

บทที่ 4

ผลการวิจัย

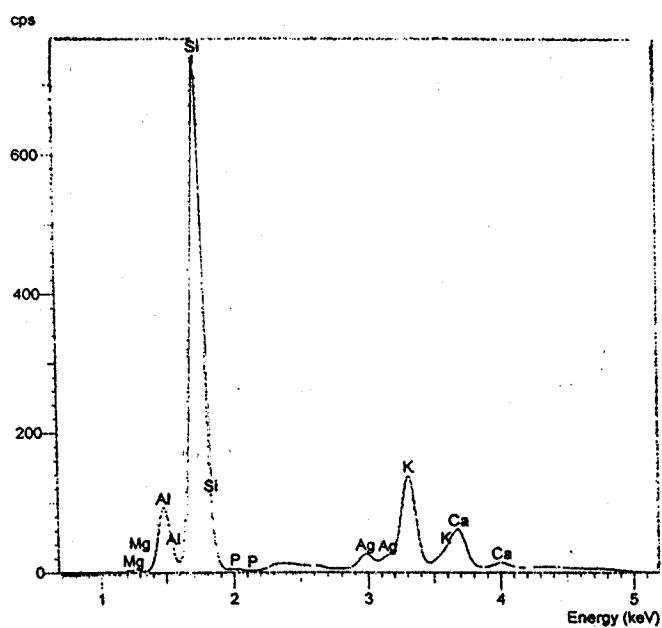
ในการศึกษาชนิดและปริมาณธาตุในฝุ่นละอองในอากาศโดยการปรับเทียบเครื่องมือด้วยสารมาตรฐานดิน 8 ชนิด โดยใช้สภาวะต่าง ๆ ในการวิเคราะห์ธาตุ แสดงดังตารางที่ 3 เพื่อนำไปสู่การวิเคราะห์ปริมาณธาตุในตัวอย่างฝุ่นละอองในอากาศซึ่งผลการศึกษาเป็นดังนี้
ผลการวิเคราะห์คุณภาพสารมาตรฐานดินแสดงดังภาพที่ 20-23

ผลการวิเคราะห์คุณภาพสารมาตรฐานดิน โดยใช้สภาวะในการวัดได้แก่

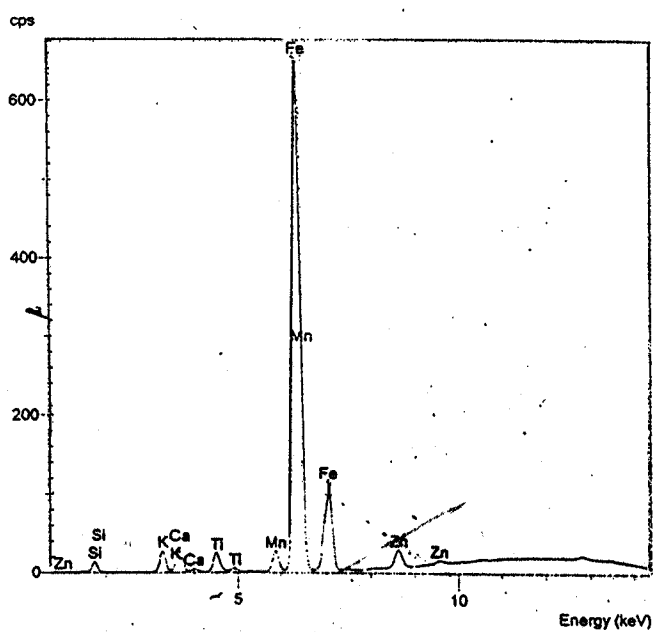
1. Very light element
2. Steel
3. Medium element
4. Heavy trace
5. Very heavy element

ผลที่แสดงดังภาพที่ 20-23 เป็นสารมาตรฐานดิน GBW07401 จะเห็นได้ว่าสภาวะ Very light element พิกที่ปรากฏเป็นพิกของธาตุที่มีเลขอะตอมต่ำ เช่น Si, S, K, Ca ทั้งนี้เนื่องจากสภาวะ Very light element เป็นสภาวะที่เหมาะสมสำหรับวัดธาตุที่มีเลขอะตอมต่ำ โดยความต่างศักย์ที่ให้แก่หลอดกำเนิดรังสีเอกซ์ คือ 5 kV ในขณะที่ สภาวะ Heavy trace จะเป็นสภาวะที่เหมาะสมสำหรับวัดธาตุที่มีเลขอะตอมสูง ค่าความต่างศักย์ที่กำหนดให้แก่หลอดกำเนิดรังสีเอกซ์ คือ 45 kV ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจาก ธาตุแต่ละธาตุ จะปล่อยรังสีเอกซ์ที่มีพลังงานไม่เท่ากันดังนั้นพลังงานที่ใช้กระตุ้นจึงต้องกำหนดให้เหมาะสมกับธาตุที่ต้องการศึกษา

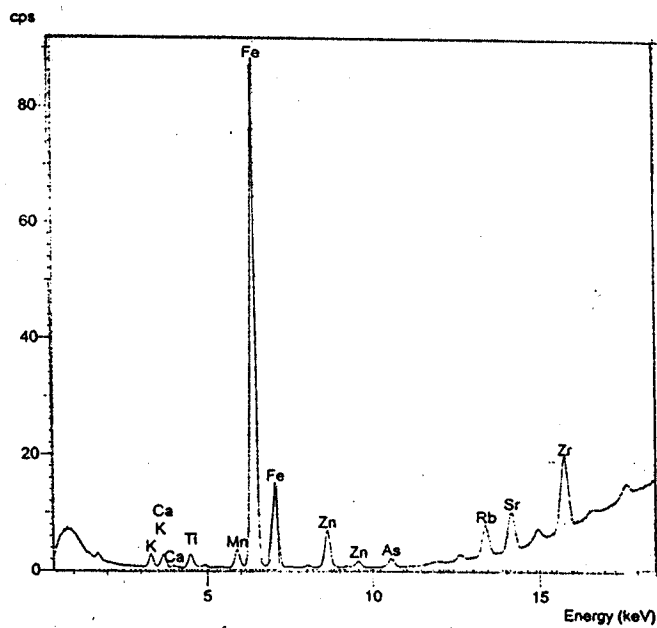
กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นจากการคำนวณกับความเข้มข้นที่ระบุจากสารมาตรฐานดิน แสดงดังภาพที่ 24-27



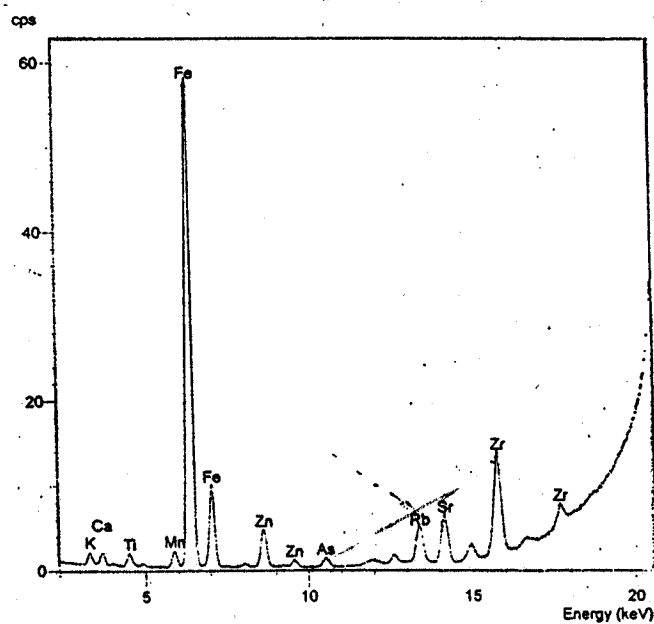
ภาพที่ 20 ผลการวิเคราะห์คุณภาพสารมาตรฐานดิน GBW07401 สภาวะ Very light element



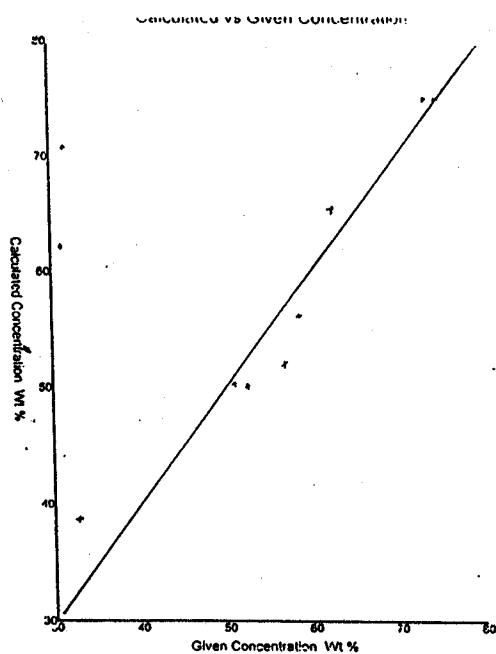
ภาพที่ 21 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพสารมาตรฐานดิน GBW07401 สภาวะ Steel



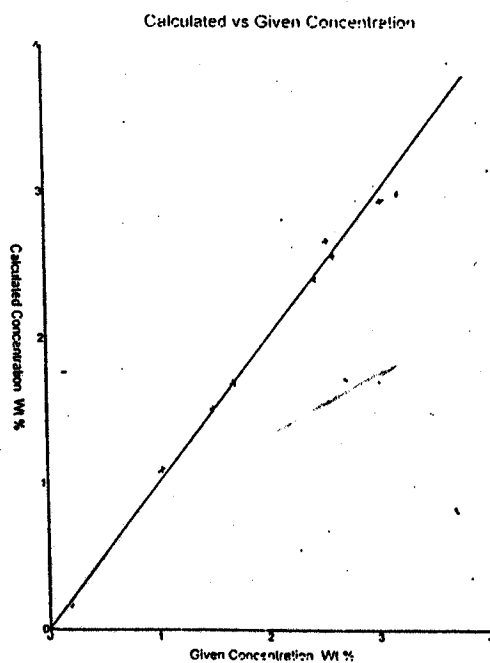
ภาพที่ 22 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพสารมาตรฐานดิน GBW07401 สภาวะ Medium



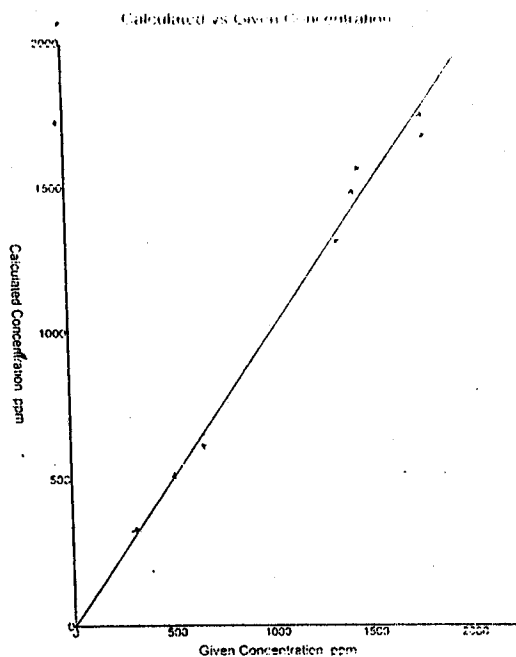
ภาพที่ 23 ผลการวิเคราะห์คุณภาพสารมาตรฐานดิน GBW07401 สภาวะ Heavy trace



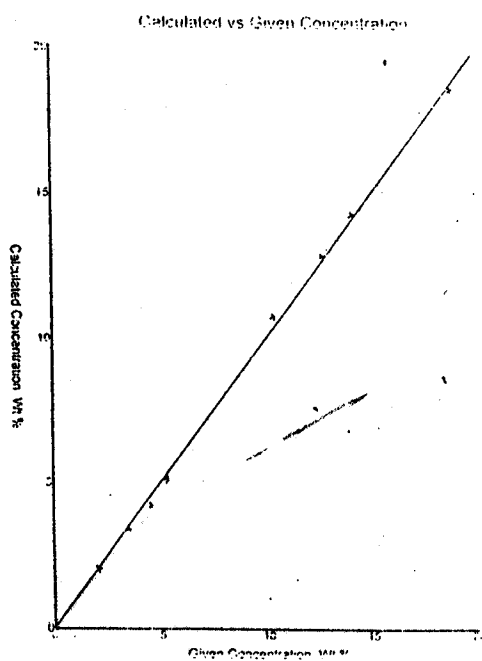
ภาพที่ 24 กราฟแสดงความเข้มข้นจากการคำนวณกับความเข้มข้นที่ระบุจากสารมาตรฐานดิน
ของธาตุ Si



ภาพที่ 25 กราฟแสดงความเข้มข้นจากการคำนวณกับความเข้มข้นที่ระบุจากสารมาตรฐานดิน
ของธาตุ K



ภาพที่ 26 กราฟแสดงความเข้มข้นจากการคำนวณกับความเข้มข้นที่ระบุจากสารมาตรฐานดิน
ของธาตุ Mn



ภาพที่ 27 กราฟแสดงความเข้มข้นจากการคำนวณกับความเข้มข้นที่ระบุจากสารมาตรฐานดิน
ของธาตุ Fe

ผลของการหาขีดจำกัดการตรวจหาของเครื่อง EDXRF ED 2000 แสดงดังตารางที่ 7

ขีดจำกัดในการตรวจหาของเครื่องเอกซเรย์ฟลูออเรสเซนซ์แบบกระจายพลังงาน ยี่ห้อ Oxford ED 2000 หาได้โดย

เมื่อ

$$L.L.D = 3 \sqrt{B/(QT)}$$

L.L.D

=

ความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถวัดได้

B

=

ความเข้มข้นของสัญญาณพื้นหลัง

Q

=

พื้นที่ใต้กราฟของธาตุที่ต้องการวัด

T

=

เวลาที่ใช้ในการตรวจวัด

ตารางที่ 7 แสดงค่า Lower Limit of Detection ในการเปรียบเทียบสารมาตรฐานดิน

Element	Std.Error	L.L.D (ppm)	Element	Std.Error	L.L.D(ppm)
Al	3.78	0.13	Mn	79.13	12.14
Si	3.91	0.17	Fe	0.41	0.01
P	301.69	1780.56	Ni	19.18	2.95
S	100.61	1826.56	Cu	15.55	2.75
Cl	22.49	5361.3	Zn	43.16	2.89
K	0.08	0.02	As	15.41	1.09
Ca	0.05	0.06	Br	1.67	0.99
Sc	6.99	0.47	Sb	1.29	1.41
V	28.29	11.43	Cs	6.71	2048.76
Ti	0.03	0.01	Ba	19.15	35.46
Cr	35.85	8.48	Pb	22.04	17.44

ผลการวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นละอองในอากาศ

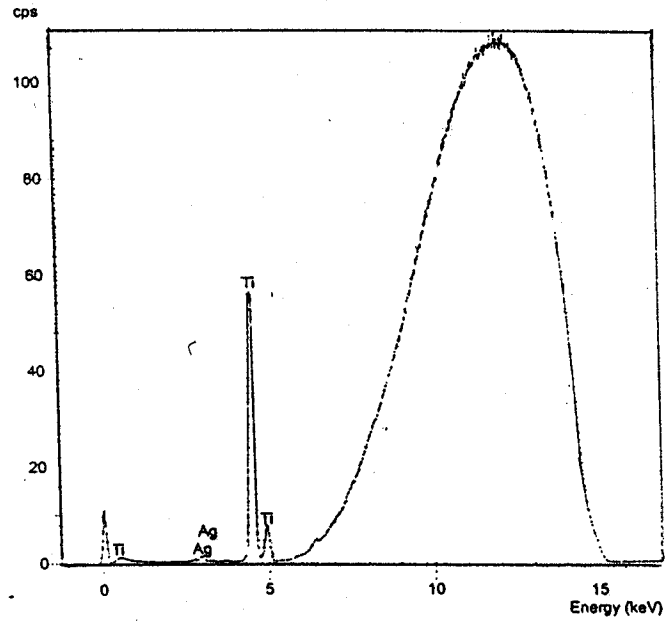
ผลการกำหนดสภาวะที่เหมาะสมให้กับธาตุที่ต้องการวิเคราะห์ ตัวอย่างฝุ่นละอองทำการเก็บโดยใช้เครื่องมือ Dichotomous Air Sampler ตัวอย่างฝุ่นที่ได้จะติดอยู่บนกระดาษกรองสามารถนำเข้าเครื่องวัดได้ สำหรับสภาวะที่ใช้ในการวิเคราะห์ที่เหมาะสมจะทำให้การวิเคราะห์มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้นโดยสภาวะที่ทำการทดลองคือ Very light liquid , Liquid A , Liquid B และ General liquid ซึ่งสภาพแวดล้อมใน chamber เป็นบรรยากาศของก๊าซฮีเลียม ผลของสภาวะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ปริมาณธาตุต่าง ๆ แสดงดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 แสดงสภาวะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ปริมาณธาตุในฝุ่นละออง

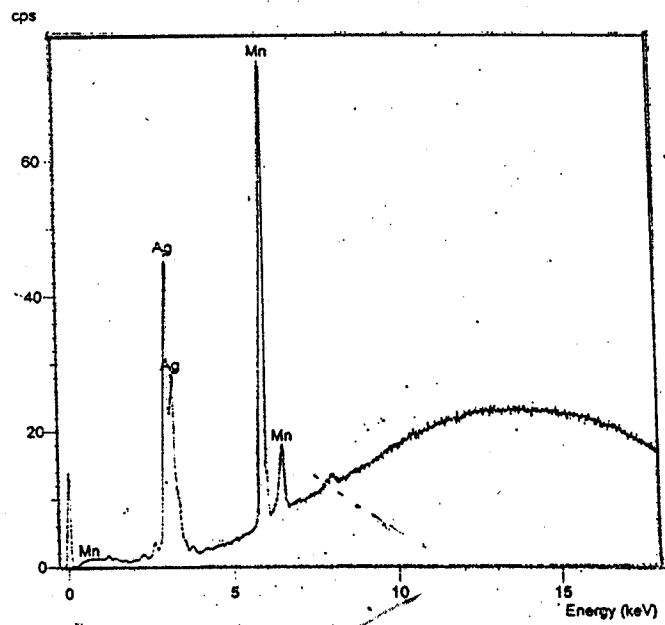
Condition	Very light Liquid	Liquid A	Liquid B	General liquid
Element	Mg, Al, Si, P, S, CL, K	Ca	Sc, Ti, V, Cr, Ni, Cu	Mn, Fe, Zn, As, Br Sb, Cs, Ba, Pb

ผลการวิเคราะห์คุณภาพสารมาตรฐานฝุ่นละออง

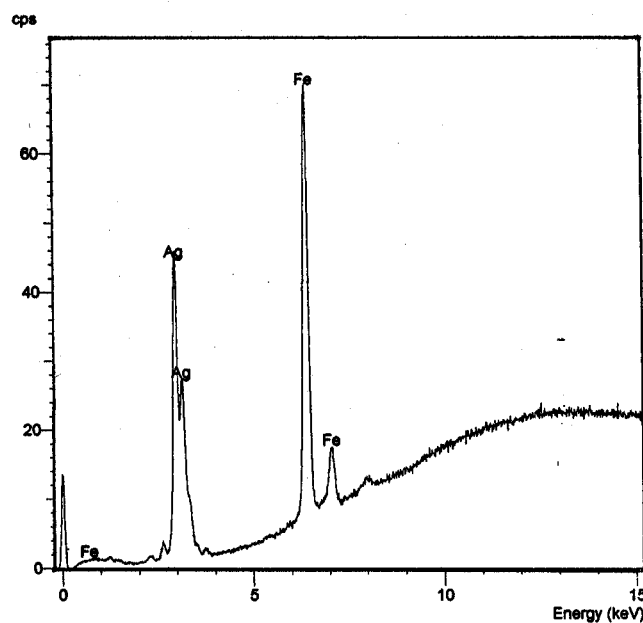
เนื่องจากสารมาตรฐานฝุ่นละอองบนแผ่นกรอง โดยส่วนใหญ่มีเพียงธาตุเดียวบนแผ่นกรองและมีลักษณะเป็น Thin film จะไม่มีการรบกวนกันระหว่างธาตุ ผลการวิเคราะห์คุณภาพของสารมาตรฐานบางธาตุ แสดงดังภาพที่ 28-35 จะเห็นได้ว่าในแต่ละภาพจะมีฟีกที่เด่นชัด 2 ฟีก เช่น ภาพที่ 28 เป็นการวิเคราะห์คุณภาพของสารมาตรฐานฝุ่นละออง ธาตุ Ti ซึ่งมีฟีกปรากฏ 2 ฟีกขนาดใหญ่และขนาดเล็ก ซึ่งทั้ง 2 ฟีกนี้เป็นฟีกของธาตุ Ti โดยที่ฟีกขนาดใหญ่ เป็นฟีก ของเส้น TiK_{α} ขณะที่ ฟีกขนาดเล็กเป็นฟีกของเส้น TiK_{β} ในภาพ อื่น ๆ ก็มีลักษณะเช่นเดียวกัน ฟีกที่เห็นเด่นชัดอีกธาตุหนึ่งก็คือ ฟีกของธาตุ Ag ก็เนื่องมาจากในเครื่อง EDXRF ED 2000 จะใช้ธาตุ Ag เป็นเป้าเคลือบอยู่ที่หัวเอโนค ดังนั้นเมื่ออิเล็กตรอนวิ่งไปชนเป้าก็จะทำให้เกิดรังสีเอกซ์เฉพาะตัวของธาตุที่ใช้ทำเป้าซึ่งก็คือ Ag นั่นเอง



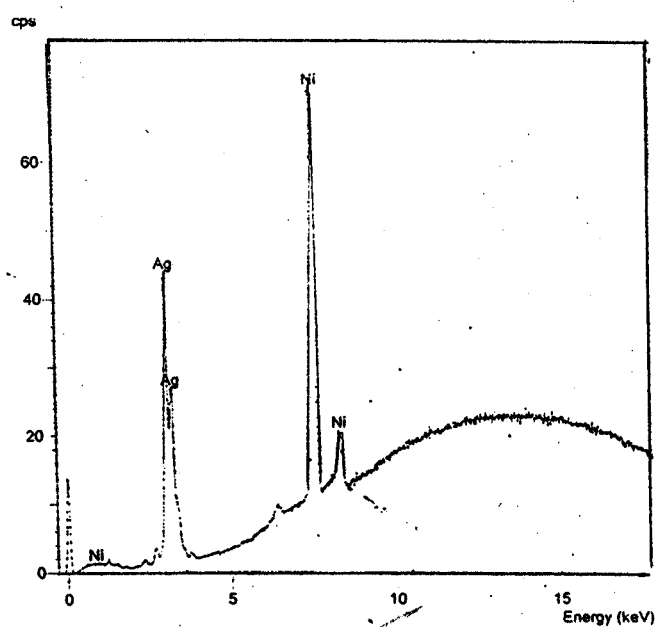
ภาพที่ 28 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพสารมาตรฐานฟูลเลออง Ti



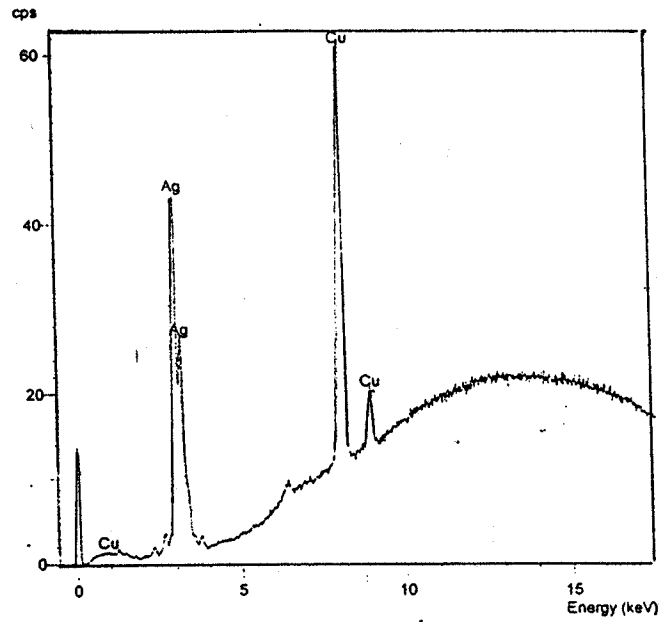
ภาพที่ 29 แสดงการวิเคราะห์คุณภาพสารมาตรฐานฟูลเลออง Mn



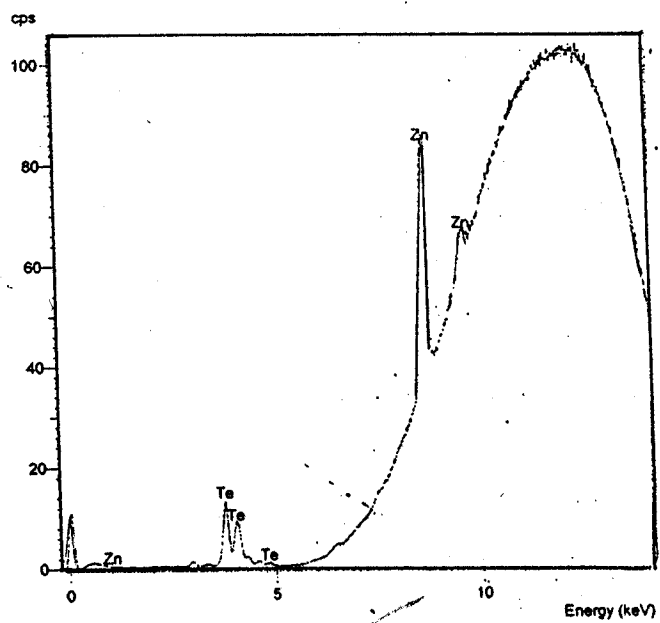
ภาพที่ 30 แสดงการวิเคราะห์คุณภาพสารมาตรฐานฝุ่นละออง Fe



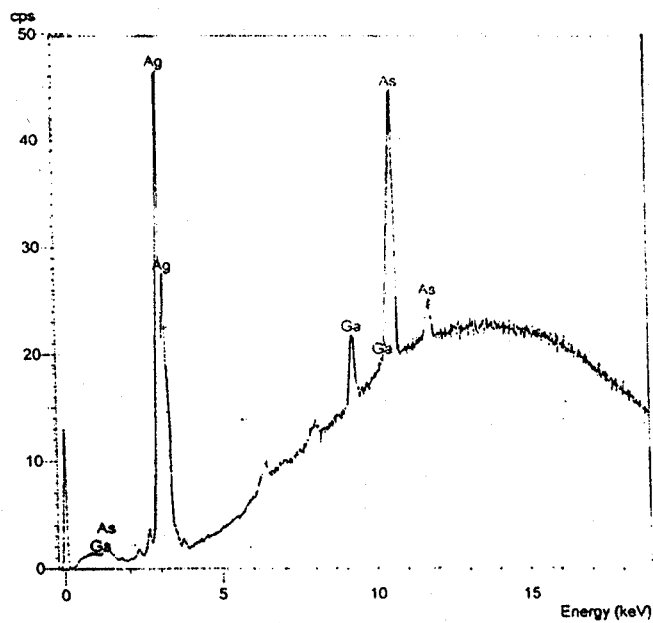
ภาพที่ 31 แสดงการวิเคราะห์คุณภาพสารมาตรฐานฝุ่นละออง Ni



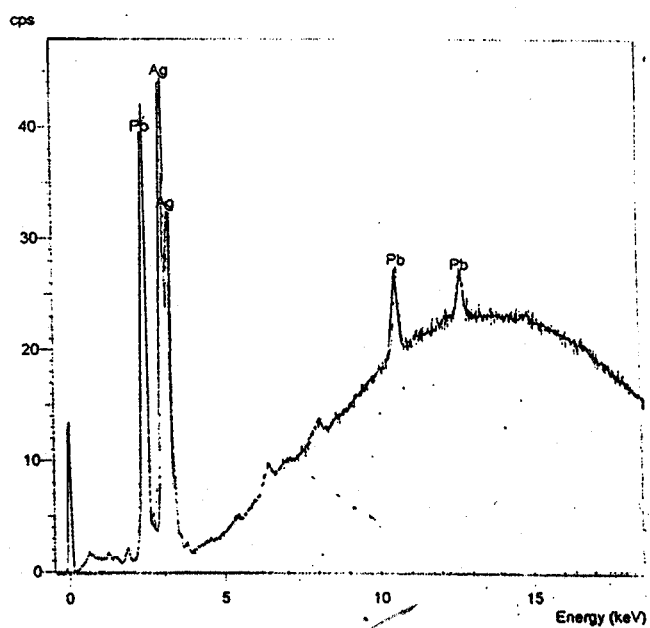
ภาพที่ 32 แสดงการวิเคราะห์คุณภาพสารมาตรฐานฝุ่นละออง Cu



ภาพที่ 33 แสดงการวิเคราะห์คุณภาพสารมาตรฐานฝุ่นละออง ZnTe



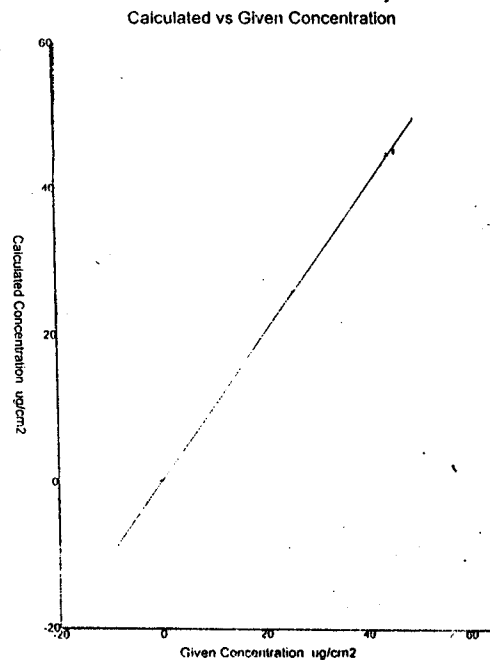
ภาพที่ 34 แสดงการวิเคราะห์คุณภาพสารมาตรฐานฝุ่นละออง GaAs



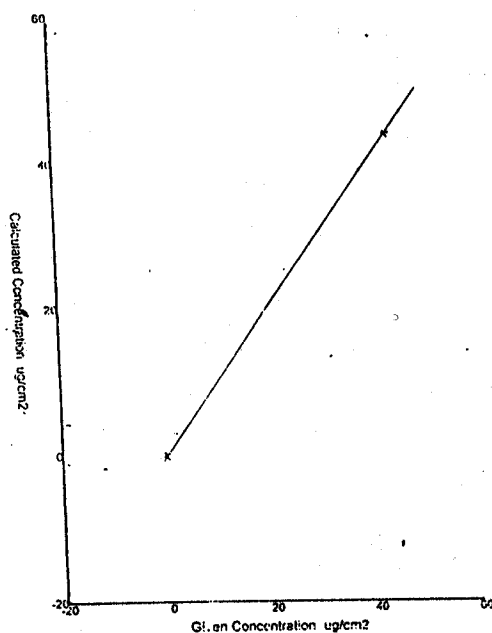
ภาพที่ 35 แสดงการวิเคราะห์คุณภาพสารมาตรฐานฝุ่นละออง Pb

ผลของการสร้างกราฟเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ฝุ่นละออง

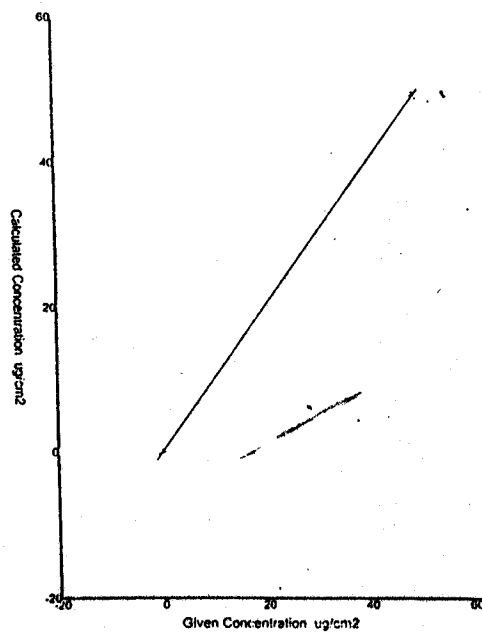
การสร้างกราฟเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ฝุ่นละอองนี้เป็นการสร้างกราฟโดยอาศัยโปรแกรมของเครื่องมือโดยส่วนใหญ่ในสารมาตรฐานฝุ่นละอองมีเพียงธาตุเดียวและความเข้มข้นของธาตุก็มีเพียงค่าเดียวดังนั้นจึงต้องกำหนดจุดอีกหนึ่งจุดที่บริเวณจุดศูนย์ เพื่อให้เส้นตรงตัดผ่านโดยการนำ Blank ของสารมาตรฐานมาทำการวัดและกำหนดความเข้มข้นของ Blank สารมาตรฐานเป็น ศูนย์ ผลของกราฟเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ฝุ่นละอองแสดงดังภาพที่ 36-40



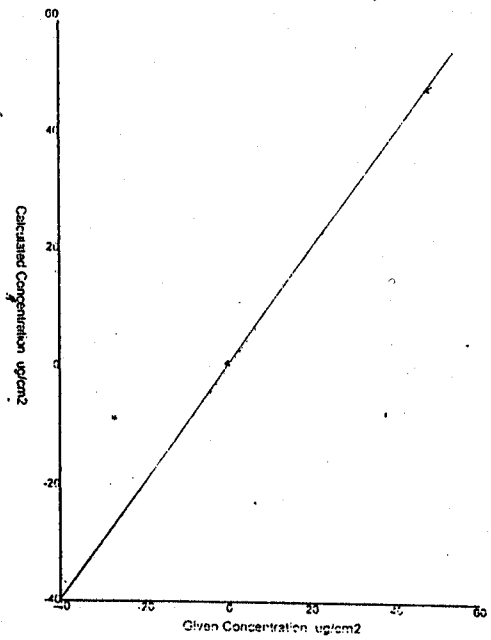
ภาพที่ 36 แสดงกราฟมาตรฐานฝุ่นละออง Ti



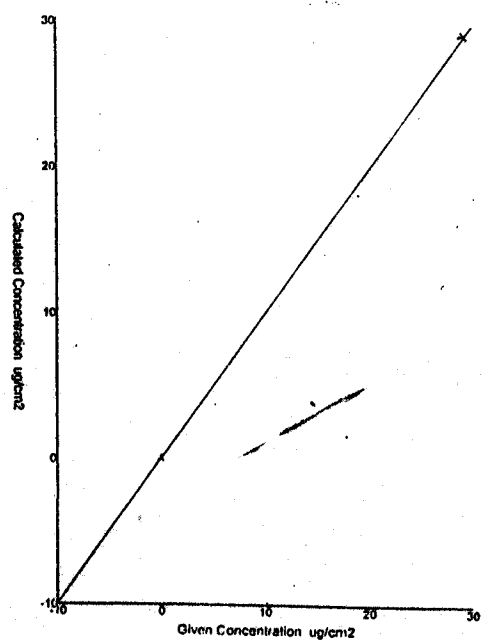
ภาพที่ 37 แสดงกราฟมาตรฐานฟลูออโรของ Cr



ภาพที่ 48 แสดงกราฟมาตรฐานฟลูออโรของ Fe



ภาพที่ 39 แสดงกราฟมาตรฐานฟลูออโรของ Cu



ภาพที่ 40 แสดงกราฟมาตรฐานฟลูออโรของ As

ผลของการตรวจสอบความถูกต้องของกราฟเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ฝุ่นละออง

การตรวจสอบความถูกต้องของกราฟเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ฝุ่นละอองเป็นการหาเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการนำสารมาตรฐานมาทำการวัดและเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน โดยทำการวัด 3 ซ้ำและหาค่าเฉลี่ย แสดงดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 แสดงผลความผิดพลาดเมื่อนำค่าที่วัดได้มาเทียบกับ Standard Reference

สารมาตรฐาน	ความเข้มข้นจาก Standard Reference	ความเข้มข้นที่วัดได้	ความผิดพลาด (%)
Mg	40.8	40.5	0.74
Al	46	45.5	1.09
Si	30.01	29	3.37
P	13.47	12.95	3.86
S	13	12.88	0.92
Cl	22.5	22	2.22
K	24.8	23.9	3.63
Ca	25.3	25.1	0.79
Sc	24.8	25.1	-1.21
Ti	45.2	46.5	-2.88
V	49.9	48.5	2.81
Cr	43.4	44.01	-1.41
Mn	53.5	54.12	-1.16
Fe	49.2	49.82	-1.26
Ni	53.4	54.65	-2.34
Cu	53.1	54.57	-2.77
Zn	17.41	17.44	-0.17
As	29.47	28.64	2.82
Br	17.5	16.8	4.00
Sb	46.6	44.5	4.51
Cs	29.1	28.6	1.72
Ba	35.4	34.8	1.69
Pb	47.8	46	3.77

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติจากการประมวลผลของเครื่องมือ

เครื่อง EDXRF ED 2000 สามารถประมวลผลข้อมูลทางสถิติได้อย่างถูกต้อง ซึ่งผลของการคำนวณทางด้านสถิติของธาตุบางธาตุแสดงดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 แสดงผลการคำนวณทางสถิติของเครื่อง EDXRF ED2000 ของธาตุ Si

Standard	Raw (cps)	Correct (ckps)	Known (ug/cm2)	Calc (ug/cm2)	Diff (ug/cm2)
Mg	22.5	10.9			
Al	25.8	14.1			
Si	1772.1	1760.4	30.01	30.01	-0.001
P	102.7	91.1			
S	26.4	14.7			
KCl	30.6	18.9			
Blank Std1	35.4	23.7	0		0.135
Blank Std2	32.2	20.5	0		0.08
Blank Std3	24.5	12.8	0		-0.052
Blank Std4	24.2	12.5	0		-0.058
Blank Std5	25.6	13.9	0		-0.034
Blank Std6	23.5	11.8	0		-0.07
Blank Sample	11.7	0			

Standard Error	0.0856	
	ug/cm2	
Sensitivity	58.1349	
A0	-2.73E-01	ug/cm2
A1	1.72.201E-002	ug/cm2

จากตารางที่ 10 เป็นการประมวลผลทางสถิติของเครื่อง EDXRF ED 2000 ซึ่ง
 มวลในตารางเป็นของธาตุ Si ดังนั้นจึงพิจารณาที่ธาตุ Si ในช่อง Raw cps เครื่องมือจะรับข้อมูลคือ
 ค่า 1772.1 cps และทำการตัด Blank corrected (11.7 cps) เหลือ 1760.4 cps ในช่องของ Corrected
 cps ในส่วนของ Known $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ คือค่าความเข้มข้นของ Si ซึ่งเท่ากับ $30.01 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ส่วน Calc
 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ คือค่าที่เกิดจากการวัดและคำนวณของเครื่องมือ ซึ่งได้ค่าเท่ากับ 30.01 เช่นกัน ในช่อง Diff
 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ คือผลต่างของค่า Known และค่า Calculate การหาค่า Standard Error จะใช้ข้อมูลในช่อง
 Diff มาคำนวณโดยใช้สูตร

$$\text{Standard Error} = \sqrt{\sum (X_i - X_{av})^2 / (n-1)}$$

เมื่อ X_i คือ ผลต่างระหว่างค่า Known และ Calc ในการวัดแต่ละครั้ง

X_{av} คือ ค่าเฉลี่ยของผลต่างของ Known และ Calc

n คือ จำนวนครั้งของการวัด

เมื่อนำค่าต่าง ๆ จากตารางในช่อง Diff มาคำนวณในสูตร จะได้ค่า Standard Error เท่ากับ $0.0856 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ค่า Sensitivity ของเครื่องคำนวณจาก $1760.4/30.01$ ซึ่งเท่ากับ 58.1349 ส่วนค่า A_0 และ A_1
 คือค่าในสมการเส้นตรง

$$C = A_0 + A_1 \cdot I$$

A_1 คือ ความชันของเส้นตรง

A_0 คือ จุดตัดแกน Y

ผลของการหาขีดจำกัดการตรวจหาของเครื่อง EDXRF ED 2000 เมื่อทำการวัดฝุ่นละออง

ขีดจำกัดของการตรวจหาเมื่อทำการวัดสารมาตรฐานฝุ่นละอองแสดงดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 แสดงค่า Lower Limit of Detection เมื่อทำการวิเคราะห์ฝุ่นละออง

No.	Element	L.L.D (µ g/cm2)	No.	Element	L.L.D (µg/cm2)
1	Mg	0.20	13	Mn	0.01
2	Al	0.04	14	Fe	0.02
3	Si	0.04	15	Ni	0.01
4	P	0.03	16	Cu	0.07
5	S	0.00	17	Zn	0.08
6	CL	0.02	18	As	1.27
7	K	0.02	19	Br	1.02
8	Ca	0.01	20	Sb	0.1
9	Sc	0.08	21	Cs	0.61
10	Ti	0.02	22	Ba	0.82
11	V	0.03	23	Pb	8.11
12	Cr	0.01			

ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างฝุ่นละอองที่เก็บจากหมู่บ้านหัวฝาย จังหวัดลำปาง

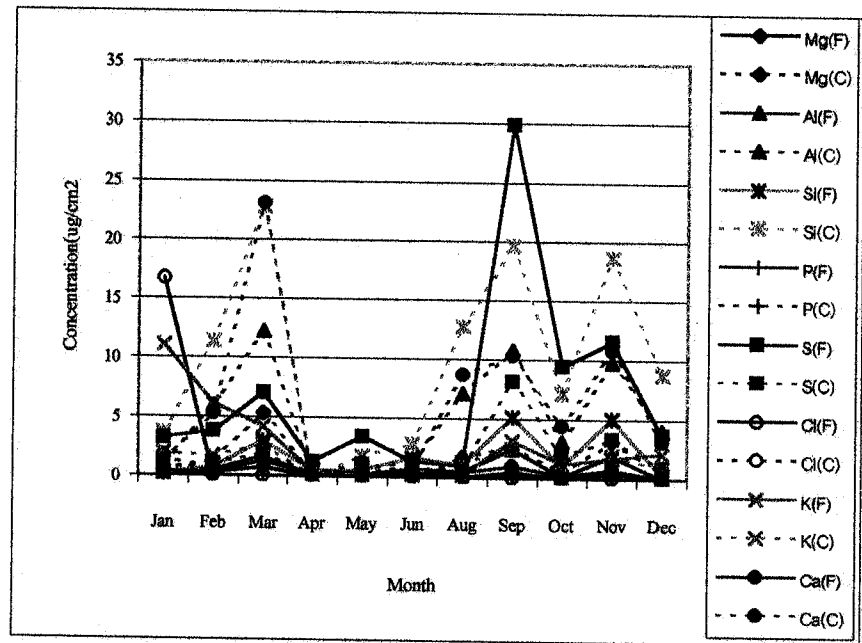
ตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์เก็บจากหมู่บ้านหัวฝายจังหวัดลำปาง ซึ่งเป็นชุมชนที่อยู่บริเวณใกล้เคียงเหมืองถ่านหินแม่มาะ โดยทำการเก็บตั้งแต่เดือน มกราคม-ธันวาคม พ.ศ. 2543 ผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุในตัวอย่างฝุ่นละอองในอากาศแสดงดังตารางที่ 12-17 และกราฟแสดงปริมาณของธาตุต่าง ๆ แสดงดังภาพที่ 41-52

ตารางที่ 12 แสดงปริมาณธาตุต่าง ๆ ในกลุ่มธาตุเบาในฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมโครเมตร (Fine) และ
ขนาด 2.5-10 ไมโครเมตร (Coarse) ในหน่วย $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ตัวอย่างจากหมู่บ้านหัวฝาย

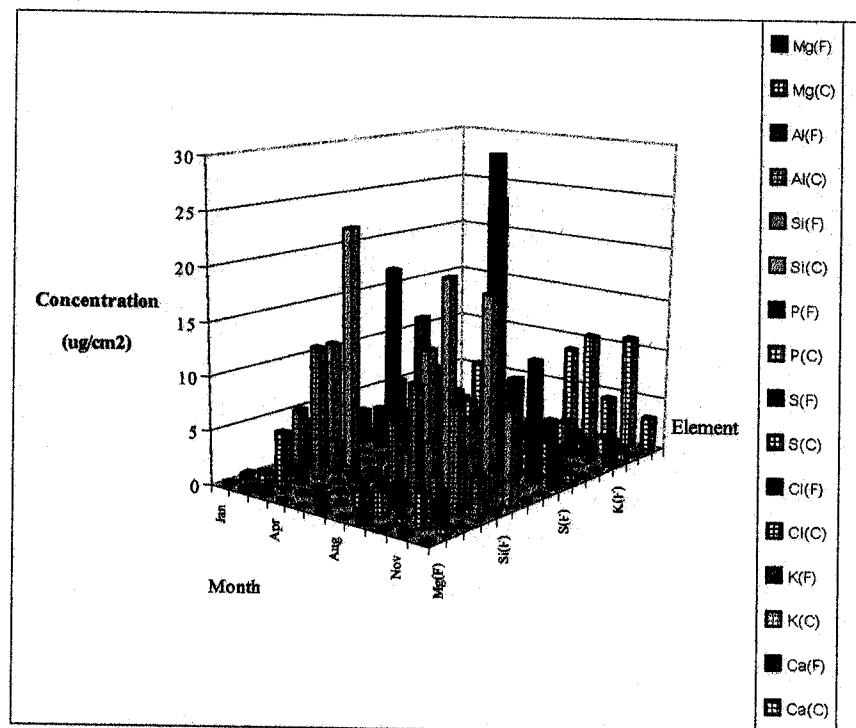
element	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Mg(F)	0.25	0.25	0.7	0	0	0.34	0	0.49	0	0.42	0
Mg(C)	0.5	1.27	5.3	0.2	0.38	0.27	1.72	2.61	0.49	3.15	0.72
Al(F)	0.21	0.47	1.67	0.04	0.16	0.72	0.51	2.43	0.09	1.92	0
Al(C)	0.94	5.97	12.23	0	0.75	1.25	7.07	10.81	3.1	9.76	4.06
Si(F)	0.19	0.72	2.99	0.45	0.58	1.65	1.02	5.14	1	5.06	0.32
Si(C)	3.58	11.38	22.76	0	1.69	2.79	12.74	19.61	7.16	18.67	8.74
P(F)	0	0	0	0	0	0	0	0.16	0	0	0
P(C)	0	0	0	0	0	0	0	0.08	0	0	0
S(F)	3.19	3.76	7.02	1.23	3.4	1.27	0.98	29.86	9.48	11.58	3.69
S(C)	0.57	1.01	1.9	0.21	1.1	0.39	0.95	8.19	1.88	3.35	0.9
Cl(F)	16.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cl(C)	1.69	0	0	0	0	0	0.08	0	0	0	0
K(F)	11.03	6.05	4.18	0.36	0.34	0.31	0.23	3.15	1.2	1.72	2.12
K(C)	1.89	1.66	2.61	0	0.14	0.18	1.27	2.49	0.84	1.92	0.83
Ca(F)	0.38	0.33	1.23	0.13	0.04	0.31	0.4	0.99	0.19	0.71	0.04
Ca(C)	1.2	5.25	23.07	0.04	0.37	0.82	8.7	10.33	4.41	10.8	3.13

หมายเหตุ F คือ ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมโครเมตร (Fine)

C คือ ฝุ่นขนาด 2.5-10 ไมโครเมตร (Coarse)



ภาพที่ 41 แสดงปริมาณธาตุเบาในฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 μm และขนาด 2.5-10 μm



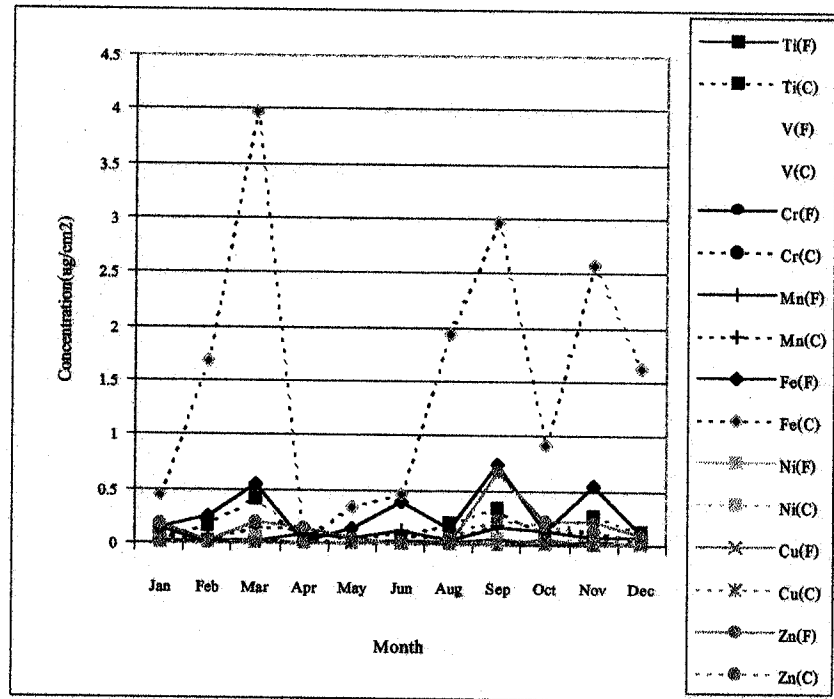
ภาพที่ 42 แสดงปริมาณธาตุเบาในลักษณะกราฟแท่งในฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 μm และขนาด 2.5-10 μm

ตารางที่ 13 แสดงปริมาณธาตุต่างๆในกลุ่มโลหะทั่วไปในฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมโครเมตร (Fine)
และ ขนาด 2.5-10 ไมโครเมตร (Coarse) ในหน่วย $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ตัวอย่างจากหมู่บ้านหัวฝาย

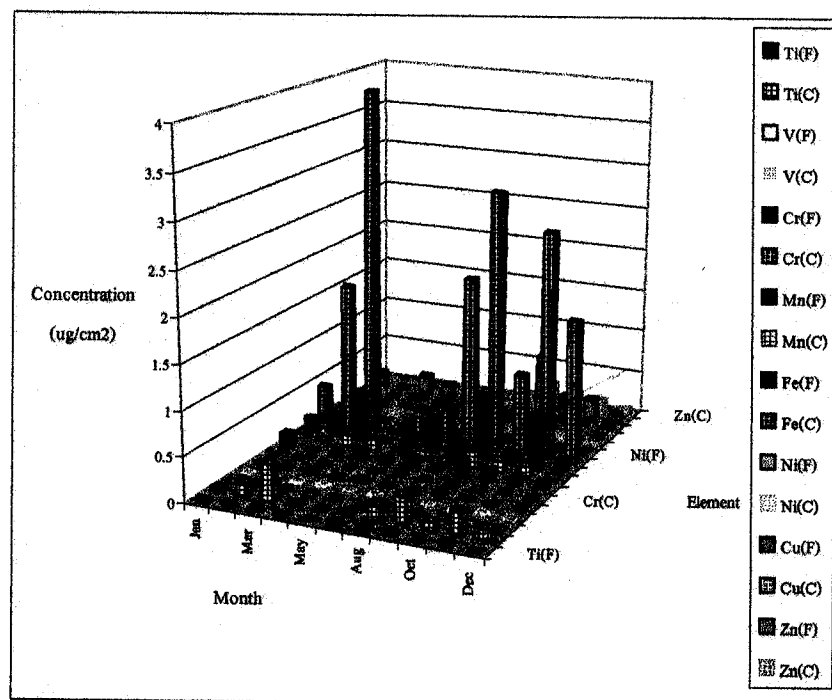
element	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Ti(F)	0.02	0.02	0.04	0	0	0.04	0.02	0.05	0	0.04	0
Ti(C)	0.05	0.16	0.41	0.03	0.02	0.04	0.19	0.33	0.09	0.27	0.13
V(F)	0	0.01	0.01	0	0	0	0	0.02	0.01	0	0
V(C)	0	0	0.02	0.01	0	0.01	0	0.01	0	0.02	0
Cr(F)	0.01	0.01	0.01	0	0.02	0.01	0	0.01	0.01	0	0.01
Cr(C)	0	0	0	0	0	0.01	0.01	0	0.01	0.02	0.021
Mn(F)	0.15	0	0.02	0.09	0.05	0.12	0.03	0.16	0.12	0.07	0.07
Mn(C)	0.07	0.03	0.15	0.15	0.04	0.1	0.06	0.18	0.13	0.12	0.03
Fe(F)	0.15	0.24	0.54	0.02	0.14	0.39	0.14	0.74	0.12	0.54	0.11
Fe(C)	0.44	1.68	3.97	0	0.33	0.46	1.95	2.97	0.92	2.58	1.63
Ni(F)	0	0	0.01	0	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Ni(C)	0.02	0	0.05	0	0	0	0.02	0.05	0.04	0.07	0.02
Cu(F)	0	0	0	0	0	0.02	0	0	0.06	0	0
Cu(C)	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.04
Zn(F)	0.18	0.01	0.2	0.14	0.05	0	0	0.67	0.22	0.22	0.09
Zn(C)	0	0	0	0	0	0	0.07	0.23	0.17	0.12	0.05

หมายเหตุ F คือ ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมโครเมตร (Fine)

C คือ ฝุ่นขนาด 2.5-10 ไมโครเมตร (Coarse)



ภาพที่ 43 แสดงปริมาณธาตุในกลุ่มโลหะทั่วไปในฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 μm และขนาด 2.5-10 μm



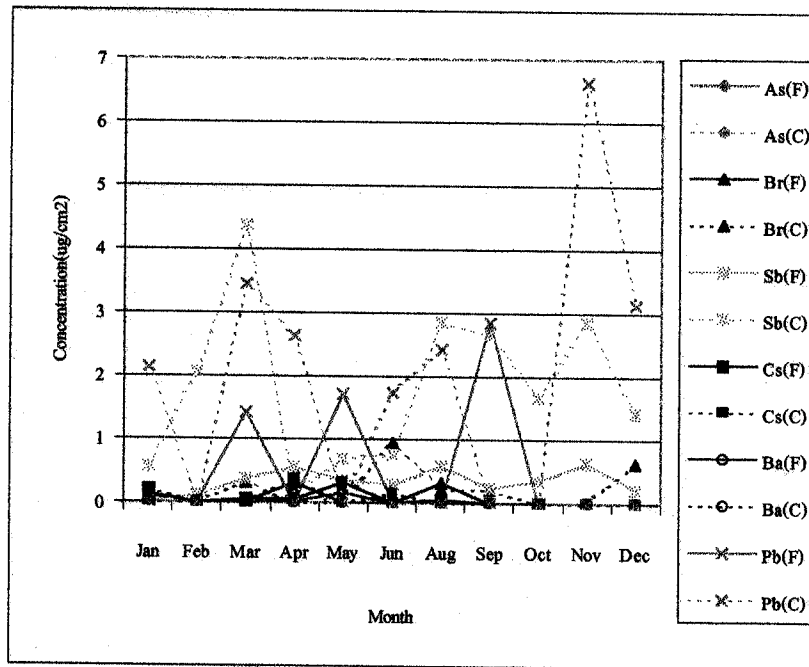
ภาพที่ 44 แสดงปริมาณธาตุกลุ่มโลหะทั่วไปในลักษณะกราฟแท่งในฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 μm และขนาด 2.5-10 μm

ตารางที่ 14 แสดงปริมาณธาตุต่าง ๆ ในกลุ่มโลหะหนักในฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมโครเมตร (fine)
และ ขนาด 2.5-10 ไมโครเมตร (coarse) ในหน่วย $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ตัวอย่างจากหมู่บ้านหัวฝ้าย

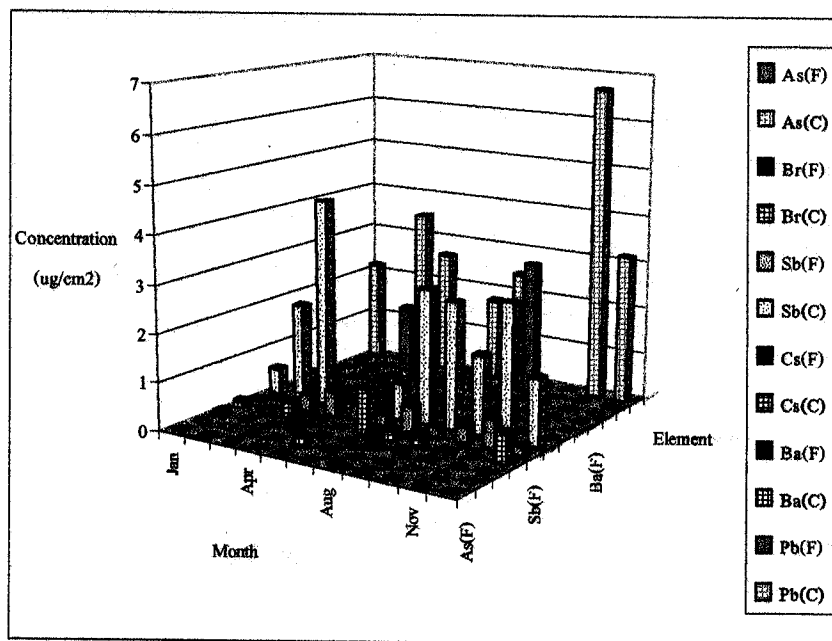
element	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
As(F)	0.01	0.01	0	0	0	0	0.01	0	0	0	0
As(C)	0	0	0	0	0.18	0	0	0	0	0	0
Br(F)	0.11	0	0	0.32	0	0	0.32	0	0	0	0
Br(C)	0.15	0	0.32	0	0	0.95	0.2	0.21	0	0	0.64
Sb(F)	0	0.1	0.36	0.54	0.35	0.28	0.57	0.25	0.35	0.64	0.2
Sb(C)	0.56	2.04	4.36	0.13	0.68	0.76	2.84	2.66	1.66	2.84	1.41
Cs(F)	0	0	0.06	0.05	0.32	0	0.06	0	0	0	0
Cs(C)	0.2	0	0	0.38	0	0.12	0	0	0	0	0
Ba(F)	0.13	0	0	0.03	0.17	0	0	0	0	0	0
Ba(C)	0	0	0	0.12	0	0.17	0	0	0	0	0
Pb(F)	0	0	1.42	0	1.72	0	0	2.83	0	0	0
Pb(C)	2.14	0	3.46	2.62	0	1.74	2.42	0	0	6.64	3.13

หมายเหตุ F คือ ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมโครเมตร (fine)

C คือ ฝุ่นขนาด 2.5-10 ไมโครเมตร (coarse)



ภาพที่ 45 แสดงปริมาณธาตุในกลุ่มโลหะหนักในฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 μm และขนาด 2.5-10 μm



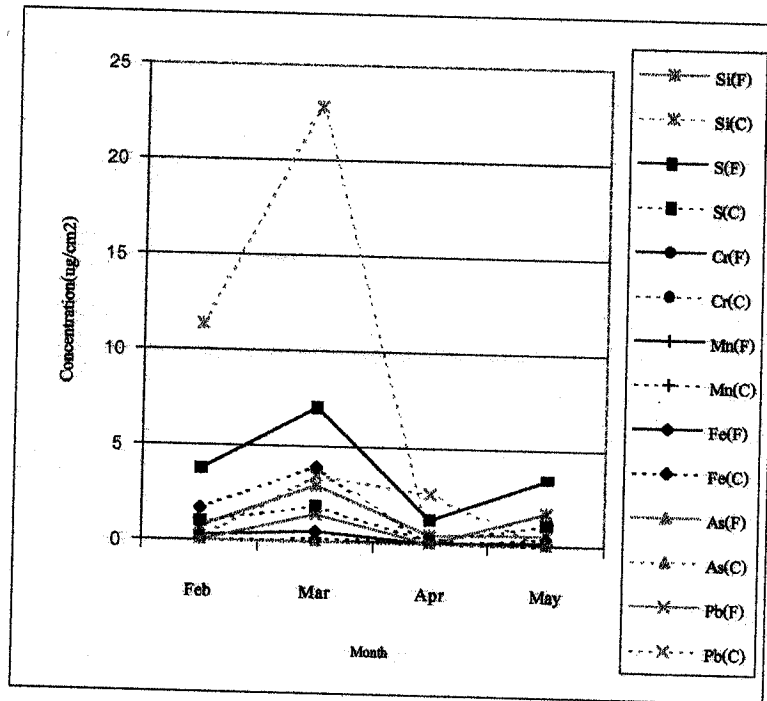
ภาพที่ 46 แสดงปริมาณธาตุโลหะหนักในลักษณะกราฟแท่งในฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 μm และขนาด 2.5-10 μm

ตารางที่ 15 แสดงปริมาณธาตุต่างๆ ในช่วงฤดูร้อนเดือนกุมภาพันธ์-พฤษภาคม พ.ศ. 2543
ในหน่วย $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ตัวอย่างจากหมู่บ้านหัวฝาย

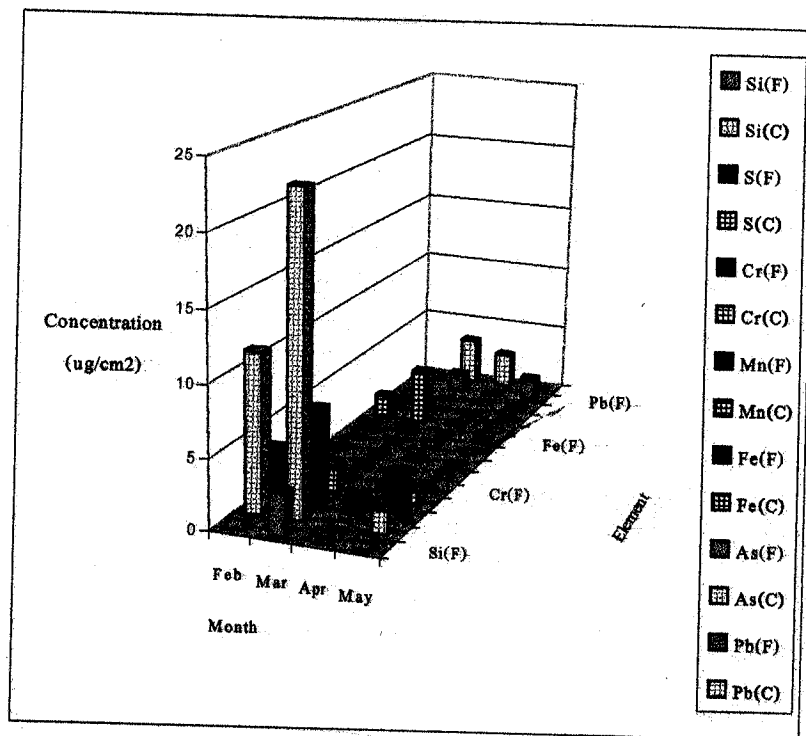
element	Feb	Mar	Apr	May
Si(F)	0.72	2.99	0.45	0.58
Si(C)	11.38	22.76	0	1.69
S(F)	3.76	7.02	1.23	3.4
S(C)	1.01	1.9	0.21	1.1
Cr(F)	0.01	0.01	0	0.02
Cr(C)	0	0	0	0
Mn(F)	0	0.02	0.09	0.05
Mn(C)	0.03	0.15	0.15	0.04
Fe(F)	0.24	0.54	0.02	0.14
Fe(C)	1.68	3.97	0	0.33
As(F)	0.01	0	0	0
As(C)	0	0	0	0.18
Pb(F)	0	1.42	0	1.72
Pb(C)	0	3.46	2.62	0

หมายเหตุ F คือ ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมโครเมตร (Fine)

C คือ ฝุ่นขนาด 2.5-10 ไมโครเมตร (Coarse)



ภาพที่ 47 แสดงปริมาณธาตุต่างๆ ในฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 และขนาด 2.5-10 μm ในช่วงฤดูร้อน เดือนกุมภาพันธ์-พฤษภาคม พ.ศ.2543



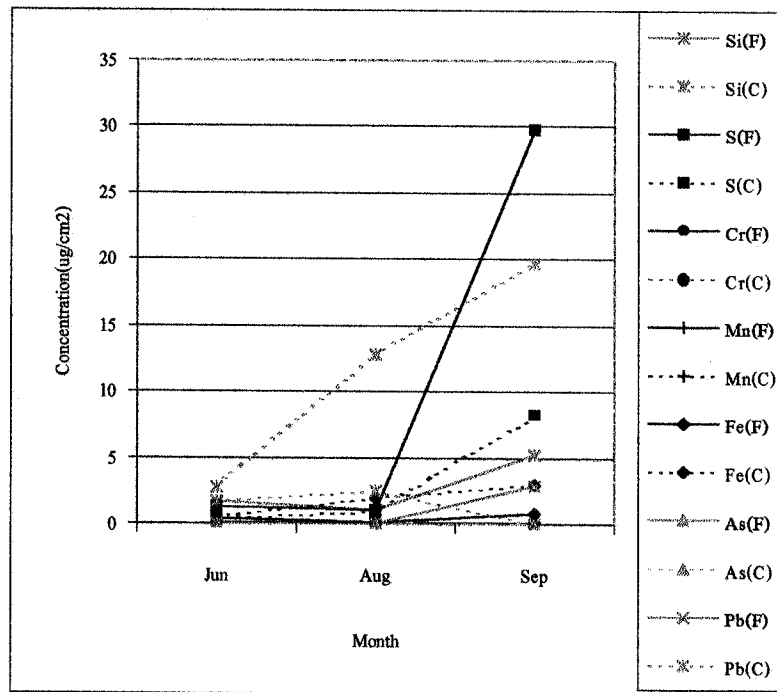
ภาพที่ 48 แสดงปริมาณธาตุต่างๆ ในลักษณะกราฟแท่งในช่วงฤดูร้อนในฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 และขนาด 2.5-10 μm ในเดือน กุมภาพันธ์-พฤษภาคม 2543

ตารางที่ 16 แสดงปริมาณธาตุต่าง ๆ ในช่วงฤดูฝน เดือนมิถุนายน-กันยายน พ.ศ. 2543
ในหน่วย $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ตัวอย่างจากหมู่บ้านหัวฝาย

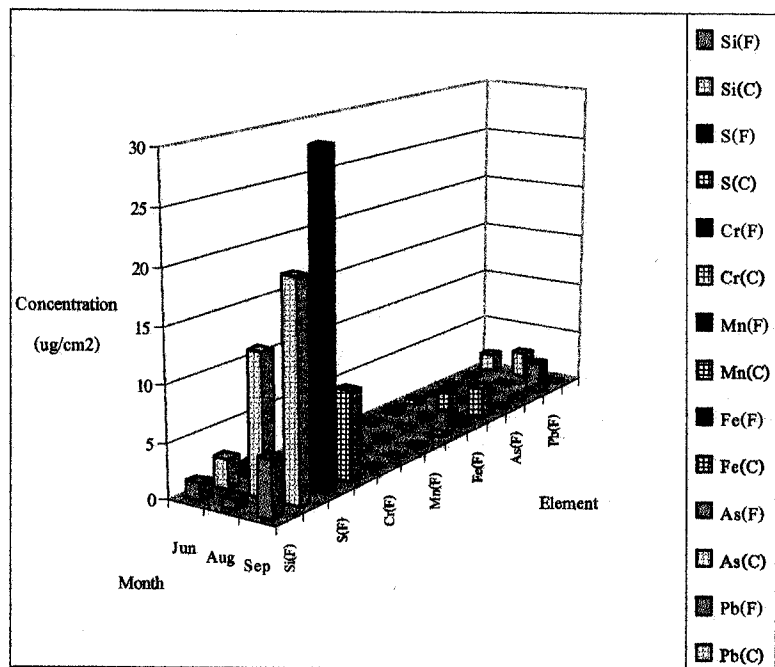
element	Jun	Aug	Sep
Si(F)	1.65	1.02	5.14
Si(C)	2.79	12.74	19.61
S(F)	1.27	0.98	29.86
S(C)	0.39	0.95	8.19
Cr(F)	0.01	0	0.01
Cr(C)	0.01	0.01	0
Mn(F)	0.12	0.03	0.16
Mn(C)	0.1	0.06	0.18
Fe(F)	0.39	0.14	0.74
Fe(C)	0.46	1.95	2.97
As(F)	0	0.01	0
As(C)	0	0	0
Pb(F)	0	0	2.83
Pb(C)	1.74	2.42	0

หมายเหตุ F คือ ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมโครเมตร (Fine)

C คือ ฝุ่นขนาด 2.5-10 ไมโครเมตร (Coarse)



ภาพที่ 49 แสดงปริมาณธาตุต่างๆ ในฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 μm และขนาด 2.5-10 μm ในช่วงฤดูฝนเดือนมิถุนายน-กันยายน พ.ศ. 2543



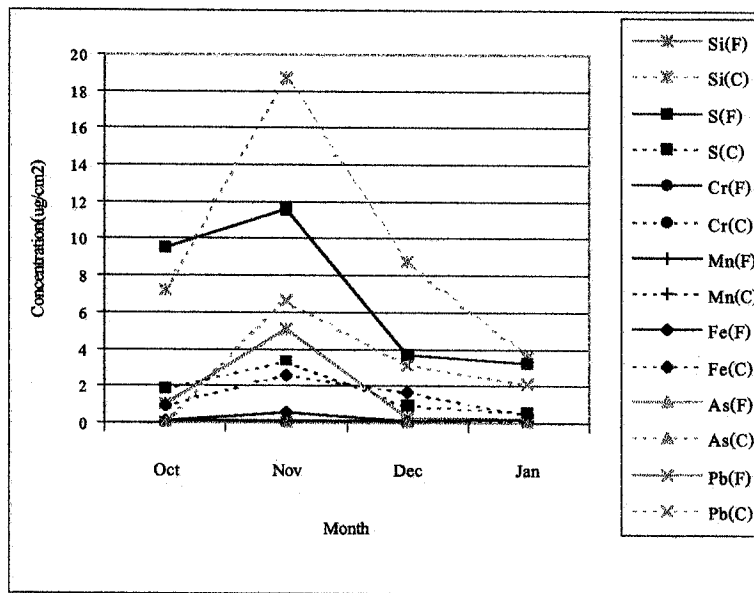
ภาพที่ 50 แสดงปริมาณธาตุต่างๆ ในลักษณะกราฟแท่งในช่วงฤดูฝน ในฝุ่น ขนาดเล็กกว่า 2.5 และ ขนาด 2.5-10 μm ในเดือนมิถุนายน-กันยายน พ.ศ. 2543

ตารางที่ 17 แสดงปริมาณธาตุต่างๆ ในช่วงฤดูหนาว เดือนตุลาคม-มกราคม พ.ศ. 2543
 ในหน่วย $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ ตัวอย่างจากหมู่บ้านหัวฝาย

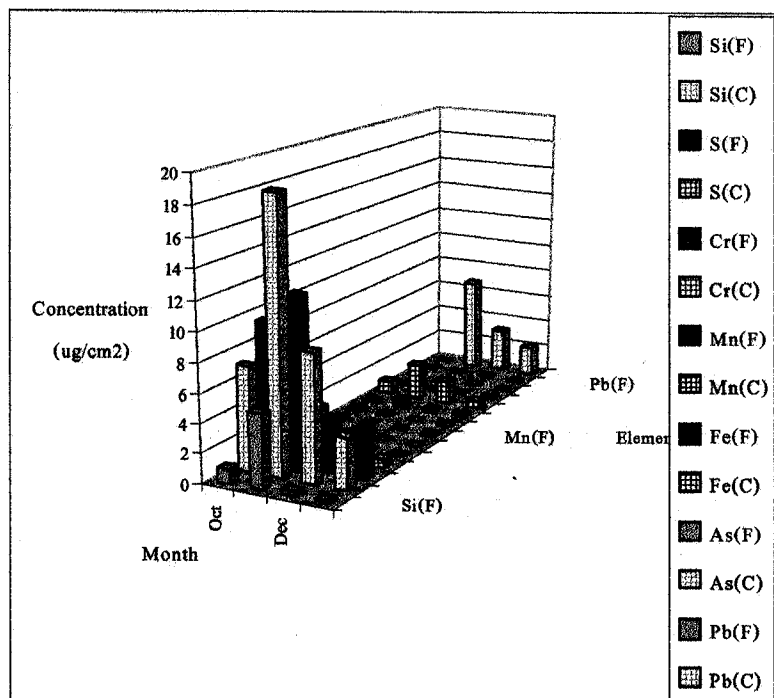
element	Oct	Nov	Dec	Jan
Si(F)	1	5.06	0.32	0.19
Si(C)	7.16	18.67	8.74	3.58
S(F)	9.48	11.58	3.69	3.19
S(C)	1.88	3.35	0.9	0.57
Cr(F)	0.01	0	0.01	0.01
Cr(C)	0.01	0.02	0.021	0
Mn(F)	0.12	0.07	0.07	0.15
Mn(C)	0.13	0.12	0.03	0.07
Fe(F)	0.12	0.54	0.11	0.15
Fe(C)	0.92	2.58	1.63	0.44
As(F)	0	0	0	0.01
As(C)	0	0	0	0
Pb(F)	0	0	0	0
Pb(C)	0	6.64	3.13	2.14

หมายเหตุ F คือ ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมโครเมตร (Fine)

C คือ ฝุ่นขนาด 2.5-10 ไมโครเมตร (Coarse)



ภาพที่ 51 แสดงปริมาณธาตุต่างๆ ในฝุ่นขนาดเล็กกว่า $2.5 \mu\text{m}$ และขนาด $2.5-10 \mu\text{m}$ ในช่วงฤดูหนาวเดือน ตุลาคม-มกราคม พ.ศ. 2543



ภาพที่ 52 แสดงปริมาณธาตุต่าง ๆ ในฝุ่นขนาดเล็กกว่า $2.5 \mu\text{m}$ และขนาด $2.5-10 \mu\text{m}$ ในช่วงเดือนตุลาคม-มกราคม พ.ศ. 2543 ในลักษณะกราฟแท่ง