

בדיקת צורן דו-חמצני (SiO_2) מגובש
באפר פחם תחתית דק

ירושלים, 1 בנובמבר 2002

בדיקת צורן דו-חמצני (SiO_2) מגובש באפר פחם תחתית דק

אפר פחם תחתית דק הוא תוצר של הפרדה של הפרקציה הדקה (בגודל גרגר קטן מ- 40 מיקרון) מאפר פחם תחתית. מאחר והפרקציה הדקה כוללת גם חלקיקים קטנים מ- 10 מיקרון התעורר החשד כי היא כוללת חלקיקים של צורן דו-חמצני (SiO_2) מגובש (quartz) קטנים מ- 10 מיקרון אשר יכולים לגרום לנזק בריאותי. מסיבה זו הוזמנו מספר בדיקות במכון הגיאולוגי. דו"ח זה מסכם את הבדיקות והתוצאות.

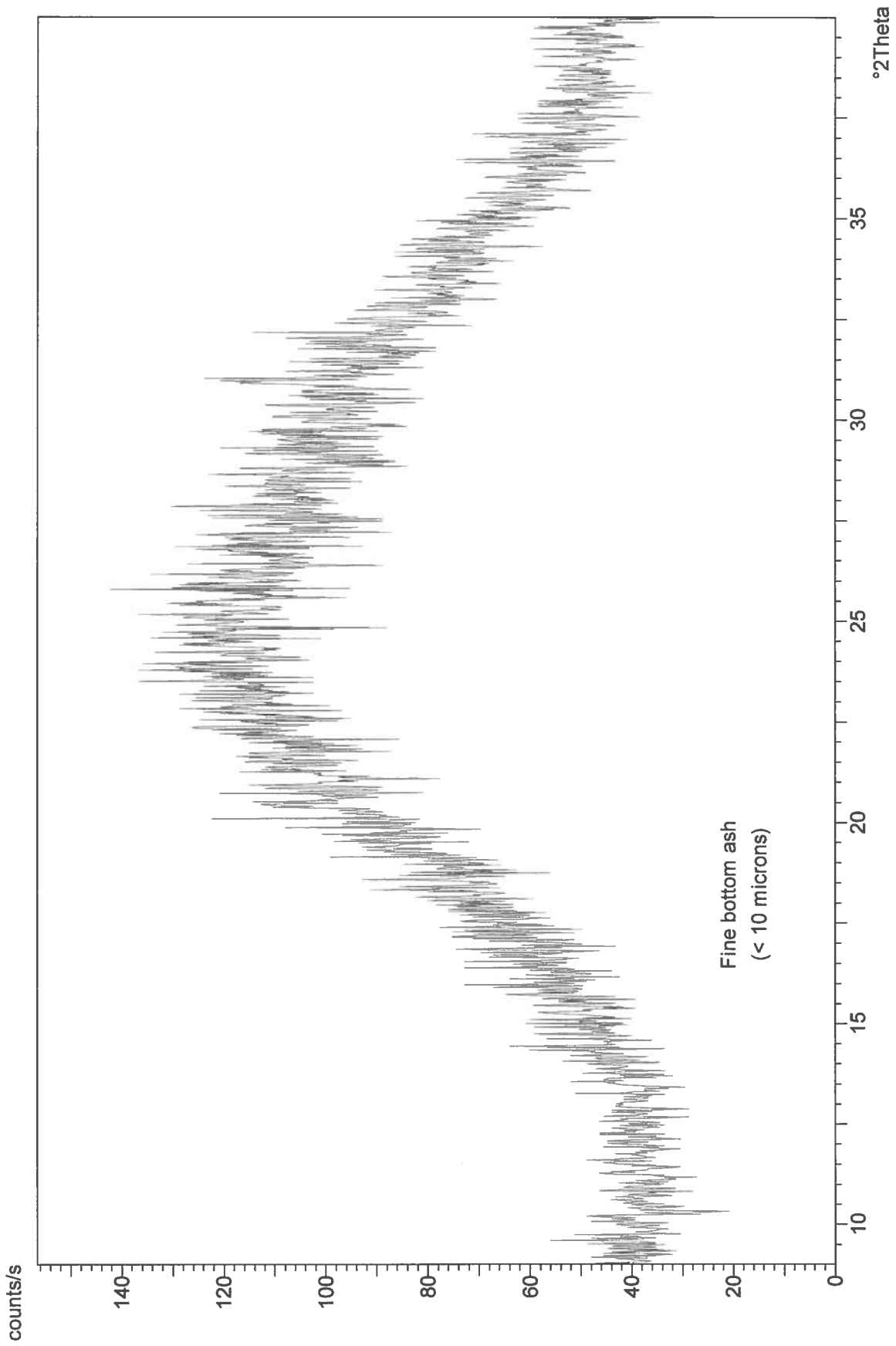
בדו"ח קודם מה- 18 ביולי 2002, "בדיקת צורן דו-חמצני (SiO_2) מגובש באפר פחם תחתית גס", תוארו הפרקציות הגסות באפר תחתית. לכן נבדקה הפעם רק הפרקציה הקטנה מ- 10 מיקרון. הפרקציה הופרדה במים (הפרדה לפי חוק סטוקס). אחרי יבוש, החלקיקים נבדקו בקרני X (XRD) ובמיקרוסקופ אלקטרוני סורק (SEM).

ציור 1 מראה את דיפרקטוגרמה של קרני X של כלל הפרקציה הקטנה מ- 10 מיקרון. רואים כי כלל החומר הוא אמורפי. זה אומר כי ריכוז ה- quartz פחות מ- 3% (גבול רגישות המכשיר). הסבר סביר למיעוט ה- quartz הנמצא בפרקציה הדקה של אפר תחתית הוא שמרבית ה- quartz הדק שהיה בפחם עובר ראקציה עם החרסיות וה- CaO החופשי הנוצר מהתפרקות ה- calcite המקורית שהייתה בפחם. לעומת זאת חלק משמעותי של ה- quartz הגס נשאר באפר ללא שינוי. שתי התופעות גורמות להעשרת ה- quartz בפרקציה הגסה.

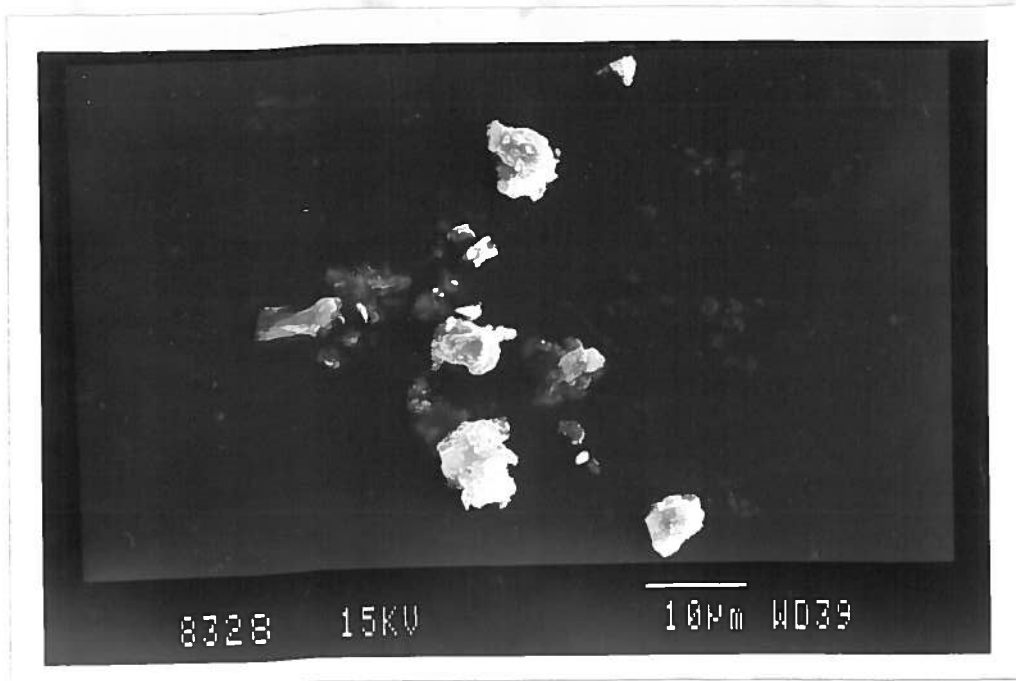
תמונות ה- SEM, ציורים 2 - 6, מראים את המורפולוגיה של אפר התחתית הדק (הפרקציה הקטנה מ- 10 מיקרון). מרביתו אגלומרטים (ציורים 2 - 4) של פאזות שונות, וחלקו פאזות מופרדות, (ציורים 5 - 6). האנליזה הכימית הנקודתית של החלקיקים מראה כי הם מורכבים בעיקר מ Al ו Si, הספקטרום של החלקיק המופיע בציור 5 ניתן בציור 7. יש שינויים ביחס Al/Si ולפעמים הם מכילים כמויות משמעותיות של ברזל (ציור 8).

לסיכום, כמות ה- quartz בפרקציה הרלוונטית מבחינה בריאותית (קטן 10 מיקרון) קטנה מ- 3% (ראה תוצאות קרני ה- x). פרקציה זו מהווה רק כ- 2% מהאפר, לכן ריכוזו המירבי של ה- quartz (הקטן מ- 10 מיקרון) הוא 0.06 אחוז מכלל האפר. בנוסף quartz אינו מופיע בצורת סיבים, הוא מופיע בצורה אי-רגולרית (ציור 6), ציור 9 מראה את הספקטרום שלו. לכן שקרוב לודאי אין סיכון בריאותי מנוכחות אפשרית של quartz באפר תחתית דק.

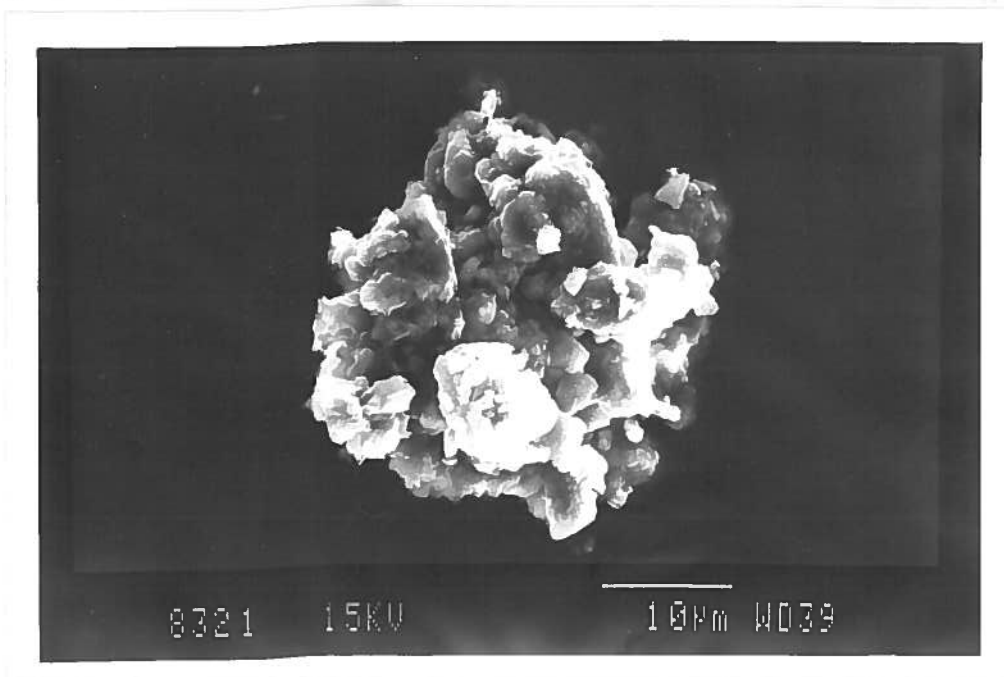
ד"ר יעקב נתן



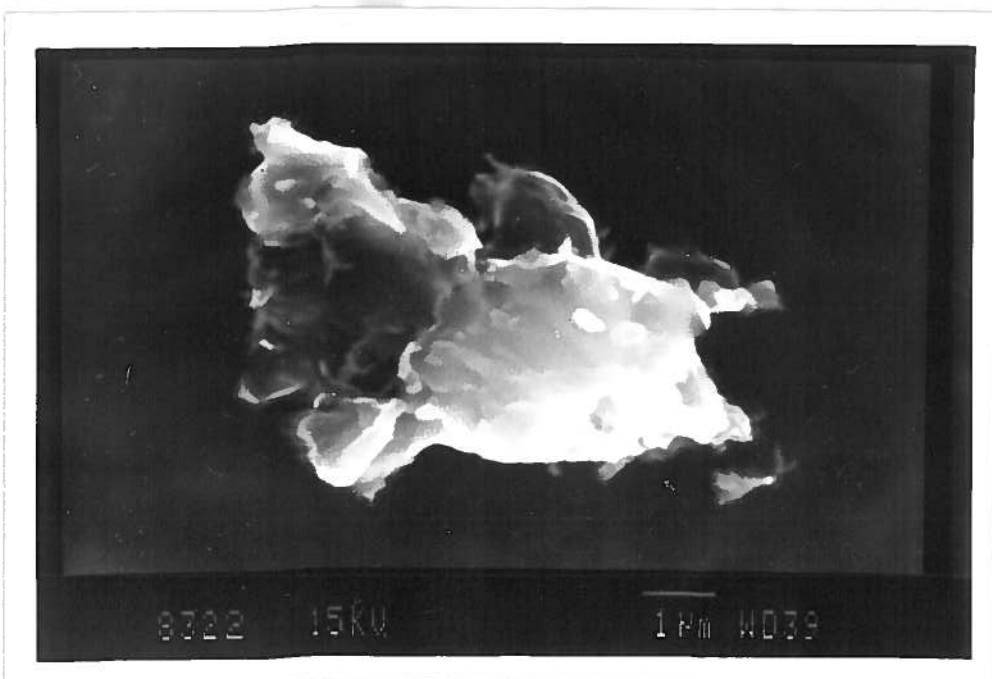
1 213



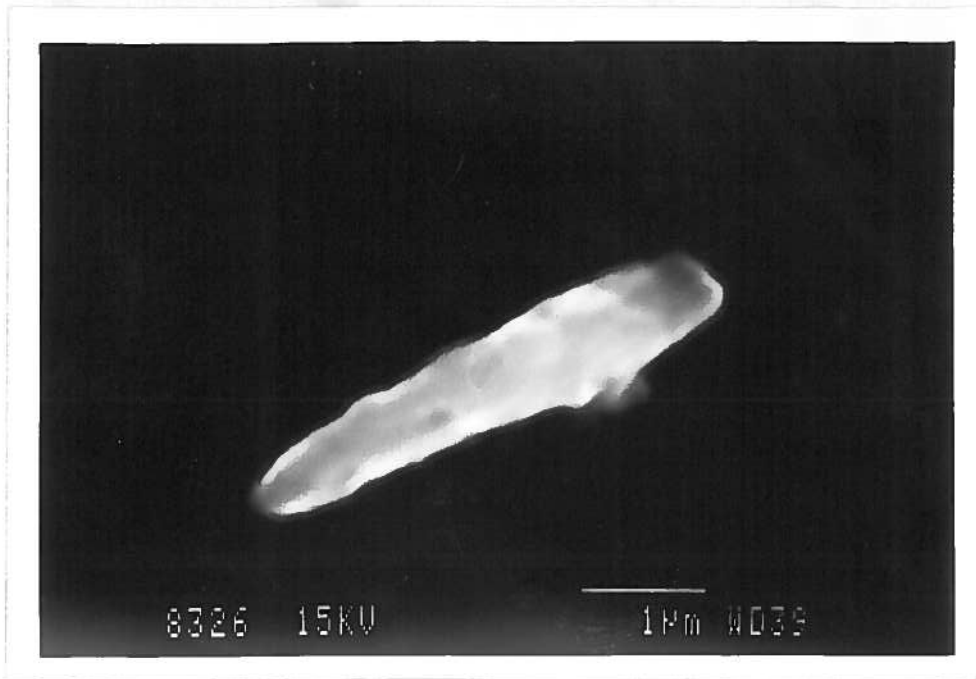
צורר 2



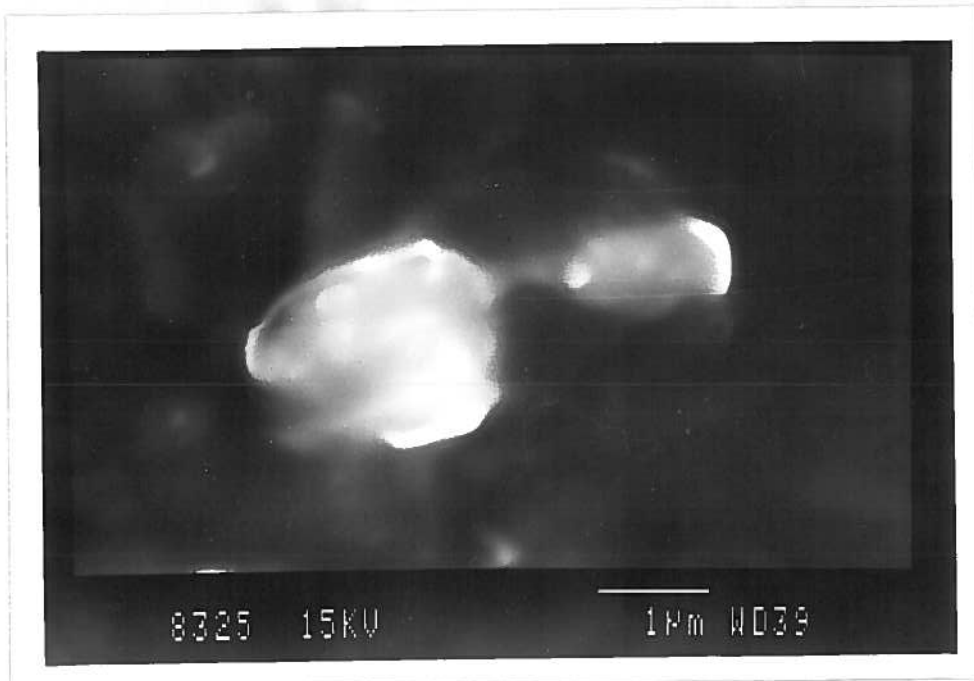
צורר 3



צורר 4



צוֹר 5



צוֹר 6

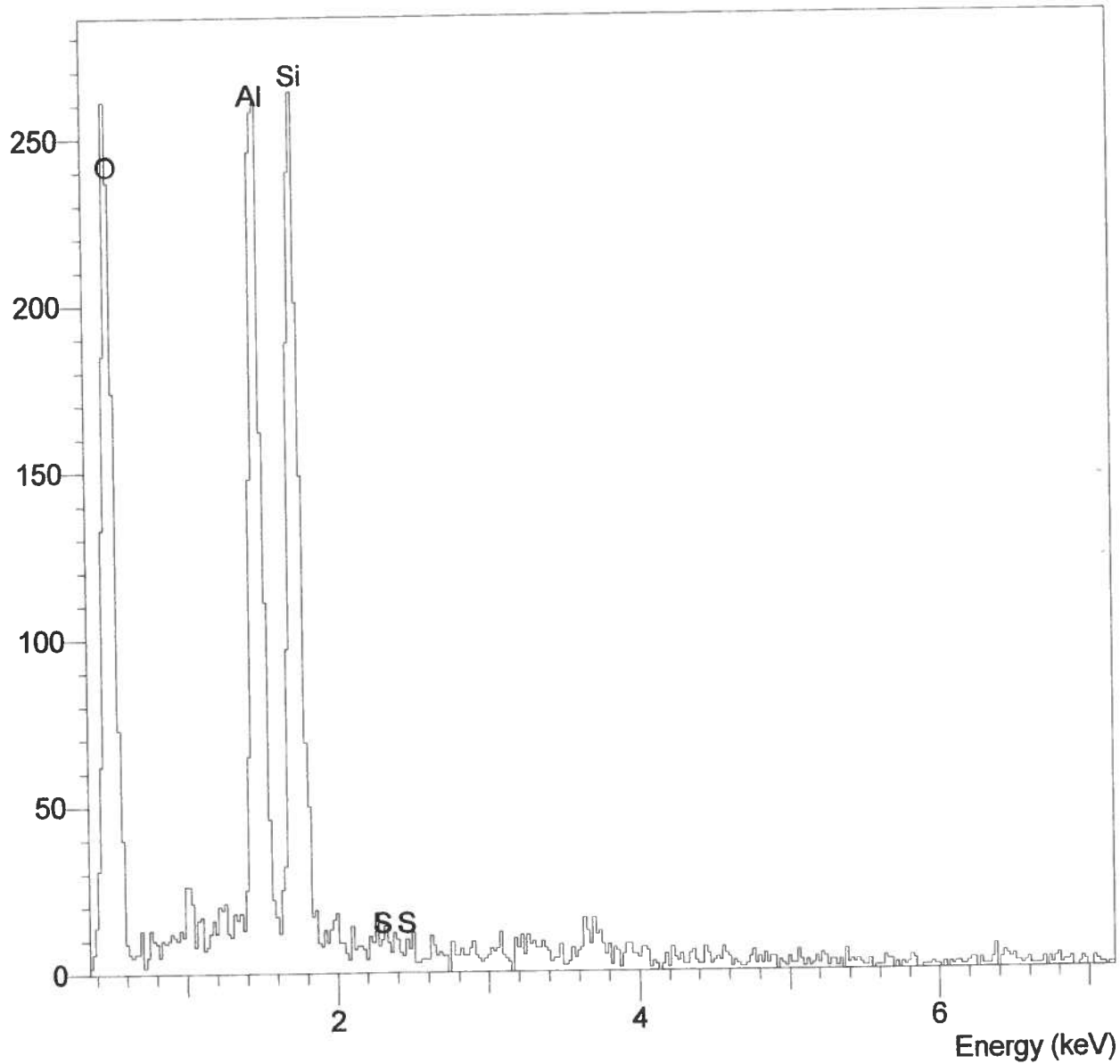
Operator : MICHAEL DVORACHEK

Client : GSI

Job : 20 KV standards

(06/11/02 10:25)

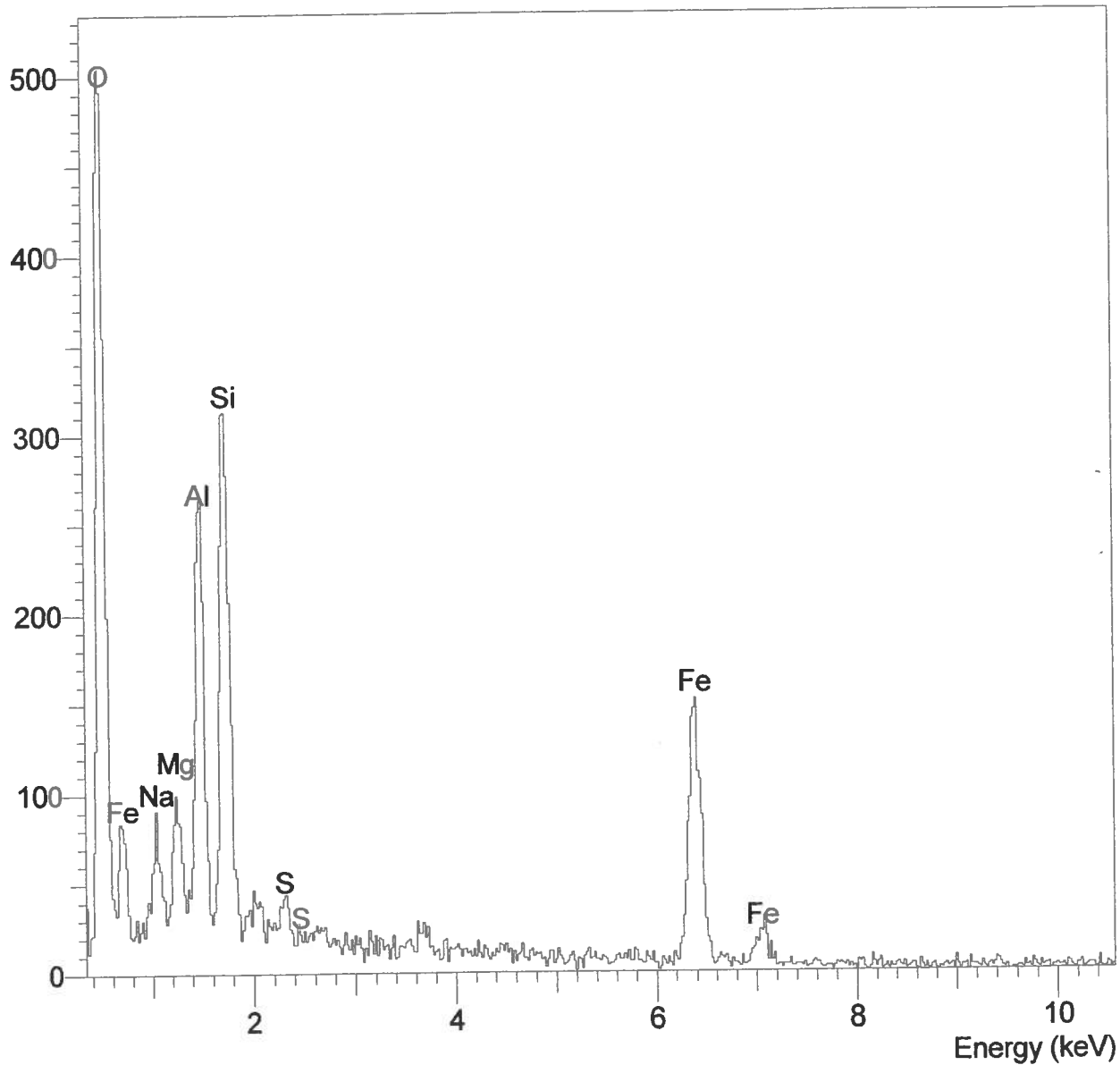
Counts



7 213

Operator : MICHAEL DVORACHEK
Client : GSI
Job : 20 KV standards
(06/11/02 10:28)

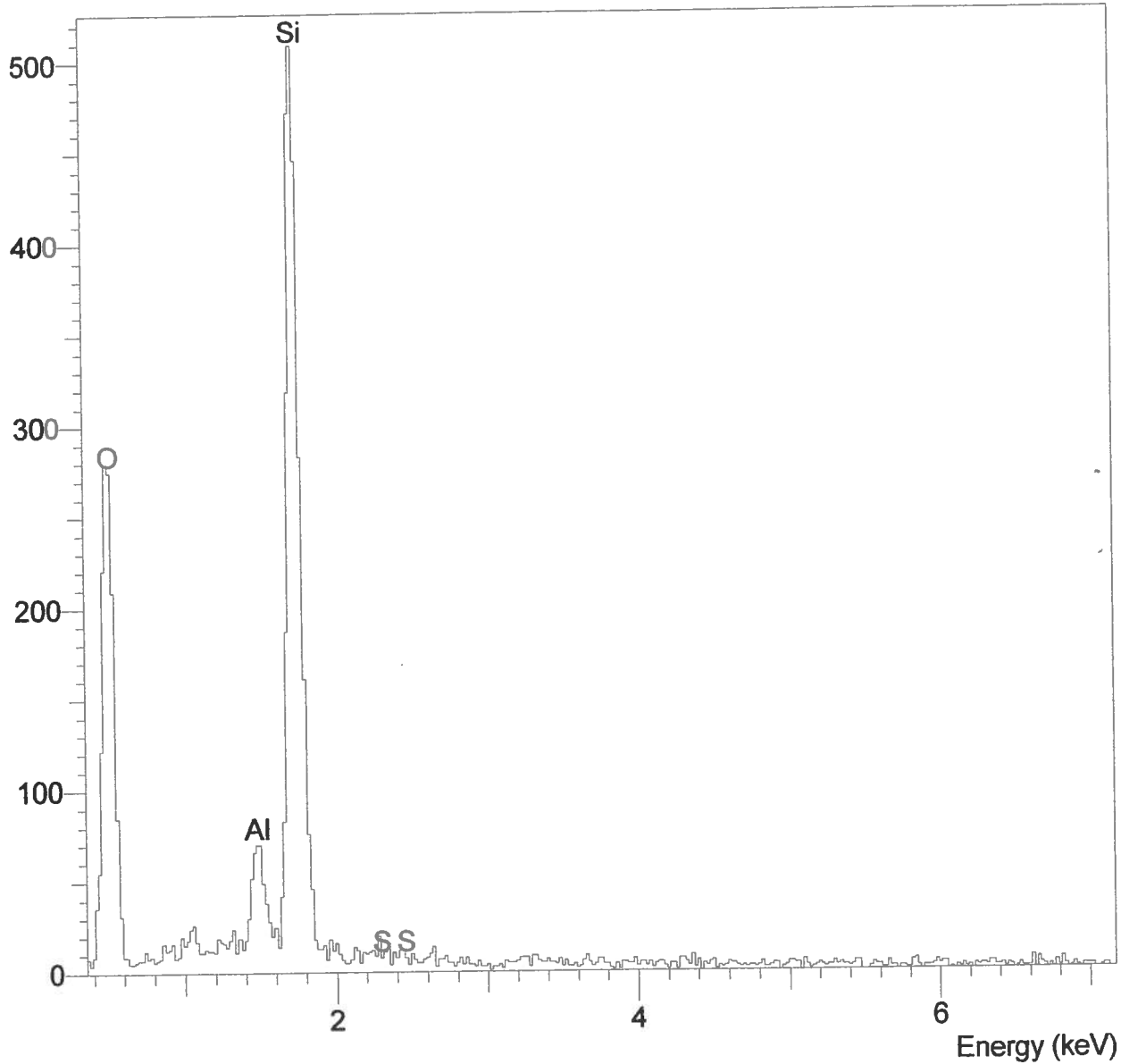
Counts



8 113

Operator : MICHAEL DVORACHEK
Client : GSI
Job : 20 KV standards
(06/11/02 10:24)

Counts



g 113

**בדיקת צורן דו-חמצני
באפר פחם תחתית גס**

בדיקת צורן דו-חמצני (SiO_2) מגובש באפר פחם תחתית גס

אפר פחם תחתית גס הוא תוצר של הפרדה של הפרקציה הגסה (מעל 40 מיקרון) מאפר פחם תחתית. מאחר וההפרדה אינה מושלמת, התעורר חשד כי נותרו חלקיקים קטנים מ 10 מיקרון של צורן דו-חמצני (SiO_2) מגובש (quartz) אשר יכולים לגרום לנזק בריאותי. מסיבה זו הוזמנו מספר בדיקות במכון הגיאולוגי, דו"ח זה מסכם את הבדיקות והתוצאות.

ההליך ההפרדה של אפר תחתית גס יעיל, הפרקציה הגדולה מ- 40 מיקרון כוללת 96% של החומר; הפרקציה בין 10 ל 40 מיקרון כוללת 2.1% והפרקציה הקטנה מ 10 מיקרון 1.7% (ראה הוצאת בדיקת המבדקה לבנין ותשתית, הטכניון).

שלושת הפרקציות האלה הופרדו ונבדקו בדיפרקציה של קרני X (XRD) ובמיקרוסקופ אלקטרוני סורק (SEM). תוצאות שלושת הבדיקות של ה XRD ניתנות בציורים 1-3. הציורים 1 ו1א מראים שבפרקציה הגדולה מ 40 מיקרון מזהים את המינרלים הבאים: בעיקר mullite, feldspar, quartz ומעט calcite, מזהים גם קיום פאזה אמורפית. ציור 2 מראה כי בפרקציה בין 10 ל 40 מיקרון, ה calcite שולט בין המינרלים, ויש מעט mullite ו quartz כמו כן קיימת פאזה אמורפית. בפרקציה הקטנה מ 10 מיקרון (ציור 3) הפאזה האמורפית שולטת, יש מעט calcite ואולי מעט מאוד quartz.

הסיבה לכמות הגדולה של calcite בפרקציות בעלות גודל גרר קטן נובעת ממקורו באפר. calcite נוצר במגע של הסיד הופשי (CaO), הנמצא באפר, עם האוויר. CaO הופך עם הזמן אחרי ספיחת מיס ודו-תחמוצת פחמן ל calcite. מרבית ה quartz הדק שהיה בפחם עובר ראקציה עם החרסיות וה CaO הנוצר מה calcite המקורית שהייתה בפחם. לעומת זאת מרבית ה quartz הגס נשאר באפר ללא שינוי. שתי התופעות גודמות להעשרת ה quartz בפרקציה הגסה.

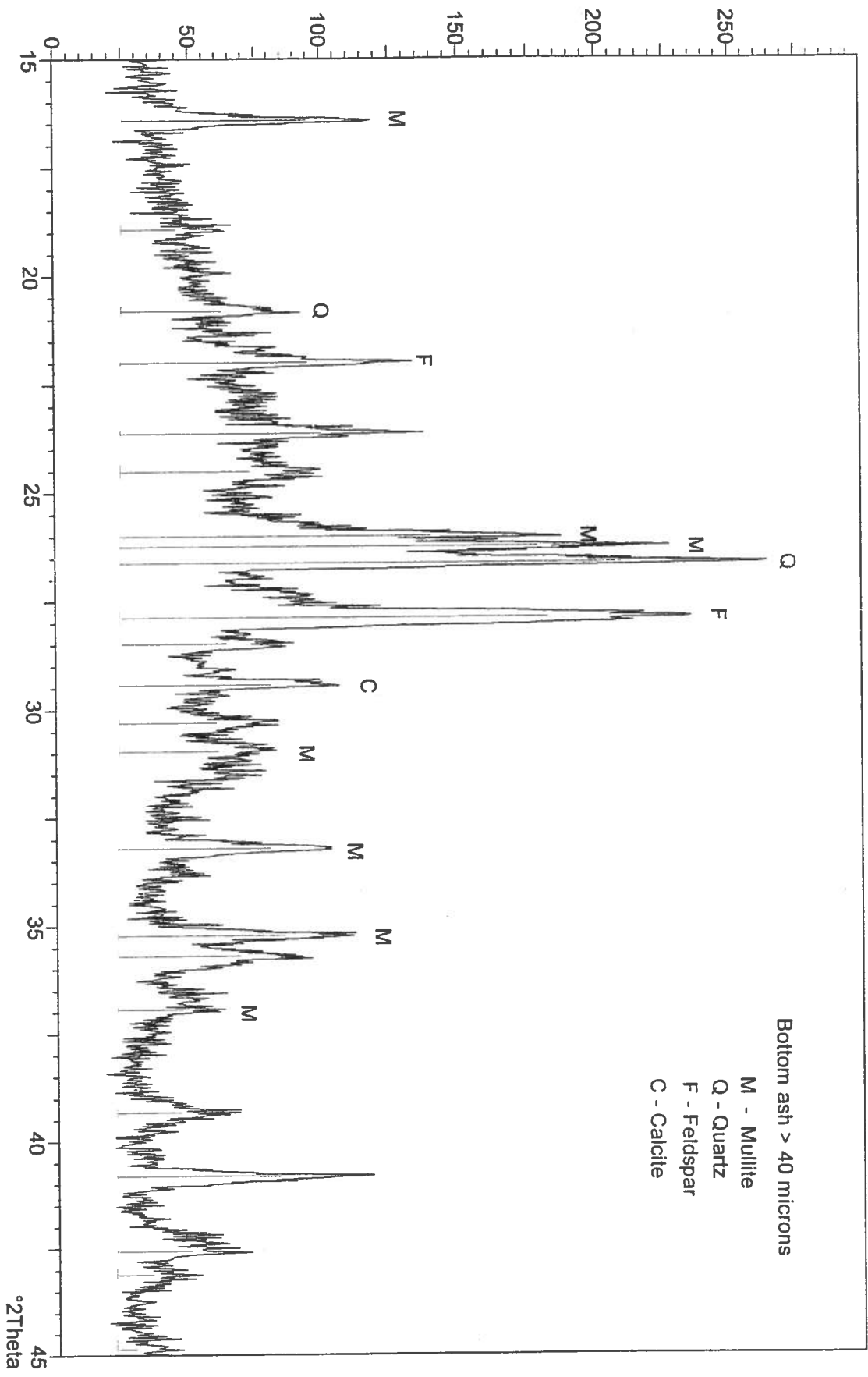
תמונות ה SEM, ציורים 4 – 7, מראים את המורפולוגיה של אפר התחתית. מרביתו אגלומרטים של פאזות שונות, ציורים 4 – 6, וחלקן פאזות מופרדות, ציור 7. רואים בברור כי חלק מהפזות הן כדוריות, מבחינים בהם הן בפאזות המופרדות והן באגלומרטים. האנליזה הכימית הנקודתית של הכדורים מראה כי הם מורכבים בעיקר מ Al ו Si, ספקטרום של אחד הכדורים ניתן בציור 8. יש שינויים ביחס Al/Si בכדורים השונים ולפעמים חלק מהכדורים מכילים כמויות משמעותיות של סידן (Ca). מבחינה מבנית כמעט כל הכדורים הם אמורפים. לעומתם קיימות פאזות בעלות צורה גבישית כמו הגביש המסומן ב (א) בציור 6. זהו גביש של quartz, כפי שנתן לראות בספקטרום שלו (ציור 9). Si הוא המרכיב היחיד.

ציור 10 הוא מיפוי כימי של קבוצת פאזות בודדות, SE (Secondary electrons) היא תמונה המבוססת על אלקטרונים משניים, זוהי תמונת SEM רגילה המראה את המורפולוגיה, BSE (Back-scattered electrons) היא תמונה המבוססת על האלקטרונים המפוזרים, שהם פונקציה של המשקל הסגולי, $\text{AlK}\alpha$, $\text{SiK}\alpha$, $\text{CaK}\alpha$ ו $\text{FeK}\alpha$, הם ספקטרומים של קרני x של אותם יסודות. רואים שאין הבדלים בולטים במשקל הסגולי של הפאזות של אפר הפחם מלבד הפאזות הברזליות, שאותן רואים בברור ב $\text{FeK}\alpha$ (כנראה תחמוצות ברזל). הספקטרום של $\text{CaK}\alpha$ מראה כי מלבד שני חלקיקים (כנראה calcite) שאר ה Ca נמצא בתרקות עם Al ו Si. הספקטרומים של $\text{AlK}\alpha$ ו $\text{SiK}\alpha$ מראים שהם (במגם הזה) תמיד בתרכובת.

סיכום: כמות ה quartz בפרקציה הרלוונטית מבחינה בריאותית (קטן 10 מיקרון) קטנה 5% (ראה תוצאות קרני x – x). פרקציה זו מהווה רק 1.7% מהאפר, לכן ה quartz (הקטן מ 10 מיקרון) הוא 0.085 אחוז מכלל האפר. בנוסף quartz אינו מופיע בצורת סיבים, הוא מופיע בצורה אי-רגולרית או בצורה מגובשת. לכן אין סיכון בריאותי מ quartz באפר תחתית גס.

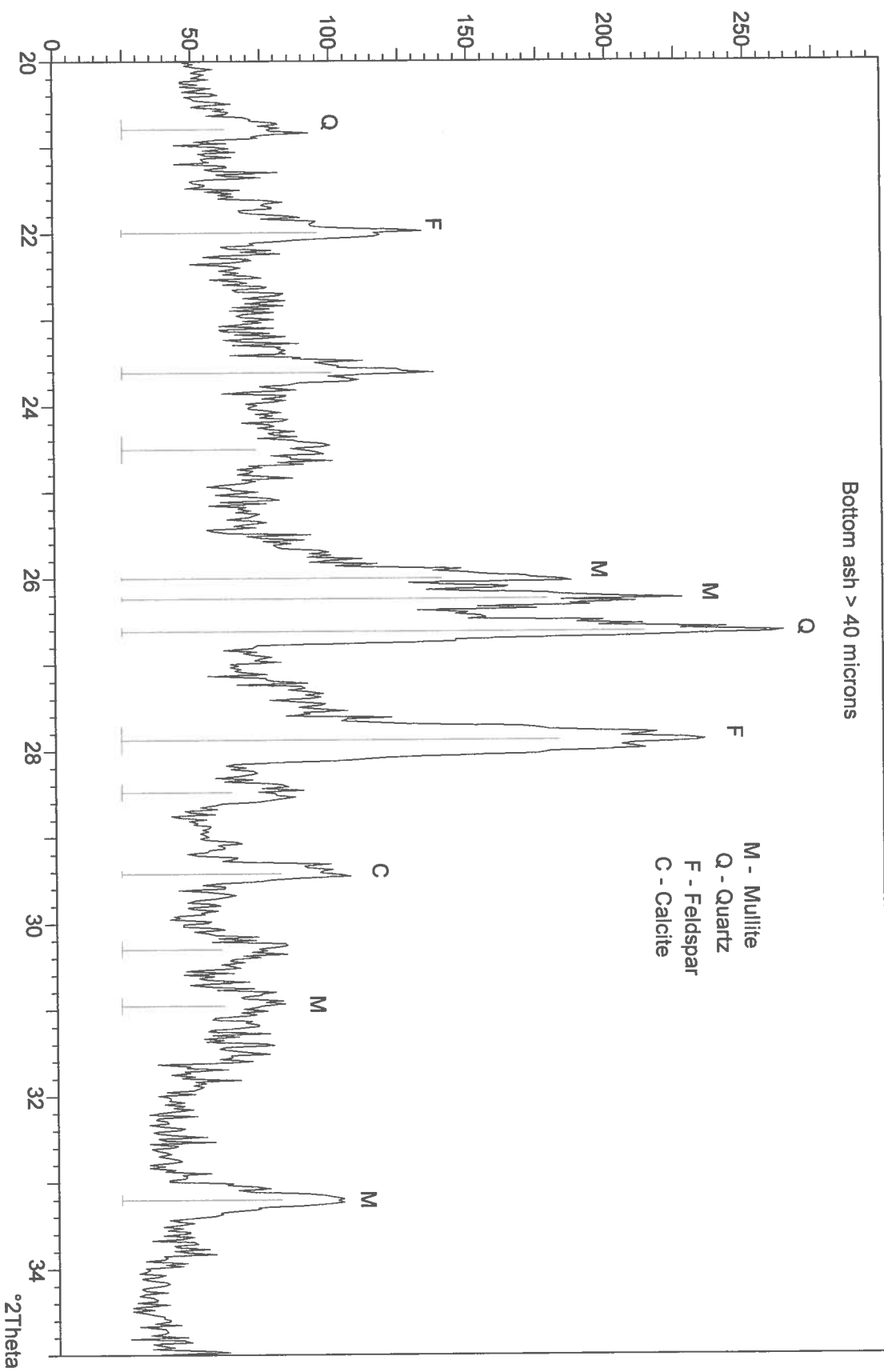
ד"ר יעקב נתן

counts/s

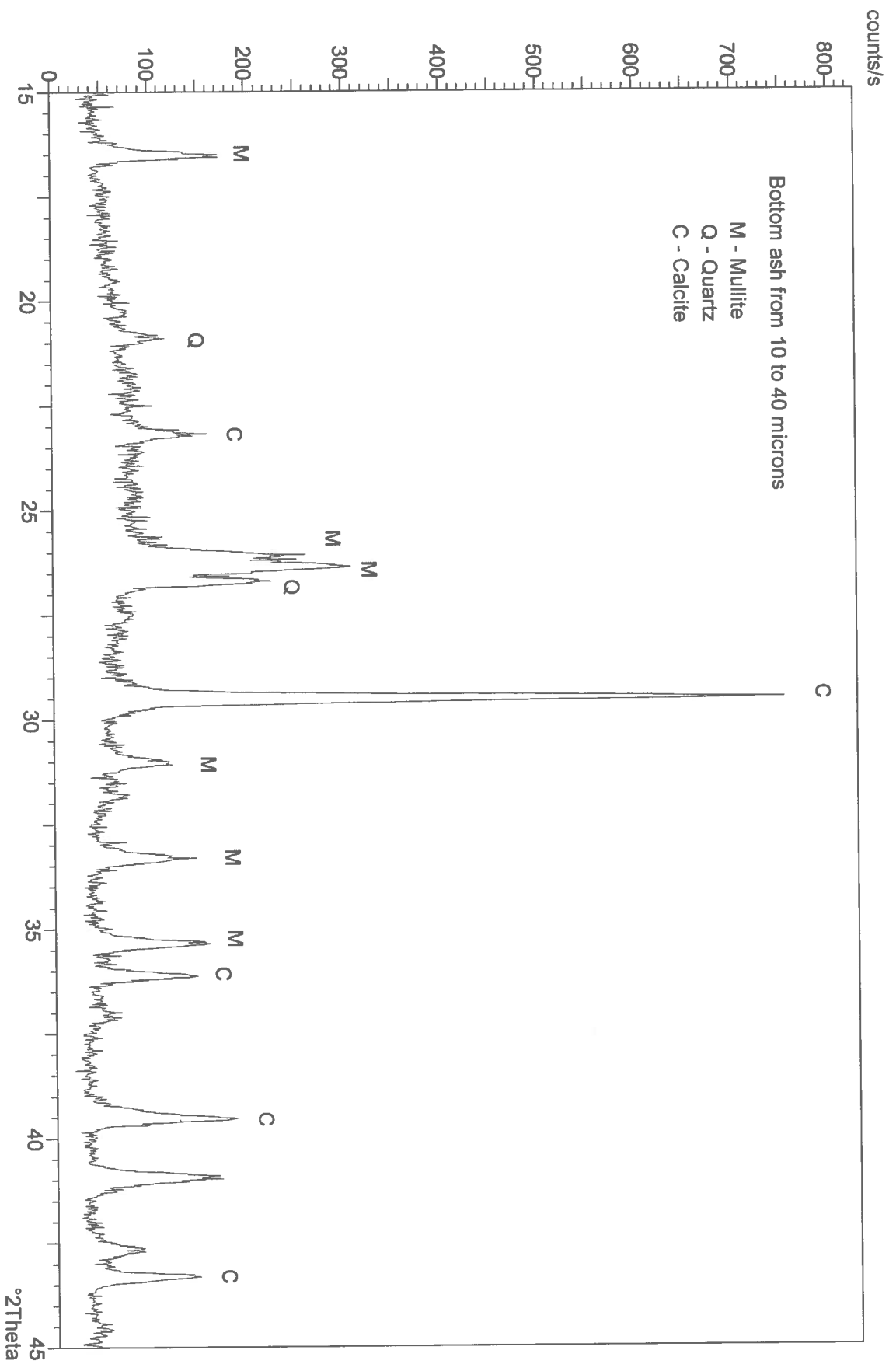


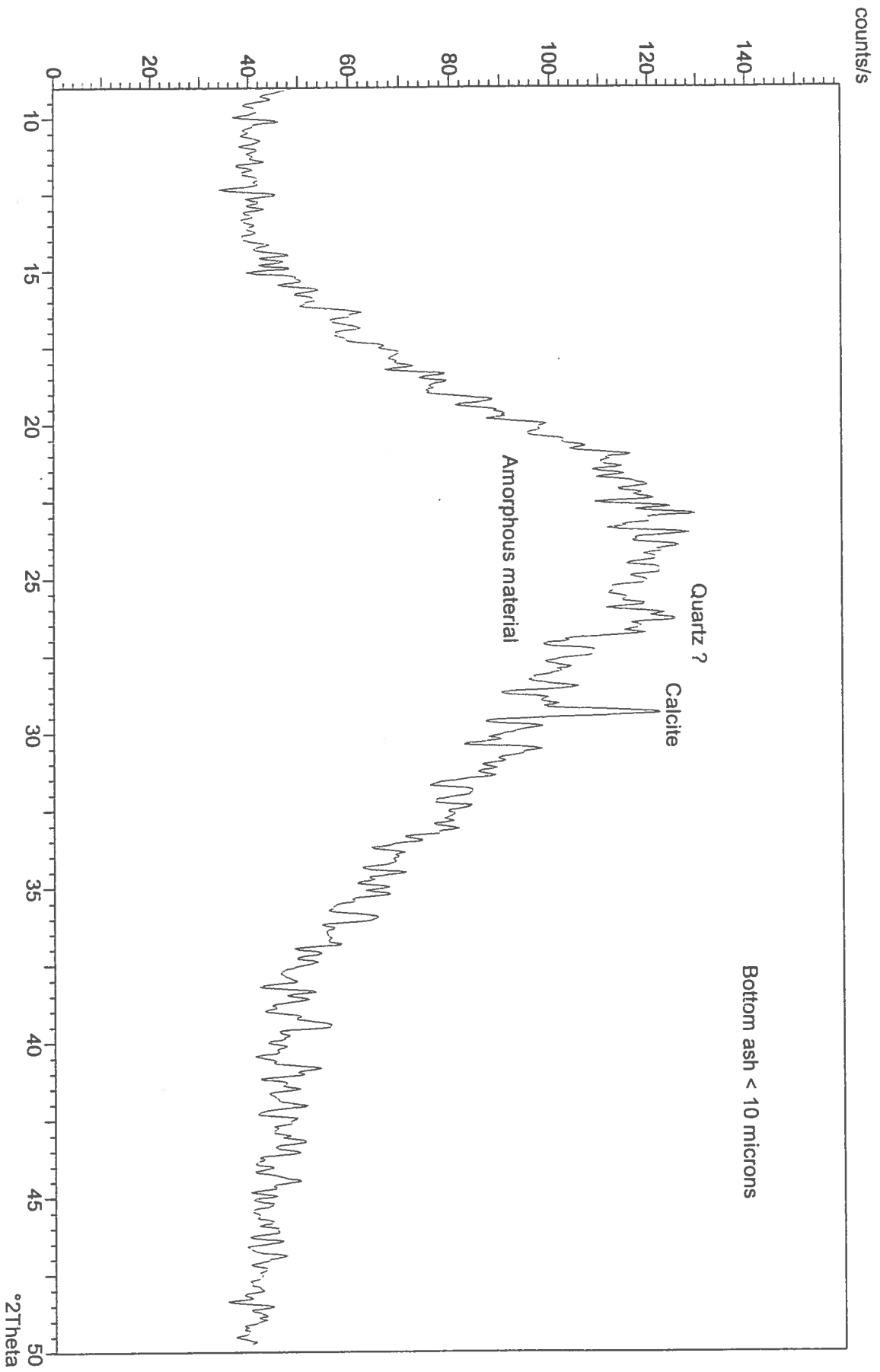
1 113

counts/s



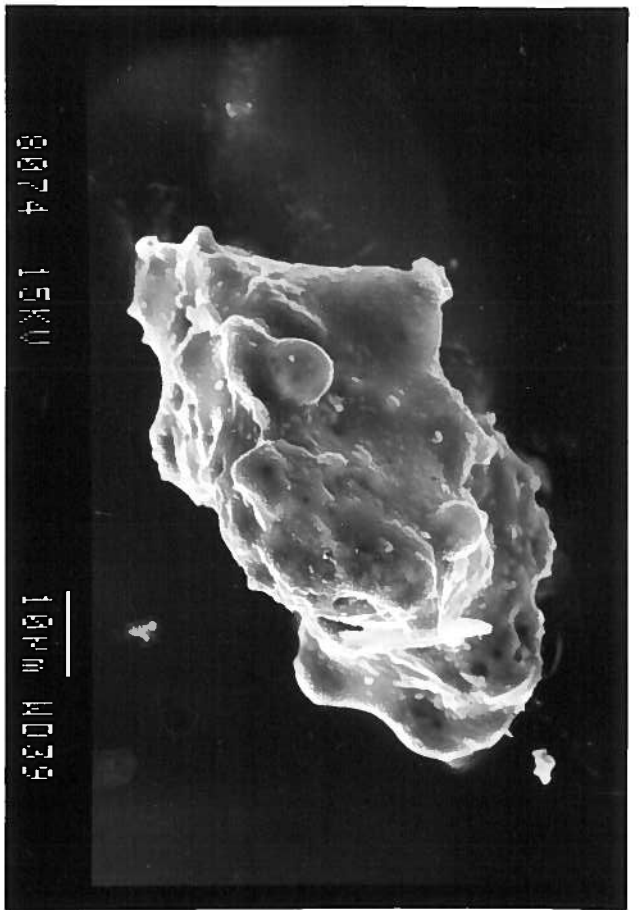
ic 1 113





Bottom ash < 10 microns

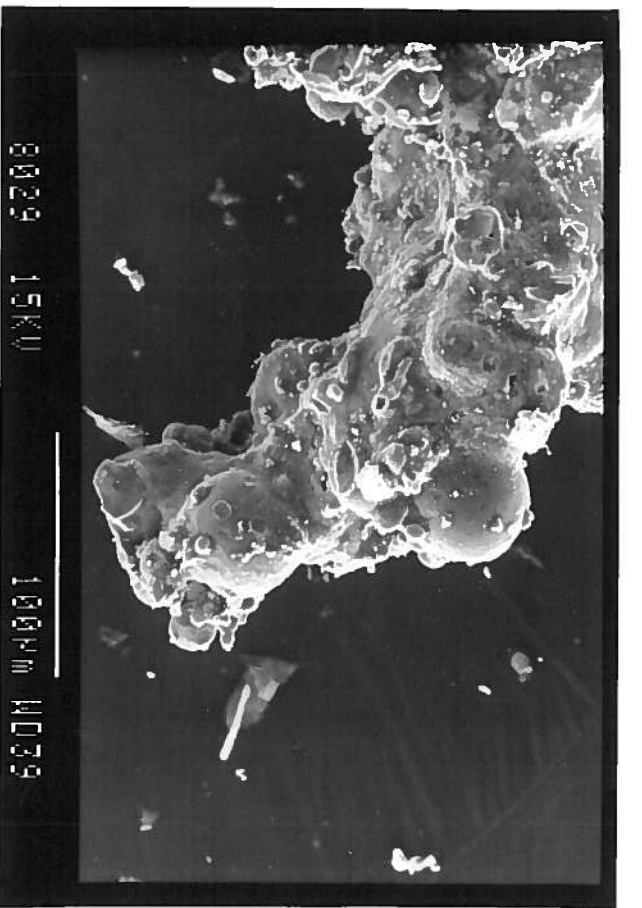
3 113



8074 15KV

100µm WD39

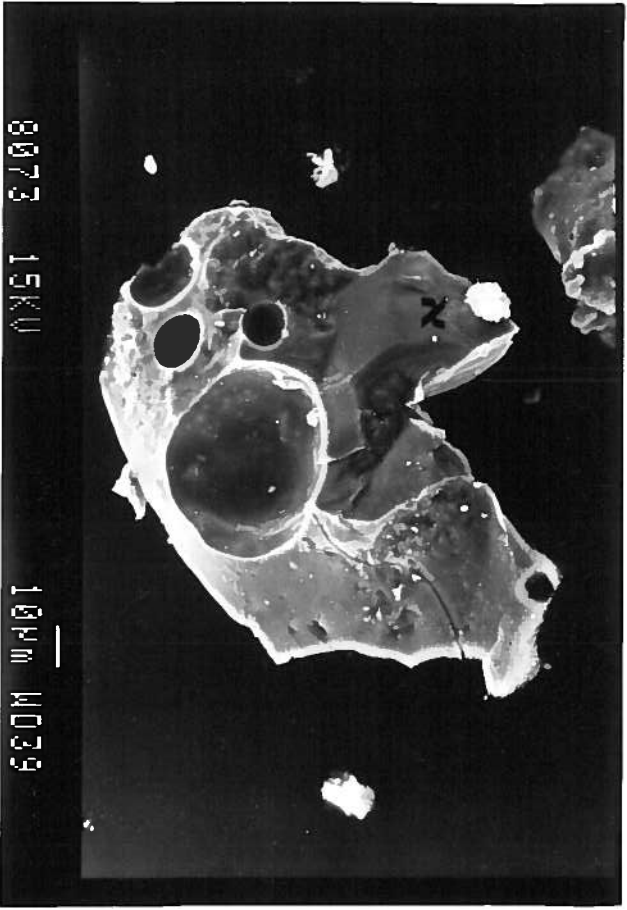
4 213



8029 15KV

100µm WD39

5 213



8073 15KV

100µm WD39

6 213



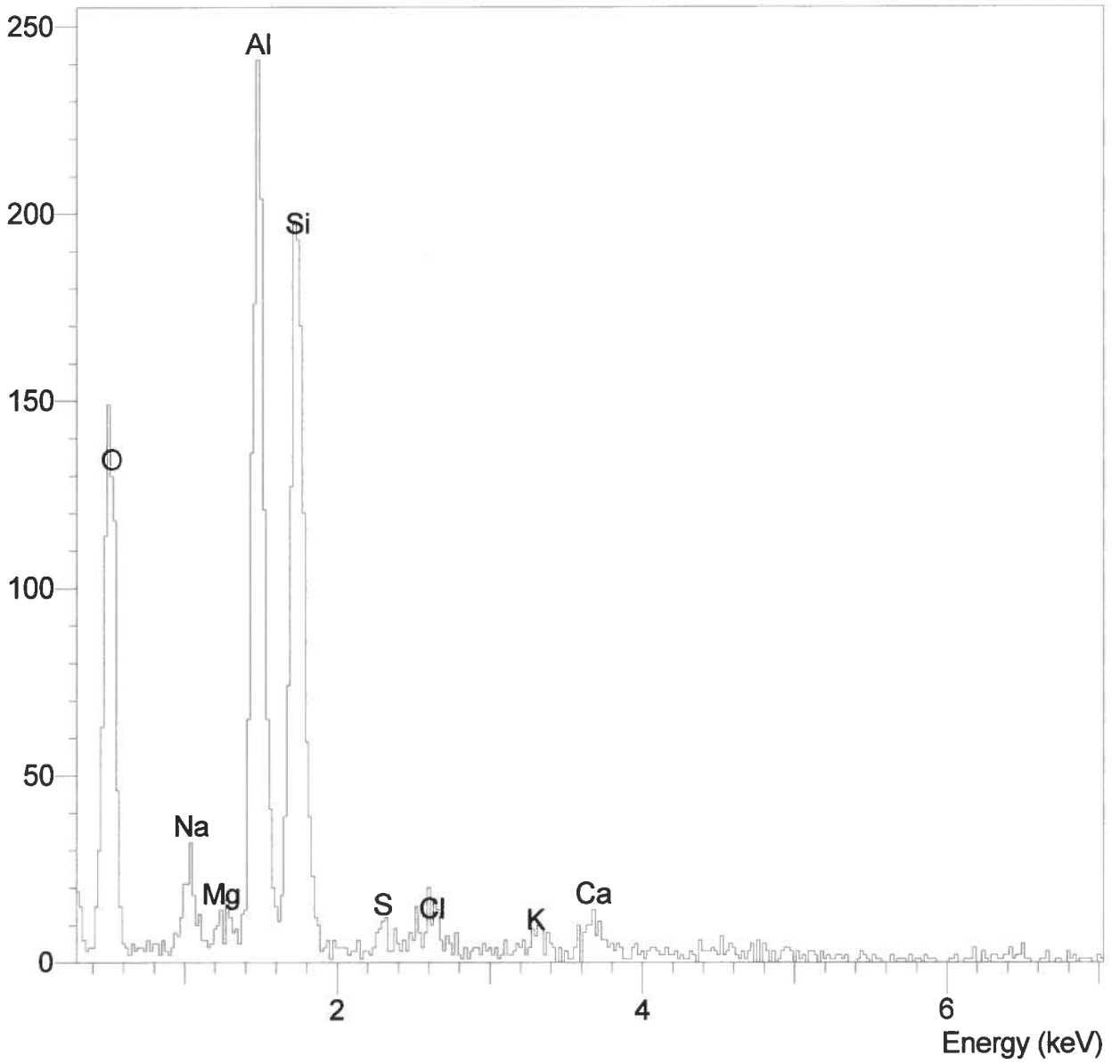
8031 15KV

100µm WD39

7 213

Operator : MICHAEL DVORACHEK
Client : GSI
Job : 20 KV standards
(03/07/02 12:08)

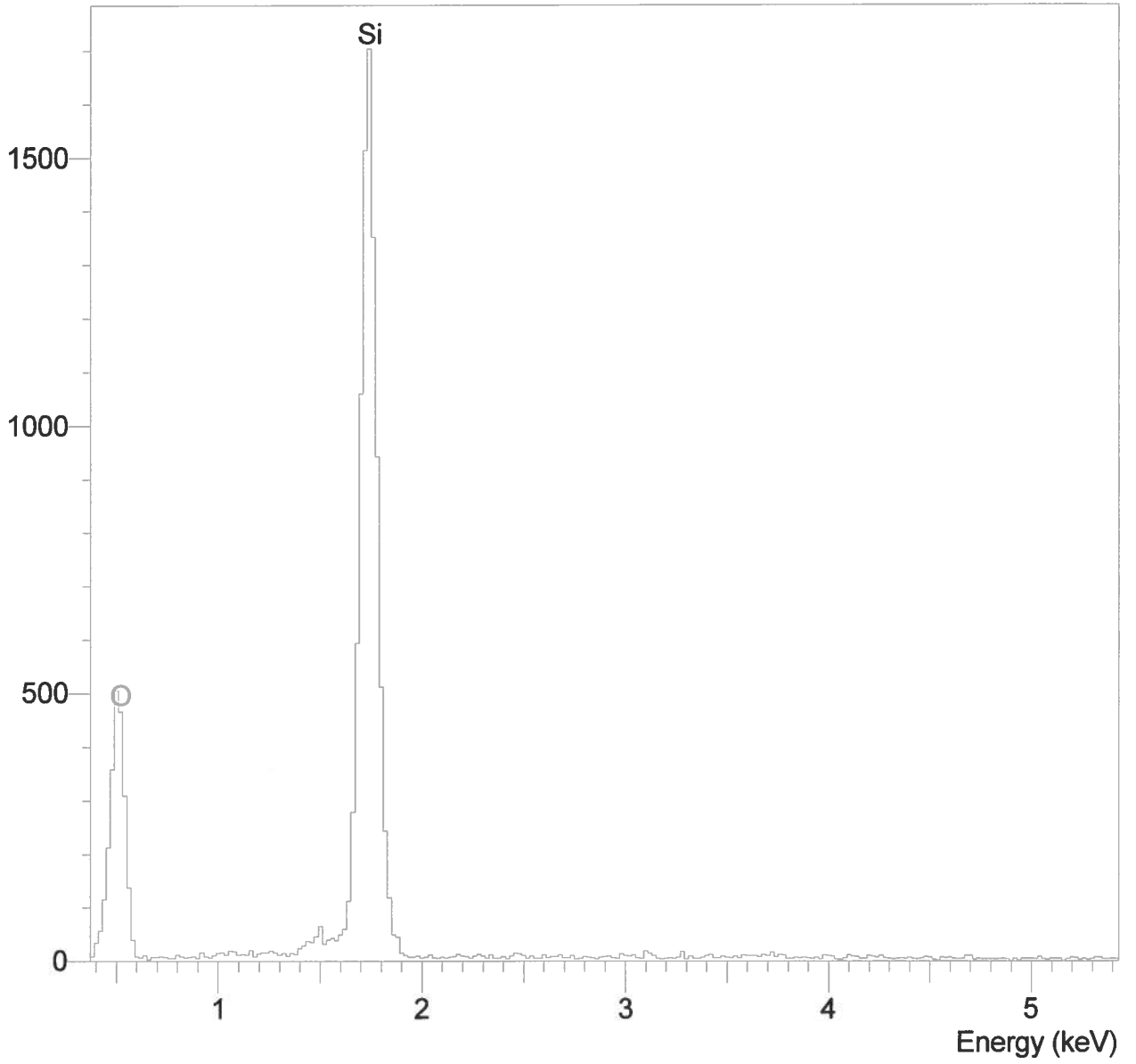
Counts



8 713

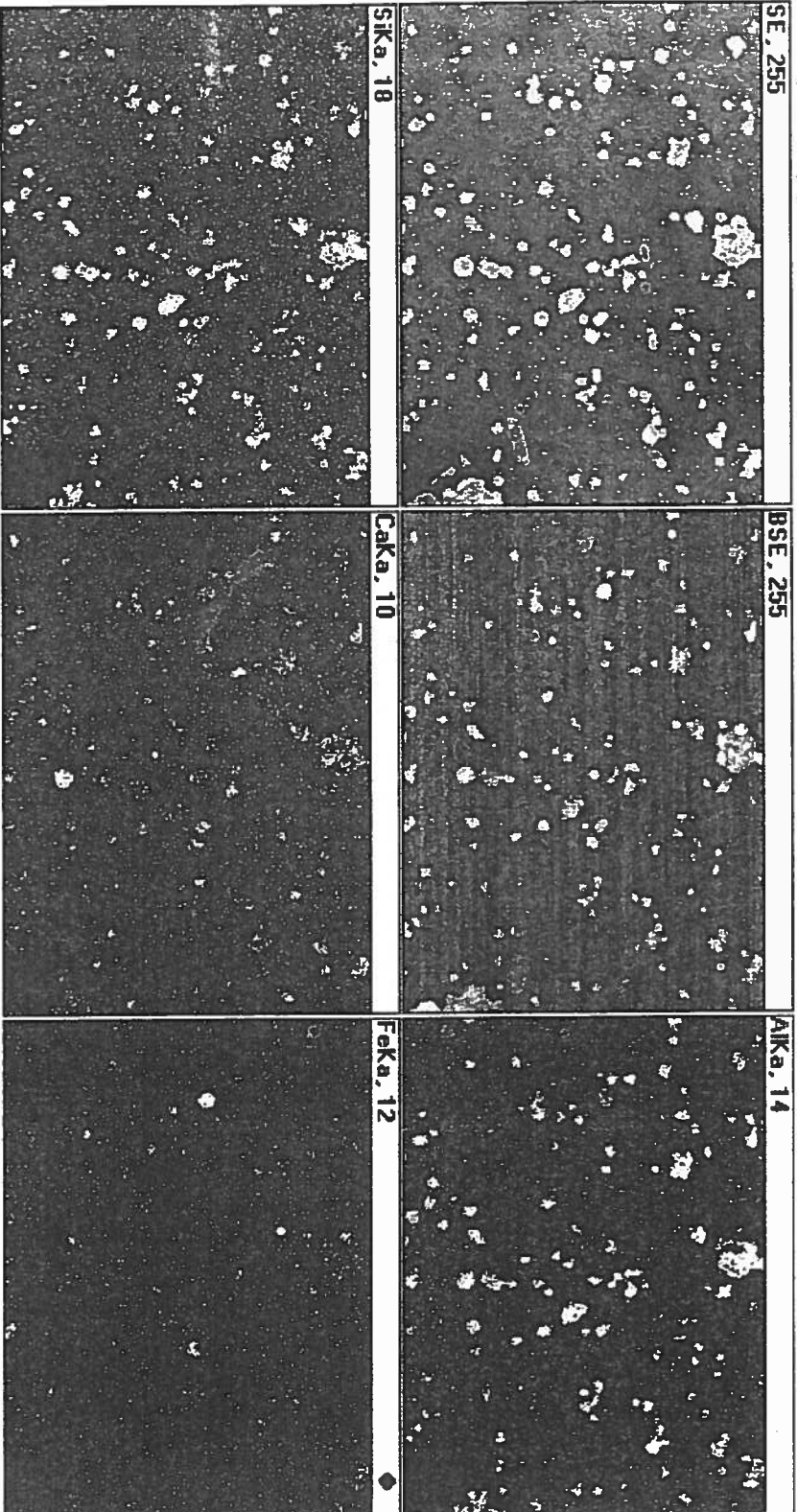
Operator : MICHAEL DVORACHEK
Client : GSI
Job : 20 KV standards
(03/07/02 11:27)

Counts



g 213

Operator: MICHAEL DVORACHEK
Client: GSI
Job: 20 KV standards
Label: (untitled) (3 Jul 02 10:34:42)



10 21.3

