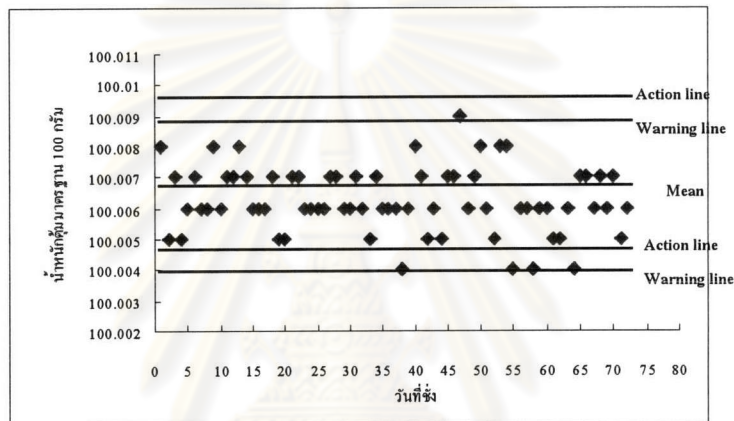


บทที่ 4

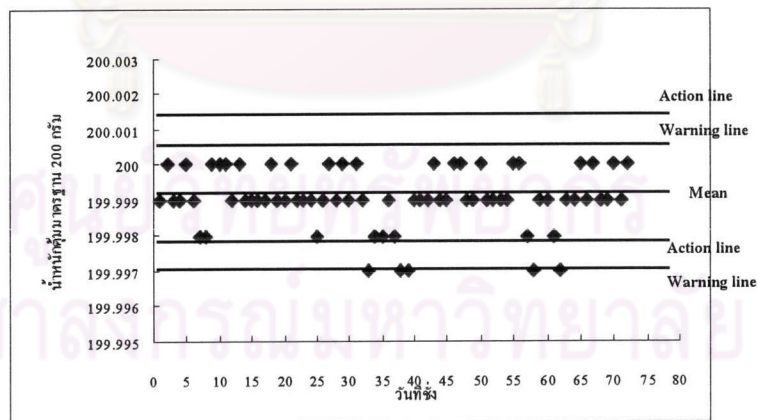
ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 Control Chart ของการชั่งน้ำหนักของกระดาษกรอง และของเครื่องชั่งน้ำหนัก

ก่อนการชั่งน้ำหนักของกระดาษกรองที่นำไปเก็บตัวอย่างทุกครั้งจะมีการชั่งน้ำหนักกระดาษกรอง Blank ที่ใช้เก็บตัวอย่างฝุ่น $PM_{10-2.5}$ และ ฝุ่น $PM_{2.5}$ และตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน 100 และ 200 กรัม เพื่อนำมาทำ Quality control ของการชั่งน้ำหนักของกระดาษกรอง และของเครื่องชั่งน้ำหนักซึ่งผลการวิเคราะห์สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.1 (ก) ถึง 4.1 (ข) และ 4.2 (ก) ถึง 4.2 (ข)



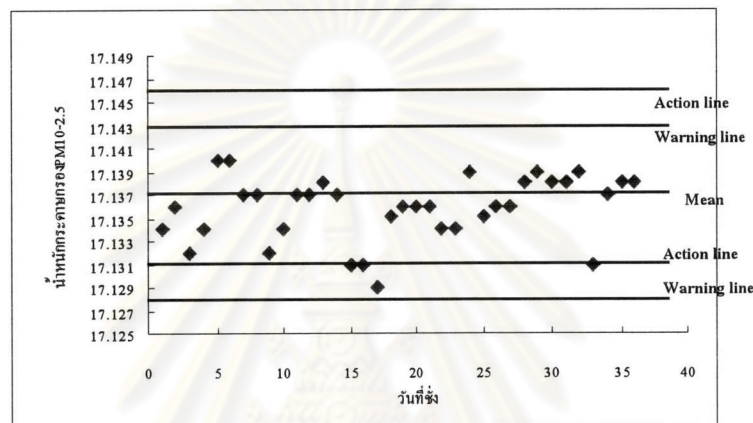
รูปที่ 4.1 (ก) Control Chart ของตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน 100 กรัม



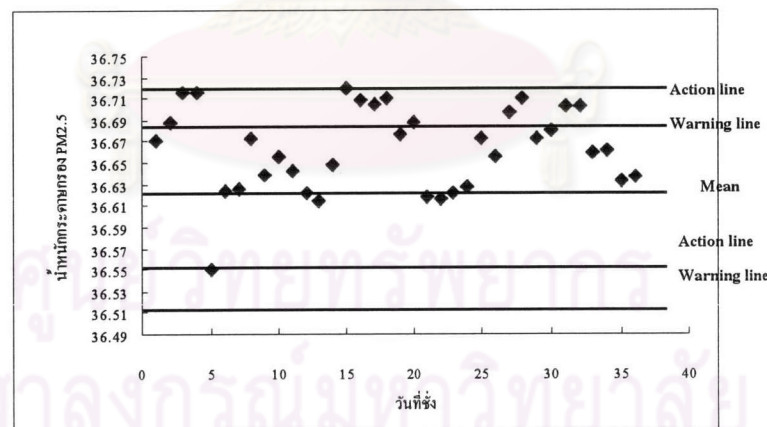
รูปที่ 4.2 (ข) Control Chart ของตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน 200 กรัม

จากรูปที่ 4.1 (ก) และ 4.1 (ข) นำน้ำหนักเฉลี่ยของตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน 100 และ 200 กรัมจำนวน 72 ค่า มา Plot ลงใน Scattering diagram พบว่าน้ำหนักของตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน 100 และ 200 กรัมทั้งหมดอยู่ในช่วงของ Action line ($\mu \pm 3 \sigma / \sqrt{n}$) ซึ่งเป็นช่วงที่สามารถยอมรับทางสถิติ

และน้ำหนักของค้มน้ำหนักมาตรฐาน 100 และ 200 กรัมส่วนใหญ่ (91.66 เปอร์เซ็นต์ และ 94.4 เปอร์เซ็นต์ของการชั่งน้ำหนักค้มน้ำหนักมาตรฐานทั้งหมดตามลำดับ) อยู่ในช่วง Warning line ($\mu \pm 2 \delta / \sqrt{n}$) โดยมีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักอยู่ที่ 100.007 และ 199.999 กรัม น้ำหนักค้มน้ำหนักมาตรฐาน 100 และ 200 กรัม ในสัดส่วน 8.34 เปอร์เซ็นต์ และ 5.60 เปอร์เซ็นต์ ของการชั่งน้ำหนักค้มน้ำหนักมาตรฐานทั้งหมดตามลำดับ จะอยู่ในช่วง Action line ($\mu \pm 3 \delta / \sqrt{n}$) ซึ่งอาจเกิดขึ้นจากความผิดปกติบางอย่างที่เกิดขึ้นในระหว่างการชั่ง เช่น สภาพในห้องเครื่องชั่งเกิดการเปลี่ยนแปลง หรือ การเคลื่อนย้ายเครื่องชั่ง แต่ยังคงอยู่ในช่วงที่สามารถยอมรับได้ทางสถิติ



รูปที่ 4.2 (ก) Control Chart ของน้ำหนักเฉลี่ยของกระตอมกรอง Blank ที่ใช้เก็บตัวอย่างฝุ่น PM_{10-2.5}



รูปที่ 4.2 (ข) Control Chart ของน้ำหนักเฉลี่ยของกระตอมกรอง Blank ที่ใช้เก็บตัวอย่างฝุ่น PM_{2.5}

จากรูปที่ 4.2 (ก) และ 4.2 (ข) นำน้ำหนักเฉลี่ยของกระตอมกรอง Blank ที่ใช้เก็บตัวอย่างฝุ่น PM_{10-2.5} และ ฝุ่น PM_{2.5} จำนวน 36 ค่า มา plot ลงใน Scattering diagram พบว่าน้ำหนักของกระตอมกรอง Blank ทั้งหมดอยู่ในช่วงของ Action line ($\mu \pm 3 \delta / \sqrt{n}$) ซึ่งเป็นช่วงที่สามารถยอมรับทางสถิติ และน้ำหนักของกระตอมกรอง Blank ส่วนใหญ่ (88.57 เปอร์เซ็นต์ และ 74.29 เปอร์เซ็นต์ ของการชั่งน้ำหนักกระตอมกรอง Blank ทั้งหมดตามลำดับ) อยู่ในช่วง Warning line ($\mu \pm$

$2\delta/\sqrt{n}$) โดยมีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักอยู่ที่ 17.14 และ 36.62 กรัม น้ำหนักของกระดาษกรอง Blank ที่ใช้เก็บตัวอย่างฝุ่น $PM_{10-2.5}$ และ ฝุ่น $PM_{2.5}$ ที่สัดส่วน 11.43 เปอร์เซ็นต์ และ 25.71 เปอร์เซ็นต์ ของการชั่งน้ำหนักของกระดาษกรอง Blank ทั้งหมดตามลำดับ จะอยู่ในช่วง Action Line ($\mu \pm 3\delta/\sqrt{n}$) ซึ่งอาจเกิดขึ้นจากความผิดปกติบางอย่างที่เกิดขึ้นในระหว่างการชั่ง เช่น สภาวะในห้องเครื่องซึ่งเกิดการเปลี่ยนแปลง และคุณสมบัติในการดูดความชื้นหรือในการเกิดไฟฟ้าสถิตของกระดาษกรองแต่ละชนิดไม่เท่ากัน แต่ยังคงอยู่ในช่วงที่สามารถยอมรับได้ทางสถิติ

4.2 การทดสอบความเที่ยงของเครื่องมือ Cascade impactor

การทดสอบความเที่ยงของเครื่องมือสามารถทำได้โดยการติดตั้งเครื่องมือ Cascade impactor ที่ติดกับเครื่องดูดอากาศชนิดติดตัวบุคคล (Personal pump) 2 ชุดบนสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษ สถานีดินแดง ต่อเนื่องกันเป็นเวลา 15 วัน ในระหว่างการเก็บตัวอย่างให้ติดตั้งเครื่องมือทั้งสองชุดอยู่ในบริเวณใกล้เคียงกัน เปิดและปิดเครื่องพร้อม ๆ กัน แล้วหาความเข้มข้นฝุ่นละอองที่เก็บจากเครื่องมือทั้งสองชุดเปรียบเทียบกันดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เก็บจากเครื่องมือ Cascade impactor สองชุดบริเวณสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ ดินแดง ในช่วงเวลาเดียวกัน

วันที่เก็บ ตัวอย่าง	PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			$PM_{2.5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	ชุด A	ชุด B	ผลต่าง	ชุด A	ชุด B	ผลต่าง
27 มิ.ย. 47	60.2	64.4	- 4.2	35.8	31.8	- 4.0
28 มิ.ย. 47	70.1	71.2	- 1.1	38.4	38.8	- 0.4
29 มิ.ย. 47	72.7	72.5	0.2	40.8	41.0	- 0.2
30 มิ.ย. 47	61.4	59.7	1.7	33.5	33.6	- 0.1
1 ก.ค. 47	58.2	57.2	1.0	32.7	33.9	- 1.2
2 ก.ค. 47	52.9	55.4	- 2.5	30.6	30.1	0.5
3 ก.ค. 47	74.9	73.3	1.6	43.3	42.5	0.8
4 ก.ค. 47	71.6	70.7	0.9	39.4	39.8	- 0.4
5 ก.ค. 47	72.8	74.5	- 1.7	44.5	45.3	- 0.8
6 ก.ค. 47	73.4	75.6	- 2.2	55.2	54.8	0.4
7 ก.ค. 47	55.9	54.4	1.5	31.5	32.3	- 0.8
8 ก.ค. 47	80.2	78.3	1.9	61.0	63.6	- 2.6
9 ก.ค. 47	69.3	68.5	0.8	48.7	46.8	1.9
10 ก.ค. 47	70.8	68.7	2.1	47.4	47.2	0.2
11 ก.ค. 47	50.5	50.1	0.4	31.1	32.6	- 1.5

ทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของข้อมูลความเข้มข้นฝุ่นละออง ทั้งสองขนาดที่เก็บด้วยเครื่องมือ Cascade impactor ทั้งสองชุดด้วยวิธี Paired sample T-test โดยกำหนดระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 ภายใต้สมมติฐานดังนี้

H_0 : ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กของข้อมูลทั้งสองชุดไม่แตกต่างกัน

H_1 : ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กของข้อมูลทั้งสองชุดแตกต่างกัน

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS for window (ดังแสดงในภาคผนวก ข) พบว่า ค่าความน่าจะเป็นที่ใช้ทดสอบสมมติฐานที่โปรแกรมคำนวณได้ ของความเข้มข้นฝุ่นละออง PM_{10} และ $PM_{2.5}$ เท่ากับ 0.958 และ 0.974 ตามลำดับ ซึ่งมีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญที่กำหนดคือ 0.05 ดังนั้นจึงตัดสินใจยอมรับสมมติฐาน H_0 ปฏิเสธสมมติฐาน H_1 สรุปได้ว่า ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM_{10} และ $PM_{2.5}$ ของข้อมูลทั้งสองชุดไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่า สามารถใช้เครื่องมือ Cascade impactor เก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM_{10} และ $PM_{2.5}$ ได้ และความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เก็บได้ในแต่ละครั้งจะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

4.3 การเปรียบเทียบการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็กโดยใช้ Cascade impactor กับวิธีเก็บตัวอย่างฝุ่นของกรมควบคุมมลพิษ

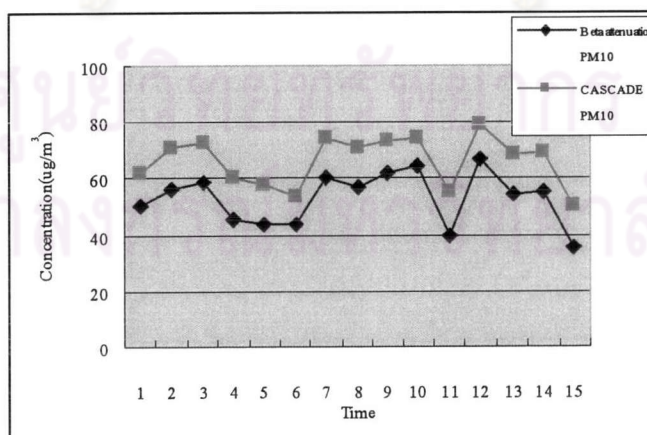
การเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็กด้วยวิธี Cascade impactor เป็นวิธีการเก็บแบบใช้กระดาษกรองกรองฝุ่น (Filter) โดยใช้อัตราการดูดอากาศต่ำที่ 2.5 ลิตร/นาที ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้เก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็กโดยการใช้ Cascade impactor ควบคู่กับวิธีการเก็บตัวอย่างฝุ่นแบบเพรียงสีเบต้า (Beta-attenuation) สำหรับ PM_{10} และวิธีการเก็บด้วยเครื่อง R&P single channel sampler สำหรับ $PM_{2.5}$ ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศดินแดง ต่อเนื่องกันเป็นเวลา 15 วัน แล้วทำการเปรียบเทียบความเข้มข้นฝุ่นละอองทั้งสองขนาดที่เก็บได้จากทั้งสองวิธี ดังตารางที่ 4.2 รูปที่ 4.3(ก) และรูปที่ 4.3 (ข)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

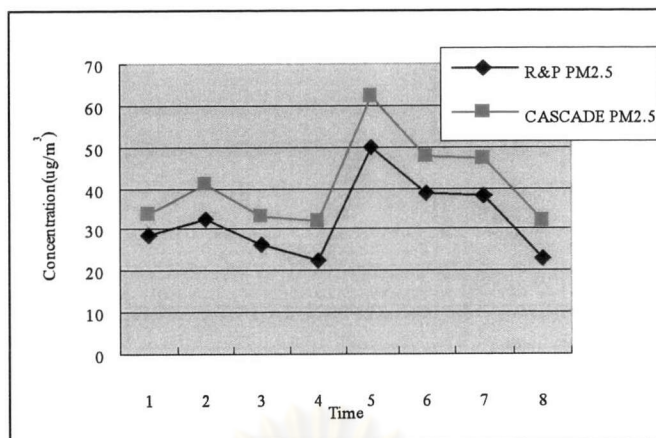
ตารางที่ 4.2 ความเข้มข้นฝุ่นละอองที่เก็บโดยใช้ Cascade impactor และวิธีของกรมควบคุมมลพิษ ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศดินแดง

วันที่เก็บตัวอย่าง	PM ₁₀ (µg/m ³)		PM _{2.5} (µg/m ³)	
	วิธีเก็บตัวอย่างโดยใช้ Cascade impactor	วิธีของกรมควบคุมมลพิษ	วิธีเก็บตัวอย่างโดยใช้ Cascade impactor	วิธีของกรมควบคุมมลพิษ
27 มิ.ย. 47	62.3	50.8	33.8	28.8
28 มิ.ย. 47	70.7	56	38.6	-
29 มิ.ย. 47	72.6	58.5	40.9	32.3
30 มิ.ย. 47	60.6	45.8	33.6	-
1 ก.ค. 47	57.7	44	33.3	26.3
2 ก.ค. 47	54.1	43.8	30.3	-
3 ก.ค. 47	74.1	60	42.9	-
4 ก.ค. 47	71.1	57.2	39.6	-
5 ก.ค. 47	73.6	62.2	44.9	-
6 ก.ค. 47	74.5	64.4	54.9	-
7 ก.ค. 47	55.2	39.9	31.9	22.2
8 ก.ค. 47	79.2	66.8	62.3	50.0
9 ก.ค. 47	68.9	54.5	47.7	38.6
10 ก.ค. 47	69.8	55.4	47.3	38.2
11 ก.ค. 47	50.3	35.7	31.8	22.8

หมายเหตุ: - หมายถึงไม่ได้ทำการเก็บตัวอย่าง



รูปที่ 4.3 (ก) ความเข้มข้นฝุ่นละออง PM₁₀ ที่เก็บโดยใช้ Cascade impactor และวิธีการเก็บตัวอย่างฝุ่นแบบทอปริงตีเบต้า (Beta-attenuation) ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศดินแดง



รูปที่ 4.3 (ข) ความเข้มข้นฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ที่เก็บโดยใช้ Cascade impactor และวิธีการเก็บตัวอย่างฝุ่นด้วยเครื่อง R&P single channel sampler ที่สถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศดินแดง

จากตารางที่ 4.2 รูปที่ 4.3 (ก) และ 4.3 (ข) พบว่า ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กทั้งสองขนาดที่ได้จากการเก็บตัวอย่างทั้งสองวิธีมีแนวโน้มเป็นไปในทางเดียวกัน พิจารณาความสัมพันธ์ของการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็กของทั้งสองวิธีจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson correlation coefficient) โดยพิจารณาความสัมพันธ์ในรูปแบบเชิงเส้นตรง (Linear association) และกำหนดระดับนัยสำคัญในการทดสอบเท่ากับ 0.05 ภายใต้สมมติฐานดังนี้

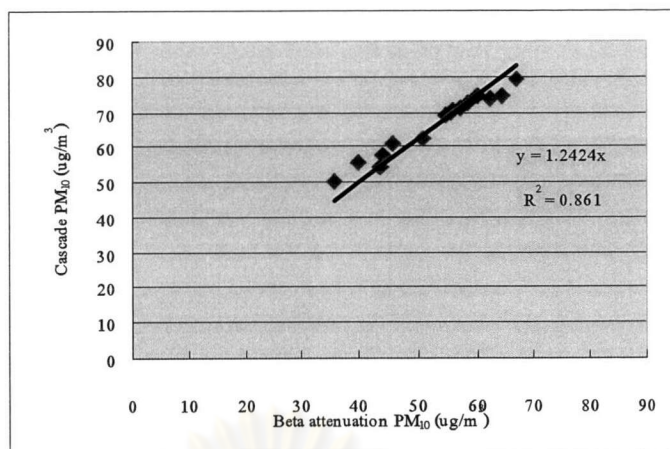
H_0 : วิธีการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็กด้วยวิธี Cascade impactor ไม่มีความสัมพันธ์กับวิธีของกรมควบคุมมลพิษ

H_1 : วิธีการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็กด้วยวิธี Cascade impactor มีความสัมพันธ์กับวิธีของกรมควบคุมมลพิษ

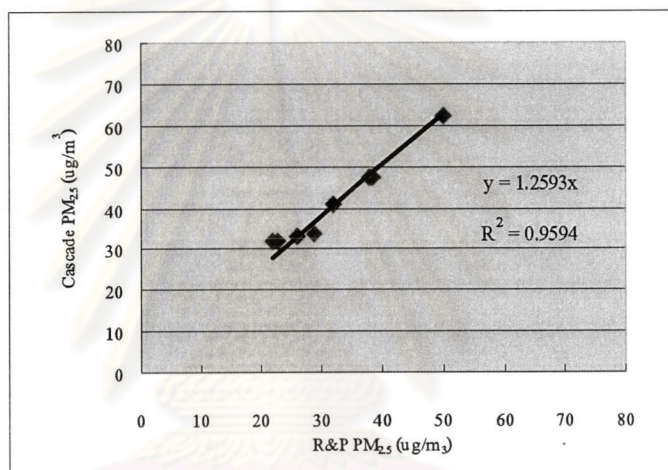
จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS for window (ดังแสดงในภาคผนวก ข) พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของการเก็บตัวอย่าง PM_{10} จากทั้งสองวิธีเท่ากับ 0.983 และเท่ากับ 0.987 สำหรับ $PM_{2.5}$ และค่าความน่าจะเป็นสำหรับทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างวิธีทั้งสองที่โปรแกรมคำนวณได้มีค่าน้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญที่กำหนดคือ 0.05 ดังนั้นจึงตัดสินใจยอมรับสมมติฐาน H_1 และสรุปได้ว่าวิธีการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดเล็กจากวิธีทั้งสองมีความสัมพันธ์กันดังแสดงในรูปที่ 4.4 (ก) และ 4.4 (ข) สามารถแสดงความสัมพันธ์เป็นสมการเส้นตรงดังนี้

$$PM_{10} (\text{Cascade}) = 1.2424 PM_{10} (\text{Beta-attenuation}) \quad (4.1)$$

$$PM_{2.5} (\text{Cascade}) = 1.2593 PM_{2.5} (\text{R\&P single channel sampler}) \quad (4.2)$$



รูปที่ 4.4 (ก) กราฟความสัมพันธ์ความเข้มข้น PM₁₀ จากการเก็บตัวอย่างทั้งสองวิธี



รูปที่ 4.4 (ข) กราฟความสัมพันธ์ความเข้มข้น PM_{2.5} จากการเก็บตัวอย่างทั้งสองวิธี

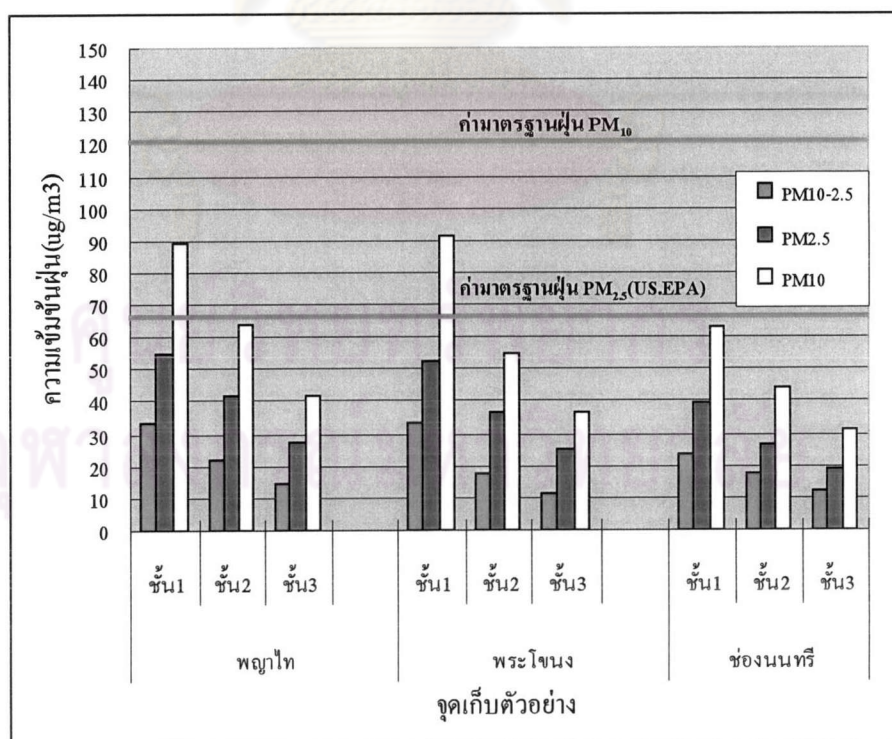
4.4 ความเข้มข้น PM₁₀ PM_{10-2.5} และ PM_{2.5} บริเวณสถานีรถไฟฟ้า

ผลการศึกษาดูวัดความเข้มข้นฝุ่นละออง PM₁₀ PM_{10-2.5} และ PM_{2.5} บริเวณจุดเก็บตัวอย่างสถานีรถไฟฟ้าทั้งสามสถานี คือ สถานีรถไฟฟ้าพญาไท สถานีรถไฟฟ้าพระโขนง และสถานีรถไฟฟ้าช่องนนทรี (จัดเป็นสถานีอ้างอิงเนื่องจากโครงสร้างของสถานีจะไม่ครอบคลุมพื้นผิวจราจร) โดยเก็บตัวอย่าง 3 จุดได้แก่ บริเวณใต้สถานีสูงจากพื้น 1.5 เมตร บริเวณชั้นสองของสถานีรถไฟฟ้า (มีความสูงจากพื้นถนนเฉลี่ย 7.9 เมตร) และบริเวณชั้นสามของสถานีรถไฟฟ้า (มีความสูงจากพื้นถนนเฉลี่ย 15.0 เมตร) เก็บตัวอย่างต่อเนื่องกัน 24 ชั่วโมง ติดต่อกัน 3 วัน แบ่งเป็นวันหยุดคือวันอาทิตย์ ในวันทำงานคือวันจันทร์ และวันวันอังคาร ทำการเก็บตัวอย่างซ้ำ 3 ครั้งในแต่ละสถานี โดยช่วงเวลาการเก็บตัวอย่างฝุ่นบริเวณสถานีรถไฟฟ้าอยู่ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 2547 (ปลายฤดูหนาว) ถึงเดือนพฤษภาคม 2547 (ฤดูร้อน) อยู่ในช่วงของฤดูแล้งซึ่งมีการกระจายตัวของฝุ่นละอองสูงที่สุด จำนวนตัวอย่างเท่ากับ 27 ตัวอย่างต่อสถานี (วันอังคารที่ 30 มี.ค. 2547

ตรวจวัดความเข้มข้นฝุ่นละออง PM_{10} และ $PM_{2.5}$ บริเวณสถานีรถไฟฟ้าพญาไทสูงผิดปกติ เนื่องจากมีการเผาขยะบริเวณใกล้เคียงสถานี เพื่อป้องกันความคลาดเคลื่อนของค่าเฉลี่ยฝุ่นที่คำนวณได้จึงไม่นำค่าเฉลี่ยฝุ่นที่ตรวจวัดได้ในวันนั้นมาคำนวณ) ความเข้มข้นฝุ่นละออง PM_{10} $PM_{10-2.5}$ และ $PM_{2.5}$ ทั้งสามสถานีแสดงในตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.5

ตารางที่ 4.3 ความเข้มข้นฝุ่นละออง PM_{10} $PM_{10-2.5}$ และ $PM_{2.5}$ เฉลี่ย 24 ชั่วโมง บริเวณสถานีรถไฟฟ้า

จุดเก็บตัวอย่าง		ทำงาน ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			หยุด ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			เฉลี่ย ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
		$PM_{10-2.5}$	$PM_{2.5}$	PM_{10}	$PM_{10-2.5}$	$PM_{2.5}$	PM_{10}	$PM_{10-2.5}$	$PM_{2.5}$	PM_{10}
พญาไท (n=26)	ชั้น1	37.6±1.4	59.1±12.9	96.7±13.2	27.4±0.4	48.6±8.7	76.0±9.1	33.8±5.4	55.2±12.1	88.9±15.4
	ชั้น2	24.6±2.2	46.9±7.9	71.6±5.7	18.2±0.8	33.9±17.3	52.1±18.0	22.2±3.7	42.1±12.9	64.3±14.7
	ชั้น3	18.3±1.4	30.0±4.2	48.3±4.6	8.6±0.8	22.7±5.1	31.3±5.8	14.6±5.2	27.3±4.8	41.9±9.9
พระ โขนง (n=27)	ชั้น1	44.2±3.8	58.2±10.7	102.4±13.4	28.0±1.5	41.7±3.0	69.8±4.5	33.8±8.7	52.7±11.9	91.5±19.5
	ชั้น2	18.3±3.3	43.7±3.3	61.9±4.0	16.8±2.6	23.1±6.1	39.8±8.5	17.8±3.1	36.8±11.1	54.6±11.7
	ชั้น3	12.4±2.3	29.8±6.9	45.1±5.4	8.8±3.9	15.7±4.5	24.5±8.4	11.2±3.2	25.1±9.2	36.3±12.4
ช่อง นนทรี (n=27)	ชั้น1	26.3±1.2	46.5±1.0	72.8±1.3	17.2±0.9	25.9±1.0	43.1±1.9	23.3±4.7	39.6±10.3	62.9±14.9
	ชั้น2	18.7±1.0	29.7±1.0	48.5±2.0	14. +1.6	20.2±0.7	34.9±2.3	17.4±2.4	26.6±4.8	43.9±7.1
	ชั้น3	14.2±1.3	20.6±1.5	34.8±2.8	8.3±0.7	15.6±0.8	23.9±1.5	12.2±3.3	19.0±2.8	31.2±6.0



รูปที่ 4.5 แผนภูมิแท่งแสดงความเข้มข้นฝุ่นละอองบริเวณสถานีรถไฟฟ้า

จากข้อมูลความเข้มข้นฝุ่นละออง PM_{10} และ $PM_{2.5}$ (แสดงในภาคผนวก ก) พบว่าที่บริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้าพระโขนง ความเข้มข้นฝุ่นละออง PM_{10} ในวันทำงานมีค่ามากกว่า $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ และมีค่าเกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศของประเทศไทย ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 1 วัน คือวันอังคารที่ 23 มีนาคม 2547 ตรวจวัดระดับความเข้มข้นฝุ่นละออง PM_{10} ได้เท่ากับ $126.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ สำหรับความเข้มข้น $PM_{2.5}$ มีค่าเกิน $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ และมีค่าเกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศของ U.S.EPA ($65 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 1 วัน คือวันอังคารที่ 23 มีนาคม 2547 ตรวจวัดระดับความเข้มข้นฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ได้เท่ากับ $77.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ที่บริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้าพญาไท ความเข้มข้นฝุ่นละออง PM_{10} ในวันทำงานมีค่ามากกว่า $85 \mu\text{g}/\text{m}^3$ และมีค่าเกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศของประเทศไทย ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 2 วัน คือวันอังคารที่ 29 มีนาคม 2547 ตรวจวัดระดับความเข้มข้นฝุ่นละออง PM_{10} ได้เท่ากับ $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ และวันพุธที่ 30 มีนาคม 2547 ตรวจวัดระดับความเข้มข้นฝุ่นละออง PM_{10} มากถึง $310.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ เนื่องจากในวันที่ทำการตรวจวัดความเข้มข้นฝุ่น มีการเผาขยะบริเวณใกล้ ๆ กับสถานีรถไฟฟ้าทำให้ตรวจวัดระดับความเข้มข้นฝุ่น PM_{10} ได้เกินค่ามาตรฐานมากกว่า 2 เท่า สำหรับความเข้มข้น $PM_{2.5}$ มีค่าเกิน $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ และมีค่าเกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศของ U.S.EPA ($65 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 2 วัน คือวันอังคาร ที่ 29 มีนาคม 2547 ตรวจวัดระดับความเข้มข้นฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ได้เท่ากับ $82 \mu\text{g}/\text{m}^3$ และวันพุธที่ 30 มีนาคม 2547 ตรวจวัดระดับความเข้มข้นฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ มากถึง $159 \mu\text{g}/\text{m}^3$ บริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้าช่องนนทรีความเข้มข้นฝุ่นละออง PM_{10} และ $PM_{2.5}$ อยู่ในช่วงระหว่าง $41.3 - 74.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ และ $25 - 47.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ตามลำดับ ซึ่งมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานของฝุ่นทั้งสองขนาด

จากตารางที่ 4.3 พบว่าค่าเฉลี่ยระดับความเข้มข้นฝุ่นละออง PM_{10} และ $PM_{2.5}$ ในวันหยุด (วันอาทิตย์) มีค่าน้อยกว่าวันทำงาน (วันจันทร์ และวันอังคาร) ทั้งสามสถานี ทำการวิเคราะห์ข้อมูลความเข้มข้นฝุ่นละอองเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ด้วยโปรแกรม SPSS for window โดยใช้สถิติ Independent-samples T-test เป็นสถิติที่ใช้ในการทดสอบ (เนื่องจากข้อมูลระดับความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็ก มีการแจกแจงแบบปกติ และเป็นอิสระต่อกัน) กำหนดระดับนัยสำคัญที่ใช้ในการทดสอบเท่ากับ 0.05 ภายใต้สมมติฐานดังนี้

H_0 : ความเข้มข้นเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาดเล็กในวันทำงานมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับวันหยุด

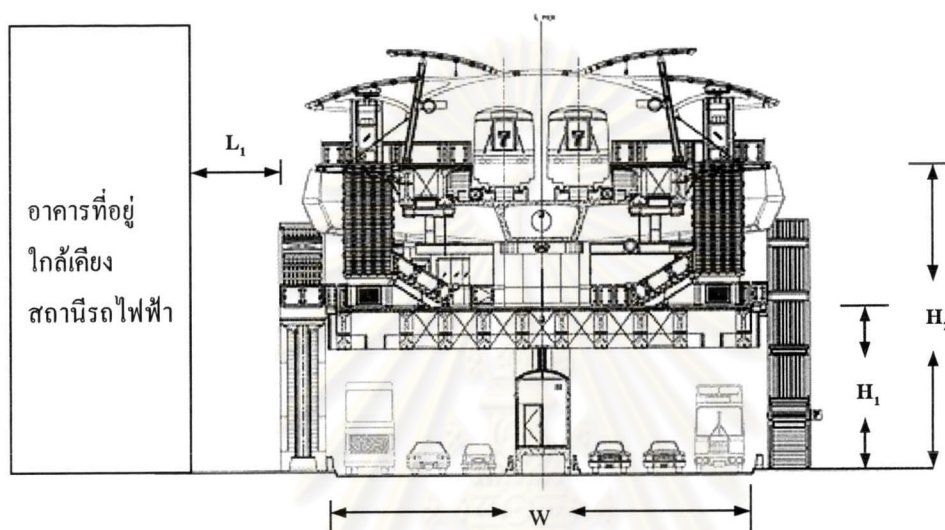
H_1 : ความเข้มข้นเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาดเล็กในวันทำงานมีค่ามากกว่าวันหยุด

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่าค่าความน่าจะเป็นที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานที่โปรแกรมคำนวณได้ของฝุ่นละออง PM_{10} และ $PM_{2.5}$ มีค่าน้อยกว่าค่าระดับนัยสำคัญที่กำหนดไว้คือ 0.05 จึงตัดสินใจปฏิเสธสมมติฐาน H_0 ยอมรับสมมติฐาน H_1 และสรุปได้ว่าค่าเฉลี่ยฝุ่นละอองทั้งสองขนาดในวันทำงานมีค่ามากกว่าวันหยุด

4.5 การเปรียบเทียบการกระจายตัวของฝุ่นบริเวณสถานีรถไฟฟ้า

จากตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.5 พบว่า ความเข้มข้นฝุ่นละออง PM_{10} และ $PM_{2.5}$ ลดลงตามระดับความสูง นำความเข้มข้นฝุ่นละอองทั้งสองขนาดมาคำนวณเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นฝุ่นที่ลดลง

ของจุดเก็บตัวอย่าง บริเวณชั้น 2 และชั้น 3 (เมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้นฝุ่นละอองบริเวณใต้สถานี) เพื่อวิเคราะห์การกระจายตัวของฝุ่นละอองจากความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นฝุ่นที่ลดลงและลักษณะโครงสร้างของสถานีรถไฟฟ้า ดังแสดงในรูปที่ 4.6 โดยจะพิจารณาความสูงของจุดเก็บตัวอย่างบริเวณชั้น 2 และชั้น 3 (ระยะ H_1 และ H_2 ในรูปที่ 4.6) ความกว้างของสถานี (W) และระยะห่างระหว่างสถานี และอาคารใกล้เคียง (L_1) ดังตารางที่ 4.4 แสดงเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นฝุ่นละอองที่ลดลงที่ระดับชั้นต่าง ๆ และโครงสร้างของสถานีรถไฟฟ้าทั้งสามสถานี



รูปที่ 4.6 ภาพตัดขวางโครงสร้างของสถานีรถไฟฟ้า

ตารางที่ 4.4 เปอร์เซนต์ความเข้มข้นฝุ่นละอองที่ลดลงที่ระดับชั้นต่าง ๆ และโครงสร้างของสถานีรถไฟฟ้า

สถานีรถไฟฟ้า	ชั้น	เปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นที่ลดลง (เทียบกับความเข้มข้นใต้สถานี)		ความสูงของจุดเก็บตัวอย่าง (เมตร): H	ความกว้างของสถานีรถไฟฟ้า (เมตร): W	ความยาวของสถานีรถไฟฟ้า (เมตร)	ระยะห่างระหว่างสถานีและอาคารใกล้เคียง (เมตร): L_1
		PM ₁₀	PM _{2.5}				
พญาไท	2	28.2	24.8	7.9	22	18	8.1
	3	53.2	50.4	14.7	-	-	-
พระโขนง	2	39.3	28.6	7.6	22	18	5
	3	58.9	49.6	15	-	-	-
ช่องนนทรี	2	29.6	27.2	8.4	22	15	16
	3	50.1	48.2	15.4	-	-	-

จากตารางที่ 4.3 และ 4.4 พบว่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองลดลงตามระดับความสูงของจุดเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง และเกี่ยวข้องกับโครงสร้างของสถานีรถไฟฟ้า พิจารณาจุดเก็บตัวอย่าง

บริเวณชั้น 2 ของสถานีรถไฟฟ้า พบว่าบริเวณสถานีรถไฟฟ้าพระโขนงเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นฝุ่นละอองทั้งสองขนาด (PM_{10} และ $PM_{2.5}$) ลดลงมากที่สุดโดยฝุ่นละออง PM_{10} ลดลง 39.3 เปอร์เซ็นต์ (เทียบกับความเข้มข้นฝุ่นละอองใต้สถานี) และฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ลดลง 28.6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะโครงสร้างของสถานีรถไฟฟ้าพระโขนง กล่าวคือ บริเวณจุดเก็บตัวอย่างชั้น 2 ของสถานีรถไฟฟ้าพระโขนง จะมีความสูงน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับ 3 สถานี มีความยาวของสถานีเท่ากับสถานีพญาไท แต่มากกว่าสถานีชองนนทบุรี และระยะห่างระหว่างสถานีกับอาคารที่ขนานบริเวณใกล้เคียงน้อยที่สุดคือ 5 เมตร บริเวณด้านข้างของสถานีทั้งสองฝั่งถนนมีอาคารพาณิชย์ตั้งอยู่ตลอดความยาวของสถานีดังรูปที่ 3.2 (ก) ส่งผลให้บริเวณใต้สถานีมีลักษณะเหมือนกล่องที่เก็บกักมลสาร

บริเวณสถานีรถไฟฟ้าพญาไท และสถานีรถไฟฟ้าชองนนทบุรี พบว่าเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นฝุ่นละออง PM_{10} ลดลงใกล้เคียงกัน คือ 28.2 และ 29.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาพื้นที่ด้านข้างบริเวณที่ตรงกับจุดเก็บตัวอย่างบริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้าทั้งสองสถานีเป็นพื้นที่โล่งดังรูปที่ 3.2 (ข) และ 3.2 (ค) ทำให้เกิดการระบายอากาศที่ดีกว่าสถานีรถไฟฟ้าพระโขนง ส่งผลให้เกิดการกระจายตัวของฝุ่นละอองที่ดีขึ้น โดยสามารถพิจารณาได้จากเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นฝุ่นที่ตรวจวัดบริเวณจุดเก็บตัวอย่างชั้นสองของสถานีรถไฟฟ้าทั้งสองสถานีลดลงน้อยกว่าสถานีรถไฟฟ้าพระโขนง และเมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์ที่ลดลงของความเข้มข้นฝุ่นละอองทั้งสองขนาด พบว่าความสูงของจุดเก็บตัวอย่าง และโครงสร้างของสถานีรถไฟฟ้ามีอิทธิพลต่อฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ น้อยกว่าฝุ่นละออง PM_{10} เนื่องจากอนุภาคที่เล็กและน้ำหนักเบากว่าของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ทำให้อนุภาคสามารถแพร่กระจายได้ดีกว่าฝุ่นละออง PM_{10} ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chan และ Kwork (2000) ศึกษาการแพร่กระจายของฝุ่นละอองขนาดเล็กในบรรยากาศตามแนวระดับความสูงบริเวณถนนสายหลักของประเทศฮ่องกง พบว่าความเข้มข้นฝุ่นละอองจะลดลงตามระดับความสูงของจุดเก็บตัวอย่าง และการแพร่กระจายของอนุภาคฝุ่นจะขึ้นกับความเร็ว และทิศทางลมบริเวณจุดเก็บตัวอย่าง และขนาดของอนุภาคฝุ่นละอองด้วย

4.6 การเปรียบเทียบอัตราส่วนความเข้มข้นฝุ่นละออง $PM_{2.5}/PM_{10}$ บริเวณสถานีรถไฟฟ้า

อัตราส่วน $PM_{2.5}/PM_{10}$ หรือค่าดัชนีความเด่นของ $PM_{2.5}$ ที่มีอยู่ในฝุ่นละออง PM_{10} โดยอัตราส่วนจะแปรผันไปตามแต่ละลักษณะของพื้นที่เก็บตัวอย่าง ดังแสดงในตารางที่ 4.5 พบว่าอัตราส่วน $PM_{2.5}/PM_{10}$ บริเวณพื้นที่ริมถนนในเขตเมืองของมาเก๊า เวียดนาม และประเทศไทย มีค่าใกล้เคียงกัน คืออยู่ในช่วง 0.62 ถึง 0.68

ตารางที่ 4.5 อัตราส่วน $PM_{2.5}/PM_{10}$ บริเวณพื้นที่ริมถนนในเขตเมืองของมาเก๊า เวียดนาม และไทย

จุดเก็บตัวอย่าง	อัตราส่วน $PM_{2.5}/PM_{10}$
Avenida da Amizade road*	0.66
Rua da Ribeira do Patade road *	0.67
Arterail road**	0.62
ดินแดง***	0.67
ปทุมวัน***	0.65
รามคำแหง***	0.68
งามวงศ์วาน***	0.65

หมายเหตุ: * ถนนสายหลักในเมืองมาเก๊า ประเทศจีน

** ถนนในเขตเมืองของ เวียดนาม

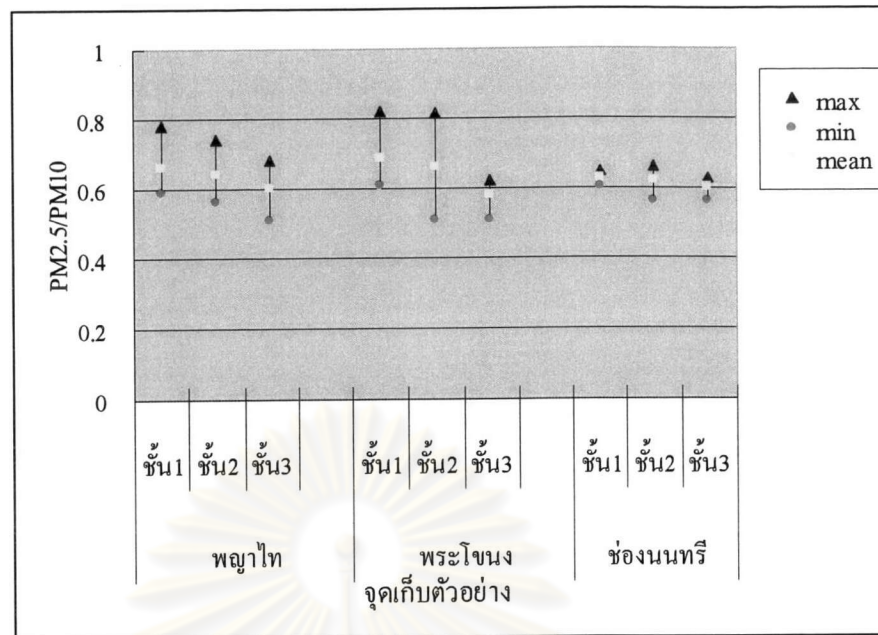
ที่มา: * Wu et al., 2002 **Berner et al., 2004 และ ***สมานชัย, 2543

ในการวิจัยครั้งนี้ได้คำนวณอัตราส่วน $PM_{2.5}/PM_{10}$ บริเวณสถานีรถไฟฟ้าทั้งสามสถานี ในสามระดับความสูง โดยพิจารณาแยกแต่ละจุดเก็บตัวอย่างดังแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 อัตราส่วน $PM_{2.5}/PM_{10}$ บริเวณสถานีรถไฟฟ้า

จุดเก็บตัวอย่าง	อัตราส่วนความเข้มข้นฝุ่นละออง $PM_{2.5}/PM_{10}$		
	พญาไท	พระโขนง	ช่องนนทรี
ชั้น 1	0.66±0.06	0.69±0.07	0.63±0.02
ชั้น 2	0.64±0.06	0.66±0.09	0.63±0.8
ชั้น 3	0.62±0.04	0.58±0.03	0.56±0.08

เมื่อนำค่าอัตราส่วน $PM_{2.5}/PM_{10}$ มา Plot ลงแผนภูมิกระจาย (Scattering diagram) ดังรูปที่ 4.7 พบว่าอัตราส่วนของ $PM_{2.5}/PM_{10}$ แต่ละระดับความสูงในสถานีเดียวกันจะมีค่าใกล้เคียงกัน เนื่องจากฝุ่นละอองที่เก็บตัวอย่างมาจากบริเวณชั้น 2 และชั้น 3 ของสถานีรถไฟฟ้า เกิดจากการกระจายตัวตามแนวระดับความสูง (Vertical dispersion) ของฝุ่นละอองบริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้าเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดเดียวกัน และมีค่าเฉลี่ยของอัตราส่วน $PM_{2.5}/PM_{10}$ ใกล้เคียงกันในแต่ละสถานีรถไฟฟ้าที่ทำการเก็บตัวอย่าง ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยดังตารางที่ 4.5 พบว่าอัตราส่วน $PM_{2.5}/PM_{10}$ ไม่ขึ้นกับระดับความเข้มข้นของฝุ่นละออง แต่จะขึ้นกับลักษณะความแตกต่างของพื้นที่ที่ทำการศึกษา โดยพื้นที่จุดเก็บตัวอย่างในตารางที่ 4.5 เป็นพื้นที่เขตเมืองทั้งหมด และให้ค่าอัตราส่วน $PM_{2.5}/PM_{10}$ ที่ใกล้เคียงกัน



รูปที่ 4.7 การกระจายของอัตราส่วน $PM_{2.5}/PM_{10}$ บริเวณสถานีรถไฟฟ้า

4.7 ลักษณะทางสถิติและองค์ประกอบธาตุของฝุ่นละออง $PM_{10-2.5}$ และ $PM_{2.5}$ บริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้า

4.7.1 ลักษณะทางสถิติและองค์ประกอบธาตุของฝุ่นละออง $PM_{10-2.5}$ บริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้า

การศึกษาลักษณะทางสถิติและองค์ประกอบธาตุด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกนจากตัวอย่างฝุ่นละอองบริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้าทั้งสามสถานี ภาพฝุ่นละออง $PM_{10-2.5}$ เมื่อใช้กำลังขยาย 12,000 เท่า และสเปกตรัมขององค์ประกอบธาตุในฝุ่นแสดงดังรูปที่ 4.9 (ก) ถึง 4.9 (ค) พบว่า ฝุ่นละออง $PM_{10-2.5}$ ที่พบส่วนใหญ่จะมีลักษณะทางสถิติ เป็นก้อนเบาฟู มีการจับตัวกันแบบหลวม ๆ ไม่เป็นรูปทรงเรขาคณิต และมีผิวขรุขระเป็นปุย มีขนาดประมาณ 5-6 ไมครอน เมื่อพิจารณาสเปกตรัมขององค์ประกอบธาตุในตัวอย่งฝุ่น พบว่าในฝุ่นละออง $PM_{10-2.5}$ บริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้าประกอบด้วยธาตุดังแสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 องค์ประกอบธาตุที่พบในฝุ่น $PM_{10-2.5}$ บริเวณใต้สถานีรถไฟ และฝุ่นที่มีแหล่งกำเนิดจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์เบนซิน และเครื่องยนต์ดีเซล

ธาตุที่พบ	Blank	พญาไท	พระโขนง	ช่องนนทรี	เบนซิน*	ดีเซล*
คาร์บอน	-	41.83	26.12	18.96	74.26	73.32
ออกซิเจน	41.25	28.20	37.69	43.08	9.61	11.10
โซเดียม	6.63	2.27	2.84	2.73	-	-
แมกนีเซียม	-	2.27	1.50	1.45	-	-
อลูมิเนียม	-	0.72	3.50	4.58	2.05	2.98
ซิลิกอน	31.48	1.62	9.18	13.39	1.80	5.42
ซัลเฟอร์	-	6.44	1.53	0.99	7.15	2.82
คลอรีน	-	1.18	2.58	1.40	-	-
โปแตสเซียม	3.25	2.10	1.22	1.83	-	-
แคลเซียม	1.63	1.16	7.80	6.33	2.12	4.36
เหล็ก	-	5.02	4.47	3.67	3.01	-
สังกะสี	5.24	5.39	0.73	0.50	-	-
แบเรียม	6.47	2.05	0.85	0.60	-	-

หมายเหตุ: - หมายถึงไม่พบธาตุ, * ไม่มีองค์ประกอบของธาตุที่พบใน Blank

ที่มา: * ศิริวรรณ, 2543

จากตารางที่ 4.7 พบว่า องค์ประกอบธาตุที่พบในฝุ่นละออง $PM_{10-2.5}$ ที่เก็บตัวอย่างจากใต้สถานีรถไฟทั้งสามสถานีจะมีองค์ประกอบธาตุของกระดาษกรองที่ยังไม่สัมผัสฝุ่น (Glass fiber filter) รวมอยู่ด้วย ดังนั้นจึงใช้ได้เป็นเพียงการบอกแนวโน้มเชิงคุณภาพของธาตุที่ตรวจพบในฝุ่นละอองขนาดเล็กเท่านั้น และจากการศึกษา พบว่าองค์ประกอบธาตุที่พบในฝุ่น สอดคล้องกับองค์ประกอบธาตุที่พบในฝุ่นที่มีแหล่งกำเนิดจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์เบนซิน คือ ธาตุคาร์บอน ออกซิเจน โซเดียม อลูมิเนียม ซิลิกอน แคลเซียม และเหล็ก และองค์ประกอบธาตุที่พบในฝุ่นที่มีแหล่งกำเนิดจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ดีเซล คือ ธาตุคาร์บอน แคลเซียม ออกซิเจน อลูมิเนียม ซิลิกอน และซัลเฟอร์ (ศิริวรรณ, 2543) สำหรับธาตุสังกะสี และแบเรียมที่พบมาจากองค์ประกอบธาตุในกระดาษกรองที่ยังไม่ได้สัมผัสฝุ่น (Blank) ชนิด Glass fiber filter ซึ่งสามารถพิจารณาสเปกตรัมองค์ประกอบธาตุในกระดาษกรองที่ยังไม่สัมผัสฝุ่นดังรูปที่ 4.8 (ก) และ 4.8 (ข) นอกจากนี้ พบว่า ลักษณะทางสัณฐานของฝุ่นละออง $PM_{10-2.5}$ บริเวณใต้สถานีรถไฟทั้งสามสถานีมีความคล้ายคลึงกับฝุ่นที่มีแหล่งกำเนิดจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์เบนซิน และเครื่องยนต์ดีเซล

จากผลการวิจัยที่กล่าวมาแล้วข้างต้นพบว่า ฝุ่นละออง $PM_{10-2.5}$ บริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้าส่วนใหญ่มีแหล่งกำเนิดจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์เบนซินและเครื่องยนต์ดีเซลเป็นหลัก

4.7.2 ลักษณะทางสัณฐานและองค์ประกอบธาตุของฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ บริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้า

ผลการศึกษาฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ บริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้าโดยภาพถ่าย Scanning electron micrograph ที่กำลังขยาย 15,000 เท่า และสเปกตรัมองค์ประกอบธาตุในฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ แสดงดังรูปที่ 4.9 (ง) ถึง 4.9 (จ) พบว่า ฝุ่นละอองบริเวณใต้สถานีทั้งสามสถานีมีสัณฐานคล้ายคลึงกับฝุ่นที่มีแหล่งกำเนิดจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ดีเซล โดยอนุภาคฝุ่นจะมีลักษณะเป็นปุยละเอียดไม่มีรูปร่างที่แน่นอน ลักษณะผิวขรุขระคล้ายฟองน้ำ และพื้นผิวมีความละเอียดกว่าฝุ่นละออง $PM_{10-2.5}$ ขนาดของฝุ่นมีขนาดไม่เกิน 8 ไมครอน สเปกตรัมขององค์ประกอบธาตุในตัวอย่างฝุ่น พบว่าในฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ บริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้าประกอบด้วยธาตุดังแสดงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 องค์ประกอบธาตุที่พบในฝุ่น $PM_{2.5}$ บริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้า และฝุ่นที่มีแหล่งกำเนิดจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์เบนซิน และเครื่องยนต์ดีเซล

ธาตุที่พบ	Blank	พญาไท	พระโขนง	ช่องนนทรี	เบนซิน*	ดีเซล*
คาร์บอน	34.35	47.41	45.96	37.43	74.26	73.32
ออกซิเจน	64.87	51.53	52.63	61.25	9.61	11.10
อลูมิเนียม	-	-	-	-	2.05	2.98
โซเดียม	0.29	0.23	0.29	0.41	-	-
ซิลิกอน	0.31	0.08	0.13	0.22	1.80	5.42
ฟอสฟอรัส	-	0.02	-	-	-	-
ซัลเฟอร์	-	0.49	0.54	0.33	7.15	2.82
แคลเซียม	-	-	-	-	2.12	4.36
คลอรีน	0.05	0.08	-	-	-	-
โปแตสเซียม	-	0.16	0.26	0.11	-	-
เหล็ก	-	-	0.20	-	3.01	-
แมกนีเซียม	0.13	-	-	-	-	-

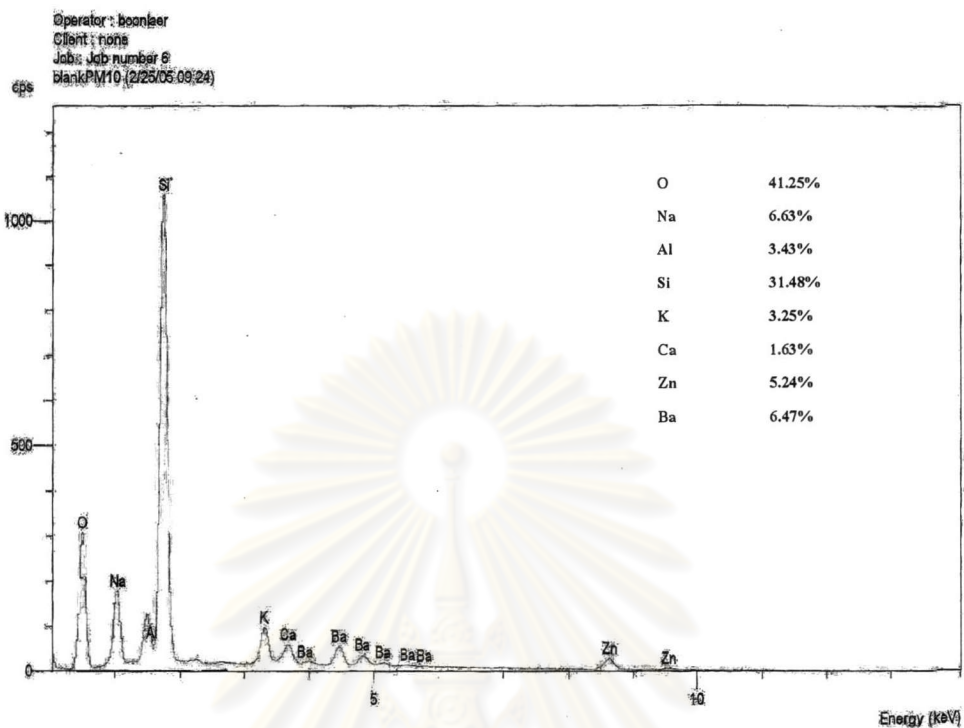
หมายเหตุ: - หมายถึงไม่พบธาตุ, * ไม่มีองค์ประกอบของธาตุที่พบใน Blank

ที่มา: * สิริวรรณ, 2543

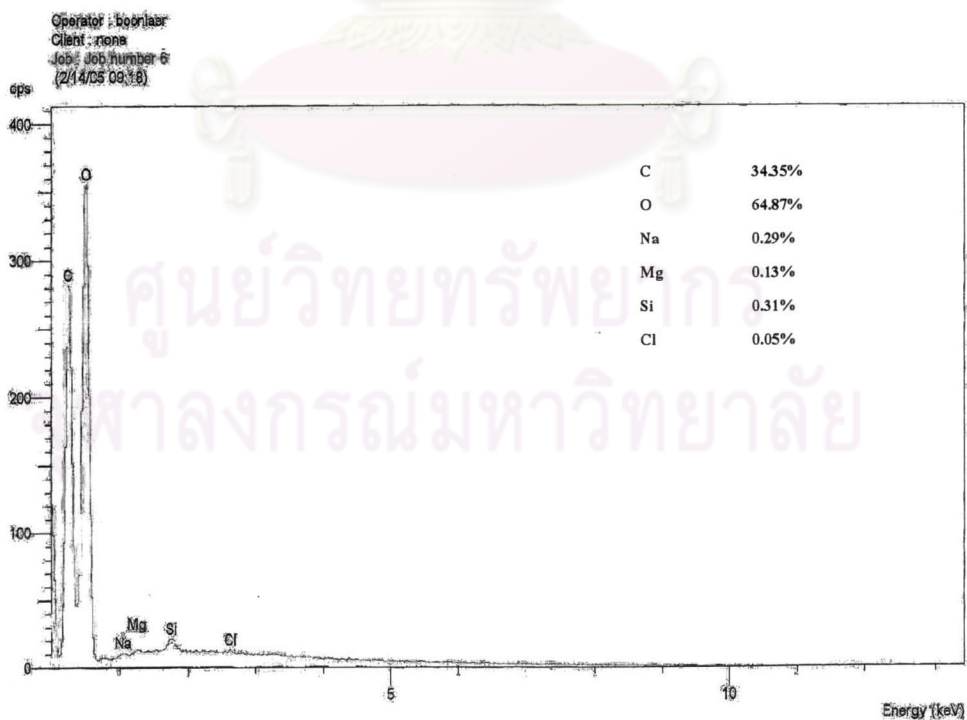
จากตารางที่ 4.8 พบว่า องค์กรประกอบธาตุที่พบในฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ที่เก็บตัวอย่างจากใต้สถานีรถไฟฟ้าทั้งสามสถานีจะมีองค์ประกอบธาตุของกระดาษกรองที่ยังไม่สัมผัสฝุ่น (ชนิด Mixed cellulose ester) รวมอยู่ด้วย ดังนั้นจึงใช้ได้เป็นเพียงการบอกแนวโน้มเชิงคุณภาพของธาตุที่ตรวจพบในฝุ่นละอองขนาดเล็กเท่านั้น สำหรับธาตุคลอรีน และแมกนีเซียมที่ตรวจพบในกระดาษกรองที่ยังไม่สัมผัสฝุ่น แต่ไม่พบในกระดาษกรองที่เก็บตัวอย่างฝุ่นละอองแล้ว ซึ่งอาจเกิดจากการปนเปื้อนของกระดาษกรอง หรือสัญญาณรบกวนของเครื่อง (Noise) ขณะที่ทำการตรวจวัด จากการศึกษาพบว่า องค์กรประกอบธาตุที่พบในฝุ่นสอดคล้องกับองค์ประกอบธาตุที่พบในฝุ่นที่มีแหล่งกำเนิดจากการเผาไหม้ของเครื่องยนต์ดีเซล ทำให้บ่งชี้ได้ว่าฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ บริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้าส่วนใหญ่มีแหล่งกำเนิดจากเครื่องยนต์ดีเซลเป็นหลัก



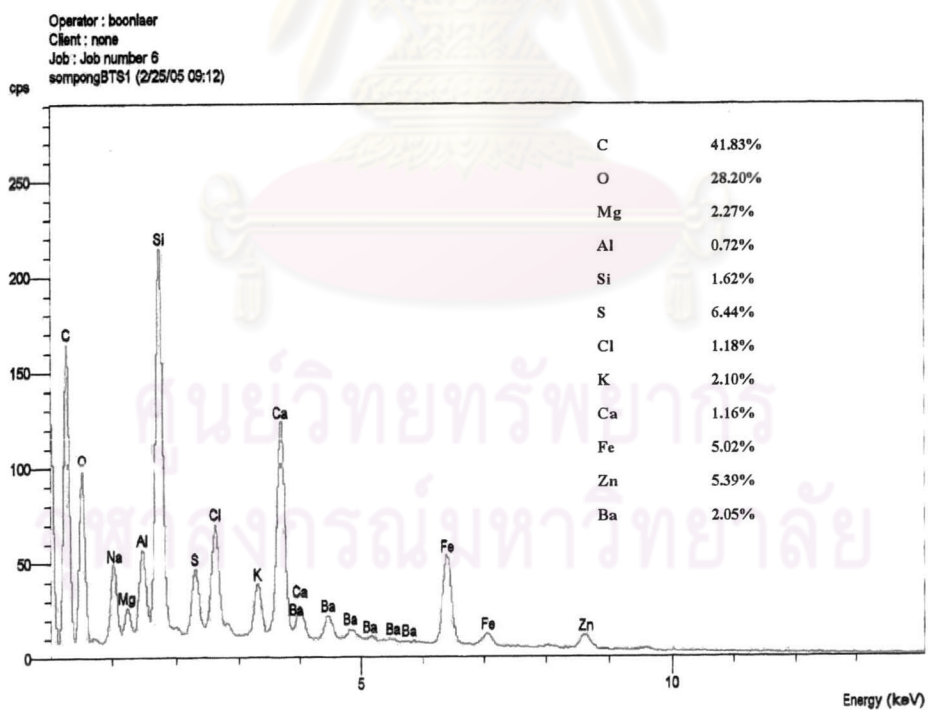
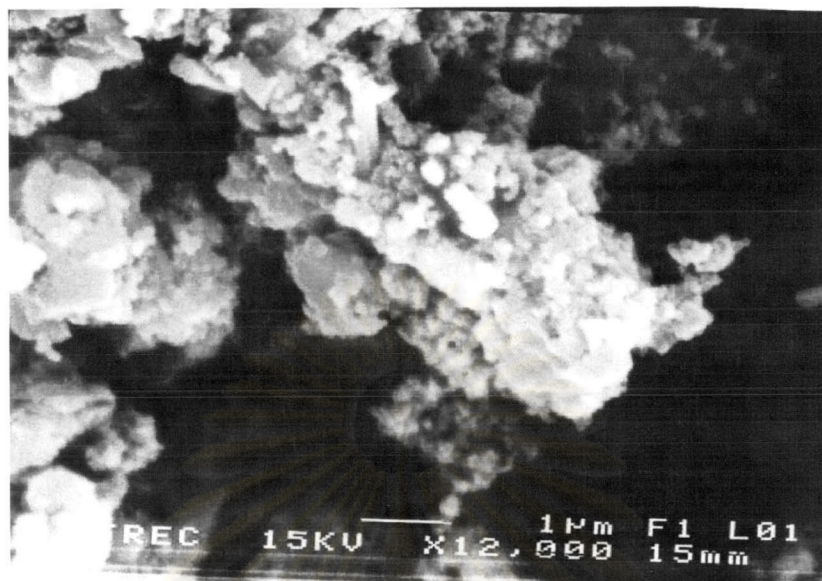
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



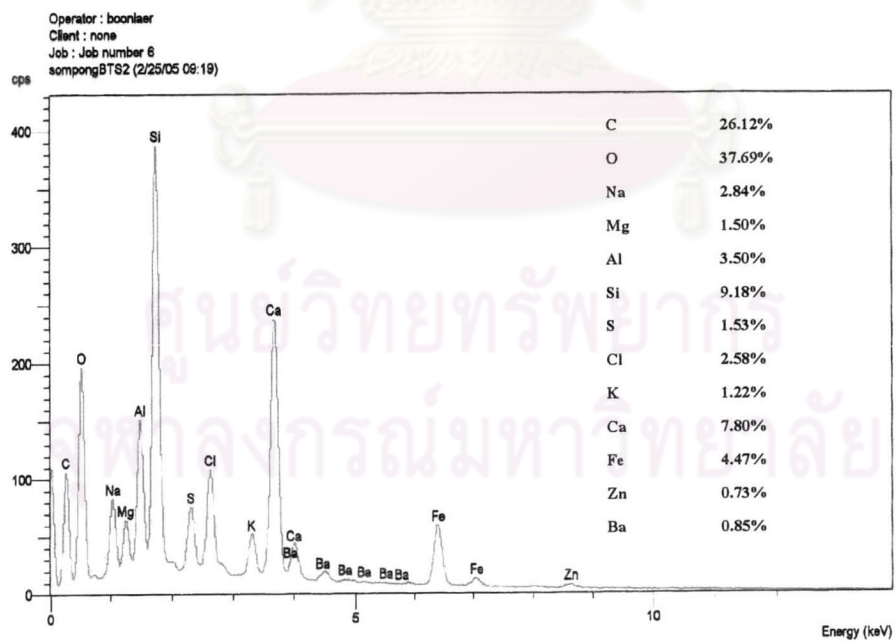
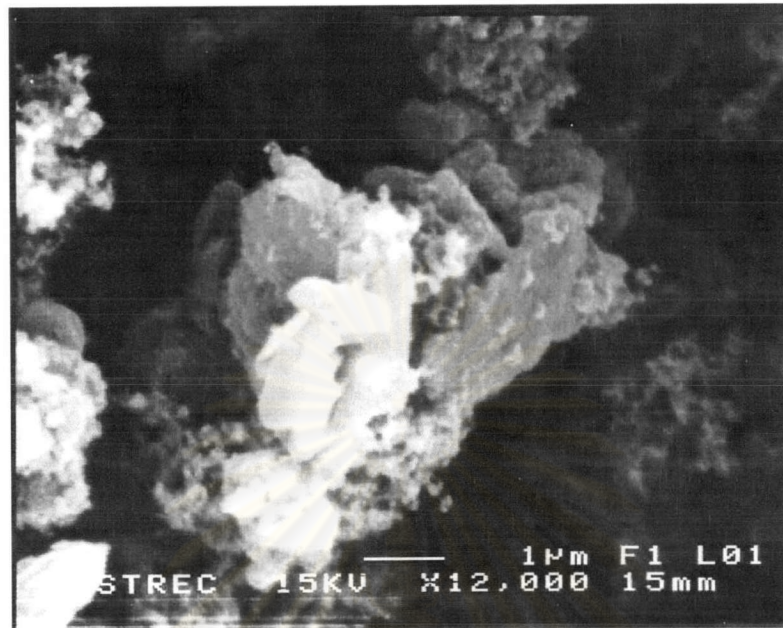
รูปที่ 4.8 (ก) สเปกตรัมองค์ประกอบธาตุที่พบในกระดาศกรอง Blank ที่เก็บฝุ่น PM₁₀



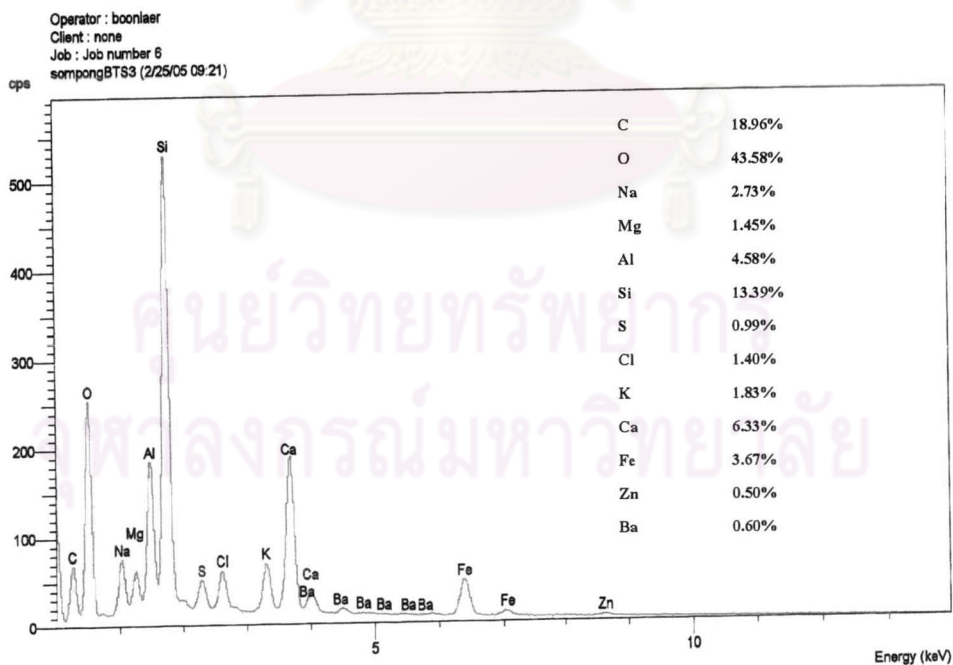
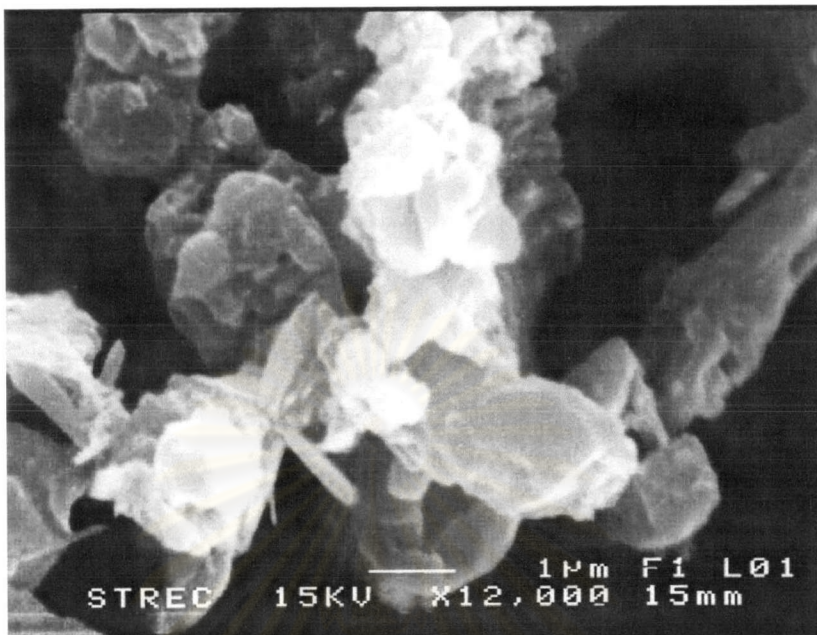
รูปที่ 4.8 (ข) สเปกตรัมองค์ประกอบธาตุที่พบในกระดาศกรอง Blank ที่เก็บฝุ่น PM_{2.5}



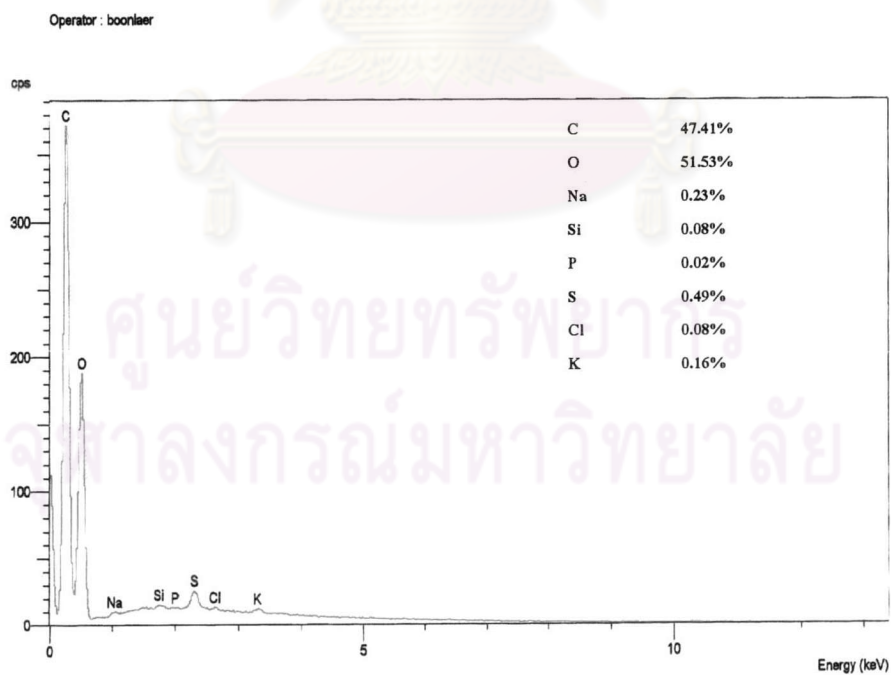
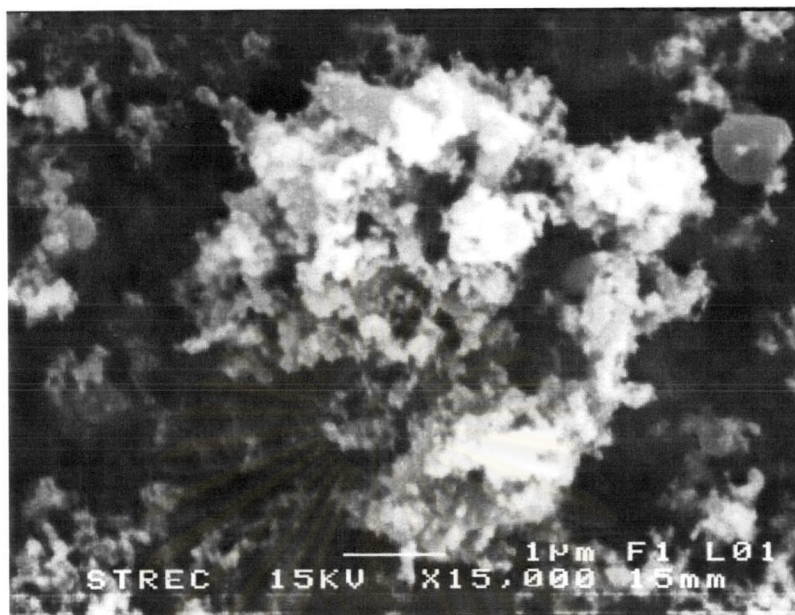
รูปที่ 4.9 (ก) ลักษณะทางสัณฐานและองค์ประกอบธาตุที่พบในฝุ่นละออง $PM_{10-2.5}$ บริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้าวัดไทย



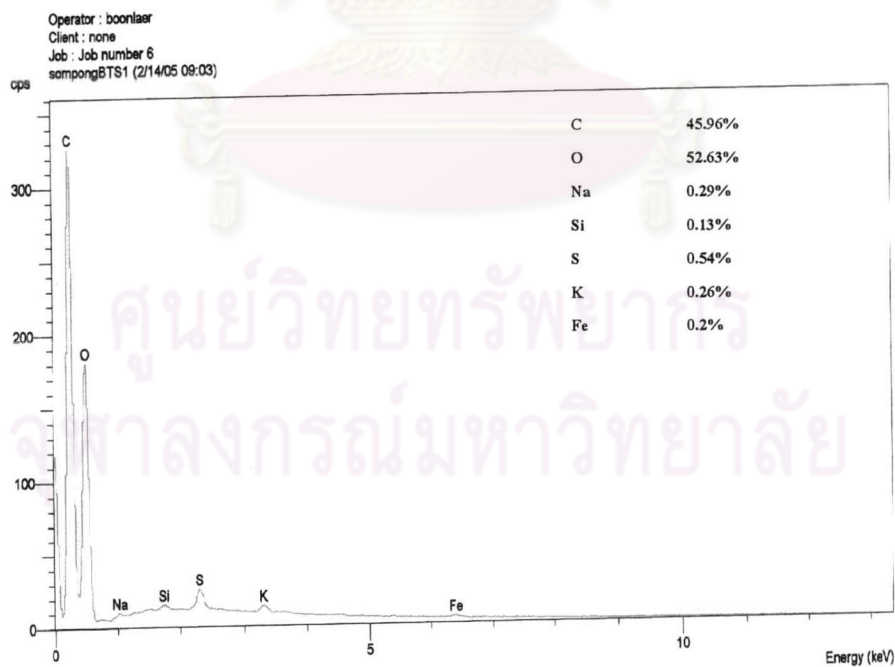
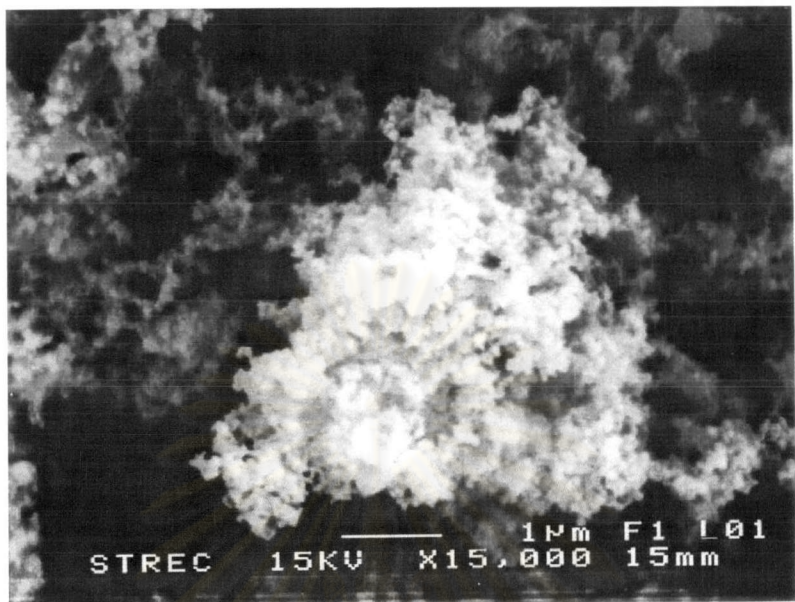
รูปที่ 4.9 (ข) ลักษณะทางสัณฐานและองค์ประกอบธาตุที่พบในฝุ่นละออง $PM_{10-2.5}$ บริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้ามหานคร



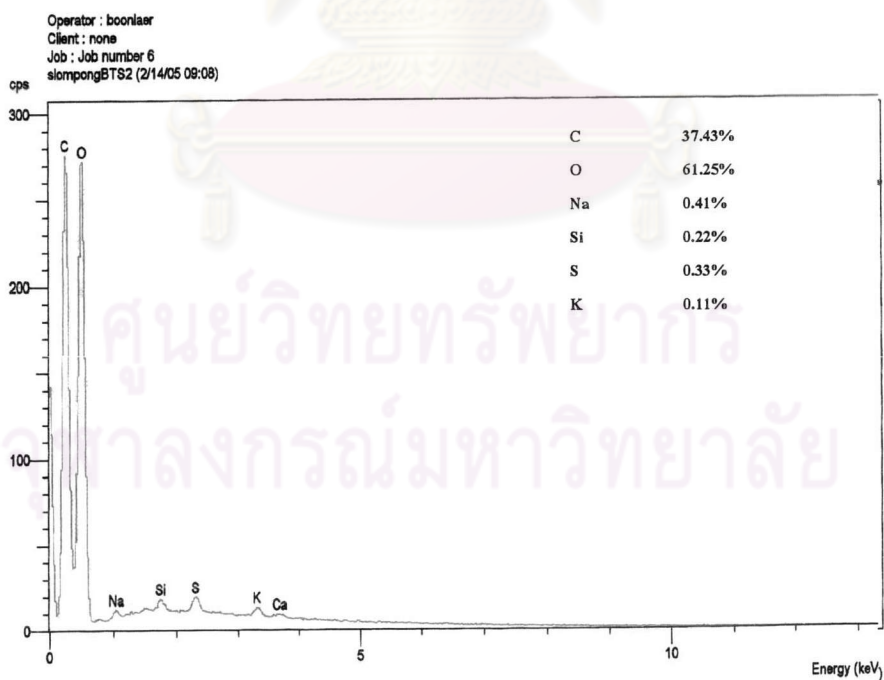
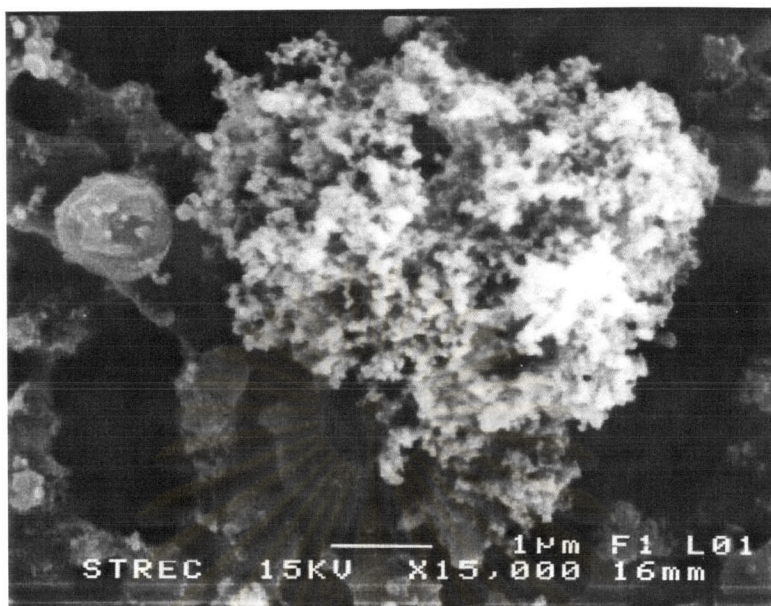
รูปที่ 4.9 (ค) ลักษณะทางสัณฐานและองค์ประกอบธาตุที่พบในฝุ่นละออง PM_{10-2.5} บริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้านนทบุรี



รูปที่ 4.9 (ง) ลักษณะทางสัณฐานและองค์ประกอบธาตุที่พบในฝุ่นละออง PM_{2.5} บริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้ามหานคร



รูปที่ 4.9 (จ) ลักษณะทางสัณฐานและองค์ประกอบธาตุที่พบในฝุ่นละออง PM_{2.5} บริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้ามหานคร



รูปที่ 4.9 (ค) ลักษณะทางสัณฐานและองค์ประกอบธาตุที่พบในฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ บริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้าชองนนตรี

4.8 ปริมาณการจราจรบริเวณสถานีรถไฟฟ้า

ในระหว่างการตรวจวัดความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กบริเวณสถานีรถไฟฟ้าทั้งสามสถานี ได้ทำการเก็บข้อมูลปริมาณรถยนต์ที่วิ่งผ่านได้สถานีรถไฟฟ้าพญาไท (บริเวณถนนพญาไท) สถานีรถไฟฟ้าพระโขนง (บริเวณถนนสุขุมวิท) และสถานีรถไฟฟ้าช่องนนทรี (บริเวณถนนราชวิลาสราชนครินทร์) โดยแบ่งประเภทรถยนต์เป็น 4 ประเภท คือ

1. รถบรรทุกขนาดใหญ่ รถโดยสารประจำทาง และไม่ประจำทาง (Truck, bus)
2. รถสามล้อเครื่อง และรถจักรยานยนต์ (Tuk-Tuk, motorcycle)
3. รถบรรทุกขนาดเล็ก 4 ล้อ และรถตู้ (Pick up, van)
4. รถยนต์ส่วนบุคคล และรถแท็กซี่รับจ้าง (Car, taxi)

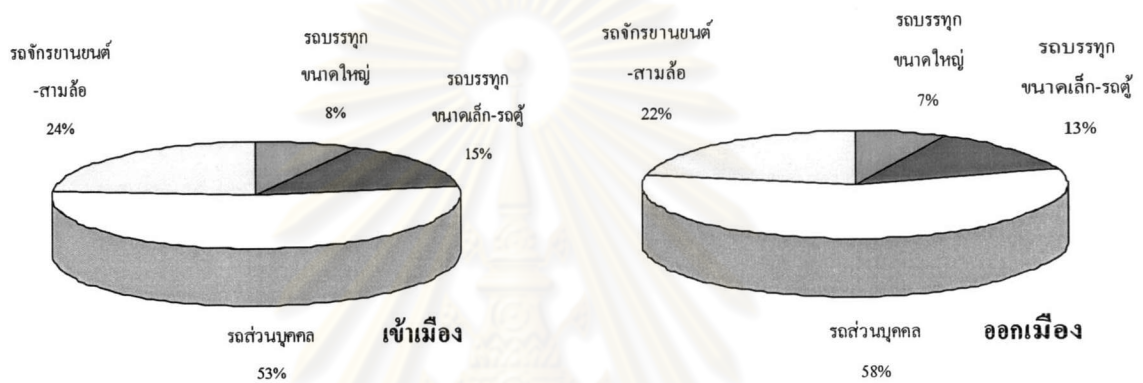
โดยเก็บข้อมูลทั้งถนนฝั่งเข้าเมือง และออกเมือง

จากข้อมูลปริมาณรถรายชั่วโมง (ดังแสดงในภาคผนวก ก) พบว่าแนวโน้มของปริมาณรถที่ผ่านได้สถานีรถไฟฟ้าทั้งสามสถานี ในแต่ละวันจะคล้ายกัน คือ ปริมาณรถยนต์ถนนฝั่งเข้าเมืองจะมีปริมาณในช่วงเวลาเร่งด่วนตอนเช้า เนื่องจากประชาชนเดินทางเข้ามาทำงานในสำนักงาน หรือที่ทำงานส่วนใหญ่ซึ่งตั้งอยู่ในแหล่งธุรกิจหรือเขตเมือง ในทางตรงกันข้ามปริมาณรถยนต์ถนนฝั่งออกเมืองจะมีปริมาณมากในช่วงเวลาเย็นซึ่งเป็นเวลาเลิกงาน และเดินทางกลับบ้าน ปริมาณรถเฉลี่ยรายวันที่ผ่านได้สถานีรถไฟฟ้าพระโขนงจะมีปริมาณมากที่สุด เนื่องจากถนนสุขุมวิทเป็นถนนสายหลัก มีที่ทำงานหรือสำนักงานตลอดสายของถนน รองลงมาคือสถานีรถไฟฟ้าพญาไทและสถานีรถไฟฟ้าช่องนนทรีซึ่งเป็นบริเวณใจกลางเมือง ส่งผลให้ปริมาณรถยนต์ที่ผ่านได้สถานีมีปริมาณสูง ดังตารางที่ 4.9

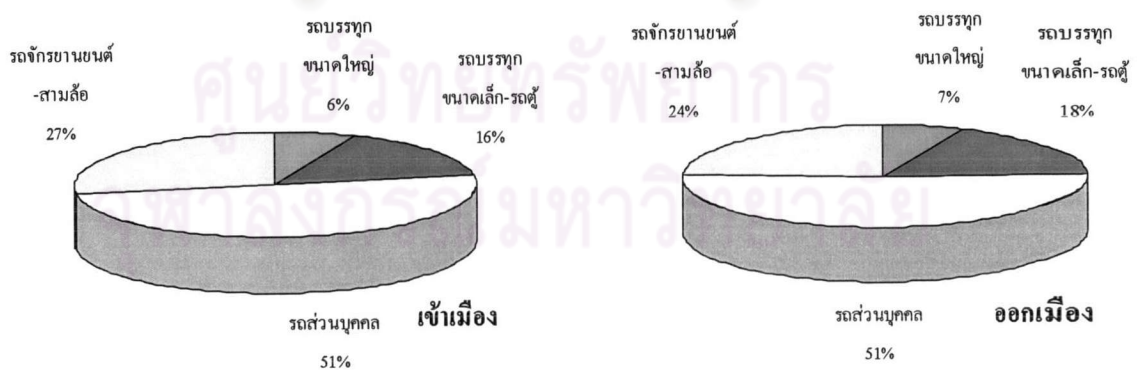
ตารางที่ 4.9 ปริมาณรถเฉลี่ยที่ผ่านได้สถานีรถไฟฟ้า

สถานีรถไฟฟ้า	ปริมาณรถเฉลี่ย (คัน/วัน)		
	วันหยุด	วันทำงาน	เฉลี่ย
พญาไท	48,645 ± 240	59,311 ± 1,269	55,759 ± 5,423
พระโขนง	68,340 ± 5,159	83,758 ± 9,212	78,619 ± 10,914
ช่องนนทรี	33,232 ± 201	61,892 ± 625	52,338 ± 14,338

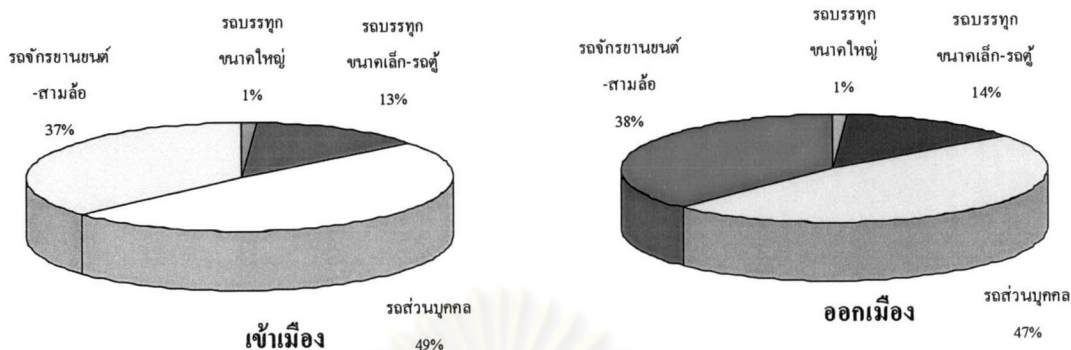
สัดส่วนปริมาณรถยนต์ที่ผ่านได้สถานีรถไฟฯ โดยแยกประเภทรถออกเป็น 4 ประเภท แสดงดังรูปที่ 4.10 (ก) - 4.10 (ค) รถยนต์ส่วนบุคคล และรถแท็กซี่รับจ้างเป็นประเภทรถที่มีปริมาณสูงที่สุดมีค่าอยู่ระหว่าง 47 - 58 เปอร์เซ็นต์ ลำดับต่อมาคือรถสามล้อเครื่อง และรถจักรยานยนต์มีค่าระหว่าง 22 - 38 เปอร์เซ็นต์ รถบรรทุกขนาดเล็ก 4 ล้อ รถตู้ 13 - 18 เปอร์เซ็นต์ และรถบรรทุกขนาดใหญ่ รถโดยสารประจำทาง-ไม่ประจำทาง เป็นประเภทรถที่มีปริมาณน้อยที่สุด มีค่าระหว่าง 1 - 8 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 4.10 (ก) สัดส่วนปริมาณรถแต่ละประเภทที่ผ่านได้สถานีรถไฟฯ พญาไท



รูปที่ 4.10 (ข) สัดส่วนปริมาณรถแต่ละประเภทที่ผ่านได้สถานีรถไฟฯ พระโขนง



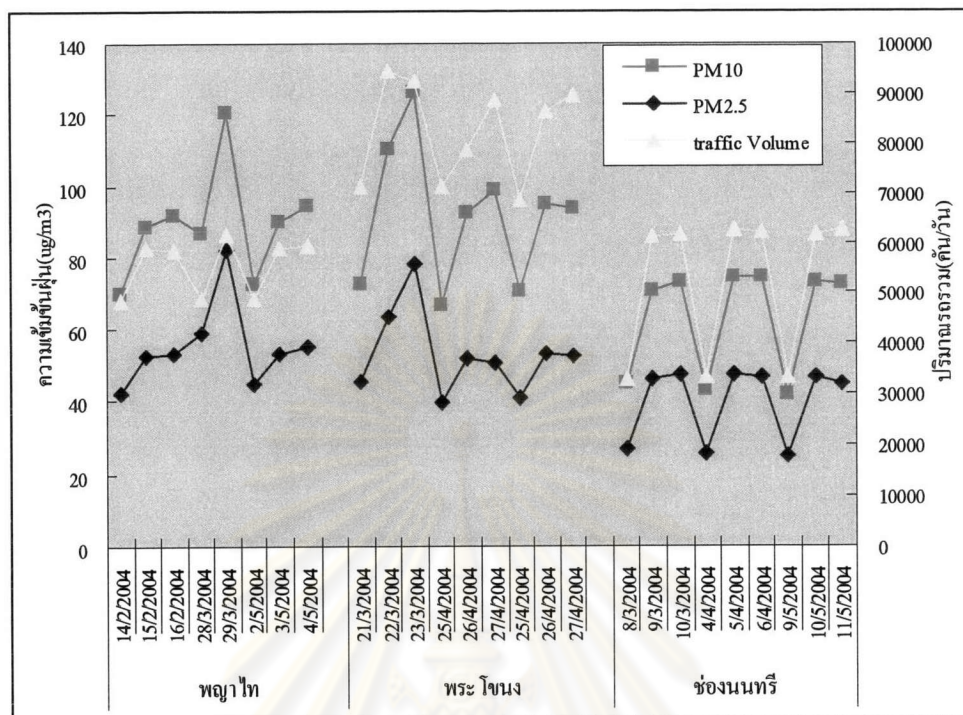
รูปที่ 4.10 (ค) สัดส่วนปริมาณรถแต่ละประเภทที่ผ่านใต้สถานีรถไฟฟ้าช่งนนทบุรี

เมื่อนำปริมาณรถรวมรายวันที่ผ่านใต้สถานีรถไฟฟ้าทังสามสถานี พิจารณาร่วมกับความเข้มข้นฝุ่นละออง PM_{10} และ $PM_{2.5}$ ที่เก็บตัวอย่างบริเวณใต้สถานีรถไฟฟ้าทังสามสถานีดังแสดงในรูปที่ 4.11 พบว่า ความเข้มข้นของฝุ่นละอองทั้งสองขนาดมีแนวโน้มสอดคล้องกับปริมาณรถที่ผ่านใต้สถานี และเมื่อนำข้อมูลทั้งสองชุดมาหาความสัมพันธ์โดยพิจารณาความสัมพันธ์ในรูปแบบเส้นตรง (Linear association) โดยหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson correlation coefficient) โดยกำหนดระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 ภายใต้อสมมติฐานดังนี้

H_0 : ปริมาณรถรายวัน ไม่มีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็ก

H_1 : ปริมาณรถรายวันมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็ก

จากการคำนวณด้วยโปรแกรม SPSS for window พบว่าความน่าจะเป็นสำหรับทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรถรายวัน กับระดับความเข้มข้นฝุ่นละออง PM_{10} และ $PM_{2.5}$ มีค่าเท่ากับ 0.74 และ 0.61 ตามลำดับ ซึ่งมีค่ามากกว่าค่าระดับนัยสำคัญที่กำหนดในการทดสอบคือ 0.05 ดังนั้นจึงยอมรับสมมติฐาน H_0 และสรุปผลได้ว่า ปริมาณรถที่ผ่านใต้สถานีรถไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นฝุ่นละอองทั้ง PM_{10} และ $PM_{2.5}$ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05



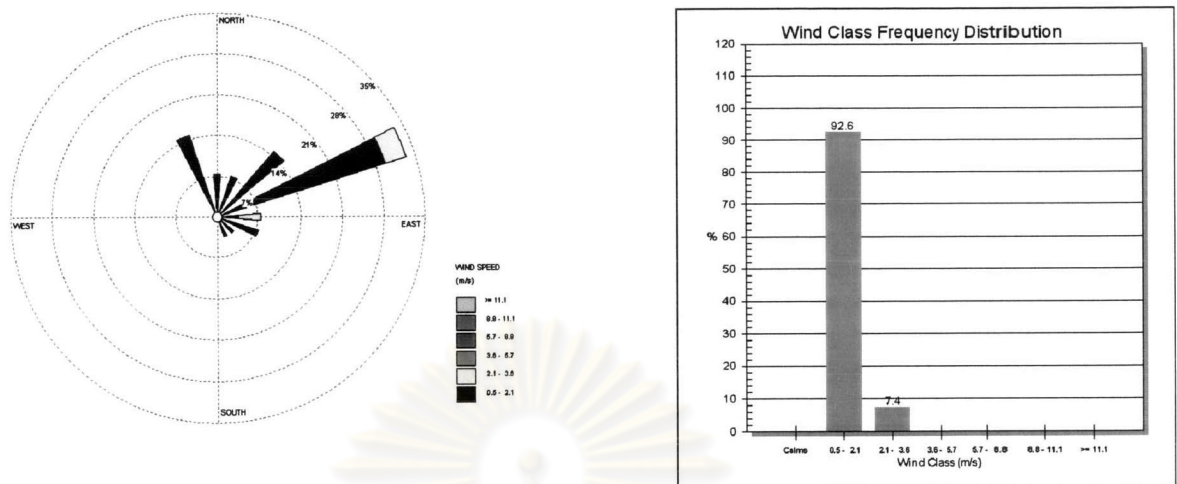
รูปที่ 4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็ก (ใต้สถานีรถไฟฟ้า) และปริมาณรถยนต์รายวัน

4.9 สภาพอคูนิยมวิทยา

ข้อมูลอคูนิยมวิทยาในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษาระบายตัวของฝุ่นบริเวณสถานีรถไฟฟ้าทั้งสามสถานีแสดงดังตารางที่ 4.10 โดยรายงานเป็นค่าเฉลี่ยรายวันของข้อมูลดังต่อไปนี้ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม และความเข้มแสง ส่วนข้อมูลทิศทางลมแสดงดังรูปที่ 4.12 (ก) – 4.12 (ค)

ตารางที่ 4.10 ค่าเฉลี่ยรายวันข้อมูลอคูนิยมวิทยาในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา

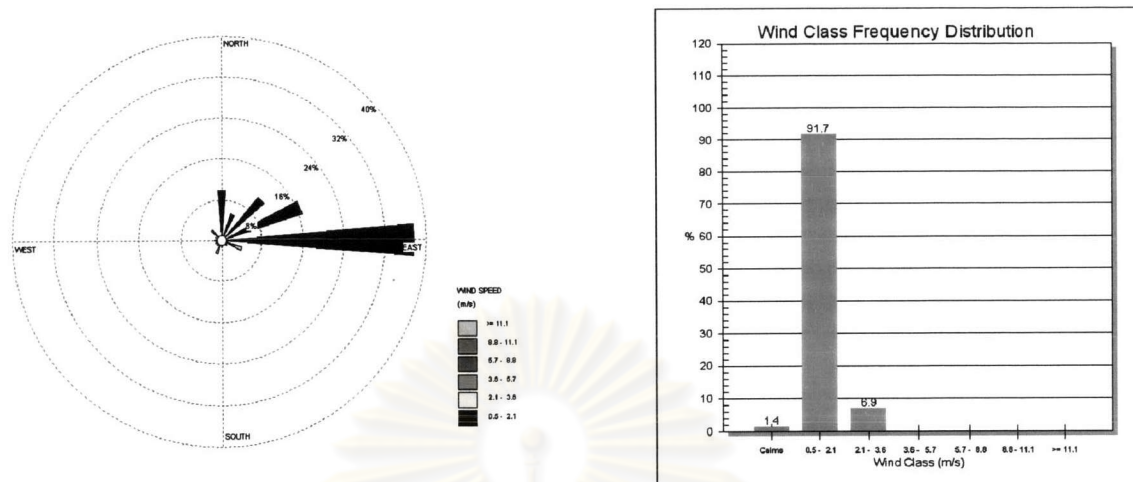
สถานีรถไฟฟ้า	ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความเร็วลม (เมตร/นาที)	ความดันบรรยากาศ (มิลลิเมตรปรอท)	ความเข้มแสง(w/m ²)
พญาไท	63 (43.3-74.5)	31 (27.9-32.4)	1.5 (1.0-2.5)	760.7 (759.0-762.2)	145.7 (95.8-180.8)
พระโขนง	79.2 (70.8-89.3)	31.2 (29.9-32.1)	1.7 (1.0-2.7)	760.1 (759.5-762.5)	170.5 (109.7-193.3)
ชองนนทบุรี	69.3 (64.2-74.3)	29.6 (28.3-30.7)	2.2 (1.5-2.8)	761.1 (759.5-763.4)	153.6 (112.2-181.8)



รูปที่ 4.12 (ก) แผนภูมิแสดงทิศทางลม และแผนภูมิแสดงเปอร์เซ็นต์ความถี่ของการเกิดความเร็วลมต่าง ๆ บริเวณสถานีรถไฟฟ้าวัดท่า

จากรูปที่ 4.12 (ก) พบว่า ความเร็วลมเฉลี่ยบริเวณสถานีรถไฟฟ้าวัดท่าอยู่ในช่วง 0.5 ถึง 2.1 m/s โดยมีเปอร์เซ็นต์ความถี่ของการเกิดลมมากที่สุดถึง 92.6 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือความเร็วลมในช่วง 2.1 ถึง 3.6 m/s มีเปอร์เซ็นต์ความถี่เท่ากับ 7.4 เปอร์เซ็นต์ ทิศทางลมที่เกิดขึ้นบริเวณสถานีรถไฟฟ้าวัดท่าเกิดขึ้นในระหว่างทิศตะวันออกเฉียงใต้ และทิศตะวันตกเฉียงเหนือ โดยทิศทางหลักอยู่ระหว่างทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และทิศตะวันออก

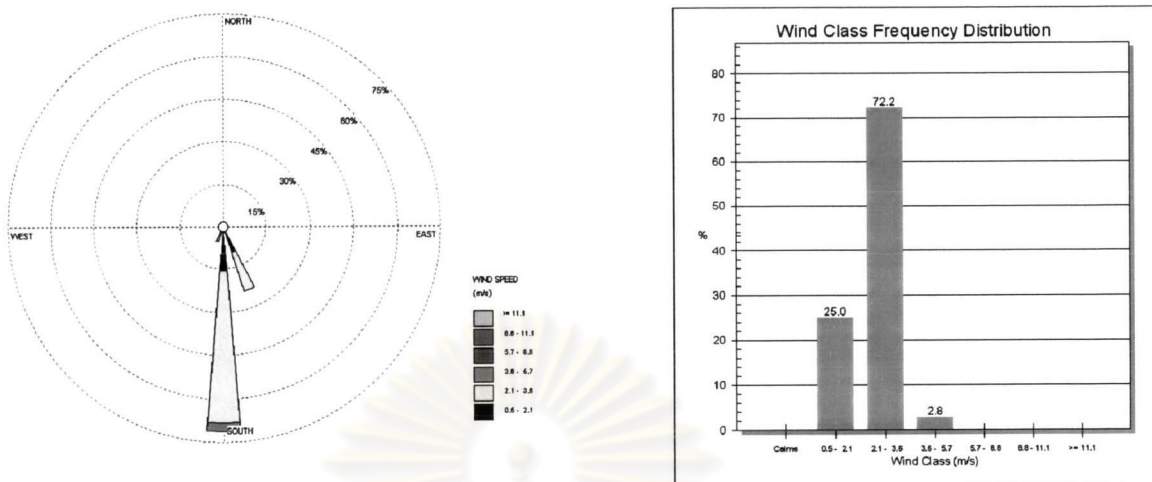
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.12 (ข) แผนภูมิแสดงทิศทางลม และแผนภูมิแสดงเปอร์เซ็นต์ความถี่ของการเกิดความเร็วลมต่าง ๆ บริเวณสถานีรถไฟฟ้าพระโขนง

รูปที่ 4.12 (ข) แสดงทิศทางลม และเปอร์เซ็นต์ความถี่ของการเกิดความเร็วลม บริเวณสถานีรถไฟฟ้าพระโขนง พบว่า ความเร็วลมเฉลี่ยบริเวณสถานีรถไฟฟ้าพระโขนงจะอยู่ในช่วง 0.5 ถึง 2.1 m/s โดยมีเปอร์เซ็นต์ความถี่มากที่สุด 91.7 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์ความถี่ในช่วง 2.1 ถึง 3.6 m/s 6.9 เปอร์เซ็นต์ และพบความเร็วลมต่ำกว่า 0.5 m/s ซึ่งถือว่าเป็นภาวะลมสงบ (Calme wind) 1.4 เปอร์เซ็นต์ ทิศทางลมเกิดขึ้นในทุกทิศทาง แต่ทิศลมหลักคือทิศตะวันออก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.12 (ค) แผนภูมิแสดงทิศทางลม และแผนภูมิแสดงเปอร์เซ็นต์ความถี่ของการเกิดความเร็วลมต่าง ๆ บริเวณสถานีรถไฟฟ้าวังนนทบุรี

จากรูปที่ 4.12 (ค) พบว่า ความเร็วลมเฉลี่ยบริเวณสถานีรถไฟฟ้าวังนนทบุรีอยู่ในช่วง 2.1 ถึง 3.6 m/s ซึ่งเป็นช่วงความเร็วลมที่มีความถี่มากที่สุด รองลงมา คือ ความเร็วลมในช่วง 0.5 ถึง 2.1 เมตร/วินาทีความถี่ของการเกิดลมเท่ากับ 25 เปอร์เซ็นต์ และพบลมที่มีความเร็ว 3.6 ถึง 5.7 m/s มีความถี่ของการเกิดลมเท่ากับ 2.8 เปอร์เซ็นต์ ทิศทางลมที่เกิดขึ้นอยู่ระหว่างทิศตะวันออกเฉียงใต้ และทิศตะวันตกเฉียงใต้ โดยทิศลมหลัก คือ ทิศใต้

4.10 การวิเคราะห์สมการถดถอยความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10} และ $PM_{2.5}$) และปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเข้มข้นฝุ่นละอองบริเวณสถานีรถไฟ

ในการวิเคราะห์สมการถดถอยความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10} และ $PM_{2.5}$) และปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเข้มข้นฝุ่นบริเวณสถานีรถไฟ ได้พิจารณานำปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อระดับความเข้มข้นของฝุ่นละออง คือปัจจัยแหล่งกำเนิด ได้แก่ ปริมาณจราจรที่ผ่านใต้สถานีรถไฟ และปัจจัยที่ส่งผลต่อการแพร่กระจายของฝุ่นละอองขนาดเล็ก คือ ปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา ซึ่งได้แก่ ความเร็วลม ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ ความเข้มแสง และลักษณะโครงสร้างของสถานีรถไฟ ได้แก่ ปริมาตรของโครงสร้างสถานีรถไฟที่ครอบคลุมพื้นผิวถนน (สามารถคำนวณได้จากความกว้าง x ความยาว x ความสูงจากระดับพื้นถึงชั้น 2 ของสถานี) ระยะห่างระหว่างสถานีรถไฟและอาคารที่ตั้งอยู่บริเวณใกล้เคียง เป็นตัวแปรอิสระ หาความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ กับระดับความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} และ $PM_{2.5}$ บริเวณใต้สถานีรถไฟ ชั้น 2 และชั้น 3 ของสถานีรถไฟ เป็นตัวแปรตาม ภายใต้รูปแบบสมการถดถอยดังต่อไปนี้ (ศิริชัย, 2547)

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k + \varepsilon \quad (4.3)$$

โดยที่	k	คือ จำนวนตัวแปรอิสระที่ใช้พิจารณาในสมการถดถอย
	Y	คือ ค่าของตัวแปรตาม
	X	คือ ค่าของตัวแปรอิสระ
	β_0	คือ ค่าคงที่ของสมการถดถอย (Constant)
	β_k	คือ สัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression coefficient) ของตัวแปรอิสระที่ k
	ε	คือ ค่าความแตกต่างหรือความคลาดเคลื่อน (Error of residual) ระหว่างค่าจริง

และค่าที่ได้จากสมการ

การกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ในสมการถดถอย สามารถทำได้ดังต่อไปนี้

- ตัวแปรอิสระ ได้แก่ ความเข้มข้นฝุ่นละออง PM_{10} และ $PM_{2.5}$ เฉลี่ย 24 ชั่วโมง บริเวณใต้สถานีรถไฟ ชั้น 2 และชั้น 3 ของสถานีรถไฟ
- ตัวแปรตาม ได้แก่ ปริมาณรถยนต์รวม (ทั้งฝั่งเข้าเมือง และออกเมือง) (Traffic) ความเร็วลม (WS) ความชื้นสัมพัทธ์ (RH) อุณหภูมิ (Temp) ความเข้มแสง (Glob_Rad) ความดันบรรยากาศ (Pressure) พื้นที่ของโครงสร้างสถานีรถไฟที่ครอบคลุมพื้นผิวถนน (Volume) ระยะห่างระหว่างสถานีรถไฟและอาคารที่ตั้งอยู่บริเวณใกล้เคียง (Distance)

ในการคัดเลือกตัวแปรเข้าสมการถดถอยจะใช้โปรแกรม SPSS for window เพื่อวิเคราะห์หาสมการ โดยพิจารณาการคัดเลือกตัวแปรที่เหมาะสมในสมการถดถอย 4 วิธี คือ Enter, Forward selection, Backward elimination และ Stepwise regression ก่อนที่จะทำการวิเคราะห์หาสมการและตัวแปรที่เหมาะสม จะต้องทำการแปลงตัวแปรต่าง ๆ ให้อยู่ในรูป Z score (Standard score) (Chetwittayachan, 2001 อ้างใน ไพลิติน, 2543) ดังสมการต่อไปนี้

$$Z_i = (X_i - \mu) / \delta \quad (4.4)$$

โดย X_i คือ ข้อมูลตัวที่ i

μ คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูล

δ คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูล

สำหรับผลการวิเคราะห์สมการถดถอยทั้ง 4 วิธี (แสดงในภาคผนวก ข) ในตารางที่ 4.11 โดยพิจารณาวิธีที่เหมาะสมที่สุดจากค่า R^2 (ค่าที่แสดงอิทธิพลของตัวแปรอิสระที่มีต่อตัวแปรตาม) ที่มากที่สุดจาก 4 วิธี ซึ่งผลการวิเคราะห์พบว่า สมการความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก และปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเข้มข้นฝุ่น ที่เหมาะสมมาจากวิธีการคัดเลือกตัวแปรวิธี Backward elimination เนื่องจากให้ค่า R^2 มากที่สุด

ตารางที่ 4.11 ผลการวิเคราะห์สมการถดถอยทั้ง 4 วิธี

สมการ ความสัมพันธ์	ค่า R^2 ที่คำนวณได้จากวิธี				ตัวแปรที่ถูกคัดเลือก
	Enter	Backward	Forward	stepwise	
PM ₁₀ ได้สถานี	0.640	0.914	0.839	0.914	Traffic, Temp, Pressure, Distance, Volume
PM ₁₀ ชั้น 2	0.761	0.821	0.761	0.761	RH, Temp, WS
PM ₁₀ ชั้น 3	0.813	0.887	0.813	0.813	RH, Temp, WS, Glob_Rad, Distance, Volume
PM _{2.5} ได้สถานี	0.850	0.850	0.646	0.646	Traffic, RH, Temp, WS, Pressure
PM _{2.5} ชั้น 2	0.712	0.775	0.712	0.712	RH, Temp, WS
PM _{2.5} ชั้น 3	0.757	0.841	0.757	0.757	RH, Temp, WS, Distance, Volume

ตารางที่ 4.12 สัมประสิทธิ์ตัวแปรในสมการความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10} และ $PM_{2.5}$) และปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเข้มข้นฝุ่น บริเวณสถานีรถไฟ

สมการ ความสัมพันธ์	β	Std.Err.	t	Sig. t	R ²	วิธีที่คัดเลือกตัวแปร
PM ₁₀ ได้สถานี					0.914	Backward, Stepwise
Constant	-5243.932	970.028	-5.406	0.000		
Traffic	1.283E - 03	0.000	9.598	0.000		
Pressure	3.297	1.283	2.570	0.018		
Temp	5.079	1.398	3.663	0.002		
Volume	0.894	0.136	6.548	0.000		
Distance	-24.600	3.668	-6.707	0.000		
PM ₁₀ ชั้น 2					0.821	Backward
Constant	21.298	38.078	0.559	0.582		
RH	-0.345	0.140	-2.473	0.022		
Temp	2.955	1.307	2.261	0.034		
WS	-17.891	2.391	-7.484	0.000		
PM ₁₀ ชั้น 3					0.887	Backward
Constant	620.116	281.223	2.205	0.040		
RH	-0.387	0.129	-3.006	0.007		
Temp	1.905	0.983	1.938	0.068		
WS	15.479	1.605	-9.643	0.000		
Glob_Rad	-6.99E-02	0.035	-2.005	0.059		
Volume	-0.200	0.098	-2.046	0.055		
Distance	5.632	2.757	2.043	0.055		
PM _{2.5} ได้สถานี					0.850	Enter, Backward
Constant	-4260.661	796.877	-5.347	0.000		
Traffic	7.750E - 04	0.000	7.060	0.000		
Pressure	3.125	1.054	2.965	0.008		
Temp	4.317	1.418	3.760	0.001		
Volume	0.606	0.112	5.401	0.000		
Distance	-16.358	3.013	-5.429	0.000		
PM _{2.5} ชั้น 2					0.775	Backward
Constant	-15.021	37.120	-0.405	0.690		
RH	-0.240	0.136	-1.760	0.092		
Temp	3.061	1.274	2.403	0.025		
WS	-14.303	2.330	-6.138	0.000		
PM _{2.5} ชั้น 3					0.841	Backward
Constant	438.672	218.076	2.012	0.058		
RH	-0.286	0.111	-2.576	0.018		
Temp	2.160	0.861	2.510	0.021		
WS	-9.798	1.342	-7.299	0.000		
Volume	-0.153	0.077	-1.980	0.062		
Distance	4.180	2.203	1.897	0.072		

จากตารางที่ 4.11 และ ตารางที่ 4.12 พบว่า วิธี Backward elimination สามารถคัดเลือกตัวแปรได้เหมาะสมทั้ง 6 สมการ ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในสมการบางตัวแปรมีค่าเป็นลบ หมายถึง ความเข้มข้นฝุ่นจะแปรผกผันกับตัวแปรตัวนั้น ตัวอย่างเช่น สมการความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของฝุ่นได้สถานี ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร Distance มีค่าเป็นลบ แสดงว่าถ้าระยะห่างระหว่างโครงสร้างสถานีกับอาคารที่ตั้งอยู่บริเวณใกล้เคียงมากจะทำให้ความเข้มข้นฝุ่นละอองมีค่าน้อย ซึ่งมีความสอดคล้องกับความเป็นจริง กล่าวคือถ้าระยะห่างมากทำให้เกิดช่องว่างที่ช่วยในการระบายอากาศบริเวณได้สถานีดีขึ้นส่งผลให้ตรวจวัดความเข้มข้นฝุ่นละอองบริเวณได้สถานีรถไฟฟ้าได้น้อยลง ในทางตรงกันข้าม ถ้าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรมีค่าเป็นบวก แสดงว่าความเข้มข้นฝุ่นละอองจะแปรผันตามตัวแปรตัวแปรนั้น ตัวอย่างเช่น สัมประสิทธิ์ตัวแปรปริมาณจราจรมีค่าเป็นบวก แปลความหมายจากสมการได้ว่า ถ้าปริมาณจราจรสูงส่งผลให้ความเข้มข้นฝุ่นละอองมีค่าสูงตามด้วย ซึ่งสอดคล้องกับความเป็นจริง เนื่องจากในการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ฝุ่นละอองขนาดเล็กมีแหล่งกำเนิดจากจราจรเป็นหลัก (ผลการศึกษาลักษณะทางสัณฐานและองค์ประกอบธาตุในฝุ่น ในหัวข้อ 4.7) ซึ่งถ้าปริมาณจราจรที่ผ่านได้สถานีมากจะทำให้ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กที่ตรวจวัดได้มีค่าสูงตามด้วย

พิจารณาสมการถดถอยความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของฝุ่นละออง และปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเข้มข้นฝุ่น บริเวณชั้น 2 ของสถานีรถไฟฟ้า พบว่า โปรแกรมคัดเลือกตัวแปร ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ และความเร็วลมเข้าสมการถดถอย โดยตัวแปรทั้งสามเป็นตัวแปรปัจจัยอุคินิยมวิทยา แต่โปรแกรมได้ตัดตัวแปรปริมาณจราจรที่ผ่านได้สถานีออกจากสมการ ในทำนองเดียวกัน เมื่อพิจารณาสมการถดถอยความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของฝุ่นละออง และปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเข้มข้นฝุ่นบริเวณชั้น 3 โปรแกรมได้ทำการคัดเลือก ตัวแปรเข้าสมการถดถอยมากขึ้น แต่ยังคงตัดตัวแปรปริมาณจราจรที่ผ่านได้สถานีออกจากสมการ แม้ว่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) ของสมการถดถอยทั้ง 4 สมการมีค่าสูง แต่สมการมีความขัดแย้งกับความเป็นจริงเป็นอย่างมาก เนื่องจากในสมการมีเพียงปัจจัยอุคินิยมวิทยาซึ่งเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายตัวของฝุ่นละออง แต่ไม่มีตัวแปรแหล่งกำเนิดของฝุ่นละออง คือปริมาณจราจรในสมการ จึงเลือกใช้เพียงสมการถดถอยความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของฝุ่นละออง และปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเข้มข้นฝุ่นบริเวณได้สถานี และสร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นฝุ่นละอองบริเวณได้สถานีกับความเข้มข้นฝุ่นละอองบริเวณชั้น 2 และชั้น 3 ขึ้นมาแทน ทำการตรวจสอบความสัมพันธ์ของทั้ง 4 สมการจากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson correlation coefficient) โดยพิจารณาความสัมพันธ์ในรูปแบบเชิงเส้นตรง (Linear association) กำหนดระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.05 ภายใต้อสมมติฐาน

H_0 : ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10} และ $PM_{2.5}$) บริเวณได้สถานีไม่มีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10} และ $PM_{2.5}$) บริเวณชั้น 2 และชั้น 3 ของสถานีรถไฟฟ้า

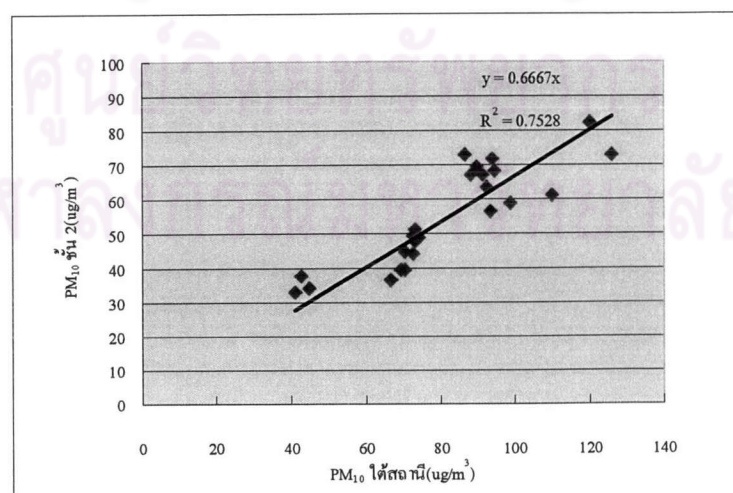
H_1 : ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10} และ $PM_{2.5}$) บริเวณใต้สถานีมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10} และ $PM_{2.5}$) บริเวณชั้น 2 และชั้น 3 ของสถานีรถไฟฟ้า

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SPSS for window แสดงในภาคผนวก ข ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสมการทั้ง 4 สมการ แสดงดังตารางที่ 4.13

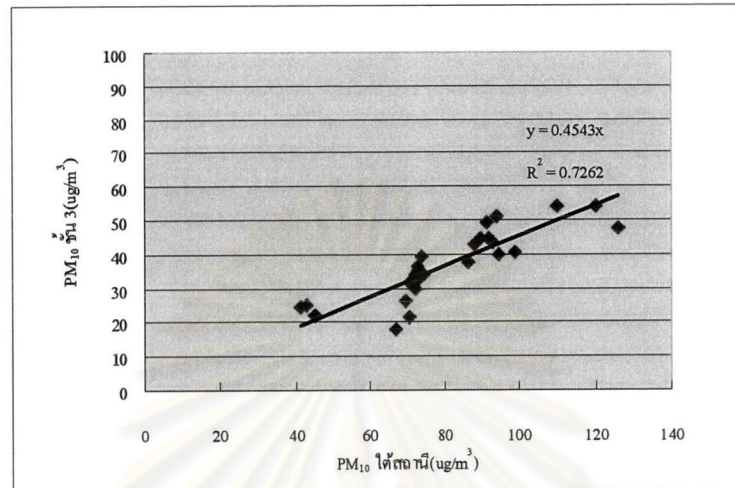
ตารางที่ 4.13 ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (r^2) ระหว่างความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กบริเวณใต้สถานี และบริเวณชั้น 2 ชั้น 3

ความสัมพันธ์	ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (r^2)
PM_{10} ใต้สถานี และ PM_{10} ชั้น 2	0.7528
PM_{10} ใต้สถานี และ PM_{10} ชั้น 3	0.7262
$PM_{2.5}$ ใต้สถานี และ $PM_{2.5}$ ชั้น 2	0.8033
$PM_{2.5}$ ใต้สถานี และ $PM_{2.5}$ ชั้น 3	0.7499

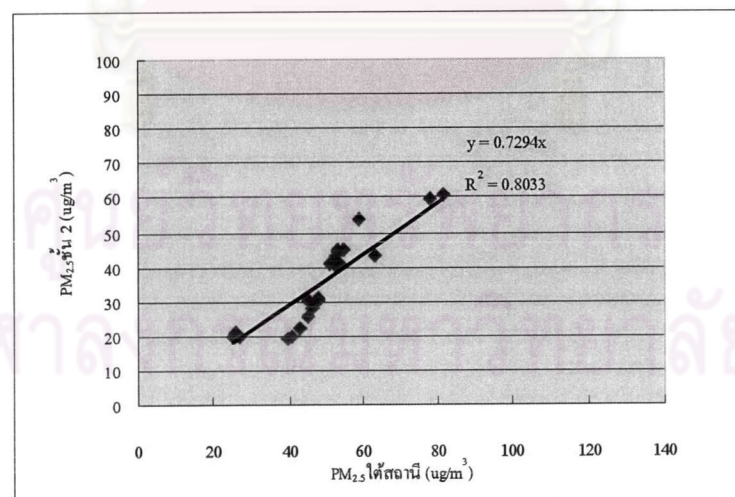
จากตารางที่ 4.13 พบว่า ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กบริเวณใต้สถานี และความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กบริเวณชั้น 2 ชั้น 3 มีความสัมพันธ์กันสูง (r^2 มีค่าระหว่าง 0.7262 ถึง 0.8033) ค่าความน่าจะเป็นสำหรับทดสอบความสัมพันธ์ของทั้ง 4 สมการมีค่าน้อยกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 (แสดงในภาคผนวก ข) จึงตัดสินใจยอมรับสมมติฐาน H_1 สรุปได้ว่า ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10} และ $PM_{2.5}$) บริเวณใต้สถานีมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10} และ $PM_{2.5}$) บริเวณชั้น 2 และชั้น 3 ของสถานีรถไฟฟ้า โดยแสดงกราฟความสัมพันธ์ดังรูปที่ 4.13 (ก) – 4.13 (ง)



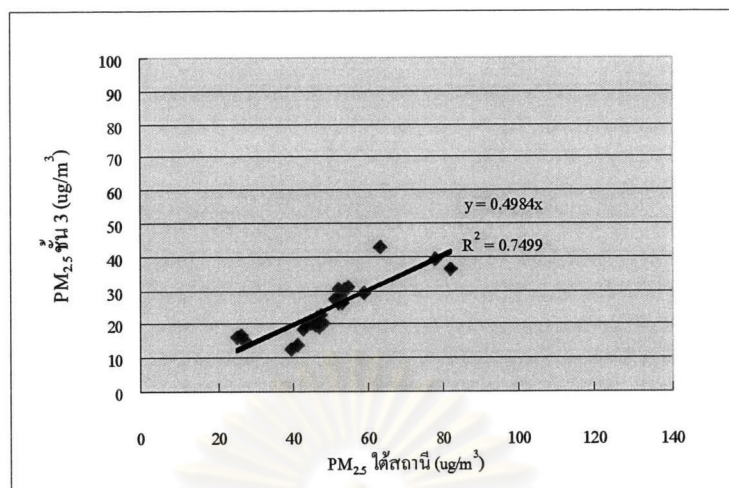
รูปที่ 4.13 (ก) กราฟความสัมพันธ์ของความเข้มข้นฝุ่นละออง PM_{10} ใต้สถานีรถไฟฟ้า และบริเวณชั้น 2 ของสถานี



รูปที่ 4.13 (ข) กราฟความสัมพันธ์ของความเข้มข้นฝุ่นละออง PM₁₀ ได้สถานีรถไฟฟ้า และ บริเวณชั้น 3 ของสถานี



รูปที่ 4.13 (ค) กราฟความสัมพันธ์ของความเข้มข้นฝุ่นละออง PM_{2.5} ได้สถานีรถไฟฟ้า และ บริเวณชั้น 2 ของสถานี



รูปที่ 4.13 (ง) กราฟความสัมพันธ์ของความเข้มข้นฝุ่นละออง $PM_{2.5}$ ได้สถานีรถไฟฟ้า และบริเวณชั้น 3 ของสถานี

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อหาสมการความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของฝุ่นละออง และปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเข้มข้นฝุ่นบริเวณสถานีรถไฟฟ้า ทำให้ได้สมการถดถอยและสมการความสัมพันธ์ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กบริเวณได้สถานีรถไฟฟ้ากับบริเวณชั้น 2 และ ชั้น 3 ดังแสดงในตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 สมการความสัมพันธ์ความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กบริเวณสถานีรถไฟฟ้า และปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเข้มข้นฝุ่น

สมการความสัมพันธ์	รูปแบบสมการ	(R ²)
PM_{10} ได้สถานี	PM_{10} ได้สถานี = $1.283E-03$ *(ปริมาณจราจร) + 3.297 *(ความดันบรรยากาศ) + 5.079 *(อุณหภูมิ) + 0.894 *(พื้นที่โครงสร้างสถานีที่ครอบคลุมพื้นผิวถนน) - 24.600 (ระยะห่างระหว่างโครงสร้างสถานีกับอาคารใกล้เคียง) - 5243.932	0.9140
PM_{10} ชั้น 2	PM_{10} ชั้น 2 = 0.6667 *(PM_{10} ได้สถานี)	0.7528
PM_{10} ชั้น 3	PM_{10} ชั้น 3 = 0.4543 *(PM_{10} ได้สถานี)	0.7262
$PM_{2.5}$ ได้สถานี	$PM_{2.5}$ ได้สถานี = $7.750E-04$ *(ปริมาณจราจร) - 3.125 *(ความดันบรรยากาศ) + 4.317 *(อุณหภูมิ) + 0.606 *(พื้นที่โครงสร้างสถานีที่ครอบคลุมพื้นผิวถนน) - 16.358 *(ระยะห่างระหว่างโครงสร้างสถานีกับอาคารใกล้เคียง) - 4260.661	0.8500
$PM_{2.5}$ ชั้น 2	$PM_{2.5}$ ชั้น 2 = 0.7294 *($PM_{2.5}$ ได้สถานี)	0.8033
$PM_{2.5}$ ชั้น 3	$PM_{2.5}$ ชั้น 3 = 0.4984 *($PM_{2.5}$ ได้สถานี)	0.7499

หมายเหตุ: หน่วย PM_{10} และ $PM_{2.5}$ (ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร), อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)

ปริมาณจราจร (คัน/วัน), ความดันบรรยากาศ (มิลลิเมตรปรอท)

พื้นที่โครงสร้างสถานีที่ครอบคลุมพื้นผิวถนน (ตารางเมตร),

ระยะห่างระหว่างโครงสร้างสถานีกับอาคารใกล้เคียง (เมตร)

พิจารณาสมการความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของฝุ่นละออง และปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเข้มข้นฝุ่นบริเวณสถานีรถไฟฟ้าในตาราง พบว่า ค่า R^2 ซึ่งเป็นค่าที่แสดงอิทธิพลของตัวแปรต้นที่มีต่อตัวแปรตามในสมการทั้ง 6 สมการ มีค่อนข้างค่าสูง (R^2 มีค่าระหว่าง 0.7262 ถึง 0.9140) จึงมีความเป็นไปได้ที่จะนำสมการมาคาดคะเนความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กบริเวณสถานีรถไฟฟ้า เพื่อเป็นแนวทางจัดการคุณภาพอากาศ ในการหามาตรการลด และควบคุมปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กบริเวณสถานีรถไฟฟ้า (โดยเฉพาะอย่างยิ่งฝุ่นละอองที่มีแหล่งกำเนิดจากการจราจร) ต่อไปในอนาคต



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย