

NGU-rapport nr 91.171

Fureviknipa og Engebøfjellet
rutilforekomster ved Førdefjorden,
Sogn og Fjordane

Rapport nr. 91.171		ISSN 0800-3416		Åpen/Førtrolig-#	
Tittel: Fureviknipa og Engebøfjellet rutilforekomster ved Førdefjorden, Sogn og Fjordane.					
Forfatter: Korneliussen, A. og Furuhaug, L.			Oppdragsgiver: NGU		
Fylke: Sogn og Fjordane			Kommune: Førde og Naustdal		
Kartbladnavn (M. 1:250 000) Florø			Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000) 1117 I Dale 1217 IV Bygstad		
Forekomstens navn og koordinater: Fureviknipa (3272/68188) Engebøfjellet (3105/68232)			Sidetall: 17		Pris: kr 77,-
Feltarbeid utført: juni 1990		Rapportdato: 03.05.91		Prosjektnr.: 67.1900.05	
Seksjonssjef: <i>J. Linder</i>					
Sammendrag: I Førdefjordområdet opptrer en rekke forekomster av relativt rutilrike eklogittbergarter. I 1990 ble det utført ny prøvetaking av to av disse forekomstene, Fureviknipa i Førde kommune og Engebøfjellet i Naustdal kommune. Begge forekomstene inneholder realt store partier med i størrelsesorden 3 % rutil. Med utgangspunkt i at det kreves en rutilgehalt på omtrent 5 % over en forekomststørrelse på 10-15 mill. tonn for å kunne gi grunnlag for økonomisk utnyttelse, vurderes disse forekomster å ikke være drivbare på rutil.					
Emneord		eklogitt			
berggrunnsgeologi		titan			
malmgeologi		rutil			

INNHold:	side
1. Innledning	2
2. Geologiske særtrekk ved eklogitter i Sunnfjord.....	2
3. De enkelte rutilforekomster	5
4. Diskusjon og konklusjon	11
5. Litteraturreferanser	13

Bilag:

1. Analyser av borkaksprøver fra Fureviknipa og Engebøfjellet.

Tegninger:

1. Prøvelokalitetskart m/rutilanalyser, Fureviknipa
2. Prøvelokalitetskart m/rutilanalyser, Engebøfjellet

1. INNLEDNING

I perioden 1978-80 var rutilførende eklogittbergarter i Sogn og Fjordane gjenstand for undersøkelser av bl.a. NGU og Elkem (Foslie 1980, Korneliussen 1980, Korneliussen og Foslie 1985). Disse undersøkelsene resulterte i funn av en rekke rutilforekomster med rutilgehalter i størrelsesorden 2-3% over store arealer (>10000 m²) og 3-4% i mindre parter. En mente den gang at en trengte en rutilgehalt på omtrent 5% over en forekomst på flere 10-talls millioner tonn for at en rutilførende eklogittforekomst kan bli drivbar, og undersøkelsene ble avsluttet.

Norsk Hydro foretok i 1984-85 en ny vurdering av situasjonen; bl.a. ble det gjort oppredningsforsøk på eklogitt fra Fureviknipa-forekomsten utført av prof. K.Sandvik (NTH). Denne undersøkelsen konkluderte med at en trengt 10-20 mill. tonn med 5% rutil for å kunne nedskrive investeringene med et nytt anlegg; dernest kunne en drive økonomisk på 2.5-3% rutil og 5-10% apatitt som biprodukt.

I 1988 innledet NGU på nytt en serie undersøkelser av rutilførende eklogitter på Vestlandet, først med undersøkelser av rutilførende eklogitter i Gulen i Sogn og Fjordane (Korneliussen 1989), og i 1989 av en nyoppdaget provins med rutilførende eklogitter på Holsnøy i Hordaland (Korneliussen m.fl. 1990).

I 1990 ble det så utført ny prøvetaking av de tidligere undersøkte rutilforekomstene Fureviknipa og Engebøfjellet ved Førdefjorden, for å skaffe til veie mere presis informasjon om rutilinnholdet i forekomstene og på ny å gi en vurdering av de økonomiske muligheter. Denne aktiviteten inngår i NGU-prosjektet "Rutilprovinser i Norge" som skal avsluttes vinteren 1992 med en vurdering av rutilpotensialet i Norge.

2. GEOLOGISKE SÆRTREKK VED EKLOGITTER I SUNNFJORD

Eklogittene i Sunnfjord-regionen opptrer som linser og uregelmessige soner i gneisbergarter. Størrelsen varierer fra noen få dm til 3-4 km. Eklogittene ved Førdefjorden er reletivt finkornige med vanlig kornstørrelse på granat på omkring 0.1-0.2 mm. Foruten granat er hovedmineralene en hornblendelignende amfibol (barroisitt) og en omfasittisk klinopyroksen, og med lys glimmer, kvarts, rutil, ilmenitt, apatitt og svovelkis i mindre mengder.

Ved svak retrograd omvandling av eklogitt omvandles den omfasittiske klinopyroksen til aggregater av diopsidisk klinopyroksen og plagioklas, og ved noe sterkere retrogradering til hornblende. Den barroisittiske hornblendens omvandles til vanlig hornblende og rutil til ilmenitt. Granat er relativt stabil, men vil ved intens retrogradering omvandles til aggregater av hornblende + magnetitt +/- epidot +/- biotitt. På dette stadium foreligger normalt ingen rester av rutil i bergarten. Den siste retrograde begivenhet er klorittisering som er assosiert med magnetittdannelse (jfr. Korneliussen og Foslie 1985).

Rutil opptrer som avrundede og ujevne korn som i størrelse

varierer fr 0.01 mm til 1.0 mm i diameter; 0.1 - 0.2 mm er typisk størrelse for forekomstene Fureviknipa og Engebøfjellet.

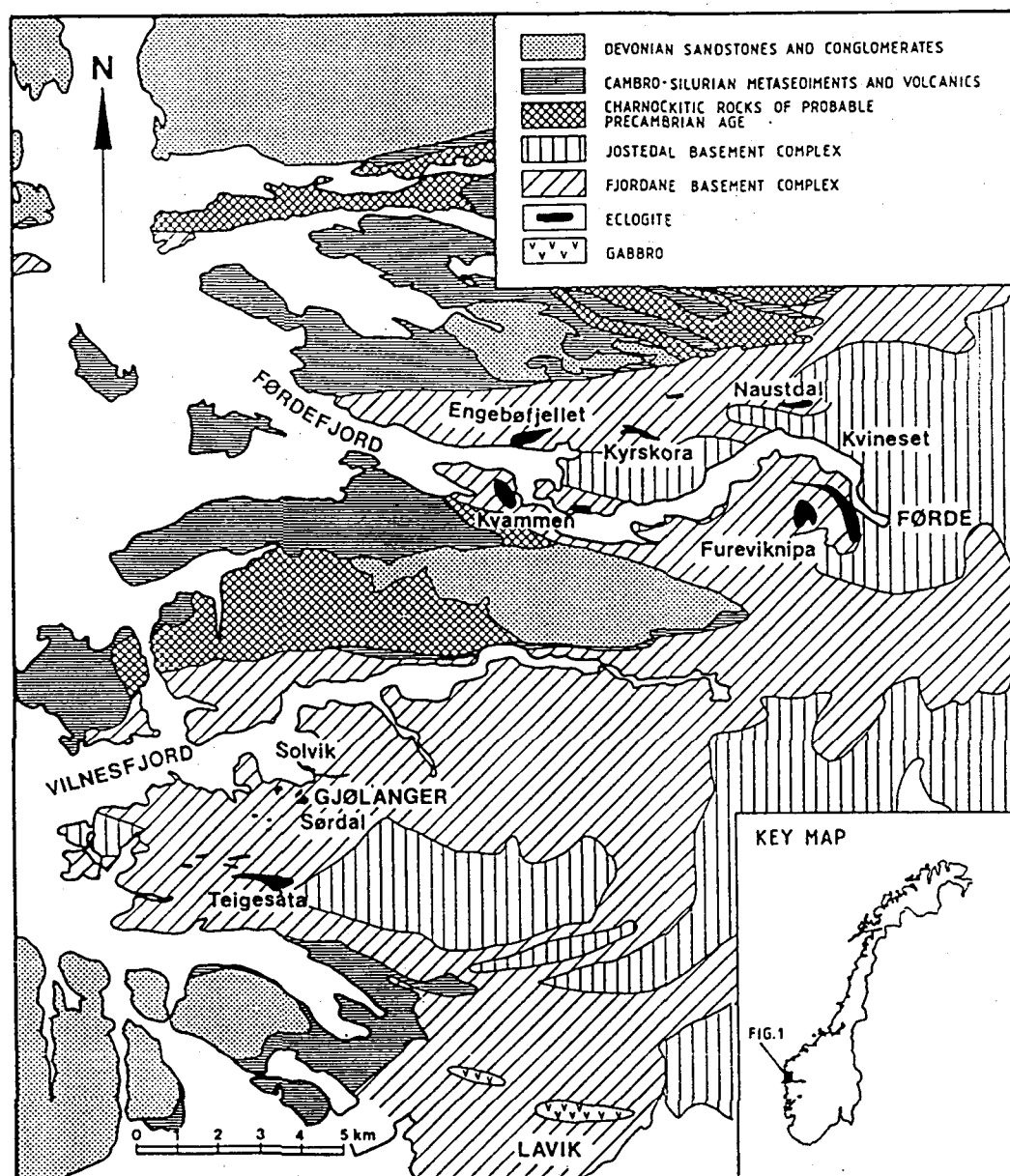


Fig. 1. Geologisk oversiktskart over Sunnfjord-regionen fra Korneliussen og Foslie (1985).

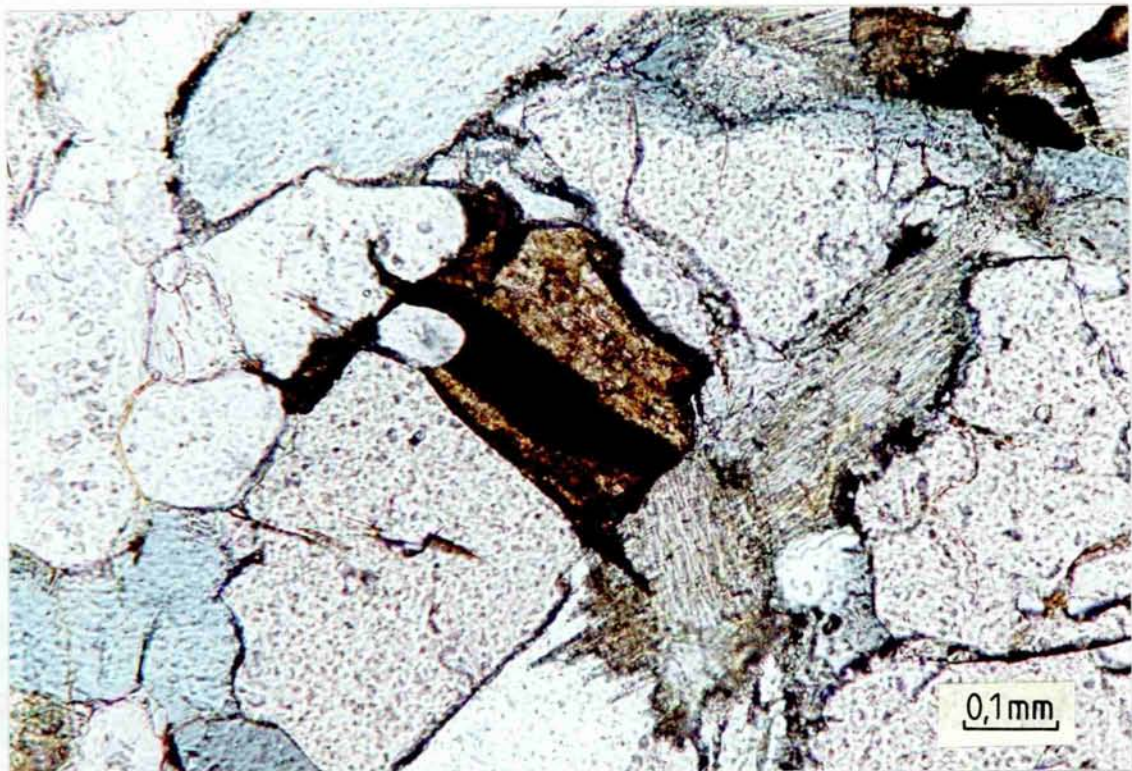
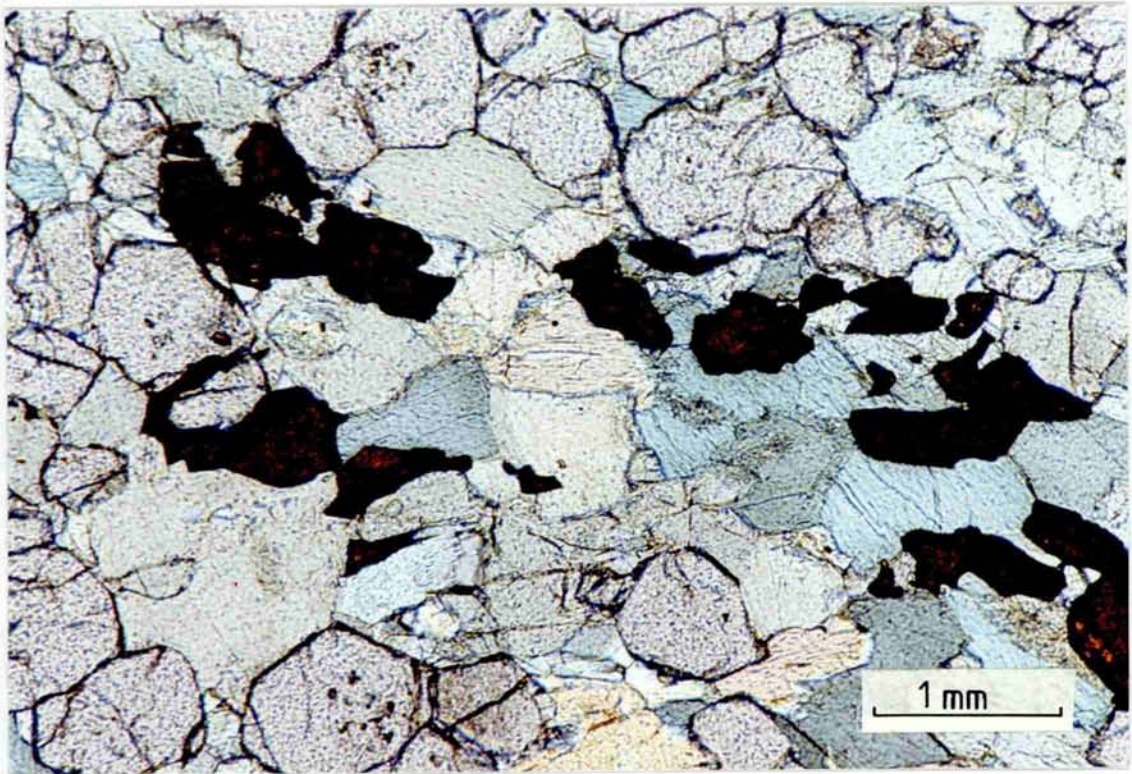


Fig.2. Mikrofotografier av typisk opptreden av rutil og ilmenitt. Øverste bilde: Prøve V19K. Tett impregnasjon av rutil (mørk brun) i eklogitt med hovedmineralene granat (merket Gnt på bildet) og amfibol. Nederste bilde: Prøve V51K. Rutilkorn (brun) med markant inneslutning av ilmenitt (sort) i eklogitt.

3. DE ENKELTE RUTILFOREKOMSTER

Tidligere undersøkelser og bakgrunnen for 1990-prøvetakingen:

Eklogittene i Sunnfjordområdet har gjennomgående TiO_2 -gehalter som varierer fra 1 til 6%. Enkelte store eklogittkropper som Naustdal, Fureviknipa og Engebøfjellet (jfr. Fig.3 i Korneliussen og Foslie 1985) har gjennomgående i størrelsesorden 3-4% TiO_2 . Omtrent 90% av titanet i disse forekomstene ble av Korneliussen og Foslie antatt å være rutilbundet. I NGU's tidligere undersøkelser (Korneliussen 1980) ble det videre antatt at en trengte ca. 5% rutil over en forekomststørrelse på flere 10-talls millioner tonn for at en forekomst kan bli drivbar.

Prof. K.Sandvik (NTH) utdypet dette nærmere for Fureviknipa-forekomsten i samarbeide med Norsk Hydro i 1985, og kom fram til den konklusjon at det er nødvendig med 5% rutil og 5-10% apatitt som biprodukt over en forekomststørrelse på 10-15 mill. tonn, for å kunne nedskrive investeringene ved et nytt gruve- og oppredningsanlegg, forutsatt dagbruddsdrift. Når anlegget er nedskrevet kan en drive økonomisk på 2.5-3% rutil med apatitt som biprodukt (K.Sandvik, pers. medd. 1991).

Ut fra den informasjon som foreligger er det sannsynlig at Sunnfjord-regionen har meget store ressurser av rutilførende eklogitt (>100 mill.t.) med omtrent 3% rutil (brutto malmverdi ca. kr 150,- pr. tonn bergart), d.v.s. rutilmalm som kunne vært drevet hvis en hadde et nedskrevet gruve-, opprednings- og havneanlegg. Men en mangler en rik del av en stor forekomst som kan gi grunnlag for nedskrivning av et nytt anlegg.

Fordi de tidligere undersøkelser har vært svært upresise når det gjelder rutilinnhold og rutilfordeling ble det i 1990 utført ny prøvetaking av to utvalgte forekomster Fureviknipa og Engebøfjellet ved Førdefjorden. Prøvetakingen ble utført i form av et profil over hver av forekomstene. I hvert prøvepunkt ble det boret et ca. 60 cm dypt hull og borkakset samlet opp i en spesialkonstruert kopp som boret gikk igjennom. Prøvetapet er med denne metoden neglisjerbart og de enkelte prøver ansees å være rimelig godt representative for de respektive blotninger.

Ved dette håpet en å komme et skritt videre i vurderingen av de økonomiske muligheter og vurdere mulighetene for at det kan la seg gjøre å påvise nye, rikere forekomster.

Resultatene fra Sunnfjord vil også få betydning for NGU's samlede vurdering av rutilpotensialet i Norge som er planlagt å foreligge tidlig i 1992.

Resultater: Analyseresultatene for borkaksprøvene fra Fureviknipa og Engebøfjellet framgår av bilag 1. Rutilverdien representerer differansen mellom TiO_2 (XRF) og TiO_2 (ICP; HCl-løst). Erfaring har vist at dette gir en pålitelig verdi for bergartens rutilinnhold. TiO_2 (ICP) representerer hovedsakelig TiO_2 bundet til ilmenitt. Silikatbundet TiO_2 er i praksis neglisjerbart. Prøveprofilene og de enkelte prøvers lokalisering for Fureviknipa og Engebøfjellet framgår av Tegning 1 og 2.

TiO_2 og Fe_2O_3 er rimelig godt korrelert for både Fureviknipa og Engebøfjellet (Fig.4). Prøvene fra Engebøfjellet viser en tendens til å gruppere seg i to grupper; en sone er relativt titan- og jernrik mens den andre har et klart lavere innhold av disse elementer.

Rutil og TiO_2 -innholdet i prøvene fra Furevknipa og Engebøfjellet er vist i Fig.5. Det framgår her klare forskjeller mellom de to forekomstene: (1) Furevknipa har et jevnt høyt TiO_2 -nivå på 3-4% som er i overensstemmelse med hva en hadde forventet på forhånd, mens Engebøfjellet ser ut til å ha klart avgrensede områder som en anriket på TiO_2 til 3-4% nivå. Dette var ikke forventet. (2) En annen klar forskjell er at rutil-andelen av titanet varierer meget for Furevknipa's vedkommende (gj. sn. 63%, som er uventet lavt) mens Engebøfjellet har en høy rutilandel på 95% (som forventet). Denne forskjellen er også illustrert i Fig.6.

I praksis betyr dette at i Furevknipa opptrer ilmenitt sammenvokset med rutil i betydelig større mengde enn for Engebøfjellet. I tilfelle drift vil en for Furevknipa få et betydelig problem med å produsere et tilstrekkelig rent (>90% TiO_2) rutilkonsentrat med rimelig god utvinning (>70%), mens Engebøfjellet sannsynligvis vil være oppredningsteknisk enklere. De nevnte mineralogiske karakteristika framgår av Fig.2 og 3.

Rutilfordelingen i borkaksprøvene fra Furevknipa og Engebøfjellet er framstilt som histogrammer i Fig.7. Furevknipa viser en relativt normal rutilfordeling med hovedtyngden av prøvene på 2.5% rutil, mens en stor andel av prøvene fra Engebøfjellet ligger rundt 1% rutil.

Tabell 1: Gjennomsnittlig innhold av kjemiske hovedbestanddeler i borkaksprøver fra Furevknipa og Engebøfjellet. F: Alle prøvene fra Furevknipa; F1: Prøvene fra område F1 i Furevknipa (se Tegning 1); E: Alle prøvene fra Engebøfjellet; E1 og E2: Prøvene fra henholdsvis område E1 og E2 i Engebøfjellet (se tegning 2).

		Furevknipa		Engebøfjellet		
		F	F1	E	E1	E2
XRF-anal:	SiO_2	42.8	42.5	47.6	46.5	45.3
	Al_2O_3	11.1	10.7	11.6	9.3	8.3
	Fe_2O_3	19.9	19.8	12.7	16.6	18.38
	TiO_2	3.3	3.6	1.8	3.0	4.0
	MgO	4.6	4.8	5.5	4.9	4.1
	CaO	9.4	9.8	8.3	8.7	8.7
	Na_2O	2.7	2.7	2.4	1.8	1.9
	K_2O	.2	.3	.5	.7	.5
	MnO	.3	.3	.2	.2	.2
	P_2O_5	1.5	1.7	.2	.1	.6
ICP-anal:	TiO_2	1.2	.6	.1	.1	.3
	P_2O_5	1.4	1.7	.2	.1	.1
Beregnet:	RUTIL	2.1	2.9	1.7	2.9	3.7

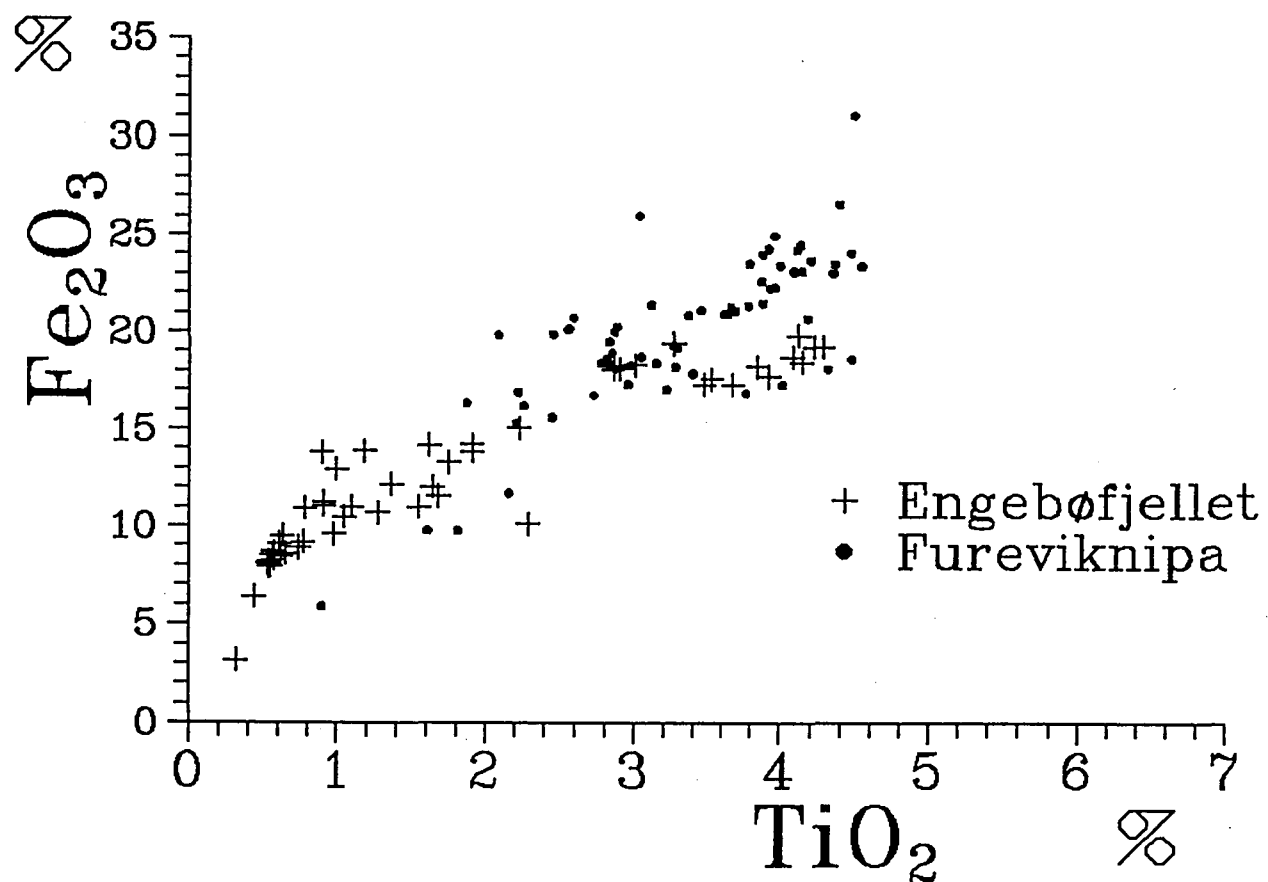


Fig.3. XY-plott av TiO_2 - og Fe_2O_3 -innholdet i borkaksprøvene fra Fureviknipa og Engøbøfjellet. %-angivelsene er i vekt-%.

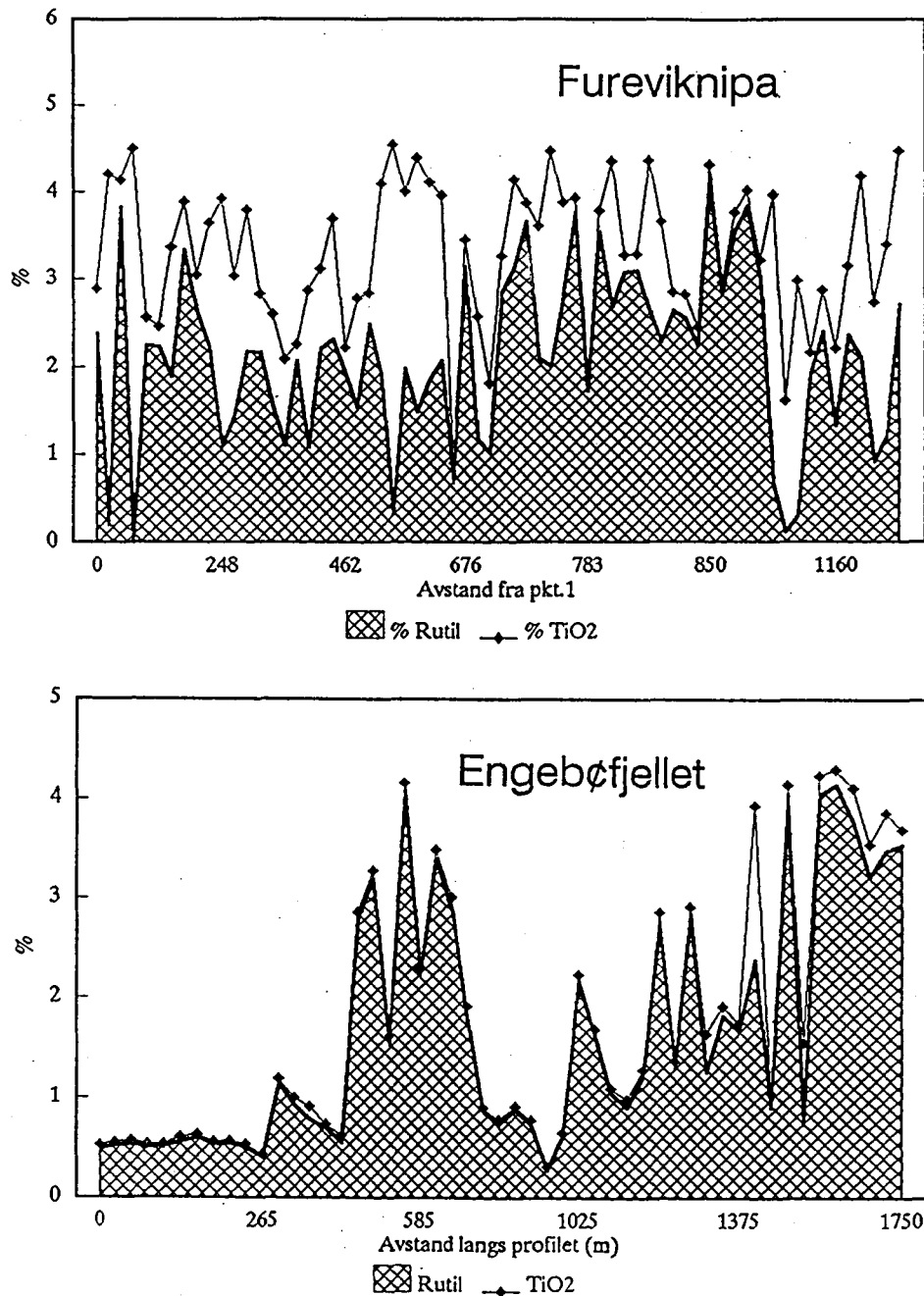


Fig.4. Linjediagram-plott av TiO₂- og rutil-innholdet i borkaksprøvene fra Fureviknipa og Engebøfjellet. Prøvene er ordnet etter økende avstand (m i luftlinje) fra startpunktet langs de respektive profiler. Se også Tegn. 1 og 2. %-angivelsene er i vekt-%.

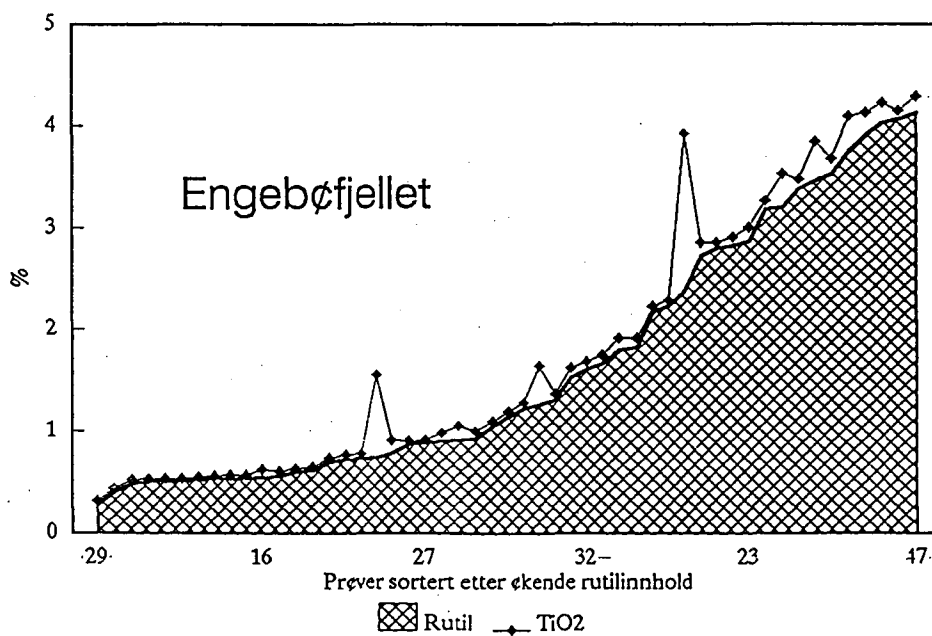
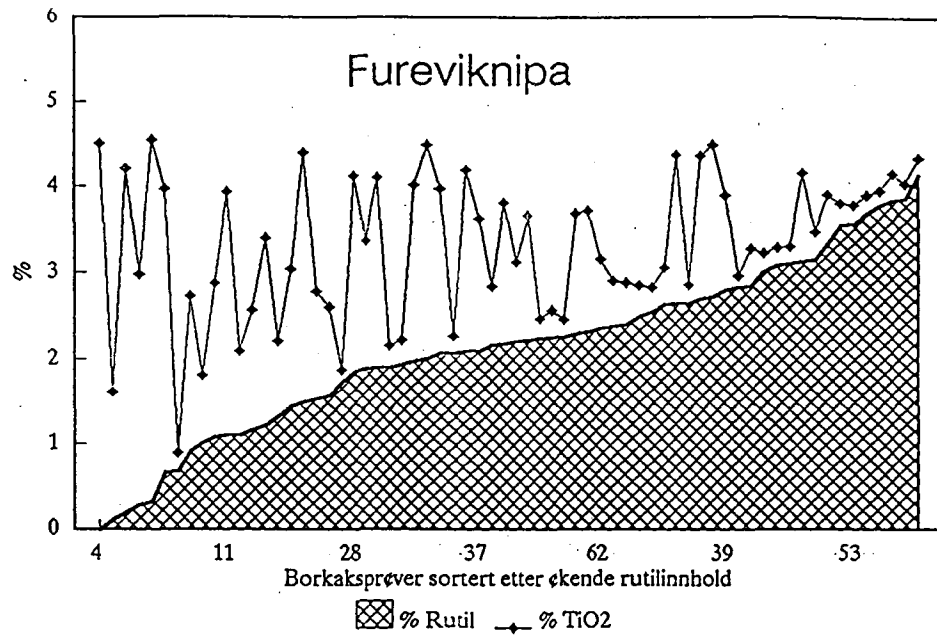


Fig.5. Linjediagram-plott av TiO₂- og rutil-innholdet i barkaksprøvene fra Fureviknipa og Engebøfjellet sortert etter økende rutilinnhold. %-angivelsene er i vekt-%.

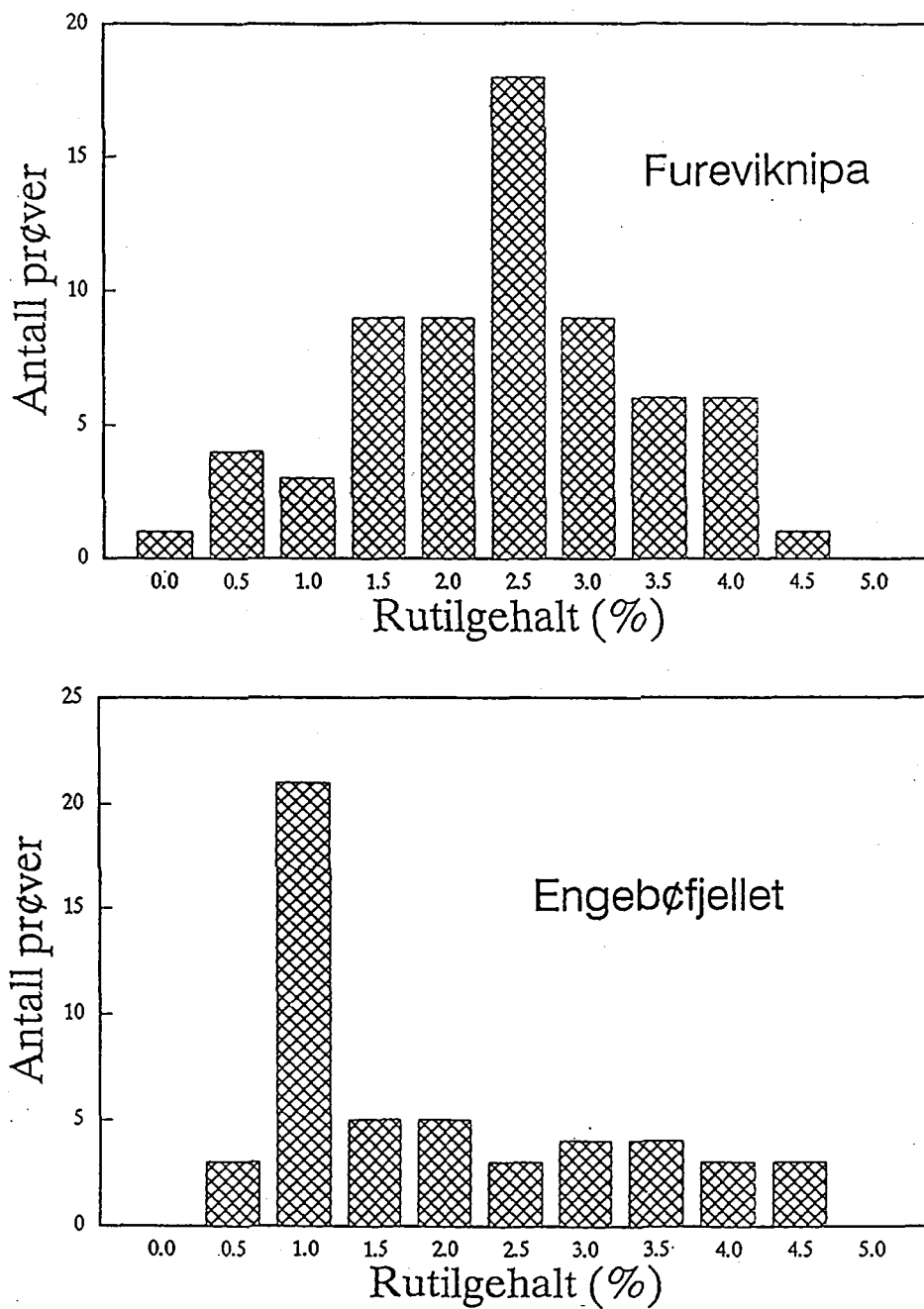


Fig.6. Rutilfordelingen i borkaksprøvene fra Fureviknipa og Engebøfjellet. %-angivelsene er i vekt-%.

Andre forekomster: Korneliussen (1980) og Korneliussen og Foslie (1985) presenterer analyseresultater fra forekomstene Kvammen, Engebøfjellet, Kyrskora, Langevatn, Naustdal, Fureviknipa, Solvik, Sjørdal og Teigesåta (se Fig.1). De av disse forekomstene som ligger ved Førdefjorden (de 6 første av de ovenfor nevnte, se også Fig.1) er relativt like i mineralogiske karakteristika; de minst like er trolig Fureviknipa og Engebøfjellet. Eklogittene syd for Vilnesfjorden (Solvik og Sjørdal ved Gjølanger og Teigesåta i Hyllestad) er gjennomgående mere grovkornige enn de ved Førdefjorden og rutil opptrer mere ujevnt (Solvik og Sjørdal). Teigesåta er kyanittførende. Foruten Fureviknipa og Engebøfjellet er trolig Naustdal og Solvik de rutilrikeste. Gode data om rutilinnholdet i forhold til TiO₂ (totalt) foreligger ikke for andre forekomster enn Fureviknipa og Engebøfjellet.

5. DISKUSJON OG KONKLUSJON

RUTIL: De dokumenterte rutilgehalter over deler av forekomstene Fureviknipa og Engebøfjellet som er såpass store at de kan være av økonomisk interesse, er i størrelsesorden 3% - noe høyere for Engebøfjellet enn for Fureviknipa. Ut fra den vurdering som ble gjort av Sandvik (1985) og de signaler prosjektet har fått fra flere industriselskaper i 1990, kan en med relativt stor sikkerhet si at det kreves en rutilgehalt på minst 5% (brutto malmverdi på ca. kr 250,-) over en forekomststørrelse på minst 10 mill. tonn for at en rutilførende eklogitt skal kunne bli drivbar. Dette vil variere endel fra forekomst til forekomst og avhenge av beliggenhet, grad av arealkonflikt og oppredningsegenskaper. Når det gjelder oppredningsegenskaper vil Engebøfjellet trolig være gunstigere enn Fureviknipa. Den sistnevnte har en god del ilmenitt sammenvokset med rutil som vil gjøre det vanskelig å lage rene rutilkonsentrater med rimelig bra utvinning.

Det er sannsynlig at både Fureviknipa og Engebøfjellet inneholder flere 10-talls millioner tonn med omtrent 3% rutil (brutto malmverdi ca. kr 150,-). Dette er imidlertid ikke drivbar ut fra kravet om 5% rutil. Det kan tenkes at begge disse forekomster inneholder relativt store partier med 4% rutil, mens det vurderes som lite sannsynlig at forekomstene inneholder store nok partiet med 5% rutil til at drift kan bli mulig.

Et annen forhold å ta i betraktning er at kravet om 5% rutil gjelder for dagbruddsdrift uten særlig innslag av sidebergart. Ved en eventuell gruvedrift vil kravet til rutilgehalt øke til 6-7% eller mere.

Med utgangspunkt i disse argumenter blir konklusjonen at Fureviknipa eller Engebøfjellet neppe inneholder store nok partier med høy nok rutilgehalt til at gruvedrift kan la seg gjøre.

ANDRE MINERALPRODUKTER: Økonomisk utnyttelse av rutil i disse forekomstene vil trolig avhenge av at også andre mineralske bestanddeler kan la seg utnytte. Apatittinnholdet er for lavt til å kunne gi noe avgjørende bidrag i så henseende. En mulighet er

utnyttelse av granat, som opptrer i meget store mengder (20-40% av bergarten). Problemet med granat er imidlertid at markedet er altfor lite til å kunne absorbere de store mengder granat som vil balansere en eventuell rutilproduksjon. Et annet problem er at granaten i begge forekomsten er finkornig (0.1-0.2 mm) som er en ulempe. Sannsynligheten for at kombinert drift på rutil, apatitt og granat fra Fureviknipa eller Engebøfjellet kan la seg gjøre, vurderes å være liten.

BYGGESRÅSTOFFER: Eklogitt fra Engebøfjellet har gode kvaliteter som ballast- og forbygningsstein. Det er er meget sterk bergart som er tung og som lar seg produsere i store blokker (F.Barkve, pers. medd. 1990). Dette vil imidlertid være en alternativ bruk av bergarten og vil ikke påvirke de store oppredningsutgifter som vil være forbundet med rutilproduksjon (oppredningsutgiftene vil være i størrelsesorden 70% av de totale driftsutgifter), og kravet om 5% rutil vil fortsatt gjelde.

Pukkegenskapene for Sunnfjords eklogitter er stort sett meget gode med unntak av Fureviknipa som er mindre bra (Erichsen og Trønnes 1988). Problemet med eklogitt til pukk er at bergarten er tung og den blir av den grunn relativt kostbar å transportere.

Eklogitt, som har stor mekanisk styrke og høy egenvekt, er et interessant råstoff som ballastmateriale og forbygningsstein for eksport.

Anvendelse av eklogitt som naturstein er aktuelt for eklogitter som skiller seg ut ved et spesielt attraktivt utseende. De rutilrike eklogitter i Sunnfjord er i så henseende lite lovende; de er finkornige og relativt mørk grønne og er ikke vurdert å være attraktive av diverse fagfolk i bransjen. Det forekommer imidlertid syd Vilnesfjorden/Dalsfjorden særpregede og vakre eklogittvarianter som har et potensiale som naturstein. Disse forekomster er imidlertid ikke vurdert i denne undersøkelsen.

Konklusjon: Forekomstene Fureviknipa og Engebøfjellet (1) inneholder neppe store nok partier med høy nok rutilgehalt til at gruvedrift på rutil kan la seg gjøre. (2) Det er liten mulighet for at parallell utnyttelse av rutil og andre mineralske produkter inklusive byggesråstoffer kan la seg gjøre. (3) Utnyttelse av eklogitt til ballastmateriale og forbygningsstein (Engebøfjellet) kan absolutt la seg gjøre, men da uten utnyttelse av bergartens rutilinnhold.

Sluttkommentar: Forfatterne takker en rekke medarbeidere ved NGU som har utført prøvepreparering og analyser (H.Kalvøy, M.Ødegård, E.Høibråten, B.Søberg, U.Lysholm, R.Nilssen, T.Sivertsen, B.I.Vongraven, O.Muhle), som har bidratt i vurderingen av byggeråstoff-aspektet (E.Erichsen) og som har gitt sine kommentarer til naturstein-vurdringen (B.Lund). Prosjektet har videre hatt stor nytte av et uformelt samarbeide med A/S Titania v/ Ragnar Hagen når det gjelder analyse-bestemmelse av bergarters rutilinnhold.

6. LITTERATURREFERANSER

- Binns, R.A. 1967: Barroisite-bearing eclogite from Naustdal, Sogn og Fjordane, Norway. *J. Petrol.* 8, 349-371.
- Erichsen, E. og Trønnes, E. 1988: Forprosjekt for undersøkelse av eklogitter i Sogn og Fjordane. NGU-rapport 88.066, 47s.
- Foslie, G. 1980: En anvendt mineralogisk undersøkelse av rutilførende eklogitt ved Fureviknipa ved Førde i Sunnfjord. Hovedoppgave i malmgeologi (diplom) ved NTH, Trondheim. 94s.
- Korneliussen, A. 1979: Rutil i eklogitter, Sunnfjord. NGU-rapport 1717/1, 24s.
- Korneliussen, A. 1980: Jern og titanforekomster tilknyttet gabbroide, amfibolittiske og eklogittiske bergarter i Sunnfjord. NGU-rapport 1717/3, 40s.
- Korneliussen, A. og Foslie, G. 1985: Rutile-bearing eclogites in the Sunnfjord region of Western Norway. *Nor. geol. unders. Bull* 402, 65-71.
- Krogh, E. Geochemistry and petrology of glaucophane-bearing eclogites and associated rocks from Sunnfjord, western Norway. *Lithos* 13, 354-380.

Bilag 1: Analyser av borkaksprøver fra Fureviknipa og Engebøfjellet. XRF- og ICP (HCl-løst) analyser. Rutil er beregnet som differansen mellom TiO₂ (XRF) og TiO₂ (ICP; HCl-løst, ikke vist i tabellen). Analysene er utført på pressede prøver som til dette bruk gir gode nok resultater. Alle analyser er utført av NGU.

FUREVIKNIPA:

Pr.	XRF-analyser										ICP	
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	P ₂ O ₅	P ₂ O ₅	RUTIL
1	41.9	11.0	20.2	2.89	4.3	9.2	3.0	0.0	0.3	2.1	1.9	2.4
2	37.1	7.8	23.7	4.21	5.4	11.0	1.7	0.1	0.4	3.8	4.3	0.2
3	41.5	9.0	24.5	4.14	5.1	8.0	2.0	0.1	0.3	0.2	0.2	3.8
4	37.6	4.7	31.1	4.50	10.6	6.2	0.3	0.0	0.5	1.8	2.3	-0.7
5	44.1	11.9	20.1	2.56	5.1	7.8	3.3	0.2	0.3	0.8	0.7	2.3
6	44.0	11.6	19.9	2.46	3.9	9.1	3.1	0.2	0.3	0.7	0.6	2.2
7	42.9	11.1	20.9	3.37	4.9	9.4	3.1	0.1	0.3	2.4	2.3	1.9
8	42.6	8.4	24.0	3.89	5.1	9.1	2.0	0.1	0.3	0.7	0.7	3.3
9	42.3	11.6	18.7	3.05	4.1	10.4	3.1	0.3	0.3	2.4	2.3	2.6
10	41.0	9.8	20.9	3.65	5.0	10.0	2.5	0.1	0.3	2.5	2.5	2.2
11	40.0	7.6	24.3	3.93	5.9	10.0	1.8	0.1	0.4	2.4	2.5	1.1
12	40.6	7.7	26.0	3.04	5.6	7.1	1.4	0.1	0.5	0.9	0.5	1.4
13	42.3	7.6	23.5	3.80	4.1	9.3	2.1	0.1	0.4	0.6	0.5	2.2
14	44.3	11.0	19.5	2.83	3.6	8.5	3.2	0.4	0.4	1.7	1.8	2.2
15	43.9	9.7	20.7	2.60	3.5	9.5	2.9	0.0	0.4	1.5	1.3	1.6
16	45.6	11.6	19.8	2.09	4.4	6.9	2.7	0.4	0.3	0.3	0.3	1.1
17	47.9	9.3	16.2	2.26	4.1	10.4	2.6	0.3	0.3	0.3	0.3	2.1
18	44.2	11.0	20.0	2.87	3.9	8.4	3.0	0.2	0.4	1.8	1.9	1.1
19	44.2	9.3	21.4	3.12	3.5	8.8	2.3	0.0	0.4	1.7	1.6	2.2
20	42.1	9.2	21.1	3.70	4.6	10.4	2.5	0.2	0.4	2.4	2.5	2.3
21	45.3	12.8	16.9	2.22	3.2	9.4	4.0	0.6	0.3	1.3	1.2	1.9
22	43.5	13.5	18.4	2.78	3.4	9.4	3.2	0.3	0.3	1.8	1.8	1.5
23	43.3	13.4	18.3	2.84	3.4	9.3	3.6	0.2	0.3	1.9	1.7	2.5
24	38.8	7.9	23.1	4.10	5.7	10.9	1.8	0.2	0.4	3.1	3.3	1.9
25	37.4	7.7	23.4	4.55	6.5	11.0	1.7	0.1	0.3	3.7	4.1	0.3
26	42.7	10.4	23.4	4.01	4.9	8.6	1.9	0.1	0.3	0.1	0.1	2.0
27	39.4	9.0	26.6	4.40	4.9	8.1	1.9	0.2	0.3	0.2	0.2	1.5
28	40.3	8.4	24.2	4.12	5.2	9.7	1.8	0.1	0.3	0.3	0.3	1.9
29	38.4	7.4	22.3	3.97	5.4	12.2	1.7	0.2	0.3	3.9	4.3	2.1
30	49.4	24.3	5.9	0.90	1.5	8.5	5.5	0.4	0.1	0.7	0.5	0.7
31	41.1	12.8	21.1	3.46	5.4	7.5	2.8	0.2	0.2	0.4	0.4	3.2
32	42.5	11.9	20.1	2.57	4.8	8.1	3.0	0.2	0.3	1.2	1.2	1.2
33	47.8	19.3	9.8	1.81	1.8	9.7	5.2	0.2	0.1	1.5	1.1	1.0
34	42.2	11.3	19.3	3.27	4.6	10.5	3.2	0.1	0.3	2.3	2.2	2.8
35	39.2	8.4	23.1	4.15	5.5	10.2	2.1	0.2	0.3	3.2	3.2	3.1
36	41.2	10.0	22.6	3.88	4.7	9.6	2.0	0.1	0.2	0.4	0.3	3.7
37	41.8	9.2	20.9	3.62	5.1	9.9	3.0	0.1	0.3	2.6	2.8	2.1
38	38.4	7.7	24.1	4.48	5.5	10.5	1.8	0.1	0.4	3.0	3.1	2.0
39	39.4	7.5	21.5	3.89	5.7	11.9	1.8	0.1	0.3	3.4	3.8	2.8
40	40.5	9.0	22.3	3.94	4.5	10.2	2.0	0.1	0.2	0.3	0.3	3.8
41	46.0	14.1	16.3	1.87	4.2	8.3	3.7	0.3	0.2	0.6	0.5	1.7
42	40.3	8.4	21.3	3.79	5.3	11.1	2.0	0.2	0.3	2.7	2.7	3.5
43	38.6	7.7	23.0	4.36	5.7	11.4	1.9	0.2	0.3	3.5	3.9	2.7

Fureviknipa forts.

Pr.	XRF-analyser										ICP	
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	P ₂ O ₅	P ₂ O ₅	RUTIL
44	44.8	12.8	18.2	3.28	3.8	9.1	3.4	0.2	0.2	0.4	0.3	3.1
45	44.8	12.9	19.2	3.29	3.4	8.4	3.2	0.2	0.2	0.6	0.5	3.1
46	39.1	7.7	23.5	4.37	5.8	10.6	1.8	0.2	0.3	2.9	3.1	2.6
47	40.7	9.2	21.3	3.67	5.2	10.4	2.3	0.0	0.3	2.7	2.8	2.3
48	42.4	12.3	18.9	2.85	4.1	9.3	3.3	0.1	0.3	2.1	1.8	2.6
49	42.3	12.8	18.6	2.82	3.9	9.3	3.4	0.2	0.3	2.0	1.9	2.6
50	45.1	15.7	15.6	2.45	3.4	8.1	3.7	0.5	0.2	0.5	0.5	2.3
51	45.1	11.7	18.1	4.32	4.8	9.8	2.7	0.1	0.2	0.4	0.4	4.1
52	44.5	12.3	17.3	2.96	4.8	10.0	3.1	0.3	0.2	2.2	1.9	2.8
53	45.8	11.4	16.9	3.77	5.3	9.6	2.5	0.1	0.2	0.5	0.5	3.6
54	46.8	11.6	17.3	4.02	4.4	9.5	2.7	0.2	0.2	0.6	0.5	3.9
55	46.0	12.6	17.0	3.22	5.1	8.8	2.8	0.2	0.2	0.4	0.3	3.0
56	40.4	10.2	25.0	3.97	5.7	7.4	2.0	0.1	0.3	0.3	0.3	0.7
57	47.0	18.4	9.8	1.61	3.1	10.4	3.9	0.3	0.1	0.7	0.7	0.1
58	42.4	14.9	18.3	2.98	4.2	8.2	2.7	0.2	0.2	0.4	0.4	0.3
59	47.1	16.9	11.7	2.16	3.2	10.1	4.1	0.1	0.2	0.7	0.6	1.9
60	45.0	13.1	18.1	2.87	3.9	9.0	3.3	0.2	0.3	1.2	1.1	2.4
61	47.7	13.1	15.3	2.21	4.0	8.8	3.5	0.1	0.3	0.6	0.7	1.3
62	48.2	9.0	18.4	3.15	4.3	9.9	1.4	0.1	0.3	2.1	1.9	2.4
63	42.0	11.2	20.7	4.19	5.2	9.9	2.1	0.0	0.2	1.0	1.0	2.1
64	44.0	13.1	16.7	2.73	5.1	8.7	2.5	0.9	0.2	0.1	0.1	0.9
65	43.5	14.0	17.9	3.40	4.8	9.4	2.7	0.2	0.2	0.3	0.3	1.2
66	44.1	11.8	18.6	4.48	5.7	9.7	2.3	0.2	0.2	0.3	0.3	2.7
Gjennomsnittsverdier:												
	42.8	11.1	19.9	3.31	4.6	9.4	2.7	0.2	0.3	1.5	1.4	2.1

ENGEBØFJELLET:

Pr.	XRF-analyser										ICP	
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	P ₂ O ₅	P ₂ O ₅	RUTIL
1	50.0	15.4	8.1	0.53	6.7	9.2	2.8	0.3	0.1	0.1	0.1	0.5
2	49.4	16.1	8.0	0.55	5.9	9.0	2.9	0.3	0.1	0.1	0.1	0.5
3	50.0	15.0	8.3	0.57	6.7	8.9	2.7	0.3	0.1	0.1	0.1	0.5
4	49.7	16.2	7.9	0.54	6.1	8.8	3.4	0.3	0.1	0.1	0.1	0.5
5	49.7	15.1	8.2	0.54	7.1	8.5	2.8	0.3	0.1	0.1	0.1	0.5
6	48.9	14.2	9.1	0.61	7.8	7.7	2.9	0.4	0.1	0.1	0.1	0.6
7	50.0	12.7	9.5	0.63	8.3	8.3	2.4	0.3	0.1	0.1	0.1	0.6
8	49.7	14.9	8.5	0.56	6.6	8.6	2.8	0.2	0.1	0.1	0.1	0.5
9	49.7	14.0	8.7	0.57	7.4	8.6	2.5	0.3	0.1	0.1	0.1	0.5
10	49.1	15.5	8.1	0.54	6.2	8.7	2.5	0.4	0.1	0.1	0.1	0.5
11	50.3	16.2	6.4	0.44	4.5	8.6	2.4	0.7	0.1	0.1	0.1	0.4
12	45.2	10.4	13.9	1.19	8.6	7.5	2.4	0.2	0.2	0.2	0.1	1.2
13	43.3	11.1	12.9	1.00	8.2	8.1	2.5	0.3	0.2	0.2	0.2	0.9

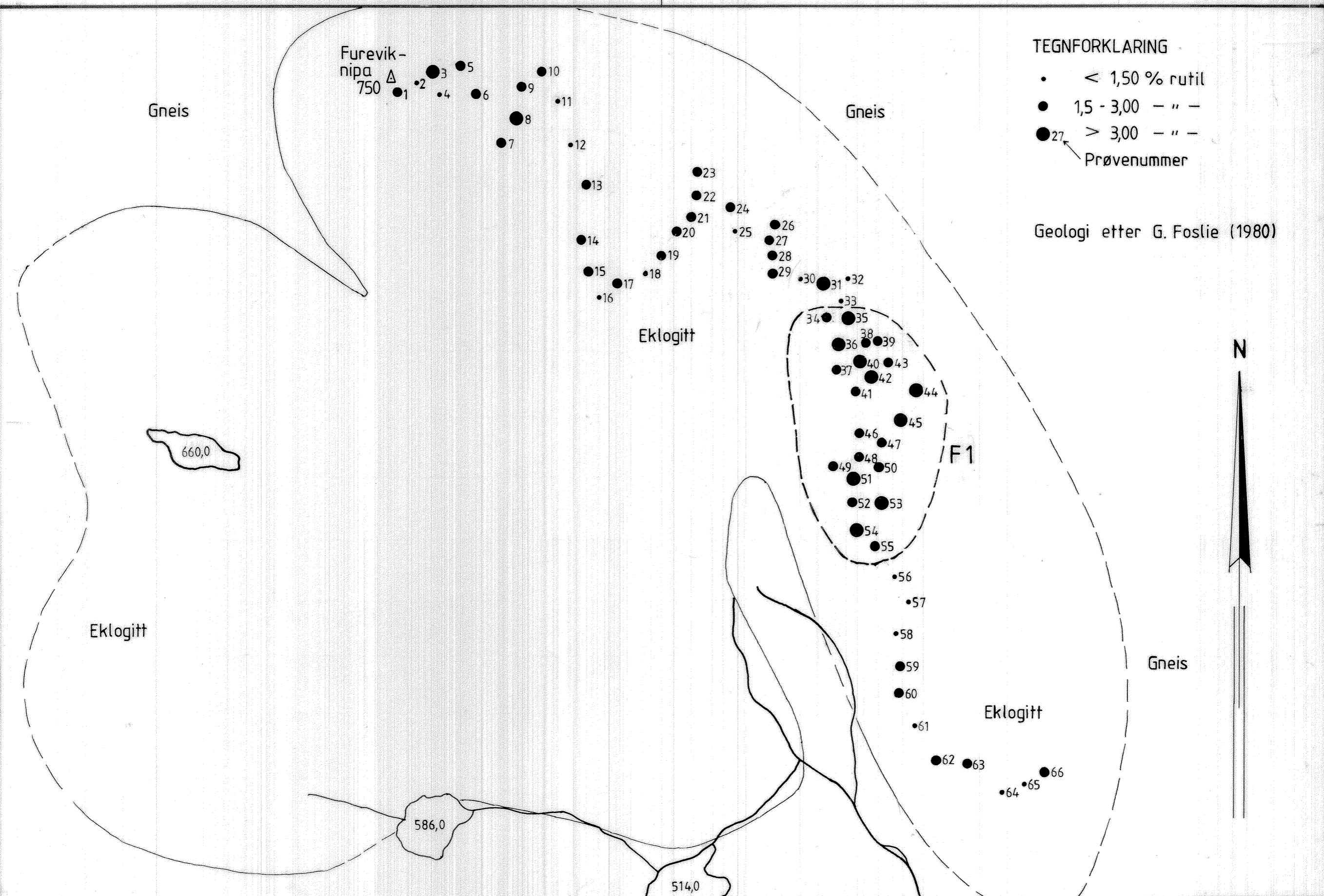
Engbøfjellet, forts.

Pr.	XRF-analyser										ICP	
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	P ₂ O ₅	P ₂ O ₅	RUTIL
14	47.5	12.1	11.2	0.91	7.5	7.8	2.4	0.6	0.2	0.2	0.1	0.8
15	49.8	14.5	8.9	0.74	6.1	7.0	2.8	0.3	0.1	0.2	0.1	0.7
16	48.2	15.4	8.5	0.62	5.8	7.6	3.0	0.5	0.1	0.1	0.1	0.6
17	43.4	8.8	18.2	2.86	5.6	9.5	1.8	0.3	0.2	0.1	0.1	2.8
18	43.8	8.3	19.4	3.27	5.4	9.6	1.7	0.2	0.2	0.1	0.1	3.2
19	46.2	10.3	14.2	1.62	6.2	8.5	1.9	1.2	0.2	0.1	0.1	1.5
20	43.9	8.7	18.5	4.15	5.0	9.4	1.8	0.5	0.2	0.1	0.1	4.1
21	58.6	10.6	10.1	2.29	2.9	5.7	1.1	2.2	0.1	0.1	0.1	2.2
22	45.9	9.3	17.3	3.48	4.6	9.0	1.9	0.4	0.2	0.1	0.1	3.4
23	43.4	8.9	18.3	3.01	4.6	9.3	2.1	0.2	0.2	0.1	0.1	2.9
24	46.0	11.4	13.8	1.91	4.7	9.6	2.0	0.8	0.1	0.1	0.1	1.8
25	45.2	7.8	13.8	0.90	11.9	6.8	1.4	0.3	0.2	0.1	0.1	0.9
26	49.5	11.0	11.0	0.78	8.4	6.1	2.0	0.6	0.2	0.1	0.1	0.7
27	49.1	10.3	11.1	0.91	8.4	7.3	2.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.9
28	48.7	14.2	9.2	0.77	6.1	7.6	2.7	0.6	0.1	0.1	0.1	0.7
29	68.6	11.1	3.1	0.32	2.4	2.3	2.4	1.5	0.0	0.1	0.1	0.3
30	48.5	14.2	8.6	0.65	6.0	7.7	2.6	0.3	0.1	0.1	0.1	0.6
31	43.8	10.6	15.0	2.23	3.9	9.7	2.1	0.3	0.1	0.1	0.1	2.2
32	46.3	14.2	11.6	1.68	3.0	9.5	2.8	0.4	0.1	0.1	0.1	1.6
33	47.2	12.3	11.0	1.10	4.9	9.0	2.5	0.4	0.1	0.1	0.1	1.1
34	49.1	14.4	9.6	0.98	4.5	8.3	3.3	0.5	0.1	0.1	0.1	0.9
35	48.0	13.8	10.7	1.28	4.0	7.9	3.4	0.7	0.1	0.1	0.1	1.2
36	42.0	9.2	18.1	2.86	4.5	9.7	2.2	0.1	0.2	0.1	0.1	2.7
37	45.5	10.9	12.2	1.37	5.3	8.5	2.5	1.2	0.2	0.2	0.1	1.3
38	43.9	7.4	18.1	2.91	4.8	9.9	1.4	0.3	0.2	0.1	0.1	2.8
39	47.2	13.1	12.1	1.64	3.6	8.9	2.7	0.6	0.1	0.1	0.1	1.3
40	46.3	9.5	14.2	1.91	4.9	9.3	1.8	0.5	0.2	0.2	0.1	1.8
41	47.6	11.3	13.3	1.75	4.3	7.4	2.4	0.7	0.2	0.1	0.1	1.7
42	44.5	9.8	17.7	3.93	4.7	8.8	2.6	0.4	0.2	0.1	0.1	2.4
43	48.8	12.0	10.5	1.05	4.4	7.3	3.2	1.1	0.1	0.2	0.1	0.9
44	43.5	7.8	19.8	4.13	5.0	9.0	1.8	0.2	0.2	0.1	0.1	3.9
45	53.7	11.9	11.0	1.55	1.9	6.3	3.2	0.9	0.1	0.6	0.5	0.8
46	44.3	7.3	19.3	4.23	4.8	9.4	1.1	0.6	0.2	0.2	0.1	4.0
47	44.4	8.3	19.2	4.29	4.2	8.7	2.3	0.1	0.2	0.2	0.1	4.1
48	44.7	8.8	18.7	4.09	4.2	9.2	2.2	0.3	0.2	0.2	0.2	3.8
49	44.5	8.2	17.6	3.53	3.8	9.0	2.0	0.6	0.2	2.1	2.0	3.2
50	48.6	8.3	18.2	3.85	4.0	7.5	1.9	0.4	0.3	0.3	0.3	3.5
51	45.0	8.6	17.3	3.68	3.5	8.4	2.0	0.7	0.2	0.3	0.2	3.5
Gjennomsnittsverdier:												
	47.6	11.6	12.7	1.79	5.5	8.3	2.4	0.5	0.2	0.2	0.2	1.7

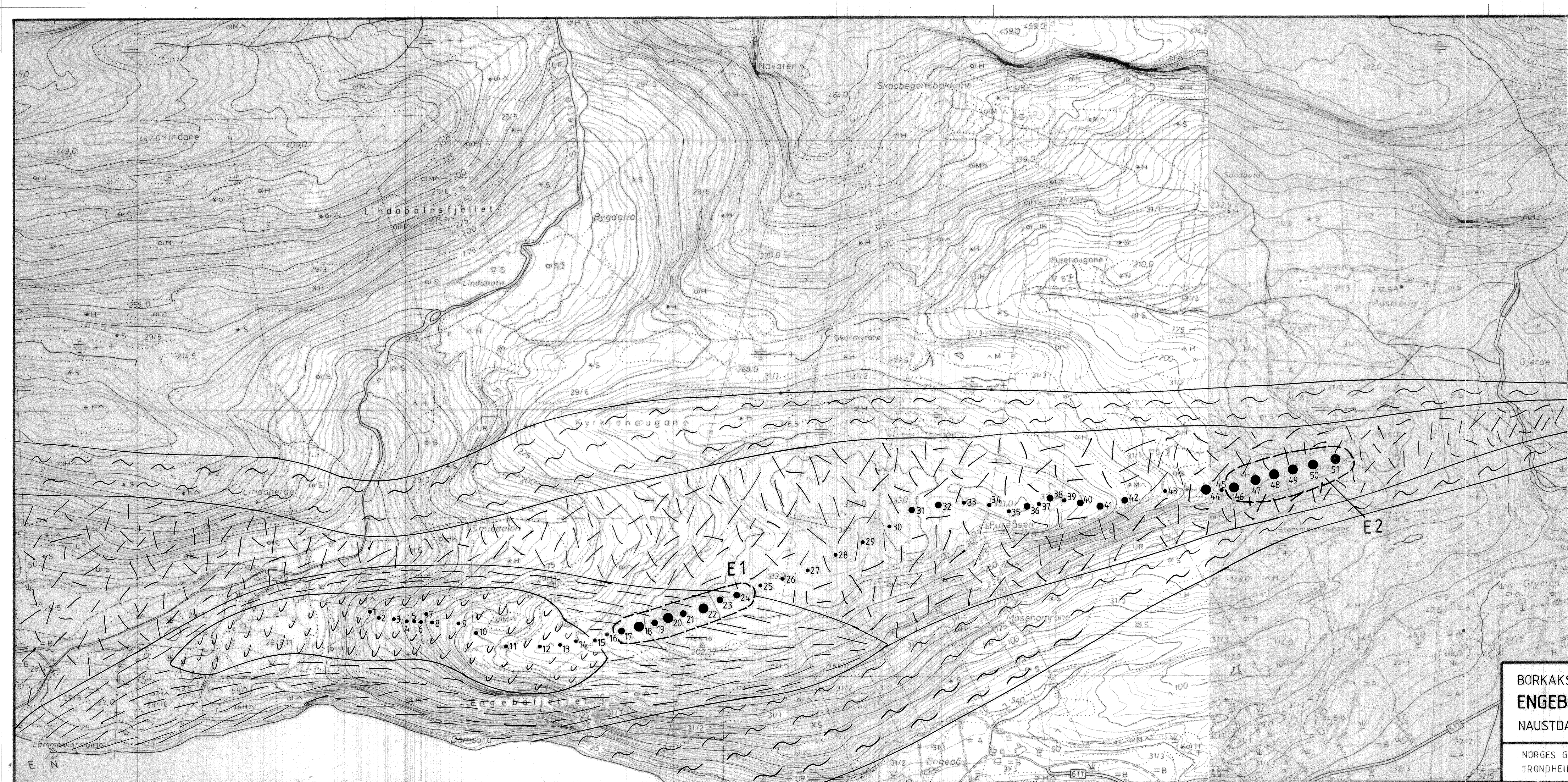
Furevik-
nipa
750

- TEGNFORKLARING
- < 1,50 % rutil
 - 1,5 - 3,00 - " -
 - 27 > 3,00 - " -
- ← Prøvenummer

Geologi etter G. Foslie (1980)



BORKAKSPRØVER M/RUTILANALYSE FUREVIKNIPA EKLOGITT FØRDE, SOGN OG FJORDANE	MÅLESTOKK	MÅLT A.K./L.F. 1990
	1: 5000	TEGN
		TRAC L.F. APRIL 1991
KFR		
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR. 91.171 - 01	KARTBLAD NR. 1217 IV



- TEGNFORKLARING:**
- Massiv, rutilrik eklogitt
 - Båndet eklogitt
 - Metagabbro
 - Amfibolittisk (retrogradert) eklogitt

Basert på Ihlen & Malvik (1986)

- < 1,50 % rutil
 - 1,50-3,00 % rutil
 - ₃₄ > 3,00 % rutil
- Prøvenummer

BORKAKSPRØVER M/RUTILANALYSE ENGEØFJELLET EKLOGITT NAUSTDAL, SOGN OG FJORDANE	MÅLESTOKK	MÅLT	
	1 : 5000	TEGN.	
		TRAC. L.F.	OKT. -90
	KFR.		
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR. 91.171 -02	KARTBLAD NR. 1117 I	