



Norges geologiske undersøkelse

Leiv Eirikssons vei 39, Postboks 3006, 7001 Trondheim - Tlf. (07) 92 16 11
Oslokontor, Drammensveien 230, Oslo 2 - Tlf. (02) 55 31 65

Rapport nr. 85.159		ISSN 0800-3416		Åpen/Forfattet	
Tittel: MIKROSONDE UNDERSØKELSER AV RADIOAKTIV ALBITTFELS FRA BIGGEJAVRI, KAUTOKEINO					
Forfatter: Svein Olerud			Oppdragsgiver: Folldal Verk og NGU		
Fylke: Finnmark			Kommune: Kautokeino		
Kartbladnavn (M. 1:250 000) Nordreisa			Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000) 1933 IV Masi		
Forekomstens navn og koordinater: Biggejavri UTM 958 963			Sidetall: 19		Pris: kr. 130.00
Feltarbeid utført:		Rapportdato: 24/10 - 1985	Prosjektnr.: 1886		Prosjektleder: S. Olerud
Sammendrag: Biggejavriforekomsten i Kautokeino består av radioaktiv albittfels som ligger i basiske vulkanske bergarter i Kautokeino grønnsteinbelte. 6 prøver av radioaktiv albittfels er undersøkt med mikrosonde på IKU i Trondheim. Denne bergarten består av albitt (> 90 %), daviditt, kalkspat, muskovitt, kromitt, rutil og mindre mengder av calkingsitt, monasitt, orthitt, coffinit, uranophan, branneritt, thortveititt og forskjellige sulfidmineraler. Det er gjort kvantitative analyser på davidittkorn og endel andre mineraler. Analyseresultater fra bergart og tungmineralkonsentratprøver presenteres. Bergarten har et høyt innhold av scandium, sjeldne jordarter og uran som gjør den økonomisk interessant.					
Emneord :		Sjeldne jordarter		Mikrosondeundersøkelser	
		Scandium		Malmgeologi	

Hydrogeologiske rapporter kan lånes eller kjøpes fra Oslokontoret, mens de øvrige rapportene kan lånes eller kjøpes fra NGU, Trondheim.

MIKROSONDE UNDERSØKELSER AV RADIOAKTIV ALBITTFELS FRA BIGGEJAVRI

INNLEDNING

Ved helikoptermålinger utført av NGU for Folldal Verk ble det i 1983 funnet en radioaktiv bergart ved Biggejavri (UTM 958963, kartblad 1933 IV). Området ligger i Kautokeino områdets vulkano-sedimentære bergarter. Det aktuelle området ligger stratigrafisk nær toppen av Suoluvuobmi formasjonen som hovedsaklig består av basiske vulkanitter (Solli 1985). Den radioaktive bergarten er middels til finkornet og består av mer enn 90% albitt. Bergarten har en lys grå farge og har uregelmessige bånd og flammelignende linser av finkornige (<0.1mm) metalliske mineraler (kromitt og/eller rutil). Disse bånd og linser er 1-15mm tykke og gir bergarten et foliert utseende. Denne båndingen av kromitt og/eller rutil er parallell båndingen i amfibolitten som er sidestein til den radioaktive albittfelsen. Mineralet daviditt er synlig som 1-3mm store korn eller aggregater av oksydmineraler. Detaljert og regional geologisk kartlegging tyder på at hovedfasen av radioaktiv albittfels ble avsatt som et lag før hoved-deformasjonen. De over og underliggende amfibolittene har både massiv lava og pyroklastiske teksturer. En fase av en noe svakere radioaktiv albittfels forekommer som post tektoniske ganger. Både albittfelsen og amfibolitten har endel sene årer av karbonater. Folldal Verk har bergrettighetene til forekomsten og undersøkelsene av den har vært et samarbeid mellom Folldal Verk og NGU.

Denne rapporten refererer resultatene fra mikrosonde undersøkelsene som undertegnede, Tony Boassen, IKU og delvis Michael Krause, Folldal Verk gjorde for Folldal Verks regning. Det er i rapporten i tillegg referert endel resultater fra undersøkelser som ble gjort tidligere. Resultatene som presenteres er stort sett ubearbeidede resultater, der det er lagt vekt på å identifisere de forskjellige mineralfasene samt å undersøke scandium fordelingen i bergarten. En mer inngående mineralogisk beskrivelse og tolkning av dataene vil bli presentert senere.

Som appendiks, tabell 2 og 3 er det tatt med bergartsanalyser utført med XRF av den radioaktive albittfelsen samt aktiveringsanalyser av et tungmineralkonsentrat fra bergarten.

MINERALOGI

I januar 1985 ble seks prøver fra Biggejavri forekomsten undersøkt med mikrosonde på IKU. Fire polerte tynnslip fra borhull BIGJ 04-83 ved 6,50m, 7,30m, 16,30m og 22,50m. Prøvene er heretter kalt henholdsvis prøve 1-4. I tillegg er prøvene 901A og 902C, som er løsblokker analysert. Endel analyser som er gjort tidligere på disse to prøvene refereres her. Bergarten som mineraliseringen sitter i består av minst 90% albitt med mindre mengder av muskovitt, kalkspat og kvarts. I undersøkelsen er det lagt vekt på å identifisere de tyngre mineralfaser.

Identifiserte mineraler er:

Prøve 1: Daviditt, svovelkis, rutil, sinkblende, monasitt
blyglans branneritt, zirkon, uranophan, orthitt
og et Ce,La,Nd,Fe-mineral.

Prøve 2: Daviditt, kromitt, uranophan, coffinit, blyglans,
svovelkis og calkinit.

Prøve 3: Daviditt, kromitt, coffinit, branneritt, blyglans,
calkinit, Cr-rik kloritt, thortveititt,
rutil og svovelkis

Prøve 4: Daviditt, calkinit, blyglans, svovelkis,
coffinit og branneritt.

DAVIDITT

Mineralet er identifisert ved analyse på mikrosonde, da vanlig pålysmikroskopering vanskelig kan skille dette mineralet fra andre oksyder. Røntgendiffraktometer opptak gir endel linjer som stemmer med daviditt (Gatehouse et al. 1979), men bare seks linjer er imidlertid klart definerbare. Dette tyder på at mineralet er metamikt. Kvantitative mikrosonde undersøkelser av mineralet er gjort i punkter, se fig.1, prøve 902C, presentert i tabell 1:

Tabell 1.

Nr	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	Y ₂ O ₃	Sc ₂ O ₃	TiO ₂	V ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	UO ₂	Ce ₂ O	Sum
11	1.44	2.29	8.92	1.55	2.05	0.68	50.05	4.65	8.12	6.74	2.51		89.00
12	8.76	10.45	23.26	0.37	0.00	0.21	9.20	1.58	17.32	5.46	1.56		78.17
13	12.67	15.14	26.46	0.21	0.00	0.08	1.37	1.28	21.63	5.41	0.00		84.25
22	0.08	0.67	1.75	0.65	0.36	0.53	60.37	5.94	12.14	8.25	2.13	0.7	93.57
23	0.38	0.64	1.98	0.69	0.56	0.48	62.47	5.28	11.33	7.27	2.85	0.7	94.63
24	0.30	0.52	1.20	0.62	0.16	0.55	64.64	4.52	10.77	7.05	3.29	0.6	94.22
25	0.52	1.62	11.07	2.89	0.68	0.35	46.16	3.91	9.42	8.21	2.27	1.5	88.60
26	0.26	1.18	11.70	3.85	0.87	0.37	47.21	3.54	7.31	7.64	3.27	1.6	88.80
27	0.70	0.59	3.38	2.02	0.64	0.50	43.73	8.93	8.28	6.76	22.42	1.0	98.95
28	0.40	0.61	1.65	0.50	0.29	0.60	57.06	6.47	12.31	11.07	1.08	0.8	92.84
29	0.01	0.60	1.92	1.40	0.16	0.41	52.72	4.90	11.64	10.18	1.14	1.0	86.08

Daviditt tilhører crichtonittgruppen som har generell formel AM₂1038 (Gatehouse et al. 1979), der A er store kationer av REE, U, Ca, Y, Sr, Th, Pb og M er små kationer av Ti, Fe, Mg, Cr, Al, Sc. Den undersøkte daviditt er en tidligere ubeskrevet variant med høyt Cr og V innhold. Kjemisk ligner den på et mineral beskrevet av Mathiesen (1969) fra Bidjovagge som senere er identifisert som Cr og V rik variant av daviditt.

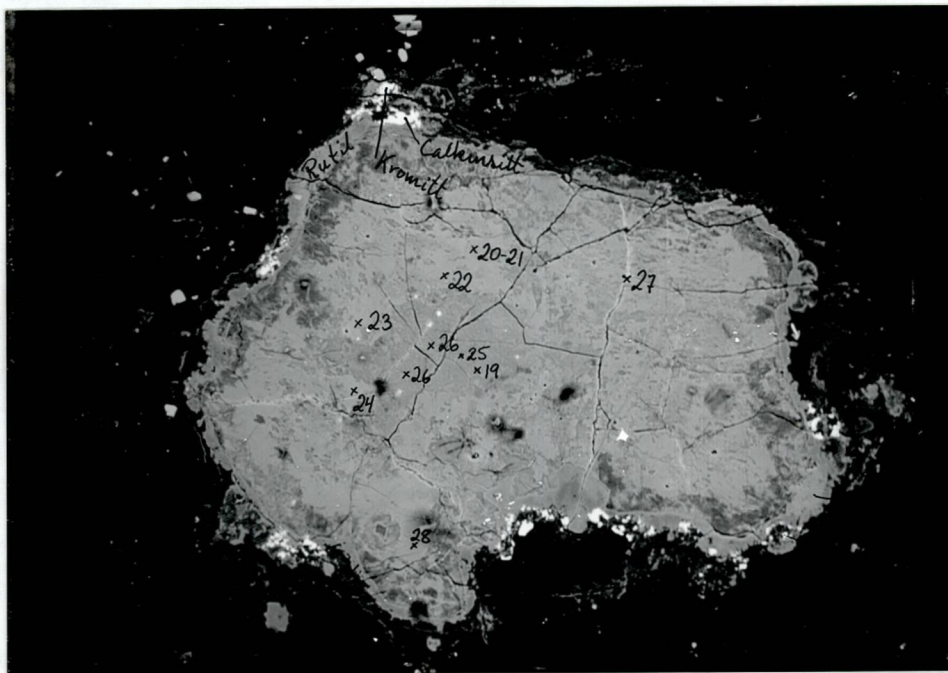


Fig.1.

Av elektronbildet, fig.1, sees at mineralet er svært inhomogent i sammensetning. Det er utført punktanalyser i de forskjellige partier og dette viser at de mørkeste partiene har høyest innhold av lette elementer som Si, Ca, Al (analysepunkt 25-26), mens Ti, V og Fe er tilsvarende redusert. Analysepunktene 22, 23, 24 og 28 (tabell 1) er representative for de lyse fasene der innholdet av lette elementer er lavt, mens innholdet av TiO_2 (57-64%) V_2O_3 (4.5-6.5%) og Fe_2O_3 (10.7-12.3%) er høyt. Summen for disse analysene er 93-95% og det har ikke lyktes å finne ut hva resten er. Den mulige analysefeilen antas å være liten, da samme analyseprogram ble brukt for daviditt fra Bidjovagge som ga godt reproducerbare summer på nær 100%. Det antas derfor at de lyse fasene av mineralet inneholder 5-7% vann, mens de mørkere faser inneholder mer enn 10% vann. Sc_2O_3 innholdet er 0.35-0.60%, UO_2 2.13-3.29%.

De ytre delene av mineralet er sterkt omvandlet. De mørkeste partiene (fig.1) varierer raskt i kjemisk sammensetning. Punktanalysene 11, 12 og 13 (tabell 1) viser kjemisk sammensetning av de mørkeste partiene i randen, dette viser at det er helt forskjellige mineralfaser eller overganger mellom mineraler som er vanskelig å identifisere eller beskrive mikroskopisk eller kjemisk.

Daviditt har inneslutninger av en rekke mineraler: rutil, svovelkis, albitt, kromitt, blyglans, zirkon, thortveititt. I omvandlingshaloen opptrer rutil, calkinsitt, coffinitt, branneritt pluss de før omtalte vanskelig identifiserbare silikater, mm.

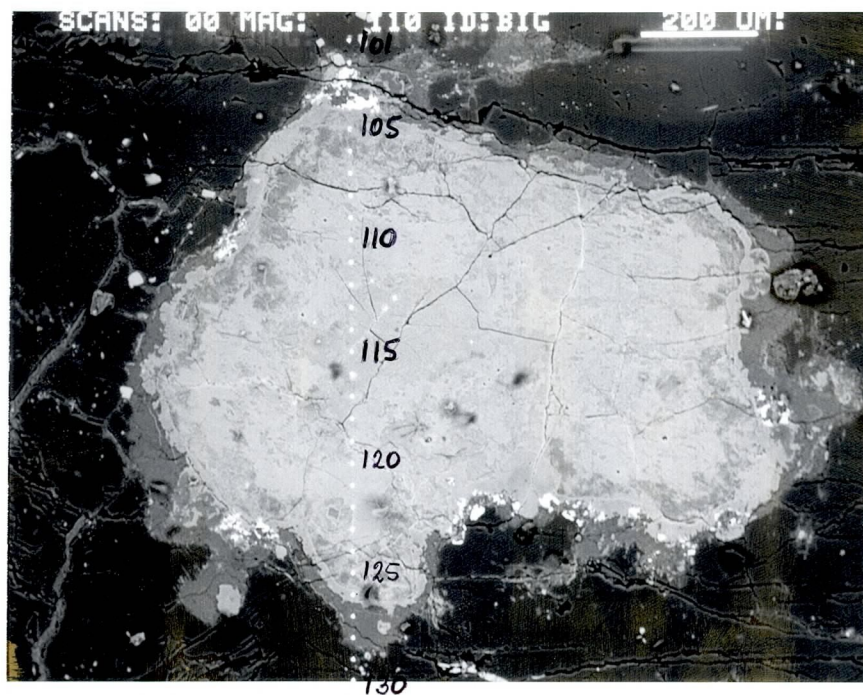


Fig.2 viser elektronbilde av samme davidittkorn som fig.1. Avmerket 30 analysepunkter i et profil tvers over krystallet.

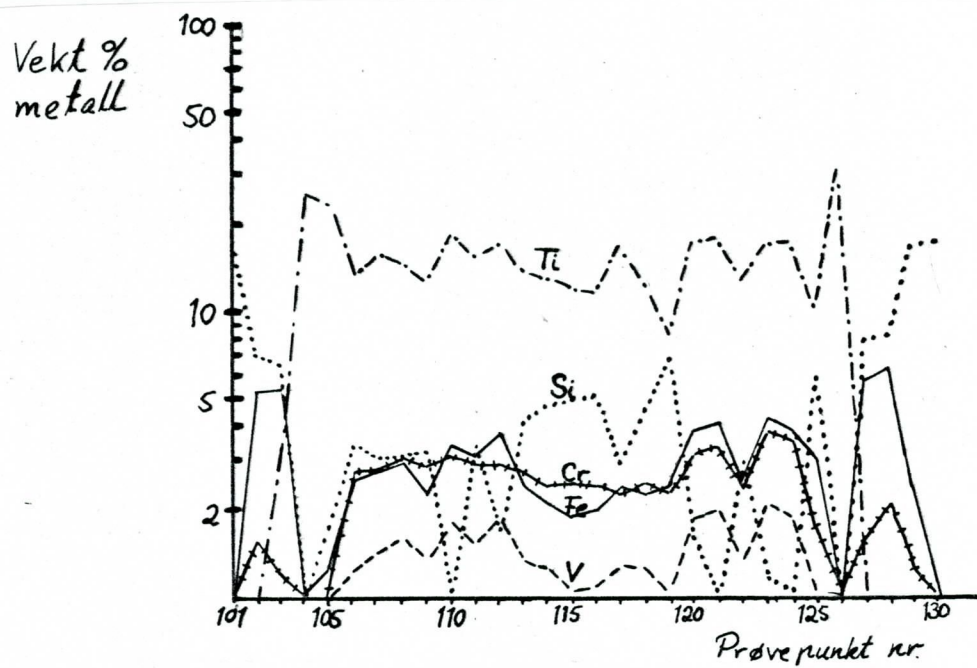


Fig.3. Elementvariasjoner i Cr, V, Fe, Si og Ti i det analysert profilet vist i fig.2.

Fig.3 viser elementvariasjonene i et profil tvers over daviditt kornet i fig.1. Analysene er gjort i punkter på en rett linje (fig.2) der punktavstanden er ca. 39 mikron, ialt 30 analyser er gjort i dette profilet. Analysene er gjort med energi dispersive spektrometre (EDS) som gir noe usikre absoluttverdier i forhold til de tidligere nevnte punktanalyser som er gjort med krystall spektrometre (WDS). Imidlertid antas de relative forhold mellom elementene, og variasjoner i hvert enkelt element å være riktig. Det er altså nivået som ved EDS kan ligge noe for lavt på grunn av overlapp fra nærliggende elementer i spekteret. Elementdiagrammet fig.X viser et profil fra albitt, gjennom omvandlingsprodukter og rutil i haloen samt de interne elementvariasjonene inne i daviditt krystallet.

Analysepunktene 101-130 viser følgende:

102-103, 127-129: Silikatrike omvandlingsprodukter i haloen, vanskelig identifiserbare mineralfaser.

104-105, 126: Rutil, forekommer som ei kappe rundt hele daviditt kornet.

106-112, 117-118, 120-124: Daviditt som viser de interne elementvariasjonene i relativt homogene partier av mineralet. Fe og V synes å variere i takt og omvendt proporsjonalt med Si Cr er relativt stabilt. Si og Ti synes i hele profilet å variere omvendt proporsjonalt med hverandre.

113-116, 119, 125: Daviditt. Et relativt "mørkt" område på elektronbildet. Området er anrikt i Si og ligger relativt lavt i V, Fe, Ti. Ti, Fe og V varierer i takt med hverandre og omvendt proporsjonalt med Si.

SCANDIUM FORDELINGEN I ALBITTFELSEN

Sc innholdet er undersøkt på alle identifiserte mineralfaser med røntgenbilde og semikvantitative Sc analyser. Resultatet er at det alt vesentlige av Sc er bundet til daviditt. Det er i tillegg påvist mindre mengder Sc i branneritt (ca. 0.6%) og rutil (ca. 0.3%) når mineralene forekommer som inneslutninger i daviditt, men ikke ellers. Sc mineralet thortveititt er påvist som inneslutning i daviditt.

Fig.4 og 5 viser røntgenbilde med Sc fordelingen i daviditt. Dette viser at Sc er jevnt fordelt i mineralet (den noe høyere konsentrasjon i høyre halvdel av bildet skyldes en sekundær effekt på grunn av skråstilte spekter analysatorer). Det sees at inneslutningen av sovelkis ikke inneholder Sc. De mørkeste partiene har lavt Sc innhold, mens de noe mørkere partier med rutil helt ut mot kanten har noe Sc, men innholdet er betydelig lavere enn inne i selve daviditten.

Fig.6 og 7 viser samme fenomenet; jevn fordeling av Sc i daviditt mens de mørke inneslutningene av lettere mineraler har et lavt innhold. Det lyse kornet i nedre halvdel er branneritt, som inneholder ca. 0.6% Sc.

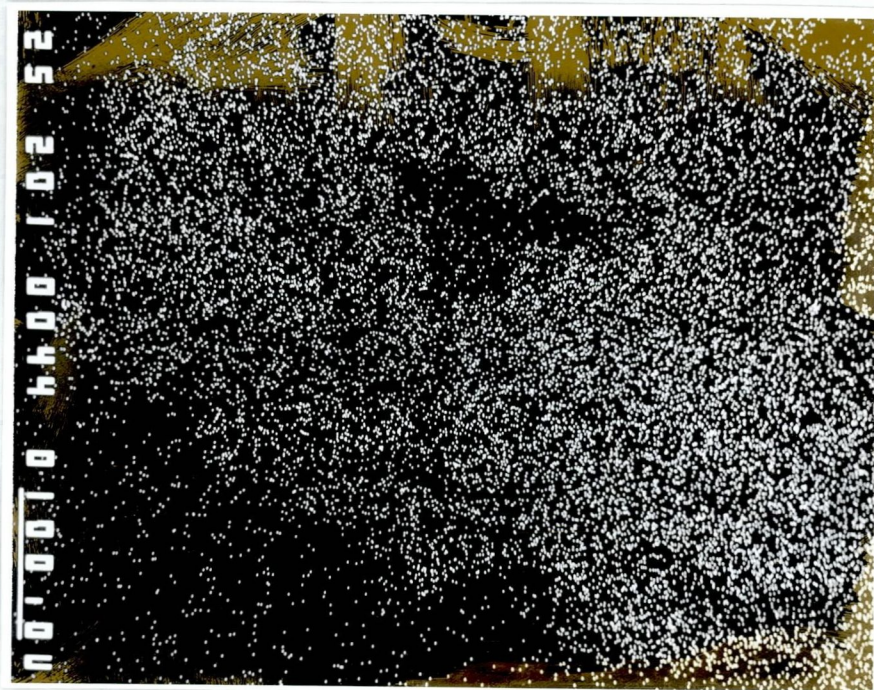


Fig.4

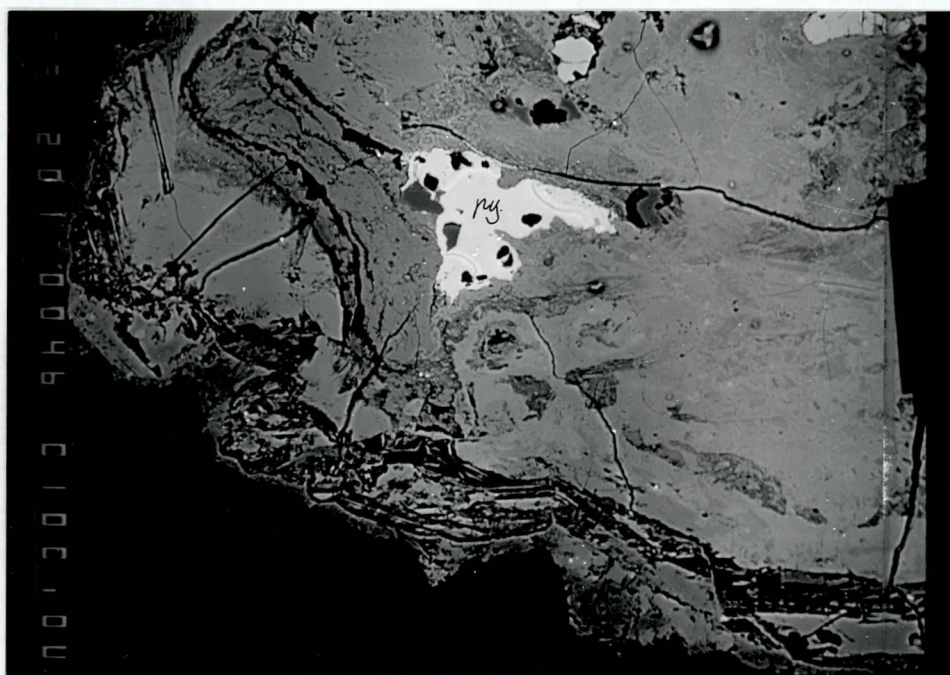


Fig.5.

Fig.4 viser røntgenbilde av samme området som elektronbildet i fig.5.
Fig.4 viser Sc fordelingen i daviditt. Lys inneslutning på
Fig.5 er svovelkis.

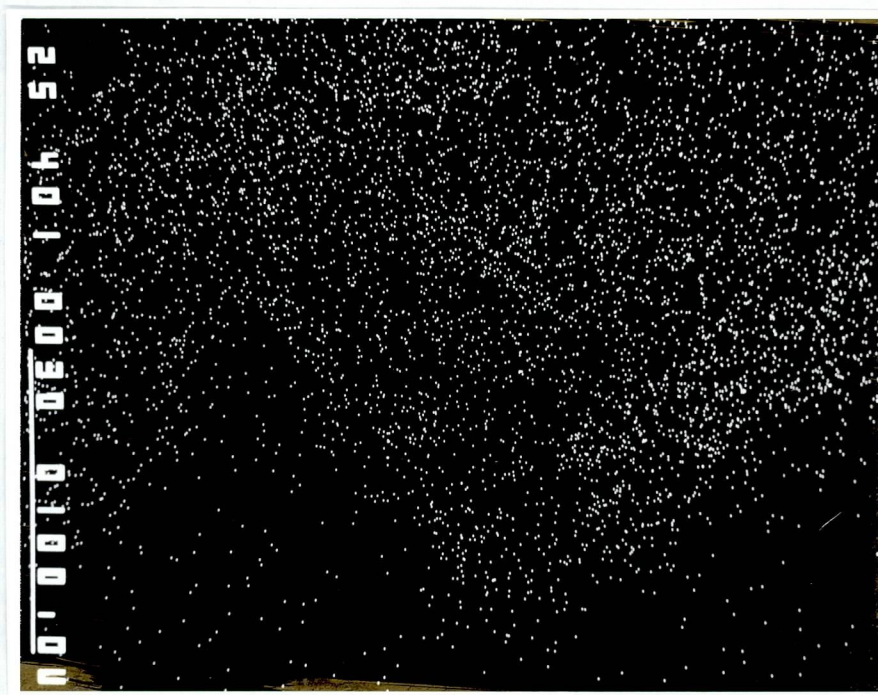


Fig.6.

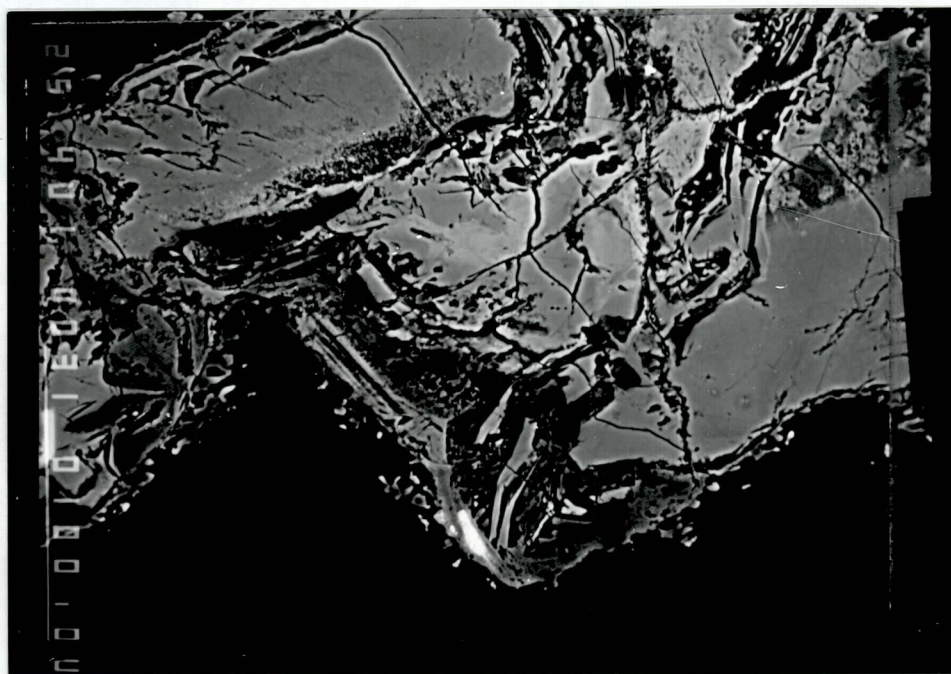


Fig.7

Fig.6 er et røntgenbilde som viser Sc fordelingen i det samme området som elektronbildet på fig.7. Det lyse kornet i nedre halvdel er branneritt som inneholder 0.6% Sc.

THORTVEITITT $(\text{Sc,Y})_2(\text{Si}_2\text{O}_7)$

I prøve 3 ble det funnet 3 inneslutninger av thortveititt som inneslutninger i daviditt.

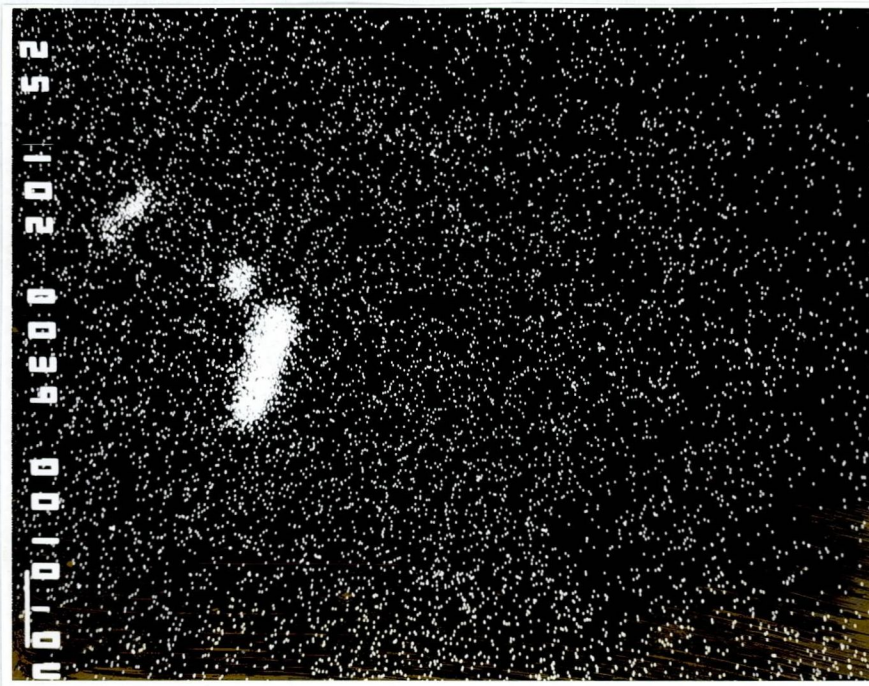


Fig.8.

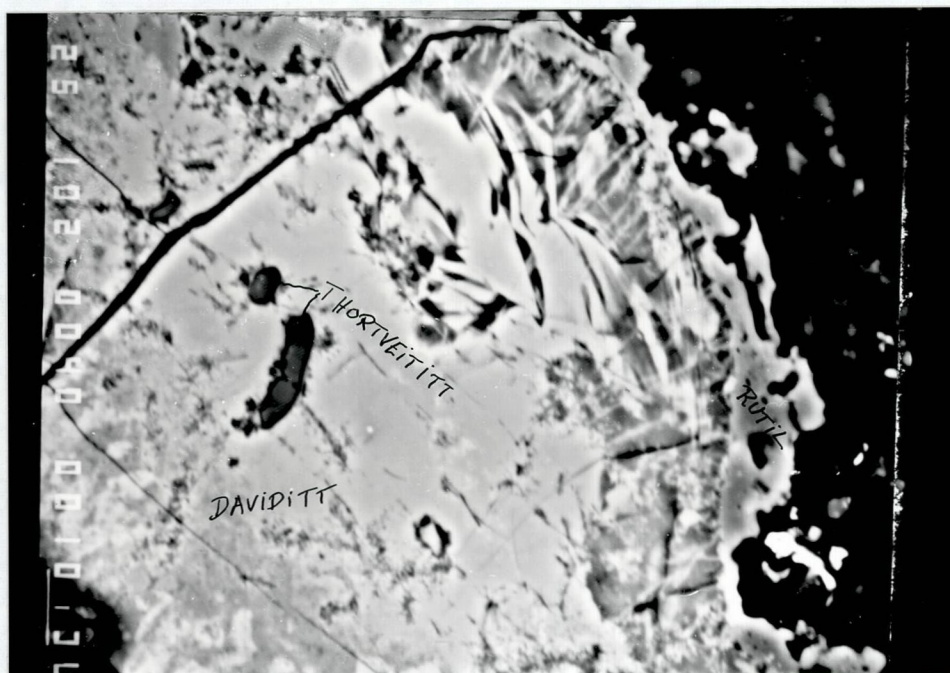


Fig.9.

Fig.8 og 9 viser henholdsvis røntgenbilde av Sc fordelingen i daviditt med inneslutning av thortveitt og elektronbilde av samme område.

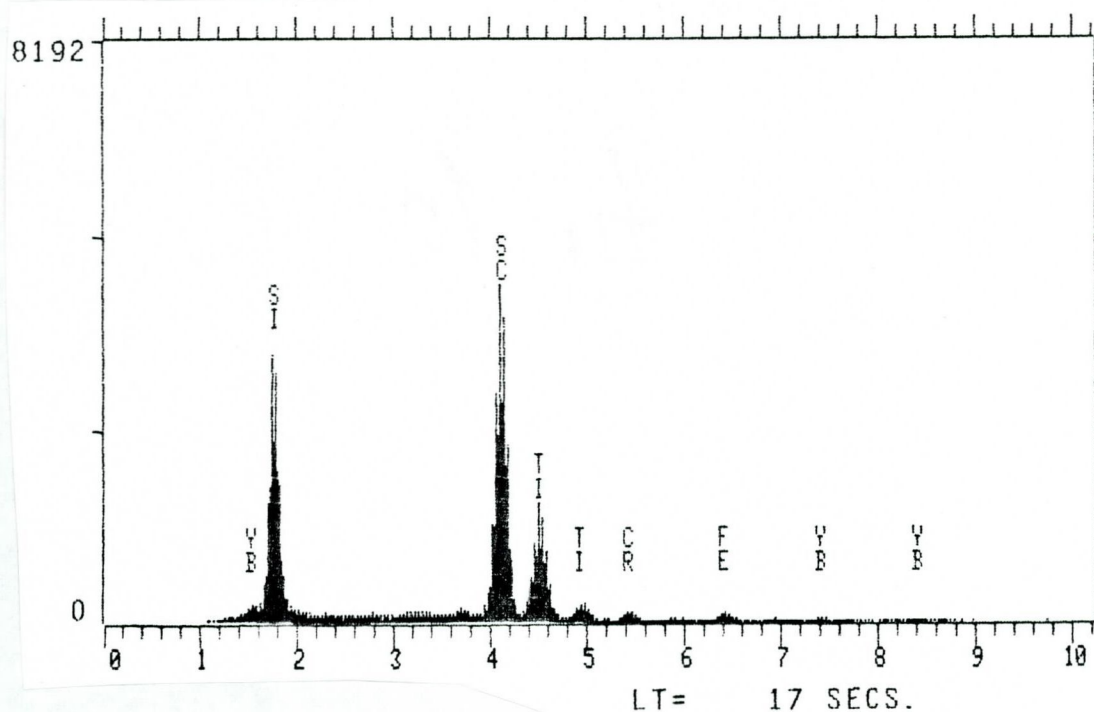


Fig.10. Røntgenspekteropptak av mineralet bekrefter elementene Sc og Si og mindre mengder Ti, Yb, Cr, Fe. Ti, Cr og Fe skyldes sannsynligvis innflytelse fra den omliggende daviditt, på grunn av liten kornstørrelse på thortveititt (ca. 10mikron). Yb er viktigste sjeldne jordartselement i denne thortveititt, mens Y vanligvis er det viktigste.

COFFINITT $USiO_4$

Mineralet er påvist som impregnasjon i albittfelsen, men opptrer som oftest i sammen med andre uranholdige mineraler eller sulfider.

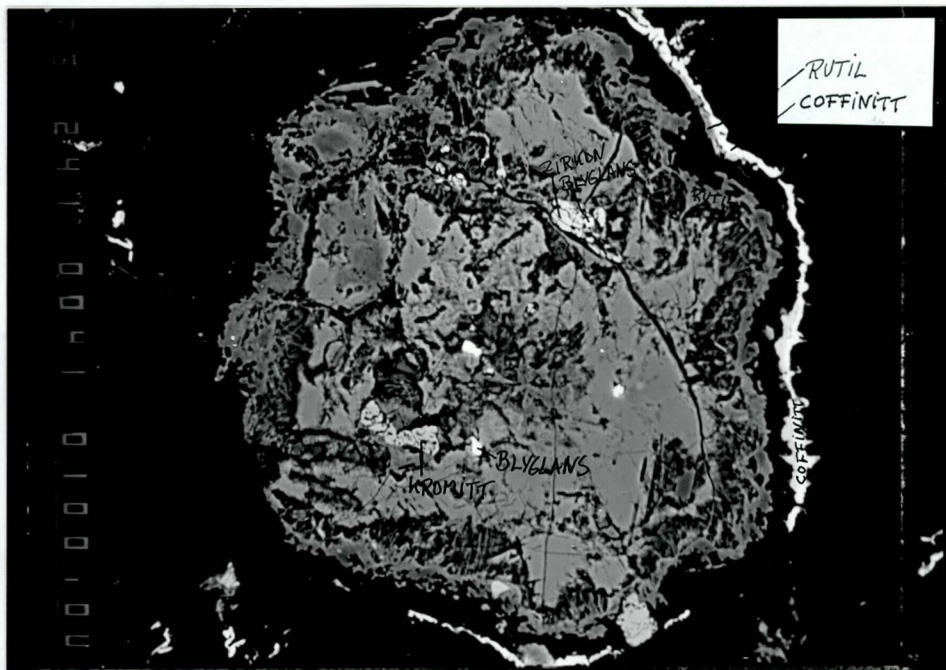


Fig.11 viser coffinit som et skall rundt daviditt.



Fig.12 viser coffinit med inneslutning av svovelkis og en vel utviklet kolloform tekstur.

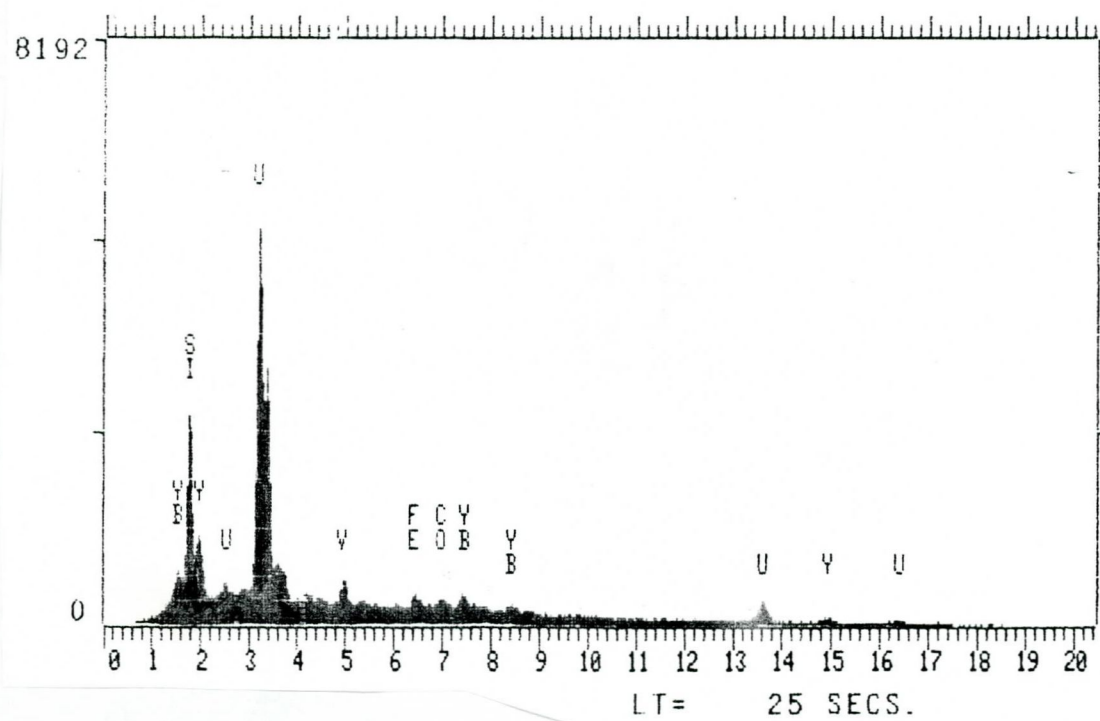


Fig.13. Spekteropptak viser elementinnholdet U, Si, Y, Yb, V, Fe og Co i coffinit.

URANOPHAN $\text{CaH}_2(\text{UO}_2\text{SiO}_4)_{25}\text{H}_2\text{O}$

Mineralet finnes som et tynt belegg på korngrenser.

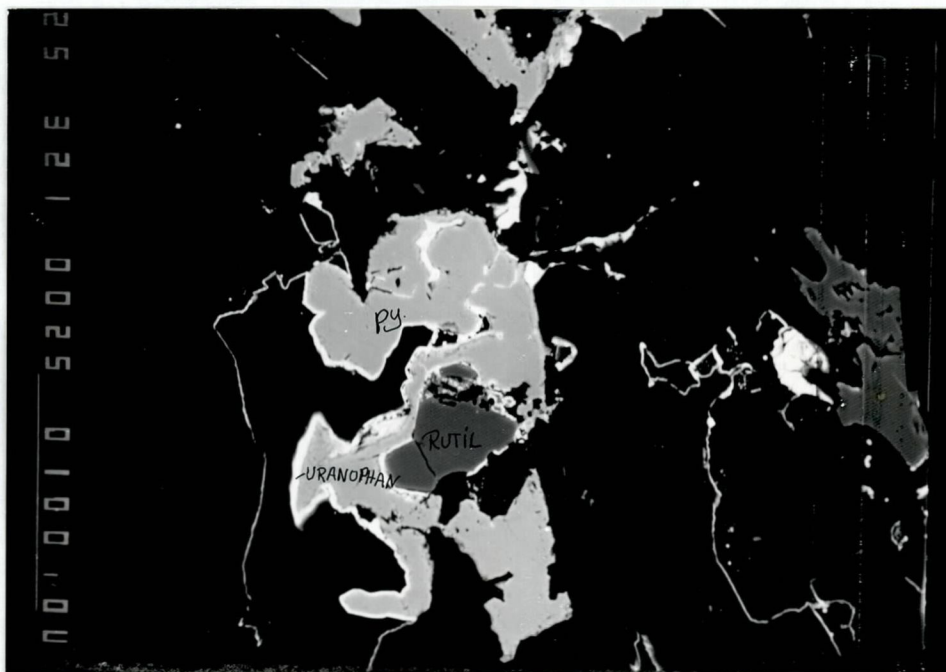


Fig. 14 viser uranophan (lyseste fase) som belegg på svovelkis (nest lyseste fase) og rutil korn (grå fase inne i svovelkisen).

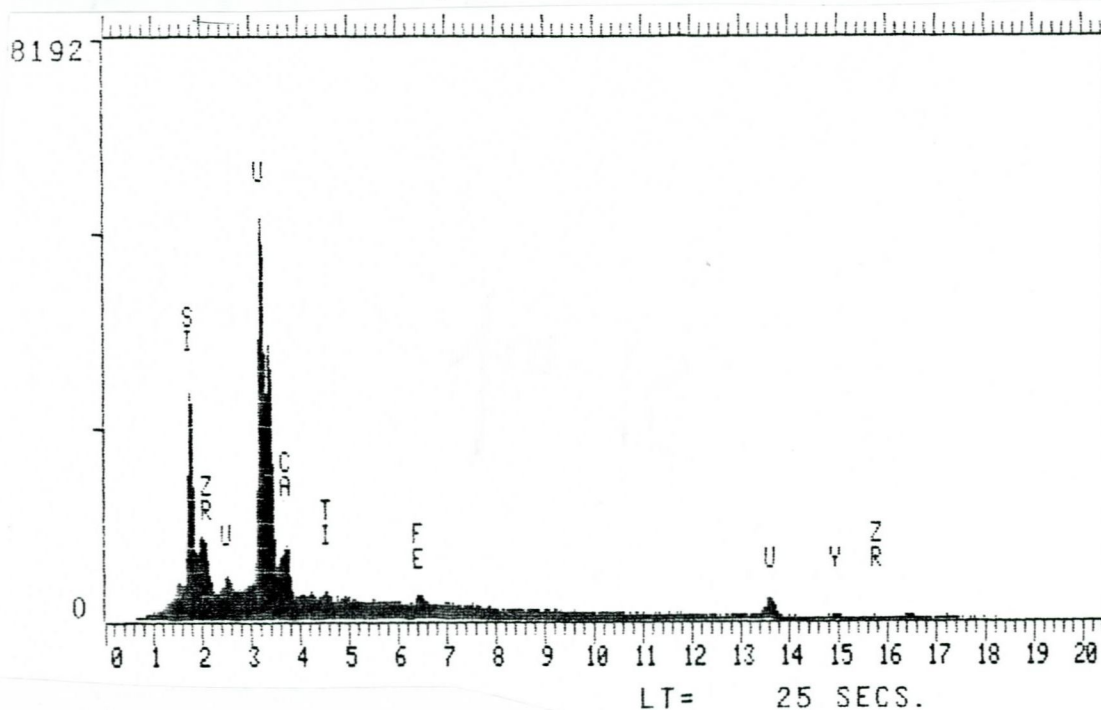


Fig.15. Spekteropptak viser elementsammensetning U, Si, Zr, Ca, Y og Fe i uranophan.

BRANNERITT (U,Th,Ca,REE)(Ti,Fe)₂O₆

Branneritt forekommer som korn i haloen til daviditt.

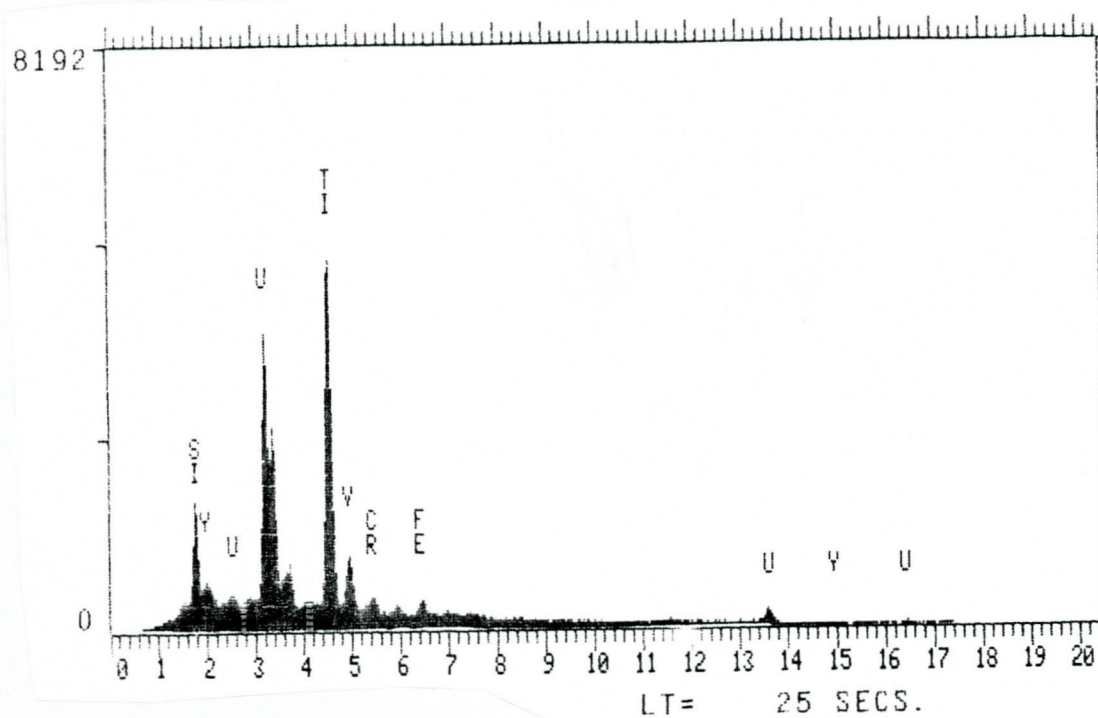


Fig.16. Spekteropptak viser elementene Ti, U, Si, Y, V, Cr, Fe. Bildet, fig.7 side 8 viser et brannerittkorn (lyseste fase) i haloen til daviditt.

ORTHITT $(\text{Ca}, \text{REE})_2(\text{Al}, \text{Fe}, \text{Mg})_3\text{Si}_3\text{O}_{12}(\text{OH})$

Mineralet er påvist i prøve 1 der det forekommer sammen med rutil og albitt.

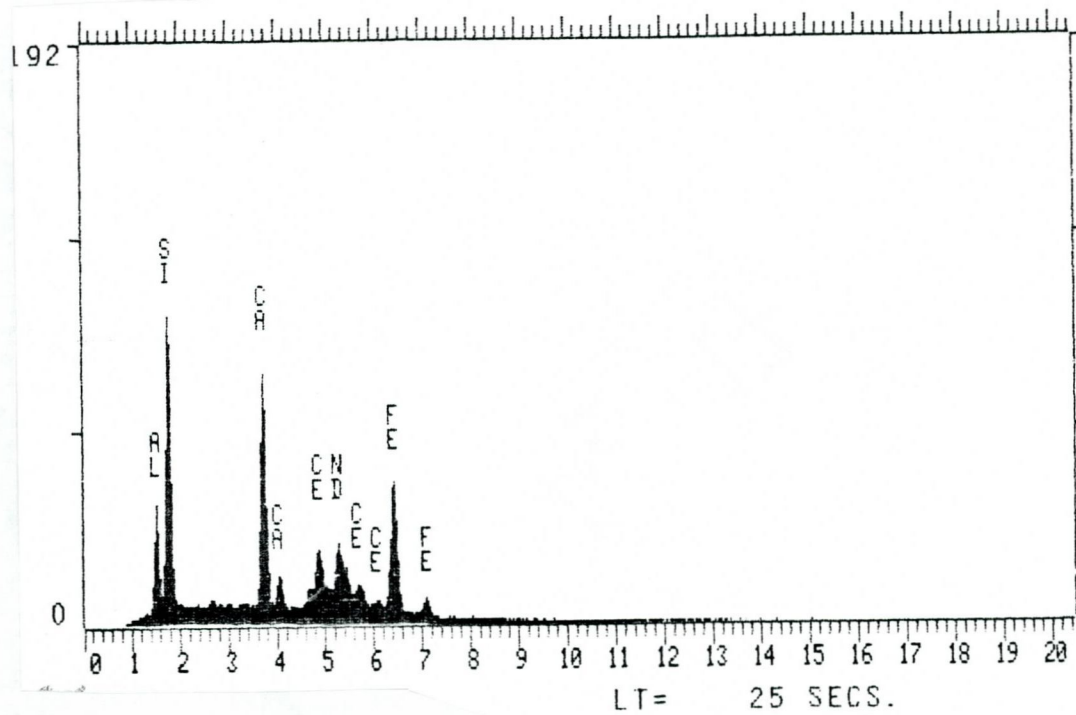


Fig.17. Spekteropptak viser elementinnhold Si, Ca, Fe, Al, Nd, Ce og Ca i orthitt.

CALKINSITT ? $(\text{Ce}, \text{La})_2(\text{CO}_3)_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

Mineralet forekommer hovedsaklig som korn i haloen til daviditt, se fig.1, men finnes også som en impregnasjon i albitt.

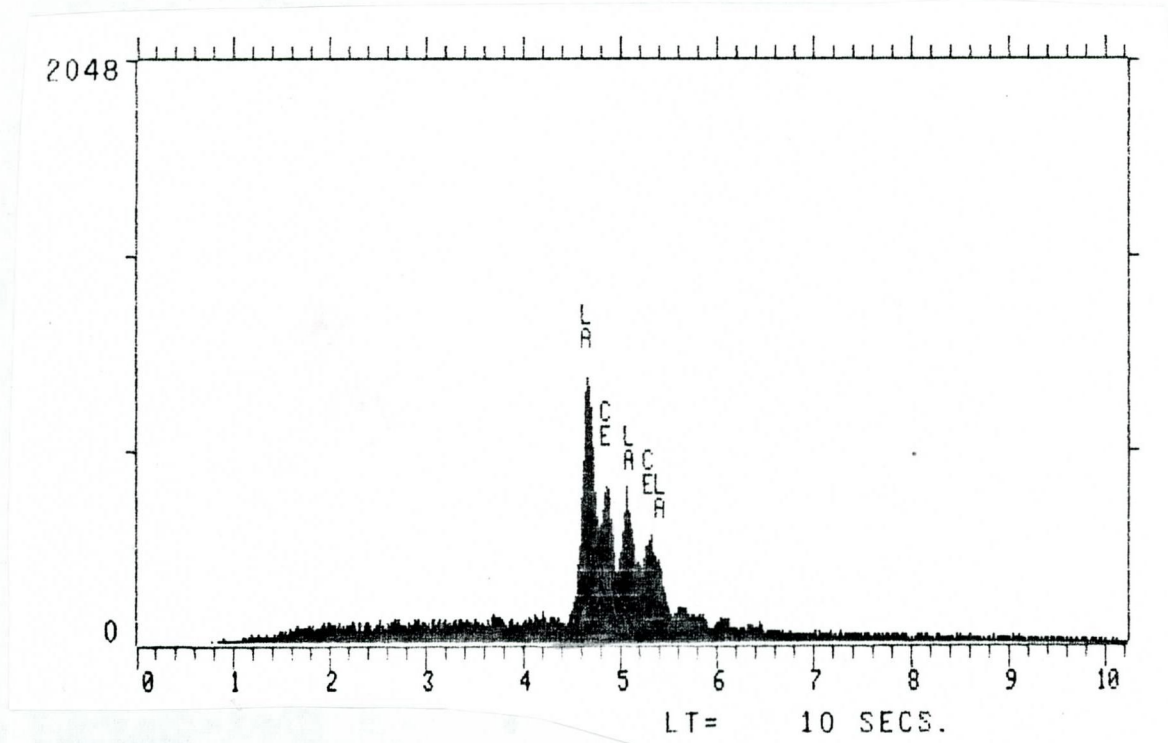


Fig.18. Spektroskopisk analyse viser bare elementene La og Ce, dette skyldes at elementer lettere enn atomvekt 12 og oksygen ikke registreres på denne analysemetoden. Tidligere utførte kvantitative analyser av mineralet i prøve 4 ga:

La_2O_3	42.97%	43.49%	43.30%	46.72%	42.36%
Ce_2O_3	27.47	30.58	30.92	28.68	26.11
Sum	70.45	74.07	74.22	75.41	71.48

Det nærmest beskrevne mineralet som stemmer med disse analysene er calkinsitt, som ideelt inneholder ca. 60% La+Ce metall, dette er i størrelsesorden det samme som i de oppgitte analyser. Selv om karbon ikke er påvist i denne undersøkelsen antas det at de 20-25% som "mangler" i analysen er CO_3 og H_2O .

KROMITT FeCr_2O_3

Kromitt opptrer som impregnasjon i bergarten, ofte ordnet som bånd av korn $< 0.1\text{mm}$. En kvantitativ analyse av et korn i prøve 902C viser:

FeO	50.69%
Cr_2O_3	40.29%
V_2O_5	5.07%
Al_2O_3	2.04%
MgO	0.06%
Sc_2O_3	0.06%
Sum	98.21%

RUTIL TiO_2

Rutil opptrer i prøve 1 som impregnasjon i hele slipet på samme måte som kromitt gjør i slipene 2 og 3. Videre er det vanlig som inneslutninger i daviditt og som en kappe rundt daviditt kornene (se fig.1).

ZIRKON $\text{Zr}(\text{SiO}_4)$

Zirkon finnes som distinkte korn i prøve 1. Mineralet har et høyt innhold av andre elementer.

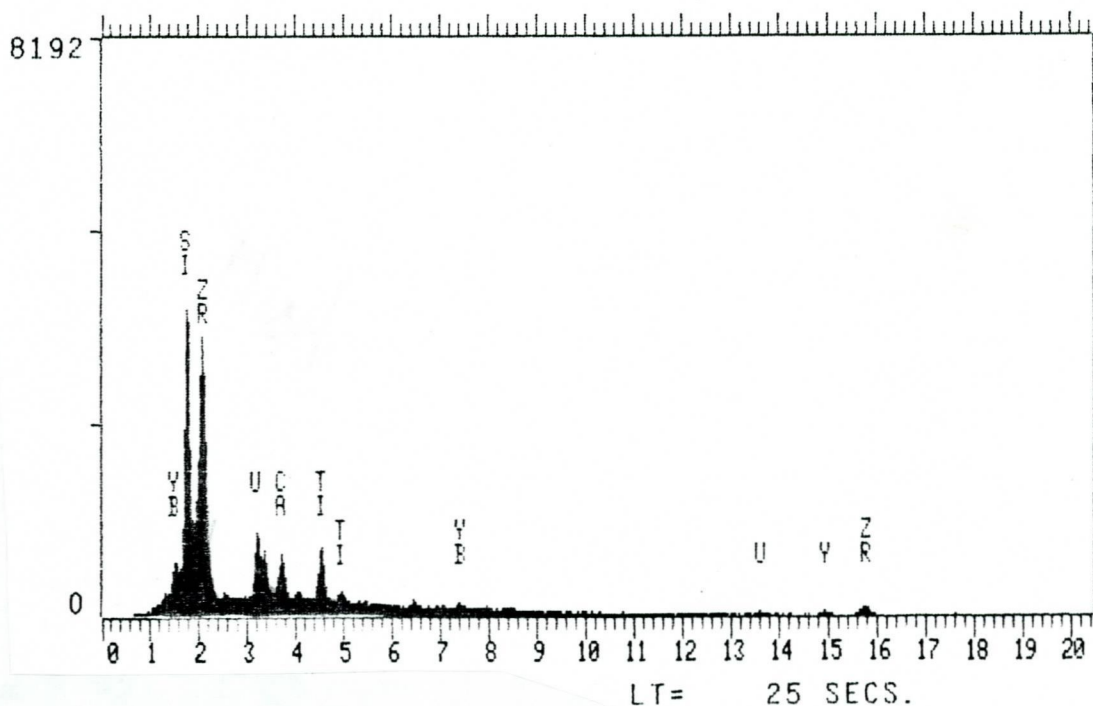


Fig.19. Spekteropptak viser foruten Si og Zr elementene Yb, U, Ca, og Y. Ti utslaget skyldes sannsynligvis innfytelse fra nabokornet som er daviditt, dette skjer av og til når det analyserte kornet er meget lite.

SULFIDER

Svovelkis, blyglans, sinkblende og koppekis er påvist i bergarten. Som oftest som inneslutninger i daviditt eller i sammenvoksning med andre uranførende mineraler.

ALBITT

Albitt er det dominerende mineral, som utgjør minst 90% av bergarten. Kornstørrelsen er vanligvis 0.2-1.0mm. Mineralet er en meget ren albitt med kjemisk sammensetning:

Na ₂ O	11.39%
Al ₂ O ₃	19.27%
SiO ₂	69.59%
K ₂ O	0.02%
CaO	0.10%

REFERANSER

- Gatehouse, B.M., Grey, I.E. & Kelly, P.R. 1979: The crystal structure of davidite. Am. Mineral. 64, 1010-1017.
- Mathiesen, C.O. 1969: An occurrence of unusual minerals at Bidjovagge, Northern Norway. Nor. geol. unders. 266, 86-104.
- Olerud, S. 1984: Noen resultater fra NGU's malmundersøkelser i Finnmark 1983. I Finnmarksdagen 1984. Et informasjonsmøte om Finnmarks geologi. Red. M. Ofte. NGU rapport nr 84.095, 68-72.
- Solli, A. 1983: Precambrian stratigraphy in the Masi area, Southwestern Finnmark, Norway. Nor. geol. unders. 380, 97-105.

Appendiks

Tabell 2. Kjemiske analyser av radioaktiv albittfels fra Biggejavri.
3 prøver analysert med XRF på NGU, gjennomsnitt utregnet.

	901-A	901-C	902-C	gj.sn.
SiO ₂	63.52	63.62	65.01	63.19%
Al ₂ O ₃	18.53	18.35	18.89	18.42
Fe ₂ O ₃	1.16	1.08	1.74	1.33
TiO ₂	1.75	1.58	1.54	1.62
MgO	0.70	0.60	0.63	0.64
CaO	0.61	0.76	0.81	0.73
Na ₂ O	10.3	10.3	10.5	10.37
K ₂ O	0.15	0.30	0.31	0.25
MnO	0.03	0.04	0.03	0.03
P ₂ O ₅	0.03	<0.01	<0.01	
l.o.i gn.	1.48	1.58	1.44	1.50
Sum	98.26	98.21	97.84	

	883ppm	1200ppm	852ppm	978ppm
U	24	24	17	22
Th	<5	<5	<5	<5
Nb	103	89	87	93
Zr	258	234	253	248
Y	31	28	33	31
Sr	23	31	23	26
Rb	89	341	189	206
Pb	<5	5	<5	<5
Cu	19	15	38	24
Zn	26	25	22	24
Co	81	75	70	75
Ba	15	19	13	16
Mo	867	760	1100	909
V	741	602	473	605
Ce	1300	991	790	1027
La	<10	<10	<10	<10
Sn	17	12	14	14
W	34	34	32	33
Ga	136	116	115	122
Sc				

Tabell 3. Analyse av tungmineralkonsentrat fra radioaktiv albittfels fra Biggejavri. Analysene er utført av Institutt for energiteknikk med instrumentell aktiveringsanalysemetode. Tungmineralkonsentratet er fremstilt ved NGU og representerer et konsentrat fremstilt ved knusing, sikting til -60+140mesh, vasking med Goldhound, fjerning av magnetisk materiale med håndmagnet, Franz magnetseparator og tunge væsker. Det fremstilte konsentratet hadde egenvekt 3.91 g/cm³.

Al ₂ O ₃	1.2%
FeO	9.5%
TiO ₂	48
MnO	0.28
MgO	0.40
CaO	0.46
Sc	0.35
V	2.5
Cr	5.9
Sr	0.076
Y	0.34
Zr	0.21
Pb	0.22
U	2.3
La	1.0
Ce	0.43
Nd	0.37
Sm	<0.0025
Eu	<0.0025
Tb	<0.01
Yb	0.17
Lu	0.032