



Bergvesenet

Postboks 3021, 7002 Trondheim

Rapportarkivet

Bergvesenet rapport nr BV 1568	Intern Journal nr 209/84 VB	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering Trondheim	Gradering
Kommer fra ..arkiv	Ekstern rapport nr	Oversendt fra	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:
Tittel Oppsummering av undersøkelsesarbeider ved Sunnfjord Eklogitter				
Forfatter		Dato 17.07 1984	Bedrift Elkem A/S NGU	
Kommune Førde Naustdal Askvoll	Fylke Sogn og Fjordane	Bergdistrikt Vestlandske	1: 50 000 kartblad 11171 11182 12173 12183	1: 250 000 kartblad
Fagområde Geologi Geokjemi	Dokument type		Forekomster Naustdal Fureviknipa Engebøfjellet	
Råstofftype Industrimineral	Emneord Eklogitt Rutil			
Sammendrag				

8V1568

Jun. 209/84 VB.

T. S. Jnr.	486/84
Mottatt	4/8
Sett	OK
Besvart	

2.9620
Juli 1984

OPPSUMMERING
av
UNDERSØKELSE SARBEIDER
ved
SUNNFJORD EKLOGITTER

Naustdal	NM 11 - 15 1974-TB
Vevring	NM 19 - 26/1980 TB
Fureviknipa	NM 57 - 65/1980 TB

Elkem a/s
17.7.1984

SAMMENDRAG

De rutilførende eklogittforekomstene Naustdal, Engebøfjellet og Fureviknipa er undersøkt ved prøvetaking og in-situ analyser i samarbeide med NGU. Det er innen disse forekomstene anrikninger av rutil i 10-m-skala på opptil 4-5%, og i cm-dm skala på 6% og høyere.

De mest attraktive partier som er påvist med utgående i 100 m skala innenfor disse forekomstene, inneholder rutilgehalter på 3-3.5%. Dette er omtrent 60% av en marginalgehalt på 6%. Forekomstene er således i dag ikke økonomisk interessante.

INNHold

1. Innledning
2. Beliggenhet
3. Generell geologi
4. Prøvetaking og analysemetoder
5. Forekomster - utførte arbeider
 - 5.1 - Naustdal
 - 5.2 - Fureviknipa
 - 5.3 - Engebøfjellet
6. Konklusjon

BILAG OG APPENDIX

- | | |
|------------|---|
| BILAG 1 | Oversiktskart over eklogittfore-
komster i Førdefjordområdet |
| BILAG 2 | Geologisk kart og prøvetakingskart
Naustdal |
| BILAG 3 | Geologisk kart og prøvetakingskart
Fureviknipa |
| BILAG 4 | Geologisk kart og prøvetakingskart
Engbøfjellet |
| APPENDIX 1 | Oppredning av rutil i eklogitt
fra Sunnfjord, rapport fra
O. Eidsmo - Januar 1981 |

1. INNLEDNING

Elkem startet sine rutilundersøkelser på eklogitt i 1969 og undersøkte i årene 1969-72 en forekomst ved Naustdal i Sunnfjord (muting nr. 11-15/1974-TB).

Arbeidet ble tatt opp igjen i 1978, hvor det i årene 1978-80 ble undersøkt flere rutilførende eklogitter i Sunnfjord i samarbeide med NGU. Elkem mutet rettigheter på Vevring (Engbøfjellet) NM 19-26/1980VB) og Fureviknipa NM 57-65/1980 VB. Samtlige rettigheter er nå falt i det fri fra Elkems side.

Gjennom samarbeidet med NGU har statsgeolog Are Korneliussen vært NGU's representant ved praktisk feltarbeid. A. Korneliussen har forfattet 5 NGU rapporter om eklogitter i Sunnfjord-området 1717 1-5. Kapittel 4, 5 6.1 og 6.2 i denne rapport er klippet sammen fra NGU rapport 1717/5. Det samme gjelder bilag 1-3.

2. BELIGGEHNET

De rutilførende eklogitter som Elkem har hatt rettigheter på, ligger ved Førdefjorden i Sunnfjord. Forekomstene Naustdal og Fureviknipa ligger i Førde kommune, mens Engbøfjellet (Vevring) ligger i Askvoll kommune. Se bilag 1.

3. GENERELL GEOLOGI

De rutilførende eklogittiske bergartene opptrer som linser og deformerte soner i grunnfjellsgneisen. Eklogittene befinner seg dels innen Fjordanekomplekset med sine biotittiske gneiser og dels innen Jostedalskomplekset med granittiske og granodiorittiske gneiser.

Eklogittlinsene har størrelser varierende fra 2-3 dm til 3-4 km. Eklogittene består av amfibol (30-60%), granat (20-50%), klinopyroksen (0-10%), rutil (vanligvis 1-3%) og apatitt, kyanitt, ilmenitt, pyritt og magnetkis i aksessoriske mengder.

Ekolittene er vanligvis massive uten tegn til båndinger og med varierende innhold av hovedmineraliene amfibol, granat og pyroksen. Båndinger med anrikninger av ett eller to av hovedmineralene forekommer. Båndingene viser en tendens til å være sammenfallende med foliasjonen i de omkringliggende gneiser, og foldninger innen eklogittkropper ser ut til å gjenspeile tilsvarende foldninger i gneisene.

Ekologittene har basaltisk kjemi med en alkaline tendens. Den kjemiske sammensetningen er sterkt varierende, også innen samme eklogittkropp. Det er ikke påvist karakteristiske forskjeller i kjemi mellom enkelte eklogittkropper eller delområder (Korneiliussen 1980).

Rutil forekommer som mere eller mindre uregelmessige impregnasjoner med gehalter som varierer fra 0.5 til 10%, med vanlige verdier på 1.5-3%. Høye verdier på over 5% rutil ser ut til å forekomme i partier med inntil 1 m utstrekning mens gehalter på 4-5% rutil kan forekomme i 10-20 m lange partier (omtrentlig bedømmelse). Disse anrikende partier er uregelmessige i form og gehalter. Det er ikke påvist noen sammenheng mellom bergartens mineralogiske og kjemiske sammensetning, båndinger og rutilens opptreden.

4. PRØVETAKING OG ANALYSEMETODER

Ved prøvetakingen i 1969-72 (Geis 1973), 1978 (Korneiliussen 1979) og 1979 (Korneiliussen 1980) ble det tatt knakkprøver. Prøvetakingen var tildels tilfeldig, tildels systematisk langs profiler, slik dette fremgår av de respektive rapporter.

Ved 1980-undersøkelsene ble det benyttet et bærbart XRF-feltanalyseinstrument for TiO_2 -analyser med en radioaktiv isotop som strålekilde. I tillegg ble det tatt endel prøver for laboratorieanalyser for bedre å kunne vurdere rutil- og ilmenittinnholdet i bergarten samt oppnå en viss kontroll på XRF-instrumentets nøyaktighet. XRF-instrumentet ble i feltet benyttet på borestøvprøver, nedknuste knakkprøver (knust med håndknuser) og direkte på fjell. Sammenlignende målinger på borestøv og direkte på fjell gav resultater som stemte godt overens og var absolutt tilfredsstillende for denne undersøkelsen.

5. FOREKOMSTER - UTFØRT ARBEID

De aktuelle eklogittforekomster i Naustdal, Engebø-fjellet og Fureviknipa fremkommer i Bilag 1, som viser relativ beliggenhet og størrelse. Eklogittiske bergarter opptrer som linser og deformerte soner i gneis med størrelse som varierer fra 2-3 dm til 3-4 km. Rutil anrikningene finnes i regelmessige impregnasjoner og som "skyer".

5.1 Naustdal

Forekomst av rutil i eklogitt i Sunnfjord ble nevnt av N.K.Kolderup allerede i 1928, men såvidt vites er ikke undersøkelsen fulgt opp.

H.P. Geis, Elkem a/s, foretok en første befarings i 1969. Det ble ved Naustdal funnet en liten rutilanrikning som var synlig med det blotte øye. Den inneholdt 7.7% TiO_2 og 7.3% apatitt. I årene 1970-71 utførte Geis geologisk kartlegging av eklogittens grenser samt mer utstrakt prøvetaking. (Se Bilag 2)

Geologi

Eklogitten ved Naustdal skiller seg ut fra de omgivende gneiser og anfibolitter ved et relativt stort granatinnhold. Granaten opptrer i finkornet form og er anriket i dm. til m. tykke bånd, og tildels i klumper.

Eklogittens utgående har form av en øst-vestgående linse på nesten 3 km lengde. Største bredde er ca. 500 m. Den ligger i en øst-vestskråning og faller med ca. 45° mot Naustdal. Mektigheten blir således ca. 250 m.

Resultatet av mikroskopering av Naustdaleklogitten viser følgende mineralsammensetning:

Granat	40%
Pyroksen	30%
Apatitt	4%
Olivin	10%
Rutil	4%
Div. mørke og opake mineraler	12%.

Prøvetaking, forekomststørrelse og gehalter

Til sammen er 37 prøver tatt og disse er analysert på TiO_2 og P. Prøvetakingen, lokalitetene og analysene er vist i Bilag 2. Analysene viser gjennomgående 3-5% TiO_2 . Forekomsten er blant de titanrike i Sunnfjordområdet.

I likhet med de andre eklogittkroppene i Sunnfjordområdet er det dessverre ikke funnet noen indikasjoner på hva slags geologiske strukturer som kontrollerer de rikeste mineraliseringer.

Samlet eklogitttonnasje i Naustdalområdet er i størrelsesorden 9 millioner tonn.

Oppredningsforsøk

Elkem a/s utførte i 1971-72 orienterende oppredningsforsøk. Ved male- og flotasjonsforsøk oppnådde man å få et produkt med overveiende granat og ca. 10% rutil. Ved tørr sterkfelt magnetseparasjon klarte man å komme opp i 50% rutil med en del pyroksen og lyse mineraler. Ved våt sterkfelt magnet-separasjon greide man å fjerne det vesentligste av eklogittens granatinnhold. Selv om man lykkes i å oppkonsentrere rutil i betydelig grad greide man ikke å fremskaffe et godt nok rutilkonsentrat.

På en forekomst i Italia som holder 4-8% TiO_2 har det lyktes å produsere tilfredsstillende rutilkonsentrat i liten skala hvor flotasjon utgjorde den viktigste separasjonsmetoden. Flotasjonskonsentratet ble så renset med elektrostatisk separasjon og det ble fremskaffet et rutilkonsentrat på 62% TiO_2 . Produksjonskostnadene var meget høye.

Vurdering

Med basis i egne erfaringer og kostnadstall fra Italia vurderer Elkem at Naustdal eklogitten er for lav i TiO_2 til at det økonomisk kan fremskaffes et salgbart rutilkonsentrat. Et boligfelt berører forøvrig Naustdal-forekomsten og gjør den lite attraktiv som et oppfølgingsobjekt.

5.2 Fureviknipa

Tidligere undersøkelser

Forekomsten ble første gang prøvetatt i 1978 (Korneliussen 1979). 16 prøver fra forekomsten viste et gjennomsnittlig TiO_2 -innhold på 1.93%, med høyeste og laveste verdi henholdsvis 5.61% og 0.36%.

I 1979 ble det foretatt videre leting etter rutil-mineraliseringer i forekomsten og det ble på visuelt grunnlag påvist et rutilanrikt parti i fjellryggen like øst for toppen av Fureviknipa. 9 prøver fra dette området hadde et gjennomsnittlig oksydbundet TiO_2 -innhold på 4.61% (samlet TiO_2 -innhold i ilmenitt og rutil), med laveste og høyeste verdi henholdsvis 5.47% og 2.78%. Rutilinnholdet i disse prøvene var gjennomsnittlig 3.52% (Korneliussen 1980).

Forekomsten ble i 1980 undersøkt av G.Foslie, i samarbeide med Elkem og NGU, i en hovedoppgave i malmgeologi ved Geologisk institutt NTH (Foslie 1980)

Geologi

Furevika eklogitt ligger innenfor tildels glimmerrike gneiser av sedimentær opprinnelse som blir ansett å tilhøre Vevringkomplekset. Foldemønsteret i eklogitten ser ut til å tilsvare foldningen av de omkringliggende gneiser. Foldetektonikken er ikke nærmere utredet. Eklogittbergarten varierer fra en mørk, finkornet og homogen bergart som er mest vanlig, til varianter med en tydelig mineralogisk bånding i cm til $\frac{1}{2}$ m-skala med anrikninger av granat, klinopyroksen eller amfibol. Foleasjon med parallellorientering av flakige og listeformede mineraler (glimmer, epidot og klinopyroksen) og den mineralogiske båndingen, er i store trekk sammenfallende med foliasjonen i de omkringliggende gneiser. Langstrakte opptil 1-2 cm store aggregater av rutil og apatitt er ofte orientert langs foliasjonen. Overgangen mellom gneis og eklogitt er gradvis via en amfibolittisk overgangssone. Rutilmineraliseringene består av sterkt vekslende impregnasjoner og langstrakte opptil noen få centimeter store rutilaggregater (Foslie 1980).

Prøvetaking, forekomststørrelse og gehalter

Den østligste og fra et rutilsynspunkt mest attraktive delen av feltet ble prøvetatt i 1980. Prøvetakingen ble foretatt usystematisk i de eksisterende blotninger ved at det ble boret 15-20 cm lange hull hvorfra borestøvet ble innsamlet og XRF-feltanalysert. I tillegg ble det utført XRF-analyser direkte på fjell i andre deler av feltet. Prøvetakingen blir detaljert beskrevet av Foslie (1980). Prøvelokaliteter og analyseresultater fremgår av Bilag 3.

I det østlige og nordøstlige eklogittområdet er gjennomsnittlig TiO_2 -gehalt 3.64% basert på 75 prøver (borestøv, Bilag 1), med høyeste og laveste verdi henholdsvis 5.90 og 1.32% TiO_2 .

Titaninnholdet i de øvrige deler av feltet er gjennomgående lavere. XRF-feltanalyser direkte på fjell i disse områder gir et gjennomsnittlig TiO_2 -innhold på 2.92% (45 analyser Bilag 2), med høyeste og laveste verdi henholdsvis 5.4% og 0.6% TiO_2 . Forekomsten virker mere ilmenittholdig i forhold til rutil enn det som er vanlig ved for eksempel Kvammen og Engebøffjellet. Spesielt et mindre parti i det østlige titananrikede området (Bilag 3) er ilmenittholdig.

På bakgrunn av modalanalyser og kjemiske analyser som skiller rutil og ilmenittbundet titan, er ca. 60% av TiO_2 -innholdet i det østlige området bundet som rutil. Hvis det spesielt ilmenittrike delområdet holdes utenfor, er ca. 80% av TiO_2 -innholdet bundet som rutil (Foslie 1980). Dette er sannsynligvis forholdsvis representativt for forekomsten som helhet, og er i samsvar med det som er vanlig i de øvrige eklogittforekomster i området.

Det titanrike området som strekker seg fra toppen av Fureviknipa og ca. 1.5 km mot SØ med 150 m bredde, har et gjennomsnittlig TiO_2 -innhold på 3.7%.

Store deler av dette området har omtrent 80% av titanet bundet som rutil. Titaninnholdet i silikatmineraler er relativt ubetydelig. Til et dyp på 100 m blir forekomststørrelsen 77 mill. tonn (sp.v. 3.4) med omkring 3% rutil i gjennomsnitt (Foslie 1980).

Vurdering

Rutilinnholdet i den attraktive delen av forekomsten er anslagsvis 50-60% av det som er nødvendig for å kunne gi grunnlag for økonomisk utnyttelse ved 60% utvinningsgrad.

På grunn av lave rutilgehalter og oppredningsvanskeligheter som kan forventes ved en eventuell produksjon, kan forekomsten betraktes å være uten økonomisk interesse i dagens situasjon.

5.2

Engebøfjellet

Tidligere undersøkelser

Engebøfjellet eklogittforekomst (også kalt Kyrkjehøgda) ligger på nordsiden av Førdefjorden ved Vevring i Naustdal kommune (Bilag 4). Forekomsten ble første gang prøvetatt av Elkem i 1971 (Geis 1973). Det ble den gang tatt 12 prøver med 40 m mellomrom i en veitunnel som skjærer forekomsten. Prøvene inneholdt gjennomsnittlig 2.69% TiO_2 , med høyeste og laveste verdi henholdsvis 4.90 og 0.30% TiO_2 .

Forekomsten ble dernest prøvetatt av NGU i 1978 (Korneliussen 1979), hvor 13 forholdsvis tilfeldige prøver inneholdt gjennomsnittlig 3.16% TiO_2 , med høyeste og laveste verdi henholdsvis 9.25 og 0.52% TiO_2 .

I 1979 ble det på visuelt grunnlag lokalisert et område med utpregede rutilanrikninger hvor det ble tatt 6 prøver som inneholdt gjennomsnittlig 4.96% TiO_2 , med høyeste og laveste verdi henholdsvis 6.15 og 3.76% TiO_2 (Korneliussen 1980).

I 1980 ble det foretatt en mere detaljert prøvetaking (Bilag 4).

Geologi

Forekomsten som er linseformet, består av en ca. 2 km lang og opptil 50 m bred fjellrygg som løper i ØV-lig retning. Høyeste punkt er 339 m.o.h. og forekomsten grenser i V mot Førdefjorden (Bilag 4). De omkringliggende bergarter er gneiser som tilhører Vevringkomplekset, og som overveiende stryker i ØV-lig retning. Eklogittkroppen ligger konkordant skifriheten i

gneisene. Eklogittbergarten er stort sett massiv uten noen utpreget skifighet eller foliasjon. I enkelte deler av forekomsten forekommer en svar bånding med lag-vise anrikninger av amfibol, granat eller klinopyroksen.

Prøvetaking, forekomststørrelse og gehalter

For å oppnå en bedre forståelse for gehaltfordelingen i det sentrale fjellryggpartiet av Engebøfjellet, hvor det tidligere (Korneliussen 1980) var påvist rutilanrikninger, ble det sommeren 1980 i dette området foretatt XRF-analyser direkte på fjell.

55 XRF-feltanalyser gav et gjennomsnittlig TiO_2 -innhold på 2.98%, med høyeste og laveste verdi henholdsvis 4.95 og 0.80% TiO_2 . I et parti på ca. 100 x 100 m utstrekning (merket A i Bilag 4) var det gjennomsnittlige TiO_2 for 15 analyser 3.88%.

Forekomsten som i utgående har form av en linseformet eklogittkropp (fjellrygg) med lengde ca. 2 km og bredde opptil 500 m, er av betydelig størrelse; 150-200 mill. tonn eller mere. Gjennomsnittlig TiO_2 -innhold for forekomsten ser på bakgrunn av det prøvematerialet som foreligger ut til å være omtrent 3%. 80-90% av titanet i bergarten opptrer som rutil (Korneliussen 1980). Område A er noe rikere med gjennomsnittlig 3.88% TiO_2 over et areal på 100 x 100 m² (15 analyser).

Rutilinnholdet i bergarten er i dm-m skala ujevnt fordelt med vanlige gehaltvariasjoner fra 1-2% til 4-5% rutil og med enkelte spredte partier med over 6% rutil (under 1 m i utstrekning). I 50-100 m skala er gjennomsnittsgehalten forholdsvis stabil på 2.5-3.5% rutil.

Oppredningsforsøk

Elkem a/s ved O.Eidsmo utførte i 1980 forsøk med elektrostatisk høyintensitet separasjon. 4 forsøk ble utført med variable spenninger og strømstyrker. Det ble ikke oppnådd tilfredsstillende resultater. Kopi av O.Eidsmo's oppredningsrapport er for ordens skyld vedlagt som et Appendix til denne rapport.

Vurdering

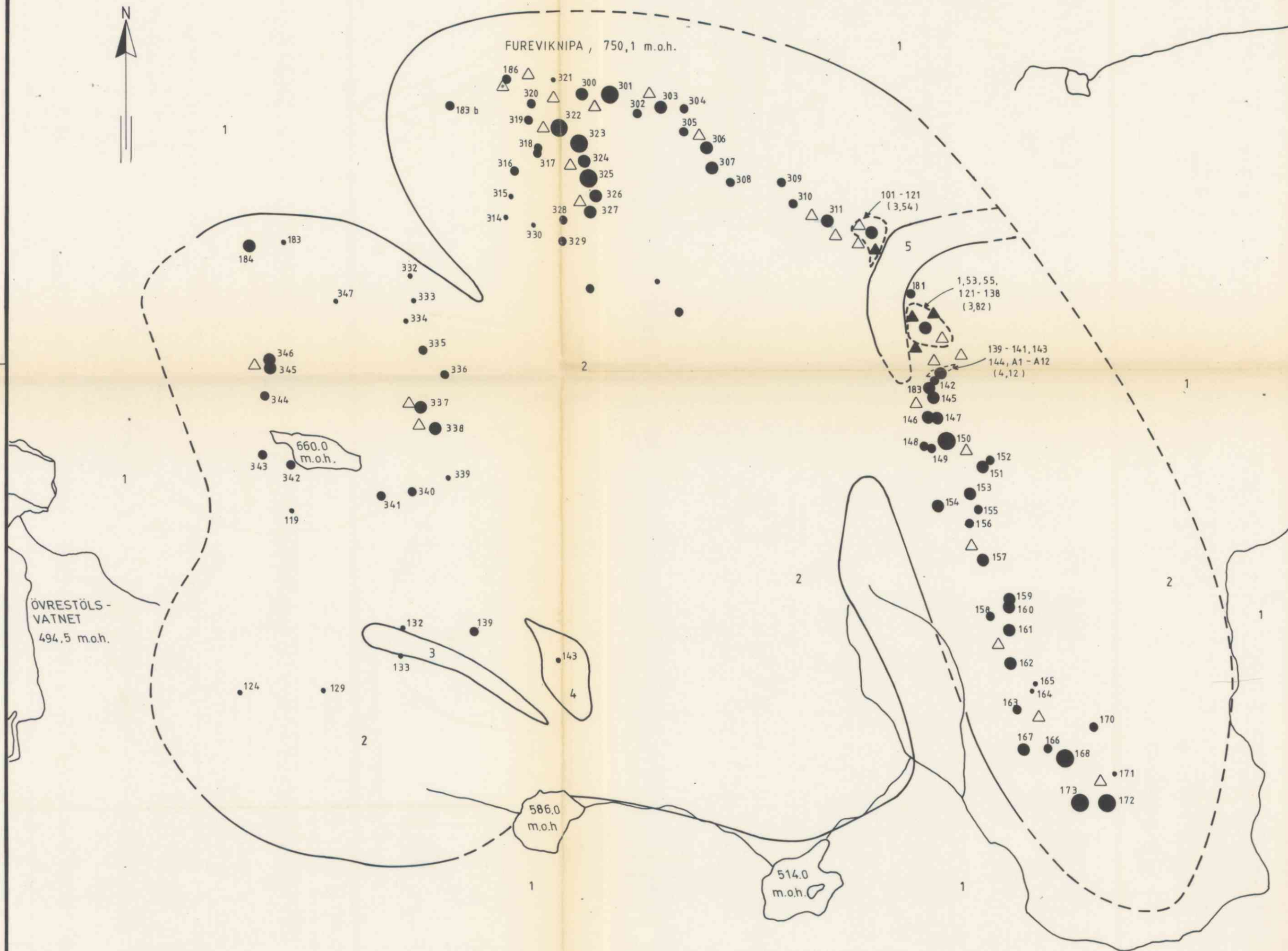
På grunn av rutilgehalt og oppredningsproblemer vurderer vi forekomsten ved Engebøfjellet (Vevring) til å være et lite interessant oppfølgingsobjekt i dagens situasjon.

6. KONKLUSJON

Så og si all rutilutvinning skjer idag fra strandsand, hvor naturen selv tildels har finknust rutilmineraler samt foretatt en viss gravimetrisk oppkonsentrering ved bølgebevegelser. Rutilreservene er betydelige og det ansees lite trolig at prisnivået vil øke vesentlig i den nærmeste fremtid.

Med dagens prisnivå bør rutilgehalten være rundt 6% samt at tonnasjen bør være i størrelsesorden 10 millioner tonn. Pr. idag har man funnet interessante gehalter innenfor en 10 m skala. Forekomstene er for små og for fattige på rutil til at de kan tenkes bli drivverdige i den nærmeste fremtid.





TEGNFORKLARING

- 1 GNEIS
- 2 EKLOGITT
- 3 APLITT
- 4 OMRÅDE MED FINKORNIGE EKLOGITGANGER
- 5 LEUCOGABBRO

- PRØVELOKALITET M/LOK.NR.
- < 2% TiO_2
- 2-3.5% TiO_2
- 3.5-5% TiO_2
- > 5% TiO_2



101-121
(3.54)

OMRÅDE MED FLERE ANALYSERTE PRØVER

101-121 : PRØVE 101 TIL 121
(3.54) : GJENNOMSNITTLIG
 TiO_2 -GEHALT

● : INDIKERER
GJENNOMSNITTSGEHALTEN

TiO_2 - FORDELING :

- ▲ OMRÅDE MED ILMENITTDOMINANS
- △ OMRÅDE MED RUTILDOMINANS

— / --- SIKKER / USIKKER BERGARTSGRENSE

KART OG ANALYSEDATA
ETTER FOSLIE (1980)

NGU 1980

GEOLOGISK KART OG PRØVETAKINGSKART
FUREVIKNIPA
FØRDE, SOGN OG FJORDANE

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
TRONDHEIM

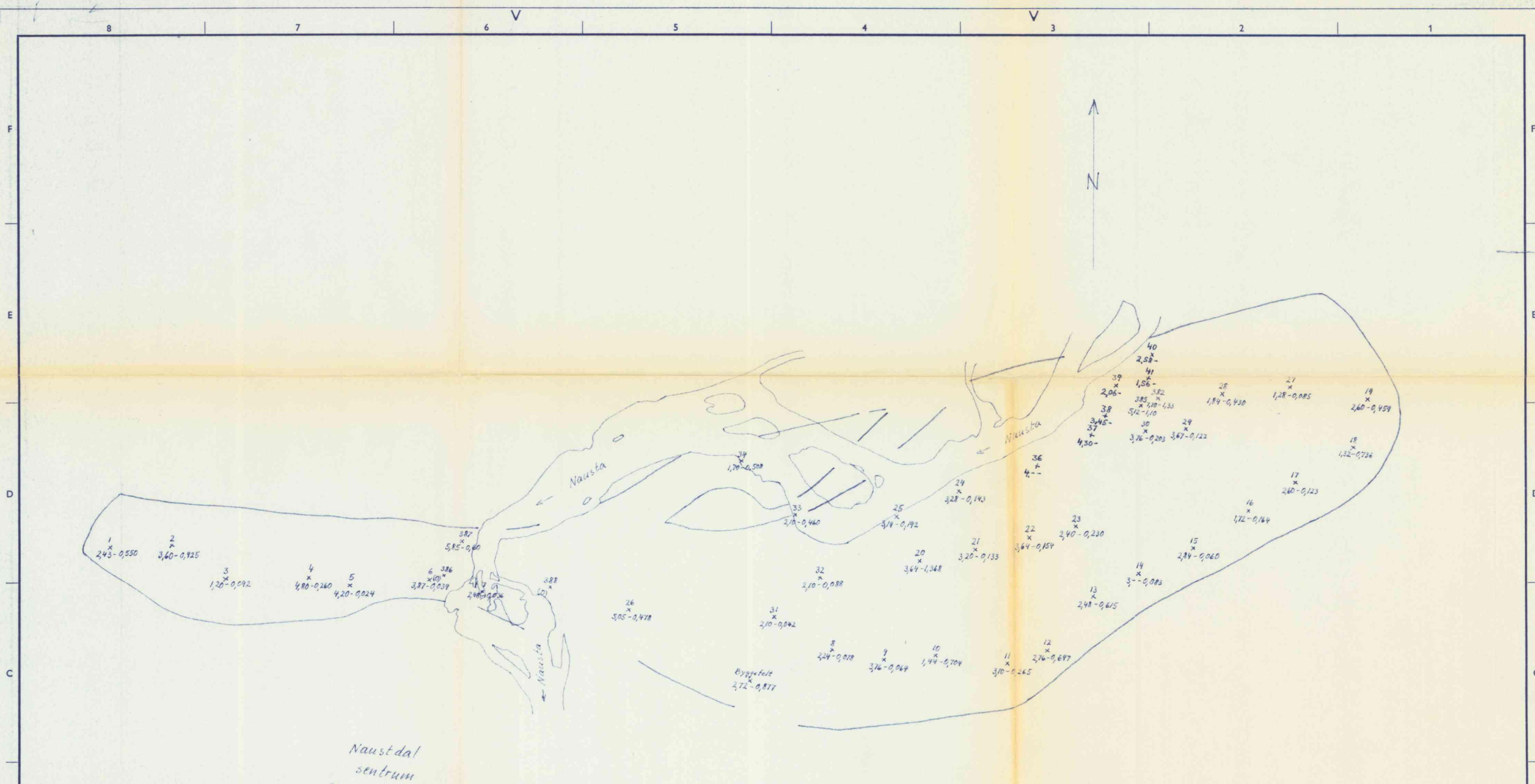
MÅLESTOKK
1:5000

MÅLT	
TEGN G.F.	JULI 1980
TRAC B.L.	AUG. 1981
KFR.	

Bilag 3

TEGNING NR.
1717/5 - 05

KARTBLAD (AMS)
1217 IV

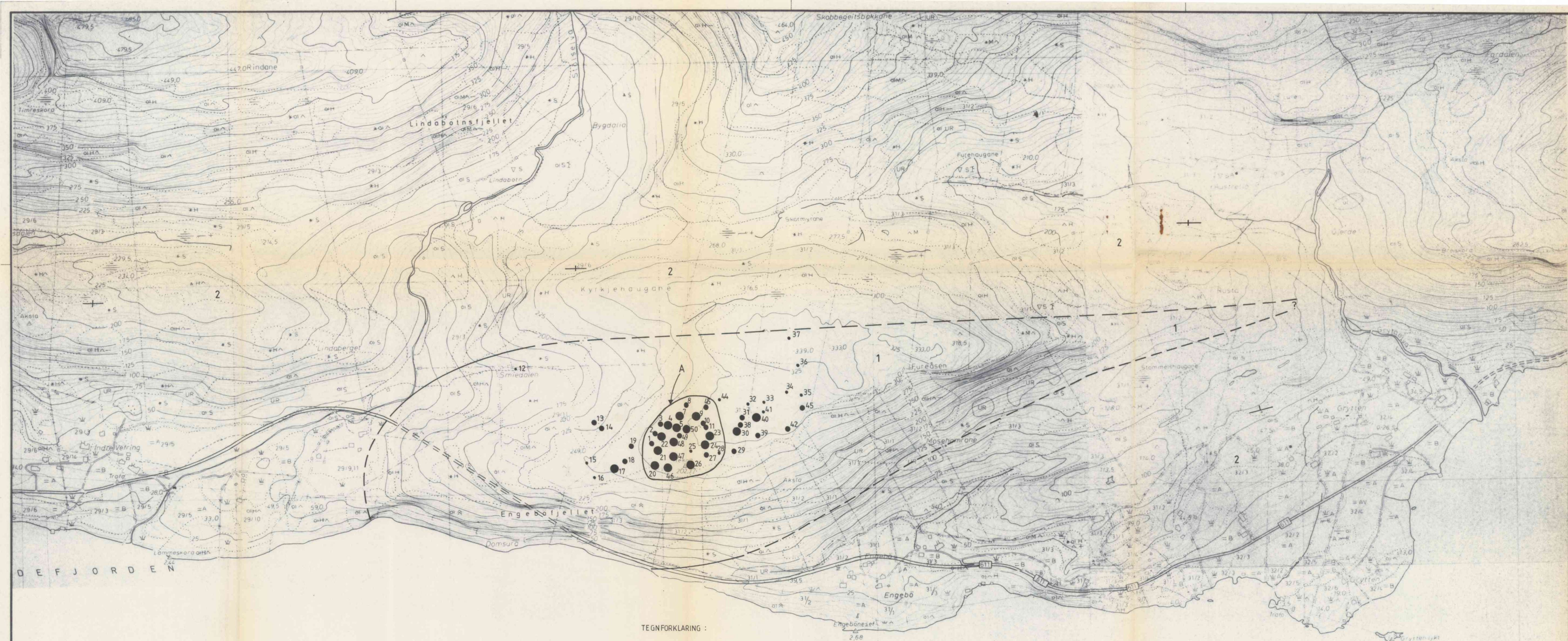


Tilhørende tegninger		Tegning nr.
Alle innrammede mål (Eks. 104.2) kontrollmåles og påføres ved innrammingen på en kontrollkopi som returneres Christiania Spigerverk for godkjenning før levering. Denne kontroll fratar ikke leverandøren ansvaret for øvrige mål og spesifikasjoner.		

31
x
9-0,042

Prøvenr.
%TiO₂ - %P

Stykkantall	Gjenstand	Pos nr.	Materiale	Emnemål - Modell nr.	Netto Vekt-kg	Merknad	Klass nr. sakereg.
Forandringer	F:	Dato	Sign.	C:		Dato	Sign.
	E:			B:			
	D:			A:			
Denne tegning må ikke uten vår tillatelse kopieres, benyttes eller gjøres tilgjengelig for andre. Mottakeren er ansvarlig for ethvert misbruk.							
Kotehøyde på denne tegn. er angitt etter fastmerke nr. med kotehøyde							
Toleranser for de mål som er angitt uten toleranser.							
Basismål i mm. Over-t.o.m.	<6	6-30	30-100	100-300	300-1000	>1000	
Nøyaktighetsgrad Fin	± 0,05	± 0,1	± 0,15	± 0,2	± 0,3	± 0,5	
Middels	± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8	± 1,2	
Nøyaktighetsgrad Grov	± 0,2	± 0,5	± 0,8	± 1,2	± 2,0	± 3,0	
AVDELING:	Naustdal			Målestokk	Dato	Navn	
Gruppe	rutilforekomst			1:5000	Tegn. 30.1.73	fr.	
Undergr.	sunnfjord			Kontroll			
Delgruppe				Godkj.			
TITEL:				CHRISTIANIA SPIGERVERK - JERN- OG STALVERK -			
				Toleransegruppe ISO			
				Erstatn. for:			
				Bilag 2			
				Erstattet av:			



TEGNFORKLARING :

- 1 EKLOGITT
- 2 GNEIS
- SIKKER / USIKKER BERGARTSGRENSE
- PRØVELOKALITET M/ LOKALITETSNR.
(1980 - PRØVETAKING)
- : < 2% TiO₂
- : 2 - 3,5% TiO₂
- : 3,5 - 5% TiO₂
- TiO₂ - ANRIKET OMRÅDE
- Y STRØK / FALL



NGU GEOLOGISK KART OG PRØVETAKINGSKART ENGEBØFJELLET, VEVRING NAUSTDAL, SOGN OG FJORDANE NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	MÅLESTOKK	MÅLT W., R., K.	JULI 80
	1:5000	TEGN. A.K.	MARS 81
		TRAC. <i>B. B.</i>	AUG. 81
		KFR.	
	<i>Bilag 4</i>		
	TEGNING NR.	KARTBLAD (AMS)	
	1717/5-06		



O. Eidsmo, jan. 1981

Oppredning av rutil i eklogitt fra Sunnfjord.

Har mottatt seks prøver fra tre forskjellige forekomster., Vevring, Kvammen og Fureviknipa.

Prøvene fra Vevring er merket V 23-6 og B 23-10

" " Kvammen " " K og K,H-2.

" " Fureviknipa " " F Ol og F 129

Glenny Foslie har gjort mineralundersøkelse på disse prøvene med beskrivelse av mineralinnhold og sammenvoksningsgrad samt angivelse av kornstørrelse. Denne beskrivelsen, som vedlegges som bilag, viser at mineralsammensetningen i disse prøvene varierer i stor grad. Oppredningsforsøkene er kjørt på prøven fra Vevring V 23-10 hvor Foslie har funnet 6-7% rutil og kornstørrelse samt sammenvoksning er forholdsvis gunstige. Etter at prøven var nedknust til 0.3 mm og avslammet, ble det utsplittet prøve som er analysert til 5.97% Ti som praktisk talt kan sies å være bundet til rutil.

Ifølge Foslies mineralundersøkelser er det i Fureviknipa-F Ol ikke funnet rutil, mens det i Fureviknipa-F 129 er funnet 5% rutil. De resterende tre prøver holder fra 1 til 4 % rutil, se Foslies mineralbeskrivelse, bilag 2.

Oppredningsforsøk

Som tidligere nevnt er det bare kjørt forsøk på Vevring V 23-10 hvor rågodsprøven etter avslamming er analysert til 5.97% TiO_2 og Foslie angir gehalten til 6-7% rutil i sitt preparat fra samme prøve.

Det er kjørt forsøk på elektrostatisk og tørrveis høyintensitet separatorer, begge typer Carpc. Det er kjørt fire forsøk under forskjellige spenninger og amp.

Analyseresultater fra forsøkene er vist på tabell 1 og viser at ingen av disse to separasjonsmetodene kan opprede malmen tilfredsstillende.

Høyintensitetsep. gir avgjort høyere utvinning men noe lavere kons.-gehalt.



Produktene fra forsøk 1 til 4, som er analysert av Spigerverket, viser meget dårlig overensstemmelse for beregnet og analysert pågang se tabell 1.

På Spigerverkets analyserapport, bilag 1, fremgår det av fotnotat at i analysemetoden med HCl-løselig etter avrykning med $\text{HF} + \text{H}_2\text{SO}_4$ bestemmes TiO_2 i ilmenitt, men det vil også løses noe rutil.

Da det ikke er rapportert ilmenitt i denne prøven, er syreløselig og sodaløselig titansyre slått sammen så sum TiO_2 tilsvarer her praktisk talt rutil.

Vurdering av andre oppredningsmetoder

Praktisk talt all rutilutvinning skjer i dag fra strandsand med først gravimetrisk separasjon og rensing av kons. på el.statisk separasjon hvor det oppnås tilfredsstillende kons.gehalt med brukbar utvinning.

Utvinning av rutil fra bergarten eklogitt får en først og fremst problemer med gravimetrisk separasjon da eklogitt fører store mengder granat med høy sp.vekt som vanligvis er mineralet disten med sp.vekt 3.6 - 3.7.

Å skille rutil med sp.vekt 4.2 fra mineraler med sp.vekt 3.7 er praktisk talt ikke mulig med konvensjonelle gravimetriske separasjonsmetoder.

Den eneste aktuelle metoden for utv. av rutil fra eklogitt er flotasjon. På 10th World Mining Congress i Istanbul, sept. 1979, ble det lagt frem et "papir" som behandler utbygging av en eklogittforekomst i Italia som holder 4.8% TiO_2 .

Oppredningsprosessen beskrives som følger:

Ved flotasjon er det funnet en brukbar selektivitet mellom rutil og silikatene under kontinuerlig kjøring i et anlegg i liten skala. Rutil-pyrosken skilles lettere enn rutil-granat. Men de har oppnådd tilfredsstillende trykking av granater også. For å levere salgbart produkt må kons. renses på el. statisk separasjon.

Utvinningen av rutil oppgis å være 62% av TiO_2 i rågodset.

Oppredningsomkostningene er oppført med US-dollars 4.073 pr. tonn (1979-priser?) som tilsv. kr. 20,80. Av dette utgjør maskin-



passere 5.7% og vedlikehold inklusive arbeidslønn 14%. Anslagsvis vil det si at max 15% av utgiftene har fordel av eventuell billig arbeidskraft. Å gjøre denne oppredningsjobben i Norge for kr. 20.80 er ikke mulig. Det er ikke kjørt flotasjonsforsøk på denne prøven.

Et viktig punkt for at flotasjon skal lykkes beror på hvorvidt det er mulig å oppnå stabil pH i pulpen med et rimelig syreforbruk. Forsøk med avslammet og tilsats av svovelsyre viste en forholdsvis stabil pH på ca. 4.5.

Med 85% disten og omfasitt i malmen vil utarbeidelse av en tilfredsstillende flotasjonsprosess bli et meget omfattende arbeide. Forutsetter her kons.gehalt på over 90% TiO_2 og utvinning ca. 70%.

Fordeling:

R. Jensen

Sunnfjord, Vevring V 23-10 m/5,97 % TiO₂

Tabell 1

Analyser og metallurgisk balanse for forsøk 1-4

Forsøk 1

	Produkt	Vekt%	% TiO ₂	Utv.
På el. statisk sep. m/lav spenning	Kons.	15.6	5.64	21.88
	Mp.	21.9	4.32	23.08
	Avg.	62.5	3.61	55.04
	Beregn.pg.	100.0	4.10	100.00
	Analysert "		5.97	

Forsøk 2

På el. statisk sep. m/normal spenning	Kons.	2.5	11.20	9.56
	Mp.	8.2	4.43	12.40
	Avg.	89.3	2.56	78.04
	Beregn.pg.	100.0	2.93	100.00
	Analysert "		5.97	

Forsøk 3

Mp. fra F2 på høy- intensitet tørrsep. m/lav amp.	Kons.	44.1	5.58	70.19
	Avg.	55.9	1.87	29.81
	Beregn.pg.	100.0	3.51	100.00
	Analysert "		4.43	

Forsøk 4

På høyintensitet tørrsep. m/normal amp.	Kons.	12.9	9.05	37.65
	Mp.	31.4	2.84	28.76
	Avg.	55.7	1.87	33.59
	Beregn.pg.	100.0	3.10	100.00
	Analysert "		5.97	

Oppdrag nr.	Rapp nr.	Arkiv nr.	Dato	
		97-A-14	8/12-80	OJ/JI
Sendt til O.Eidsmo, NIH, Bergavd., Trondheim				
Oppdrag EKLOGITT FRA NAUSTDAL ^{VEVRING}				
Oppdraget behandlet av O. Jensen				Lab.sjef v/O. Eidsmo

Prøve nrk.	HCl-løslig etter avryking med $\text{HF} + \text{H}_2\text{SO}_4$ (TiO_2 bundet til ilmenitt)	Uløst oppsl. med so og løst i HCl (TiO_2 bundet til rutil)
V-23-10 Rågods, forsøk 1-4	0.56 % TiO_2	5.41 % TiO_2
Forsøk 1 Mp. fra el. stat. sep.	0.25 " "	4.07 " "
" " kons. " " " "	0.80 " "	4.84 " "
" " avg. " " " "	0.10 " "	3.51 " "
" 2 Mp. " " " "	0.29 " "	4.14 " "
" " kons. " " " "	0.60 " "	10.60 " "
" " avg. " " " "	0.19 " "	2.37 " "
" 3 kons. carper H.J.S.	0.13 " "	1.74 " "
" " avg. " " " "	0.34 " "	5.24 " "
" 4 Mp. " " " "	0.17 " "	2.67 " "
" " kons. " " " "	0.13 " "	1.74 " "
" " avg. " " " "	0.47 " "	8.58 " "

Forsøk med ren rutil viser at ca. 10 % av TiO_2 -mengden befinner seg i den HCl-løslige delen etter avryking med $\text{HF} + \text{H}_2\text{SO}_4$. TiO_2 -gehalten i den uløslige delen, som vi betrakter som rutil, blir derfor litt for lav.

Det som er angitt som HCl-løslig etter avryking med $\text{HF} + \text{H}_2\text{SO}_4$ kan derfor være rutil.

Eglogitt fra SUNNFJORD

Mineralbeskrivelse av seks prøver av bergingeniør Glenny Foslie.

Vevring - V 23-10.

- låndstykke : Kvarts, granat pyroxen, amfibol. Ikke helt homogen.
- Slip: : Homogent, rutil jevnt fordelt.
- Mineralinnhold: 45 Granat 6-7% Rutil.
aks
40 Pyroxen Opak
5 Kvarts
1-2 Amfibol
- Granat : Sub - euhedral, 0,1-0,5mm gj.sn. 0,2mm.
Litt inneslutninger i sentrum av krystallene.
- Rutil : Gj.sn. 0,3mm, 0,05-0,4 ofte med svært uregelmessig begrensning. Sterke interne reflekser, avlange korn 0,05 x 0,1mm - 0,4 x 0,5mm. Et par korn med små ilmenittlameller, et m/ py (?) 0,1mm - inneslutning.
- Kvarts : 0,1 - 0,2mm. Ofte i aggregater; som "mellommass mellom granatkorn.
- Pyroxen : 0,2 - 0,8mm Pyroxen og amfibol opptrer sammen i grunnmassen.
- Amfibol : Primært 0,2 - 0,4mm.

Fureviknipa - F 01.

- låndstykke : Mørk, amfibolrik, homogen.
- Mineralinnhold: 40 Amfibol 12% Opak, 6 Hemoilmenitt.
30 Granat 3 Magnetitt
7 Apatitt 3 Ilmenitt.
Kvarts/feltspatt aks Epidot.
5 Kloritt Muskovitt.

- Granat : To typer, en grov 0,4mm en oppknust, finkornet
Den siste dominerer, 0,02 - 0,05mm.
Enkelte områder er klorittisert.
- Hemoilmenitt : 0,1 - 0,3mm. Ofte i aggregater 0,6 - 2mm.
- Magnetitt : 0,2 - 0,4mm.
- Amfibol : Avlange korn 0,5 - 1,6mm lange, 0,2 - 0,4mm bred
- Apatitt : 0,1 - 0,5mm.
- Kloritt : Fibrige aggregater i kontakt med granat -0,6mm.

Kvammen - K.

- Håndstykke : Grov granat i grønn grunnmasse. En del kvarts
forbindelse med granaten.
Homogen.
- Tynnslip : Homogent, forholdsvis grovkornet.
1 retrograd bånd m/amfibolittisering og delvis
omvandling av rutil til ilmenitt.
Rutilen er jevnt fordelt.
- Mineralinnhold: 50 Granat - 2% Rutil.
30 Pyroxen aks Opak: ilmenitt.
10 Amfibol Zoisitt.
5 Kvarts Muskovitt.
- Granat : 0,4 - 2mm, sub-ankedral.
(Ofte) med inneslutninger av rutil, amfibol og
pyroxen.
- Amfibol : En del sekundær amfibol mellom granatkorn og
mellom pyroxen og granat.
- Rutil : 0,05 - 0,5mm gj.sn. 0,1mm.
Noen korn med små ilmenitt lameller, og litt
ilmenitt langs kanten.
Ofte som inne-slutninger i granat.
Kornene er spredt utover i hele slipet, av og t
i aggregater 0,5mm.

- Pyroxen : Avlange korn 0,5 - 2mm lange.
0,2 - 0,5mm brede.
- Kvarts : Enkelte aggregater, kornstørrelser 0,4mm, og
som enkeltkorn.
- Zoisitt : I det retrograde båndet, i kontakt med granat.

Vevring - V 23 - 6.

- Håndstykke : Finkornet, antydning til bånding, 1 kvarts -
amfibolbånd.
- Tynnsliip : Finkornet, homogent, en kvarts-amfibol åre, to
tynne amfibolittiserte (retrograde) bånd.
Finfordelt rutil.
- Mineralinnhold: 50% Granat 3 Kvarts.
40% Pyroxen aks Muskovitt.
5% Amfibol
2-3% Rutil
- Amfibol : En del store korn, -2mm, m/granat og rutil
inneslutninger, også mindre korn 0,2mm.
- Ganat : gj.sn. 0,2mm. En del av dem med inneslutninger.
0,05 - 0,4mm.
- Rutil : 0,3 x 0,05mm, - 0,2 x 0,5 avlange korn m/én fell
orientering. Enkelte (få) korn med små ilmenitt
lameller. Opptrer ofte i aggregater. Noen korn
med røde "skjolder" p.g.a. varierende jern-
innhold? Uten ilmenittlameller.
- Kvarts : Opptrer som mellommasse mellom granater.
- Pyroxen : 0,1 - 0,2mm. Som grunnmasse sammen med amfibol.

Kvammen - K, H - 2.

Håndstykke : Finkornet, bandet, ses spesielt på granaten.
 Tynnslip : Lineasjon, rutilen samlet i bånd.
 1 retrograd band. Finkornet.
 Mineralinnhold: 50 Granat aks Muskovitt.
 35 Pyroxen Apatitt.
 3-4% Rutil Kvarts.
 10 Amfibol epidot/Zoisitt.
 aks Opak: Ilmenitt/magnetkis.

Rutilen er svært mørk (høgt Fe-innhold?)
 Hovedsaklig rene korn, noen omdannet langs det
 retrograde båndet.
 1 stort ilmenittkorn 0,5mm m/rutil-kjerne
 gj.sn. 0,25mm. Noen få korn med ilmenitt-lamell.

Apatitt : 0,1 - 0,5mm i kontakt med granat og pyroxen.
 Granat : gj.sn. 0,4mm 0,1 - 0,6mm. Subhedrale.
 Uten inneslutninger.
 Magnetkis : 0,2 - 0,5mm m/omdanningssone rundt.
 Pyroxen : 0,4 - 4,5mm. Opptrer sammen med amfibol i
 grunnmassen.
 Amfibol : 0,1 - 0,6mm. Hovedsaklig primær. Amfibol
 dominerer over pyroxen i et område i slippet.
 Zoisitt : 0,2m i forbindelse med granat og pyroxen.

Fureviknipa - F 129.

Håndstykke : Mørk med hvite flekker av apatitt. Homogen.
 Tynnslip : I amfibol og pyroxen er det utfelt jernoksyd.

Mineralinnhold: 40 Granat 3 Pyroxen
 35 Amfibol 7 Opak: 5 Ilmenitt
 5 Rutil 1 Pyritt
 10 Apatitt 1 Magnetkis

- Ilmenitt : Små lameller i rutil, helkorn og større deler av rutil-ilmenitt aggregater 0,1 - 0,3mm.
- Pyritt : 0,6mm, delvis i kontakt med rutil, en del omdannet langs kanten. Noen større euhedrale korn.
- Granat : Subhedral - anhedral 0,1 - 0,4mm gj.sn. 0,2mm. Lite inneslutninger. Forekommer stort sett i aggregater.
- Amfibol : 0,2 - 1mm gj.sn. 0,4mm. En del med opake utfellinger (avblanding) i midten av krystallen.
- Pyroxen : Rester igjen; omvandles til amfibol.
 0,1 - 1,5mm gj.sn. 0,4mm Opake utfellinger i enkelte av kornene.
- Rutil : Forekommer i aggregater, ofte sammen med andre opake mineraler, vanligvis ilmenitt. Enkelte steder er det bare rester av ilmenitt igjen i en opak grunnmasse. Størrelse på aggregatene 0,2 - 0,6mm kornstørrelse 0,05 - 0,2mm.
 I den ene delen av slipet dominerer rutil, i den andre dominerer opake min.
- Apatitt : 0,1 - 0,6mm kornstørrelser. Opptrer ofte i aggregater med en foretrukket orientering stort sett fri for inneslutninger.
- Magnetkis : 0,1mm, i kontakt m/rutil og pyritt. Av og til som en rand langs rutilen, også som isolert korn.