตัวของมลสารบริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้า กล่าวคือถ้าความยาวของสถานีรถไฟฟ้ามีความยาวมาก และระยะทางระหว่างสถานีรถไฟฟ้ากับอาคารบริเวณ 2 ฝั่งถนนมีค่าน้อย จะส่งผลให้บริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้ามีลักษณะเป็นที่เก็บกักมลสารเนื่องการระบายอากาศบริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้าไม่ดี

3.1.2 การเลือกจุดเก็บตัวอย่าง

เมื่อพิจารณาปัจจัยทั้งสามที่กล่าวมาแล้วข้างต้น สามารถเลือกจุดเก็บตัวอย่างบริเวณสถานีรถไฟฟ้าเพื่อการศึกษาในครั้งนี้ 3 สถานี ดังแสดงในรูปที่ 3.1 และ 3.2 (ก) - 3.2 (ค) คือ

1) สถานีรถไฟฟ้าพญาไท ลักษณะโครงสร้างของสถานีจะครอบคลุมพื้นผิวจราจรทั้งหมดเหมือนกับสถานีพระโขนง ความสูงจากระดับพื้นถึงชั้นสองของสถานีเท่ากับ 7.9 เมตร ความยาวของสถานีเท่ากับ 18 เมตร บริเวณด้านข้างของสถานีฝั่งเข้าเมืองเป็นที่ตั้งของอาคารพาณิชย์จนถึงบริเวณกึ่งกลางของสถานีและบริเวณด้านข้างของสถานีฝั่งออกเมืองเป็นที่ตั้งของอาคารสำนักงาน บริเวณกึ่งกลางสถานีจะมีรางรถไฟพาดผ่านถนนพญาไททำให้เกิดพื้นที่โล่งบริเวณด้านข้างสถานีทั้งสองฝั่ง ดังแสดงในรูปที่ 3.2 (ก)

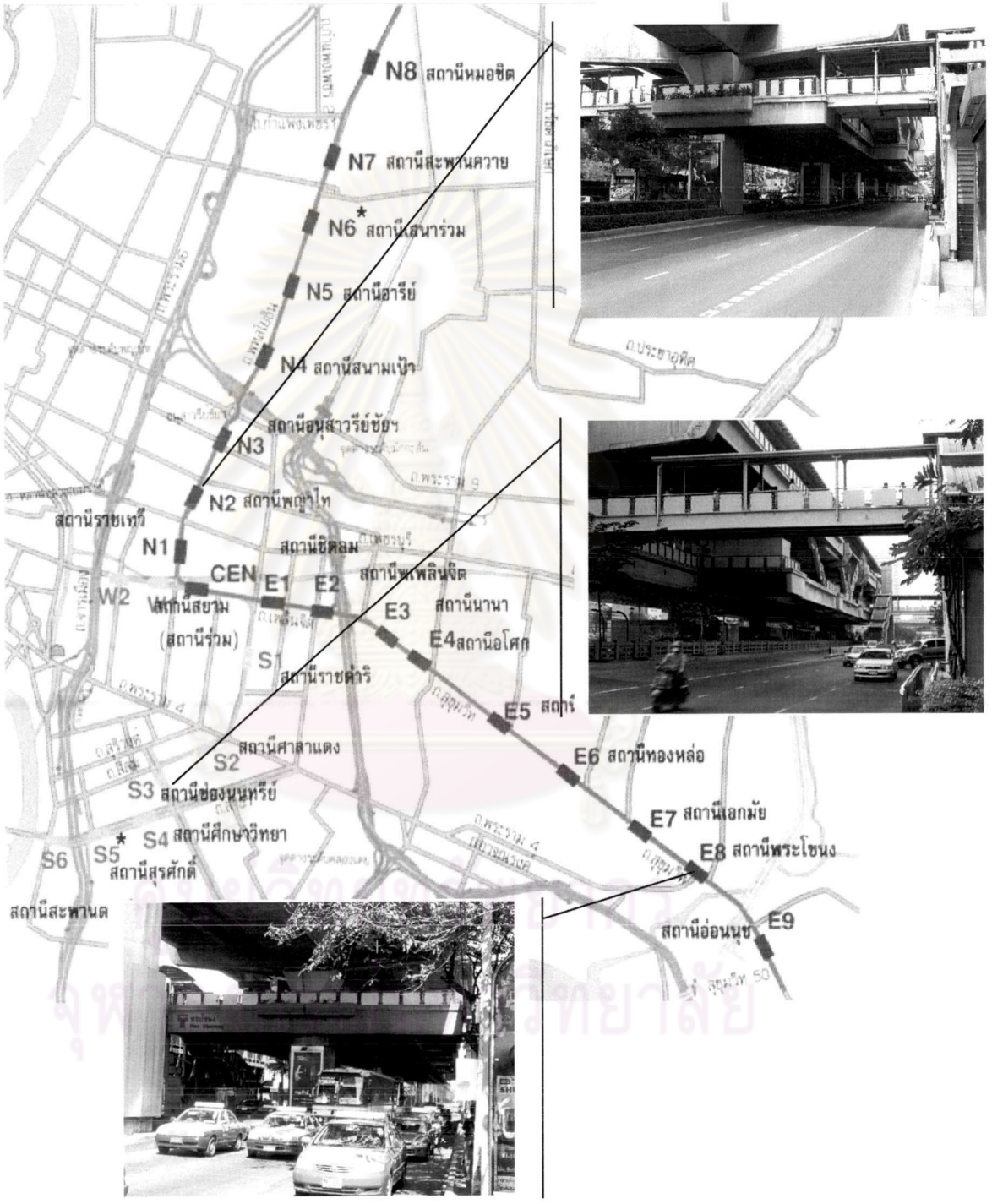
2) สถานีรถไฟฟ้าพระโขนง ลักษณะโครงสร้างของสถานีจะครอบคลุมพื้นผิวจราจรทั้งหมดเหมือนสถานีรถไฟฟ้าพญาไท โดยมีความสูงจากระดับพื้นถึงชั้นสองของสถานีเท่ากับ 7.6 เมตร ความยาวของสถานีเท่ากับ 18 เมตร บริเวณด้านข้างของสถานีทั้งสองฝั่งถูกขนาบด้วยอาคารพาณิชย์ตลอดระยะความยาวของสถานี ดังแสดงในรูปที่ 3.2 (ข)

3) สถานีรถไฟฟ้าช่องนนทรี โครงสร้างของสถานีจะไม่ครอบคลุมพื้นผิวถนน โดยจะอยู่บริเวณเกาะกลางถนนเหนือคลองสาธรซึ่งแตกต่างจากสถานีรถไฟฟ้าพระโขนงและสถานีรถไฟฟ้าพญาไท จึงจัดสถานีรถไฟฟ้าช่องนนทรีเป็นสถานีอ้างอิง ความสูงจากระดับพื้นถึงชั้นสองของสถานีเท่ากับ 8.4 เมตร ความยาวของสถานีเท่ากับ 15 เมตรบริเวณด้านข้างของสถานีฝั่งเข้าเมืองเป็นที่ตั้งของอาคารสำนักงาน และร้านค้า บริเวณด้านข้างของสถานีฝั่งออกเมืองเป็นที่ตั้งของที่พักอาศัย และมีพื้นที่โล่ง ดังแสดงในรูปที่ 3.2 (ค)

ตารางที่ 3.1 ความแตกต่างของโครงสร้างสถานีรถไฟฟ้าทั้ง 3 สถานี

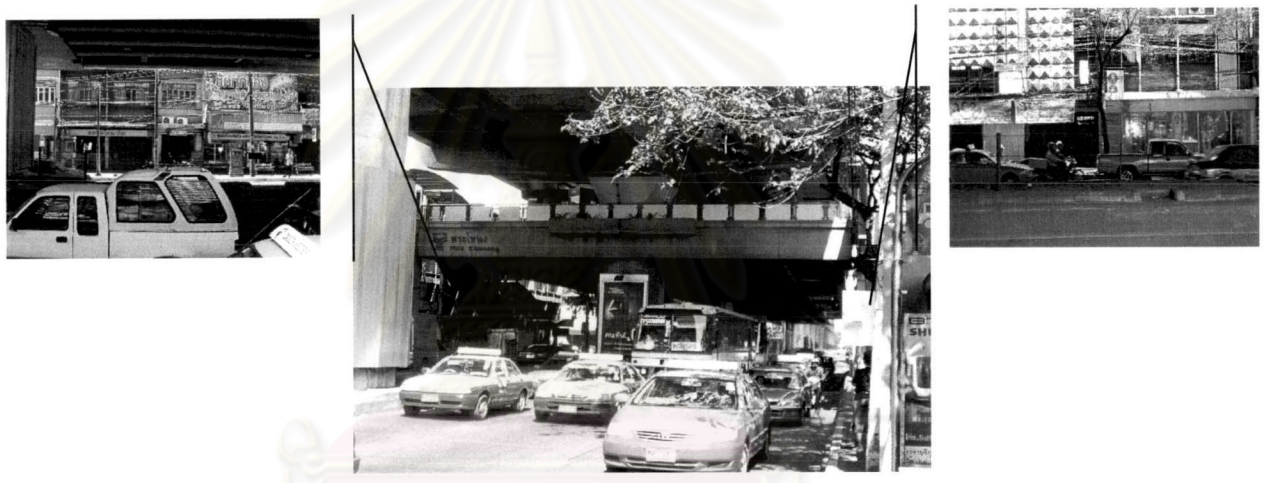
สถานีรถไฟฟ้า	กว้าง (เมตร)	ยาว (เมตร)	ความสูงจากระดับพื้นถึงชั้น 2 ของสถานี (เมตร)	ลักษณะโครงสร้างของสถานี	ลักษณะบริเวณพื้นที่ด้านข้างของสถานี
พญาไท	22	18	7.9	ครอบคลุมพื้นผิวถนนทั้งหมด	มีอาคารพาณิชย์ และอาคารสำนักงานถึงกึ่งกลางสถานีจะเป็นรางรถไฟ และพื้นที่โล่ง
พระโขนง	22	18	7.6	ครอบคลุมพื้นผิวถนนทั้งหมด	มีอาคารพาณิชย์ตลอดความยาวสถานี
ช่องนนทรี	22	15	8.4	สถานีอยู่เกาะกลางถนนไม่ครอบคลุมพื้นผิวถนน	มีอาคารสำนักงาน (บริเวณฝั่งออกเมือง) ที่พักอาศัยและพื้นที่โล่ง (บริเวณฝั่งออกเมือง)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.1 แผนที่จุดเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็กบริเวณสถานีรถไฟฟ้า

รูปที่ 3.2 (ก) โครงสร้างของสถานีรถไฟฟ้าพญาไท



รูปที่ 3.2 (ข) โครงสร้างของสถานีรถไฟฟ้าพระโขนง

รูปที่ 3.2 (ค) โครงสร้างของสถานีรถไฟฟ้าช่องนนทรี

3.2 วัสดุอุปกรณ์

3.2.1 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์ปริมาณฝุ่นขนาดเล็ก

1) หัวคัดแยกฝุ่น Cascade impactor (50% cut-off level of 10 μm and 2.5 μm at flow rate 2.5 L/min) ต่อกับเครื่องดูดอากาศชนิดติดตัวบุคคล Personal air samplers (Gillien) ดังแสดงในรูปที่ 3.3 กำหนดอัตราการไหลของเครื่องดูดอากาศที่ 2.5 L/min โดยใช้ เครื่องปรับอัตราการไหลอากาศ (Calibrator) ซึ่งที่อัตราการไหลของอากาศนี้จะมีการคัดแยกฝุ่นละอองขนาดต่าง ๆ สู่กระดาษกรองที่บรรจุไว้ภายในหัวคัดแยกฝุ่น

2) กระดาษกรองที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ MCEF (Mixed cellulose ester) เส้นผ่านศูนย์กลาง 35 mm ขนาดรูพรุน 1 μm

3) กระดาษกรองชนิด Glass fiber filter เส้นผ่านศูนย์กลาง 20 mm ขนาดรูพรุน 2 μm

4) เครื่องชั่งน้ำหนักแบบตัวเลขที่มีทศนิยม 6 ตำแหน่ง METLER UMT 5 with 0.1 μg sensitivity ซึ่งผ่านการสอบเทียบกับตุ้มน้ำหนักมาตรฐานแล้ว ดังแสดงในรูปที่ 3.4

5) ห้องควบคุมอุณหภูมิและความชื้น (Controlled room) ใช้สำหรับควบคุมอุณหภูมิและความชื้นของกระดาษกรองก่อนและหลังการเก็บตัวอย่าง มีอุปกรณ์วัดอุณหภูมิและความชื้น (Thermo-hygromeer) ที่เห็นชัดเจน โดยอุณหภูมิไม่เกิน 23±2 °c และความชื้นสัมพัทธ์ไม่เกิน 40±5 %RH (EPA requirement: mean RH = 30 - 40±5 %RH and Temp = 20 - 23±2 °c)

6) ตลับพลาสติกใช้สำหรับใส่กระดาษกรอง

7) เครื่องดูดความชื้นภายในห้อง (Dehumidifier) ใช้สำหรับดูดความชื้นภายในห้องชั่งกระดาษกรองเพื่อรักษาและควบคุมความชื้นภายในห้อง

8) คีบคีบปากแบน (Forceps) ชนิดเคลือบด้วย Teflonใช้สำหรับคีบกระดาษกรอง

9) ถุงมือชนิด Antistatic gloves ใช้สวมเมื่อคีบกระดาษกรอง

รูปที่ 3.3 Cascade impactor ที่ต่อกับเครื่องดูดอากาศชนิดตัวบุคคลพร้อมใช้งาน

รูปที่ 3.4 เครื่องชั่งที่มีทศนิยม 6 ตำแหน่ง METLER UMT 5

3.2.2 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ลักษณะทางสัณฐานและองค์ประกอบธาตุในฝุ่นละออง

1) กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกน (Scanning electron microscopy , SEM) และ Energy dispersive X-ray (EDX) รุ่น JSM-6400 ของบริษัท JEOL สามารถปรับศักย์ไฟฟ้าได้ตั้งแต่ 0.2-40 Kv แสดงในรูปที่ 3.5

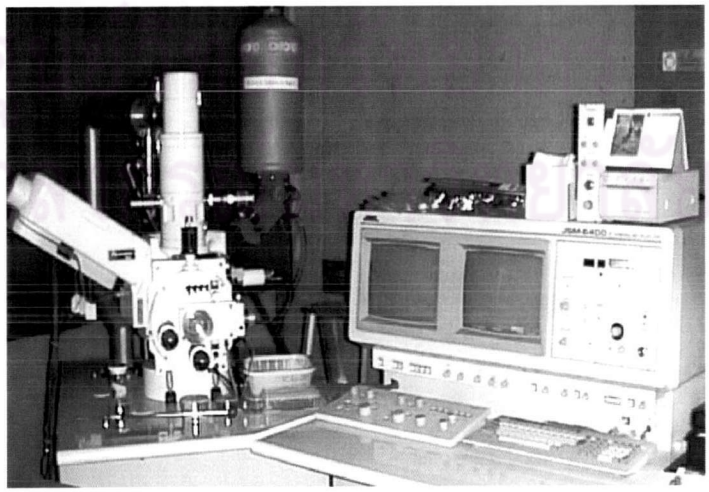
2) เครื่องฉาบผิวตัวอย่าง (Sputter coater)

3) แท่งวางตัวอย่าง (Stub)

4) เทปคาร์บอน

5) แผ่นทอง (Au) เพื่อใช้ฉาบผิวตัวอย่าง

6) กระดาษกาว 2 หน้า



รูปที่ 3.5 เครื่อง Scanning Electron Microscopy

3.2.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัดสภาพจราจร และสภาพทางอุตุนิยมวิทยา

1) ชุดบันทึกภาพการจราจร ประกอบด้วย กล้องวิดิโอ เครื่องบันทึกเทป และโปรแกรมสำหรับตั้งเวลาปิด-เปิดเครื่องบันทึก แสดงในรูปที่ 3.6

2) เครื่องตรวจวัดสภาพอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่ (On-site meteorology) โดยมีพารามิเตอร์ที่ทำการตรวจวัดคือ ความเร็ว และทิศทางลม อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ รังสีจากดวงอาทิตย์ และความดันบรรยากาศ แสดงในรูปที่ 3.7

รูปที่ 3.6 ชุดบันทึกภาพการจราจร

รูปที่ 3.7 เครื่องตรวจวัดสภาพอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่

3.3 วิธีดำเนินการศึกษา

3.3.1 การเตรียมกระดาษกรอง

1) การทดสอบ Stability สำหรับ Lot blank

นำกระดาษกรองที่สะอาดและไม่ชำรุดไปอบไล่ความชื้นในตู้เดซิเคเตอร์ (desiccator) ที่มี ซิลิกาเจล สำหรับดูดความชื้นบรรจุอยู่ โดยภายในเดซิเคเตอร์มีความชื้นสัมพัทธ์ 40±5 %RH และอุณหภูมิ 23±2 °c เมื่อครบ 24 ชั่วโมง สุ่มกระดาษกรอง 30% ของจำนวนกระดาษกรองที่ใช้เก็บตัวอย่างมาชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักแบบตัวเลขที่มีทศนิยม 6 ตำแหน่ง METLER UMT5 with 0.1 μg sensitivity ที่ติดตั้งในห้องที่สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นได้ (Controlled room) จากนั้นบันทึกค่าน้ำหนักกระดาษกรองที่ชั่งได้ แล้วนำไปอบที่เดซิเคเตอร์ต่อ และนำมาชั่งน้ำหนักทุกๆ 24 ชั่วโมง เพื่อหาระยะเวลาที่ใช้ในการอบกระดาษกรองจนกระทั่งน้ำหนักกระดาษกรองคงที่ (ความแตกต่างของน้ำหนักน้อยกว่า 15 μg) และใช้เวลานี้ในการอบกระดาษกรองครั้งต่อไป

2) การวิเคราะห์โดยน้ำหนัก (Gravimetric analysis)

การวิเคราะห์โดยน้ำหนัก เป็นวิธีที่นิยมใช้ในการหามวลของฝุ่นละอองขนาดเล็กในห้องปฏิบัติการ โดยจะหามวลสุทธิจากการชั่งน้ำหนักกระดาษกรองก่อนและหลังการทำการเก็บตัวอย่าง ด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักที่ติดตั้งในห้องที่สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ (Controlled room) ก่อนทำการชั่งน้ำหนักของกระดาษกรองควรนำกระดาษกรองไปปรับสภาพในตู้เดซิเคเตอร์สภาวะเดียวกันกับการเตรียมกระดาษกรอง ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้จะใช้ระยะเวลาในการอบกระดาษกรอง 3 วัน จากนั้นนำมาชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งแบบตัวเลขที่มีทศนิยม 6 ตำแหน่ง ก่อนและหลังการชั่งน้ำหนักกระดาษกรองทุกครั้งจะต้องชั่งน้ำหนักตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน 100 g 200 g และกระดาษกรอง Blank ที่เก็บไว้ในตู้เดซิเคเตอร์เพื่อทำ Quality control และผู้ชั่งควรสวมถุงมือและรองเท้าป้องกันไฟฟ้าสถิตเพื่อไม่ให้รบกวนน้ำหนักของกระดาษกรอง ขณะที่ทำการชั่งน้ำหนักของกระดาษกรองที่จะนำไปเก็บตัวอย่าง 3 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ย บันทึกค่าน้ำหนักกระดาษกรองก่อนการเก็บตัวอย่าง (Pre-weighting) แล้วนำไปใส่ในตลับพลาสติกป้องกันการปนเปื้อนปิดฝาให้สนิทพร้อมใช้งาน

3) การทำ Control chart ของการชั่งน้ำหนักของกระดาษกรอง และของเครื่องชั่งน้ำหนัก

Control chart คือกราฟตรวจสอบและควบคุมคุณภาพของตัวอย่างให้อยู่ในขีดจำกัดการยอมรับทางสถิติ โดยจะ plot กราฟระหว่างค่าเฉลี่ยของตัวอย่างกับเวลา Shewhart control chart คือกราฟควบคุมคุณภาพที่ประยุกต์มาจาก Central limit theoremค่าเฉลี่ยของตัวอย่างแบบสุ่มจะมีการกระจายตัวแบบปกติ (normal distribution) เป็นลักษณะโค้งระฆังคว่ำ โดยจะมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ μ_0 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ $\delta/\sqrt{n}$ และ 95.45 เปอร์เซ็นต์ของจำนวน

ตัวอย่างทั้งหมด จะอยู่ในช่วง $\mu_0 \pm 2\delta/\sqrt{n}$ และ 99.73 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนตัวอย่างทั้งหมด จะอยู่ในช่วง $\mu_0 \pm 3\delta/\sqrt{n}$ (Mccormick and Roach, 1987)

วิธีการสร้าง Shewhart control chart สามารถสร้างจากการน้ำหนักของการชั่งตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน 100 และ 200 กรัม มาสร้าง Control chart เพื่อควบคุมคุณภาพของการชั่งโดยเครื่องชั่งทศนิยม 6 ตำแหน่ง และนำน้ำหนักของกระดาษกรอง Blank มาสร้าง Control chart เพื่อควบคุมคุณภาพของการชั่งน้ำหนักกระดาษกรองที่จะนำไปเก็บตัวอย่าง โดยกำหนดให้แกน x คือแกนของเวลา (วันที่ทำการชั่งน้ำหนักของกระดาษกรอง) และแกน y คือแกนของค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง โดยจะประกอบด้วยค่า μ_0, $\mu_0 \pm 2\delta/\sqrt{n}$ และ $\mu_0 \pm 3\delta/\sqrt{n}$ และลากเส้นขนานแกน x ทั้งหมด 5 เส้น คือ $y = \mu_0$ (Target line), $y = \mu_0 \pm 2\delta/\sqrt{n}$ (Upper warning line), $y = \mu_0 - 2\delta/\sqrt{n}$ (Lower warning line), $y = \mu_0 + 3\delta/\sqrt{n}$ (Upper action line) และ $y = \mu_0 - 3\delta/\sqrt{n}$ (Lower action line) จากนั้นนำน้ำหนักของตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน 100 และ 200 กรัม และน้ำหนักของกระดาษกรอง Blank ไป plot จุดใน Control chart ถ้าจุดที่ plot อยู่ในช่วง Warning line แสดงว่าอยู่ในช่วงควบคุมได้ และเป็นที่ยอมรับทางสถิติ ถ้าอยู่นอกช่วง Warning line แต่ยังอยู่ในช่วง Action line แสดงว่ามีความผิดปกติบางอย่างเกิดขึ้นในวันที่ทำการชั่งแต่ว่าข้อมูลในการชั่งวันนั้นยังอยู่ในช่วงที่ควบคุมและยอมรับได้ทางสถิติอยู่ แต่หากว่าอยู่นอกช่วง Action line แสดงว่ามีความผิดปกติที่เกิดขึ้นในวันที่ทำการชั่ง เช่น Condition ของห้อง Control room ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน ควรยกเลิกการชั่งในวันนั้น และหาสาเหตุพร้อมแก้ไขความผิดปกติที่เกิดขึ้นก่อนที่จะทำการชั่งครั้งต่อไป

3.3.2 การเก็บตัวอย่าง

3.3.2.1 การเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็ก ($PM_{2.5}$, $PM_{10-2.5}$, PM_{10}) เก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็กบริเวณสถานีรถไฟฟ้าทั้ง 3 สถานี ทำการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็ก 24 ชั่วโมง 3 วันต่อเนื่องกัน ซ้ำ 3 ครั้ง โดยแบ่งเป็นและวันหยุด คือ วันอาทิตย์ และช่วงวันทำงาน คือ วันจันทร์ และวันอังคาร และติดตั้งอุปกรณ์เก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็ก บริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษสถานีดินแดง 2 ชุด พร้อมกัน ตั้งแต่วันที่ 27 มิถุนายน ถึง 11 กรกฎาคม 2547 เป็นเวลา 15 วัน ช่วงเวลาการเก็บตัวอย่างแสดงในตารางที่ 3.1 และกำหนดจุดติดตั้งอุปกรณ์ดังนี้

- บริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้า ติดตั้งอุปกรณ์เก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็ก ($PM_{2.5}$, $PM_{10-2.5}$, PM_{10}) บนเกาะกลางถนนโดยติดตั้งให้สูงจากพื้นประมาณ 1.5 เมตร
- บริเวณชั้น 2 ของสถานีรถไฟฟ้า สูงจากพื้นประมาณ 7 เมตร เป็นชั้นที่มีห้องจำหน่ายตัว และห้องพักของพนักงานติดตั้งอุปกรณ์เก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็ก ($PM_{2.5}$, $PM_{10-2.5}$, PM_{10}) สูงจากพื้นประมาณ 1.5 เมตร และติดตั้งชุดอุปกรณ์ชุดบันทึกภาพการจราจรบริเวณระเบียงหลังห้องพักหนักงาน

- บริเวณชั้น 3 ของสถานีรถไฟฟ้าสูงจากพื้นประมาณ 15 เมตร เป็นชั้นที่มีชานชลาสำหรับโดยสารรถไฟฟ้า ติดตั้งอุปกรณ์เก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็ก ($PM_{2.5}$, $PM_{10-2.5}$, PM_{10}) สูงจากพื้นประมาณ 1.5 เมตร และติดตั้งชุดอุปกรณ์ตรวจวัดสภาพอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่ บริเวณปลายสุดของชานชลา

- บริเวณด้านบนของสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษสถานีดินแดง ติดตั้งอุปกรณ์เก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็ก สูงจากพื้นประมาณ 1.5 เมตร จำนวน 2 ชุดและเปิดเครื่องให้ทำงานพร้อมกัน

หลังจากเก็บตัวอย่างฝุ่น นำกระดาษกรองที่สัมผัสกับฝุ่นแล้วมาหาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก ($PM_{2.5}$ และ $PM_{10-2.5}$) ด้วยวิธี Gravimetric technique ซึ่งมีขั้นตอนต่อไปนี้ นำกระดาษกรองหลังจากเก็บตัวอย่างฝุ่นแล้ว นำมาเก็บภายใต้สภาวะเดียวกับก่อนเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง แล้วนำมาชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งแบบตัวเลขที่มีทศนิยม 6 ตำแหน่ง ซ้ำ 3 ครั้ง บันทึกน้ำหนัก พร้อมหาค่าเฉลี่ย

ปริมาณฝุ่นละอองในละอองบรรยากาศ บริเวณสถานีรถไฟฟ้า และสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษ คำนวณโดย

$$\text{น้ำหนักฝุ่น } (\mu g) = \text{น้ำหนักกระดาษกรองหลัง} - \text{ก่อนเก็บตัวอย่างฝุ่น}$$

$$\text{ปริมาณฝุ่น } (\mu g/m^3) = \frac{\text{น้ำหนักฝุ่น } (\mu g)}{\text{ปริมาตรอากาศ } (m^3)} \qquad (3.1)$$

$$\text{ปริมาณฝุ่น } PM_{10} = \text{ปริมาณฝุ่น } PM_{10-2.5} + \text{ปริมาณฝุ่น } PM_{2.5}$$

ตารางที่ 3.2 ช่วงเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่าง

จุดเก็บตัวอย่าง	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
สถานีรถไฟฟ้าพญาไท	15 - 17 ก.พ. 2547	28 - 30 มี.ค. 2547	2 - พ.ค. 2547
สถานีรถไฟฟ้าช่องนนทรี	7 – 9 มี.ค. 2547	4 – 6 เม.ย. 2547	9 – 11 พ.ค. 2547
สถานีรถไฟฟ้าพระโขนง	21 – 23 มี.ค. 2547	25 – 27 เม.ย. 2547	23 – 25 พ.ค. 2547
สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศดินแดง	27 มิ.ย. – 11 ก.ค. 2547		

3.3.2.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบธาตุและสัณฐานของฝุ่นละออง

นำกระดาษกรองที่เก็บฝุ่นละอองขนาดเล็ก มาติดด้วยเทปคาร์บอนที่ติดอยู่แท่งติดตัวอย่าง จากนั้นนำตัวอย่างไปใส่ในเครื่อง SEM-EDX (Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-ray) ใช้ความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ 20 Kv ปรับ ภาพให้คมชัด เลือกกำลังขยายที่เหมาะสม แล้วทำการศึกษาองค์ประกอบธาตุที่พบ จากนั้นบันทึกสเปคตรัมองค์ประกอบธาตุที่พบพร้อมกับคำนวณปริมาณธาตุที่ได้ในรูปร้อยละ โดยโปรแกรมการคำนวณที่ได้จากสูตร

$$\text{Element \%} = (ZAF)\frac{I_{sample}}{I_{STd}} \times \text{\%Weight of Element standard} \qquad (3.2)$$

เมื่อ Z = Atomic Number ของธาตุ

A = Absorption การดูดกลืนพลังงานไฟฟ้า

F = Fluorescence ที่เกิดจากการคายพลังงานของธาตุ

I = Intensity คือค่าที่ได้จากการคำนวณพื้นที่ใต้กราฟของธาตุที่ปรากฏในสเปคตรัม

3.3.2.3 การตรวจวัดสภาพอากาศโดยศึกษาปัจจัยอุตุนิยมวิทยาในพื้นที่ (On-site meteorology)

เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดสภาพอุตุนิยมวิทยาในครั้งนี้คือ เครื่องมือ Met one ทำการตรวจวัดพารามิเตอร์ต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 3.2 ด้วยวิธีการวัดแบบ on-line เก็บตัวอย่างแบบต่อเนื่องรายชั่วโมงตลอด 24 ชั่วโมง เป็นเวลา 3 วัน ในช่วงเดียวกับการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็ก โดยติดตั้งเครื่องมือบริเวณชั้น 3 ของสถานีรถไฟฟ้า ที่ปลายสุดของชานชลา

ตารางที่ 3.3 พารามิเตอร์ทางอุตุนิยมวิทยาและเครื่องมือที่ใช้ตรวจวัด

พารามิเตอร์/หน่วยวัด	เครื่องมือตรวจวัด	ลักษณะข้อมูล/หน่วยวัด
Temperature / Relative humidity (^{o}c, %)	Temp /RH sensor (P/N 083D-1)	ทุก ๆ 5 นาทีต่อเนื่อง
Atmospheric pressure (mm Hg)	Barometric pressure sensors	ทุก ๆ 5 นาทีต่อเนื่อง
Solar radiation (w/m^2)	Pyranometer	ทุก ๆ 5 นาทีต่อเนื่อง
Wind speed & Wind direction (m/s, ^{o})	Wind monitor	ทุก ๆ 5 นาทีต่อเนื่อง

3.3.2.4 การเก็บข้อมูลการจราจร

เก็บตัวอย่างข้อมูลการจราจรโดยบันทึกผ่านชุดวีดีโอ ด้วยการบันทึกภาพการจราจรบนถนนใต้สถานีรถไฟฟ้า (พญาไท พระโขนง และช่องนนทรี) ทั้ง 2 ฝั่ง (แสดงในภาคผนวก ก) ใน 10 นาทีแรกของทุก ๆ ชั่วโมง ตลอด 24 ชั่วโมงติดต่อกัน เป็นเวลา 3 วัน ในช่วงเวลาเดียวกันกับการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็ก และตรวจนับปริมาณจราจรและประเภทของยานพาหนะ ซึ่งการตรวจนับปริมาณจราจรจะใช้เครื่องมือนับรถ (Traffic counters) และการศึกษานี้ได้จำแนกชนิดของยานพาหนะออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่

1) รถสามล้อเครื่อง-รถจักรยานยนต์ (Motorcylcle) ซึ่งเป็นยานพาหนะที่มีเครื่องยนต์ใช้น้ำมันประเภท Gasoline แต่ในปัจจุบันรถสามล้อเครื่องเปลี่ยนมาใช้เชื้อเพลิงประเภท Liquid Petroleum Gas (LPG) ซึ่งมีราคาถูกกว่า

2) รถยนต์ส่วนบุคคล (รถแท็กซี่ถูกจัดอยู่ในประเภทเดียวกับรถยนต์ส่วนบุคคล) (passenger car) ซึ่งการทำงานของเครื่องยนต์จัดอยู่ในประเภท Light-duty gasoline แต่ในปัจจุบันรถแท็กซี่บางคันเปลี่ยนมาใช้เชื้อเพลิงประเภท LPG

3) รถบรรทุกขนาดเล็ก 4 ล้อ - รถตู้ (Pickup & Van) ซึ่งการทำงานของเครื่องยนต์จัดอยู่ในประเภท Light-duty diesel

4) รถบรรทุกขนาดใหญ่-รถโดยสารประจำทางและไม่ประจำทาง (Bus & Truck) ซึ่งการทำงานของเครื่องยนต์จัดอยู่ในประเภท Heavy-duty diesel

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

1) ทดสอบความเที่ยงของเครื่องมือโดยการทดสอบ Paired T-test และทำการเปรียบเทียบปริมาณฝุ่นที่ตรวจวัดโดยการใช้ Cascade impactor กับวิธีของกรมควบคุมมลพิษ โดยหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นในบรรยากาศที่ได้จากการศึกษา กับข้อมูลสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษ โดยพิจารณาสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) และหาสมการถดถอยเชิงเส้น

- หาความเที่ยงของเครื่องมือ Cascade impactor จากข้อมูลฝุ่นละอองที่เก็บซ้ำกันเป็นสองชุด ที่จุดเดียวกัน ในวัน และเวลาเดียวกัน บนสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษสถานีดินแดง นำมาเปรียบเทียบโดยใช้ Paired T-test เพื่อทดสอบหาค่าเฉลี่ยของผลต่างของระหว่างมูลทั้งสองชุด กำหนดระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05

- สำหรับการทดสอบนำข้อมูลความเข้มข้นฝุ่น PM_{10} และ $PM_{2.5}$ ที่เก็บได้ในบรรยากาศโดยใช้ปั๊มติดหัวแยก Cascade impactor กับข้อมูลปริมาณฝุ่น PM_{10} จากกรมควบคุมมลพิษที่เก็บโดยเครื่องเก็บตัวอย่างแบบเทปใช้รังสีเบต้า (β-attenuation) และข้อมูลปริมาณฝุ่น $PM_{2.5}$

จากกรมควบคุมมลพิษที่เก็บโดยเครื่องเก็บตัวอย่าง R&P single channel sampler ที่เก็บในจุดเดียวกัน ในวันและเวลาเดียวกันมาพล็อตบน Scattering diagram

- วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของค่าตรวจวัดจากวิธีทั้งสองจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson correlation coefficient) โดยกำหนด ระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05

2) หาความเข้มข้นฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ $PM_{10-2.5}$ PM_{10} ที่ตรวจวัดได้บริเวณใต้ ชั้น 2 และชั้น 3 ของสถานีรถไฟฟ้าและสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษสถานีดินแดง รายงาน ค่าเฉลี่ยที่ช่วงความเชื่อมั่น 95% และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3) วิเคราะห์การกระจายตัวของฝุ่นขนาดต่างๆ แต่ละสถานี โดยหาสัดส่วนระหว่าง $PM_{2.5}$ ต่อ PM_{10} ($PM_{2.5}$ to PM_{10} ratio) พร้อมพิจารณาความแตกต่างที่ได้ในแต่ละสถานี (พญาไท พระโขนง และช่องนนทรี) และพิจารณาความแตกต่างในแต่ละจุดติดตั้งเครื่องเก็บตัวอย่าง (สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศกรมควบคุมมลพิษ ใต้สถานี ชั้น 2 และชั้น3 ของสถานีรถไฟฟ้า)

4) เปรียบเทียบความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กบริเวณที่มีสถานีรถไฟฟ้าครอบคลุมพื้นผิวถนน (สถานีพระโขนง และสถานีพญาไท) และบริเวณที่ไม่มีสถานีครอบคลุม (สถานีช่องนนทรี)

5) วิเคราะห์ลักษณะทางสัณฐานและองค์ประกอบธาตุของฝุ่นละออง โดยเปรียบเทียบลักษณะทางสัณฐานและองค์ประกอบธาตุของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ และ $PM_{10-2.5}$ ในบริเวณที่ทำการศึกษากับ แหล่งกำเนิดจริง เพื่อหาชนิดของฝุ่นละอองและแหล่งกำเนิด ตามลักษณะทางสัณฐานและองค์ประกอบธาตุที่พบ

6) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อระดับความเข้มข้นฝุ่นละอองบริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้า มาวิเคราะห์ความถดถอยเชิงซ้อน (Regression analysis) พิจารณาการนำตัวแปรเข้า และตัดออกจากสมการด้วยวิธี Enter, Backward elimination, Forward selection และ Stepwise method พร้อมทั้งพิจารณาความเหมาะสมของทั้งสามวิธีจากค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย