

Oppdrag
NTNF v/prof. J. A. W. Bugge
NGU-rapport nr. 1162

THORIUM I FENSFELTET

Nome, Telemark.

1973

Oppdragsgiver : NTNF v/prof. Bugge
Oppdrag : 1162
Arbeidets art : Utarbeidelse av rapport over tidligere undersøkelser av thorium i Fensfeltet
Sted : Nome, Telemark
Saksbehandler : Geolog Sverre Svinndal

Norges geologiske undersøkelse
Leiv Eirikssons vei 39
Postboks 3006, 7001 Trondheim
Tlf.: 075 20166

INNHold

	side
I OPPGAVE	" 3
II SAMMENDRAG	" 3 A
III A/S NORSK BERGVERKS UNDERSØKELSER	" 4
IV UNDERSØKELSER I REGI AV FORSKNINGSGRUPPE FOR SJELDNE JORDARTER (F. S. J.)	" 7
A. Innledende undersøkelser (NGU-rapport nr. 776)	" 7
B. Undersøkelsene 1968 (NGU-rapport nr. 820)	" 8
C. Videre bearbeidelse av innsamlet materiale fra 1967 og 1968 (NGU-rapport nr. 820 B)	" 10
D. Fortsatte undersøkelser 1970 (NGU-rapport nr. 966)	" 19

BILAG

Bilag 966-01	Analyserapport fra IFA	
Bilag 966-02	Analyserapport fra NGU	
Plansje 820-01	Geologisk kart over Fensfeltet	
Plansje 820-04	Radiometriske målinger, Rauhaug	
Plansje 966-01	Korrelasjonsdiagram for analyseresultatene fra d. b. h. F1	
Plansje 966-02	Korrelasjonsdiagram for analyseresultatene fra	" F2
Plansje 966-03	Korrelasjonsdiagram for analyseresultatene fra	" F3

I. OPPGAVE.

I forbindelse med NTNF-prosjekt B 0560. 4060, "Ekstraksjon av spesielle metaller", har professor J. A. W. Bugge fått i oppdrag å utarbeide en oversikt over thoriumkilder i Norge. Prof. Bugge har videre henvendt seg til NGU angående denne saken, og det er truffet avtale om at NGU som oppdrag skal utarbeide en rapport over Th i Oslofeltet og en rapport om Th i Fensfeltet, under ledelse av statsgeolog Hysingjord for Oslofeltet og geolog Svinndal for Fensfeltet.

I denne rapport er resultatet av tidligere undersøkelser i Fensfeltet lagt fram.

II. SAMMENDRAG.

A/S Norsk Bergverk utførte en del undersøkelser etter Th og RE i Fensfeltet i 1955 og 1956 og la opp planer for et større undersøkelsesprogram, men disse ble ikke realisert på grunn av økonomiske vanskeligheter.

Forskningsgruppe for sjeldne jordarter, F. S. J., startet i 1967 opp et undersøkelsesprogram etter RE i Norge, og NGU fikk som oppdrag bl. a. undersøkelsene i Fensfeltet, og disse varte fram til 1970.

Resultatene av disse undersøkelsene er lagt fram i følgende 4 rapporter:

NGU-rapport nr. 776	1967
NGU-rapport nr. 820	1968
NGU-rapport nr. 820 B	1968
NGU-rapport nr. 966	1970

Det er innsamlet og analysert en rekke stoffprøver og prøver fra tidligere diamantborhull. Det er også boret 3 nye diamantborhull som er analysert og inngående undersøkt. Det er utført inngående mineralogiske undersøkelser ved NGU og oppredningsforsøk ved NTH. De fleste analyser på RE og Th er utført ved IFA, mens en rekke vanlige kjemiske analyser er utført ved NGU.

En del radiometriske undersøkelser er utført i felt og på prøvemateriale. Undersøkelsene har vist at det i den østre del av Fensfeltet i et område på ca. 1 km² omkring Fensgruvene og Rauhauggruvene, finnes ganske store anrikninger av Th og RE. De største anrikningene finner en i og i nær tilknytning til jernmalmene, men også i karbonatittområdene omkring er det til dels store anrikninger av RE og Th.

De Th- og RE-bærende mineralene er:

Monazitt	CePO ₄
Synchisitt	(Ce, La) Ca(CO ₃) ₂ F
Parisitt	(Ce, La) ₂ Ca(CO ₃) ₂ F ₂
Bastnæsitt	(Ca, La)CO ₃ F

Dessuten er det påvist orthitt, og i niobmineralet koppit inngår noe RE og ca. 1 - 2% Th.

Mineralene forekommer mest som avblandingsmineraler meget finfordelt, ofte i "skyformede" partier. Enkelte steder finnes små druserom med rene mineralkorn. Omfattende oppredningsforsøk utført på NTH har vist at "malmen" er meget vanskelig å opprede, og en har ikke

Det analysematerialet som foreligger gir følgende gjennomsnittsverdier:

Prøve- område	Y ppm	La ppm	Ce ppm	Cr ppm	Nd ppm	Sm ppm	Eu ppm	Gd ppm	Dy ppm	Th ppm	Nb ppm
I	145		8500			570	92			4200	460
II	182	3045	6475	883	1845	300	71	68	70	965	700
III	220	4760	9800	2000	5700	1060	130	61	270	3100	600
VI	240	2150	6940	905	2900	450	86	56	105	1775	700
V	184	2400	5900			243	57	317		1000	700
VI	355	2400	7700			325	68	435		1370	1200

I Hematittmalm berghald, Fengruvenerne.

II Karbonatitt vegskjæring ved Fengruvenerne.

III Hematittmalm fra liten malmgang ved Fengruvenerne.

IV Stoffprøver fra Gruveåsen.

V Borhull F2 gjennomsnitt for 190 m.

VI Borhull F3 gjennomsnitt fra 0,00 - 31,00 m.

De tilsvarende prøver har følgende mineralogiske sammensetning:

	Utløst Hcl/ HNO ₃ sili- katmin.	Karbonat, kalsitt, dol. ank.	Hematitt	RE-min.	Apatitt	Div. min., kis etc.
I	7,0%	19%	63%	4,0%	4,0%	2,5%
II	8,0%	85%		2,5%	1,0%	3,5%
III	7,4%	14%	69%	5,0%	2,5%	
IV	3,9%	67%	26%	3,0%	1,5%	3,5%

III. A/S NORSK BERGVERKS UNDERSØKELSER I FORBINDELSE MED DRIFTEN AV SØVE GRUVER.

Ved A/S Norsk Bergverks undersøkelser etter niob i Fensfeltet i forbindelse med driften av Søve Gruver, ble en oppmerksom på at en i enkelte områder hadde forholdsvis høy radioaktivitet. I 1955 og 56 ble det utført spesielle undersøkelser i denne forbindelse, og en fant at en særlig i de jernmalmrike områdene, Gruveåsen og Rauhaug, hadde forholdsvis store konsentrasjoner av thorium (Th) og sjeldne jordarter (RE). En antok at Th og RE var knyttet til et eller flere av Bastnæsitt-

gruppens mineraler. Det ble lagt opp planer for et forholdsvis stort undersøkelsesprogram, men dette kunne ikke realiseres på grunn av økonomiske vansker. De undersøkelsene som ble foretatt, ble utført av geolog Sverre Svinndal under ledelse av dr. Harald Bjørlykke som da var sjefsgeolog ved A/S Norsk Bergverk.

Angående disse undersøkelsene skriver geolog Svinndal bl. a. i et notat datert 23. april 1956:

"Sommeren 1955 ble det utført en del undersøkelser med Geiger-Müller-teller i området omkring de gamle Fen Gruver. Det viste seg at vi i hele dette området har en til dels ganske kraftig radioaktiv stråling. Jernmalmsone og deres nærmeste omgiving viste den sterkeste strålingen.

En del materiale ble innsamlet og undersøkt. Analyser ble utført ved vårt laboratorium her og ved andre institutt, og radioaktiviteten viste seg å skrive seg fra thorium (0,25% ThO_2 og meget små mengder U). Undersøkelser ved laboratoriet her viste at malmen og var meget rik på sjeldne jordarter, og flere analyser ga ca. 6% oksyder av Th og sjeldne jordarter. Ved røntgenspektrogrammer av disse utfelte oksyder er det påvist Th, Gd, Nd og Ce.

Det ble innsamlet en del prøver bl. a. fra et gammelt skjerp sydvest for Salberg, anvisningspunkt nr. 3. Vi har på dette stedet en smal gang og slirer av hematitt i en gneisbreksje til dels med en pegmatittisk struktur. Skjerpet ligger i gneisen utenfor selve Fensfeltet. De innsamlede prøver besto vesentlig av hematitt og feltspat. Prøvene ble knust til + 1 mm.

Utluting med H_2SO_4 .

Det ble utført en del forsøk med utluting av den nevnte malmtypen med H_2SO_4 . Det ble brukt 1:5 H_2SO_4 og litt NaClO_3 som oksydationsmiddel. Etter 2 - 3 timers behandling under omrøring ble prøven filtrert, og filtratet tilsatt NaOH i fast form. Allerede ved en PH under 1 falt det ut et hvitt, pent bunnfall som så ble frafiltrert. Dette bunnfall er oksyder av Th og sjeldne jordarter, og har vist seg å være meget rent. Enkelte av forsøkene hvor vektforholdene er blitt kontrollert har gitt et utbytte på 4% oksyder ved en gangs behandling med H_2SO_4 1:5, så det ser ut til at denne utlutingsprosessen går fint og gir bra utbytte

når det gjelder forholdsvis kalkfattig malm. Bli malmen kalkrik, vil denne utlutingsmetode ikke kunne nyttes direkte, da det vil dannes så mye gips at det hele blir en grøt som vanskelig lar seg filtrere. Hvor grensene for kalkinnholdet ligger er ikke direkte fastlagt, men et innhold på ca. 10% CaO ser ikke ut til å gjøre noen vanskeligheter.

Den utlutingsmetode som antas å passe best for den kalkrike malmen antas å være basisk behandling med soda og natriumbikarbonat og felling med NaOH. Det har vært gjort noen få forsøk etter denne metode, men foreløpig uten noen særlig gode resultater. Det er imidlertid til nå gjort for få forsøk til å uttale seg om hvorvidt denne metoden er brukbar eller ikke.

Jernmalmenes beskaffenhet.

Etter eldre rapporter oppgis malmgangene i Fensgruvene å ha en bredde fra 3 til 8 meter, og gangene står ganske steilt. Selve jerngangene har et jerninnhold på 56% Fe og 6 - 8% CaO.

Disse gangene opptrer i en jernrik kalkstein, det såkalte rødberg, som holder fra 15 til 30% Fe og 25 til 30% CaO. Oftest har vi en gradvis overgang fra den rene kalkstein med svært lite jerninnhold, over til de rike jerngangene.

De fleste jerngangene som det er drevet på i Fensgruvene ligger i kalkområdet innenfor selve Fensfeltet, men også i gneisområdet i nærheten av feltet finnes det en del gamle skjerp på jernglans, hvor jernglansen er impregnert i gneisen som slirer og ganger. Således er 5 av de anvisningspunkter vi har, beliggende i gneisen utenfor Fensfeltet.

I J. H. L. Vogts avhandling om Norges jernmalforekomster fra 1910 skriver han følgende: "I selve Fensfeltet kan for hver 100 meter vertikal avsenkning regnes 400 000 eller 500 000 tonn malm."

Den nederste etasje i Fensgruvene ligger på ca. 125 meter. I den nedre etasje er det svært lite avbygget, slik at en kan regne avbygningen ned til ca. - 80 meter. En har grunn til å regne med at også en stor del av det jernrike rødberget på begge sider av de massive jerngangene kan brytes som thoriummalm, slik at malmforrådet blir adskillig større enn dette som antydtes av Vogt som jernmalmforrådet i Fensgruvene.

IV. UNDERSØKELSE I REGI AV FORSKNINGSGRUPPE FOR SJELDNE JORDARTER (FSJ).

A. Innledende undersøkelser (NGU-rapport nr. 776). Våren 1967 fikk NGU forespørsel fra FSJ om utarbeidelse av en rapport angående sjeldne jordartsmetaller (RE) i Norge, med forslag til prosjekter for nærmere undersøkelser. Det var kjent at Fensfeltet var rikt på RE, og det ble inngått en egen avtale mellom FSJ og NGU om undersøkelser etter RE i Fensfeltet, og det ble satt opp følgende retningslinjer for undersøkelsesprogrammet:

"Geologiske undersøkelser i Fensfeltet med hensyn til innhold av sjeldne jordarter, herunder forekomstenes mineralogi, kjemiske analyser og en vurdering av forekomstenes utstrekning og gehalter. Disse undersøkelser vil bl. a. bygge på det prospekteringsarbeide som tidligere er utført av A/S Norsk Bergverk."

Resultatet av disse undersøkelsene er lagt fram i NGU-rapport nr. 776 hvor det gis følgende konklusjoner:

Undersøkelsen har vist at de sjeldne jordartselementene stort sett er konsentrert i jernmalmområdene Fensgruvene og Rauhauggruvene, men at også rene karbonatittbergarter i nærheten av disse jernmalmområdene viser til dels høyt innhold av RE og også til dels en ganske høy Th-aktivitet.

Det Ø-Vgående profilet fra Tuffefeltet gjengitt i plansjene 04 - 05 og 06 viser en tydelig stigning av RE-innholdet Ø-over mot Fensgruveområdet. Stigningen begynner med diamantborhullet T 16 og har maksimum i T 21. Det er særlig La som viser en kraftig økning fra 100 - 200 ppm og opp til en gjennomsnitt på ca. 3000 ppm i hull T 21. Også Sm og Eu viser en økning med ca. 2 - 3 ganger i forhold til prøvene fra borhullene lenger V. Y-innholdet ser ut til å være nokså konstant.

Prøvene fra Fensgruveområdet viser stort sett et høyt innhold av både Y, La, Sm, Eu, men med en del variasjoner. Det vil senere bli undersøkt om en kan finne noe system i disse variasjonene.

Prøvene fra Rauhaug viser en anrikning av samme størrelse som den i Fensgruveområdet, men det er her to prøver, 13 og 14, av en karbonatitt som viser et særlig høyt innhold av Y (4410 og 2320 ppm). Hvilke

mineraler dette høye Y-innhold er knyttet til, er enda ikke undersøkt. Prøvene merket 10 og 10B som er en karbonatitt med noe hematitt viser spesielt høye verdier både på La, Sm og Eu.

Prøvene fra Vipeto og Melteig viser ingen spesiell anrikning av sjeldne jordartselementer.

Prøvene fra diamantborhullet Ts 7 som er boret i Tuffestollen på en sone med det uranførende niobmineral Elsworthit, viser ingen nevneverdig anrikning av RE. Denne sonen med Elsworthit er det eneste sted hvor det er påvist U i Fensfeltet. Radioaktiviteten ellers i feltet skyldes Th, og i referanseprøven av jernmalm fra Fensgruven er det ifølge analysen fra Bureau of Mines 0,1% Th, mens U ikke er påvist.

Det er ialt innsamlet og analysert 290 prøver. Disse analysene viser følgende gjennomsnittsverdier for de forskjellige prøvetatte områder og borhull.

Lokalitet	Y ppm	La ppm	Sm ppm	Eu ppm	Yb ppm
1. Gruveåsen	135	1300	260	66	137
2. Rauhaug	120 ^x)	1470	170	65	<50
3. T13-T21-T23	32	2000	67	37	<50
4. T 9-T11-T18	50	200	~10	~20	<50
5. Vipeto	60	165	26	16	<50
6. Melteig	79	167	20	10	<50
7. Ts 7	48	186	31	16	<50

B. Undersøkelsene 1968 (NGU-rapport nr. 820).

Ut fra de resultatene som var lagt fram i NGU-rapport nr. 776, ble det lagt opp et program for videre undersøkelser, og det ble gjort ny avtale mellom NGU og FSJ om utførelse av fortsatte undersøkelser. Resultatet av disse undersøkelsene ble lagt fram i NGU-rapport nr. 820 hvor det gis følgende vurdering av resultatene:

Resultatene av de 186 analysene som er utført i år bekrefter stort sett de tidligere erfaringer. Borprofilet i Fensfeltet som er opptegnet på plansje 820-02 viser hovedsakelig en anrikning av La, mens Y og Eu ligger en del lavere enn i Gruveåsen og Rauhaug. Det gjennomsnittlige

innhold av La ligger i hullene T12, T13 og T14 en del lavere enn i det nordenforliggende profilet med hullene T16, T21 og T23.

Analysene av prøvene langs vegen fra Søve Gruver til Fensgruvene er opptegnet på plansje 820-06. Disse prøvene som hver skulle gi et godt gjennomsnitt av 10 m fjellskjæring viser partier med meget positive analyseresultater. Den sammenhengende skjæringen fra prøve nr. 150 til prøve nr. 159 tilsvarende 100 m, viser følgende gjennomsnitt av RE og Th:

Prøve	Y ppm	La ppm	Sm ppm	Eu ppm	Th ppm
121 - 137	168	3700	317	87	ca. 1350
150 - 159	236	1820	260	67	ca. 1400

Gjennomsnittet av 37 prøver fra Gruveåsen (1967) viste følgende gjennomsnitt:

	Y ppm	La ppm	Sm ppm	Eu ppm	Yb ppm
	135	1300	260	66	137

En skulle derfor kunne regne med å ha relativt store områder i Gruveåsen med gjennomsnittlig ca. 200 ppm Y, 2000 ppm La, 300 ppm Sm, 70 - 80 ppm Eu og ca. 1300 - 1400 ppm Th.

Ut fra disse analysene og de radioaktive målingene framgår det også at Th og RE oftest øker der en har anrikning av hematitt eller rene hematittganger. I prøve 150 f. eks. er det en 2 m bred sone med hematitt hvor Th-innholdet etter de radiometriske målingene går opp i 2400 - 3200 ppm Th, og analysen på hele prøve 150 viser 360 ppm Y, 2900 ppm La, 440 ppm Sm og 100 ppm Eu. Det er tatt en egen prøve av hematittsonen her, men denne er ikke analysert på RE.

Rauhaugområdet hadde ved tidligere orienterende undersøkelser vist seg å være ganske sterkt radioaktivt. Da dette området er forholdsvis lite overdekket, ble det forsøkt en systematisk måling over dette området, og resultatene av disse målingene er opptegnet på plansje 820-04.

I selve det gamle gruveområdet var det vanskelig å komme til med måling på grunn av tett krattskog og mange gamle skjerp og dagbrudd. Målingene viser en bakgrunnsverdi i området tilsvarende 100 - 300 ppm Th. Høye anrikninger av Th finner en i og like N for de gamle grubene, et ganske stort område med over 1000 ppm Th. De høyeste verdiene

med opp til 1700 ppm Th finner en i området der prøvene Rauhaug 13, 14 og 101 er tatt. Disse prøvene viser gjennomsnittlig:

Y ppm	La ppm	Sm ppm	Eu ppm
300	1700	260	70

Resultatet av undersøkelsene utført hittil i 1968 har verifisert antagelsen om at de største RE-konsentrasjonene i Fensfeltet finnes i Gruveåsen og nærmeste omgivelser, og at en ved nærmere detaljundersøkelser her sikkert kan finne store "malmkvanta" med en del høyere RE-innhold enn de gjennomsnittsverdier en idag kjenner.

Malmen er meget kompleks, og det er identifisert tre forskjellige RE-bærende mineraler, nemlig monazitt, synchesitt og parisitt.

Rauhaugfeltet viser også enkelte områder med en meget interessant anrikning av RE, men dette feltet er adskillig mindre enn Gruveåsen.

De orienterende anrikningsforsøkene har vært rent innledende undersøkelser av konvensjonelle metoder. Resultatene har stort sett vært negative, men dette arbeid står fremdeles bare i starten, og en må nok regne med å utføre en langt mer systematisk og grundig forskning for å løse dette problemet.

C. Videre bearbeidelse av innsamlet materiale fra 1967 og 1968 (NGU-rapport nr. 820 B).

I denne rapporten er det lagt fram følgende data av interesse:

4) Analyse av hematittmalm.

Fra en ca. $\frac{1}{2}$ m mektig hematittgang i vegskjæringen ca. 70 m V for grunnstollen til Fensgruvene ble det tatt en større malmprøve. Analysene av denne prøven viser:

Prøve	Uløst %	Fe ₂ O ₃ %	MgO %	CaO %	CO ₂ %	P ₂ O ₅ %	Nb ₂ O ₅ %
Hematitt	7,4	69,5	1,6	8,7	6,5	1,0	0,07

Prøve	Y ppm	La ppm	Ce ppm	Pr ppm	Nd ppm	Sm ppm	Dy ppm
Hematitt	220	4760	9800	2000	5700	1300	270

Prøven er en noe fattig hematittmalm med et forholdsvis høyt innhold av karbonatmineraller og syreuløselige mineraller.

Prøven har derimot et meget høyt innhold av RE-mineraller med hele 2,5% RE-metaller som skulle svare til ca. 5% RE mineraller. Prøven i sin helhet har omtrent følgende sammensetning:

- 7,4% uløst (HCl-HNO₃). Vesentlig silikatmineraller.
- 69,5% hematitt (Fe₂O₃).
- 15,0% karbonatmineraller.
- 2,5% apatitt.
- 5,0% RE-mineraller.

En prøve av hematittmalm er også samlet på hovedberghallen til Fensgruvene. Denne prøve skulle antas å være ganske lik den tidligere innsamlede prøve som er brukt som referanseprøve. Prøven er analysert på RE ved IFA med følgende resultat:

Y ppm	Ce ppm	Sm ppm	Eu ppm	Nb ppm	Th ppm
145	8500	570	92	460	4200

Fiskaa Verk har utført analyse av råprøven med følgende resultat:

Fe ₂ O ₃ %	SiO ₂ %	CaO %	MgO %	Al ₂ O ₃ +TiO ₂ +P ₂ O ₅ +RE ₂ O ₃ %
45; 4	4,35	10,6	3,6	7,95

Dette skulle svare til omtrent følgende mineralfordeling:

- 63,5% hematitt.
- 7,0% silikatmineraller.
- 5,0% kalsitt.
- 14,0% dolomitt.
- 4,0% apatitt.
- 4,0% RE-mineraller.
- 2,5% diverse.

Fra de oppredningsforsøkene som er utført ved oppredningslaboratoriet, NTH, gir ingeniør Krogh følgende konklusjon:

"De finkornede jernoksydforekomstene (Prøvene: hematitt, skjerp "Tyskland" og Berghald Nordsjø).

Undersøkelsene i denne rapporten viser at de sjeldne jordartselementene er bundet i fosfatmineralet monazitt som mikrokrytaller, alt vesentlig i størrelsesorden 1μ . Resultatene fra mikrosondeundersøkelsene tyder dessuten på at SJ-mineralene vesentlig er knyttet til hematittkornene.

Den finkornede primærstrukturen til SJ-mineralene gjør flotasjonen og likeledes magnetiserende røsting med magnetseparering til uegnede oppredningsmetoder for denne type forekomst.

Forsøk med syreluting av hematittprøven (skjerp "Tyskland") har gitt relativt lovende resultater. Med 250 kg kons. H_2SO_4 /tonn gods i 50% løsning har en oppnådd en utvinning i løsningen på ca. 90% av yttriummengden.

For om mulig å redusere nødvendig syremengde bør det foretas videre forsøk bl. a. med tilsetning av et oksydasjonsmiddel, og det bør også utprøves en metode for behandling av nedmalt gods ved tilsats av små væskemengder. Ved forsøkene har mellom 10 og 30% av jernmengden i prøvene gått i løsning.

Dolomittisk karbonatitt (Prøvene: Vegskjæring, Rauhaug 10 B).

Mikrosondeundersøkelsene har vist at SJ-elementene i denne type prøve er bundet i mineraler av bastnäsitt-gruppen. Den primære kornstørrelse er angitt til 50 - 70% $> 43\mu$, hvilket er betydelig grovere enn hva som er funnet i hematittprøvene. Analysen med høyintensitets magnetseparering viser at en del av SJ-mineralene danner halvkorn med hematitt, mens den største mengde er helkorn eller halvkorn sammen med karbonater. Dette bekreftes også av målingene med mikrosonde.

Den angitte primære krystallstørrelse må likevel antas å ligge på grensen av hva som kan antas å gi høy utvinning ved flotasjon. Hvilke utvinninger som praktisk kan oppnås kan bare vises ved flotasjonsforsøk.

Hittil har en ved flotasjon av prøven Rauhaug 10 B oppnådd en utvinning i konsentratet på ca. 50% med to gangers oppkonsentrering uten rensing av konsentratet. En benyttet oljesyre som samler for SJ-mineralene og et ligninsulfat og Aero Depressent 633 som trykker for karbonatene ved pH 9. Tilsats av natriumsulfid senket utvinningen, men øket selektiviteten mellom SJ-mineralene og karbonatmineralene.

Det vil være nødvendig med ytterligere forsøk for å optimalisere utvinning og oppkonsentrering med den nevnte agenskombinasjon.

Som rapporten viser har en rekke andre behandlingsmetoder ved flotasjon gitt negativt resultat.

Hematittrik karbonatitt (Prøve: Bolladalen).

SJ-elementene i denne prøven er vesentlig bundet i mineraler av bastnäsite-gruppen. Den primære kornstørrelse til SJ-mineralene er angitt til 70 - 90% > 43 μ , dvs. noe grovere enn i prøven Vegskjæring.

Ett flotasjonsforsøk under samme betingelser som nevnt i konklusjonen ovenfor for prøve Rauhaug 10 B ga negativt resultat.

Ved eventuelle videre forsøk vil det være naturlig først å konsentrere seg om flotasjon av prøven Vegskjæring (evt. Rauhaug 10 B) for å optimalisere betingelsene her. Senere kan en forsøke å tilpasse metoden på prøver av type Bolladalen.

Som det vil fremgå av rapporten har det i den tiden vi har hatt til rådighet ikke vært mulig endelig å fastslå SJ-mineralenes oppredbarhet. En del mineralogiske spørsmål er løst, men det står igjen videre forsøk med flotasjon på karbonatittforekomstene og eventuelle lutningsforsøk på prøver fra hematittforekomstene. "

I forbindelse med oppredningsforsøkene ble det også utført en undersøkelse med mikrosonde. Om disse undersøkelsene skriver ingeniør Krogh bl. a. :

"Det er laget pulverslip av fraksjonen 150/200 mesh fra flere av prøvene: Skjerp "Tyskland", Hematitt, Bolladalen og Vegskjæring. Disse preparatene er så undersøkt ved en mikrosonde.

I en mikrosonde fokuseres en elektronstrøm til en flate på ca. $\frac{1}{2}\mu$ i tverrmål på preparatet. Strålingen forårsaker en fluoresens fra elementene i analysepunktet. Denne fluoreserte strålingen bestemmer elementene kvalitativt og delvis kvantitativt på samme måte som ved vanlig røntgenfluorisens-spektrometer.

Tilfeldige områder som hvert dekker over ca. 50 korn på preparatet ble "scannet" over med elektronstrålen og analysert på Y eller Th. Indikasjonene ble tatt opp på polaroidfilm. Hver indikasjon ble under-

søkt nøyere for å bestemme krystallstørrelse, type SJ-mineral og hvilke andre mineraler de dannet halvkorn med ("Nabo"-mineral).

Resultater fra disse undersøkelsene er vist i tabell form på sidene 15, 16, 17 og 18. En del opptatte polariodbilder er vist på sidene 13 og 14.

En valgte kornstørrelsen 150/200 mesh for disse undersøkelsene fordi en antok at den primære krystallstørrelse til SJ-mineralene vesentlig var mindre enn denne kornstørrelsen. Derved ville en få frem SJ-krystallene slik de primært forefinnes i bergarten, og dessuten har en den fordel sammenliknet med preparat av uknust bergart at pulverpreparatet representerer et gjennomsnitt av en større prøve.

Skjerp "Tyskland", Hematitt. Disse to prøvene behandles under ett fordi de mineralogisk er svært like.

Det første en påviste ved disse prøvene var at hematittkornene består av nåleformede hematittkrystaller (se fig. 4) løst kittet sammen. Fe-bildet (fig. 5) viser at mellomrommene mellom nålene er tomrom fordi elektronstråene også registrerer Fe i bunnen av "gropene" og gir derved et Fe-bilde som dårlig gjengir hematittnålene vist på elektronbildet.

Enkelte "kompakte" jernoksydkorn består av magnetitt tydelig delvis oksydert til hematitt som ligger omkring magnetittkjernen.

Målinger på disse to prøvene er satt opp i tabell form på sidene 15 og 16. Fra tabellene henvises det til skissene av de enkelte korn og til enkelte polaroidbilder med bildenr. og indikasjon nr. angitt i tabellene. De fleste av de lyse punktene på Y-bildene er impulser fra bakgrunnsstrålingen. Konsentrasjon av impulser angir et yttriumbærende mineral. En kan imidlertid tenke seg at det innenfor området finnes flere SJ-krystaller enn det som er påvist, men disse må i tilfelle være mindre i størrelse enn de påviste. Enkelte av bildene viser omrisset av kornene i slippet som etterglødning fra elektronbildet.

Undersøkelsen viser at en i den jernoksydrike malmen vesentlig har fosforholdige SJ-mineraler (monazitt) og at den primære krystallstørrelse til disse mineralene ligger i området 1μ . Innholdet av yttrium i krystallene er høyt i forhold til yttriuminnholdet i SJ-mineralene i de andre prøvene. SJ-mineralene ligger vesentlig som belegg eller

som små enkeltkrystaller på kornoverflatene og har tydelig representert svakhetssoner ved knusingen. Dette bekreftes også av det høye utbyttet ved syrelutningen. Det kan imidlertid også antas at syren på grunn av den løse hematittstrukturen kan angripe inneslutninger av SJ-mineraler.

Som en konklusjon må en slutte av disse undersøkelsene at jernoksydmalmene på grunn av krystallstørrelsen til SJ-mineralene ikke lar seg opprede. Eventuelle hydro- eller pyrometallurgiske ekstraksjonsmetoder står da igjen som eneste tenkelige metoder for utvinning av SJ-elementene.

2. Bolladalen.

Resultater fra en tilsvarende undersøkelse av denne prøven er vist på side 17. Et Y-bilde fra prøven er tatt med i fig. 12.

Det er påvist at den vesentlige mengde av SJ-krystallene i prøven "Bolladalen" ikke inneholder fosfor, men betydelige mengder calcium. Mineralet må derfor trolig tilhøre bastnäsite-gruppen (synchesite er påvist ved NGU). De primære krystallene er vesentlig større enn hva man fant i jernoksydprøvene. Da en som et gjennomgående trekk fant at de små krystallene var mere Y-rike enn de større, er det vanskelig eksakt å angi en mengdemessig fordeling av yttrium i de ulike krystallstørrelser basert på en flate- eller volummessig beregning av mineralene slik de opptrer i kornene.

Rent volummessig kan en si at 70 - 90% av SJ-mineralene har en primær kornstørrelse $> 43 \mu$.

Helkornet vist i skisse nr. 2 (side 17) er analysert på yttrium og calcium langs en linje som vist på skissen. Side 19 viser en kopi av linjeskriverens registrering av de to elementene langs analyseaksen. Selv når en tar hensyn til den statistiske spredning av signalene, varierer Y- og Ca-innholdet betydelig over korntverrsnittet.

3. Vegskjæring.

Undersøkelsen av prøven "Vegskjæring" (tabell side 18) gir også som resultat at en vesentlig har et SJ-mineral av bastnäsitegruppen. Den primære kornstørrelse til SJ-mineralet kan anslåes til 50 - 70% $> 43 \mu$, dvs. noe mere finkornet enn i prøven "Bolladalen". Rent statistisk er

antall påviste Y-bærende mineralkorn lite slik at de her oppgitte verdier må betraktes som en grov tilnærmelse

På grunnlag av disse undersøkelsene vil en kunne anta at en større del av SJ-mineralene i prøvene Bolladalen og Vegskjæring friknuses ved en nedmaling til 80% -200 mesh. Hvor stor del av SJ-elementene som går tapt i slam der en ved flotasjon vil ha liten selektivitet, og ved inneslutninger i grovere korn, kan bare påvises ved selve flotasjonsforsøkene.

Ved en kvantitativ analyse med mikrosonden målte en yttriuminnholdet i SJ-krystall i hver av prøvene Bolladalen og Vegskjæring, og fant henholdsvis verdiene 2,4 og 0,7% Y_2O_3 . Denne analysen ble betraktet så unøyaktig at en bare kan anta at den midlere Y-gehalt for alle SJ-krystaller i de to prøvene ligger mellom 0,5 og 3% Y_2O_3 . Dette vil representere den teoretisk høyeste gehalt en ville kunne oppnå i et flotasjonskonsentrat."



Fig. 4: Skjerp "Tyskland". Elektronbilde av ett hematittkorn. M 25 μ /cm.

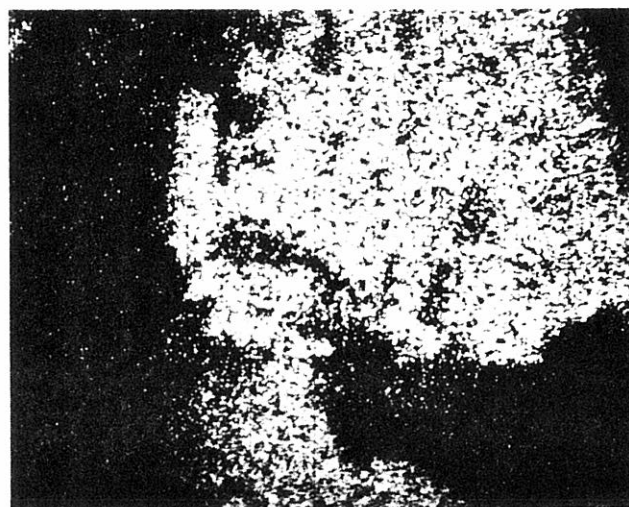


Fig. 5: Skjerp "Tyskland". Fe-bilde av hematittkornet fig. 4. M 25 μ /cm.

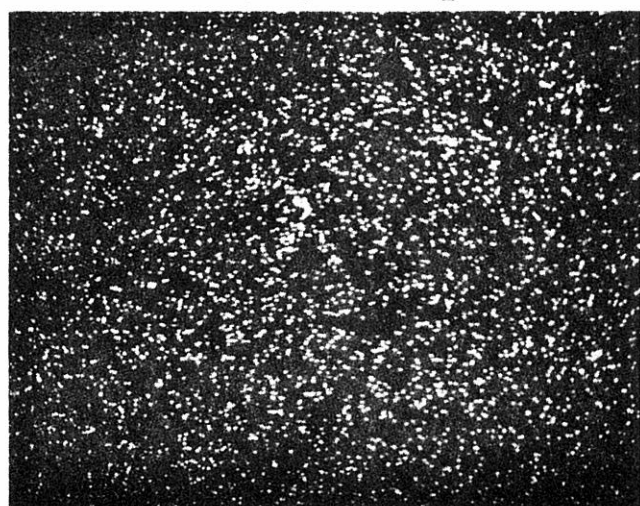


Fig. 6: Skjerp "Tyskland". Y-bilde mrk. TY1. M 75 μ /cm.

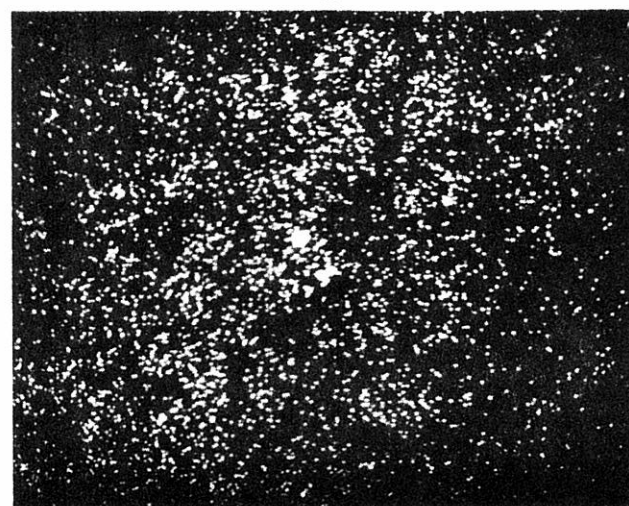


Fig. 7: Skjerp "Tyskland". Y-bilde mrk. TY4. M 75 μ /cm.

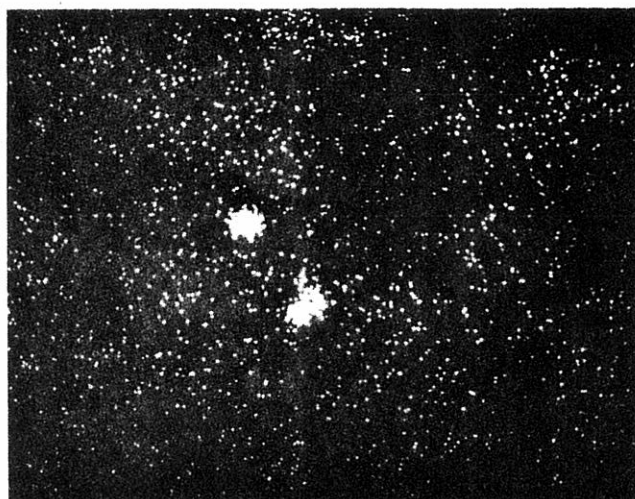


Fig. 8: Skjerp "Tyskland". Y-indikasjonen fra fig. 7. M 25 μ /cm.

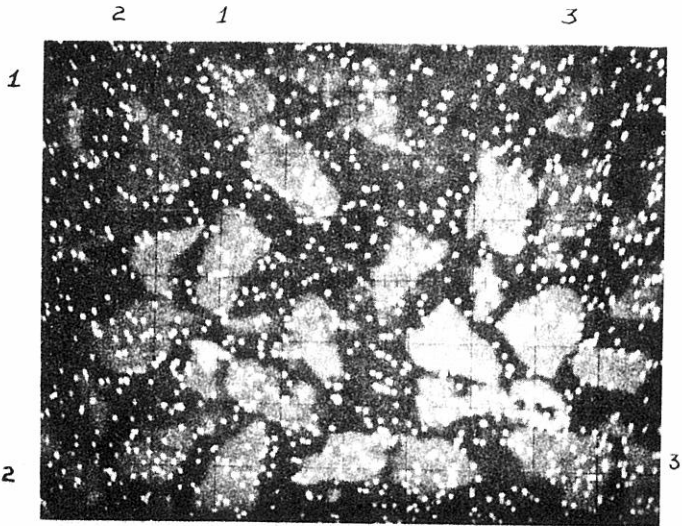


Fig. 9: Hematitt. Y-bilde mrk. HY3. M 75 μ/cm .

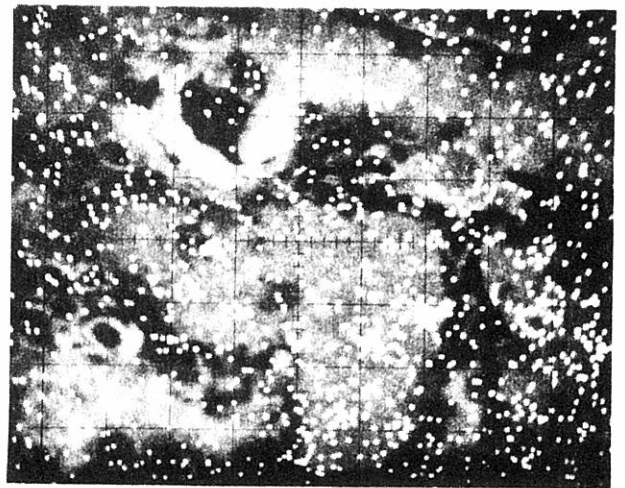


Fig. 10: Hematitt. Y-bilde av indikasjon nr.3 fig.9. M 20 μ/cm .

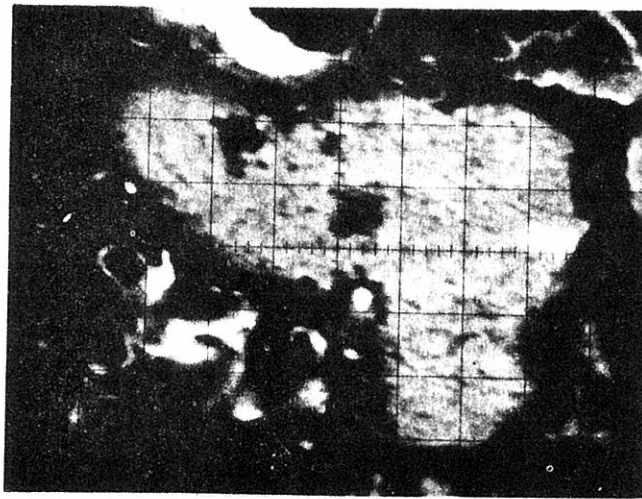


Fig. 11: Hematitt. Elektronbilde av korn med indikasjon nr.3, fig.9. M 15 μ/cm .

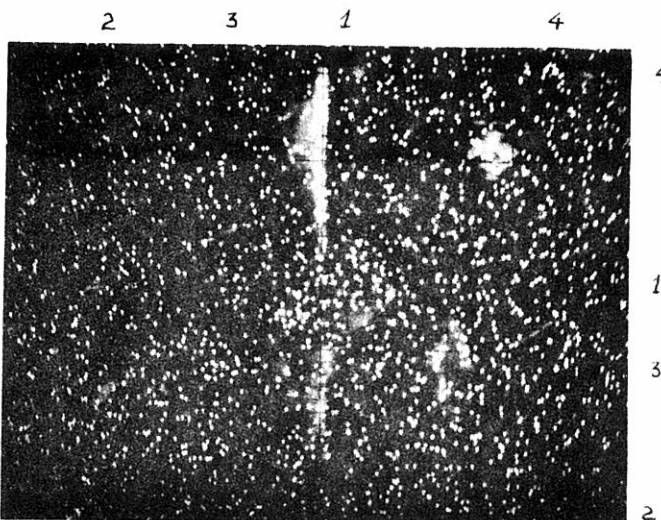


Fig. 12: Bolladalen. Y-bilde mrk. BY3. M 75 μ/cm .

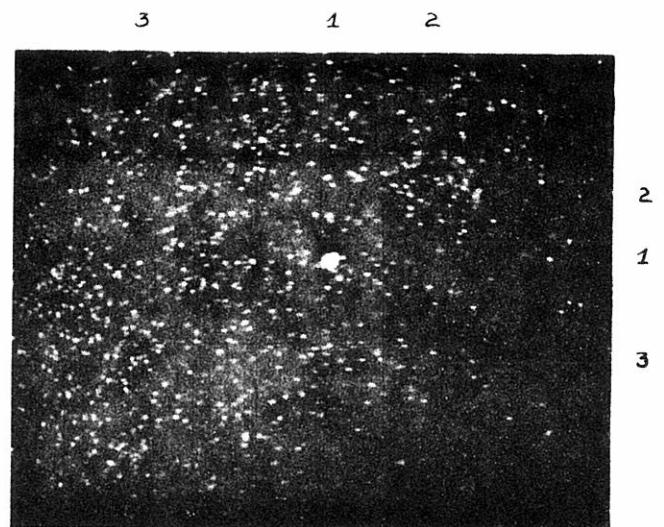


Fig. 13: Vegskjæring. Th-bilde mrk. VTh3. M 75 μ/cm .

D. Fortsatte undersøkelser 1970 (NGU-rapport nr. 966).

Undersøkelsene ble fortsatt i 1970 med diamantboring av 3 hull i området ved Fensgruvene (F1, F2 og F3). Resultatet av disse undersøkelsene er lagt fram i NGU-rapport nr. 966.

Denne rapport innleder med følgende sammendrag av resultatene fra tidligere utførte undersøkelser:

Det området som har pekt seg ut som særlig interessant er området ved og omkring de gamle Fensgruvene (Gruveåsen).

De RE-førende mineralene som er isolert og bestemt fra dette området er:

Monazitt CePO_4
 Synchronisitt (Ce, La, Di) $\text{F CO}_3 \cdot \text{Ca CO}_3$
 Parisitt $2 (\text{Ce, La, Di}) \text{F CO}_3 \cdot \text{Ca CO}_3$

Det er i Fensgruveområdet naturlig å skille ut 3 typer RE-malmer representert ved de 3 uttatte malmprøvene:

1. Vegskjæring
2. Bolladalen
3. Hematittmalm

1. Denne typen er en forholdsvis ren karbonatittbergart bestående hovedsakelig av dolomitt-ankeritt. Denne typen finnes i periferien av Fensgruveområdet inn mot det sentrale karbonatittområde i Fensfeltet. Den uttatte prøve "Vegskjæring" representerer denne malmtype, og analysene av denne prøven har gitt følgende resultater:

Uløst %	SiO_2 %	Al_2O_3 %	Fe_2O_3 %	MgO %	CaO %	CO_2 %	P_2O_5 %	Nb_2O_5 %
8	4	1,2	15	9,5	24	37	0,35	0,1

Dette gir følgende mineralogiske sammensetning:

- 8,0% uløst ($\text{HCl} + \text{HNO}_3$) vesentlig silikatmineraler.
- 85,0% karbonatmineraler (kalsitt, dolomitt-ankeritt).
- 2,5% RE-mineraler (parisitt, synchronisitt).
- 1,0% apatitt.
- 3,5% diverse mineraler (kis, hematitt, magnetitt etc.).

Analysene av RE har gitt følgende gjennomsnitt:

Y ppm	La ppm	Ce ppm	Pr ppm	Nd ppm	Sm ppm	Eu ppm	Gd ppm	Dy ppm	Th ppm
182	3045	6475	883	1845	290 337	71	68	70	965

2. Denne malmtypen representerer et gjennomsnitt av selve Gruveåsen og er hovedsakelig en hematitt-kalsittbergart med varierende mengde silikatminerale. Denne malmtypen er representert ved den uttatte prøve "Bolladalen", og analysene av denne prøven har gitt følgende resultat:

Uløst %	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃	MgO %	CaO %	CO ₂ %	P ₂ O ₅ %	Nb ₂ O ₅ %
3,9	3,0	1,4	28,1	1,6	33,4	28,0	0,5	0,1

Prøven er en hematittrik karbonatitt og har etter disse analysene følgende antatte mineralogiske sammensetning:

- 3,9% uløst (HCl-HNO₃) vesentlig silikatminerale.
- 54,0% kalsitt.
- 26,0% hematitt (Fe₂O₃).
- 8,0% dolomitt-ankeritt.
- 1,5% apatitt.
- 3,0% RE-minerale (parisitt, synchisitt).
- 3,5% diverse minerale.

Analysene av RE har gitt følgende resultat:

Y ppm	La ppm	Ce ppm	Pr ppm	Nd ppm	Sm ppm	Eu ppm	Gd ppm	Dy ppm	Th ppm
240	2150	6940	905	2900	420 490	86	56	105	1775

3. Denne prøven er en noe karbonatirik hematittmalm tatt fra en hematittgang i vegskjæring i nærheten av grunnstollåpningen, og analysene har gitt følgende resultat:

Uløst %	Fe ₂ O ₃ %	MgO %	CaO %	CO ₂ %	P ₂ O ₅ %	Nb ₂ O ₅ %
7,4	69,5	1,6	8,7	6,5	1,0	0,07

Y ppm	La ppm	Ce ppm	Pr ppm	Nd ppm	Sm ppm	Eu ppm	Gd ppm	Dy ppm	Th ppm
220	4760	9800	2000	5700	1060	130	61	270	3100

Prøven er en noe fattig hematittmalm med et forholdsvis høyt innhold av karbonatminerale og syreuløselige mineraler.

Prøven har derimot et meget høyt innhold av RE-mineraler med hele 2,5% RE-metaller som skulle svare til ca. 5% RE-mineraler. Prøven i sin helhet har omtrent følgende sammensetning:

- 7,4% uløst (HCl-HNO₃) vesentlig silikatminerale.
- 69,5% hematitt (Fe₂O₃).
- 14,0% karbonatminerale.
- 2,5% apatitt.
- 5,0% RE-mineraler. (Monazitt, parisitt, synchisitt).

Analyseresultatene fra de 3 nye borhullene foreligger som bilag 1 og 2 i denne rapporten. Analyseresultatene er også opptegnet i korrelasjonsdiagram på plansjene 966-01, 966-02 og 966-03.

Hull F1 viser i prøve 16 og 17 et innhold på hele 1½ - 2% Ce+La. Prøvene viser også en liten anrikning av Gd og Th, mens Eu, Y og Sm er normale. Fe-innholdet er forholdsvis lavt, mens Ca og Mg er normalt. P-innholdet derimot er meget lavt, så det ser ikke ut til å være noen korrelasjon mellom RE og P. Dette stemmer med hva en tidligere har erfart. Hull F1 viser videre i prøvene 33 - 36 et Nb-innhold på 0,2 - 0,3% Nb₂O₅ uten at denne anrikning av Nb kan sees å ha noen spesiell sammenheng med de andre elementene.

Hull F2 består av karbonatitt og er geologisk sett homogent. Analysene viser også liten variasjon i de forskjellige elementene. De tre siste prøvene skiller seg noe ut, og i den samleprøve (composite sample) som er laget fra dette hullet, er de tre siste prøvene ikke tatt med. Den

homogene karbonatitten kan i enkelte partier være noe uren med uløst-mengder opp til 10 - 12%.

Innholdet av Ca, Mg og Fe er stort sett meget jevnt. Fe kan variere og skyldes da en tilblending av magnetitt. Ca og Mg ligger stort sett jevnt på henholdsvis 17 og 7%, men de siste 6 prøvene viser en anrikning av Ca og en minskning av Mg og Fe.

P-innholdet er også ganske jevnt. Det er bare de to siste prøvene som viser en anrikning opp til 1,6%.

Nb og Th viser også små variasjoner, og det samme gjelder også stort sett for RE, men her kan det merkes en svak tendens til et avtakende RE-innhold mot slutten av hullet. Innbyrdes viser RE en ganske god korrelasjon.

I nedenforstående skjema er gjennomsnittsberegninger for prøvene 1 - 42 fra borhull F2 stilt opp, i rubrikk I. I rubrikk II er tidligere beregnet gjennomsnitt for prøve "Vegskjæring" satt opp til sammenlikning.

	Y ppm	La %	Ce %	Sm ppm	Eu ppm	Gd ppm	Th %	Nb %
I	184	0,24	0,59	243	57	317	0,1	0,07
II	182	0,30	0,65	290	71	68	0,096	0,07

	Fe %	Ca %	Mg %	P %	Mn %	Uløst %
I	10,4	18,4	6,45	0,235	1,52	9,25
II	10,5	17,0	5,7	0,14		8,0

Analyseresultatene viser ganske god korrelasjon, men det er verdt å merke seg at Eu er noe lavere og P-innholdet noe høyere i borhullet enn i de prøvene som tidligere er tatt i vegskjæringen der borhullene er påsatt. Gd-innholdet viser som tidligere nevnt stor uoverensstemmelse, og IFA er igang med å sjekke analysemetodene som er nyttet for Gd.

Hull F3 er påsatt i nedkanten av skjæringen i skjerpet der prøve "Bolla-

dalen'' tidligere er tatt ut.

Kjernene viser en sammenhengende rødbergsone ned til 31,00 m, og denne sonen (Sone I) skiller seg også tydelig ut ved et relativt høyt RE-innhold. Th-innholdet er også høyt og viser god korrelasjon med RE.

Fe-innholdet er forholdsvis normalt med ca. 15% Fe, men det varierer noe på grunn av enkelte rike hematittsoner. Et par analyser viser over 30% Fe uten at det gir noe utslag i Th- og RE-innholdet.

Forholdet Ca/Mg er verdt å merke seg med et høyt Ca-innhold og et unormalt lavt Mg-innhold.

Resten av hullet fra 31,00 - 63,80 m (Sone II) viser stort sett et lavt Th- og RE-innhold. Fe, Ca og Mg-innholdet er normalt, mens uløstmengden er relativt høy med et gjennomsnitt på 16,2%.

Gjennomsnittsverdiene for de to sonene viser:

	Y ppm	La %	Ce %	Sm ppm	Eu ppm	Gd ppm	Th %	Nb %
Sone I	355	0,24	0,77	325	68	435	0,137	0,116
Sone II	167	0,16	0,37	196	31	220	0,082	0,088

	Fe %	Ca %	Mg %	P %	Mn %	Uløst %
Sone I	18,5	22,3	1,4	0,32	0,81	5,2
Sone II	13,2	16,6	5,2	0,29	0,56	16,2

Tabellen viser en god korrelasjon mellom Th og RE i de to sonene, idet sone I for disse elementene viser omtrent dobbelt så høye verdier som sone II.

Hull B1 som har en veksling mellom rødberg og karbonatitt, viser stort sett normale analyseresultater uten nevneverdige store variasjoner, men det er en svak tendens til anrikning mot slutten av hullet. I de siste 3 prøvene som er karbonatitt er det en anrikning av Ca og en tilsvarende minskning av Mg, Fe og Mn.

Hull B1 som har en veksling mellom rødberg og karbonatitt, viser stort sett normale analyseresultater uten nevneverdige store variasjoner, men det er en svak tendens til anrikning mot slutten av hullet. I de siste 3 prøvene som er karbonatitt er det en anrikning av Ca og en tilsvarende minskning av Mg, Fe og Mn.

Hull B2 som hovedsakelig består av rødberg viser en markert anrikning av Eu ned til diabasen ved 38,20 m. De andre elementene har ikke en så markert tendens, men viser jevnere analyseresultater. Gjennomsnittsverdiene for de to sonene før og etter 38,20 m er vist i nedenforstående tabell.

	Y ppm	% La	% Ce	Sm ppm	Eu ppm	Gd ppm	% Th	% Nb
Sone I	245	0,26	0,78	352	70	395	0,12	0,067
Sone II	200	0,22	0,70	227	47	372	0,085	0,058

	% Fe	% Ca	% Mg	% P	% Mn	% Uløst
Sone I	16,4	18,5	3,85	0,3	1,0	8,4
Sone II	16,4	17,3	4,43	0,23	0,96	6,5

Hovedelementene er ganske like i de to sonene, mens RE er en del høyere i sone I enn i sone II. Ofte finner en som her en dårlig korrelasjon mellom Ce, La og de øvrige sjeldne jordartselementene. Dette er i overensstemmelse med tidligere erfaring hvor en til eks. i analysene fra borhull T21 (NGU rapport nr. 776) har opp til 0,7% La, men med et relativt lavt innhold av Y, Sm og Eu. En skulle anta at hovedelementene som La og Ce er forholdsvis konstante i RE-mineralene, mens innholdet av elementene Y, Eu, Gd og Sm varierer en del.

Det er fra borkjernene tatt ut en del prøver for mineralogiske undersøkelser. Av disse prøvene er det laget tynnslip for mikroskopiske undersøkelser, og prøvene er planslipt og lagt på røntgenfilm i 14 dager for fremstilling av autoradiografier. En del av disse er gjengitt på side 28 og 29.

De mikroskopiske undersøkelsene viser at bergartene stort sett ikke har rene mineralkorn med markerte korngrenser. De fleste bergartene

viser en nesten isotrop karakter som skyldes submikroskopiske utfellinger og omkrystalliseringer av de fleste mineralene. Mest utpreget er limonitt- og hematitt-utfellingene som gir karbonat-mineralene en helt amorf karakter. Denne omkrystallisering til submikroskopiske mineralaggregater antas å skyldes at de primært utkrystalliserte mineralene er dannet under slike trykk- og temperaturforhold at de senere er blitt ustabile. Dette har så ført til en avblanding og omkrystallisering i submikroskopiske inhomogene mineralaggregater.

De RE-bærende bastenesitt-mineralene kan lokaliseres i slipene som uregelmessige, skyformede partier uten rene mineralkorngrenser. Det er en submikroskopisk "grøtet" masse, og det er i mikroskopet vanskelig å se hvilke mineralblandinger en har.

Autoradiogrammene viser også tydelig at RE-mineralene opptrer i uregelmessige, skyformede partier. Ofte finner en også mineralene anriket etter markerte strukturer som er tolket som en slags fly-strukturer.

En finner i enkelte prøver til dels ganske store partier med RE-mineraler, og disse kan også sees i binokularmikroskop. Her ser en også tydelig aggregatkarakteren og de diffuse grensene mellom de forskjellige mineralaggregatene.

Av autodiagrammene ser en også at enkelte prøver viser en helt jevn, diffus, svak sverting som må bety at RE-mineralene her ikke er samlet i skyformige partier, men er jevnt fordelt som små submikroskopiske korn.

Disse spesielle avblandingsforhold som bergartene i Gruveåsenområdet viser, finner en ikke på langt nær så utpreget i de karbonatittområdene der en tidligere har hatt drift på Nb.

De mineralogiske undersøkelsene er kompliserte, og vi vil gjerne arbeide videre med disse problemene og legge fram resultatene i en senere rapport.

I rapport nr. 966 er det gitt følgende konklusjon på de utførte undersøkelserne:

Undersøkelsene har vist at det i området SV for Vegskjæring - Bolladalen, er store homogene karbonatittområder med et meget jevnt innhold av RE-mineraler som hovedsakelig er bastnesitt, synchisitt og parisitt. Karbonatitten har et gjennomsnittlig innhold på ca. 2% RE-mineraler, men kan i mindre partier ha et betydelig høyere innhold. Det ser imidlertid ikke ut til at en her har anrikninger i så store områder at en selektiv malmbrytning kan komme på tale.


Analysene fra borhullene i Bolladalen, som for største delen består av rødberg, viser imidlertid at en her har en noe større variasjon i RE-innholdet. Borhull F3 viser tydelig to avgrensede soner med forskjellige RE-innhold, der en i sone I har en tydelig anrikning over det normale og i sone II gjennomsnittet som ligger under det normale. I dette område ser det altså ut til at det forekommer anrikete partier av et slikt omfang at de kan være gjenstand for selektiv brytning.

RE-mineralene forekommer for det meste som submikroskopiske, inhomogene aggregater uten skarpe korngrenser, og i enkelte av de undersøkte prøvene ser de ut til også å forekomme jevnt fordelt som submikroskopiske korn i karbonatmineralene.

Enkelte prøver viser en utpreget druseromkarakter, og i disse små druserommene finner en ofte små krystaller av RE-mineraler.

Hovedmineralene calcsitt og dolomitt-ankeritt er meget ufriske og urene med utfellinger av limonitt og hematitt som gir bergarten en nesten isotrop karakter. De mineralogiske undersøkelsene av disse bergartene er meget kompliserte.

Trondheim, 20. mars 1973



Sverre Svinndal
geolog

TIL: Geolog S. Svinndal,
Norges Geologiske Undersøkelse
Postboks 3006,
7000 TRONDHEIM

FRA: A. Follo/M. Bonnevie-Svendsen

DATO: 3. mars 1969

ARKIV: 1.3

B. Gaudernack/Arkiv

ANGÅENDE:

Røntgenspektrografisk analyse av prøver mrk. Fensfeltet I, III, V, VI, VII, VIII, IX, X og Hematitt.

Gadolinium og thorium er blitt bestemt kvantitativt ved hjelp av addisjonsmetoden.

De tidligere gitte analyseverdier for Sm er for høye, og vi tillater oss derfor å korrigere disse, idet vi beklager dette meget.

Sm er analysert mot standardkurver utarbeidet for bergartsanalyser. Eu^{X} og Sm^{X} er også bestemt ved hjelp av nøytronaktiveringsanalyse.

Analysenøyaktigheten fra RF- og NA-analysene er $\pm 30\%$ rel.

Prøve merket	L.nr. RF	Sm^{X} ppm	Sm ppm	Eu^{X} ppm	Gd ppm	Th ppm
Fensfeltet nr. I	1154	340	390	85	91	1100
-"- " III	1155	220	330	55	61	820
-"- " V	1156	420	460	100	78	1300
-"- " VI	1157	400	430	80	26	2000
-"- " VII	1158	400	450	80	61	2000
-"- " VIII	1159	480	620	83	61	1800
-"- " IX	1160	300	320	75	52	970
-"- " X	1161	290	310	70	69	970
-"- Hematitt	1188	740	1060	130	61	3100

AF/aro

TIL : Geolog S. Svinndal Norges Geologiske Undersøkelse Postboks 3006 7000 TRONDHEIM B. Gaudernack/Arkiv	FRA : A. Follo DATO : 3. mars 1969 ARKIV : 1.3
---	--

ANGÅENDE :

Kvantitativ røntgenfluorescensanalyse av gadolinium i prøver mrk. Fensfeltet 138/159 (22 stk.). Gruveåsen (34 stk.) og Rauhaug (21 stk.).

Gadolinium-innholdet er blitt bestemt i samtlige prøver ved hjelp av addisjonsmetoden.

RESULTAT

Prøve mrk.	L.nr. RF	ppm Gd	
Fensfeltet nr. 138	867	35	
-"- "	139	868	26
-"- "	140	869	26
-"- "	141	870	43
-"- "	142	871	26
-"- "	143	872	78
-"- "	144	873	56
-"- "	145	874	69
-"- "	146	875	39
-"- "	147	876	100
-"- "	148	877	108
-"- "	149	878	82
-"- "	150	879	117
-"- "	151	880	43
-"- "	152	881	31
-"- "	153	882	31
-"- "	154	883	43
-"- "	155	884	52
-"- "	156	885	65
-"- "	157	886	74
-"- "	158	887	117
-"- "	159	888	52
Gruveåsen 1	313	< 10	
-"- 2	314	13	
-"- 3	315	95	
-"- 4	316	91	
-"- 5	317	22	
-"- 6	318	91	
-"- 7	319	105	
-"- 8	320	13	
-"- 9	321	95	
-"- 10	322	< 10	
-"- 11	323	26	
-"- 12	324	< 10	
-"- 13	325	< 10	
-"- 14 A	326	< 10	
-"- 14 B	327	35	

Prøve mrk.	L.nr. RF	ppm Gd
forts.		
Gruveåsen 15	328	82
-"- 16	329	17
-"- 17	330	< 10
-"- 18	331	13
-"- 20	332	26
-"- 21	333	30
-"- 22	334	< 10
-"- 23	335	< 10
-"- 24	336	< 10
-"- 25	337	< 10
-"- 26	338	39
-"- 27	339	< 10
-"- 28	340	< 10
-"- 29	341	< 10
-"- 30	342	< 10
-"- 31	343	82
-"- 32	344	< 10
-"- 34	345	< 10
-"- 36	346	< 10
Rauhaug 15 malm	71	43
-"- 13 carbonatitt	72	160
-"- 16 Rødberg	73	48
-"- 10 B	74	65
-"- 14 carbonatitt	75	87
-"- 6 A	91	78
-"- 6 B	92	61
-"- 8	93	43
-"- 9	94	48
-"- 10 B	95	48
-"- 12	96	52
-"- 12 B	97	30
-"- 1 x	292	134
-"- 1	293	69
-"- 2	294	48
-"- 3	295	30
-"- 4	296	22

TIL:

Geolog S. Svinndal

FRA:

DATO:

ARKIV:

ANGÅENDE:

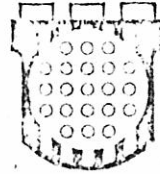
forts.

Prøve mrk.		L.nr. RF	ppm Gd
Rauhaug	5 A	297	17
-"-	5 B	298	61
-"-	10	299	87
-"-	11	300	35

AF/aro

INSTITUTT FOR ATOMENERGI

Materialavdelingen / Kjemt



Norges Geologiske Undersøkelser
v/Geolog Sverre Svinndal,
Postboks 3006,
7001 Trondheim.

DERES REF.

VÅR REF. AF/gk.

2007 KJELLER, 8. desember 1970.

ANALYSERAPPORT (KONFIDENSIELL)

Vedrørende: Røntgenspektrografisk analyse av yttrium, lanthan, cerium, samarium, gadolinium, thorium og niob i 151 bergartsprøver fra Pensfeltet sommeren 1970.

Europium er bestemt i samtlige prøver ved hjelp av nøytronaktiveringsanalyse. Dessuten er samarium bestemt i 73 prøver med samme metode som en kontroll på de røntgenspektrografiske verdiene.

Hovedmatrisen i de røntgenspektrografiske standarder er basert på emisjonspektrografisk analyse av Rødberg og karbonatitt, da de tilsendte bergarter er Rødberg og karbonatitt eller en blandingsbergart av de to. Den geologiske logg og kontrollanalyser ved hjelp av addisjonsmetoden har vært retningsgivende for valg av standardkurver ved avlesning av de oppgitte analyseverdier. Avviket mellom verdiene for de anvendte standardkurver har ligget under ± 20 rel %.

For ytterligere å teste den røntgenspektrografiske metodes nøyaktighet er det blitt utført parallell-bestemmelser av yttrium, lanthan, cerium, samarium, gadolinium, thorium og niob basert på kjente tilsatser (addisjonsmetoden) i en rekke vilkårlig valgte prøver med ulik sammensetning.

I de 73 prøver hvor samarium er bestemt ved både røntgenfluorescens- og nøytronaktiveringsanalyse, er middelverdien for de to metodene oppgitt. Avviket i analyseverdiene for samarium basert på de 73 parallellmålingene viser ca. ± 10 rel %.

Dessuten er 10 vilkårlig valgte bergartsprøver analysert emisjonspektrografisk på elementet niob. De samme standardblandinger som for røntgenfluorescensanalysene ble benyttet og strontium innblandet som intern standard ved prepareringen. Følgende spektrografiske analyselinjer er brukt, Nb 3094,18 Å mot Sr 2931,83 Å. Det maksimale avvik mellom de to metodene var ± 20 rel %, dette beregnet på grunnlag av de 10 analyserte prøvene.

..//.

	Postadresse	Telefon	Teleks	Telegramadresse	Bank giro	Post giro
Hovedkontor og forskningscenter:	Postboks 40, 2007 Kjeller	Lillestrøm 71 25 60*	16361 atom n	Atomenergi Oslo	5102.05.00070	339 60

På grunnlag av de foran gitte informasjoner anslår vi nøyaktigheten for de røntgenspektrografiske bestemmelsene til å ligge innenfor ± 20 rel %, bortsett fra bestemmelser av de lave konsentrasjoner (nær påvisningsgrensen) der en må regne med avvik med en faktor på opptil 2.

Vi vil ikke unnlate å gjøre oppmerksom på at muligheter for systematiske feil (matrise-effekter) er tilstede, særlig i betraktning av den store variasjon det er i prøvenes sammensetning.

M. Bonnevie-Svendsen

Dr.rer.nat. M. Bonnevie-Svendsen
Avdelingskjemiker

A. Follo
A. Follo
Driftsingeniør

Resultater for prøver fra Fensfeltet sommeren 1970.

(RF: Røntgenfluorescens-spektrometri)

(NA: Neutronaktiveringsanalyse)

Metode		RF	RF	RF	RF	NA	RF	RF	RF
Prøve mrk.	L.No. RF	Y %	La %	Ce %	Sm %	Eu %	Gd %	Th %	Nb %
1B1	3277	0.022	0.22	0.70	0.030	0.0053	0.035	0.11	0.049
2B1	3278	0.031	0.22	0.65	0.035	0.0061	0.041	0.13	0.090
3B1	3279	0.033	0.25	0.75	0.038	0.0051	0.046	0.15	0.11
4B1	3280	0.019	0.22	0.64	0.026	0.0056	0.033	0.11	0.058
5B1	3281	0.021	0.22	0.64	0.024	0.0049	0.031	0.11	0.078
6B1	3282	0.023	0.24	0.67	0.031	0.0062	0.037	0.15	0.058
7B1	3283	0.024	0.25	0.75	0.037	0.0058	0.044	0.15	0.059
8B1	3284	0.029	0.24	0.74	0.043	0.0067	0.043	0.12	0.078
9B1	3285	0.027	0.20	0.56	0.030	0.0047	0.025	0.12	0.082
10B1	3286	0.021	0.31	0.76	0.028	0.0040	0.035	0.11	0.10
11B1	3287	0.018	0.075	0.21	0.016	0.0055	0.011	0.063	0.11
12B1	3288	0.025	0.25	0.64	0.028	0.0053	0.029	0.12	0.093
13B1	3289	0.037	0.30	0.81	0.037	0.0063	0.046	0.11	0.12
14B1	3290	0.035	0.29	0.80	0.026	0.0052	0.038	0.10	0.11
15B1	3291	0.023	0.25	0.68	0.025	0.0051	0.029	0.083	0.086
16B1	3292	0.027	0.15	0.46	0.024	0.0043	0.022	0.11	0.091
17B1	3293	0.025	0.13	0.46	0.024	0.0047	0.022	0.10	0.059
18B1	3294	0.017	0.22	0.80	0.022	0.0041	0.034	0.079	0.032
19B1	3295	0.017	0.22	0.74	0.017	0.0036	0.031	0.066	0.014
1B2	3296	0.020	0.19	0.60	0.035	0.0060	0.031	0.088	0.038
2B2	3297	0.032	0.29	0.83	0.037	0.0090	0.047	0.13	0.090
3B2	3298	0.030	0.27	0.80	0.036	0.0074	0.047	0.14	0.078
4B2	3299	0.026	0.24	0.69	0.031	0.0064	0.039	0.14	0.088
5B2	3300	0.023	0.22	0.68	0.029	0.0062	0.038	0.11	0.056
6B2	3301	0.018	0.19	0.58	0.034	0.0036	0.034	0.10	0.059
7B2	3302	0.022	0.36	1.00	0.038	0.010	0.048	0.13	0.078
8B2	3303	0.025	0.37	1.10	0.047	0.0083	0.058	0.12	0.073
9B2	3304	0.022	0.26	0.80	0.032	0.0059	0.047	0.10	0.068
10B2	3305	0.027	0.31	0.86	0.030	0.0054	0.047	0.092	0.085
11B2	3306	0.031	0.23	0.65	0.023	0.0054	0.035	0.11	0.10
12B2	3307	0.018	0.15	0.48	0.020	0.0045	0.029	0.086	0.043

Metode		RF	RF	RF	RF	NA	RF	RF	RF
Prøve nrk.	L.No. RF	Y %	La %	Ce %	Sm %	Eu %	Gd %	Th %	Nb %
13B2	3308	0.014	0.11	0.39	0.013	0.0031	0.021	0.050	0.040
14B2	3309	0.017	0.15	0.42	0.012	0.0032	0.023	0.068	0.071
15B2	3310	0.021	0.25	0.75	0.025	0.0043	0.041	0.089	0.052
16B2	3311	0.021	0.27	0.83	0.028	0.0051	0.044	0.089	0.028
17B2	3312	0.025	0.37	0.98	0.038	0.0063	0.056	0.12	0.054
1F1	3313	0.022	0.19	0.46	0.027	0.0051	0.024	0.094	0.12
2F1	3314	0.037	0.10	0.26	0.017	0.0034	0.020	0.078	0.084
3F1	3315	0.022	0.070	0.18	0.015	0.0019	0.011	0.046	0.055
4F1	3316	0.022	0.080	0.21	0.011	0.0029	0.014	0.058	0.061
5F1	3317	0.027	0.11	0.28	0.017	0.0051	0.017	0.10	0.092
6F1	3318	0.033	0.16	0.46	0.031	0.0070	0.036	0.10	0.086
7F1	3319	0.022	0.22	0.63	0.027	0.0063	0.034	0.13	0.081
8F1	3320	0.024	0.20	0.58	0.023	0.0057	0.034	0.084	0.076
9F1	3321	0.022	0.15	0.41	0.019	0.0040	0.020	0.077	0.11
10F1	3322	0.025	0.21	0.54	0.028	0.0055	0.029	0.098	0.10
11F1	3323	0.023	0.19	0.50	0.030	0.0054	0.027	0.086	0.15
12F1	3324	0.024	0.16	0.45	0.022	0.0048	0.025	0.074	0.10
13F1	3325	0.025	0.21	0.54	0.029	0.0051	0.032	0.11	0.13
14F1	3326	0.024	0.19	0.44	0.024	0.0064	0.026	0.087	0.14
15F1	3327	0.013	0.11	0.31	0.018	0.0035	0.016	0.072	0.13
16F1	3328	0.025	0.48	1.00	0.032	0.0061	0.044	0.16	0.052
17F1	3329	0.019	0.69	1.25	0.021	0.0037	0.050	0.11	0.023
18F1	3330	0.032	0.20	0.54	0.040	0.0066	0.035	0.11	0.14
19F1	3331	0.021	0.17	0.46	0.025	0.0051	0.024	0.085	0.093
20F1	3332	0.016	0.095	0.24	0.014	0.0026	0.014	0.059	0.10
21F1	3333	0.015	0.040	0.12	0.011	0.0021	0.007	0.042	0.053
22F1	3334	0.021	0.13	0.39	0.015	0.0036	0.020	0.076	0.055
23F1	3335	0.020	0.15	0.43	0.018	0.0037	0.023	0.060	0.070
24F1	3336	0.024	0.17	0.52	0.021	0.0044	0.028	0.067	0.070
25F1	3337	0.035	0.12	0.41	0.029	0.0074	0.028	0.13	0.11
26F1	3338	0.023	0.15	0.50	0.025	0.0051	0.031	0.090	0.091
27F1	3339	0.015	0.16	0.58	0.020	0.0044	0.033	0.080	0.060
28F1	3340	0.013	0.26	0.89	0.027	0.0056	0.044	0.10	0.064

x) RF/NA : Oppgitt middelerdi for røntgenfluorescens- og nøytronaktiveringsanalyse

Metode		RF	RF	RF	RF/NA ^x	NA	RF	RF	RF
Prøve mrk.	L.No. RF	Y %	La %	Ce %	Sm %	Eu %	Gd %	Th %	Nb %
29F1	3424	0.026	0.22	0.70	0.027	0.0060	0.037	0.082	0.074
30F1	3425	0.026	0.26	0.72	0.022	0.0054	0.037	0.094	0.069
31F1	3426	0.030	0.23	0.65	0.030	0.0080	0.040	0.066	0.14
32F1	3427	0.030	0.23	0.64	0.032	0.0089	0.038	0.065	0.082
33F1	3428	0.040	0.32	0.77	0.034	0.0046	0.036	0.091	0.17
34F1	3429	0.025	0.26	0.72	0.025	0.0052	0.037	0.091	0.17
35F1	3430	0.030	0.26	0.78	0.021	0.0049	0.039	0.070	0.21
36F1	3431	0.027	0.32	0.78	0.021	0.0048	0.035	0.095	0.17
37F1	3432	0.023	0.31	0.72	0.019	0.0043	0.034	0.069	0.12
38F1	3433	0.024	0.24	0.52	0.013	0.0027	0.023	0.059	0.089
39F1	3434	0.027	0.15	0.44	0.015	0.0041	0.020	0.043	0.060
40F1	3435	0.015	0.25	0.70	0.022	0.0042	0.035	0.042	0.057
41F1	3436	0.023	0.27	0.70	0.020	0.0045	0.036	0.060	0.067
42F1	3437	0.022	0.29	0.72	0.018	0.0043	0.032	0.085	0.10
43F1	3438	0.017	0.23	0.56	0.016	0.0032	0.027	0.077	0.078
44F1	3439	0.034	0.20	0.52	0.018	0.0044	0.026	0.088	0.10
45F1	3440	0.017	0.12	0.31	0.013	0.0029	0.014	0.036	0.054
46F1	3441	0.030	0.11	0.30	0.014	0.0031	0.013	0.035	0.13
47F1	3442	0.041	0.20	0.47	0.017	0.0039	0.022	0.060	0.078
48F1	3443	0.021	0.15	0.46	0.021	0.0045	0.032	0.045	0.070
49F1	3444	0.018	0.17	0.41	0.014	0.0032	0.023	0.053	0.16
50F1	3445	0.014	0.26	0.72	0.020	0.0049	0.041	0.044	0.020
51F1	3446	0.030	0.27	0.70	0.021	0.0062	0.039	0.092	0.052
52F1	3447	0.023	0.20	0.52	0.016	0.0037	0.028	0.055	0.090
53F1	3448	0.024	0.24	0.60	0.017	0.0044	0.030	0.061	0.090
54F1	3449	0.026	0.19	0.49	0.022	0.0059	0.029	0.089	0.044
55F1	3450	0.016	0.15	0.39	0.013	0.0027	0.023	0.064	0.083
56F1	3451	0.015	0.17	0.44	0.013	0.0028	0.019	0.056	0.070
1F2	3452	0.024	0.29	0.73	0.029	0.0070	0.041	0.13	0.071
2F2	3453	0.016	0.20	0.50	0.022	0.0054	0.029	0.092	0.064
3F2	3454	0.018	0.24	0.59	0.023	0.0051	0.033	0.090	0.080
4F2	3455	0.018	0.078	0.21	0.015	0.0029	0.015	0.051	0.080
5F2	3456	0.022	0.24	0.70	0.033	0.0073	0.045	0.11	0.053
6F2	3457	0.019	0.21	0.51	0.024	0.0052	0.028	0.095	0.060
7F2	3458	0.024	0.35	0.82	0.030	0.0070	0.042	0.095	0.073

x) RF/NA : Oppgitt middelværdi for røntgenfluorescens- og nøytronaktiveringsanalyse.

Metode		RF	RF	RF	RF/NA ^x	NA	RF	RF	RF
Prøve nrk.	L.No. RF	Y %	La %	Ce %	Sm %	Eu %	Gd %	Th %	Nb %
8F2	3459	0.031	0.23	0.59	0.028	0.0060	0.034	0.13	0.080
9F2	3460	0.027	0.27	0.70	0.033	0.0077	0.040	0.14	0.062
10F2	3461	0.020	0.30	0.71	0.022	0.0060	0.033	0.10	0.038
11F2	3462	0.017	0.24	0.58	0.017	0.0043	0.028	0.093	0.083
12F2	3463	0.019	0.20	0.53	0.032	0.0070	0.032	0.12	0.056
13F2	3464	0.017	0.21	0.51	0.023	0.0050	0.029	0.10	0.058
14F2	3465	0.018	0.22	0.52	0.020	0.0055	0.027	0.082	0.057
15F2	3466	0.016	0.36	0.83	0.023	0.0066	0.037	0.092	0.044
16F2	3467	0.018	0.27	0.66	0.025	0.0054	0.035	0.083	0.070
17F2	3468	0.017	0.26	0.65	0.021	0.0052	0.032	0.089	0.082
18F2	3469	0.016	0.24	0.60	0.024	0.0054	0.029	0.088	0.064
19F2	3470	0.020	0.26	0.62	0.022	0.0046	0.029	0.092	0.089
20F2	3471	0.032	0.43	1.00	0.028	0.0077	0.050	0.12	0.061
21F2	3472	0.024	0.24	0.59	0.024	0.0066	0.031	0.11	0.090
22F2	3473	0.019	0.27	0.72	0.032	0.0062	0.041	0.079	0.066
23F2	3474	0.017	0.21	0.54	0.022	0.0045	0.028	0.085	0.078
24F2	3475	0.009	0.16	0.45	0.028	0.0048	0.027	0.054	0.013
25F2	3476	0.014	0.18	0.47	0.022	0.0054	0.025	0.092	0.056
26F2	3477	0.017	0.21	0.52	0.024	0.0053	0.028	0.10	0.062
27F2	3478	0.010	0.28	0.68	0.023	0.0057	0.031	0.089	0.060
28F2	3479	0.013	0.28	0.68	0.027	0.0050	0.031	0.090	0.10
29F2	3480	0.019	0.29	0.76	0.027	0.0073	0.037	0.11	0.044
30F2	3481	0.019	0.42	1.00	0.029	0.0072	0.045	0.11	0.080
31F2	3482	0.015	0.20	0.49	0.020	0.0050	0.024	0.087	0.059
32F2	3483	0.025	0.20	0.50	0.022	0.0061	0.028	0.10	0.10
33F2	3484	0.021	0.22	0.54	0.022	0.0062	0.029	0.13	0.082
34F2	3485	0.017	0.080	0.22	0.012	0.0029	0.018	0.078	0.075
35F2	3486	0.018	0.13	0.36	0.019	0.0044	0.023	0.090	0.060
36F2	3487	0.015	0.18	0.45	0.017	0.0045	0.026	0.078	0.063
37F2	3488	0.026	0.19	0.49	0.026	0.0061	0.030	0.093	0.071
38F2	3489	0.018	0.18	0.46	0.024	0.0055	0.025	0.085	0.053
39F2	3490	0.017	0.26	0.66	0.029	0.0065	0.034	0.094	0.057








x)









RF/NA : Oppgitt middelværdi for røntgenfluorescens- og nøytronaktiveringsanalyse.

Metode		RF	RF	RF	RF/NA ^x	NA	RF	RF	RF
Prøve nrk.	L.no. RF	Y %	La %	Ce %	Sm %	Eu %	Gd %	Th %	Nb %
40F2	3491	0.020	0.21	0.56	0.021	0.0046	0.033	0.029	0.080
41F2	3492	0.024	0.26	0.66	0.027	0.0059	0.037	0.12	0.066
42F2	3493	0.018	0.19	0.51	0.018	0.0041	0.029	0.10	0.081
43F2	3494	0.011	0.078	0.20	0.007	0.0012	0.011	0.041	0.017
44F2	3495	0.028	0.096	0.26	0.015	0.0040	0.018	0.065	0.076
45F2	3496	0.023	0.13	0.37	0.018	0.0037	0.023	0.065	0.11

Metode		RF	RF	RF	RF	NA	RF	RF	RF
Próve nrk.	L.No. RF	Y %	La %	Ce %	Sm %	Eu %	Gd %	Th %	Hb %
1F3	3341	0.023	0.19	0.67	0.034	0.0068	0.037	0.17	0.12
2F3	3342	0.015	0.15	0.51	0.041	0.0056	0.036	0.11	0.080
3F3	3343	0.031	0.38	1.20	0.034	0.0079	0.063	0.15	0.090
4F3	3344	0.046	0.19	0.60	0.025	0.0058	0.038	0.11	0.13
5F3	3345	0.034	0.20	0.64	0.027	0.0065	0.036	0.10	0.12
6F3	3346	0.046	0.25	0.81	0.027	0.0073	0.045	0.13	0.14
7F3	3347	0.024	0.43	1.34	0.045	0.0071	0.069	0.12	0.13
8F3	3348	0.062	0.21	0.69	0.028	0.0080	0.049	0.19	0.13
9F3	3349	0.023	0.093	0.26	0.018	0.0035	0.018	0.083	0.081
10F3	3350	0.015	0.075	0.19	0.010	0.0027	0.012	0.063	0.10
11F3	3351	0.026	0.29	0.72	0.021	0.0025	0.034	0.11	0.090
12F3	3352	0.013	0.11	0.31	0.016	0.0026	0.018	0.055	0.083
13F3	3353	0.012	0.12	0.37	0.030	0.0043	0.025	0.13	0.050
14F3	3354	0.011	0.095	0.31	0.024	0.0033	0.023	0.070	0.057

TEGNFORKLARING

-  Gneis
-  Fenitt
-  Basiske silikatbergarter
-  Damtjernitt
-  Søvitt
-  Rauhaugitt
-  Redberg

-  Prøvepunkt med nr.
- Mutingspunkter:
 -  i dagen
 -  under jord
 -  i dagen
 -  under jord
-  Cappelen
-  Norsk Bergverk
-  Jernforekomster



GEOLOGISK KART MED PRØVEPUNKTER OG MUTINGSPUNKTER FENSFELTET, ULEFOSS	MÅLESTOKK	MÅLT
	1: 5000	TEGN Sv.Sv. AUG. 1968 TRAC G.G. JAN. 1968 KFR. Sv.Sv.
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR.	820-01

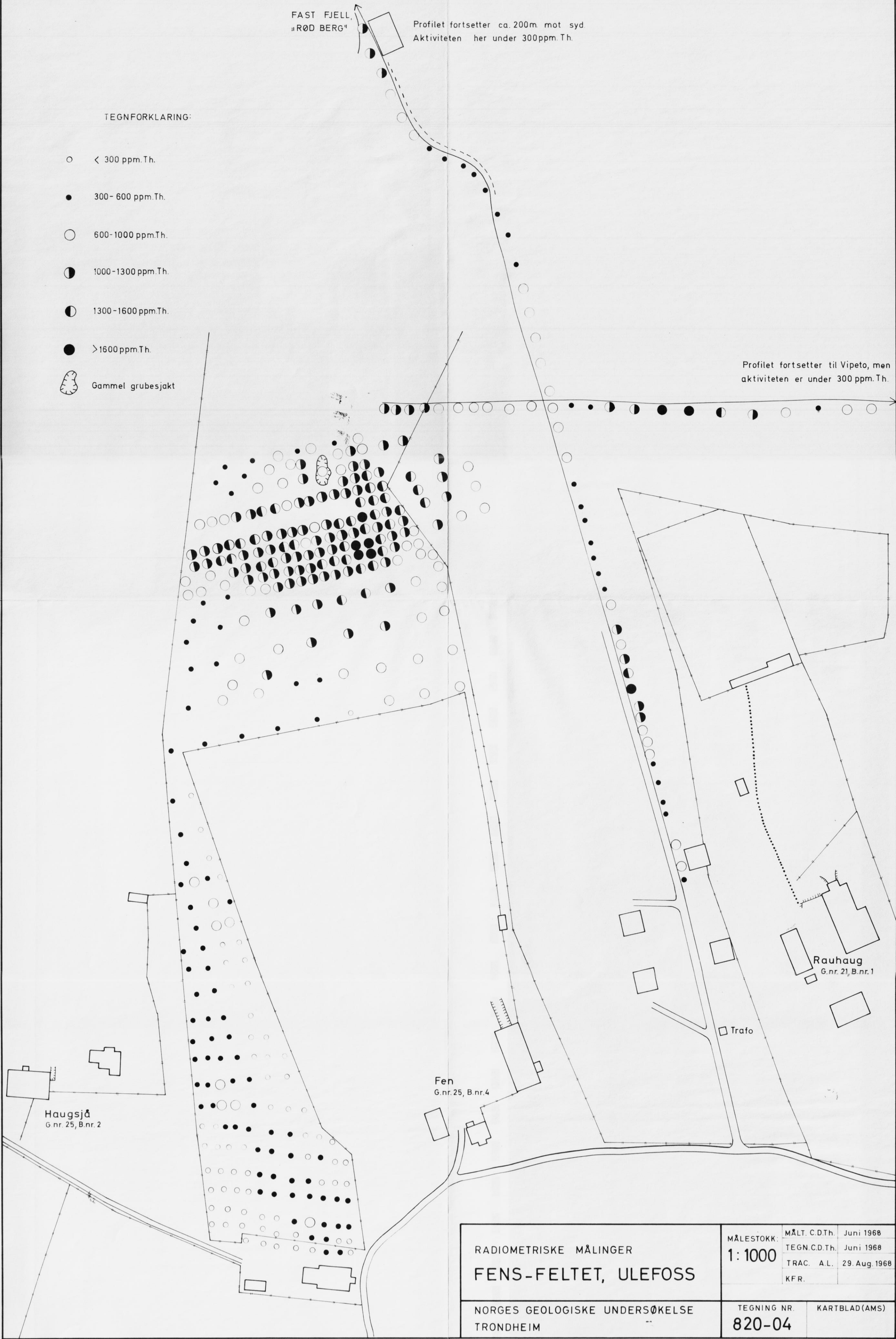
FAST FJELL,
"RØD BERG"

Profilen fortsetter ca. 200m mot syd
Aktiviteten her under 300ppm.Th.

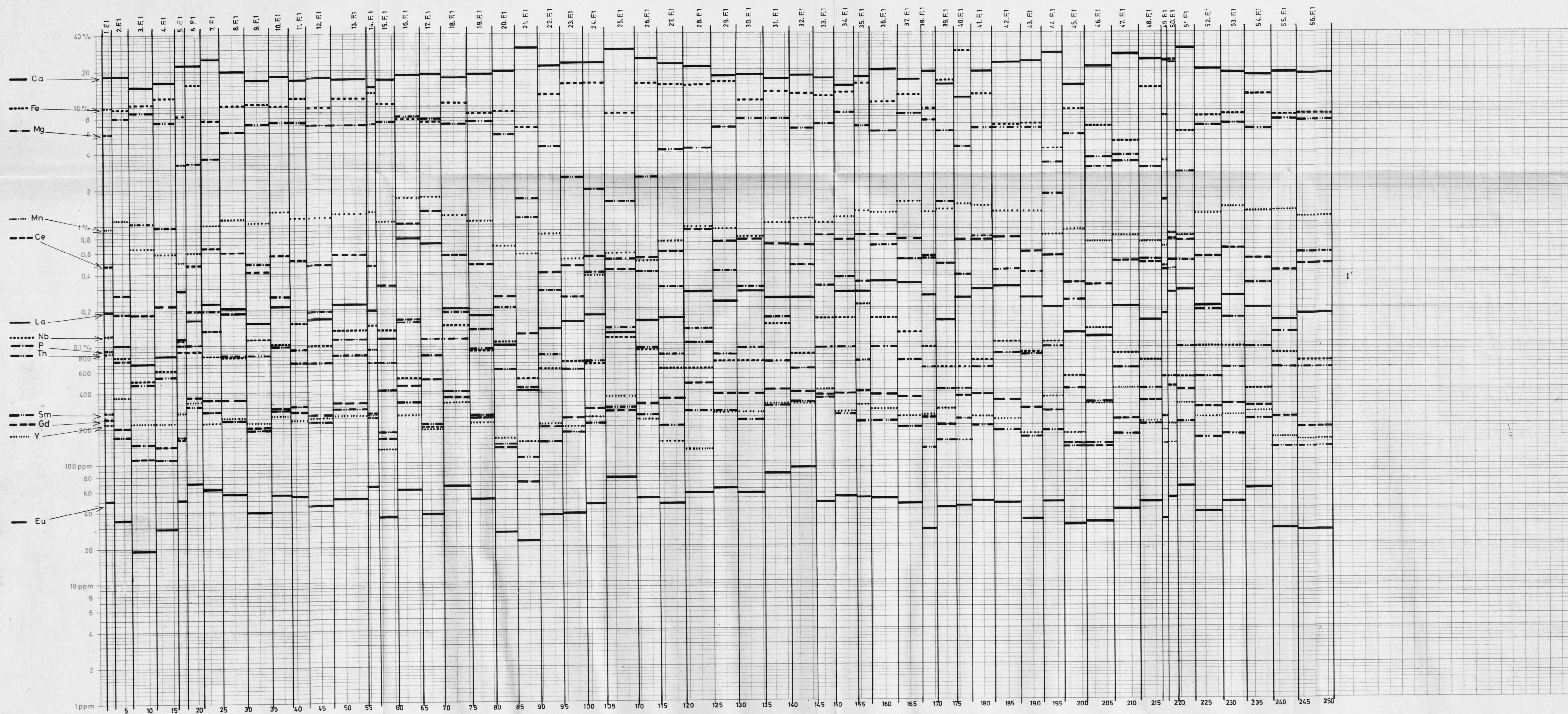
TEGNFORKLARING:

- < 300 ppm.Th.
- 300 - 600 ppm.Th.
- 600 - 1000 ppm.Th.
- ◐ 1000 - 1300 ppm.Th.
- ◑ 1300 - 1600 ppm.Th.
- > 1600 ppm.Th.
- ◌ Gammel grubesjakt

Profilen fortsetter til Vipeto, men
aktiviteten er under 300 ppm.Th.



RADIOMETRISKE MÅLINGER FENS-FELTET, ULEFOSS	MÅLESTOKK:	MÅLT. C.D.Th.	Juni 1968
	1:1000	TEGN.C.D.Th.	Juni 1968
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM		TRAC. A.L.	29. Aug. 1968
		KFR.	
	TEGNING NR.	KARTBLAD(AMS)	
	820-04		

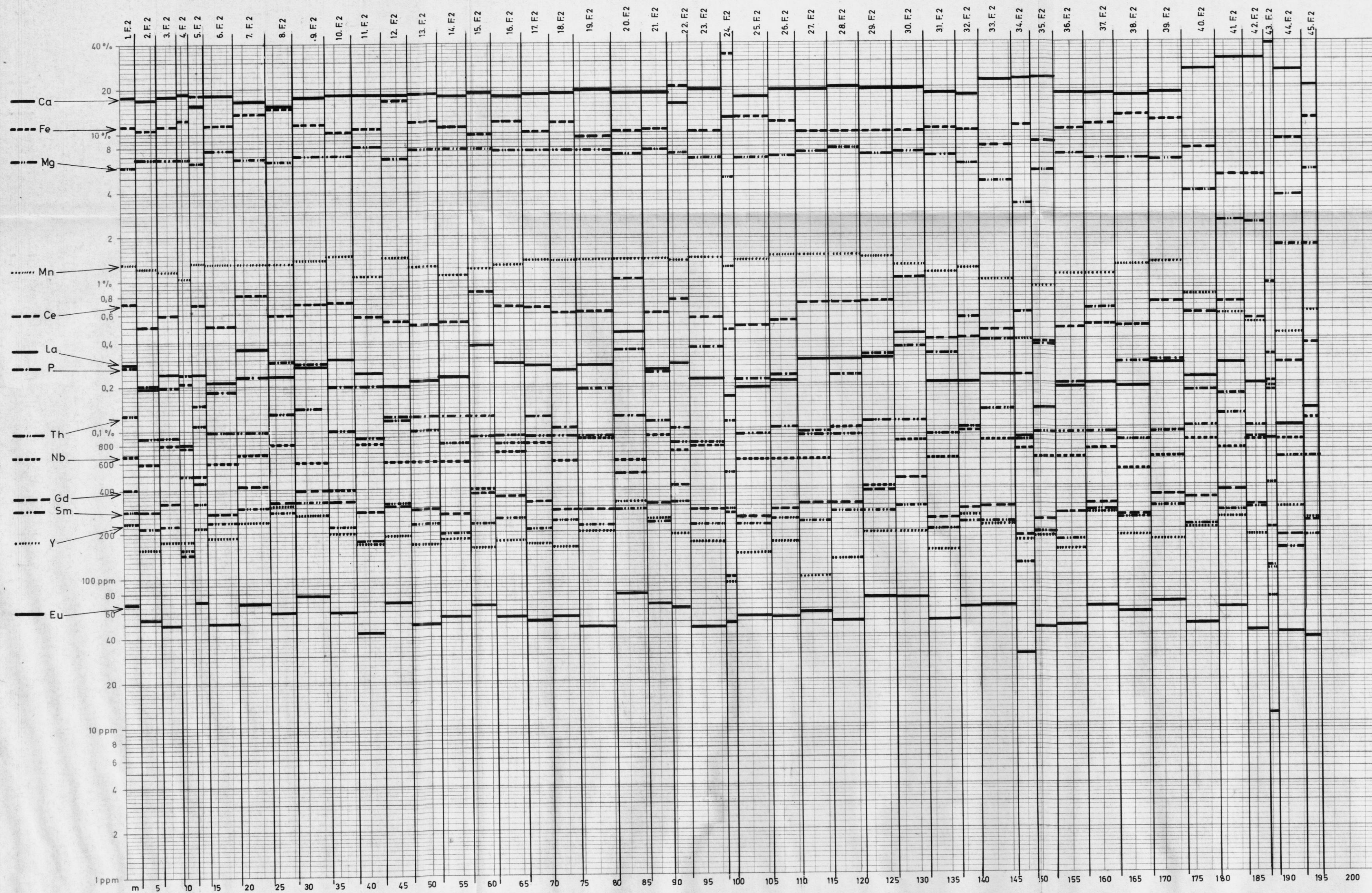


NGU
 KORRELASJONSDIAGRAM FOR
 ANALYSERESULTATER FRA Dbh. F1
 SJELDNE JORDARTER, FENSFELTET

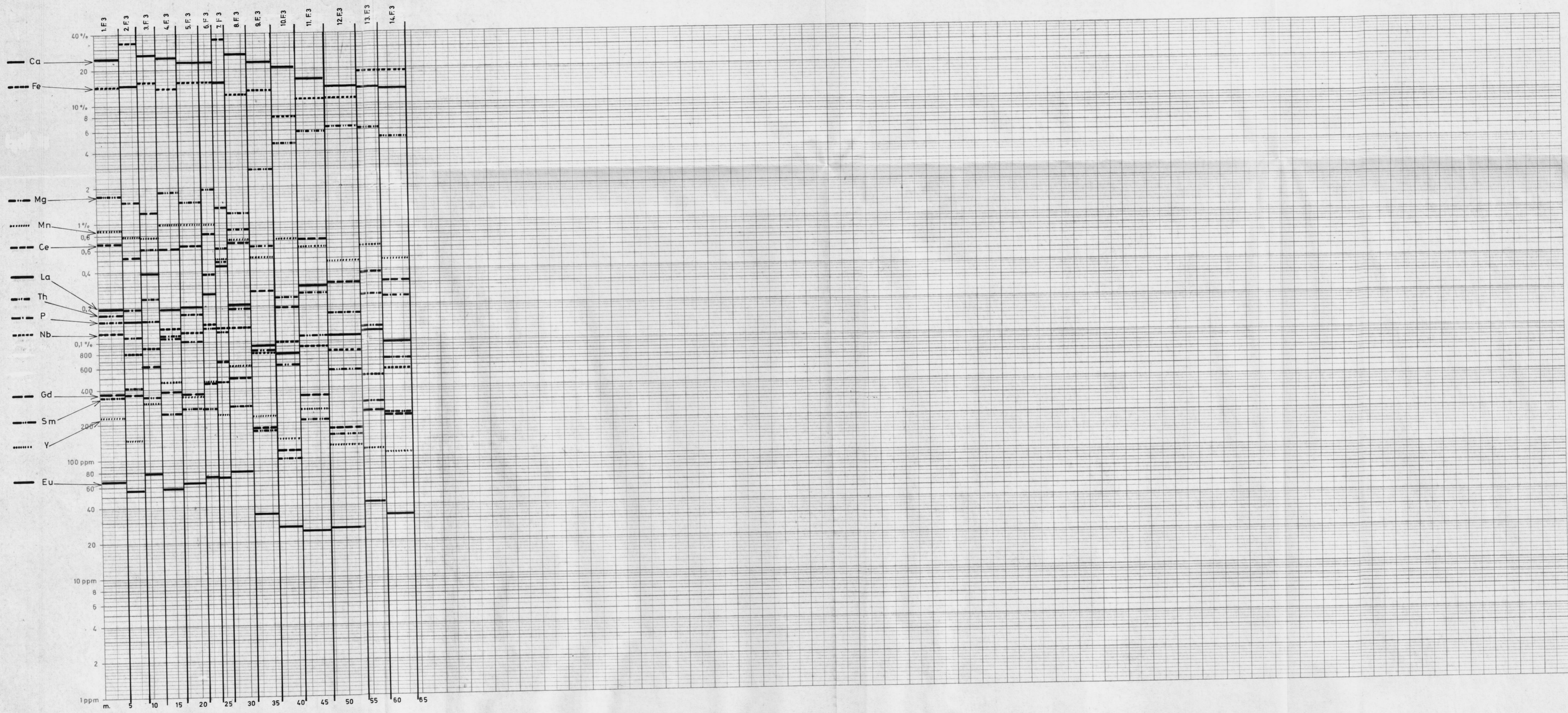
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

MÅLESTOKK	MÅLT	SV. SV.	1970
	TEGN.	SV. SV.	1970
	TRAC.	A.T.	1971
	KFR.	SV. SV.	1971

TEGNING NR:	KARTBLAD (AMS)
966-01	



NGU KORRELASJONSDIAGRAM FOR ANALYSERESULTATER FRA Dbh F2 SJELDNE JORDARTER, FENSFELTET	MÅLESTOKK	MÅLT	SV. SV.	1970
		TEGN.	SV. SV.	1970
		TRAC.	AI.	1971
		KFR.	SV. SV.	1971
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR:	KARTBLAD (AMS)		
	966-02			



NGU
 KORRELASJONSDIAGRAM FOR
 ANALYSERESULTATER FRA Dbh. F3
 SJELDNE JORDARTER, FENSFELTET
 NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

MÅLESTOKK	MÅLT	SV. SV.	1970
	TEGN.	SV. SV.	1970
	TRAC.	AT	1971
	KFR.	SV. SV.	1971

TEGNING NR.	KARTBLAD (AMS)
966-03	