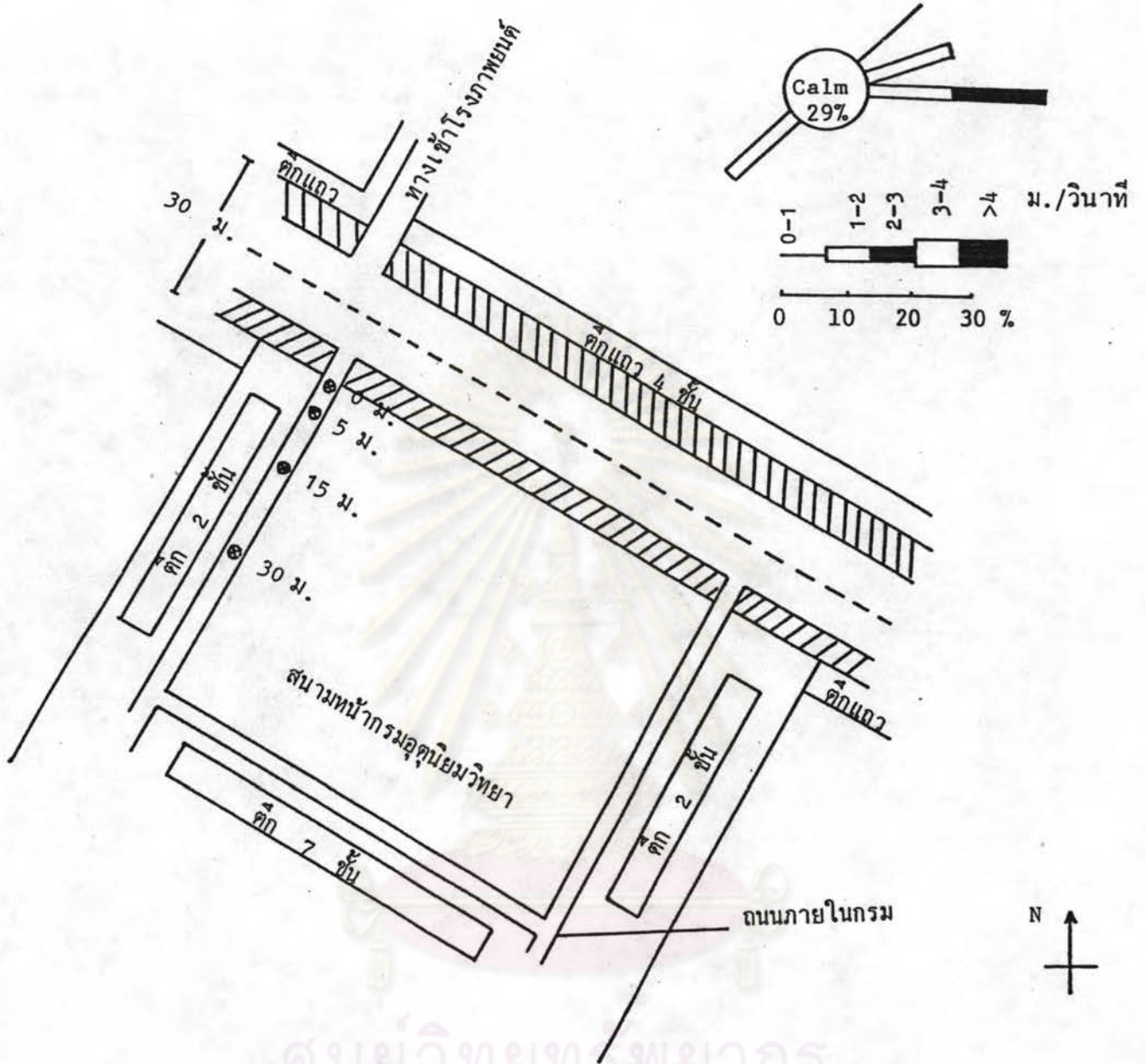


## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

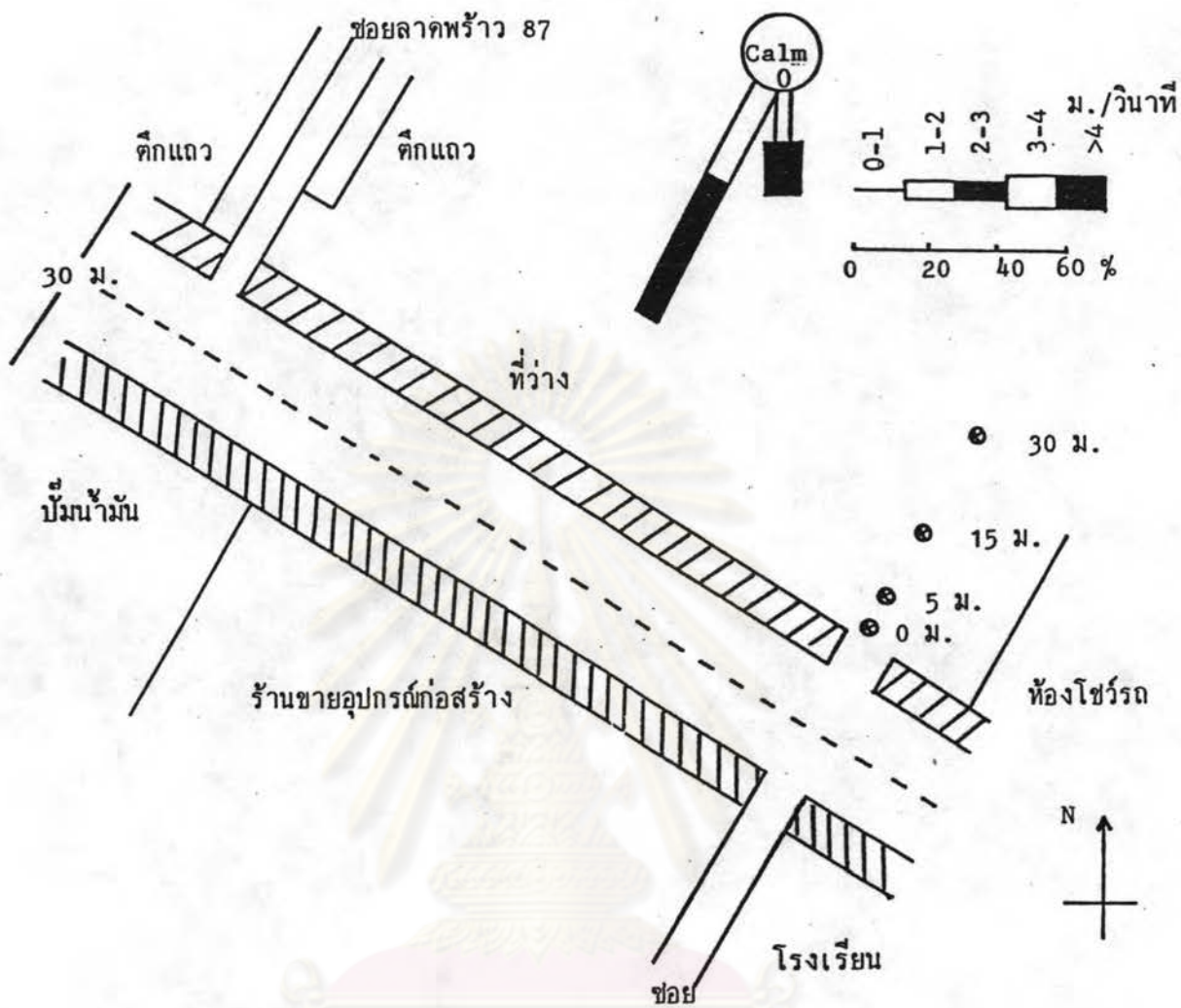
#### 4.1 สภาพภูมิประเทศและสภาพอุณหภูมิมหาวิทยาลัย

- 4.1.1 หน้ากรมอุณหภูมิมหาวิทยาลัย อ.สุขุมวิท ลักษณะโดยรอบจุกเก็บตัวอย่างล้อมรอบด้วยตึกสูง ด้านหน้าติดถนนสุขุมวิท ผังตรงข้ามเป็นตึกแถวสูง 4 ชั้น ส่วนด้านหลังจุกเก็บตัวอย่างเป็นตึกของกรมฯ สูง 7 ชั้น ดังแสดงในรูปที่ 4-1 ก. ถนนภายในกรมด้านที่ตั้งจุกเก็บตัวอย่างนี้ ปิดไม่ให้รถวิ่งเข้าออก ดังนั้นจะมีรถวิ่งเข้าออกทางประตูด้านขวาเพียงประตูเดียว การกำหนดจุกเก็บตัวอย่างกำหนดให้จุกเก็บตัวอย่างอยู่ในทิศใต้ลม จากผังลมซึ่งแสดงไว้ ลมส่วนใหญ่พัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ เข้าหาจุกเก็บตัวอย่าง ความเร็วลม 1-2 เมตร/วินาที (ข้อมูลลมได้จากสถานีตรวจอากาศของกรมอุตุฯ) แต่ลมในระดับล่างที่จุกเก็บตัวอย่างพบว่าการพัดวนไปวนมาระหว่างตึกสังเกตุเห็นว่าลมพัดเข้าหาจุกเก็บตัวอย่างและพัดจากจุกเก็บตัวอย่างออกไปสู่ถนน สลับไปมาตลอดเวลาทั้งวัน ลักษณะอากาศท้องฟ้าโปร่ง ปริมาณรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซินนับในช่วงเวลา 6:00 น.-18:00 น. เป็นเวลา 7 วัน เฉลี่ย 1514 คัน/ชั่วโมง (ตารางที่ 4-1 ก.) และความเร็วเฉลี่ยของรถยนต์ส่วนใหญ่ประมาณ 44 กม./ชม. (ตารางที่ 4-2 ก.)
- 4.1.2 ปากซอยลาดพร้าว 87 ถนนลาดพร้าว ลักษณะโดยรอบเป็นที่ว่างไม่มีตึกสูงเป็นแนวปะทะลมเหมือนจุกเก็บตัวอย่างแรก รูปที่ 4-1 ข. ลมที่พัดผ่านจุกเก็บตัวอย่างพัดมาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้-ใต้ เข้าหาจุกเก็บตัวอย่าง ความเร็วลมโดยเฉลี่ย 3 เมตร/วินาที (ที่ความสูง 1.5 เมตร) ลักษณะอากาศท้องฟ้าโปร่ง ปริมาณรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน นับในช่วงเวลา 6:00 น.- 18:00 น. เป็นเวลา 7 วัน เฉลี่ย 1436 คัน/ชั่วโมง และนับจากช่วงเวลา 6:00 น.-22:00 น. เป็นเวลา 7 วัน เฉลี่ย 1475 คัน/ชั่วโมง (ตารางที่ 4-1 ข.) และความเร็วเฉลี่ยของรถยนต์ส่วนใหญ่ที่จุกนี้ประมาณ 52 กม./ชม. (ตารางที่ 4-2 ข.)



⊗ จุดเก็บตัวอย่าง

รูปที่ 4-1 ก. แสดงแผนผังจุดเก็บตัวอย่าง อ. สุขุมวิท และฝั่งลม ระหว่างวันที่ 15 มกราคม ถึงวันที่ 21 มกราคม 2530



⊗ จุดเก็บตัวอย่าง

รูปที่ 4-1 ข.

แสดงแผนผังจุดเก็บตัวอย่าง ถ.ลาดพร้าว และผังลมระหว่าง  
วันจันทร์ที่ 9 มีนาคม ถึงวันอาทิตย์ที่ 15 มีนาคม 2530.

ตารางที่ 4-1 ปริมาณรถยนต์ที่ผ่านบริเวณจุดเก็บตัวอย่าง

ก. หน้ากรมอุตุนิยมวิทยา ถนนสุขุมวิท

วัน	จำนวนรถจากเวลา 6:00-18:00 น.(คัน/12 ชม.)				รถยนต์นั่งส่วนบุคคล คัน/ชม.
	แท็กซี่และ สามล้อเครื่อง	>4ล้อ	รถยนต์นั่ง ส่วนบุคคล	มอเตอร์ไซด์	
1	8,058	8,809	19,618	13,224	1,635
2	8,387	8,401	19,042	9,867	1,587
3	6,261	6,238	14,323	5,064	1,194
4	8,811	8,165	17,723	14,090	1,477
5	8,280	8,314	17,196	11,404	1,433
6	7,428	8,050	18,440	13,050	1,537
7	8,640	8,176	20,785	14,669	1,732
ปริมาณเฉลี่ยรถยนต์ซึ่งใช้น้ำมันเบนซิน					1,514

ศูนย์วิทยุทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

ข. ปากซอยลาดพร้าว 87 ถนนลาดพร้าว

วัน	จำนวนรถจากเวลา 6:00-22:00 น.(คัน/16 ชม.)				รถยนต์นั่งส่วนบุคคล คัน/ชม.
	แท็กซี่และ สามล้อเครื่อง	>4ล้อ	รถยนต์นั่ง ส่วนบุคคล	มอเตอร์ไซด์	
1	7,909	13,830	22,250(16,642)	11,022	1,391(1,387)
2	7,999	17,041	22,413(17,415)	10,389	1,401(1,451)
3	7,651	16,425	24,336(16,928)	11,006	1,521(1,411)
4	8,601	14,074	23,785(16,457)	8,221	1,486(1,371)
5	9,411	14,871	25,376(18,305)	10,480	1,586(1,525)
6	8,085	15,508	22,129(16,907)	9,233	1,383(1,409)
7	7,484	12,543	24,949(17,954)	8,239	1,559(1,496)
ปริมาณเฉลี่ยรถยนต์นั่งใช้น้ำมันเบนซิน					1,475(1,436)

หมายเหตุ : ในวงเล็บเป็นจำนวนรถระหว่าง 6:00-18:00 (12 ชั่วโมง)

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

ค.ทางหลวงเกาะภูเก็ต

สถานที่	เวลา	มอเตอร์ไซด์ (คัน)	รถเบนซิน (คัน)	รถดีเซล (คัน)	ปริมาณรถเบนซิน (คัน/ชั่วโมง)
บ่อมยาม หาดป่าตอง	10:00-10:10	60	21	25	126
	17:00-17:10	109	14	20	84
	18:15-18:25	86	20	20	120
เฉลี่ยปริมาณรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน					110
สถานีอนามัย ตำบลกะรน	8:00-8:15	28	2	18	8
	10:00-10:15	20	5	9	20
	12:00-12:15	26	4	14	16
	14:00-14:15	29	3	19	12
	16:00-16:15	21	2	15	8
	17:00-17:15	25	3	11	12
เฉลี่ยปริมาณรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน					13

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4-2 ความเร็วของรถยนต์ที่วิ่งผ่านจุดเก็บตัวอย่าง

ก. หน้ากรมอุตุนิยมวิทยา ถนนสุขุมวิท

วัน	จำนวนคันของรถยนต์ที่ความเร็วต่างๆ กม./ชม.								ความเร็วเฉลี่ย กม./ชม.
	20	22.5	25.7	30	36	45	60	90	
1	-	1	6	-	14	-	14	4	48
2	-	14	23	-	72	-	76	9	46
3	-	7	34	-	92	-	96	5	45
4	-	11	29	-	129	-	176	10	48
5	11	8	14	31	52	79	35	6	41
6	14	21	20	27	34	49	21	-	36
7	11	14	14	41	67	101	56	5	42
ความเร็วเฉลี่ย									44

หมายเหตุ : ระยะทางที่ใช้วัดความเร็ว 30 เมตร และ 50 เมตร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4-2 (ต่อ)

ข. ปากซอยลาดพร้าว 87 ถนนลาดพร้าว

วัน	จำนวนคันของรถยนต์ที่ความเร็วต่างๆ กม./ชม.												ความเร็วเฉลี่ย กม./ชม.
	24	25	27	30	32	36	40	45	51	60	72	90	
1	-	-	-	-	2	8	11	12	27	23	8	-	51
2	2	2	2	4	9	14	31	38	67	66	33	1	32
3	-	3	2	6	5	19	30	45	64	64	23	3	51
4	1	1	1	2	12	25	21	33	69	73	35	1	52
5	-	-	2	4	5	13	31	36	64	76	40	-	53
6	-	1	-	5	8	24	25	68	63	52	23	1	50
7	-	-	-	1	3	13	15	52	59	76	51	3	55
ความเร็วเฉลี่ย												52	

หมายเหตุ : ระยะทางที่ใช้วัดความเร็ว 100 เมตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตารางที่ 4-2 (ต่อ)

ค.ทางหลวงเกาะภูเก็ต

สถานที่	เวลา	เวลาที่ใช้วิ่งภายในระยะ 50 เมตร (วินาที)	ความเร็วเฉลี่ย (กม./ชั่วโมง)
บ่อมยาม ท่าคป่าตอง	10:00-10:10	3.94-6.84	33
	17:00-17:10	3.53-7.65	32
	18:15-18:25	2.88-6.83	37
ความเร็วเฉลี่ย			34
สถานีอนามัย ตำบลกะรน	08:00-08:15	3.63-6.00	37
	10:00-10:15	3.15-5.46	42
	12:00-12:15	3.25-5.78	40
	17:00-17:15	3.18-6.02	39
ความเร็วเฉลี่ย			40

ศูนย์วิทยุตำรวจ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- 4.1.3 ริมทางหลวงเกาะภูเก็ต สภาพโดยรอบเหมือนลักษณะริมทางหลวงในต่างจังหวัดโดยทั่วไป คือเป็นที่ว่างส่วนใหญ่และไม่มีสิ่งก่อสร้างสูงๆ
- ที่ป้อมยามท่าอากาศยาน ปรมาณรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซินเฉลี่ย 110 คัน/ชั่วโมง ความเร็วเฉลี่ยของรถยนต์ 34 กม./ชม. (ตารางที่ 4-1 ค. และ 4-2 ค.)
  - สถานีอนามัยตำบลกะรน ปรมาณรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซินเฉลี่ย 13 คัน/ชั่วโมง ความเร็วเฉลี่ยของรถยนต์ 40 กม./ชม. (ตารางที่ 4-1 ค. และ 4-2 ค.) ถนนเป็นดินลูกรังและบริเวณใกล้เคียงนี้มีการก่อสร้าง ดังนั้นเมื่อรถบรรทุกวิ่งเข้าออกจึงมีฝุ่นฟุ้งอยู่ตลอดเวลา

#### 4.2 ปริมาณความเข้มข้นของตะกั่วในอากาศ

- 4.2.1 หน้ากรมอุตุวิทยามหาวิทยาลัยสุโขทัย ถนนสุขุมวิท เก็บตัวอย่างระหว่างวันที่ 15 มกราคม ถึงวันที่ 21 มกราคม 2530 รวม 1 สัปดาห์ เวลาในการเก็บตัวอย่าง 6:00-18:00 น. รวม 12 ชั่วโมง ความเข้มข้นของตะกั่วในอากาศ เฉลี่ย 12 ชั่วโมง เป็น มก./ม.<sup>3</sup> แสดงในตารางที่ 4-3 ก. ความเข้มข้นของตะกั่วที่ระยะ 0 เมตรจากขอบทางเข้ามีค่า 1.11-2.43 มก./ม.<sup>3</sup> ค่าเฉลี่ย 1.56 มก./ม.<sup>3</sup> ที่ระยะ 5 เมตร มีค่า 0.35-1.79 มก./ม.<sup>3</sup> ซึ่งที่ระยะนี้บางวันจะมีค่าความเข้มข้นของตะกั่วสูงกว่าที่ระยะ 0 เมตร ดังเช่นในวันที่ 1 ของการเก็บตัวอย่าง ความเข้มข้นของตะกั่วที่ 0 เมตร วัดได้ 1.11 มก./ม.<sup>3</sup> แต่ที่ระยะ 5 เมตรวัดได้ 1.32 มก./ม.<sup>3</sup> ในทำนองเดียวกันกับวันที่ 4 และ 5 ของการเก็บตัวอย่าง คือที่ระยะ 0 เมตร ความเข้มข้นของตะกั่ววัดได้ 1.70 และ 1.76 มก./ม.<sup>3</sup> ตามลำดับ แต่ที่ระยะ 5 เมตร วัดได้ 1.74 และ 1.79 มก./ม.<sup>3</sup> แต่ในบางวัน เช่น ในวันที่ 2 และ 6 ของการเก็บตัวอย่าง ที่ระยะ 5 เมตร ค่าที่วัดได้ลดต่ำเหลือ 0.35 มก./ม.<sup>3</sup> และน้อยกว่า 0.35 มก./ม.<sup>3</sup> และมีค่าเท่ากับค่าที่วัดได้ที่ระยะ 15 เมตร และ 30 เมตร ซึ่งไกลออกไป ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสถานที่ตั้งจุดเก็บตัวอย่างอยู่ในบริเวณที่มีลมพัดแปรปรวน แต่ค่าเฉลี่ยรวมพบว่าความเข้มข้นของตะกั่วในอากาศมีค่าลดลง เมื่อระยะห่างจากถนนเพิ่มขึ้น คือมีค่า

ตารางที่ 4-3 ความเข้มข้นของตะกั่วในอากาศที่ระยะทาง 0, 5, 15 และ 30 เมตร  
จากขอบทางเท้าของถนน

ก.หน้ากรมอุตุนิยมวิทยา ถ.สุขุมวิท

วัน เดือน ปี	ความเข้มข้นของตะกั่วในอากาศเฉลี่ย 12 ชั่วโมง(มกก./ม. <sup>3</sup> ) ที่ระยะทางต่างๆ จากขอบทางเท้า			
	0 เมตร	5 เมตร	15 เมตร	30 เมตร
วันพฤหัสบดี 15 มกราคม 2530	1.11	1.32	1.18	0.42
วันศุกร์ที่ 16 มกราคม 2530	1.18	0.35	0.35	<0.35
วันเสาร์ที่ 17 มกราคม 2530	1.32	1.32	1.04	0.56
วันอาทิตย์ที่ 18 มกราคม 2530	1.70	1.74	0.90	0.35
วันจันทร์ที่ 19 มกราคม 2530	1.76	1.79	1.02	0.35
วันอังคารที่ 20 มกราคม 2530	1.39	0.35	<0.35	<0.35
วันพุธที่ 21 มกราคม 2530	2.43	1.39	0.56	0.69
เฉลี่ย	1.56	1.18	0.77	0.44

หมายเหตุ : ช่วงเวลาเก็บตัวอย่าง 6:00-18:00 น.

อัตราการไหลของอากาศ 2 ลิตร/นาที

ระยะสูงจากพื้นดิน 1.5 เมตร

ในการหาค่าเฉลี่ย ค่าที่น้อยกว่า 0.35 ให้มีค่าเป็น 0.35

ตารางที่ 4-3 (ต่อ)

ข. ปากซอยลาดพร้าว 87 ถนนลาดพร้าว

วัน เดือน ปี	น้ำหนักฝุ่นเฉลี่ย 12 ชม.(มกก./ม. <sup>3</sup> ) ที่ระยะทางต่างๆ จากขอบทางเท้า				ความเข้มข้นของตะกั่วเฉลี่ย 12 ชั่วโมง(มกก./ม. <sup>3</sup> .) ที่ระยะทางต่างๆ จากขอบทางเท้า			
	0 เมตร	5 เมตร	15 เมตร	30 เมตร	0 เมตร	5 เมตร	15 เมตร	30 เมตร
วันจันทร์ที่ 9 มี.ค. 30	388.89	368.06	180.56	375.00	1.67	1.04	0.56	0.42
วันอังคารที่ 10 มี.ค. 30	687.50	513.89	312.50	402.78	1.88	0.97	0.69	0.35
วันพุธที่ 11 มี.ค. 30	493.06	722.22	750.00	687.50	2.08	1.32	0.97	0.35
วันพฤหัสบดีที่ 12 มี.ค. 30	500.00	548.61	472.22	444.44	2.22	1.80	1.32	0.69
วันศุกร์ที่ 13 มี.ค. 30	666.67	625.00	618.06	541.67	2.78	1.94	1.25	0.83
วันเสาร์ที่ 14 มี.ค. 30	375.00	506.94	402.78	458.33	1.67	1.46	0.92	0.35
วันอาทิตย์ที่ 15 มี.ค. 30	756.94	652.78	645.83	375.00	2.43	1.39	0.69	0.56
เฉลี่ย	552.58	562.50	483.14	469.24	2.10	1.42	0.91	0.51

หมายเหตุ : ช่วงเวลาเก็บตัวอย่าง 6:00-18:00 น.

อัตราไหลของอากาศ 2 ลิตร/นาที

ระยะสูงจากพื้น 1.5 เมตร

ตารางที่ 4-3 (ต่อ)

ก. ริมทางหลวงเกาะภูเก็ต

วัน เดือน ปี	น้ำหนักฝุ่น เฉลี่ย 12 ชม.(มกก./ม <sup>3</sup> ) ที่ระยะทางต่างๆ จากขอบทางเท้า				ความเข้มข้นของตะกั่ว เฉลี่ย 12 ชม.(มกก./ม <sup>3</sup> ) ที่ระยะทางต่างๆ จากขอบทางเท้า			
	0เมตร	5เมตร	15เมตร	30เมตร	0เมตร	5เมตร	15เมตร	30เมตร
วันเสาร์ที่ 23 พค. 30 บ่อมยามทาคป่าตอง	83.3	138.9	83.3	159.7	<0.35	<0.35	<0.35	<0.35
วันอังคารที่ 26 พค. 30 สถานีอนามัยตำบลกระรน	590.3	604.2	520.8	145.8	<0.35	<0.35	<0.35	<0.35

หมายเหตุ : ช่วงเวลาเก็บตัวอย่าง 6:00-18:00 น.

อัตราไหลของอากาศ 2 ลิตร/นาที

ระยะสูงจากพื้น 1.5 เมตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.56, 1.18, 0.77 และ 0.44 มกก./ม.<sup>3</sup> ที่ระยะ 0, 5, 15 และ 30 เมตร ตามลำดับ

4.2.2 ปากซอยลาดพร้าว 87 ถนนลาดพร้าว เก็บตัวอย่างระหว่างวันจันทร์ที่ 9 มีนาคม ถึง วันอาทิตย์ที่ 15 มีนาคม 2530 รวม 1 สัปดาห์ เวลาในการเก็บตัวอย่าง 6:00-18:00 น. รวม 12 ชั่วโมง ผลการเก็บตัวอย่างแสดงในตารางที่ 4-3 ข. ความเข้มข้นของตะกั่วในอากาศ เฉลี่ย 12 ชั่วโมง ที่ระยะ 0 เมตร มีค่าระหว่าง 1.67-2.78 มกก./ม.<sup>3</sup> ที่ระยะ 5 เมตร มีค่าระหว่าง 0.97-1.94 มกก./ม.<sup>3</sup> ที่ระยะ 15 เมตร มีค่าระหว่าง 0.56-1.32 มกก./ม.<sup>3</sup> และที่ระยะ 30 เมตรมีค่าระหว่าง 0.35-0.83 มกก./ม.<sup>3</sup> ซึ่งความเข้มข้นของตะกั่วมีค่าลดลงเมื่อระยะห่างจากถนนเพิ่มขึ้น สำหรับเปอร์เซ็นต์ของปริมาณตะกั่วในตัวอย่างฝุ่นแต่ละตัวอย่างนั้นมีค่าอยู่ระหว่าง 0.1-0.4% (ตารางที่ 4-4)

4.2.3 ริมทางหลวงเกาะกฐเกิด ความเข้มข้นของอนุภาคตะกั่วในอากาศ เฉลี่ย 12 ชั่วโมง ในทุกตัวอย่าง ทั้งที่บ่อหมยมหาคป่าทอง และที่สถานีอนามัยตำบลกระรอน มีค่าน้อยกว่า 0.35 มกก./ม.<sup>3</sup> ตารางที่ 4-3 ค แต่ถ้าจะพิจารณาปริมาณฝุ่นแล้ว ที่สถานีอนามัยตำบลกระรอนมีปริมาณฝุ่นสูงกว่าที่บ่อหมยมหาคป่าทอง ทั้งที่มีปริมาณรถใช้น้ำมันเบนซินน้อยกว่า ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณใกล้เคียงสถานีอนามัยตำบลกระรอนกำลังมีการก่อสร้าง ฝุ่นส่วนใหญ่จะมาจกฝุ่นถนนดินลูกรังที่ฟุ้งขึ้นเมื่อรถบรรทุกวิ่งเข้าออก

จากสมการการฟุ้งกระจายของ Gaussian (กล่าวในบทที่ 2 ข้อ 2.2) เราสามารถคำนวณความเข้มข้นของตะกั่วในอากาศที่จุดเก็บตัวอย่างต่างๆได้ ดังนี้

$$\chi(x, z, H) = \frac{Q}{\sqrt{2\pi} \sigma_z \bar{u}} \left[ e^{-\frac{1}{2} \left( \frac{z-H}{\sigma_z} \right)^2} + e^{-\frac{1}{2} \left( \frac{z+H}{\sigma_z} \right)^2} \right] \quad \text{--- 1.}$$

ให้  $z = 1.5$  เมตร (จุดที่เก็บตัวอย่างระยะสูงจากพื้นดิน)

$H = 1.5$  เมตร (effective height)

$x = 15, 20, 30, 45$  เมตร จากจุดกึ่งกลางถนน ซึ่งเทียบเท่ากับ

0, 5, 15, 30 เมตร จากขอบทางเข้าของถนน (ถนนกว้าง 30 เมตร)

เนื่องจากเรากำหนดให้แหล่งกำเนิดเป็นเส้นตรงอยู่จุดกึ่งกลางถนน

ดังนั้นจะได้ว่า

$$\chi(x, 1.5, 1.5) = \frac{Q}{\sqrt{2\pi} \sigma_z \bar{u}} \left[ 1 + e^{-\frac{1}{2} \left( \frac{3}{\sigma_z} \right)^2} \right] \quad \text{--- 2.}$$

ตารางที่ 4-4 เเปอร์เซ็นต์ของตะกั่วในตัวอย่างฝุ่นจากอากาศซึ่งเก็บที่ระยะทางต่างๆ จากขอบทางเท้าของถนน

สถานที่ ปากซอยลาดพร้าว 87 ถนนลาดพร้าว

วัน เดือน ปี	เปอร์เซ็นต์ของตะกั่วในตัวอย่างฝุ่นที่ระยะทางต่างๆ จากขอบทางเท้า			
	0 เมตร	5 เมตร	15 เมตร	30 เมตร
วันจันทร์ที่ 9 มีค. 30	0.4	0.3	0.3	0.1
วันอังคารที่ 10 มีค. 30	0.3	0.2	0.2	0.1
วันพุธที่ 11 มีค. 30	0.4	0.2	0.1	0.1
วันพฤหัสบดีที่ 12 มีค. 30	0.4	0.3	0.3	0.2
วันศุกร์ที่ 13 มีค. 30	0.4	0.3	0.2	0.2
วันเสาร์ที่ 14 มีค. 30	0.4	0.3	0.2	0.1
วันอาทิตย์ที่ 15 มีค. 30	0.3	0.2	0.1	0.1
เฉลี่ย	0.4	0.2	0.2	0.1

หมายเหตุ : ตัวอย่างฝุ่นจากเครื่อง Handy Sampler

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สัมประสิทธิ์การกระจายในแนว z หาได้จาก  $\sigma_z = ax^b$  ซึ่งค่า a และ b เป็นค่าที่ได้จากตาราง (EPA., 1986) โดยมีค่าต่างกันไปขึ้นอยู่กับระยะห่างจากแหล่งกำเนิดในแนวตามลม (x) และ atmospheric stability class ต่างๆ ดังนี้

ตารางที่ 4-5 แสดงสัมประสิทธิ์ของการกระจายในแนวตั้ง (z) ที่ระยะต่างๆ ของ atmospheric stability class A-D

stability class	x (เมตร)	$\sigma_z = ax^b$	หมายเหตุ
A	15(0)	2.32	a = 122.8 b = 0.94470
	20(5)	3.05	
	30(15)	4.47	
	45(30)	6.56	
B	15(0)	1.81	a = 90.673 b = 0.93198
	20(5)	2.37	
	30(15)	3.45	
	45(30)	5.04	
C	15(0)	1.31	a = 61.141 b = 0.91465
	20(5)	1.71	
	30(15)	2.47	
	45(30)	3.58	
D	15(0)	0.89	a = 34.459 b = 0.86974
	20(5)	1.15	
	30(15)	1.63	
	45(30)	2.32	

หมายเหตุ : ระยะ 0, 5, 15 และ 30 เมตร เป็นระยะห่างจากขอบทางเข้าถึงจุดเก็บตัวอย่าง ระยะ 15, 20, 30 และ 45 เมตร เป็นระยะห่างจากจุดกึ่งกลางถนนถึงจุดเก็บตัวอย่าง โดยเรากำหนดให้แหล่งกำเนิดเป็นเส้นตรงอยู่จุดกึ่งกลางถนน



การหาค่า  $Q$  เป็น มกก./ม.-วินาที หาได้ดังนี้

ถนนสุขุมวิท ปริมาณรถยนต์ เฉลี่ยในช่วงเวลา 6:00-18:00 น.(ตารางที่ 4-1 ก.)

$$= 18168 \text{ คัน/12 ชั่วโมง}$$

$$Q = 17.742 \text{ มกก./ม.-วินาที (วิธีคำนวณแสดงไว้ในข้อ 4.3.2)}$$

$$\bar{u} = 2 \text{ ม./วินาที (จากการวัด)}$$

เมื่อแทนค่า  $Q$ ,  $\bar{u}$  และ  $\sigma_z$  ของ atmospheric stability class ต่างๆ (ตารางที่ 4-5) ลงในสมการที่ 2 เราจะได้ความเข้มข้นของตะกั่วในอากาศเฉลี่ย 12 ชม. เป็น มกก./ม.<sup>3</sup> ดังนี้

ตารางที่ 4-6 เปรียบเทียบความเข้มข้นของตะกั่วในอากาศที่วัดได้จริงที่หน้ากรมอุตุณิมวิทยา ถนนสุขุมวิท กับค่าที่คำนวณโดยใช้สมการเกาส์เสียน

ระยะทาง	ความเข้มข้นของตะกั่วในอากาศ (มกก./ม. <sup>3</sup> ) เฉลี่ย 12 ชั่วโมง				
	วัดได้จริง	จากการคำนวณ			
		class A	class B	class C	class D
15 (0)	1.56	2.19	2.45	2.90	3.99
20 (5)	1.18	1.88	2.16	2.51	3.18
30 (15)	0.77	1.42	1.73	2.12	2.57
45 (30)	0.44	1.02	1.29	1.68	2.19

ถนนลาดพร้าว ปริมาณรถยนต์เฉลี่ยในช่วงเวลา 6:00น.-18:00น.(ตารางที่ 4-1ข.)

$$= 17232 \text{ คัน/12 ชั่วโมง}$$

$$Q = 16.828 \text{ มกก./ม.-วินาที (วิธีคำนวณแสดงไว้ในข้อ 4.3.2)}$$

$$\bar{u} = 3 \text{ ม./วินาที}$$

เมื่อแทนค่า  $Q$ ,  $\bar{u}$  และ  $\sigma_z$  ของ Atmospheric stability class ต่างๆ (ตารางที่ 4-5) ลงในสมการที่ 2 เราจะได้ความเข้มข้นของตะกั่วในอากาศ เฉลี่ย 12 ชม. เป็น มกก./ม.<sup>3</sup> ดังนี้

ตารางที่ 4-7 เปรียบเทียบความเข้มข้นของตะกั่วในอากาศที่วัดได้จริงที่ปากซอยลาดพร้าว 87 ถนนลาดพร้าว กับค่าที่คำนวณโดยใช้สมการเกาส์เสียน

ระยะทาง	ความเข้มข้นของตะกั่วในอากาศ (มก./ม. <sup>3</sup> ) เฉลี่ย 12 ชั่วโมง				
	วัดได้จริง	จากการคำนวณ			
		class A	class B	class C	class D
15 (0)	2.10	1.38	1.55	1.83	2.52
20 (5)	1.42	1.19	1.37	1.59	2.01
30 (15)	0.91	0.90	1.09	1.34	1.62
45 (30)	0.51	0.65	0.82	1.06	1.38

ในการเก็บตัวอย่างนี้เก็บตั้งแต่ช่วงเวลา 6:00-18:00 น. ตลอดทั้งวัน เมื่อพิจารณาว่า atmospheric stability class มีการเปลี่ยนแปลงได้หลายแบบในช่วงตลอดวัน โดยส่วนรวมถือว่า เฉลี่ยลักษณะอากาศตลอดวันจัดอยู่ใน class D คือ neutral เมื่อเปรียบเทียบค่าที่วัดได้จริงกับค่าที่คำนวณได้ ที่ถนนสุขุมวิท ค่าที่วัดได้จริงมีค่า 1.56, 1.18, 0.77, 0.44 มก./ม.<sup>3</sup> โดยค่าที่คำนวณได้ใน class D มีค่า 3.99, 3.18, 2.57, 2.18 มก./ม.<sup>3</sup> ที่ระยะ 0, 5, 15 และ 30 เมตร ตามลำดับ ซึ่งค่าที่วัดได้จริงมีค่าต่ำกว่าค่าที่คำนวณได้ใน class D แต่ใกล้เคียงกับค่าที่คำนวณได้ใน class A ซึ่งเป็นลักษณะอากาศแบบไม่คงตัวมีการฟุ้งกระจายได้ดี ทั้งนี้อาจเนื่องจากกระแสลมที่แปรปรวนในบริเวณจุดเก็บตัวอย่างมีผลต่อการฟุ้งกระจายของตะกั่วในบริเวณนี้ ส่วนในถนนลาดพร้าวพบว่า ค่าที่วัดได้จริง มีค่า 2.10, 1.42, 0.91, 0.51 มก./ม.<sup>3</sup> เทียบกับที่คำนวณได้ของ class D ใกล้เคียงกัน คือ 2.52, 2.01, 1.62, 0.97 มก./ม.<sup>3</sup> ที่ระยะ 0, 5, 15 และ 30 เมตร ตามลำดับ

#### 4.3 ปริมาณของอนุภาคตะกั่วซึ่งตกสะสมที่ระยะทางต่างๆ

- 4.3.1 ปริมาณของอนุภาคตะกั่วที่ตกสะสม มีค่าลดลงเมื่อระยะทางจากถนนเพิ่มขึ้น ปริมาณของอนุภาคตะกั่วที่ตกสะสมในเวลา 48 ชั่วโมง ที่ระยะ 0, 5, 15

และ 30 เมตร ที่บริเวณหน้ากรมอุตุฯ มีค่า 22.17, 16.88, 12.42 และ 6.25 มกก. ตามลำดับ (ตารางที่ 4-8 ก.) และที่บริเวณปากซอย ลาดพร้าว 87 มีค่า 22.50, 14.58, 7.25 และ 2.50 มกก. (ตารางที่ 4-8 ข.) ส่วนที่จุดเก็บตัวอย่างจังหวัดภูเก็ต พบว่าปริมาณของ อนุภาคตะกั่วที่ตกสะสมในเวลา 48 ชั่วโมง ที่สถานีอนามัยตำบลกะรนมีค่า 6.25, 5.00, 1.75 และ <1.25 มกก. ที่ระยะ 0, 5, 15 และ 30 เมตรจากขอบถนนซึ่งมีค่าสูงกว่าที่บ่อหมายมหาดป่าตอง (ตารางที่ 4-8 ค.) ทั้งๆที่ปริมาณรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซินในจุดสถานีอนามัยตำบลกะรนมีปริมาณ รถยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซินน้อยกว่าที่จุดบ่อหมายมหาดป่าตองประมาณ 10 เท่า จึงคิดว่าปริมาณตะกั่วที่น่าจะเกิดจากฝุ่นที่ฟุ้งกระจายมาจากถนน เนื่องจากมี รถบรรทุกวิ่งเข้าออกมากเพราะกำลังมีการก่อสร้างในบริเวณนั้น และถนน เป็นดินลูกรัง สังกะสีได้จากปริมาณฝุ่นที่เก็บได้ในอากาศมีค่าสูงกว่าที่จุดบ่อ หมายมหาดป่าตอง (ตารางที่ 4-3 ก)

ปริมาณของตะกั่วที่ละลายน้ำได้ ไม่สามารถหาได้เนื่องจากมีค่าต่ำกว่า detection limit ของเครื่องมือที่ใช้ โดยความเข้มข้นของตะกั่วที่ละลายน้ำได้ ที่หน้ากรมอุตุฯ วัดได้ <30 ppb และที่ถนนลาดพร้าววัดได้ <100 ppb

ส่วนอัตราการตกสะสมของอนุภาคตะกั่วที่ระยะต่างๆ แสดงในตารางที่ 4-9 (ก-ค) ที่จุดเก็บตัวอย่างหน้ากรมอุตุฯ อัตราการตกสะสมเป็น 0.31, 0.24, 0.17, 0.07 มก./ม.<sup>2</sup>-วัน ที่ระยะ 0, 5, 15 และ 30 เมตร ตามลำดับ และที่ปากซอยลาดพร้าว 87 ถนนลาดพร้าว อัตราการตกสะสมเป็น 0.31, 0.20, 0.10 และ 0.04 มก./ม.<sup>2</sup>-วัน ที่ระยะ 0, 5, 15 และ 30 เมตร ตามลำดับ

4.3.2 เเปอร์เซ็นต์การตกสะสมของอนุภาคตะกั่ว จากอัตราการตกสะสมของอนุภาค ตะกั่วที่ได้เราสามารถคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การตกสะสมของอนุภาคตะกั่วได้ โดยใช้สมมติฐานดังต่อไปนี้

- แหล่งกำเนิดของอนุภาคตะกั่วอยู่ในแนวเส้นตรงกึ่งกลางถนน
- ปริมาณความเข้มข้นของตะกั่วที่ผสมในน้ำมัน 0.45 กรัม/ลิตร
- อัตราการใช้้ำมันเฉลี่ย 8 กม./ลิตร (สู่มตัวอย่างโดยการสอบถาม)
- 75% ของตะกั่วที่ผสมในน้ำมันถูกปล่อยออกจากเครื่องยนต์สู่อากาศ
- ปริมาณรถยนต์นั่งส่วนบุคคลทั้งหมดเป็นปริมาณรถยนต์ซึ่งใช้น้ำมันเบนซินที่มี ตะกั่วผสมอยู่

ตารางที่ 4-8 ปริมาณตะกั่วที่ตกสะสม ที่ระยะทาง 0, 5, 15 และ 30 เมตร  
จากขอบทางเท้าถนน

ก.หน้ากรมอุตุนิยมวิทยา อ.สุขุมวิท

ระยะทางจากขอบทางเท้า ( เมตร )	ปริมาณตะกั่วที่ตกสะสม					ตะกั่วที่ละลายน้ำได้
	ตะกั่วทั้งหมด(มกก.)				เฉลี่ย	
	ตย.1	ตย.2	ตย.3	เฉลี่ย		
0	18.75	25.25	22.50	22.17	ทุกตัวอย่าง	
5	12.50	-	21.25	16.88	<30 ppb	
15	11.00	13.75	12.50	12.42	(0.75 มกก.)	
30	8.25	3.75	6.75	6.25		

หมายเหตุ : เวลาเก็บตัวอย่าง 48 ชั่วโมง  
พื้นที่รับฝุ่น 0.036 ม.<sup>2</sup>

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4-8 (ต่อ)

ช. ปากซอยลาดพร้าว 87 ถ.ลาดพร้าว

ระยะทางจากขอบทางเท้า (เมตร)	ปริมาณตะกั่วที่ตกสะสม				
	ตะกั่วทั้งหมด(มก.)				ตะกั่วที่ละลายน้ำได้
	ตย.1	ตย.2	ตย.3	เฉลี่ย	
0	20.00	25.00	22.50	22.50	ทุกตัวอย่าง
5	12.50	16.25	15.00	14.58	<100 ppb
15	5.00	8.75	8.00	7.25	(2.5 มก.)
30	2.50	2.50	2.50	2.50	

หมายเหตุ : เวลาเก็บตัวอย่าง 48 ชั่วโมง  
พื้นที่รับฝุ่น 0.036 ม.<sup>2</sup>

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4-8 (ต่อ)

ก.ริมทางหลวงเกาะภูเก็ต

สถานี	ระยะทางจากถนน (เมตร)	ปริมาณตะกั่วที่ตกสะสม (มก.) ตะกั่วทั้งหมด
บ่อขยมหาดป่าตอง	0	1.50
	5	<1.25
	15	<1.25
	30	<1.25
สถานีอนามัยตำบลกะรน	0	6.25
	5	5.00
	15	1.75
	30	<1.25

หมายเหตุ : เวลาเก็บตัวอย่าง 48 ชั่วโมง  
พื้นที่รับฝุ่น 0.036 ม.<sup>2</sup>

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4-9 อัตราการตกสะสมของอนุภาคที่ระยะ 0, 5, 15 และ 30 เมตร  
จากขอบทางเท้าของถนน

ก. หน้ากรมอุตุนิยมวิทยา ถ.สุขุมวิท

ระยะทางจากจุดกึ่งกลางถนน (เมตร)	อัตราการตกสะสม (มก./ม. <sup>2</sup> -วัน)			
	ตย.-1	ตย.-2	ตย.-3	เฉลี่ย
15	0.26	0.35	0.31	0.31
20	0.17	-	0.30	0.24
30	0.15	0.19	0.17	0.17
45	0.11	0.05	0.04	0.07

หมายเหตุ : ถนนรวมทางเท้ากว้าง 30 เมตร

ข. ปากซอยลาดพร้าว 87 ถ.ลาดพร้าว

ระยะทางจากจุดกึ่งกลางถนน (เมตร)	อัตราการตกสะสม (มก./ม. <sup>2</sup> -วัน)			
	ตย.-1	ตย.-2	ตย.-3	เฉลี่ย
15	0.28	0.35	0.31	0.31
20	0.17	0.22	0.21	0.20
30	0.07	0.12	0.11	0.10
45	0.04	0.04	0.04	0.04

หมายเหตุ : ถนนรวมทางเท้ากว้าง 30 เมตร

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

ก. ริมทางหลวงเกาะภูเก็ต

สถานที่	ระยะทางจากจุดกึ่งกลางถนน (เมตร)	อัตราการตกสะสม (มก./ม <sup>2</sup> .-วัน)
บ่อขุดลอกท่าอากาศยาน	15	0.02
	20	<0.02
	30	<0.02
	45	<0.02
สถานีอนามัยตำบลกะรน	15	0.09
	20	0.07
	30	0.02
	45	<0.02

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ขั้นตอนการคำนวณแสดงได้ดังนี้

ก. หาปริมาณตะกั่วที่ตกสะสมในเวลา 1 วัน คือความยาวของถนน 1 เมตร (มก./ม.-วัน)

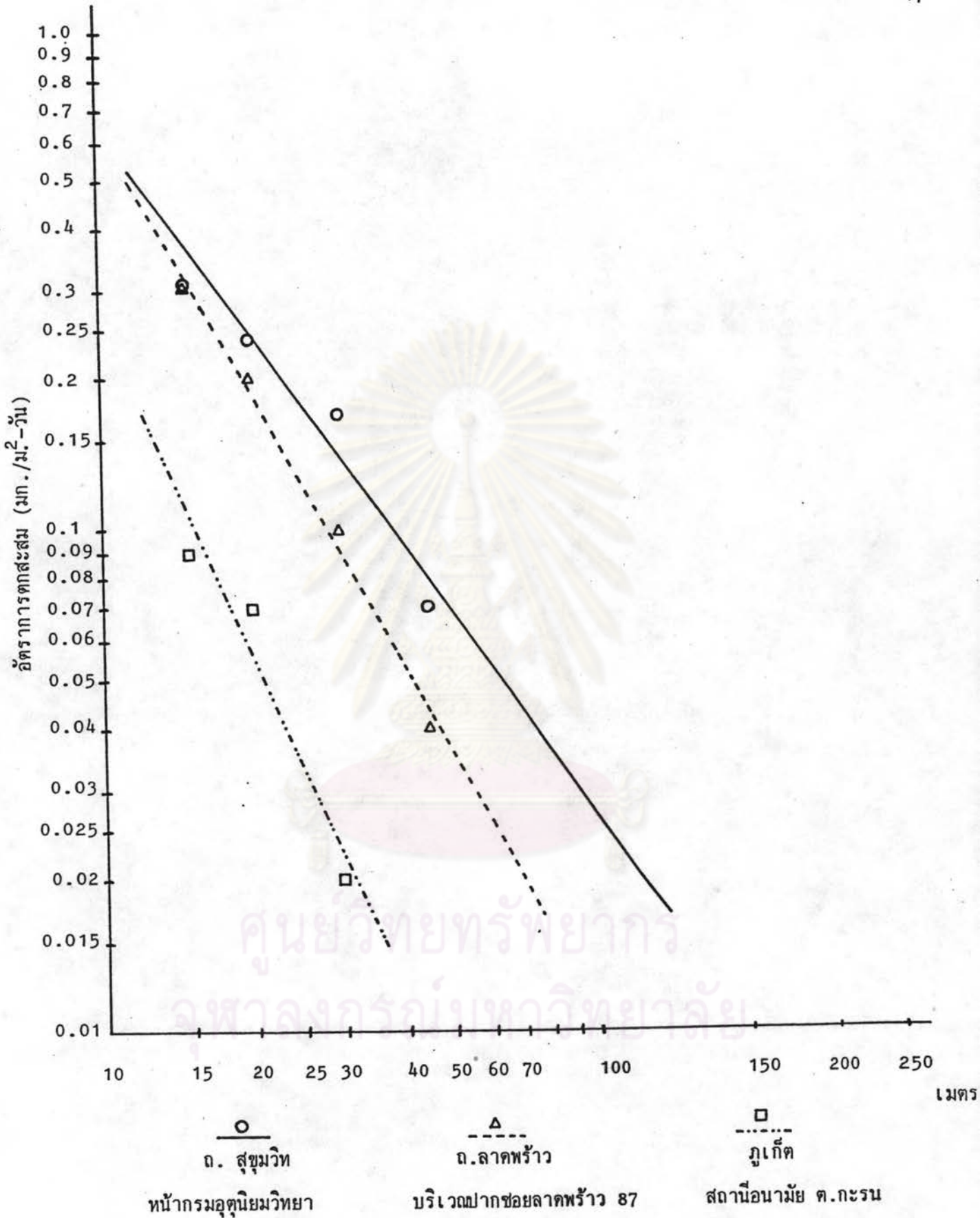
โดยนำอัตราการตกสะสมของอนุภาคตะกั่ว (ตารางที่ 4-9, ก-ค) ที่ระยะ 0, 5, 15 และ 30 เมตร จากขอบทางเท้าของถนน (15, 20, 30 และ 45 จากจุดกึ่งกลางถนน) plot ลงในกราฟ  $\log x \log$  โดยให้ระยะทางเป็นแกน x และอัตราการตกสะสมเป็นแกน y กราฟที่ได้แสดงในรูปที่ 4-2 จากกราฟจะให้สมการเส้นตรง

$$\log y = n \log x + \log a$$

เมื่อใช้ Regression equation จะได้ค่า slope (n) และ y-intercept ( $\log a$ ) เมื่อ  $\log x = 0$  ดังนี้

ตารางที่ 4-10 แสดงค่า slope และ y-intercept ของกราฟ ระหว่างอัตราการตกสะสมของอนุภาคตะกั่วกับระยะทาง

สถานที่	ระยะทาง (เมตร)		อัตราการตกสะสม (มก./ม. <sup>2</sup> -วัน)		Regression line
	x	log x	y	log y	
หน้ากรมอุตุฯ ถนนสุขุมวิท	15	1.18	0.31	-0.51	y - intercept = $\log 1.08 = 12.01$ slope = -1.31 r = 0.9698
	20	1.30	0.24	-0.62	
	30	1.48	0.17	-0.77	
	45	1.65	0.07	-1.55	
ปากซอยลาดพร้าว 87 ถนนลาดพร้าว	15	1.18	0.31	-0.51	y - intercept = $\log 1.70 = 50.26$ slope = -1.86 r = 0.9961
	20	1.30	0.20	-0.70	
	30	1.48	0.10	-1.00	
	45	1.65	0.04	-1.40	
สถานีอนามัยตำบลกะหรน	15	1.18	0.09	-1.04	y - intercept = $\log 1.64 = 43.65$ slope = -2.23 r = 0.9293
	20	1.30	0.07	-1.15	
	30	1.48	0.02	-1.70	
	45	1.65	<0.02	-	



รูปที่ 4-2 อัตราการตกสะสมของอนุภาคตะกั่วที่ระยะทางต่างๆจากจุดกึ่งกลางถนน

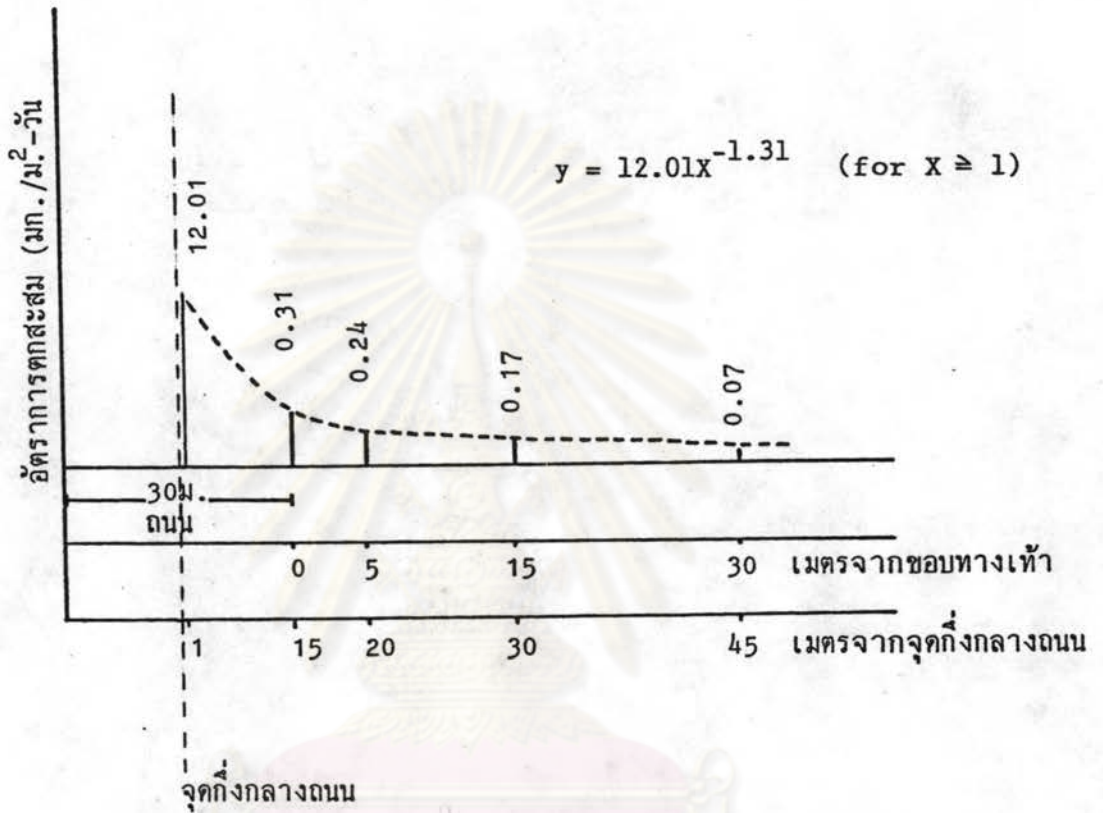
ที่ป้อมยามหากป่าตองอัตราการตกสะสมของอนุภาคตะกั่วมีค่าน้อยมากต่ำกว่า detection limit ของเครื่องมือที่ใช้ (ตารางที่ 4-9 ค.) จึงไม่สามารถทำ Regression line ได้

เมื่อได้ค่า  $y$  ที่  $x = 1$  ( $\log x = 0$ ) แล้ว นำค่า  $x$  และ  $y$  จากตารางที่ 4-10 นั้น plot กราฟ ซึ่งมีสมการ  $y = ax^n$  แสดงในรูปที่ 4-3 (ก-ค) เมื่ออินทิเกรตพื้นที่ใต้กราฟในแต่ละช่วง คือ 1-15 เมตร, 15-20 เมตร, 20-30 เมตร และ 30-45 เมตร จะได้ปริมาณตะกั่วเป็น มก./ม.-วัน ดังแสดงต่อไปนี้

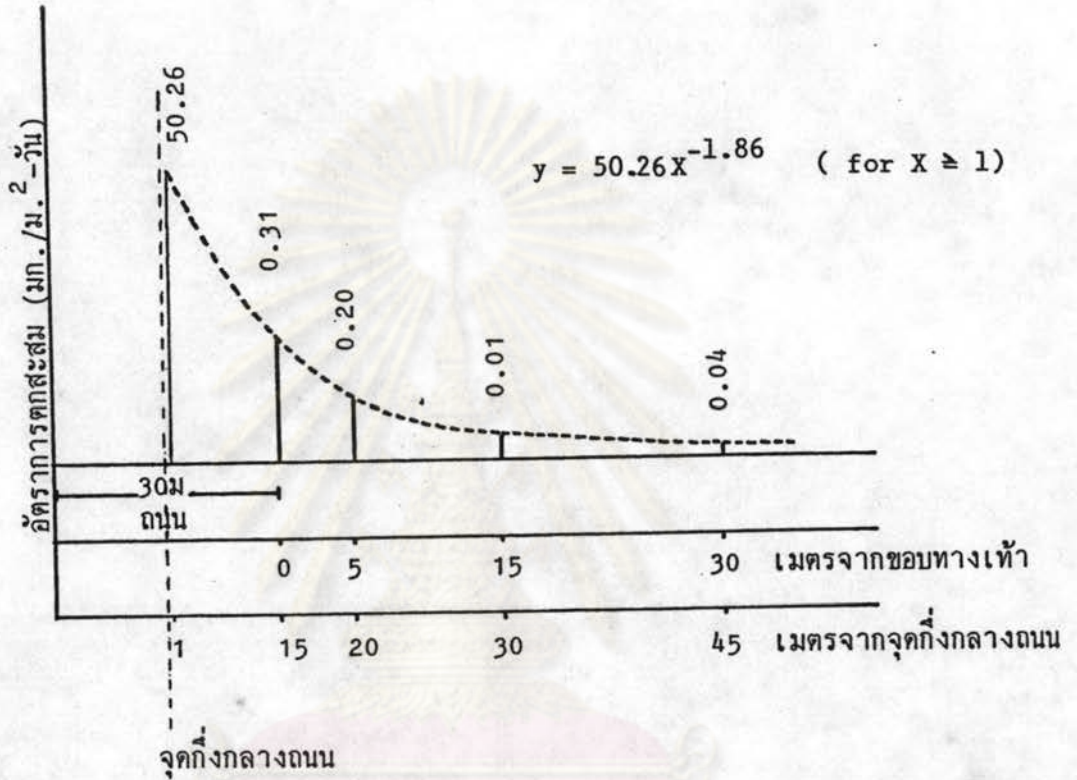
ตารางที่ 4-11 ปริมาณตะกั่วที่ตกสะสมในเวลา 1 วัน ต่อความยาวถนน 1 เมตร

สถานที่	ระยะทาง(เมตร)	ปริมาณของตะกั่วที่ตกสะสม(มก./ม.-วัน)
ถนนสุขุมวิท	1-15	22.01
	15-20	1.43
	20-30	1.81
	30-45	1.59
ถนนลาดพร้าว	1-15	52.75
	15-20	1.25
	20-30	1.31
	30-45	0.92
สถานีอนามัยต.กระบน จ.ภูเก็ต	1-15	34.22
	15-20	0.38
	20-30	0.35

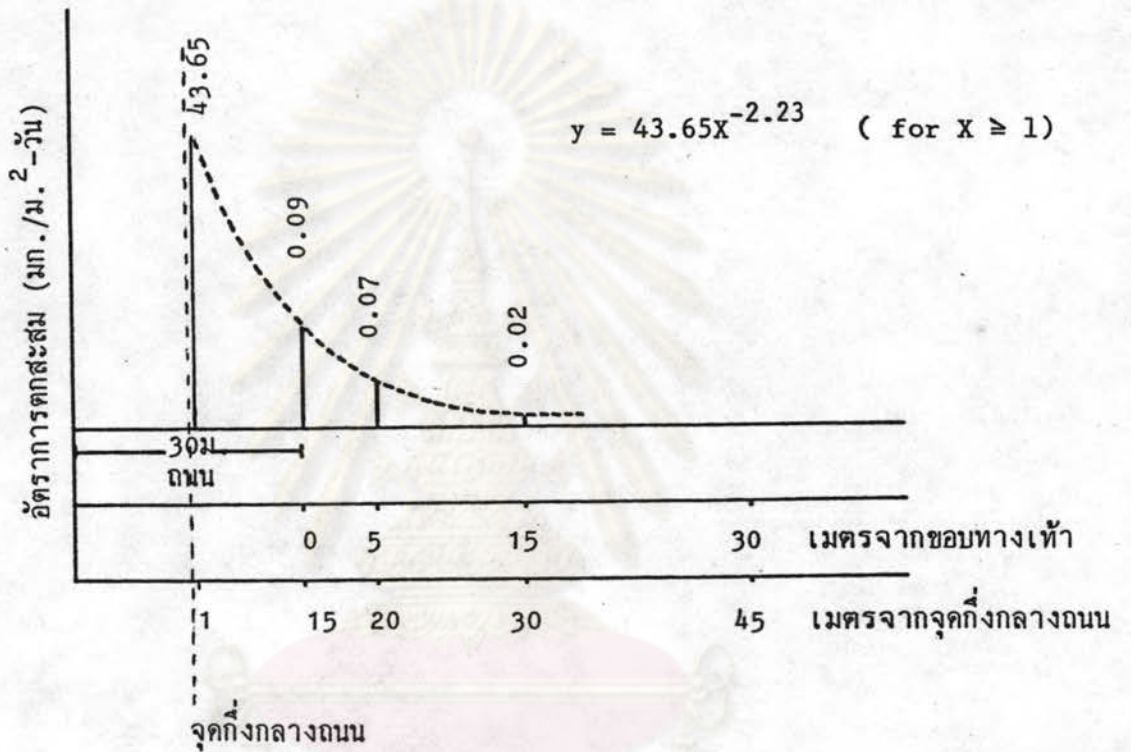
จากปริมาณของตะกั่วที่ตกสะสมเป็น มก./ม.-วัน เมื่อนำไปคิดเทียบกับปริมาณตะกั่วที่ปล่อยออกจากแหล่งกำเนิดเป็น มก./ม.-วัน แล้ว จะสามารถหาเปอร์เซ็นต์การตกสะสมของอนุภาคตะกั่วภายในระยะ 45 เมตรจากจุดกึ่งกลางถนน(หรือ 30 เมตรจากขอบทางเท้าของถนน) ได้



รูปที่ 4-3 ก. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับอัตราการตกสะสมของอนุภาคตะกั่ว ผ. สุขุมวิท หน้ากรมอุตุฯ มหาลัย



รูปที่ 4-3 ข. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับอัตราการตกสะสมของอนุภาคตะกั่ว ถนนลาดพร้าว บริเวณปากซอยลาดพร้าว 87



รูปที่ 4-3 ก. กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางกับอัตราการตกสะสมของอนุภาคตะกั่ว สถานีอนามัย ต.กระน ภูเก็ต

ข. การหาปริมาณตะกั่วที่ปล่อยออกสู่อากาศ เป็น มก./ม.-วัน

เพื่อที่จะหาเปอร์เซ็นต์การตกสะสมของอนุภาคตะกั่ว เราจำเป็นต้องรู้ปริมาณของตะกั่วที่ถูกปล่อยออกจากแหล่งกำเนิด ในกรณีของแหล่งกำเนิดที่เคลื่อนที่ได้นี้ เราจะคำนวณการปลดปล่อยมลสารออกมาในรูปของน้ำหนักของมลสารที่ถูกปล่อยออกมาเมื่อแหล่งกำเนิดนั้นเคลื่อนที่ไปได้ระยะทาง 1 เมตรใน 1 หน่วยเวลา ในที่นี้เราจะคำนวณปริมาณตะกั่วออกมาเป็น มก./ม.-วัน โดยคำนวณได้จาก ปริมาตรรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซินซึ่งจะปล่อยตะกั่วออกสู่อากาศซึ่งวิ่งผ่านบริเวณจุดเก็บตัวอย่าง (คัน/วัน)

สำหรับปริมาณรถยนต์ คัน/วัน หรือ 24 ชั่วโมง ซึ่งเราต้องการนั้นจากการศึกษานี้ไม่สามารถนับจำนวนรถยนต์ตลอด 24 ชั่วโมงได้ จึงใช้วิธีเปรียบเทียบกับข้อมูลซึ่งได้มีศึกษาไว้ก่อนแล้ว ข้อมูลเคมนี้เป็นการศึกษาแบบการจราจร (Traffic flow Survey) บนถนนสุขุมวิท ช่วงบางนา (บริษัท เอเชียนเอนจิเนียริงคอนซัลแทนต์ จำกัด, 2531) จากข้อมูลของรูปแบบการจราจรนี้ เราจะได้อัตราส่วนของรถยนต์นั่งส่วนบุคคลในช่วงเวลา 6:00-18:00 น. : 18:00-6:00 น. เป็น 7:3 ดังนั้นจากข้อมูลปริมาณรถยนต์นั่งส่วนบุคคลซึ่งได้นับในช่วงเวลาที่ทำการศึกษานี้ (ตารางที่ 4-1 ก) จึงได้ว่า

ถนนสุขุมวิท หน้ากรมอุตุนิยมหาวิทยาลัย

ปริมาณรถยนต์นั่งส่วนบุคคลระหว่างเวลา 6:00-18:00 น. เฉลี่ย 18,168 คัน  
ดังนั้นปริมาณรถยนต์นั่งส่วนบุคคลระหว่างเวลา 18:00-6:00 น. เฉลี่ยจึงเป็น 7,786 คัน  
(18,168 × 3/7) รวมปริมาณรถยนต์นั่งส่วนบุคคลเฉลี่ย 25,951 คัน/วัน ซึ่งกำหนดให้เป็นปริมาณรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซินที่วิ่งผ่านจุดเก็บตัวอย่างนี้

$$\text{ปริมาณตะกั่วที่ปล่อยสู่อากาศ} = \frac{\text{ปริมาณรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน} \times 0.45 \times 0.75}{\text{อัตราการใช้น้ำมัน (กม./ลิตร)}}$$

$$= \frac{25,951 \times 0.45 \times 0.75}{8}$$

$$= 1,094.8 \quad \text{มก./ม.-วัน}$$

ในทำนองเดียวกัน เราหาปริมาณรถยนต์นั่งส่วนบุคคลในถนนลาดพร้าว โดยใช้วิธีเปรียบเทียบกับข้อมูลรูปแบบของการจราจรเคมซึ่งมีอยู่ เช่นเดียวกับที่หาปริมาณรถยนต์นั่งส่วนบุคคลบนถนนสุขุมวิท จากข้อมูลเคม อัตราส่วนปริมาณรถยนต์นั่งส่วนบุคคลในช่วงเวลา 6:00-22:00 น. : 22:00-6:00 น. เป็น 10:1 ดังนั้นจากข้อมูลปริมาณรถยนต์นั่งส่วนบุคคล ซึ่งนับได้ในเวลาที่ทำการศึกษานี้ (ตารางที่ 4-1 ข) จึงได้ว่า

ถนนลาดพร้าว บริเวณปากซอยลาดพร้าว 87

ปริมาณรถยนต์นั่งส่วนบุคคลระหว่างเวลา 6:00-22:00 น. เฉลี่ย 23,600 คัน

ดังนั้นปริมาณรถยนต์นั่งส่วนบุคคลระหว่างเวลา 22:00-6:00 น. เฉลี่ยจึงเป็น 2,360 คัน  
(23,605 × 1/10) รวมปริมาณรถยนต์นั่งส่วนบุคคลเฉลี่ย 25,960 คัน/วัน ซึ่งกำหนดให้เป็น  
ปริมาณรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซินที่วิ่งผ่านจุดเก็บตัวอย่างนี้

$$\text{ปริมาณตะกั่วที่ปล่อยสู่อากาศ} = \frac{\text{ปริมาณรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน} \times 0.45 \times 0.75}{\text{อัตราการใช้น้ำมัน (กม./ลิตร)}}$$

$$= \frac{25,960 \times 0.45 \times 0.75}{8}$$

8

$$= 1,095.2 \quad \text{มก./ม.-วัน}$$

ปริมาณรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซิน ของจุดเก็บตัวอย่างสถานีอนามัยตำบลกะรน มีค่า  
ประมาณ 13 คัน/ชั่วโมง คิดเฉพาะช่วงเวลา 6:00-18:00 น. โดยเราประมาณว่า จาก  
เวลา 18:00-6:00 น. มีปริมาณรถยนต์น้อยมาก ดังนั้นปริมาณของตะกั่วที่ตกสะสมในช่วงกลางคืน  
จึงค่าน้อย ปริมาณรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซินในบริเวณจุดเก็บตัวอย่างนี้เฉลี่ยประมาณ 156 คัน/วัน

$$\text{ปริมาณตะกั่วที่ปล่อยออกสู่อากาศ} = \frac{\text{ปริมาณรถยนต์} \times 0.45 \times 0.75}{\text{อัตราการใช้น้ำมัน (กม./ลิตร)}}$$

$$= \frac{156 \times 0.45 \times 0.75}{8}$$

8

$$= 6.58 \quad \text{มก./ม.-วัน}$$

จากค่าปริมาณการตกสะสมของตะกั่ว (ตารางที่ 4-11) และปริมาณตะกั่วที่ถูกปล่อย  
ออกสู่อากาศซึ่งคำนวณได้นี้ เราจะหาเปอร์เซ็นต์การตกสะสมของอนุภาคตะกั่วได้ ดังนี้  
ตารางที่ 4-12 เปอร์เซ็นต์การตกสะสมของอนุภาคตะกั่ว

สถานที่	ระยะทาง (เมตร)	การตกสะสมของตะกั่ว (มก./ม.-วัน)	เปอร์เซ็นต์การตกสะสม
กรมอุตุนิยมวิทยา ถนนสุขุมวิท	0-15 (0)	22.01	2.01
	15-20 (5)	1.43	0.13
	20-30 (15)	1.81	0.16
	30-45 (30)	1.59	0.14
รวม			2.44



ตารางที่ 4-12 (ต่อ)

สถานที่	ระยะทาง (เมตร)	การตกสะสมของตะกั่ว (มก./ม.-วัน)	เปอร์เซ็นต์การตกสะสม
ปากซอยลาดพร้าว 87 ถนนลาดพร้าว	0-15(0)	52.75	4.82
	15-20(5)	1.25	0.11
	20-30(15)	1.31	0.12
	30-45(30)	0.92	0.08
รวม			5.13
สถานีอนามัยตำบลกระนวน ภูเก็ท	0-15(0)	34.22	หาไม่ได้
	15-20(5)	0.38	
	20-30(15)	0.35	
	30-45(30)		

เปอร์เซ็นต์การตกสะสมของอนุภาคตะกั่วที่ภูเก็ทคำนวณไม่ได้ทั้งสองแห่ง ที่ป้อมยาม  
หาดป่าตอง ปริมาณตะกั่วที่ตกสะสมมีค่าน้อยมากต่ำกว่า Detection limit ของเครื่องมือที่ใช้  
จึงไม่สามารถคำนวณอัตราการตกสะสมได้ ส่วนที่สถานีอนามัยตำบลกระนวน ปริมาณตะกั่วที่ตกสะสม  
มีค่ามากกว่าปริมาณตะกั่วที่ปล่อยออกจากรถยนต์ซึ่งใช้น้ำมันเบนซินที่วิ่งผ่านจุดนี้ จึงเป็นไปได้ว่า  
ปริมาณตะกั่วที่ตกสะสมที่จุดนี้ไม่ได้มาจากตะกั่วที่ปล่อยจากรถยนต์ซึ่งใช้น้ำมันเบนซินอย่างเดียว แต่  
มาจากฝุ่นดินในบริเวณนั้นด้วย โดยพิจารณาจากข้อมูล ดังนี้

เปรียบเทียบปริมาณรถยนต์ ที่หาดป่าตอง ปริมาณรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซินเฉลี่ย 1320  
คัน/วัน ปริมาณตะกั่วที่ปล่อยสู่อากาศ 55.69 มก./ม.-วัน อัตราการตกสะสมที่หาได้ มีค่า  
0.2 มก./ม.<sup>2</sup>-วัน ที่จุด 0 เมตรจากขอบถนน ส่วนที่จุดอื่นๆ คือ ที่ระยะ 5, 15 และ  
30 เมตร มีค่าน้อยกว่า 0.2 มก./ม.<sup>2</sup>-วัน ทั้งสิ้น ในทางกลับกันที่สถานีอนามัยตำบลกระนวน  
ปริมาณรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซินเฉลี่ย 156 คัน/วัน ปริมาณตะกั่วที่ปล่อยออกสู่อากาศมีเพียง  
6.58 มก./ม.-วัน แต่สามารถหาอัตราการตกสะสมได้ถึง 0.09 มก./ม.<sup>2</sup>-วัน ที่จุด 0 เมตร  
จากขอบถนน และ 0.07, 0.02, <0.02 มก./ม.<sup>2</sup>-วัน ที่ระยะ 5, 15 และ 30 เมตร  
ตามลำดับ จากการศึกษารายชื่อของรถวัยชัย (2527) พบว่า ปริมาณตะกั่วในดินลูกรังบริเวณแอ่งแม่เมาะ

มีค่า ระหว่าง 10.7-29.9 มก./ก. ซึ่งอาจมีค่าใกล้เคียงกับคินลูกรังในบริเวณอื่นด้วย และ Chow and Earl (1970) ได้ศึกษาไว้ว่า เปอร์เซนต์ของตะกั่วในดินบนเปลือกโลกโดยทั่วไป มีค่าประมาณ 10-15 ppm. ด้วยเหตุนี้ เนื่องจากบริเวณใกล้เคียงสถานีอนามัยตำบลกะรน กำลังมีการก่อสร้าง มีรถบรรทุกดินวิ่งเป็นจำนวนมากฝุ่นจากถนนคินลูกรังจึงฟุ้งขึ้นแล้วตกสะสมลงในตัวอย่างด้วย ทำให้ปริมาณตะกั่วที่ตกสะสมมีค่ามากกว่าปริมาณตะกั่วที่ปล่อยออกจากรถยนต์ซึ่งใช้น้ำมันเบนซิน ดังนั้น ปริมาณตะกั่วที่ตกสะสมที่จุดนี้ จึงไม่ได้มาจากตะกั่วที่ปล่อยจากรถยนต์ที่ใช้น้ำมันเบนซินอย่างเดียวนะ แต่มาจากฝุ่นคินลูกรังในบริเวณนั้นด้วย

#### 4.4 การกระจายขนาดอนุภาคฝุ่นและอนุภาคตะกั่วในอากาศ

การหาการกระจายขนาดของอนุภาคฝุ่นและอนุภาคตะกั่วในอากาศ โดยเครื่อง Andersen sampler

4.4.1 หน้ากรมอุตุวิทยามหาวิทยาลัยสุโขทัย นักศึกษา น้าหนักของอนุภาคฝุ่นแต่ละขนาดรวมทั้งปริมาณตะกั่วในอนุภาคฝุ่นแต่ละขนาด แสดงในตารางที่ 4-13 เมื่อนำเปอร์เซนต์สะสมของอนุภาคฝุ่นและอนุภาคตะกั่วแต่ละขนาด plot ลงในกราฟ probability ซึ่งแสดงไว้ในรูปที่ 4-4 จะได้ว่า ปริมาณอนุภาคฝุ่น 50% เป็นอนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 2 ไมครอน และ 70% เป็นอนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 5 ไมครอน ส่วนอนุภาคตะกั่วที่นั่น 69% เป็นอนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 0.43 ไมครอน และ 90% เป็นอนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 5 ไมครอน

เปอร์เซนต์ของตะกั่วในอนุภาคฝุ่นแต่ละขนาดมีค่าอยู่ระหว่าง 1.5-0.1 % และค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.4% (ตารางที่ 4-14)

4.4.2 ปากซอยลาดพร้าว 87 ถนนลาดพร้าว นักศึกษา น้าหนักของอนุภาคฝุ่นและปริมาณของอนุภาคตะกั่วในอนุภาคฝุ่นแต่ละขนาด แสดงไว้ในตารางที่ 4-15 เมื่อนำเปอร์เซนต์สะสมของอนุภาคฝุ่นและอนุภาคตะกั่วแต่ละขนาด plot ลงใน กราฟ probability (รูปที่ 4-5) ได้ว่า ปริมาณอนุภาคฝุ่น 50% เป็นอนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 2 ไมครอน และ 75% เป็นอนุภาคขนาดเล็กกว่า 5 ไมครอน ส่วนอนุภาคตะกั่ว 51% เป็นอนุภาคขนาดเล็กกว่า 0.43 ไมครอน และ 91% เป็นอนุภาคขนาดเล็กกว่า 5 ไมครอน

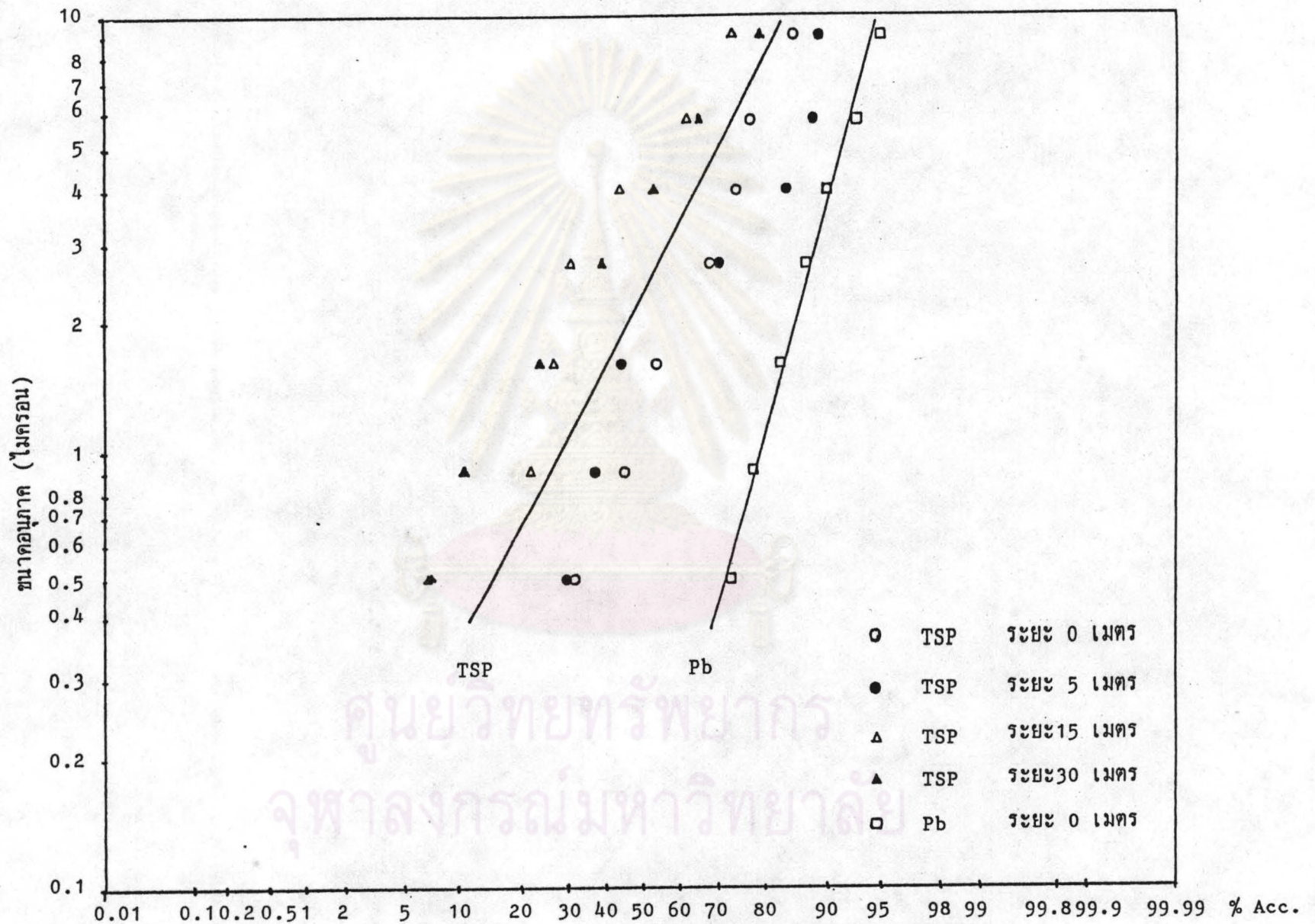
เปอร์เซนต์ของตะกั่วในอนุภาคฝุ่นแต่ละขนาดมีค่าอยู่ระหว่าง 23.5-0.2 % และค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.6% (ตารางที่ 4-16)

ตารางที่ 4-13 แสดงการกระจายขนาดของอนุภาคฝุ่นและอนุภาคตะกั่วขนาดต่างๆที่ระยะทาง  
0, 5, 15 และ 30 เมตร จากขอบทางเท้า

หน้ากรมอุตสาหกรรมวิทยา อ.สุขุมวิท

ขนาดอนุภาค (ไมครอน)	ฝุ่น												ตะกั่ว (0 เมตร)		
	0 เมตร			5 เมตร			15 เมตร			30 เมตร					
	นน. (มก.)	%	% Acc.	นน. (มก.)	%	% Acc.	นน. (มก.)	%	% Acc.	นน. (มก.)	%	% Acc.	นน. (มก.)	%	% Acc.
<0.43	0.29	20	20	0.26	19	19	0.09	4	4	0.05	3	3	4.47	69	69
0.5	0.17	12	32	0.16	11	30	0.07	3	7	0.07	4	7	0.25	4	73
0.9	0.19	13	45	0.10	7	37	0.31	15	22	0.06	4	11	0.33	5	78
1.6	0.13	9	54	0.10	7	44	0.10	5	27	0.20	13	24	0.34	5	83
2.7	0.20	14	68	0.36	26	70	0.08	4	31	0.23	15	39	0.26	4	87
4.0	0.09	6	74	0.20	14	84	0.27	13	44	0.22	14	53	0.20	3	90
5.8	0.04	3	77	0.06	4	88	0.37	18	62	0.18	12	65	0.17	3	93
9.0	0.12	8	85	0.01	1	89	0.23	11	73	0.22	14	79	0.13	2	95
>11	0.22	15	100	0.16	11	100	0.59	27	100	0.33	21	100	0.34	5	100
นน.รวม	1.45			1.41			2.09			1.56			6.49		

หมายเหตุ : เวลาเก็บตัวอย่าง 5 ชั่วโมง  
อัตราการไหลของอากาศ 20 ลิตร/นาที



รูปที่ 4-4 การกระจายขนาดของอนุภาคฝุ่น และอนุภาคตะกั่ว หน้ากรมอุตุนิยมวิทยา ถนนสุขุมวิท

ตารางที่ 4-14 เปอร์เซนต์ของตะกั่วในอนุภาคฝุ่นแต่ละขนาด ที่ระยะ 0 เมตร  
จากขอบทางเท้าของถนน

หน้ากรมอุตุนิยมวิทยา ถนนสุขุมวิท

ขนาดอนุภาค (ไมครอน)	น.น.ฝุ่น (มกก.)	น.น.ตะกั่ว (มกก.)	เปอร์เซนต์ตะกั่วในฝุ่น
<0.43	290	4.47	1.5
0.5	170	0.25	0.1
0.9	190	0.33	0.2
1.6	130	0.34	0.3
2.7	200	0.26	0.1
4.0	90	0.20	0.2
5.8	40	0.17	0.4
9.0	120	0.13	0.1
>11	220	0.34	0.2
รวม	1450	6.49	0.4

หมายเหตุ : ตัวอย่างจากเครื่อง Andersen sampler

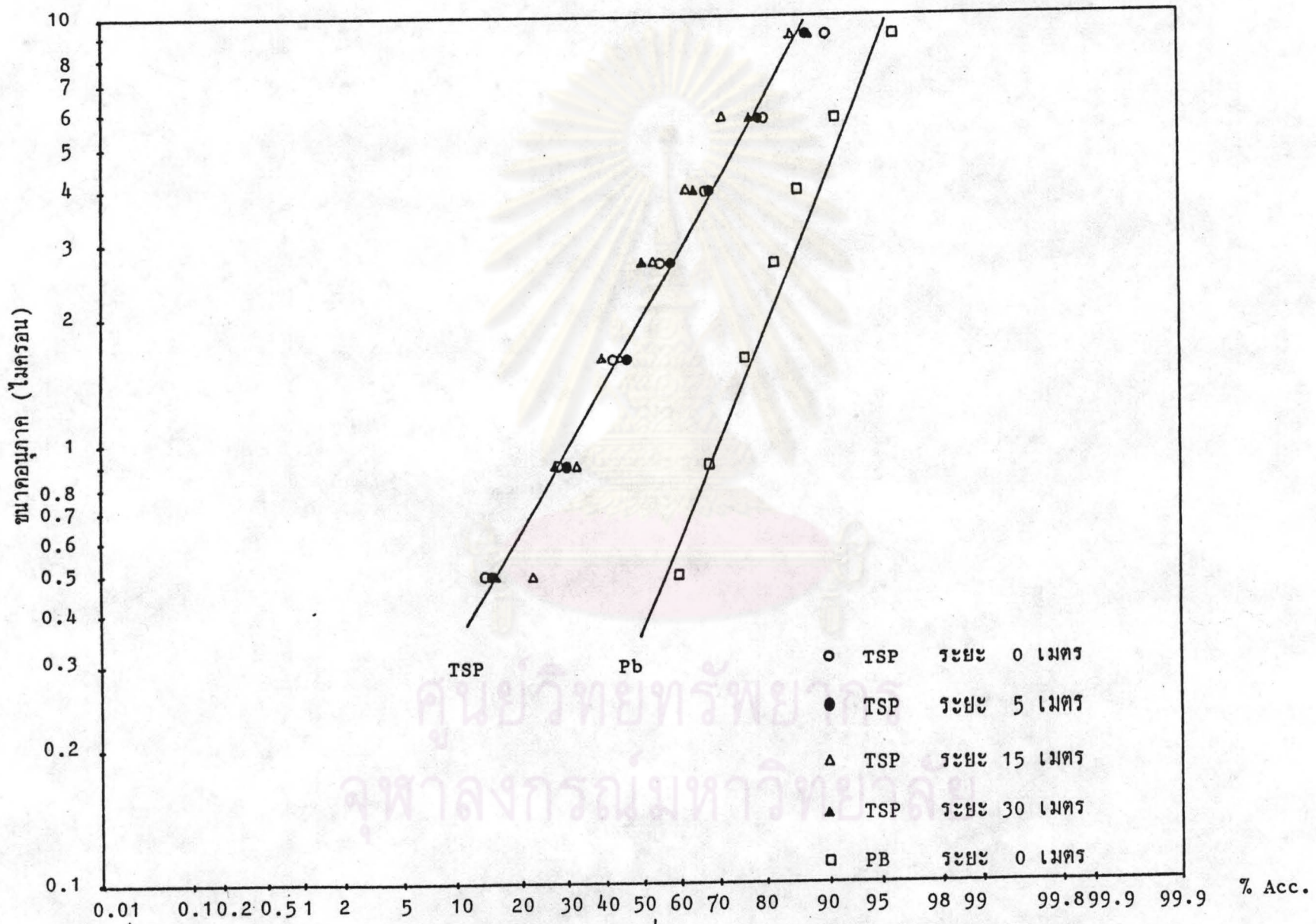
ตารางที่ 4-15 แสดงการกระจายขนาดของอนุภาคฝุ่นและอนุภาคตะกั่วขนาดต่างๆที่ระยะทาง  
0, 5, 15 และ 30 เมตร จากขอบทางเท้า

ข. ปากซอยลาดพร้าว 87 ถ.ลาดพร้าว

ขนาดอนุภาค (ไมครอน)	ฝุ่น												ตะกั่ว (0 เมตร)		
	0 เมตร			5 เมตร			15 เมตร			30 เมตร					
	นน. (มก.)	%	% Acc.	นน. (มก.)	%	% Acc.	นน. (มก.)	%	% Acc.	นน. (มก.)	%	% Acc.	นน. (มก.)	%	% Acc.
<0.43	0.17	1	1	0.06	1	1	0.25	2	2	0.20	2	2	40.00	51	51
0.5	1.68	13	14	1.33	14	15	2.20	21	23	1.41	14	16	7.00	9	60
0.9	1.87	14	28	1.46	15	30	1.10	10	33	1.13	12	28	6.00	8	68
1.6	1.86	14	42	1.53	16	46	1.13	11	44	1.13	11	39	6.00	8	76
2.7	1.76	13	55	1.20	12	58	0.91	9	53	1.10	11	50	5.00	6	82
4.0	1.56	12	67	0.92	10	68	0.94	9	62	1.36	14	64	3.00	4	86
5.8	1.74	13	80	1.03	11	79	0.99	9	71	1.26	13	77	4.00	5	91
9.0	1.44	10	90	0.77	8	87	1.46	14	85	1.02	10	87	4.00	5	96
>11	1.35	10	100	1.26	13	100	1.60	15	100	1.27	13	100	3.00	4	100
นน.รวม	13.43			9.56			10.49			9.88			78.00		

หมายเหตุ : เวลาเก็บตัวอย่าง 5 ชั่วโมง

อัตราการไหลของอากาศ 20 ลิตร/นาที



รูปที่ 4-5 การกระจายขนาดของอนุภาคฝุ่นและอนุภาคตะกั่ว บริเวณปากซอยลาดพร้าว 87 ถนนลาดพร้าว

ตารางที่ 4-16 เปอร์เซ็นต์ของตะกั่วในอนุภาคฝุ่นขนาดต่างๆ ที่ระยะ 0 เมตร  
จากขอบทางเท้าของถนน

ปากซอยลาดพร้าว 87 ถนนลาดพร้าว

ขนาดอนุภาค (ไมครอน)	น.น.ฝุ่น (มกก.)	น.น.ตะกั่ว (มกก.)	เปอร์เซ็นต์ตะกั่วในฝุ่น
<0.43	170	40.00	23.5
0.5	1680	7.00	0.4
0.9	1870	6.00	0.3
1.6	1860	6.00	0.3
2.7	1760	5.00	0.3
4.0	1560	3.00	0.2
5.8	1740	4.00	0.2
9.0	1440	4.00	0.3
>11	1350	3.00	0.2
รวม	13430	78.00	0.6

หมายเหตุ : ตัวอย่างจากเครื่อง Andersen sampler

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย