

NGU-rapport nr. 1682/1

En kjemisk-mineralogisk undersøkelse av
ultramafiske bergarter i Komagfjordvinduet
med henblikk på å bestemme eventuelle
økonomiske konsentrasjoner av malmmineraler

1979



Norges geologiske undersøkelse

Leiv Eiriksons vei 39
Tlf. (075) 15 860

Postboks 3006
7001 Trondheim

Postgironr. 5168232
Bankgironr. 0633.05.70014

Rapport nr. 1682/1		Åpen /Fortrolig til april 1980.
Tittel: En kjemisk-mineralogisk undersøkelse av ultramafiske bergarter i Komagfjordvinduet med henblikk på å bestemme eventuelle økonomiske konsentrasjoner av malmmineraler.		
Oppdragsgiver: Folldal Verk A/S		Forfatter: vit.ass. Lars Petter Nilsson og statsgeolog Gunnar Juve
Forekomstens navn og koordinater: Ultramafiske intrusjoner i Komagfjordvinduet.		Kommune: Kvalsund
Fylke: Finnmark		Kartbladnr. og -navn (1:50 000): 1935 I Repparfjorden, 1935III Sennalandet, 1935 IV Vargsund.
Utført: feltarbeid: 14.08.78 - 02.09.78 resterende arbeid: des.-78 — juli -79		Sidetall: 58 Tekstbilag: 1 Kartbilag: 9
Prosjektnummer og -navn: 1682 Komagfjordvinduet ultrabasitter.		
Prosjektleder: statsgeolog Gunnar Juve		
Sammendrag: Ultramafiske bergartsprøver fra Rødfjell (30 stk), Rødfjell-syd (2 stk), Breiryggen (4 stk), Småhaugene (2 stk), Fjellvann (2 stk), Stjernevann (2 stk), Veivann (2 stk), Korsfjord (2 stk), Porsa (1stk), Breiryggen-nord (1 stk) og Raipas (1 stk) — tilsammen 49 prøver — er analysert på hovedelementer og sporelementer uten at økonomisk interessante konsentrasjoner i denne omgang er oppdaget. 10 prøver av gabbroide bergarter samt 1 metarhyolittisk prøve er også undersøkt på hovedelementer og sporelementer, primært for å få en oversikt over elementenes fordeling mellom de ultramafiske og de gabbroide bergarter. De kjemisk analyserte bergartsprøver samt en rekke flere prøver, se tekstbilaget, er mikroskopert under pålys og gjennomlys (tilsammen over 100 slip). Mikroskoperingsresultatene bekrefter den kjemiske analyse: Kromitt er alltid tilstede, men forekommer kun som svake disseminasjoner med uøkonomiske gehalter. Ikke i noen av prøvene ligger nikkellinnholdet over Clarkeverdien, og Cu-gehaltene ligger for mange av prøvene under påvisningsgrensen. Bergartene er gjennomgående sterkt omvandlet, med serpentin, amfiboler og kloritt som de viktigste sekundærmineraler.		
Nøkkelord	ultramafitter	mineralogi
	hovedelementer	kromitt
	sporelementer	nikkel, kobber

Ved referanse til rapporten oppgis forfatter, tittel og rapportnr.

INNHALDSFORTEGNELSE:

	Side:
Kap. Innledning	4
1. ROMLIG FORDELING AV ULTRAMAFITTENE OG ASSOSIERTE INTRUSIVBERGARTER I KOMAGFJORDVINDET	5
2. ULTRAMAFITTENES GENESE	8
2.1 Innledning	8
2.2 Kjemisk-mineralogisk sammenligning mellom Komagfjordvinduet ultramafiske bergarter og tilsvarende bergarter i Seilandsprovinsen	12
2.2.1 Innledning	12
2.2.2 Kjemisk-mineralogisk sammenligning	13
2.3 Kjemisk-mineralogisk differensiasjon av ultramafitt og gabbro	16
3. ULTRAMAFITTENES MINERALOGI	21
3.1 Innledning	21
3.2 Primærsilikater	21
3.3 Sekundærsilikater	23
3.4 Oksydminerale	25
3.5 Sulfider	26
4. KJEMISK ANALYSE	29
4.1 Innledning	29
4.2 Røntgenspektrografisk analyse	29
4.3 Våtkjemisk analyse	30
4.4 Forurensninger av prøvene	30
5. SAMMENHENG MELLOM OVERFLATETREKK OG MINERALOGI	31
6. KONKLUSJONER	44
6.1 Økonomisk geologi	44
6.2 Typologi	45
6.3 Kjemisk karakteristikk	46
6.3.1 Hovedelementer	46
6.3.2 Sporelementer	47
Tabell 2a - 5b	48 - 55
Referanseliste	56

- Tekstbilag : Prøvefortegnelse med kartnummer, koordinater(UTM),
bergartsbetegnelse og omtrentlig mineralsammensetning.
- Kartbilag 1 : Prøvetakingskart over Rødfjell (sydligste prøvepunkt:lok 36)
og Rødfjell-syd (lok. 30 - 35).
- Kartbilag 2 : Prøvetakingskart over Breiryggen og Breiryggen-nord.
- Kartbilag 3 : Prøvetakingskart over Fjellvann-, Stjernevann- og Porsa-
intrusjonene.
- Kartbilag 4 : Prøvetakingskart over Rødfjell.
- Kartbilag 5 : Prøvetakingskart over Rødfjell (nordligste del).
- Kartbilag 6 : Prøvetakingskart over Småhaugene (område A).
- Kartbilag 7 : Prøvetakingskart over Veivannintrusjonen.
- Kartbilag 8 : Prøvetakingskart over Korsfjordintrusjonen.
- Kartbilag 9 : Prøvetakingskart over sulfidnikkelmineralisert knusningssone
på nordre del av Rødfjell.

Innledning

Vedlagte arbeid er utført med hensikt å fremskaffe detaljert kjemisk og mineralogisk kunnskap om utvalgte deler av ultrabasittkomplekset innenfor Komagfjordvinduet. Arbeidet er utført for og i nært samarbeid med Follidal Verk A/S. Selskapets utstrakte undersøkelser skulle på relativt kort tid kompletteres med kvantitative data for deres økonomisk-geologiske vurdering av området.

Prosjektet ble initiert av selskapet og finansiert av Industridepartementet.

Ingen økonomisk interessante oppslag var kjente ved starten av arbeidet. For å kunne utrede sammenheng mellom petrografi og tungmetallfordeling ble det funnet nødvendig å gå relativt detaljert til verks mht. kjemisk og mineralogisk analyse.

Ved arbeidet har man oppnådd:

- (1) Å konstatere at ingen økonomiske konsentrasjoner av tungmetaller synes umiddelbart tilgjengelige i Komagfjordvinduet's ultrabasiske kroppar.
- (2) Å fremskaffe en betydelig mengde kvantitative data for bedre å forstå malmdannende prosesser i kompleks av denne type.
- (3) Å kunne vurdere og arkivere et mangeartet geologisk materiale som i samordnet form bør bli av stor verdi for forståelsen av landsdelens geologi og letingen etter utnyttbare mineralressurser.

1. ROMLIG FORDELING AV ULTRAMAFITTENE OG ASSOSIERTE INTRUSIVBERGARTER I KOMAGFJORDVINDUET

Etter at Paul Reitan i begynnelsen av 1960-årene laget et geologisk oversiktskart (Reitan 1963) over hele Komagfjordvinduet har flere geologer arbeidet videre både med spesielle problemstillinger innenfor begrensede områder og med mer regionalt omfattende problemer så som strukturene og lagfølgen innenfor vinduet.

Ultramafittene har som potensielle krom- og nikkelmalmførende bergarter de siste par årene vært gjenstand for omfattende geologisk kartlegging og prøvetaking i Folldal Verk A/S's regi. Seks av de største ultramafitt-intrusjonene med assosierte basiske intrusivbergarter er i detalj kartlagt av O.A. Skaldebø somrene 1977 og -78. R. Bøe har kartlagt og beskrevet tre andre områder med ultramafitter (Bøe 1978). Flere av de største intrusivene er på Reitans kart avmerket som "ultrabasic intrusives" selv om de i vesentlig grad også er bygget opp av gabbro, noritt og basalt og til og med litt av intermediære og sure bergarter (Skaldebø 1977).

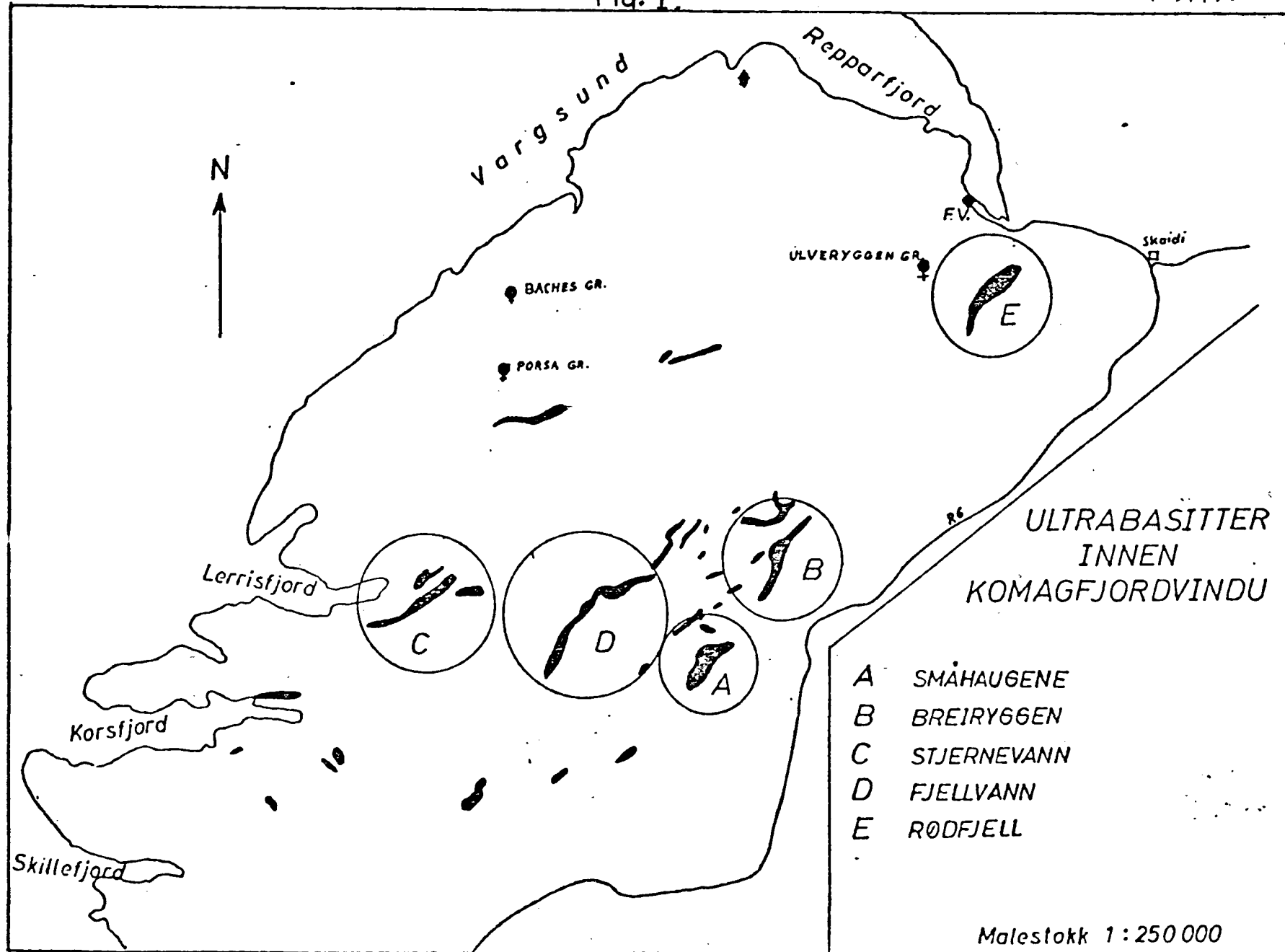
Følgende oppstilling (Skaldebø 1977) er tatt med for å vise aralfordelingen innenfor fire områder med kompleks geologisk oppbygging og med tildels vidt forskjellige intrusivbergarter (tabell 1. s. 6 og fig. 1 s. 7).

Ultramafittene i Komagfjordvinduet forekommer i stort antall i den eldste del av lagrekken, i Reitans Holmvannformasjon (tilhørende Repparfjordgruppen) på sydsiden av den stratigrafisk overliggende Saltvanngruppen. Holmvannformasjonen og de øvrige formasjoner i Repparfjordgruppen på nordsiden av Saltvanngruppens bergarter er helt fri for gabbroide og ultramafiske intrusiver. Saltvanngruppen har noen få intrusiver vesentlig i den sydlige del.

T. Pharaoh (1976) og Ø. Jansen (1976) har ikke funnet det mulig å korrelere grønnsteinsenheter på nordsiden av Saltvanngruppens bergarter med grønnsteinene på sydsiden. Pharaoh underbygger sin påstand med feltevidens for dette. Pharaoh og Jansens oppdeling av stratigrafien i tre forskjellige grupper, som vist i fig. 2. s. 9 forklarer muligens intrusivenes opptreden, vesentlig i Pharaohs Magerfjellgruppe.

FIG. 1.

Hentet fra O.A. Skaldebo (1977).



AREALFORDELING INTRUSIVE BERGARTER.

	O M R Å D E				
	A	B	C	D	
Harzburgitt	11,4	8,9	0,9	9,6	Arealprosent av intrusive bergarter.
Serpentinisert dunit		9,8	46,1	35,7	
Hornblendemetagabbro	6,2	9,9	20,0	8,9	
Metanoritt	4,6		0,4	3,8	
Metabasalt	75,1	59,7	10,2	13,6	
Metaporfyr	2,7	11,0	18,6	1,0	
Kvartsdioritt			0,2		
Metadacitt			3,6		
Metarhyolitt				27,4	
Epidositt		0,7			
Total areal av intrusive bergarter	4,12	4,19	3,04	5,25	km ²

TABELL 1.

Hentet fra O. A. Skaldebo (1977).

2. ULTRAMAFITTENES GENESE

2.1. Innledning

De fleste geologer som har arbeidet i Komagfjordvinduet er stort sett enige om hovedtrekkene i dannelsen av de mafiske og ultramafiske bergartene i vinduet. Hovedtrekkene går ut på at de mafiske og ultramafiske intrusjonene er av Pre-kaledonsk, sannsynligvis Prekambrisk alder (Reitan 1963, s. 66), Prekambrisk, mulig Karelsk alder (?) (Pharaoh 1976, s. 32).

Intrusivene ser ut til å være yngre enn både Holmvannformasjonen SØ for Saltvanngruppen og Steinfjellformasjonen. Porsaintrusjonen ligger med (primær) diskordans til Steinfjellformasjonen (Reitan 1963) som igjen stratigrafisk overlager Holmvannformasjonens SØ-lige del. Ifølge Skaldebø (1977) er det en klar diskordans mellom intrusjonene og suprakrustalene (Holmvannformasjonen) ved Småhaugene (omr. A) og Fjellvann (omr. D). Intrusjonene har ofte en uregelmessig form. De ligger diskordant mot lagdelingen i de omgivende bergarter, men tenderer mot konkordans med den første skifrihet.

Pharaoh har også funnet evidens for avbøyning. Omliggende bergarter er stedvis avbøyd under intrusjonen (Pharaoh 1976, s. 13).

Gabbroene og ultrabasittene er ifølge Reitan (1963, s. 52) intrudert "dels før og/eller samtidig med en Pre-kaledonsk deformasjon".

Stedvis er Komagfjordvinduet Prekambriske bergarter (inkludert de mafiske og ultramafiske intrusivene) påvirket av en Prekaledonsk deformasjon, sannsynligvis Karelsk, med SV-NØ gående folder med steil akseplanfoliasjon (Jansen 1976).

Pharaoh (1976, s. 32, gjengitt som fig. 3, s. 10) postdaterer gabbro- og ultramafittintrusjonene i forhold til en Karelsk (?) D_1 -foldefase med tette isoklinalfolder og utvikling av skifrihet, men predaterer disse intrusjonene i forhold til en Karelsk (?) D_2 -foldefase med "chevron, kink og step-folds and weak crenulation cleavage, S_2^k ".

Stratigraphic Column

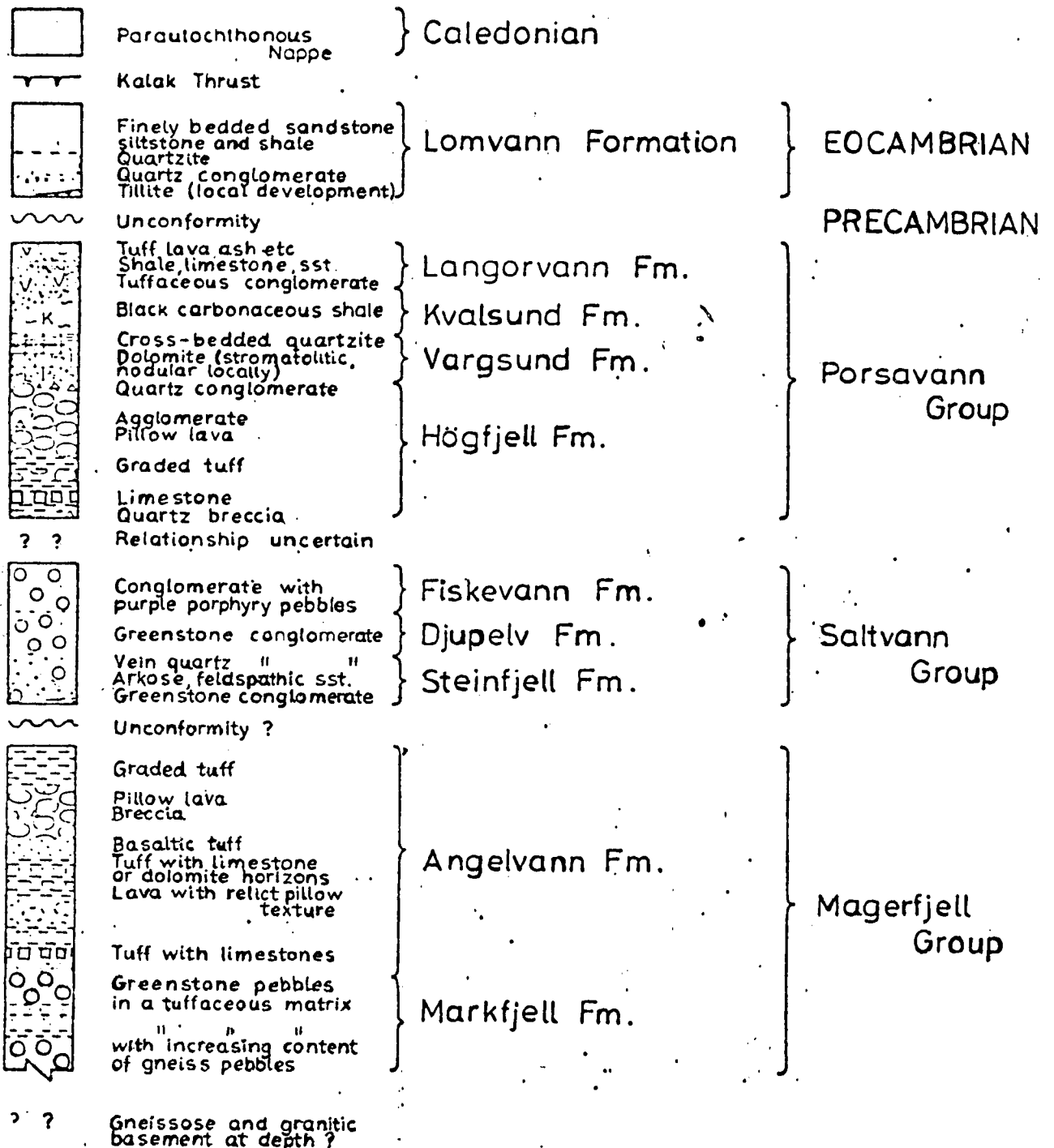


Fig. 2. . Stratigraphic Column

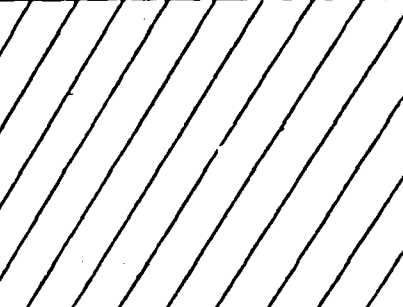
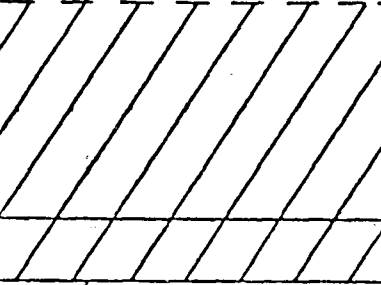
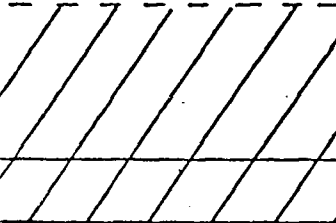
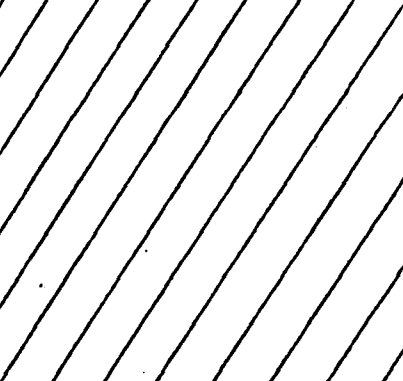
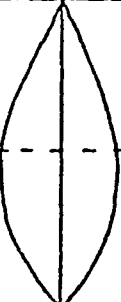
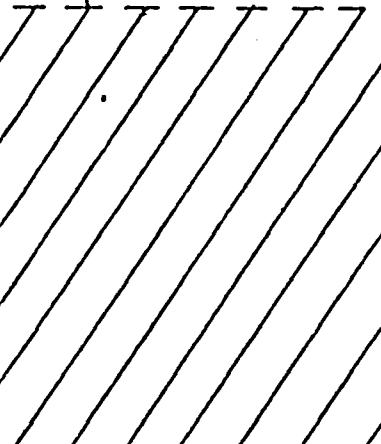
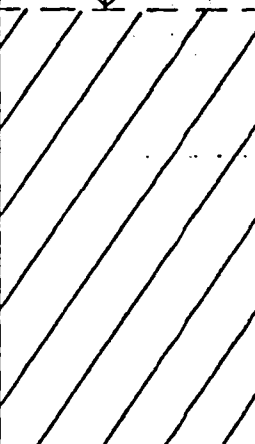
		Radiometric Ages (MA)	Stratigraphy	Structural History	Metamorphism	Intrusion	Mineralisation
Caledonian	Deformation	 515?	 Lomvann Fm. 	D _{2C} Emplacement of Caledonian Nappes Kink folds and tension gashes in Lomvann Dislocation of S _{1k} along Vargund D _{1C} Thrusting along Vargund Slaty change in Lomvann Fibre lineation L _{1C} Rejuvenation of S _{1k} .		 ? Caledonian gabbro (uncertain age)	Cu Lomvann
	Sedimentation	660					
Karelian ?	Deformation			D _{2k} Chevron, kink and step folds. Weak cumulation cleavage S _{2k} D _{1k} Tight-isoclinal folds Regional schistosity S _{1k}		Quartz-diorite Pegmatites Gabbro and ultramafic	Cu ? Ulvenyggen Cu (Gabbro Assocn.)
	Sedimentation and volcanicity		Lampertun Fm. Kvalsund Fm. Vargund Fm. } Porsavann Gp. Höggfjell Fm. Fiskevann Fm. Djupelu Fm. } Saltvann Gp. Steinfjell Fm. Angelvann Fm. Markfjell Fm. } Hagenfjell Gp. 			Feeder dykes and sills	

Fig. 3 Brief Summary of Geological History.

Hentet fra Tim Pharaoh (1976).

Skaldebø (1977, s. 1) skriver om intrusjonene i "område A - Småhaugene" at "lagning av skifer og foliasjon av intrusivbergarter er parallell til subparallell. Dette antyder at hele bergartskomplekset er blitt foldet sammen etter at intrusjonene har funnet sted". Videre på s. 34: "De ultrabasiske og basiske bergarter har sannsynligvis trengt inn i lagserien før hovedfoldinga med følgende skråstilling av lagene. De har sannsynlig blitt avsatt hovedsakelig konkordant i form av mindre lakkolitter med relativ liten tykkelse i forhold til lengdeutstrekning og fått sin form vesentlig bestemt av de eksisterende svakhetssoner og sprekkesystemer i de omkringliggende bergarter".

Ifølge Stribrny (pers. medd.) er intrusjonene skjedd langs "tensionfolds" parallelle med lagdeling og overskyningsplan. Intrusjonene er skjedd før skifrihet er utviklet og omtrent under midlere foldestadium (dog litt forskjellig for de forskjellige ultramafitter).

Steffan og Stribrny (1977) fremhever spesielt at den Kaledonske deformasjon av alle vinduets bergarter har vært intens og at vinduets nåværende hovedstrukturer med et sentralt synklinorium med antiklinorier NV og SØ for dette er bygget opp under en tidlig Kaledonsk hovedfoldning. De nevner i sitt notat ikke noe om de Prekambriske foldefaser, men de standpunkter de har synes å stå i noen kontrast til Jansens (1979), som mener at vinduets hovedstrukturer (SV-NØ) er Prekambriske (Karelske ?), og at den Kaledonske orogenese bare har ført til en flattrykking av de Prekambrisk dannede steile folder fordi de Prekambriske og Kaledonske folderetninger har falt sammen.

Pharaoh (1976) påpeker at de sydligst beliggende av vinduets gabbroer intruderer Lomvannformasjonen. Han betrakter denne som ekvivalent til den Eokambriske Dividalgruppen. Disse gabbroer synes å være "friskere" enn de øvrige i vinduet. De har godt bevarte intrusiv-teksturer og synes å strekke seg inn under Kalakdekkets skyveplan. Området er imidlertid meget overdekket og Pharaoh har ikke (pr. 1976) funnet indikasjoner på kontaktmetamorfose av Lomvannformasjonens sedimentære bergarter. Roberts (pers. medd.) har imidlertid observert hornfelddannelse av Lomvannformasjonen i kontakten med intrusivene. Disse observasjoner antyder at andre av intrusjonene i vinduet kan være Kaledonske (Pharaoh 1976, s. 28).

Omkring spørsmålet differensiasjon/ikke differensiasjon av intrusivene og om ultramafittene har intrudert de assosierte gabbroer eller omvendt er det endel divergens i oppfatningene blant geologene. De synspunkter som framlegges i denne rapporten støtter seg dels på tolkningen av resultater fra kjemisk analyse, mikroskopering og feltarbeid og dels på litteraturstudier av interne rapporter og publiserte arbeider (se avsnitt 2.3).

2.2. Kjemisk-mineralogisk sammenligning mellom Komagfjordvinduet ultramafiske bergarter og tilsvarende bergarter i Seilandsprovinsen

2.2.1 Innledning

De fleste av de gabbroide og ultramafiske intrusjonene i Komagfjordvinduet er som nevnt antatt å være Prekambriske, mulig Karelske (?), mens ihvertfall den sydligste gabbrointrusjonen i vinduet, og mulig flere, ser ut til å være Kaledonske av alder. Seilandsprovinsens mafiske og ultramafiske bergarter er antatt å være av Kaledonsk alder (Robins & Gardner 1974, Pringle & Sturt 1969).

Brueckner (1973, 1975) presenterer imidlertid oppsiktsvekkende høye Rb/Sr-aldre på flere av bergartene i Øksfjordområdet. Han foreslår en dannelsesalder på 1600 m.å., spesielt for de sillimanittholdige gneisene, men muligens også for de sterkt folierte saliske, mafiske og ultramafiske bergartene i dette området.

Imidlertid må innskytes at disse resultat var overraskende også for Brueckner selv. De må ennå betraktes som rekognoserende. Problemer ved de refererte dateringsforsøk skal ikke tas opp her.

I det følgende presenteres en oversikt over kjemiske analyser og mineralogi fra Seilandsprovinsens mafiske og ultramafiske intrusivbergarter, opplysninger som i det alt vesentligste er hentet fra publiserte kilder (tabell 2a, 2b og 3. s.). Disse resultatene sammenlignes med det innsamlete materiale (tabell 5a og tekstbilaget). Sammenligningen kommenteres.

2.2.2 Kjemisk-mineralogisk sammenligning

For å lette sammenligningen er høyeste og laveste gehalt av hvert element innenfor alle de analyserte prøver av ultramafiske bergarter i tabell 5a oppført i en egen liste med tilsvarende tall fra Seilandsprovinsen (tabell 2a) satt i parentes (tabell 4). De mafiske bergarter er foreløpig ikke sammenlignet.

Hovedelementer

Karakteristisk for Seilandsprovinsbergartene er at de i gjennomsnitt ligger flere ganger høyere i TiO_2 enn Komagfjordbergartene. Seilandsprovinsen er da også kjent som en Fe-Ti malmprovins mens mikroskopering av Komagfjordultramafittene bare sporadisk viste noen ørsmå korn med magnetitt-ilmenitt avblanding eller bare ilmenitt. Titan kan gå inn i kromittgitteret med noen få tiendedels prosent, men da kromittgehalten i Komagfjordprøvene maksimalt når opp i 3-4%, vil Ti i kromitt maksimalt utgjøre ca. 0.01%. Mesteparten av Ti-innholdet finnes derfor i silikatene.

Seilandsprovinsens Al_2O_3 -gehalter er minst 2 ganger høyere i gjennomsnitt. Det skyldes vesentlig at hornblende er et hyppigere opptredende (primær-mineral) i Seilandsprovinsen (se tab. 3), mens det bare er observert sporadisk i slip fra Komagfjordvinduet.

Det er et betydelig CaO-innhold i alle Seilandsprovinsprøvene som bekrefter et høyt innhold av klinopyroksen og noe hornblende. Mineralene er her lite omvandlete. I Komagfjordprøvene kommer CaO-innholdet bare sjelden opp i over 5%; klinopyroksen finnes nesten alltid i betydelig mindre mengder enn orthopyroksen og olivin (hvor prøvene er så friske at dette kan avgjøres i slip).

Na_2O , P_2O_5 og spesielt K_2O -innholdet er også i gjennomsnitt lavere i Komagfjordbergartene enn i Seilandsprovinsbergartene.

Sporelementer

Sporelementer er undersøkt i bare 4 av prøvene fra Seilandsprovinsen og en sammenligning må derfor bli spekulativ. Krominnholdet ligger på et noe høyere nivå i gjennomsnitt i prøvene fra Komagfjordvinduet enn i de få analyserte prøvene fra Seilandsprovinsen. Gjennomsnitt, 49 ultramafittprøver fra Komagfjordvinduet: 4147 ppm Cr. Dette er to eller flere ganger så mye som innholdet i noen av de 4 analyserte prøvene fra Seilandsprovinsen og noe over oppgitte Clarke-verdier for krom i ultramafiske bergarter:

3400 ppm	(Goldschmidt 1954(?)) ref. i Oosterom 1956
2000 ppm	(Rankama og Sahama 1949) ref. i Oosterom 1956
1600 ppm	(Turekian og Wedepohl 1961)
2000 ppm	(Vinogradov 1962)
≈ 2400 ppm	(Goles 1967)

Ifølge Goles (1967, s. 357) er det ingen streng avhengighet mellom Cr-innholdet i ultramafiske bergarter og ultramafittenes mineralogi (olivin/pyroksen forholdet). Dette kommer av at krominnholdet i friske ultramafitter nær utelukkende er knyttet til kromitt. I sterkt omvandlede ultramafitter vil en del av krominnholdet gå inn i silikat (kromkloritter), men graden av denne omvandlingen av kromitt via ferrikromitt til kromkloritt ser ut til å være betinget av primærmineralogien (olivin/pyroksen forholdet). I en sterkt omvandlet dunitt er serpentin hovedmineralet. Serpentin kan ikke ta opp i sitt atomgitter Cr fra kromitten, og dermed stanser omvandlingen av kromitt opp med oksydstadiet ferrikromitt, hvor Fe er tilført spinellen, men uten at noe Cr har forlatt denne.

Annerledes er det i en sterkt omvandlet peridotitt eller pyroksenitt. Her dannes kloritt som et av sekundærmineralene av opx og cpx. Kloritten tar i første omgang opp Al, dernest Mg og Cr og tilslutt Fe fra den metastabile ferrikromitten. Kloritt og kromkloritt dannes på bekostning av oksydfasen. Kromkloritten danner en "halo" rundt det helt eller delvis oppspiste kromittkornet, mens mer kloritt dannes på utsiden av "haloen" (Nilsson, 1978).

Nikkelinnholdet ligger omtrent på samme nivå i de to områder:

Gj. snitt av 4 prøver fra Seilandprov.:	ca. 800 ppm Ni
" " " 49 " " Komagfjordv.:	1251 ppm Ni

Disse gehaltene er begge steder lave og gjennomsnittene ligger for begge områder under de oppgitte Clarke-verdier:

3160 ppm	(Goldschmidt 1954(?)) ref. i Oosterom 1956
800 ppm	(Rankama og Sahama 1949) ref. i Oosterom 1956
2000 ppm	(Turekian og Wedepohl 1961)
2000 ppm	(Vinogradov 1962)
1500 ppm	(Goles 1967)

Det må her bemerkes at Clarke-tallene er gjennomsnitt for alle ultramafiske bergarter. Nikkelgehalten er høyest i de mest under-silifiserte, nemlig dunittene og avtagende gjennom peridotitter til pyroksenitter og hornblenditter (Goles 1967, s. 356). Et eksempel på dette er gitt av Edel'shtein (1963):

Serpentinitt fra dunitt:	1800 ppm Ni
Serpentinitt fra peridotitt:	1600 ppm Ni
Serpentinitt fra pyroksenitt:	1000 ppm Ni

Dette tilsier at det er en klar sammenheng mellom Ni-gelhalt og mineralogi.

Ifølge Vogt (1924) øker NiO-innholdet i peridotitter etter som olivin-andelen i bergarten øker. Dette henger sammen med at Ni_2SiO_4 -komponenten i olivinen konsentreres i samme grad som Mg_2SiO_4 -komponenten eller endog litt mer, og Mg_2SiO_4 -komponenten igjen øker med økende olivinandel i bergarten. Nedenstående oversikt etter Vogt (1923) referert i Karlsson (1976) viser i hvilken grad nikkel konsentreres i de forskjellige silikater:

forserittrike oliviner i dunitter, peridotitter og olivinbasaltiske bomber	: 0,19-0,50 % NiO
jernrike oliviner	: 0,15-0,32 % NiO (middelvei: 0,21 % NiO)
hypersten	: 0,062-0,081 % NiO
monoklin pyroksen	: 0,04-0,05 % NiO
amfibol	: 0,02-0,10 % NiO
biotitt	: 0,007-0,028 % NiO

Cu-innholdet er muligens noe lavere i Seilandsprovinsen enn i Komagfjordvinduet. Men særlig Rødfjellintrusjonen er lav på Cu. Der ligger hele 18 av de 30 analyserte ultramafittprøvene under påvisningsgrensen (5 ppm). Cu-gjennomsnittet for alle de 49 analyserte ultramafittprøver fra Komagfjordvinduet er 16,6 ppm. Dette er imidlertid noe over den sanne verdien, idet alle prøver med < 5 ppm Cu settes lik 5 ppm for å muliggjøre utregningen. Brorparten av prøvene kommer fra den Cu-fattige Rødfjellkroppen. Clarke-verdier for Cu i ultramafiske bergarter er som følger:

10 ppm (Turekian og Wedepohl 1962)

20 ppm (Vinogradov 1961)

≈ 30 ppm (Goles 1967)

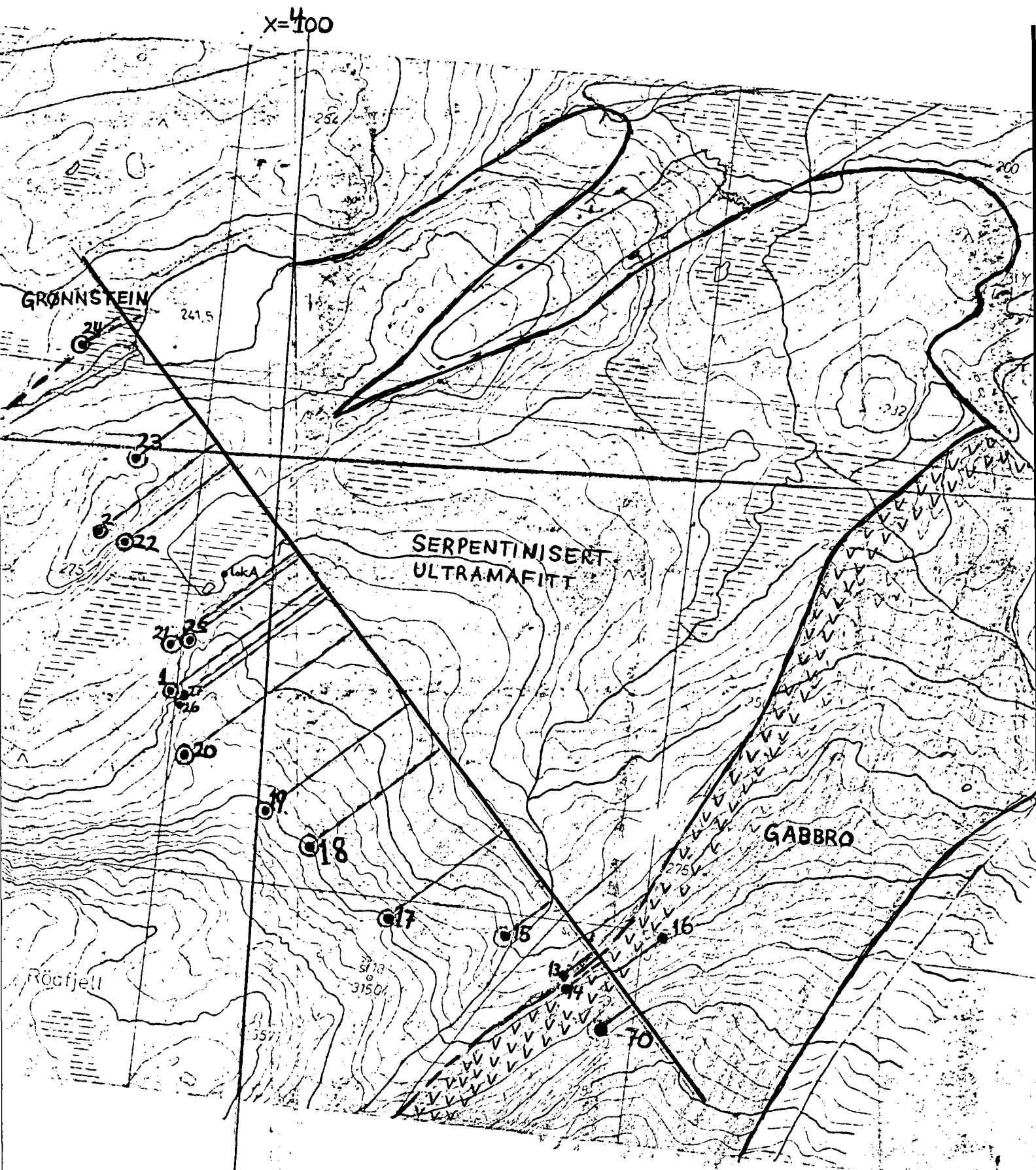
Cu i Rødfjell ligger altså omtrent på Clarke-nivået, mens Cu i noen av de andre ultramafittene ligger litt over Clarke-nivået.

For de øvrige sporelementer i tabell 4 er materialet så tynt at sammenligning mellom de to områder er for spekulativ til å tas med her.

2.3. Kjemisk-mineralogisk differensiasjon av ultramafitt og gabbro

For å undersøke om ultramafittene er kjemisk-mineralogisk differensierte ble det prøvetatt langs et profil i den antatte differensiasjonsretning på Rødfjell, fig. 4 s. 17. Resultatene fra undersøkelsen er satt opp i fig. 5, a, b, og c, som viser at ihvertfall denne intrusjonen viser kjemisk differensiasjon gjennom ultramafitten og inn i gabbroen både når det gjelder hovedelementer og sporelementer.

Mikroskoperingen synes å bekrefte tilsvarende mineralogisk differensiasjon. Primærsammensetningen må i mange tilfelle rekonstrueres fra et mineralselskap bestående nær nesten bare av omvandlingsmineraler og med utgangspunkt i den kjemiske analyse.



Nordlige del av Rødfjell-intrusjonen .

Prøvetakingslokalitetene er projisert inn på en linje
i den antatte differensiasjonsretning.

FIG. 4

Prøvetakingslokaliteter (projisert inn på en linje i den antatte differiasjons-
retning) plottet mot gehalter av hovedelementer i vekt-%.

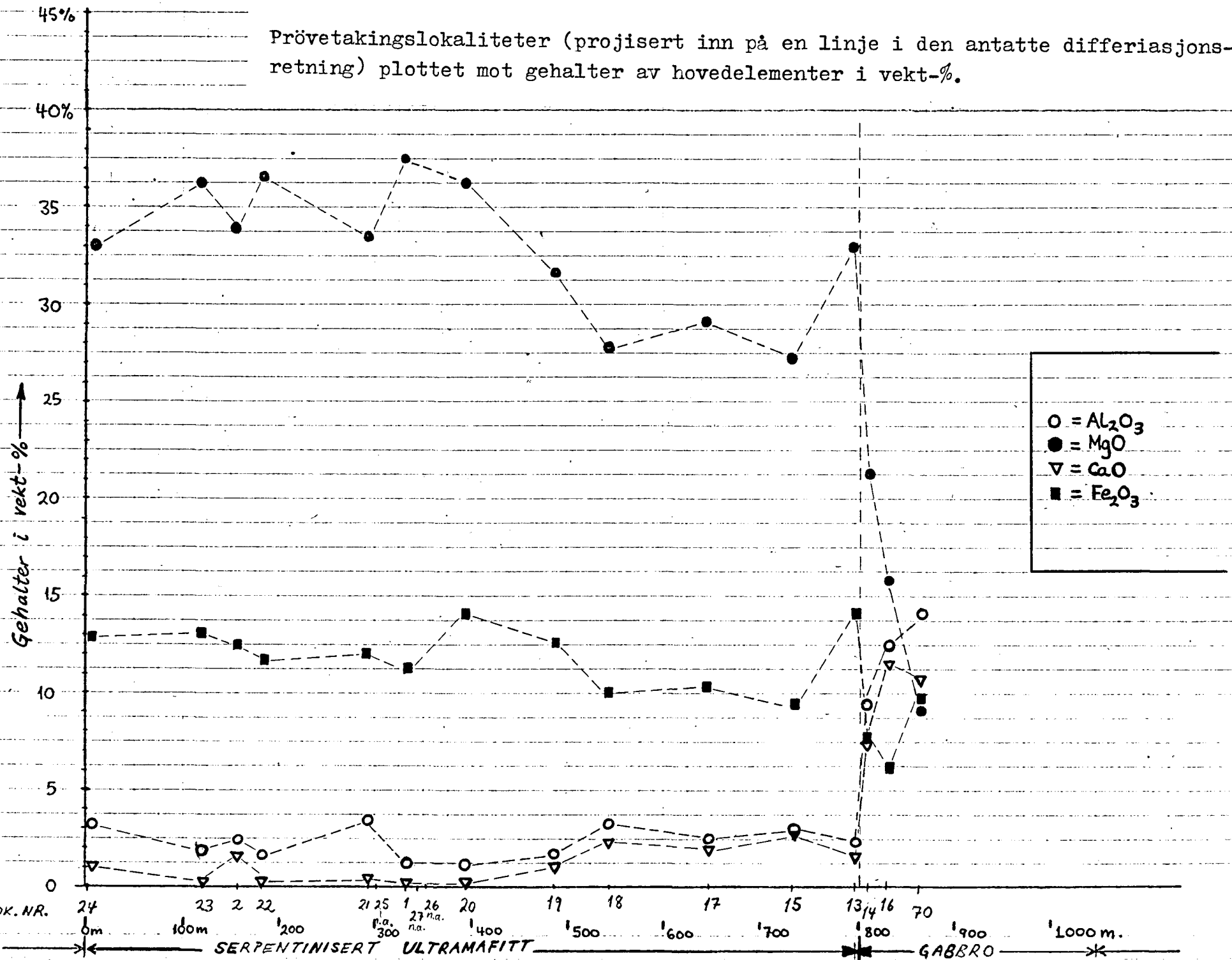


FIG. 5a

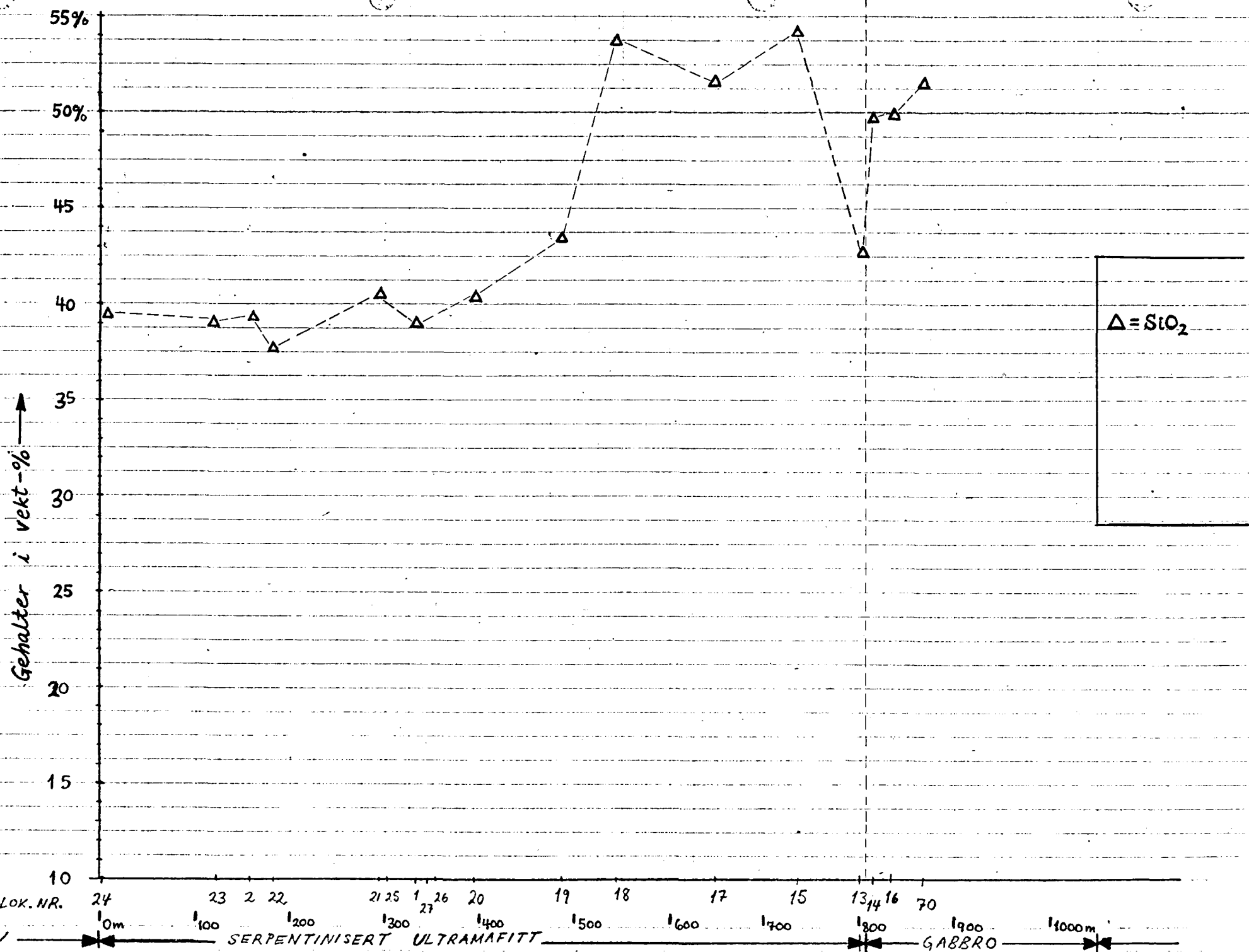
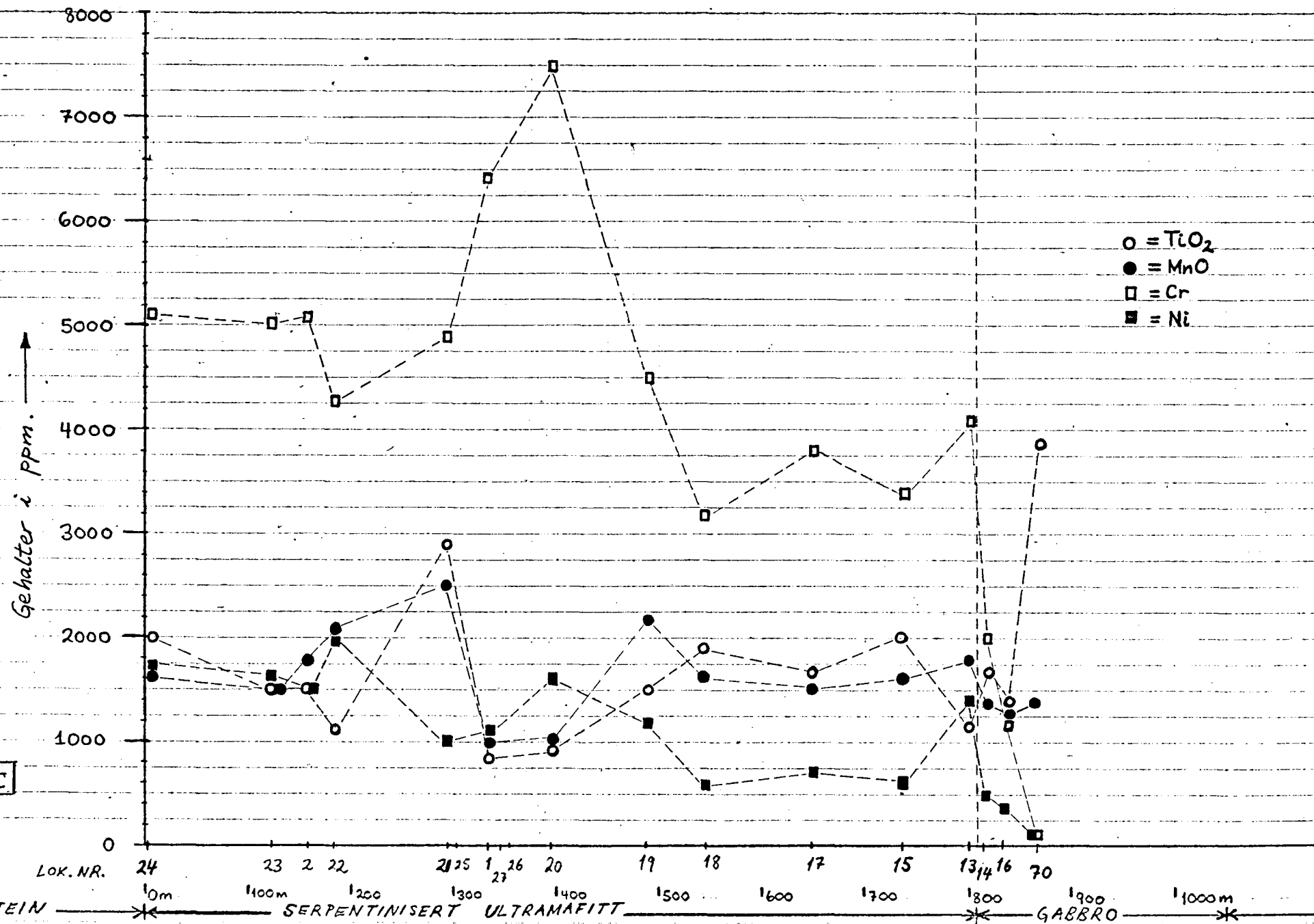


FIG. 5b.

Prøvetakingslokaliteter (projisert inn på en linje i den antatte differensiasjonsretning) plottet mot gealter av sporelementer i ppm.



3. ULTRAMAFITTENES MINERALOGI

3.1. Innledning

I dette kapitlet presenteres kort de mineraler som er observert i slip, bergartsmineraler (og gangart) og malmmineraler. I prøvefortegnelsen (se tekstbilaget) er en omtrentlig mineralsammensetning oppført for de fleste mikroskoperte prøver.

3.2. Primærsilikater

De observerte primærsilikater er olivin, orthopyroksen, klinopyroksen samt en brun-grønn, alltid sterkt pleokroittisk hornblende som også antas å tilhøre primærmineralene. De først utkrystalliserte silikatmineralene er olivin og opx. I slip VU8 (Veivann) opptrer olivin som inneslutninger i opx. Olivin kan derfor være det silikatmineral som generelt først utkrystalliseres. Cpx og hbl synes i de aller fleste tilfeller å være dannet senere enn olivin og opx idet olivin og opx er vanlige som inneslutninger i relativt store cpx-korn med konkave korngrenser. Hornblenden danner også konkave korngrenser, men kornstørrelsen er gjerne litt mindre enn klinopyroksenens. Klinopyroksen og eventuell hornblende er dannet av en restsmelte mellom de tidligkrystalliserte fasene olivin og opx. Restsmelten (klinopyroksen) utgjør sjelden over 20-30 vol-% av bergartssammensetningen, men ligger vanligvis under 10 vol-%.

Olivinens kjemi er ikke kjent i detalj, men den antas å være relativt jernrik idet mye sekundær magnetitt dannes ved serpentinisering. Prøve nr. R3 (lok. 3, kart nr. 4) fra Rødfjell f.eks. er antatt å ha hatt en dunittisk primærsammensetning bestående av >97% olivin (bedømt ut fra kjemisk analyse og mineralsammensetning i slip). Slipsammensetningen er ca. 92-93% serpentin og ca. 7-8% mt (vol-%). Den kjemiske analyse viser at dette er den jernrikeste av alle de analyserte ultramafitter (15.97% Fe_2O_3 , når Fe_{total} er uttrykt som Fe_2O_3). Videre er kun én av de 9 analyserte gabbroide prøver rikere på jern (prøve S51 med 16.85% Fe_2O_3) enn denne ultramafitten. Hvis vi trekker fra den lille mengden jern som har sittet i kromitt (kjemisk analyse gir 0.48% Cr hvilket er ekvivalent med <0.3% Fe når vi regner kromitten som FeCr_2O_4) får vi igjen $15.97 - \text{ca. } 0.3 \times 1.43 = \text{ca. } 15.5\% \text{Fe}_2\text{O}_3$.

Videre har vi:

15.5 vekt-% Fe_2O_3 tilsvarer 11 vekt-% Fe og 35.4 vekt-% MgO tilsvarer 21.3 vekt-% Mg.

$$\frac{\text{Mg}}{\text{Fe}} = \frac{\frac{21.3\%}{24.3}}{\frac{11\%}{55.85}} = \frac{0.880}{0.198}$$

Herav får vi fayalittkomponenten:

$$\frac{\text{Fe}}{\text{Mg}+\text{Fe}} = \frac{0.880}{0.880+0.198} = 0.184$$

dvs. 18.4 mol-% Fe, hvilket er en noe jernrik olivin. Ved beregningen er det sett bort fra nikkel og andre metaller som kan substituere i små mengder (<0.5%) for Mg og Fe. Olivinen i Kaledonske dunitter er som oftest mer jernfattig:

Feragen: 10-13 mol-% fayalitt (Hultin 1965)

Hjelmkona: 4- 5 " " " (Moore 1977) metaperidotitt (50% olivin)
(Nordmøre)

Ifølge Vogt (1924) øker Mg-innholdet i olivinen etter som olivininnholdet i ultramafitten øker. Olivinen i en olivinpyroksenitt er etter dette jernrikere enn olivinen i en peridotitt som igjen er jernrikere enn olivinen i en dunit.

Olivinen er alltid oppsprukket, og i de fleste slip forekommer den kun som rester av sterkt serpentiniserte korn. Primærkornene synes alltid å ha vært middels godt rundet.

Serpentin og magnetitt er de desidert vanligste omvandlingsmineraler av olivin, men sporadisk er observert andre sekundærmineraler av olivin, se avsnitt 3.3.

Orthopyroksen som i slip kan være til forveksling lik olivinen antas i motsetning til olivinen å være jernfattig. En nær ren enstatitt eller en enstatitt-bronzitt er sannsynlig. Dette underbygges bl.a. i kap. 5 side 35 hvor en primært pyroksenittisk bergart har et betydelig høyere MgO-innhold enn en primært dunitisk bergart.

Orthopyroksenene viser i slip ofte oppsprekning, dog ikke så sterk som olivinen. Interferensfargene er blasse (gule, grågule, lyse grå). Spalterissene er ikke alltid markerte, men hvor de kan observeres viser de at utslukningen varierer fra 0 til ca. 10° .

Klinopyroksenene er ikke bestemt, men det er sannsynlig ut fra kjemisk analyse og tilhørende slipobservasjoner at det er en diopsid og/eller en augitt. Mineralet har alltid ett sett meget tydelige spalteriss, men utslukningsvinklene har vært for små til å kunne bestemme pyroksenene. Dvs. ingen korn med snitt parallelt med krystallflaten (010) er sikkert observert i slip. Utslukningsvinkler målt i dette planet kan brukes til å bestemme cpx (Kerr 1978). Interferensfargene er alltid meget sterke og klare (blå, rød, gul).

Hornblenden

Hornblenden er som nevnt sterkt pleokroittisk (grønn-brun eller lys brun-mørk brun). Den har ofte de samme friske interferensfargene som klinopyroksenene (blå, rød, rødfiolett, gul osv.).

Plagioklas

I gabbroen, på kontakten til ultramafitten (slip/lok 14) ble observert plagioklas med Albitt-tvillinger. Etter Michel-Levy's metode ble plagioklasen bestemt til å være An_{61} (Labrador).

3.3. Sekundærsilikater

Under hydrothermal metamorfose omvandles olivin, pyroksener og hornblende til vannholdige sekundærminerale.

Følgende faseoverganger er observert i slip:

olivin $\rightarrow$ serp. + mt

bare obser-
vert i slip
R10

{ olivin $\rightarrow$ sek. brun, fibrig amfibol $\rightarrow$ serpentin
 { olivin $\rightarrow$ sek. amfibol $\rightarrow$ talk + kloritt + serpentin
 olivin $\rightarrow$ serp. + mt $\rightarrow$ kloritt + mt (?)

opx → kloritt
 opx → kloritt → serpent
 opx → sek. amfibol (antofyllitt(?)) → kloritt
 opx → sek. amfibol + talk → kloritt + serpent
 opx → sek. amfibol (antofyllitt(?)) → kloritt + talk + (litt sek. mt)
 opx → sek. amfibol + talk
 opx → serpent
 opx → sek. amfibol (antofyllitt(?)) → serpent

slip 31RS cpx → sek. amfibol (aktinolit-tremolit) → kloritt + talk
 { cpx → akt. -trem. → kloritt + serp. + mt
 { cpx → akt. -trem. (smal rand) → kloritt
 cpx → akt. -trem → serp.
 cpx → serp.
 slip B40 cpx → kloritt + talk
 slip B41 cpx → kloritt

slip 31RS hbl → akt. -trem(?) → kloritt + (talk)
 { hbl → akt. -trem(?) + talk + kloritt + serp.
 { hbl → kloritt → serpent
 slip S60 hbl → serp.
 slip S51 hbl (grønnbrun) → hbl (gressgrønn) → kloritt (klinokloritt + penninit)

og pluss et par reaksjoner innenfor sekundærmineraler (slip S60):
 brunt, fibrig sek. silikat (akt. -trem(?)) → kloritt → serpent
 brunt, fibrig sek. silikat (akt. -trem. (?)) → serpent → kloritt

De viktigste av de nevnte overganger, dvs. de hyppigst opptredende ser ut til å være:

olivin → serpent + mt

(dette er den desidert viktigste omvandlingen av olivin. De andre nevnte overganger fra olivin er meget sjelden observert).

opx → kloritt + ev. talk

opx → sek. amfibol (antofyllitt?) → kloritt + ev. talk

cpx → aktinolit-tremolit → kloritt + ev. talk

hbl → aktinolit-tremolit → kloritt + ev. talk

Sekundærmineralene danner oftest fibrige, nålformete, plateformete og bladformete aggregater. Ofte er de radiært anordnet eller i et system av nåler og blader i to retninger omtrent vinkelrett på hverandre (gjelder serpentin). Ofte forekommer mineralene bare i en "grøtet" masse av ørsmå uorienterte korn, f.eks. bestående av klinokloritt, talk og en sekundær amfibol. Serpentin og kloritt er sjelden blandet på en slik måte. De opptrer hver for seg i kornaggregater med skarp grense imellom. Av kloritt er det minst to distinkt forskjellige typer:

1) Klinokloritt

pleokroittisk (fargeløs-svak grønn, men helst svak grønn-sterk grønn)
interferensfarger av 1.orden (lys grå-olivengrågrønne-mørk grå-svart)

2) Penninitt

svak eller ingen plokroisme (fargeløs-svak rosa)
interferensfarger: (Berlinerblå-mørk brun-purpur/fiolett)

Magnetitt fins hyppig anriket sammen med penninitt og ofte slik at de to mineraler danner lameller.

Om silikatmineralene ellers - se kap.5.

3.4. Oksydmineraler

Magnetitt er dannet ved sekundær omvandling av olivin og fins i nesten alle slip i mengder på 2-10 vol-%. Oksydet forekommer vanligvis i form av ørsmå, rundete korn som perler på en snor eller som uregelmessige nålformete korn orientert etter hverandre i linjer.

I slip bestående av bare serpentin og mt er "magnetittsnorene og -stengene" jevnt disseminert over hele slipet. Hvis serpentin og kloritt opptrer sammen i slipet, er magnetitten ofte anriket sammen med kloritten, særlig hvis denne er penninitt, enten inne i klorittkornene eller på grensen mellom kloritt og serpentin. Tilbake i serpentinen er det da bare fine "støvskyer" av magnetitt (enkeltkorn $< 10\mu\text{m}$).

Ilmenitt fins som aksessorier i enkelte slip. Fasen opptrer som avblandingslameller sammen med magnetitt i ørsmå korn eller som rene ilmenittkorn. Kornstørrelsen varierer mellom $30\mu\text{m}$ og $300\mu\text{m}$ (slip R18, Rødfjell). Slip R91, Rødfjell, av en diabas har noen ørsmå korn (fliser, lister) som kan være ilmenitt (for små til å kunne bestemmes i mikroskop).

Kromitt med sekundærøksyder

Kromitten forekommer mest som anhedrale-subhedrale, litt porøse, jevnt disseminerte korn med gjennomsnittsstørrelse $100\mu\text{m}$ - $200\mu\text{m}$. Vanligvis er kromittkornene randlig omvandlet til sekundærøksydet ferrikromitt. Ferrikromittfasen har høyere jerninnhold enn kromitten. Krominnholdet er omlag det samme, mens magnesiuminnholdet er betydelig lavere og aluminium mangler omtrent helt i ferrikromitten.

I enkelte tilfeller kan kromittkornene oppvise euhedral kornform (slip VG5, Veivann), mens kornene i andre tilfeller har et sterkt oppspist utseende (omvandlet fra ferrikromitt til silikatet kromkloritt).

Anrikninger av kromitt er funnet bare noen få steder hvorav lok 72 på Breiryggen (kart 2) er den mektigste. Kromitten forekommer her som en ca. 15 cm bred "streng" av kromitt av impregnasjonstypen, mens "gangarten" og "sideberget" er serpentin og kloritt. I slip B 72 av denne kromittstrengen utgjør kromitten 15-20 % av mineralsammensetningen. Kromittstrengen opptrer i en løsblokk.

Ved lok. koord. 400N/160V (Folldal Verks koordinatnett) opptrer et finkornet lag (serp. dunit?) i pyroksenitten. Lagets mektighet er ca. 0.5m. Dette laget fører en kromittstripe på ca. 0.5 cm mektighet konkordant laget og midt i dette.

Kromittandelen i alle de øvrige slip utgjør maks 0.75 % Cr x ca. 4 = ca. 3 vekt-% kromitt hvilket tilsvare ca. 1.5-2 vol-% kromitt i slip. Prøve/slip R20, Rødfjell har 0.75 % Cr (kjem. analyse). Gjennomsnittet av alle de 49 analyserte ultramafittene ligger på 4147 pp Cr (se avsnitt 2.2.2).

3.5. Sulfider

I nesten alle slip fins disseminasjoner eller i det minste et par-tre korn av sulfider. Kornstørrelsen er oftest meget liten: $<10\mu\text{m}$ - $100\mu\text{m}$. Bare unntaksvis fins korn på $300\mu\text{m}$ - $400\mu\text{m}$, og det største av de i slip observerte korn (et heazlewoodittkorn fra en knusningssone på Rødfjell, lok. 1) er ca. 1 mm langt.

Følgende sulfidfaser er observert:

pentlanditt	(vanligste sulfid)
pentlanditt/bravoitt	(slip VG 5 og B46)
magnetkis/pentlanditt	
magnetkis/cubanitt	(prøve SKA 258D. Debye-Scherrerkamera)
kobberkis	
heazlewooditt	

I tillegg kommer noen usikre:

- awaruitt (?)
- godlevskitt (?)

Pentlanditt forekommer i de fleste av slipene i form av noen få spredte enkeltkorn og/eller som en jevn disseminasjon av meget små korn, $< 10 \mu\text{m}$, kanskje størstedelen av kornene $< 3 \mu\text{m}$.

Det er vanskelig å si hvor mye av pentlanditten som er primær og hvor mye som er dannet ved serpentinisering, men det er i hvertfall helt klart at det dannes sulfider ved serpentiniseringen (vanligvis meget små korn: $< 5 \mu\text{m}$). Områder av slip med bare primærminerale kan være fri for sulfider, mens områder med serpentin og kloritt kan ha en jevn disseminasjon av "sulfidstøv" med partikler i området $< 5 \mu\text{m}$ - $20 \mu\text{m}$. Noe av dette meget finkornige sekundærprodukt kan være legeringen awaruitt ($\pm \text{Ni}_{2,5}\text{Fe}$) da kornene har særlig høy refleksivitet. Awaruitt har en refleksivitet på 60-70 % mot pentlandittens ca. 50 %. Begge fasene er isotrope.

At pentlanditt antas å være hovedsulfidet skyldes flere ting:

- 1) De langt fleste sulfidkornene er gulhvite, og kan forveksles med pyritt, men i motsetning til pyritt viser de aldri euhedral kornform. Tvert imot fins sulfidet mest som anhedrale kantete korn, rester av korn og som splinter og nåler og ofte som aggregater av slike uregelmessige kantete og kantrundete korn. Mineralets oktaedriske parting (krympning) er ikke fremtredende.
- 2) Den gulhvite fasen er observert assosiert med to brune faser hvorav den ene er distinkt anisotrop og den andre er isotrop. Den første av disse fasene må være magnetkis. Den andre er antatt å være bravoitt som er et typisk omvandlingsmineral av ptl i forvitringssonen hvor overflatevannet kommer til (Schneiderhöhn og Ramdohr 1931).

Den gule fasen og magnetkisen forekommer tildels intimt assosiert hvilket er vanlig for ptl og magnetkis.

I et slip (S58, Småhaugene) er det relativt mye disseminert magnetkis i slipet. Magnetkisen forekommer her uten pentlanditt. En prøve (SKA 258D, Fjellvann), hadde på en av bruddflatene et tynt "speil" av magnetkis. En bit av dette ble plukket løs og analysert på Debye-Scherrer kamera. Filmen viste klare linjer for magnetkis, men også noen svake linjer som ble tolket til å stamme fra cubanitt(CuFe_2S_3)

Kobberkis er observert bare i noen få slip og alltid i ørsmå korn:

Slip R 18, Rødfjell: ca. $10\ \mu\text{m}$

Slip 770 A, Raipas: ca. $20\text{-}50\ \mu\text{m}$

Kobberkisen forekommer nært tilknyttet pentlanditt og magnetkis. Kobberkisen er i et par tilfeller observert som selvstendige korn og i et par tilfeller sammen med ptl og magnetkis i samme korn.

Heazlewooditt (Ni_3S_2) er bare observert sikkert i den omtalte knusningssone på Rødfjell. Sulfidet forekommer her i meget store korn i forhold til sulfidene ellers i ultramafittene. En kornstørrelse på $300\ \mu\text{m}\text{-}600\ \mu\text{m}$ er ikke uvanlig, og det største av de i slip observerte korn er som nevnt $1\ \text{mm} = 1000\ \mu\text{m}$ langt. Heazlewooditten er distinkt anisotrop under X-nicols. Anisotropifargene varierer fra gråblå til rødbrun. Noen større korn av mineralet er funnet av geofysikeren O.B.Lile og donert til Geologisk Institutt NTH (1978).

4. KJEMISK ANALYSE

4.1. Innledning

Vårt innsamlede materiale (73 prøver) ble sammenholdt med 170 av Skaldebø's prøver og ca. 100 av R.Bøe's prøver. 13 av Skaldebø's prøver, 11 av Bøe's prøver samt 1 prøve fra Alta-Kvænangenvinduet, innsamlet av Eirik Vik, NGU, ble sammen med 34 av våre egne prøver valgt ut for kjemisk analyse både på hovedelementer og sporelementer (røntgenspektrografisk). 7 av disse prøvene ble i tillegg analysert våtkjemisk på hovedelementer for kontroll. 1 prøve (S58) ble bare analysert våtkjemisk. Prøve S58 og SKA 175A ble analysert spesielt på syreløselig (sulfidbundet) jern i tillegg til FeO og Fe_2O_3 , se tabell 5 b.

Resultatet av analysen er satt opp i tabell 5 a (spektrografisk) og tabell 5 b (våtkjemisk).

Diskusjon av gehalter i forhold til mineralogi og geologi er gitt i kap. 2 og kap. 5.

4.2. Røntgenspektrografisk analyse

Analysetallene for hovedelementene skal være pålitelige med unntak av Na_2O . Resultatene ble her oppgitt å være "noe usikre". Flere av Na_2O - og K_2O -verdiene ligger under påvisningsgrensene på henholdsvis 0.1% og 0.01%.

Flere sporelementer som vi ønsket analysert på, ble ikke analysert på grunn av at deteksjonsgrensen ble oppgitt til å ligge langt over Clarke-nivået for disse sporelementer i ultramafitter. Dette framgår av tabell 5 a.

4.3. Våtkjemisk analyse

Våtkjemisk analyse ble foretatt på 8 av prøvene, vesentlig for kontroll av de spektrografiske analysene. Resultatet av analysene viser at det er god korrelasjon mellom den spektrografiske og den våtkjemiske analysemetode, se tabell 5 a, siste 8 analyser og tabell 5 b.

4.4. Forurensninger av prøvene

Forurensninger av prøvene er antatt å være lave. Alle prøvene er slått ut med vanlig geologhammer. De er deretter saget, knust i kjeftetygger, malt i agatmølle og splittet før én del gikk til kjemisk analyse.

Tyggeplatene i kjeftetyggeren har f.eks. følgende sammensetning av legeringskomponenter m.m. :

C:	maks.	0.2%
SiO ₂ :	"	0.15-0.50%
Mn:	"	1.50%
P:	"	0.03%
S:	"	0.020%

Det ble forsøkt hindret at materiale fra én prøve skulle forurense den neste under knusingen, malingen og deretter splittingen ved omhyggelig støvsuging, børsting, vasking med aceton og sprit mellom hver prøve.

5. SAMMENHENGEN MELLOM OVERFLATETREKK OG MINERALOGI

For å vise sammenhengen mellom de forskjellige ultramafiske bergartenes karakteristiske overflatetrekk (så som forvittringshudens farge, ruhet osv.) og bergartenes mineralogi gis i det følgende korte mineralogiske beskrivelser med feltfotos av bergartene fra noen utvalgte lokaliteter. Forsøk på å finne fram til primærsammensettingen er også gjort i hvert enkelt tilfelle med en derpå følgende navnsetting av primærbergarten etter Albert Streckeisens (1973) forslag til nomenklatur for ultramafiske bergarter.

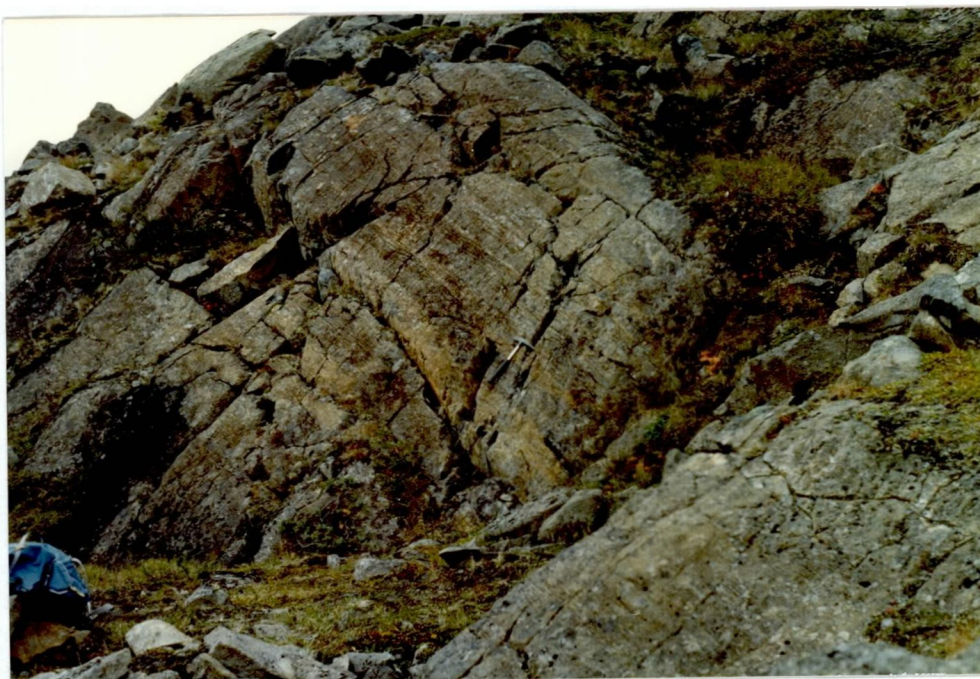


Foto nr. 1

Lokalitet 12. Rødfjell

Den best bevarte av de observerte lokaliteter med primærmagmatisk lagning innenfor Rødfjell-intrusjonen. Vanligvis er de primære magmatiske trekk helt utvasket innenfor intrusjonen.

I følge R. Bøe (1978) er bergartene her foldet: "En del av en fold var 6-8 m lang og 1,5-2 m mellom sjenklene." Det er derfor mulig at noen av lagene på bildet er repetisjoner. Grensen mellom det lyse lag umiddelbart under hammerskaftet og det nedenforliggende mørke lag kan muligens være tektonisk, men de umiddelbart ovenforliggende lag viser primære uforstyrrede grenser. De magmatiske lagenes strøk er $N20^{\circ}-30^{\circ} \text{Ø}$, dvs. sammenfallende med Rødfjellintrusjonens lengste akse, og lagene har fall ca. 60°ØSØ .

De lyse bånd er sterkere omvandlet enn de mørke bånd, noe som beror på forskjellen i båndenes primære mineralsammensetting.

Mineralsammensetting observert i slip.

Omtrentlig sammensetting i vol-%:

	<u>Lyst bånd</u>	<u>Mørkt bånd</u>
	(prøve/slip 12-1)	(prøve/slip 12-2)
Olivin (mest rester av korn)	-	5-10
Serpentin	50-60	} 25-30
Kloritt	15-20	
Rombisk pyroksen	3- 5	40-50
Monoklin pyroksen	2- 3	5-10
Kromitt m. sek. oksyder	2- 3	2- 3
Sek. mt.	10-15	5-10
Sek. amfibol (antofyllitt?)	} 5-10	
Opx halvt omv. til sek. amfibol		
Sek. amfibol (trem. akt.)		5
Talk		1- 2
Hornblende (brun-grønne egenf.)		5

Av slipsammensetting og kjemi (se tab. 5a) antas primærsammensettingen å ha vært:

	<u>Lyst bånd</u> (prøve/slip 12-1)	<u>Mørkt bånd</u> (prøve/slip 12-2)
Olivin	60-70	20-30
Opx	15-20	50-60
Cpx (forutsetter diopsid)	2 (3-5% (?)hvis augitt)	8-10 (20% (?)hvis augitt)
Hbl (primær?)		5?
Kromitt	2- 3	2- 3

Etter Streckeisens (1973) forslag til nomenklatur for ultramafiske bergarter, se fig. 6 s. 43, har det lyse bånd opprinnelig hatt en harzburgittisk sammensetting og det mørke bånd en olivinwebsterittisk sammensetting. Enkelte justeringer av primærsammensettingene, og dermed muligens bergartsnavnene ifølge Streckeisens definisjoner (fig. 6a), er imidlertid ikke usannsynlige da de enkelte mineralers kjemi ikke er kjent i detalj. Hvis f. eks. cpx-innholdet i det lyse bånd primært har vært 5% eller mer, har vi ikke lenger en harzburgitt men en lherzolitt, osv.



Foto nr. 2

Lokalitet 4 og 5. Rødfjell

Lok. 4 ligger i den grålige bergarten til venstre på bildet og lok. 5 i den rødbrune bergarten til høyre.



Foto nr. 3

Detalj av ovenstående bilde.

Grensen mellom den grålige og den rødbrune bergarten er knivskarp.
Begge bergarter viser sterk omvandling i slip.

Mineralsammensetting observert i slip

Omtrentlig sammensetting i vol-%:

	<u>Grålig forvittr. bergart</u>	<u>Rødbrun forvittr. bergart</u>
	(prøve/slip 4)	(prøve/slip 5)
Olivin	-	-
Serpentin	60-70	85-90
Kloritt	10-15	
Opx	15-20	2- 3 (rester av korn)
Cpx	-	-
Kromitt m. sek. oksyder	2	2
Sek. mt.	5-10	5-10
Amfibol (akt-trem/antof. ?)		5

Denne mineralsammensettingen samt resultater fra kjemisk analyse (tab. 5a. s.) gir følgende omtrentlige primærmineralogi:

	<u>Grålig forvittr. bergart</u>	<u>Rødbrun forvittr. bergart</u>
	(prøve/slip 4)	(prøve/slip 5)
Olivin	60-70	80-90
Opx	30-40	5-10
Cpx (forutsetter diopsid)	1	5
Kromitt	2	2

Den grålig forvitrende bergarten har hatt en harzburgittisk sammensetting, mens den rødbrunt forvitrende plotter på overgangen mellom wehrlitt og lherzolitt ifølge Streckeisens diagram (fig. 6a).

Bemerkelsesverdig er det at prøve 5, som antas å ha hatt et høyere olivininnhold enn prøve 4, har et lavere MgO-innhold enn sistnevnte (30,78% MgO i prøve 5 og 36,26% MgO i prøve 4). Cpx-innholdet, som er høyere i prøve 5, bidrar noe til å trykke MgO-innholdet. Men endel skyldes sannsynligvis også at olivinen er ganske jernrik (mye mt dannes ved serpentiniseringen), mens orthopyroksen muligens ligger i nærheten av en ren enstatitt. For sammenligningen kan nevnes at den teoretisk helt rene forsteritt inneholder 57,30% MgO, mens en tilsvarende ren enstatitt har en MgO-gehalt på 40,2%.



Foto nr. 4

Rødfjellintrusjonen. Sett sydover fra lok. 4-5.

I de rødlige forvitrede partiene dominerer sannsynligvis olivin i bergarten mens de grålig forvitrede partiene (bl.a. i forgrunnen til høyre) har en betydelig andel pyroksen, eventuelt nesten bare pyroksen.

I det mørke området i brattskrenten midt på bildet er bergarten(e) særlig sterkt omvandlet til serpentin og ev. kloritt. Den lille rødlige kollen midt på bildet har flere knusesoner (gråsvarte på bildet) hvor serpentin er dannet ved hydrothermal tilførsel. I disse sonene er også heazlewooditt funnet.



Foto nr. 5

Ved lok. 1. Detalj av foregående. Knusesone hvor hydrotermale løsninger har strømmet fram og dannet serpentin (gråsvart) med disseminasjon av heazlewooditt.



Foto nr. 6.

Den best bevarte observerte lokalitet med magmatisk lagning i Breiryggenintrusjonen. (Skaldebøs Breiryggen-syd, område B).

Det kan se ut som en løsblokk på bildet, men lokaliteten ble bestemt til å være et lite framspring i fastfjell. Framspringet i bakgrunnen har samme strøk og fall på lagningen. Strøket som er NNØ (samme retning som intrusjonens lengste akse) og fallet VNV (midlere fallvinkel) tyder også på at det dreier seg om en lokalitet i fastfjell og ikke i løsblokk. Denne samme strøketretning er funnet igjen i primærstrukturer nær toppen av Breiryggen, men strukturene er der mer "utvisket" av senere metamorfe prosesser.

De lyse båndene er svakt magnetiske med håndmagnet, mens de mørke båndene er umagnetiske.

I slip viste de lyse bånd, liksom lok. 12 i Rødfjell, sterkere omvandling enn de mørke bånd.

Omtrentlig mineralsammensetting i vol-% observert i slip:

	<u>Lyst bånd</u> (prøve/slip 41)	<u>Mørkt bånd</u> (prøve/slip 40)
Olivin	5-10	-
Serpentin	40-50	-
Kloritt	20-25	30-40
Opx	<5	15-20
Cpx	<5	20-30
Kromitt m. sek. oksyder	1- 2	2- 3
Sek. mt.	8-10	<5
Amfibol (sek. akt.-trem./antof. ?)	5?	5-10?
Talk	5?	10-15?

For prøvene 40 og 41 foreligger ingen kjemisk analyse, men man kan likevel forsøke å komme fram til primærmineralogien, dels på grunnlag av observasjoner i slip og dels på grunnlag av resonnement, men litt ekstrapolering og gjetning er uunngåelig.

I det lyse bånd (prøve/slip 41) kan antas at alt serpentinit og mt er kommet fra olivin. Det gir 55-70% olivin inkludert de olivinrestene som er observert i slippet. Kloritt, sekundær amfibol og talk er dannet av opx og cpx, tremolitt-aktinolit vesentlig av cpx, talk vesentlig av opx (?) og kloritt av begge. Hvis kromittens sekundær oksyder ikke er omvandlet til silikater (krom-kloritt-kloritt) kan innholdet av primær kromitt settes lik det observerte innhold av kromitt + sek. oksyder i slippet fordi de sekundære oksydfasene (ferrikromitt og krom-mt) dannes innenfor korngrensene til det primære kromittkorn.

I slip 41 er følgende omvandlinger observert:

Olivin → serpentinit + mt
 Opx → kloritt + (talk)
 Cpx → kloritt
 Cpx → sek. amfibol. (akt.-trem.) → kloritt

Videre er bergarten noe foliert. Dette kommer klarest fram under II-lys hvor sek. mt er anordnet i parallelle bånd.

Etter Streckeisen (fig. 6a) plotter prøve 41 omtrent midt i lherzolittfeltet eller noe mot harzburgitt-siden hvis primær opx < cpx.

I det mørke bånd (prøve/slip 40) er verken olivin eller serpentinit observert og primærsammensettingen har derfor vært helt olivinfri.

Følgende overganger er observert:

Cpx → akt.-trem. → kloritt + talk
 forekommer, men vanligere er overgangen
 Cpx → kloritt + talk

Orthopyroksen går rett over til kloritt.

Sek. magnetitt er anriket sammen med kloritt.

Etter Streckeisen blir primærbergarten i det mørke bånd en websteritt.

Primærmagmatiske trekk er observert også i ultramafittene på Småhaugene. Forvitringen er imidlertid her lengre framskredet enn på Rødfjell og Breiryggen, og de primære trekk er mer utvasket.



Foto nr. 7

Lokalitet 52. Småhaugene

En prøve fra denne lokaliteten viste i slip følgende mineraloverganger:

Olivin → serpentin + magnetitt

Opx → sek. amfibol (antofyllitt?) → kloritt

Cpx → akt. -trem. → kloritt (mest penninit)

Av olivin og opx er det ennå små rester av korn tilbake. Cpx er helt omvandlet til aktinolitt-tremolitt, men primærmineralet kan identifiseres pga. strukturen/teksturen idet den sekundære amfibolen opptrer i pseudomorfose etter store cpx-korn hvor spalterissene er godt bevart.

Videre opptrer cpx, hvis olivin og/eller opx også er tilstede, vanligvis som store korn med inneslutninger av olivin og/eller opx.

Kun hvis cpx er hovedmineralet (eks. lok. 40 Breiryggen og lok. 58 Småhaugene) opptrer cpx med samme kornstørrelse som opx + evt. olivin og uten inneslutninger. Cpx dannes da i første tilfelle av restsmelten etter at olivin og opx er dannet.



Foto nr. 8

Ikke prøvetatt lokalitet beliggende ca. 100 m nord for lok. 52
(foto nr. 7. Småhaugene)

Primærbåndingen med strøk Ø-V og fall ca. 60° S er her nesten helt utvisket i overflaten, mens forvitringen er betydelig.



Foto nr. 9

Ikke prøvetatt lokalitet på Småhaugene.

Forskifret ultramafitt med serpentin og kloritt som sannsynlige hovedmineraler. Magnetittanrikninger i form av svarte flekker på overflaten. Mt forekommer utenpå blokker som et glatt lag eller som et ujevnt dekke av små tettsittende mt-korn med en velutviklet oktaedrisk krystallform.



Foto nr. 10

Ikke prøvetatt lokalitet "nord for stake, (umiddelbart) syd for høyeste topp på Breiryggen".

Serpentin, kloritt og magnetitt dannes på sprekker i ultramafitten. Serpentina og kloritten eroderes bort kjemisk og mekanisk, blokker dannes som senere transporteres bort av is eller ved en annen form for denudasjon av landskapet. Dermed blir bare mt sittende igjen som noen klatter her og der på den nåværende overflaten og disse små flate klatter markerer således en tidligere sprekke i en ellers relativt homogen ultramafitt.



Foto nr. 11

Fotolokalitet umiddelbart nord for prøvelok. 44 på Breiryggen.

Overflatestrukturen er særlig grov. Meget hard og vanskelig å prøveta. Primærbergarten har vært en pyrokсенitt bestående vesentlig av opx, kanskje 10-20% cpx og intet eller meget lite olivin. Nåer omtrent halvparten av primærmineralene omvandlet til kloritt og sekundær amfibol (aktinolit-tremolit). Cpx-kornene har vært store og aktinolit-tremolitaggregater + noe kloritt (?) i pseudomorfose etter cpx-kornene utgjør sannsynligvis de smale, oppstikkende rødbrune små ryggene i overflaten. Kloritt dannet av mer finkornet opx danner trolig forsenkningene mellom ryggene.



Foto nr. 12

Prøveloklitet 45. Breiryggen.

Bergarten har meget grov overflatestruktur og er meget hard.

Slipsammensettingen er som følger med omtrentlige gehalter i vol-%:

(prøve/slip B 45)

Olivin	-
Serpentin	-
Kloritt (klinokloritt)	40-50
Opx (mest friske korn, lite rester)	40-50
Cpx (delvis rester av korn)	5-10
Kromitt m. sek. oksyder	1
Sek. mt	<5
Amfibol (sek. akt. -trem.)	5

Ut fra den observerte mineralsammensetting i slip samt kjemisk analyse antas primærbergarten å ha vært en websteritt med 85-90% opx, 10-15% cpx (forutsetter diopsid, mer cpx hvis augitt) og ca. 1% jevnt disseminert, finkornet kromitt. I Streckeisens diagram (fig. 6a) plotter en slik (primær) bergart i websterittfeltet, ganske nær grensen til orthopyrokсенittfeltet.



Foto nr. 13

Prøvelokalitet 47. Breiryggen.

Sterkt serpentinisert og klorittisert ultramafitt.

Tett og finkornet etter omvandlingen, relativt "glatt" overflate.

Følgende mineralsammensetting ble observert i slip (omtrentlige gealter i vol. - %):

	(prøve/slip B 47)
Olivin	-
Serpentin	60
Kloritt (penninit og klinokloritt)	20-25
Opx	-
Cpx	-
Kromitt m. sek. oksyder	1- 2
Sek. mt	10-12
Amfibol (akt. -trem/antof. ?)	5-10?

Ut fra denne sammensetting og kjemisk analyse antas primærsammensettingen å ha vært ca. 70-75% olivin, ca. 4% diopsid (kanskje 6-10% hvis augitt), ca. 20-25% opx og 1-2% kromitt. Dette blir en harzburgitt eller lherzolitt, alt etter type/innhold av klinopyroksen.

Alle disse eksempelene med fotos av lokaliteter med mer eller mindre tydelig magmatisk lagning, primære bergartsgrenser innenfor en ultramafisk intrusjon, typiske bergarter og ekstremiteter - alle viser at ultramafittenes primærsammensetting har vært meget variert.

Tilsammen sprer bergartenes plotninger seg over størstedelen av Streckeisens nomenklaturdiagram for ultramafiske bergarter bestående av utelukkende olivin, opx og cpx som hovedkomponenter.

I noen prøver inngår en sterkt brun, mulig primær (?) hornblende som en av hovedkomponentene sammen med olivin og pyroksener.

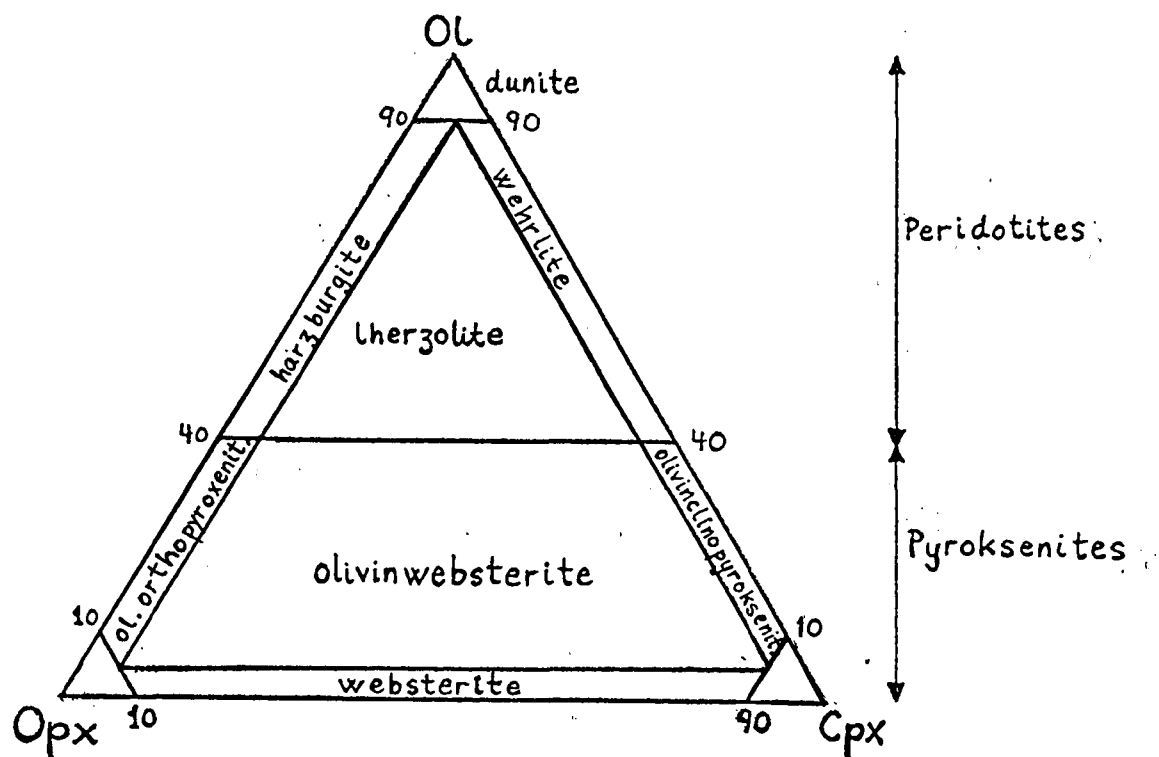


Fig. 6a

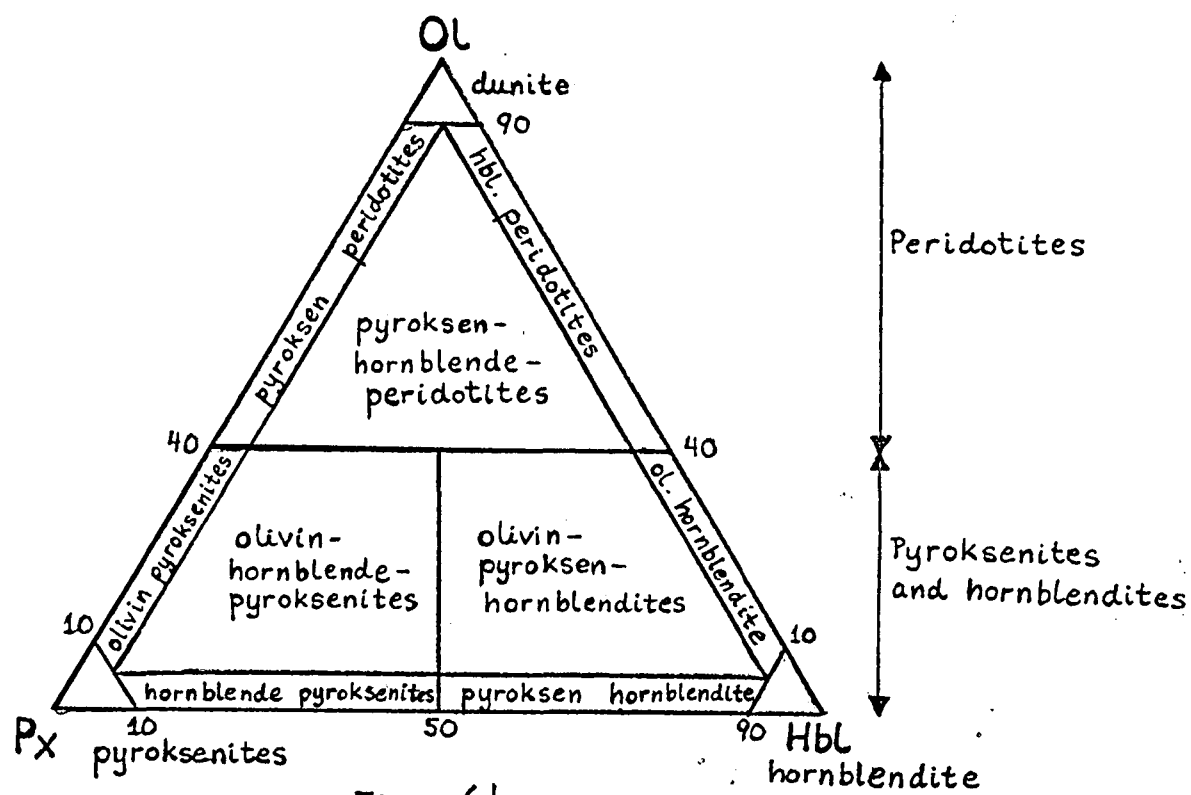


Fig. 6b

I disse tilfeller benyttes fig. 6b ved navnsetting av primærbergarten. Detaljerte mineralogiske undersøkelser (modalanalyse, kjemisk undersøkelse av hvert enkelt mineral, etc.) må imidlertid utføres før Streckeisens diagram kan tegnes opp og eksakte plotninger anføres.

6. KONKLUSJONER

6.1 Økonomisk geologi

Ingen økonomisk interessante ansamlinger av Cu, Ni eller Cr var kjent ved starten av dette arbeidet, bare noen svake anomalier. Man hadde derfor ikke særlige forventninger til ultramafittene som malmførende bergarter.

Feltevidensen ble bekreftet av laboratorieresultatene:

Kjemiske analyser av 49 ultramafittprøver
tilkjennega ingen økonomisk interessante gehalter.
Elementene Cr og S ligger i gjennomsnitt 2-3 ganger
over Clarke-nivå, Cu ligger rundt Clarke-nivå,
mens Ni ligger under Clarke-nivå.

En kromittåre av impregnasjonstype ble funnet i en løsblokk på Breiryggen (se s.26). Gangmineralene og sidesteinen i denne blokken indikerer at eventuelle kromittanrikninger i ultramafittene er knyttet til de mest undersilifiserte bergartene, nemlig dunitter og eventuelt pyroksenfattige peridotitter og ikke til pyroksenrike peridotitter og pyroksenitter.

Ultramafittene kan idag heller ikke ansees å være interessante som kilde for industrimineraler.

Frisk uomvandlet dunitt ble ikke observert noe sted, og den tilstedeværende olivin i de forskjellige ultramafittene er i seg selv for jernrik til å være økonomisk interessant (se side 22).

Serpentinasbest ble bare observert i små mengder på stikk og sprekker. Massiv serpentinit fins flere steder, men bergarten fører oftest litt

kloritt eller andre sekundærminerale i tillegg til serpentin (antigoritt).

Magnesitt er bare observert som en bibestanddel i enkelte slip, — alltid sterkt oppblandet med andre sekundærminerale.

Talk er observert som et omvandlingsmineral av orthopyroksen, men forekommer kun i små mengder og alltid intimt assosiert med andre sekundærminerale. Rene talk- eller kleberstensforekomster ble ikke observert.

Økonomisk geologisk er undersøkelsens resultat negativt.

Arbeidets verdi ligger bl.a. i:

- 1) Den "negative" prospektering som er utført.
Ultrabasittene, som utgjør en stor del av provinsen, bør idag gis svært lav prioritet i malmløtingen i vinduet.
- 2) Det betydelige arbeid som Folldal Verk A/S har utført innen komplekset kan settes inn i en større geologisk sammenheng. Selskapet og NGU kan utnytte en stor mengde opplysninger for å forstå landsdelens geologiske historie og som sammenligningsgrunnlag for malmløting i andre trakter.

6.2 Typologi

Innenfor Komagfjordvinduet opptre mange ultramafittkropper, — langt de fleste ligger i én og samme geologiske formasjon. Analyser av prøver fra et profil i retning NV-SØ på den nordlige del av Rødfjellkroppen og litt inn i den tilstøtende gabbro tilkjennegav en nær kontinuerlig kjemisk differensiasjon fra dunitt og peridotitt i NV gjennom pyroksenitt og en "overgangsgabbro" i kontakten med ultramafitten til normal gabbro lenger inne i den mafiske kroppen (se side 16-20).

Den gjensidige opptreden av gabbro og ultramafitt i Rødfjell-syd området (kartbilag 1) antyder muligheten for en kjemisk-mineralogisk differensiasjon også der. Likeledes antyder Skaldebø's kartlegging muligheter for kjemisk-mineralogisk differensiasjon innenfor flere av de andre intrusiv-kompleksene i vinduet.

De ultramafiske og gabbroide bergarters samband med grønnstein er tydelig. Utbredelsen av basiske og sporadisk noe sure vulkanitter, samt tuffer og sediment i vekselagring (Magerfjellgruppen, side 9) vitner om et vulkansk-sedimentært miljø.

6.3 Kjemisk karakteristikk

6.3.1 Hovedelementer

Gjennomgående har ultramafittene følgende karakteristika:

- høy SiO_2 : Skyldes et primært høyt pyroksen/olivin-forhold
- høy Ti : Flere ganger Clarke-nivå, men betydelig lavere enn gjennomsnittet for Seilandsprovinsens ultramafitter.
- Al : Omtrent Clarke-nivå
- høy Fe : Skyldes en jernrik olivin samt eventuelt jern fra klinopyroksen og hornblende og deres sekundærminerale.
- Mn : Omtrent Clarke-nivå
- Ca : Omtrent Clarke-nivå
- Na : Omtrent Clarke-nivå
- K : Omtrent Clarke-nivå, men under gjennomsnittet for Seilandsprovinsens ultramafitter.
- P : Omtrent Clarke-nivå, men under gjennomsnittet for Seilandsprovinsens ultramafitter.
- CO_2 : Omtrent Clarke-nivå

6.3.2 Sporelementer

I forhold til Clarke-nivået (tabell 5 a) har ultrabasittene følgende karakteristika:

- S : 2-3 ganger høyere eller noe mer
- V : 2-3 ganger høyere
- Cr : 2-3 ganger høyere
- Ni : Klart lavere
- Cu : Omtrent Clarke-nivå
- Zn : Omtrent Clarke-nivå
- Rb : Litt over eller omtrent Clarke-nivå
- Sr : Litt høyere
- Y : Litt høyere
- Zr : Omtrent Clarke-nivå
- Nb : Litt under eller omtrent Clarke-nivå
- Ba : Høyere

Trondheim, 19. september 1979



Lars Petter Nilsson

Tabell 2b.

Sammenstilling av analyser på hovedelementer og sporelementer i gabbroide bergarter fra Seilandsprovinzen.
 Analyseresultatene er hentet fra følgende publikasjoner: SØRØYA: Stumpfl og Sturt (1965)
 STJERNØY: Heier (1961), Oosterom (1963)
 SEILAND: Oosterom (1956)

de resp. forf.'s prøvenr.	bergart, lokalitet, referanse	Gehalter i vekt-%																analysemetode	Gehalter av sporelementer i ppm										analysemetode	anmerkninger
		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O ⁺	H ₂ O ⁻	CO ₂	P ₂ O ₅	SUM	V		Cr	Co	Ni	Cu	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Ba		
"S 58"	"metagabbro". Steinvann, Storelv, Sørøya (Storelvgabbroen). Stumpfl og Sturt (1965, s. 205 og 210)																													
"S 118"	"metagabbro". Storeldalen, Storelv, Sørøya (Storelvgabbroen). Stumpfl og Sturt (1965, s. 205 og 210)																350	100	45	40	50	—	820	35	100		200	røntgen- fluorescens og optisk spektrografi		
"SB 41"	"metagabbro". Nord for Flågen vann nær Breivikbotn, Sørøya (Breivikbotngabbroen). Stumpfl og Sturt (1965, s. 206 og 209)															350	100	45	40	80	80	1150	35	100		200				
"8"	"gabbrogneis-layered gabbro". Lok. 8, profil 1 (fra karbonatitten inn i den lagdelte gabbro), Stjernøy. Heier (1961, s. 113, 121 og 123)															250	500	35	300	200	—	350	35	100		150				
"4"	"gabbrogneis-layered gabbro". Lok. 4, profil 1 (fra karbonatitten inn i den lagdelte gabbro), Stjernøy. Heier (1961, s. 113, 121 og 123)	43.68	2.59	15.38	4.24	6.91	0.03	8.23	15.60	1.69	0.25	0.59	0.27	0.05	0.10	99.61	våtkjemisk													
"T 4.65"	"olivine-gabbro". Rottenhallerfjell, Stjernøy. Oosterom (1963, s. 274)	42.24	3.92	26.24	3.72	9.10	0.20	4.79	2.81	3.82	0.68	0.45	0.08	0.53	1.04	99.62	våtkjemisk													
"T 4. 27"	"olivine-metagabbro". Indre Simavik Valley, Stjernøy. Oosterom (1963, s. 273)	45.70	0.69	16.77	2.79	3.52	0.09	11.18	16.44	1.38	tr.	1.06			0.04	99.66	titrimetrisk og spektrofotometrisk for alkaliene spesielt: flammetometrisk													
"T 4.123a"	"gabbro". Store Kjerringfjordbotn, Stjernøy. Oosterom (1963, s. 274)	44.65	0.98	10.40	3.15	5.86	0.19	14.92	18.64	1.00	0.10	0.42			0.10	100.45														
"T 4.126"	"gabbro" (olivine-bearing). Nordmandsnes, Stjernøy. Oosterom (1963, s. 274)	46.00	0.76	23.08	1.28	2.86	0.11	8.46	15.18	1.96	0.10	0.42			0.10	100.31														
"1"	"gabbro above P ₂ layer". Lille Kufjord layered gabbro, Seiland. Oosterom (1956, s. 77 og 84)	46.72	0.64	15.03	2.87	3.38	0.15	11.51	17.21	1.20	tr.	0.74			0.03	99.48														
"3"	"gabbro above P ₁ layer". Lille Kufjord layered gabbro, Seiland. Oosterom (1956, s. 77 og 84)																													
"101"	"selected average cumulates, Basal Zone". Rognsundgabbroen, Seiland. Robins & Gardner (1974, s. 94, 115 og 122)																													
"86"	"selected average cumulates, Crescumulate Zone". Rognsundgabbroen, Seiland. Robins & Gardner (1974, s. 94, 115 og 122)	44.7	1.3	15.8	1.9	6.7	0.1	11.1	14.8	1.4	0.3				0.16	98.26	røntgen- fluorescens med unntak av FeO og Na ₂ O som er bestemt ved "classical methods" (våtkjemisk)													
"30"	"selected average cumulates, Cumulate Zone". Rognsundgabbroen, Seiland. Robins & Gardner (1974, s. 94, 115 og 122)	44.9	1.4	14.0	2.1	5.9	0.1	12.1	16.4	1.4	0.1				0.03	98.43														
		42.0	2.8	19.3	5.7	7.1	0.1	5.5	14.4	2.1	0.1				0.05	99.15														

±1/10 ±1/100 ±1/10 ±1/1000
 %Cr₂O₃ %CoO %NiO %CuO
 x/10 x/100 x/100 x/1000
 %Cr₂O₃ %CoO %NiO %CuO

"spectroscopic
analyses"

Tabell 3.

Sammenstilling av mineralsammensetninger til mafiske og ultramafiske bergarter fra Sillandsprovinzen. Opplysningene er hentet fra følgende publikasjoner: Barth (1927), Heier (1961), Oosterom (1963) og upubliserte arbeider: Hysingjord (1960)

de resp. forf.'s prøvenr.	bergart, lokalitet, referanse	Gehalter, ofte omtrentlige, i areal-% = volum-% (vekt-% hvor normberegning er foretatt)										Anmerkninger:
		olivin	opx	cpx	hbl	spinell	plag.	opakmin.	ap-titt	bimin.	kalkspat	
—	"peridotitt", mørk massiv bergart, helt frisk, uten antydning til sekundær omvandling. Relativt kornst.: hypidiomorf med store olivin- og pyroksenkorn (3-4mm) med mellomliggende brun hornblende som fyllmasse. Lokalitet: Silland (generelt). Ref.: Barth (1927, s.9-12)	60-80	"selden"	20-40		grønn spinell "haufig"	lab.-byt. "selden"					
—	"pyroxenit", grovkornig, grønnsvart. Augitt, 3-4 mm lange korn utgjør hovedbestanddelen av bergarten. Lokalitet: Havnfjeld, Stjernøy Ref.: Barth (1927, s.12)		hypersthen "sehr spar-sam"	augitt "hauptbestandteil"	"als Füllmasse"		byt-an. "sehr selten"	ilmenit "nicht selten"				omtrentlig overslag
"T4 254"	"Anortositisk gabbro" (del av den lagdelte gabbro) Lokalitet: Lassefjordfjell, Stjernøy Ref.: Hysingjord (1960, s.22)		5	18	+	An75 75	1	—	—	+		omtrentlig overslag
"T4 228"	"Anortositisk gabbro" (del av den lagdelte gabbro) Lokalitet: Lassefjordfjell, Stjernøy Ref.: Hysingjord (1960, s.22)		17	5	+	An65 73	+	—	—	—		modalanalyse
"T4 253"	"Olivingsabbro" (del av den lagdelte gabbro) Lokalitet: Lassefjordfjell, Stjernøy Ref.: Hysingjord (1960, s.22)	10	22	6	3	An85 59	+	—	—	—		modalanalyse
"T3 242"	"Peridotitt", hypidiomorf kornet, kornstør. 1-3mm. Lokalitet: Lassefjordfjell, Stjernøy Ref.: Hysingjord (1960, s.26)	Fa23 54	36	2	4	An55 2	+	—	—	+		modalanalyse
"T4 405"	"Peridotitt", hypidiomorf kornet, kornstør. 1-3mm. Lokalitet: Stjernøy (vestre halvdel) Ref.: Hysingjord (1960, s.26)	Fa28 44	25	7	1	An70 24	+	—	—	+		modalanalyse
"T4 401"	"Hornblenditt", middelskornet (0.5-1mm). Lokalitet: Stjernøy (vestre halvdel). Ref.: Hysingjord (1960, s.38)		5	80	—	—	mt-ilmen 11	+	+	+	4	modalanalyse
—	"peridotite", sentrale deler av peridotittkropp. Lokalitet: Østsiden av Råfjell, Stjernøy Ref.: Heier (1961, s.124)	53.7		diopsid 22.8		Ab 4.2	An 10.8	mt ilmen 3.7	1.8	0.3		normberegning. Ang. kjemisk analyse se Tabell 2a, linje 3 ovenfra i tabellen
"T4.2a"	"dunit"											
"T4.2b"	Lokalitet: Store Kvalfjorddalen, Stjernøy Ref.: Oosterom (1963, s.216)	Fa12 90.5		augitt 9.3	—	0.1	—	0.1				modalanalyse. Ang. kjemisk analyse se Tabell 2a, første linje i tabellen
"T4.123a"	"pyroxene-peridotite" (med spesielt mye pyroksen) Lokalitet: Store Kvalfjorddalen, Stjernøy Ref.: Oosterom (1963, s.217)	T4.2bI 9.6		augitt 63.3	10.9	5.6	3.4	0.2				modalanalyse. Ang. kjemisk analyse se Tabell 2a, andre linje i tabellen
	"gabbro" (fra den lagdelte suite) Lokalitet: Store Kjerringfjordbotn, Stjernøy Ref.: Oosterom (1963, s.222)	T4.2bII 23.3		augitt 93.7	1.5	1.4	—	0.4				modalanalyse
		—	33.8									
			>3(Eng2)	7.6	0.2	56	1.1					1.4

Tabell 3 forts.

Sammenstilling av mineralsammensetninger til mafiske og ultramafiske bergarter fra Seilandsprovinzen.
Opplysningene er hentet fra følgende publikasjoner: Bennet (1969), Robins & Gardner (1974), Stumpf og Sturt (1965), Oosterom (1956)

de resp. forf.'s prøvenr.	bergart, lokalitet, referanse	Gehalter, ofte omtrentlige, i areal-% & volum-% (vekt-% hvor normberegning er foretatt)													Or.	Ne	Q ₂	kalkspat	Anm.
		olivin	opx	cpx	hbl	spinell	plag.	opakmin.	biotitt	apatitt	sek.kbl. bibestand- del	primær- bestanddel	sek.kbl. bibest- anddel						
	"layered peridotites, ultramafic complex" Lok.: Reinfjord, Kvænangen Ref.: Bennet (1969, s. 168)	Fo ₈₁ -Fo ₈₇	bronzitt																
"101"	"selected average cumulates, Basal Zone" Lok.: Rognsundgabbroen, Seiland Ref.: Robins & Gardner (1974, s. 94, 115 og 122)	16.2	diopsid 29.3			Ab An 7.3 35.9	mt ilm 2.7 2.4		0.40	1.5	2.6								
"86"	"selected average cumulates, Crescumulate Zone" Lok.: Rognsundgabbroen, Seiland Ref.: Robins & Gardner (1974, s. 94, 115 og 122)	13.3	diopsid 39.3			Ab An 3.4 31.8	mt ilm 3.1 2.6		0.07	0.4	4.6		CIPW-norm.Kjem. analyse, se tabell 2b						
"30"	"selected average cumulates, Cumulate Zone " Lok.: Rognsundgabbroen, Seiland Ref.: Robins & Gardner (1974, s. 94, 115 og 122)	4.9	diopsid 22.4			Ab An 10.6 42.9	mt ilm 8.3 5.4		0.12	0.8	3.9		"						
"S 2055"	"peridotite" Lok.: 3 km SW Storelv, Sørøya Ref.: Stumpf og Sturt (1965, s. 205 og 207)	50.49	hypersthen 2.10	diopsid 9.07		Ab An 10.48 15.85	mt ilm 3.71 2.43		0.34	2.78	—		"						
"S 164"	"peridotite" Lok.: 3 km SW Storelv, Sørøya Ref.: Stumpf og Sturt (1965, s. 205 og 207)	41.04	hypersthen —	diopsid 12.17		Ab An 14.67 16.40	mt ilm 5.80 2.74		0.34	3.89	—	0.30	"						
"SB 276"	"peridotite" Lok.: Masfjordvatn (innen Breivikvatngabbroen), Sørøya Ref.: Stumpf og Sturt (1965, s. 206)	35.54	hypersthen —	diopsid 28.05		Ab An 1.57 19.74	mt ilm 4.41 2.58		0.34	1.11	6.05	—	"						
"S 58"	"metagabbro" Lok.: Steinvann, Storelv, Sørøya Ref.: Stumpf og Sturt (1965, s. 205 og 207)	8.74	hypersthen —	diopsid 31.01		Ab An 8.62 25.02	mt ilm 6.73 5.78		0.34	4.45	1.14	—	"						
"S 118"	"metagabbro" Lok.: Storeldalen, Storelv, Sørøya Ref.: Stumpf og Sturt (1965, s. 205 og 207)	7.84	hypersthen 1.83	diopsid 21.47		Ab An 22.01 28.91	mt ilm 6.73 7.30		1.01	3.34	—	—	"						
"SB 41"	"metagabbro" Lok.: Nord for Flågenvatn, nær Breivikvatn, Sørøya Ref.: Stumpf og Sturt (1965, s. 206)	12.38	hypersthen —	diopsid 46.21		Ab An 3.67 18.07	mt ilm 4.41 3.80		0.34	2.22	6.82	—	"						
	"ultramafic layers" Lok.: Lille Kufjord layered gabbro, Seiland Ref.: Oosterom (1956, s. 80-81)	70-80 (partly serp.)	"other essential minerals"			acc.	labrad. (?) acc.	sulfider acc.	acc.			0.70	"						
														grovt overslag					

Tabell 4.

Sammenligning av hovedelementer og sporelementer i Komagfjordvinduet ultramafitter, 49 analyser, med 9 analyser på hovedelementer og sporelementer av tilsvarende bergarter fra Seilandsprovinen.

Gehalter i vekt-% (ppm for sporelementene)

Element	Prøvenr. (Komagfj.)	Høyeste		Prøvenr. (Komagfj.)	Laveste	
		Komagfj.	Seilandspr.		Komagfj.	Seilandspr.
SiO ₂	R 15	54.23	(43.45)	R 3	36.99	(35.4)
TiO ₂	SKA 353F	0.70	(4.08)	R 1D	0.08	(0.26)
Al ₂ O ₃	SKA 250E	6.41	(11.3)	R 1D	1.20	(2.38)
Fe ₂ O ₃ *	R 3	15.97	(25)	SKA 313C	9.14	(9)
MnO	R 24	0.25	(0.5)	R 12-1	0.09	(0.14)
MgO	RS 1D	38.83	(38.48)	SKA 186A	17.84	(7.16)
CaO	SKA 186A	11.76	(19.89)	R 1D, R 22 og R 20	0.09	(3.99)
Na ₂ O	SKA 353F	0.7	(1.87)	flere	<0.1	(0.20)
K ₂ O	31 RS	0.35	(0.71)	flere	<0.01	(0.10)
P ₂ O ₅	770 B (RAIPAS)	0.07	(2.90)	flere	0.01	(0.05)
V	SKA 186A	238	(200)	R 3	63	(180)
Cr	R 20	7500	(2150)	S 60	1400	(600)
Co		n.d.	(x·100)		n.d.	(100)
Ni	R 22	2000	(x·1000)	SKA 186A	495	(550)
Cu	SKA 353F	86	(180)	flere	<5	(50)
Zn	SKA 276D	85		R 20	33	
Rb	31 RS	15	(15)	mange	<5	(10)
Sr	VU 8 og SKA 353F	92		R 1D, R 3 og R 20	<5	
Y	SKA 186A	15		R 1D, R 5, R 13, R 23 og R 20	<5	
Zr	VU 8 og SKA 353F	92	(100)	SKA 321C og R 23	9	
Nb	alle prøvene	<5		alle prøvene	<5	
Ba	R 18	168	(240)	SKA 313C, KS 6 og R 23	<10	(—)

* Totalt Fe uttrykt som Fe₂O₃

Tabell 5a.

(Kjemisk avd. 's
arbeidsnr.: 33/79)

SPEKTROGRAFISK SILIKATANALYSE											SPORELEMENTER/ATOMNUMMER																																						
Si	Ti	Al	Mn	Mg	Ca	Na	K	P	S	Fe	23 V	24 Cr	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	33 As	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	47 Ag	50 Sn	51 Sb	56 Ba	74 W	78 Pt	79 Au	82 Pb	83 Bi	90 Th	92 U															
Deteksjonsgrense (ppm)											5	100		5	5	5		5	5	5	5	5	5																										
Gj. snitt i ultramaf. b.a. (ppm) TUREKIAN & WEDEPOHL (1961)											220	300	94300	40	1600	150	2000	10	50	1,	0,2	1,	0,x	45	16	0,3	0.06	0,5	0,1	0,4	0,77	(0,2)	0,006	1,	(0,001)	0,004	0,001												
Prøvenr. (LPN)											SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O ⁺	H ₂ O ⁻	CO ₂	C	P ₂ O ₅	S	Fe _(tot) +Fe ₂ O ₃	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	As	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	o	Ag	Sn	Sb	Ba	W	Pt	Au	Pb	Bi	Th	U
Rødfjell R 1D	38.98	0.08	1.20	0.10	37.54	0.09	<0.1	<0.01	0.02			73	6400		1100	<5	42		<5	<5	<5	12	<5					12																					
Rødfjell R 2	39.57	0.15	2.41	0.18	33.99	1.43	<0.1	<0.01	0.02			89	5100		1500	5	54		<5	6	7	16	<5					21																					
Rødfjell R 3	36.99	0.10	1.78	0.14	35.38	0.10	<0.1	<0.01	0.02			63	4800		1700	21	48		<5	<5	6	19	<5					11																					
Rødfjell R 4	39.08	0.15	2.04	0.13	36.26	0.28	<0.1	<0.01	0.02			85	4700		1600	<5	37		<5	8	6	26	<5					18																					
Rødfjell R 5	41.65	0.12	2.08	0.14	30.78	1.40	<0.1	<0.01	0.03			76	4100		1400	<5	45		<5	13	<5	20	<5					25																					
Rødfjell R 7	45.91	0.15	2.22	0.20	30.33	3.45	<0.1	0.05	0.02			103	4000		927	11	61		<5	10	6	17	<5					29																					
Rødfjell R 8	41.13	0.15	2.56	0.23	34.91	0.12	<0.1	<0.01	0.02			112	4900		1300	10	57		<5	6	5	16	<5					13																					
Rødfjell R 9C	41.80	0.14	2.32	0.17	33.80	0.77	<0.1	<0.01	0.02			85	4300		1400	<5	61		<5	11	7	18	<5					22																					
Rødfjell R 11	42.65	0.17	3.04	0.15	31.98	2.01	<0.1	0.01	0.02			111	4700		1300	7	61		<5	28	7	17	<5					21																					
Rødfjell R 12-1	39.92	0.15	2.76	0.09	33.65	0.56	0.5	0.07	0.03			91	4200		1500	<5	54		<5	14	5	23	<5					37																					
Rødfjell R 12-2	47.31	0.19	3.47	0.17	30.80	2.92	0.2	0.12	0.02			111	4000		1200	<5	53		6	33	7	25	<5					72																					
Rødfjell R 13	42.85	0.12	2.21	0.18	33.13	1.46	<0.1	<0.01	0.01			98	4100		1400	<5	55		<5	7	<5	13	<5					14																					
Rødfjell R 14 gabbroid b.a.	49.80	0.17	9.44	0.14	21.24	7.34	0.3	0.37	0.02			107	2000		481	<5	122		15	20	7	22	<5					140																					
Rødfjell R 16 gabbroid b.a.	49.93	0.14	12.40	0.13	15.85	11.44	0.5	0.58	0.02			132	1200		340	<5	66		21	151	6	19	<5					215																					
Rødfjell R 70 gabbroid b.a.	51.70	0.39	14.11	0.14	8.99	10.84	1.1	0.94	0.04			220	100		147	<5	110		27	244	12	34	<5					479																					
Rødfjell R 17	51.54	0.17	2.46	0.15	29.23	1.90	<0.1	0.01	0.01			121	3800		721	<5	52		<5	20	7	17	<5					22																					
Rødfjell R 18	53.90	0.19	3.31	0.16	27.81	2.30	0.4	0.22	0.01			134	3200		575	<5	61		9	52	7	14	<5					168																					
Rødfjell R 19	43.48	0.15	1.80	0.22	31.79	1.08	<0.1	<0.01	0.01			99	4500		1200	6	71		<5	14	5	20	<5					13																					
Rødfjell R 21	40.81	0.29	3.35	0.25	33.52	0.33	<0.1	<0.01	0.03			111	4900		1000	<5	55		<5	7	6	25	<5					14																					
Rødfjell R 22	37.73	0.11	1.90	0.21	36.68	0.09	<0.1	<0.01	0.02			57	4300		2000	<5	65		<5	<5	6	18	<5					12																					
Rødfjell R24	39.50	0.20	3.29	0.16	33.15	1.05	<0.1	<0.01	0.03			106	5100		1700	<5	50		<5	9	7	24	<5					10																					
Rødfjell R36	40.98	0.22	3.80	0.11	32.04	1.22	<0.1	<0.01	0.03			123	5400		1400	<5	55		<5	12	7	32	<5					12																					
Rødfjell R37	43.70	0.33	5.85	0.22	25.25	5.83	<0.1	0.02	0.05			141	4100		1100	9	73		<5	57	9	35	<5					15																					
Rødfjell R38	41.20	0.23	4.15	0.13	31.53	2.57	0.3	0.03	0.03			131	5400		1400	<5	73		<5	24	7	29	<5					13																					
Rødfjell RS1	42.57	0.30	5.07	0.13	27.93	3.92	<0.1	<0.01	0.04			147	5000		1200	<5	76		<5	42	8	35	<5					10																					
Rødfjell RS1 D	40.09	0.20	3.26	0.15	38.83	1.50	<0.1	<0.01	0.02			118	5600		1500	13	63		<5	16	6	21	<5					19																					
Rødfjell RS4 lys b.a.	48.61	0.32	4.51	0.19	26.56	3.38	<0.1	<0.01	0.04			140	3700		947	31	83		<5	45	9	47	<5					21																					
Rødfjell RS5 mørk b.a.	42.13	0.18	3.17	0.13	30.03	2.10	0.3	0.05	0.03			116	4400		1300	14	58		<5	34	6	15	<5					37																					
Rødfjell syd 34RS	49.88	0.34	3.59	0.05	25.70	2.24	<0.1	<0.01	0.03			168	3700		1600	52	77		<5	8	5	28	<5					17																					
Rødfjell 91 diabas	48.29	1.36	14.64	0.20	6.76	10.29	3.3	0.62	0.18			318	< 100		151	108	130		15	364	23	112	<5					609																					
Rødfjell 92 mørk seig b.a.	51.81	0.22	3.71	0.16	27.68	3.08	0.2	0.06	0.02			132	3300		803	12	63		<5	31	8	28	<5					42																					
Rødfjell syd 31RS	41.57	0.54	4.80	0.17	25.63	4.86	0.2	0.35	0.05			178	2500		1600	68	64		15	25	11	56	<5					93																					
Småhaug SKA 186A u.m.	53.73	0.47	3.54	0.20	17.84	11.76	0.9	0.11	0.03			238	1400		495	81	73		<5	29	15	43	<5					25																					
Småh. SKA 175A hblmet.nori	49.17	0.70	8.33	0.19	15.01	11.90	0.9	0.34	0.09			274	2300		337	193	96		5	156	16	44	<5					80																					
Småhaug S60	45.12	0.34	3.68	0.19	30.51	2.55	0.3	0.19	0.03			116	4000		1900	23	79		8	68	7	32	<5					113																					
Breirygg SKA 43B	41.59	0.22	3.89	0.19	30.48	2.78	<0.1	0.01	0.03			132	6800		790	7	59		<5	44	7	26	<5					< 10																					
Breirygg B45 prim. pyr.	41.39	0.20	2.93	0.17	35.00	2.33	0.3	0.20	0.04			81	2600		1200	42	69		9	62	7	32	<5					116																					
Breirygg B47 prim. dun.	38.51	0.13	2.15	0.19	34.37	1.15	<0.1	0.07	0.03			98	3400		970	5	74		<5	11	6	26	<5					38																					
FjellvannSKA 96Dmetanoritt	51.29	0.54	10.06	0.16	13.85	9.06	1.3	0.74	0.07			217	1000		418	56	74		25	193	13	61	<5					223										</											

Tabell 5 a forts.

(kjernisk avd. 's
arbeidsnr.: 33/79)

SPEKTROGRAFISK SILIKATANALYSE											SPORELEMENTER/ATOMNUMMER																																								
Si	Ti	Al	Mn	Mg	Ca	Na	K	P	S	Fe	23 V	24 Cr	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	33 As	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	47 Ag	50 Sn	51 Sb	56 Ba	74 W	78 Pt	79 Au	82 Pb	83 Bi	90 Th	92 U																	
Deteksjonsgrense (ppm)											5	100				5	5	5		5	5	5	5	5				10																							
Gj. snitt i ultramaf. b. a. (ppm) TUREKIAN & WEDEPOHL (1961)											205000	300	20000	1620	204000	25000	4200	40			220	300	94300	40	1600	150	2000	10	50	1,	0,2	1,	0,x	45	16	0,3	0,06	0,5	0,1	0,4	0,77	(0,2)	0,006	1,	(0,001)	0,004	0,001				
Prøvenr. (LPN)											SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O ⁺	H ₂ O ⁻	CO ₂	C	P ₂ O ₅	S	Fe _(tot) *Fe ₂ O ₃	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	As	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Ag	Sn	Sb	Ba	W	Pt	Au	Pb	Bi	Th	U		
Fjellvann SKA 277D u. m.											40.47	0.20	3.03	0.14	36.80	2.23	0.2	0.13			0.03			12.24	78	3000		2000	27	59		<5	63	6	63	<5						73									
Fjellvann SKA 261D																																																			
meta_rhyolitt											72.36	0.07	15.23	<0.01	0.52	1.79	5.5	1.34			0.03			0.69	8	<100		12	<5	18		25	620	<5	620	<5						1100									
Stjernevann SKA 79C gabbro											49.32	1.83	13.08	0.19	5.51	8.41	4.0	0.52			0.21			15.51	415	<100		72	170	145		17	131	41	131	8						287									
Stjernevann SKA 313Cu u. m.											42.47	0.26	3.48	0.11	33.71	2.06	<0.1	0.01			0.03			9.14	117	5600		1700	41	64		<5	27	8	27	<5						<10									
Stjernevann SKA 321Cu u. m.											39.24	0.18	2.58	0.19	35.16	0.13	0.3	0.02			0.03			13.31	82	3900		1600	7	56		<5	9	6	9	<5						15									
Veivann VU 8 u. m.											42.72	0.26	5.15	0.16	28.25	3.64	0.4	0.33			0.04			14.34	112	1900		610	35	81		13	92	9	92	<5						167									
Veivann VG 5 ultram. dike											40.34	0.20	5.71	0.15	29.37	3.39	<0.1	0.13			0.04			12.13	112	6700		638	7	54		6	78	6	78	<5						79									
Korsfjord KS 1 u. m.											41.93	0.27	3.80	0.13	31.88	2.59	0.2	0.03			0.04			11.56	126	4400		1600	<5	70		<5	27	7	27	<5						<10									
Korsfjord KS 6 u. m.											40.08	0.25	3.48	0.13	31.25	1.65	0.2	<0.01			0.05			14.81	117	3700		1300	<5	70		<5	18	7	18	<5						222									
Porsa SKA 234E gabbro											52.74	0.75	14.39	0.14	7.04	9.55	2.2	0.59			0.10			11.02	232	100		104	118	79		15	212	18	212	<5						11									
Porsa SKA 250E serp.											53.81	0.39	6.41	0.14	19.01	6.22	<0.1	<0.01			0.03			10.67	189	1800		348	<5	58		<5	10	10	10	<5						105									
Breir. nord SKA 353F u. m.											44.35	0.70	5.32	0.16	26.88	5.53	0.7	0.26			0.05			13.47	196	2800		1400	86	68		9	92	11	92	<5						19									
Raipas 770B u. m.											43.44	0.75	3.63	0.13	26.98	3.72	<0.1	<0.01			0.07			14.71	179	2500		1300	<5	71		<5	13	10	13	<5															
kjernisk avd. 's arbeidsnr.: 32/79																																																			
Rødfjell RS 36											48.49	0.20	3.14	0.17	31.37	2.49	0.2	0.11			0.02			12.17	120	4000		1100	17	62		<5	34	8	34	<5						73									
Rødfjell R 23											38.99	0.15	1.85	0.15	36.18	0.11	0.6	0.03			0.04			13.12	68	5000		1600	<5	49		<5	9	<5	9	<5						<10									
Rødfjell R 15											54.23	0.20	3.26	0.16	27.37	2.89	0.3	0.06			0.02			9.50	138	3400		610	<5	60		<5	16	6	16	<5						35									
Rødfjell R 20											40.47	0.09	1.25	0.10	36.26	0.09	<0.1	<0.01			0.01			14.03	79	7500		1600	<5	33		<5	<5	<5	<5	<5						<10									
Breiryggen B 46hbl.met.gabbro											42.73	0.28	3.73	0.17	33.48	2.75	0.5	0.28			0.04			14.77	93	1800		967	31	73		11	85	9	85	<5						161									
Småhaugene S 51											45.56	1.58	13.81	0.23	7.34	10.31	1.9	0.28			0.14			16.85	502	<100		93	91	113		7	199	25	199	<5						136									
Småhaugene S 58											Ikke spektrografisk analyse (kun våtkjemisk)																																								
Småhaugene SKA 175A											Analysert spektrografisk som nr. 34 (Småhaugene SKA 175A hbl. meta norit.)																																								
hbl. meta norit.																																																			
Gj. snitt (ultramafitter) 49 analyser																						4147																	max												
Gj. snitt (mafiske b. a.) 9 analyser																						761																	1251	16,6	83,4										

Atomnr. 78 Pt } data fra Vinogradov
" 83 Bi } (1962)

Tabell 5b.

VÅTKJEMISK SILIKATANALYSE																	VÅTKJEMISK JERNANALYSE						
Gj.snitt i ultramaf. b.a. (ppm) TUREKIAN & WEDEPOHL (1961)																	P	S	Fe				
																	220	300	94300				
Prøvenr. (Kjem.avd.)	Prøvenr. (LPN)	SiO ₂	TiO ₂	Cr ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	MnO	MgO	BaO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O ⁺	H ₂ O ⁻	CO ₂	C	P ₂ O ₅	S	Fe (total)	Fe ₂ O ₃	FeO	SUM	Syreløst Fe ₂ O ₃	ANMERKN.
54	32/79	RS 36	47.96	0.18	3.90	0.20	32.31		2.85	0.07	0.15	2.32	0.02	0.11		0.04	0.05		1.02	9.20	100.38		
55	"	R 23	37.46	0.12	2.11	0.17	36.32		0.27	0.05	0.00	11.09	0.09	0.09		0.04	0.05		7.50	4.75	100.11		
56	"	R 15	52.24	0.18	3.10	0.18	27.49		3.15	0.05	0.06	4.75	0.21	0.09		0.03	0.06		1.81	6.88	100.28		
57	"	R 20	37.07	0.08	1.30	0.13	33.78		2.15	<0.05	<0.05	11.05	0.15	0.09		0.03	0.34		6.22	6.58	99.07		
58	"	B 46	41.29	0.27	3.77	0.21	33.85		3.46	0.29	0.32	2.48	0.10	0.13		0.07	0.08		1.78	11.90	100.00		
59	"	S 51	43.96	1.53	14.02	0.28	7.55		10.82	1.97	0.28	2.87	0.11	0.14		0.11	0.06		2.73	12.84	99.27		
60	"	S 58	51.53	0.38	4.41	0.21	20.90		10.72	0.08	0.12	3.24	0.04	0.11		0.04	0.07		1.07	7.75	100.47	0.35	
61	"	SKA175A	47.74	0.69	9.85	0.27	15.25		12.58	1.10	0.36	1.88	0.00	0.09		0.10	0.19		0.62	9.79	100.51	0.36	Analysert spektr. <u>som</u> <u>prøve nr. 34</u> De to siste tas med ekstra p.g.a. deres antatte rel. "store" S-innh. (Svovel-jern- forb.). Nr. 60 er kun analysert våt- kjemisk

Analysert
spektr. som
prøve nr. 34
De to siste
tas med ekstra
p.g.a. deres
antatte rel.
"store" S-innh.
(Svovel-jern-
forb.).
Nr. 60 er kun
analysert våt-
kjemisk

REFERANSELISTE

- BARTH, T. F. W., 1927: Die Pegmatitgänge des Kaledonischen Intrusivgesteine im Seiland Gebiete. — Norske Vid. Akad. i Oslo Skr. I Mat. Naturv. klasse, No. 8.
- BENNET, B. M. S., 1971: The Reinfjord ultramafic complex. — Norges geol. Unders. 269, 165-171.
- BRUECKNER, H. K., 1973: Reconnaissance Rb-Sr investigation of salic, mafic and ultramafic rocks in the Øksfjord area, Seiland province, northern Norway. — Norsk geol. Tidsskr., 53, 11-23.
- BRUECKNER, H. K., 1975: A Reply. Reconnaissance Rb-Sr investigation of salic, mafic and ultramafic rocks in the Øksfjord area, Seiland province, northern Norway. — Norsk geol. Tidsskr., 55, 101-103.
- BØE, R., 1978: Rødfjell ultramafitten, Veivann ultramafiske og mafiske bergartskompleks og Korsfjord ultramafitten. — Intern rapport til Folldal Verk A/S.
- EDEL'SHTEIN, I. I., 1963: Petrology and nickel content of ultrabasic intrusions in the Tobol-Buryktal area of the Southern Urals. Magmatizm, Metamorfizm, Metallogeniya Urala. — Akad. Nauk SSSR, Ural'sk Filial, Gorn. - Geol. Inst. Tr. Pervogo Ural'sk. Petrogr. Soveshch., Sverdlovsk, 1961, 319-323.
- GOLDSCHMIDT, V. M., 1954: Geochemistry. — Oxford Univ. Press.
- GOLES, G. G., 1967: Trace elements in ultramafic rocks. In Wyllie, P. J. (Ed.): Ultramafic and related rocks. — John Wiley & Sons, New York, 352-362.
- HEIER, K. S., 1961: Layered gabbro, hornblendite, carbonatite and nepheline syenite on Stjernøy, North Norway. — Norsk geol. Tidsskr. 41, 109-155.
- HULTIN, I., 1965: En mineralogisk undersøkelse av kromittmalmer i Feragen. Kartbladet Aursunden. — Upublisert hovedfagsoppgave, Univ. i Oslo.
- HYSINGJORD, J., 1960: En petrografisk beskrivelse av metamorfe og eruptive bergarter på Stjernøy, Vest-Finnmark. — Upubl. hovedfagsoppgave, Univ. i Oslo.

- JANSEN, Ø., 1976: Upubl.hovedfagsoppgave, Univ.i Bergen.
- JANSEN, Ø., 1979: Basement & cover - forhold i Komagfjord-vinduet. — Artikkelsammendrag, Norsk geol. foren.
- JUVE, G., 1968: Porsanger kobber- og kisforekomster, Finnmark, Norge. — Geol.För.Stockholm Förh.90, 461-2 (Abstract).
- KARLSSON, L., 1976: Nickelsulfidmalmer i ultramafiska och mafiska bergarter. — Trebetygsarbete, Min.-geol.Inst.Stockholms Universitet.
- KERR, P.F., 1978: Optical Mineralogy. — McGraw-Hill Book Co., New York.
- MOORE, A.C., 1977: The petrography and possible regional significance of the Hjelmkona ultramafic body (sagvandite), Nordmøre, Norway. — Norsk geol.Tidsskr., 57, 55-64.
- NILSSON, L.P., 1978: En malmgeologisk undersøkelse av kromittforekomstene i Feragenfeltet med henblikk på å bestemme eventuelle økonomiske produkter. — Upublisert hovedoppgave ved Geologisk institutt, NTH, 125 s. + bilag.
- OOSTEROM, M.G., 1956: Some notes on the Lille Kufjord layered gabbro, Seiland, Finnmark. Northern Norway. — Norges geol.Unders.195, 73-87.
- OOSTEROM, M.G., 1963: The ultramafites and layered gabbro sequences in the granulite-facies rocks on Stjernøy, Finnmark, Norway. — Leidse geol.Mededeel.28, 179-296.
- PHARAOH, T., 1976: Geological report on the Komagfjord tectonic window, Finnmark, Norway. — Upubl.feltrapport, Univ. of Dundee.
- PRINGLE, I. & STURT, B.A., 1969: The age of the main Caledonian orogenic metamorphism in Sørøy. — Norsk geol.Tidsskr.49, 435-436.
- RANKAMA, K. og SAHAMA, Th.G., 1949: Geochemistry. — Univ. of Chicago Press., 678-679 og 681-682.
- REITAN, P.H., 1963: The geology of the Komagfjord tectonic window of the Raipas suite, Finnmark, Norway. — Norges geol.Unders. 221, 71 s.
- ROBINS, B., 1974: Synorogenic alkaline pyroxenite dykes of Seiland, northern Norway. — Norsk geol.Tidsskr.54, No.3, 247-268.
- ROBINS, B. & GARDNER, P.M., 1974: Synorogenic Layered Basic Intrusions in the Seiland Petrographic Province, Finnmark. — Norges geol.Unders.312, Bull.26, 91-130.

- SCHNEIDERHÖHN, H. og RAMDOHR, P., 1931: Lehrbuch der Erzmikroskopie.
- SKALDEBØ, O. A., 1977: Geologisk beskrivelse av 4 områder med ultrabasiske intrusivbergarter i Komagfjord tektoniske vindu i Vest-Finnmark. — Intern rapport til Folldal Verk A/S.
- STEFFAN, E. M. og STRIBRNY, B., 1977: A stratigrafic-structural-geological section through the Komagfjord tectonic window, Finnmark, Norway. — Intern rapport til Folldal Verk A/S.
- STRECKEISEN, A., 1973: Classification and Nomenclature of Plutonic Recommendations. IUSG Subcommittee on the Systematics of Igneous Rocks. — Neues Jahrbuch für Mineralogie Monatshefte, 3, 149-164, Stuttgart.
- STUMPFL, E. F., og STURT, B. A., 1965: A preliminary account of the geochemistry and ore mineral parageneses of some Caledonian basic igneous rocks from Sørøy, Northern Norway. — Norges geol. Unders. 234, Årbok 1964, 196-230.
- TUREKIAN, K. K. og WEDEPOHL, K. H., 1961: Distribution of the elements in some major units of the Earth's crust. — Bull. Geol. Soc. Am., 72, 175-192.
- VINOGRADOV, A. P., 1962: Average contents of chemical elements in the principal types of igneous rocks of the Earth's crust. — Geochemistry (oversettelse fra Geokhimiya), 1962, s. 641-664.
- VOGT, J. H. L., 1923: Nickel in Igneous Rocks. — Econ. Geol., 18, 307-353.
- VOGT, J. H. L., 1924: The Physical Chemistry of the Magmatic Differentiation of Igneous Rocks. — Norske Vid. Akad. i Oslo, Skr. I Mat.-Naturv. Klasse, no. 15, 27.

TEKSTBILAG: Prøvefortegnelse med kartnummer, koordinater (UTM-sone 35), bergartsbetegnelse og omtrentlig mineralsammensetning

Prøve/slip nr.	Plottet på kart nr.	Koordinater (UTM-sone 35) X/Y	Bergartsbetegnelse	Omtrentlig mineralsammensetning i areal-% ≈ volum-%										aksessorier
				olivin	serpentin	kloritt (penninit og klinokloritt)	opx	cpx	kromitt med sek. oksyder	sekundær magnetitt	sekundær amfibol (aktinolit-tremolit)	sekundær amfibol (anthofyllitt?)		
R1A-D	5	399.90/815.75	serpentinitt		(RIA) 95				(RIA) 2-3?	(RIA) 3-4				
R2	5	399.80/815.90	serpentinitt		75-80		(opx-rester?) 1							heazlewooditt
R3	4	399.95/816.05	serpentinitt		91-92					5	15-20?			ptl
R4	4	400.05/816.15	serpentinisert harzburgitt		60-70	10-15	(enstatitt?) 15-20		2	5-10				ptl
R5	4	" / "	serp. wehrliitt/lherzolitt		85-90		(enst.-rester) 2-3	?	2	5-10	5?			ptl, awaruzit(?)
R6	4	400.00/816.20	serp. ultramafitt (um.)		+	+	+		+	+	+			ubestemte sulfider
R7A,B	4	399.60/815.50	serp. wehrliitt? (R7B)		60		(rester) 2-3		1	> 5	30			ubestemte sulfider
R8	4	399.20/815.15	serp. um.		60-70	10-20			1	5		5-10?	ikke helt omv. rester av pyroksen el. amfibol 5-10	ubestemte sulfider
R9A-D	4	398.95/814.80	serp. pyr. -hbl. -peridotitt(?)	(rester) <1	75-85			(rester) 2-3	1	5		15-20	primær (?) brun hbl (rester) 2-3	
R10	4	398.80/814.65	serp. ol. -hbl. -pyroksenitt(?)	15-20		20-30	(enstatitt) 40-50	(rester) ?	?	2-3		10-15	primær amfibol 2-3	(talk) 5
R11	4	398.45/814.65	serp. peridotitt	(mest rester) 10-15		vesentlig serp. 50-60	rester av korn 5-10		1	5-10	5-10?	2-3		1-2
R12-1	4	398.60/814.85	serp. harzburgitt/lherzolitt	—	50-60	15-20	3-5	2-3	1	5-10			enstatitt halvt omv. vandlet til antofyllitt 5-10	hz(?)
R12-2	4	" / "	serp. olivinwebsteritt	(mest rester) 5-10		25-30	40-50	5-10	1	5-7	5		rekryst. (?) hbl 5	1-2
R12-3	4	" / "	serp. olivinwebsteritt(?)											
R13	5	400.30/815.50	serp. peridotitt/pyroksenitt(?) (nær gabbrokonsakten)		+	+				+	+		prim(?) hbl	(talk) (+)
R14	5	400.30/815.50	sterkt omv. gabbro (nær kontakten til um.)			+	(+)	(+)	(+)	(+)	+		(plag./sericit) +	(talk) (+)

Prøve/alip nr.	Plottet på kart nr.	Koordinater (UTM-sone 35) X/Y	Bergartsbetegnelse	Omtrentlig sammensetning i areal-% ≈ volum-%										aksessorier	
				olivin	serpentin	kloritt (penninit og klinokloritt)	opx	cpx	kromitt med sek. oksyder	sekundær magnetitt	sekundær amfibol (aktinolitt-tremolitt)	sekundær amfibol (anthofyllitt?)			
34 RS	1	397,90/810,85	forskifret og oppsmuldret sek. omv. peridotitt/pyroksenitt		(mest kloritt) 50-60		rester og nydannet(?) 5-10		0,5-1	5		20-30	(bastitt?) < 1?	(talk) 5	ubestemte sulfider
35 RS	1	398,10/811,10	gabbroid b. a. (nær kontakten til um.)												
R36	1	398,25/813,60	sek. omv. peridotitt		60-70		(rester) ≤ 1		1	5-10			(klinokloritt) 10-15	(penninit) 5-10	
R37	4	398,10/814,10	sek. omv. websteritt		-	30-40	(rester av korn) 10		1	3-5		30-40	(magnetitt) 5-10?	(talk) 5-10?	ptl, po
R38	4	398,25/814,45	sek. omv. peridotitt		40-50	30-40	(rester av korn) 5		1	5-10	5-10?		(kromkloritt) 1-2	(talk) ≤ 1	ptl
B40	2	389,50/802,35	sek. omv. websteritt (magn. lagning, mørkt bånd)			30-40	10-15	20-30	1?	< 5		5-10		(talk) 10-15	
B41	2	" / "	sek. omv. lherzolitt (magn. lagning, lyst bånd)	5-10	40-50	20-25	< 5	< 5	1?	5-10		5?		(talk) 5?	
B42	2	389,05/802,05	sek. omv. peridotitt/dunitt(?)												
B43	2	389,20/802,05	sek. omv. peridotitt/pyroksenitt												
B44	2	389,40/802,45	sek. omv. peridotitt/pyroksenitt												
B45	2	389,50/802,55	websteritt/orthopyroksenitt halvt omv. til kloritt og sekundær amfibol.			(klinokloritt) 40-50	(mest friske korn) 40-50	(delvis rester) 5-10	0,5	< 5	5				ptl, cp.
B46	2	389,60/802,70	sek. omv. olivinwebsteritt/websteritt(?)	?	?	20-30?	40-50?	(augitt?) 15-20	< 0,5	< 3	< 5?				ptl, bravoitt
B47	2	389,70/802,80	sek. omv. harzburgitt/lherzolitt		60	20-25			0,5-1	5-10		5-10			ptl, aw(?), cp(?)
B48	2	389,95/803,10	sek. omv. peridotitt												
S50	6	385,75/798,25	sek. omv. peridotitt/pyroksenitt												
S51	6	385,90/798,30	sek. omv. mafisk finkornet bergart (hornblendemetagabbro)		?	penninit og fargeløs klinokloritt 20-30			-	2-4		grønnbrun prim. (?) hbl 14-16	grønn sek(?) hbl 50-60	grønn klinokloritt	
S52	6	386,30/799,20	sek. omv. peridotitt	(rester) +	+	+	(rester) +			+		+	+	+	

Prøve/slip nr.	Plottet på kart nr.	Koordinater (UTM-sone 35) X/Y	Bergartsbetegnelse	Omtrentlig mineralsammensetning i areal-% ≈ volum-%										aksessorier
				olivin	serpentin	kloritt (penninit og klinokloritt)	opx	cpx	kromitt med sek. oksyder	sekundær magnetitt	sekundær amfibol (aktinolit + tremolit)	sekundær amfibol (anthofyllitt?)		
S53	6	386,70/799,45	sek. omv. peridotitt/pyroksenitt											
S54	6	386,60/799,25	(særlig forvitret) sek. omv. peridotitt/pyroksenitt											
S55	6	386,65/799,15	sek. omv. peridotitt/pyroksenitt											
S56	6	385,95/798,60	sek. omv. pyroksenitt(særl. rusten løsblokk)											
S57	6	385,95/798,60	sek. omv. pyroksenitt											
S58	6	386,05/798,90	sek. omv. hornblendepyroksenitt/pyroksenitt			30-40	10-15?	20-30?	< 1	< 5	10-15	(brun, primær(?) hornblende) 5-10	po, pti	
S59	6	386,35/799,10	serp. dunitt med tynn kromittstreng											
S60	6	386,30/799,25	sek. omv. pyroksenitt	(rester) 5	20-30	10-15	30-40	1	1	< 5	15-20	(brun, primær(?) hornblende) 5	pti(?), hz(?)	
S61	6	386,20/799,30	sek. omv. pyroksenitt											
S62	6	386,10/799,35	sek. omv. pyroksenitt											
B63	2	389,10/802,05	sek. omv. peridotitt/dunitt(?)											
B64	2	388,85/801,85	serp. dunitt/peridotitt med disseminasjon av Ni-sulfid(?)											
B65	2	389,00/802,10	serpentinitt											
B66	2	389,05/802,10	sek. omv. dunitt/peridotitt											
B67	2	389,05/802,10	sek. omv. dunitt/peridotitt											
B68	2	389,30/802,25	sek. omv. dunitt/peridotitt											
B69	2	389,35/802,25	sek. omv. pyroksenitt/peridotitt(?)											
R70	5	400,35/815,45	sterkt omvandlet gabbro			+	(rester av korn) 5-10		akess.	akess.		(plag., -rester?) < 1	sericitt? +	

T1-6

O.A.Skaldebøs prøver (13 stk)

[illegible]

R. Bøes prøver (11 stk) og E. Viks prøve (1 stk)

Prøve/slip nr.	Plottet på kart nr.	Koordinater (UTM-sone 35) X-Y	Bergartsbetegnelse	Omtrentlig mineralsammensetning i areal-% ≈ volum-%										aksessorier
				olivin	serpentin	kloritt (penninit og klinokloritt)	opx	cpx	kromitt med sek. oksyder	sekundær magnetitt	sekundær amfibol (aktinolit-tremolit)	sekundær amfibol (anthofyllitt?)		
RS1	4	398,60/815,20	sek. omv. peridotitt/pyroksenitt		25-30	20-25	(rester?) < 5		1	< 5	25-30	(magnesitt) < 5	(talk) 5-10?	ptl
RS1D	4	398,75/815,20	sek. omv. peridotitt/pyroksenitt		40-50?	30-40?			1	5-10	10-20			ptl, cp
RS4	4	398,55/814,75	sek. omv. peridotitt (i magm. lagning med RS5)		30-40	40-50	(rester) 5-10		0,5-1	< 5	5-10?	(magnesitt) < 1		ubestemte sulfider
RS5	4	" / "	sek. omv. peridotitt(harzburgitt?) (i magm. lagning med RS4)	(rester) 2-3	20-25?	25-30?	(delvis rester) 20-25?		1	5-10	15-20?		(talk) < 5	ubestemte sulfider
91	4	398,60/814,80	diabas		10-15	40-50				5	(akt. -trem. og sek(?)hbl) 20-30		(talk) 10-15	ilm(?)
92	4	398,85/814,60	sek. omv. websteritt			15-20?	(noe rester) 30-40		0,5	5	20-25?		(talk) 20-25?	ptl
VU8	7	375,25/792,60	sek. omv. lherzolitt/harzburgitt	15-20	15-20	30-40	15-20	< 5	< 0,5	5-10	5?	?	(talk) +	ptl
VG5	7	375,65/792,10	sek. omv. lherzolitt		40-50	30-40			1-1,5	5-10	< 5			ptl, bravoitt
KS1	8	366,65/797,80	sek. omv. olivinwebsteritt/websteritt(?)		20-25?			(rester) < 5	1	5-10	5-10?	(klinokloritt) 20-25?	(penninit) 20-25?	(talk) 3-5?
KS6	8	367,10/398,20	sek. omv. lherzolitt		50-60	30-40	< 2?		0,5-1	5-7		(rester) < 5		ptl
RS36	4	398,60/814,65	sek. omv. olivinwebsteritt	15-20	8-10	20-30	40-50	5	0,5-1	< 5	< 1?			ubestemte sulfider
770B		486/529 Kartblad 1834 IV "Flintfjell"	serpentinitt		85-90				0,5	10				ptl, po
770A	"	"	sek. omv. pyroksenitt (særlig mye kloritt dannet)			(klinokloritt) +					+		(talk) (?)	ptl, po, cp

KART NR.1

PRØVETAKINGSKART OVER

RØDFJELL (SYDLIGSTE PRØVEPUNKT : LOK. 36)

OG RØDFJELL-SYD (LOK. 30 - 35)

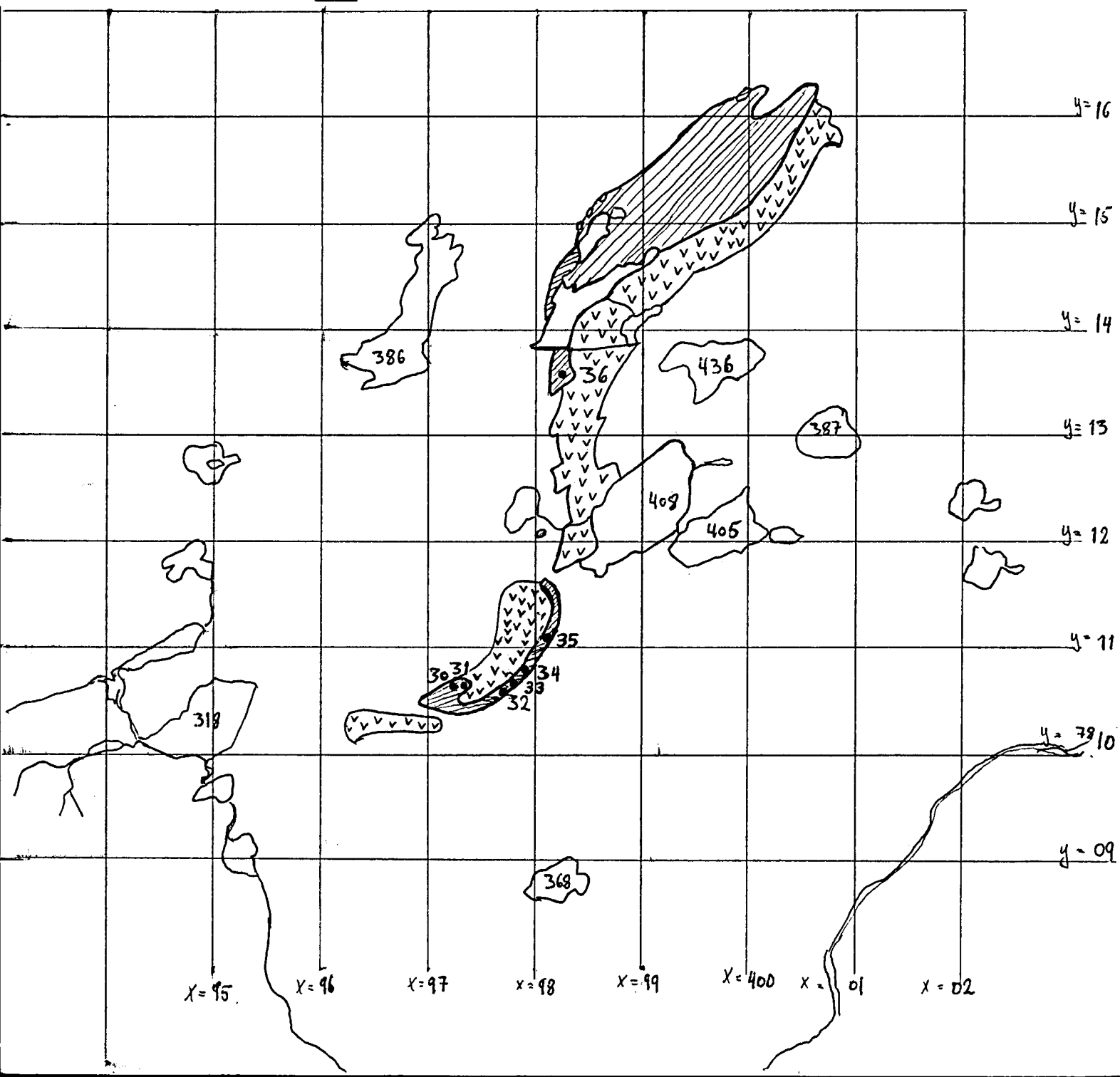
(ETTER REITAN O.A.)

M. 1:50 000

 = ULTRAMAFITT

KOORDINATER : UTM SONE 35

 = GABBRO



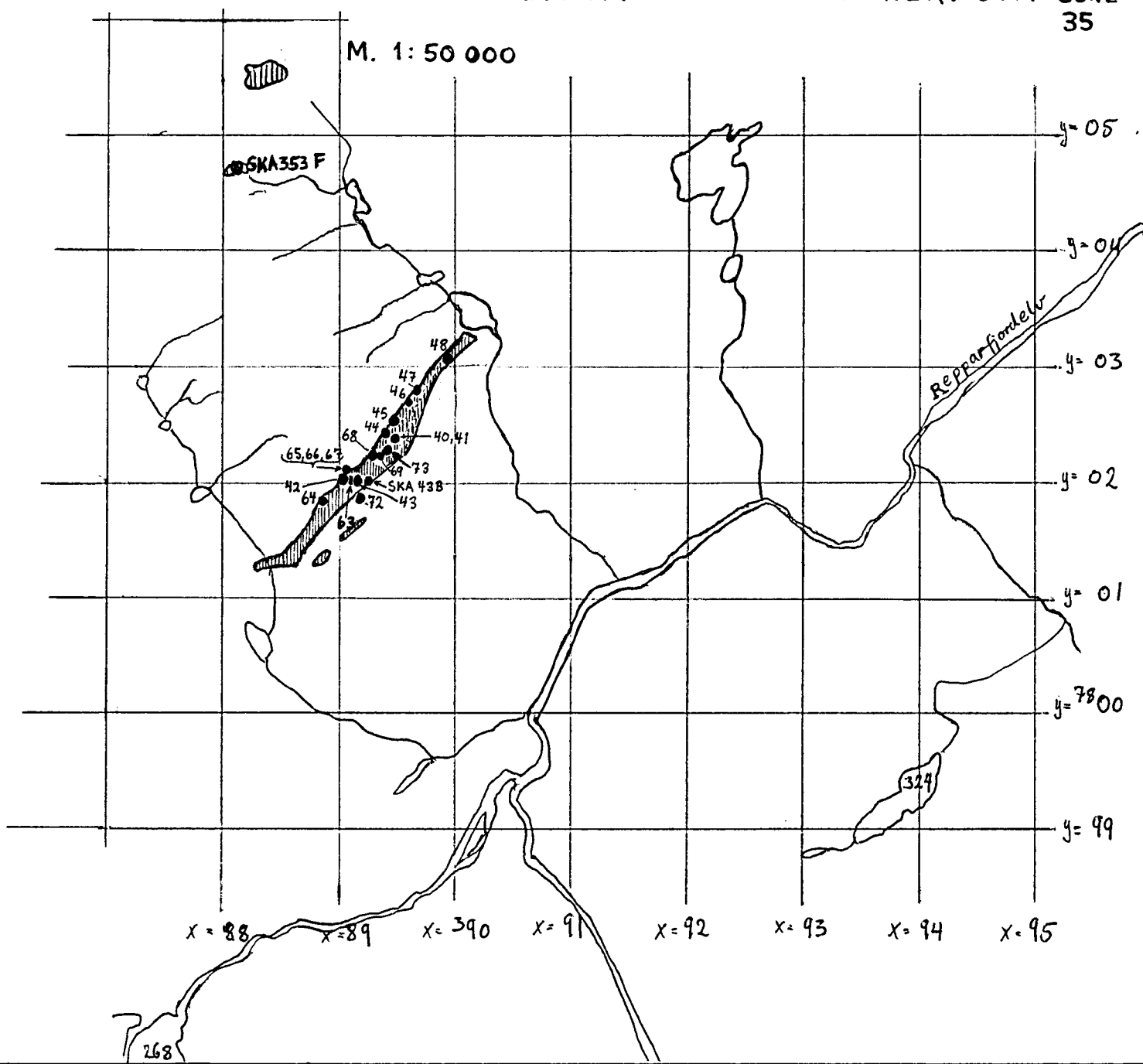
KART NR. 2

PRØVETAKINGSKART OVER BREIRYGGEN OG BREIRYGGEN-NORD (ETTER O.A. SKALDEBØ)

 = ULTRAMAFITT

KOORDINATER: UTM SONE
35

M. 1: 50 000



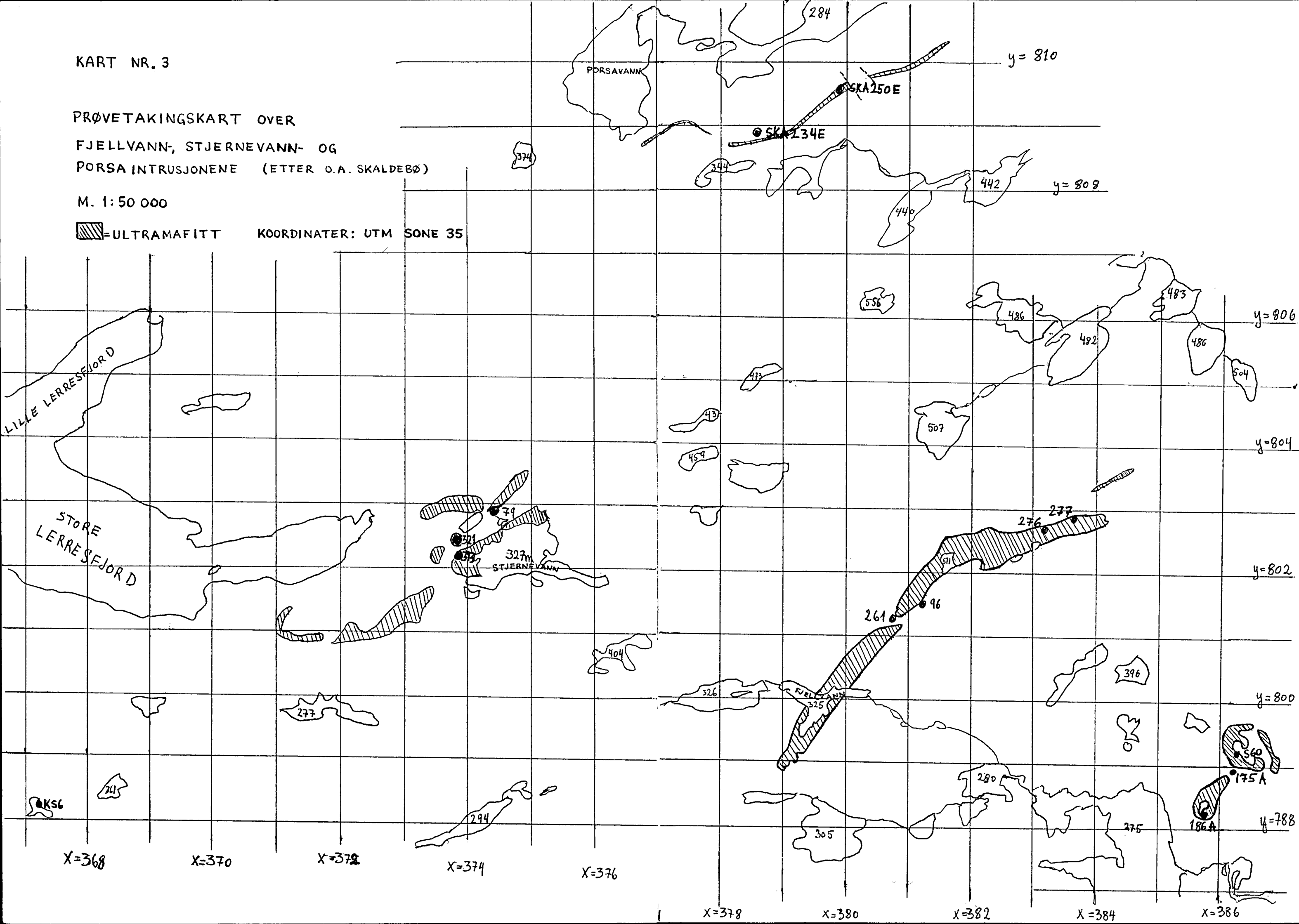
KART NR. 3

PRØVETAKINGSKART OVER
FJELLVANN-, STJERNEVANN- OG
PORSÅ INTRUSJONENE (ETTER O.A. SKALDEBØ)

M. 1:50 000

▨=ULTRAMAFITT

KOORDINATER: UTM SONE 35



KART NR. 4

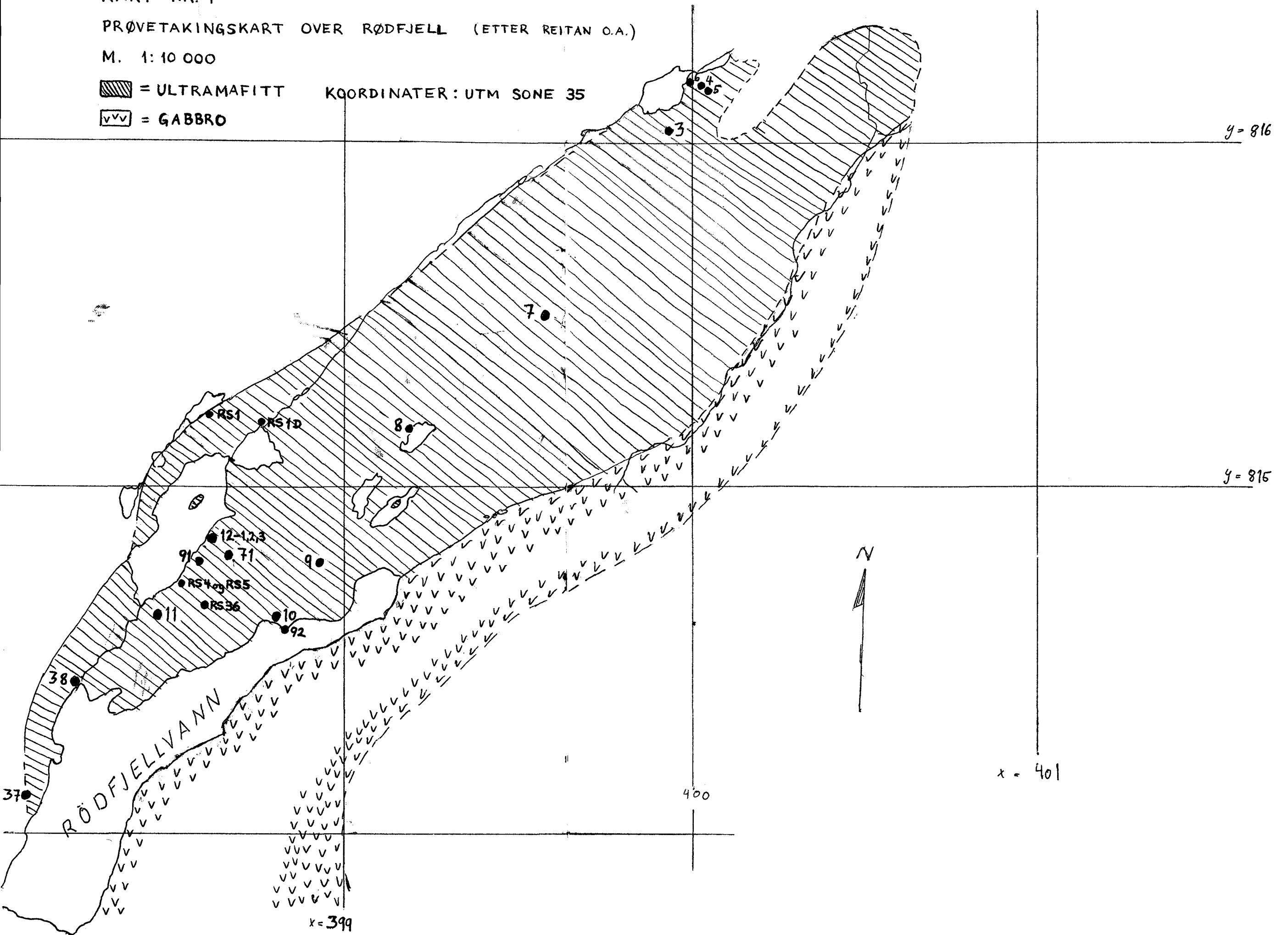
PRØVETAKINGSKART OVER RØDFJELL (ETTER REITAN O.A.)

M. 1:10 000

▨ = ULTRAMAFITT

▽▽▽ = GABBRO

KOORDINATER: UTM SONE 35



KART NR. 5

PRØVETAKINGSKART OVER
NORDLIGE DEL AV RØDFJELL

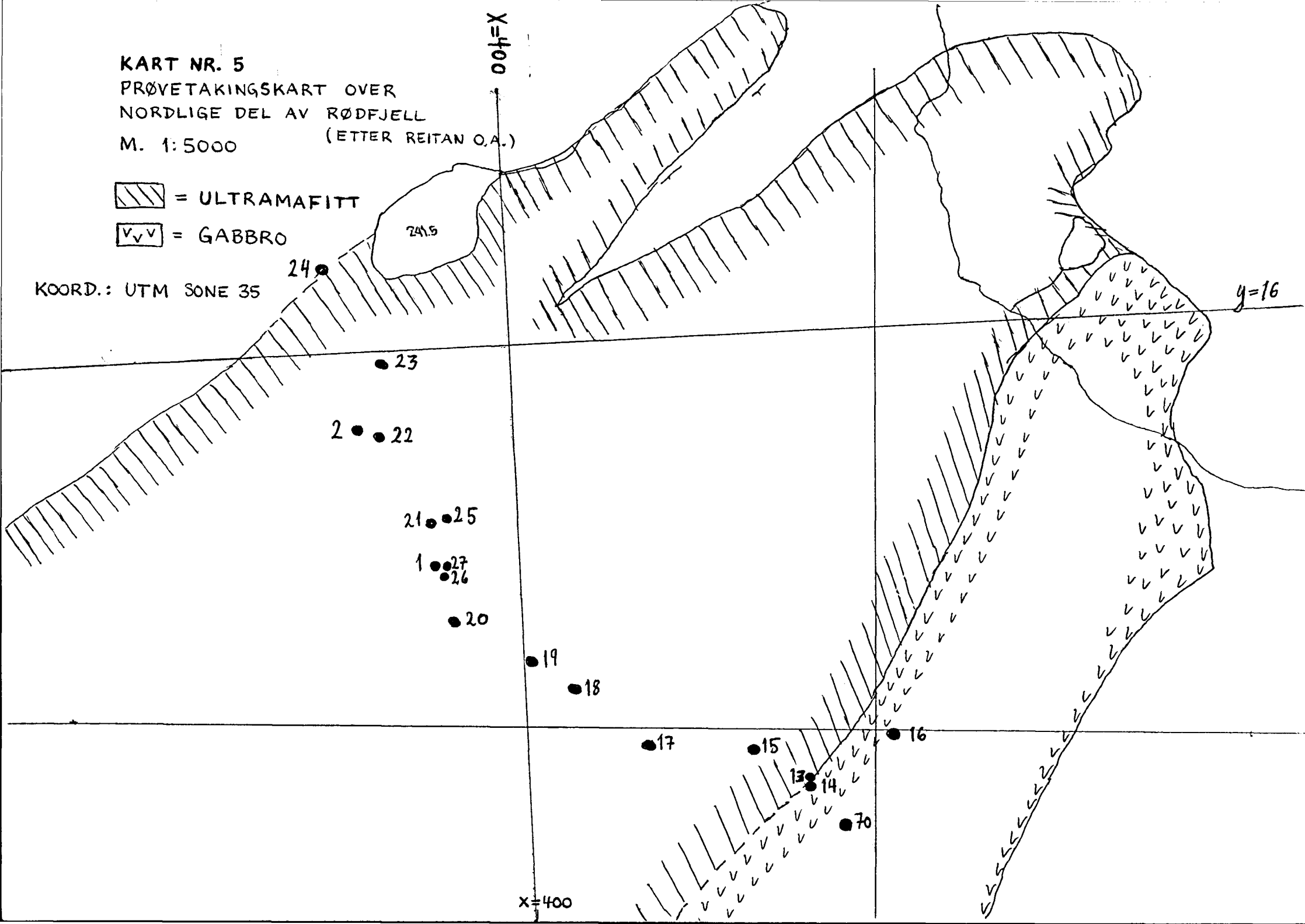
M. 1:5000

(ETTER REITAN O.A.)

 = ULTRAMAFITT

 = GABBRO

KOORD.: UTM SONE 35

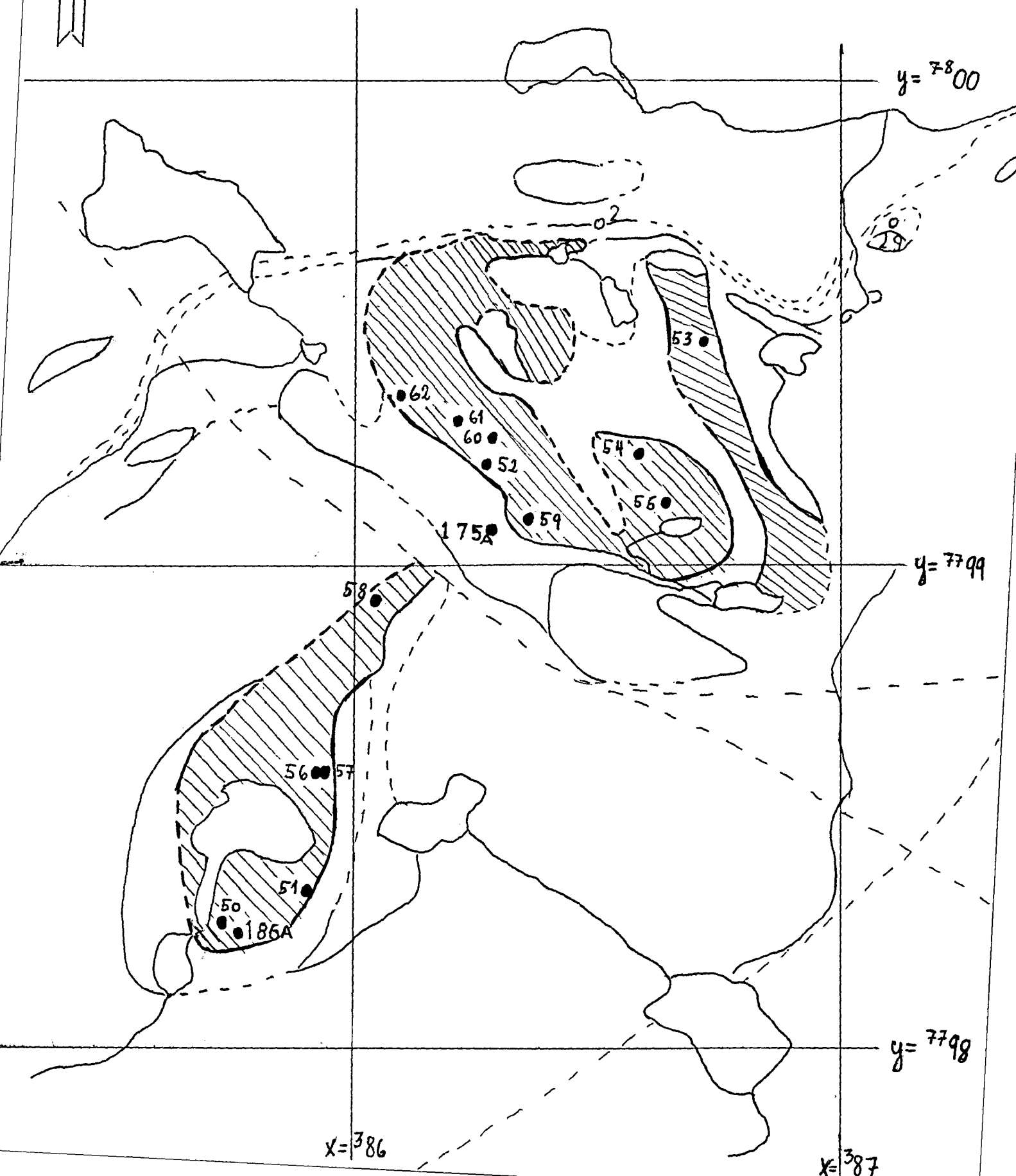


KART NR. 6

PRØVETAKINGSKART OVER SMÅHAUGENE (OMR. A)
M. 1:10 000 (ETTER O. A. SKALDEBØ)

 = ULTRAMAFITT

KOORDINATER: UTM SONE 35

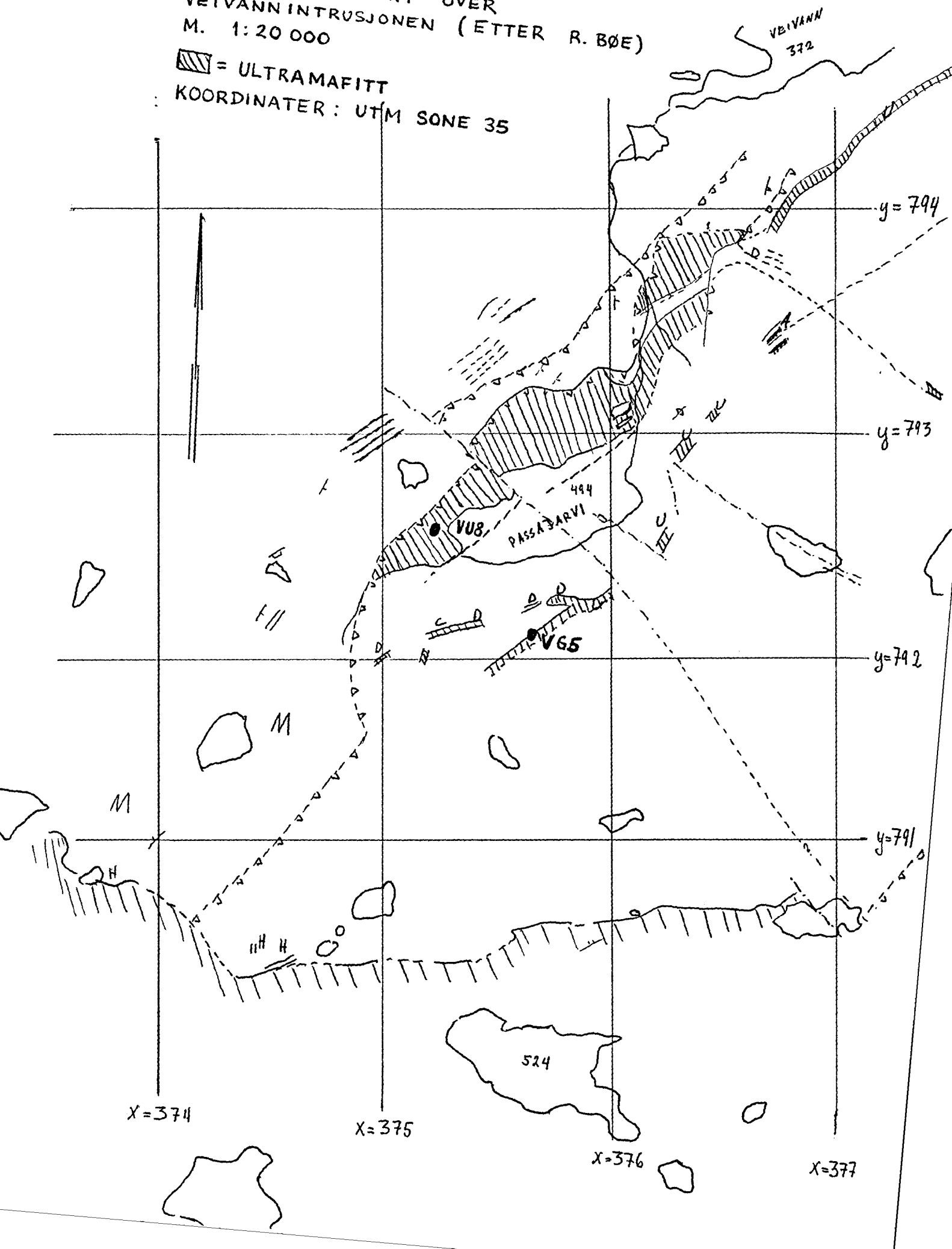


KART NR. 7
PRØVETAKINGSKART OVER
VEIVANNINTRUSJONEN (ETTER R. BØE)

M. 1:20 000

▨ = ULTRAMAFITT

KOORDINATER: UTM SONE 35

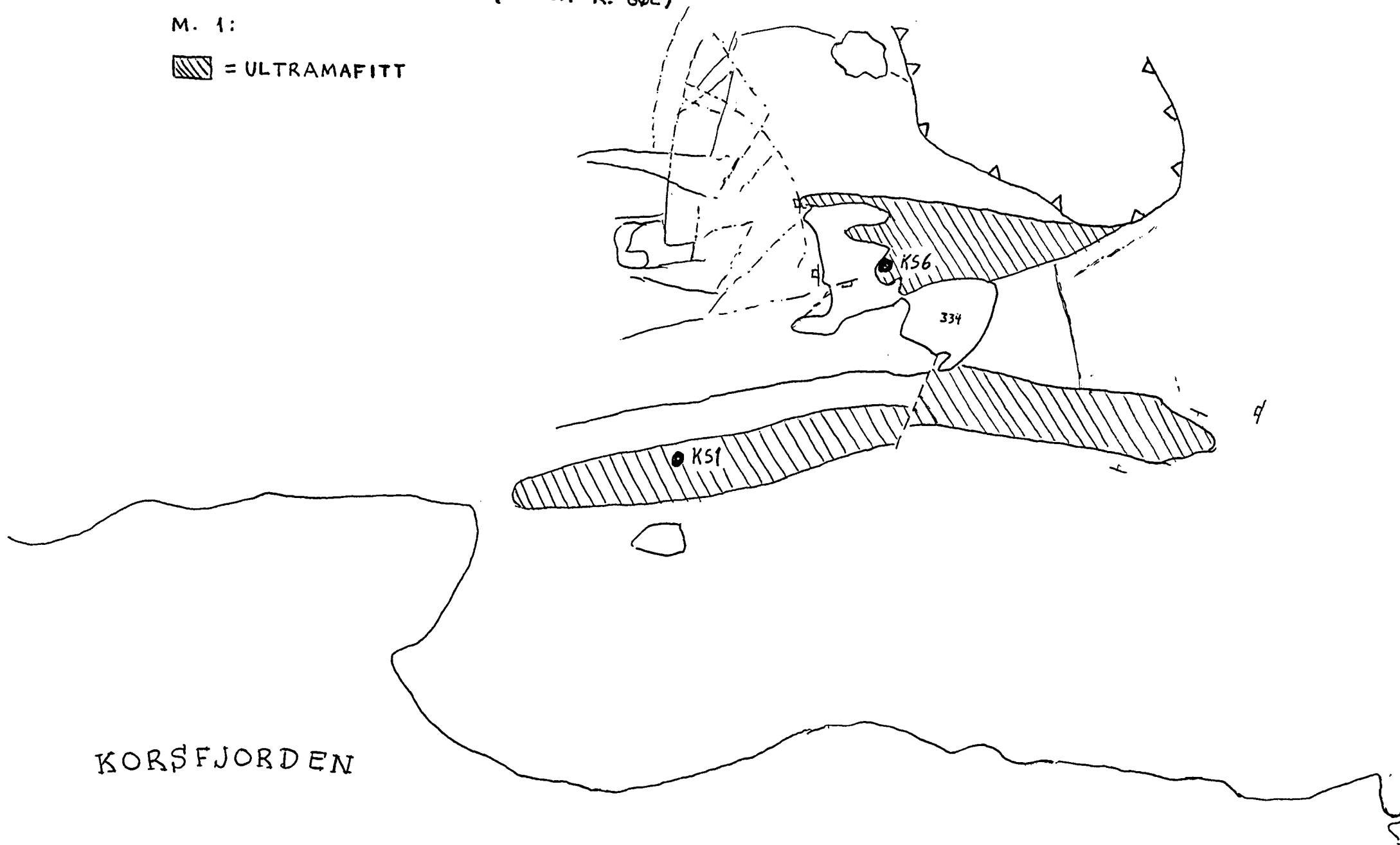


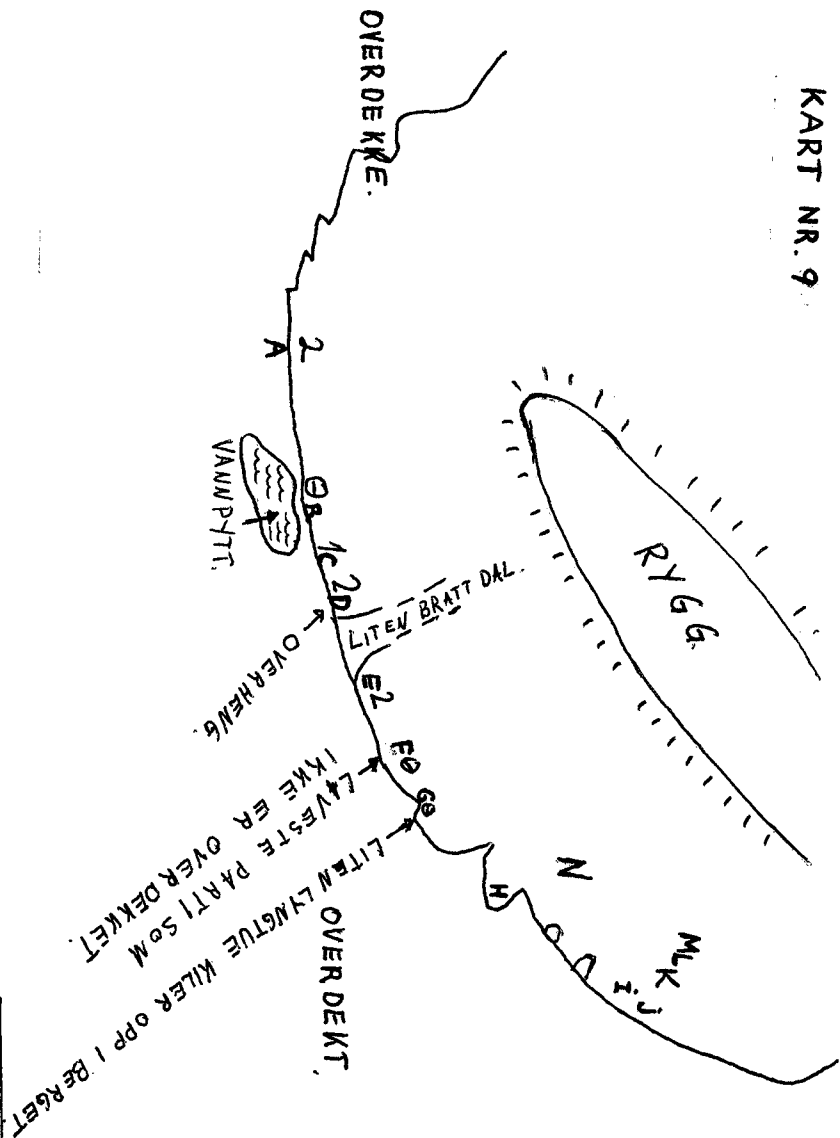
KART NR. 8

PRØVETAKINGSKART OVER
KORSFJORDINTRUSJONEN (ETTER R. BØE)

M. 1:

 = ULTRAMAFITT





PRØVETAKINGSKART OVER KNUSNINGSSONE
PÅ NORDRE DEL AV RØDFJELL (NIKKEL MIN.)

GRAD AV
SULFIDMINERALISERING

0 = IKKE MINERALISERT.
1 = LITE MINERALISERT.
2 = MIDDELS STERKT MINERALISERT.
3 = STERKT MINERALISERT.

LOKALITET.	
A (2)	Tett rødforvitret b.a. og svart serp.
B (0)	Oppsprukket flak (10cm tykt), dels rødforvitret.
C (1) PRØVE	Tett rødforvitret b.a. og svart flakig b.a.
D (2)	Avskalling i overheng, tett serp.
E (2)	Rødforvitret b.a. Noe skifrig = tektonisert. (i nærheten av en knusn. sone)
F (0)	Rødforv. tett b.a.
G (0)	" " "
H (1)	" " "
I (1) PRØVE	" " " (Prøven inneh. rødaktig ^{sulfid?} serp).
J (3)	Tektonisert svart serp.
K (3)	" " "
L (1)	Rødforvitret tett b.a.
M- (3)	Tektonisert svart serp.
N (3)	" " "