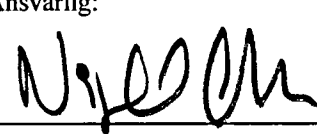


NGU Rapport 99.114  
Ofiolittundersøkelser i Snåsa og Lierne:  
en rekognosering for å påvise mulig  
økonomisk interessante forekomster av  
malm, industrimineraler og naturstein.

Rapport nr.: 99.114		ISSN 0800-3416	Gradering: ÅPEN	
Tittel: Ofiolittundersøkelser i Snåsa og Lierne: en rekognosering for å påvise mulig økonomisk interessante forekomster av malm, industrimineraler og naturstein.				
Forfatter: Lars Petter Nilsson, Brian A. Sturt & Donald McDonald Ramsay		Oppdragsgiver: NGU/Statskog		
Fylke: Nord-Trøndelag		Kommune: Snåsa og Lierne		
Kartblad (M=1:250.000)  Grong		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1823-2 Gjevsjøen og 1923-1 Murusjøen		
Forekomstens navn og koordinater: Raudfjellet (Snåsa) 397000/7109500 (senterkoord.), Fjellraudberget (Nordli) 449000/7145000 (senterkoord.) samt diverse andre forekomster både i Snåsa og Lierne		Sidetall: 92                      Pris: kr. 360,- Kartbilag: 1		
Feltarbeid utført: juni-juli samt oktober 1999	Rapportdato: 13.12.1999	Prosjektnr.: 283600	Ansvarlig: 	
<p><b>Sammendrag:</b></p> <p>Rapporten oppsummerer resultater fra befaring av ofiolittfragmenter i Snåsa og Lierne i månedskiftet juni – juli samt en kort oppfølgingstur i oktober 1999. Etter undersøkelse av en hel rekke ofiolittfragmenter står vi igjen med to som det er klart verd å følge opp med hensyn til mineralressurs-potensialet nemlig <i>Raudfjellet i Snåsa</i> og <i>Fjellraudberget i Lierne</i>.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• En 4,5 km lang og opptil 150 m mektig hydrotermalsone på <i>Raudfjellet</i> består av listwaenitt og kleberstein. Klebersteinen er hovedsakelig en talk-magnesitt bergart med helt underordnede mengder av andre mineraler (amfibol, serpentin, magnetitt, etc.). Den har et betydelig potensiale både som industrimineral (talk) og som blokkstein. Videre kan magnesitten være aktuell som magnesiumråstoff. Listwaenitten som er hovedsakelig en magnesitt- eller breunneritt-bergart, med stort sett underordnet kvarts, har muligens også et potensiale som magnesium-råstoff. Både listwaenitten og klebersteinen er testet på gull, platina og palladium, men med hittil negative resultater. Derfor anbefales ingen høyt prioritert oppfølging på edelmetallsiden. I tillegg til ovenstående kan de sentrale deler av dunitten på <i>Raudfjellet</i> muligens ha et potensiale som olivinråstoff.</li> <li>• Klebersteinen på <i>Fjellraudberget</i> er knyttet til randsonene av en rekke små ultramafiske kropper. Det ble lokalisert flere kleberforekomster innenfor et ca. 200 x 400 m stort området, men potensialet antas å være mye større, særlig mot vest. Kleberen utmerker seg stedvis her ved å være svært talkrik (&gt;95 % talk) samtidig som det er en tett og fin stein. En liten, sterkt kleberomvandlet ultramafisk kropp like øst for <i>Kveeidet</i> anbefales også undersøkt, primært på grunn av beliggenheten helt ved vei.</li> </ul> <p>Ved siden av det rent praktisk geologiske har undersøkelsene hatt en betydelig vitenskapelig verdi, særlig med hensyn til forståelsen av tektonostratigrafien, og det i et regionalt perspektiv. På <i>Raudfjellet</i> ble identifisert store deler av en i det alt vesentlige intakt ofiolitt-stratigrafi og med klare og instruktive feltrelasjoner til bergartene både i heng og ligg av ofiolittfragmentet.</p>				
Emneord: naturstein		industrimineraler		ofiolitt
	kleberstein		talk	magnesitt
		gull	platina	fagrapport

<b>INNHold</b>	<b>side</b>
1. INNLEDNING	5
2. GENERELL OVERSIKT OVER MINERALPOTENSIALET I EN OFIOLITT	7
3. RAUDFJELLET I SNÅSA	9
3.1 Innledning	9
3.2 Tidligere kartlegging	10
3.3 Oversikt over Raudfjellets geologi	10
3.4 Hydrotermalsonen gjennom Raudfjellet	15
3.5 Seksjonsvis detaljbeskrivelse av hydrotermalsonen med vekt på talk/klebersteinspotensialet	16
3.6 Den hydrotermale aktiviteten på Raudfjellet: dannelse og alder	21
3.7 Listwaenitt som mulig magnesiumkilde	21
3.8 Listwaenitt og gull	23
3.9 Gabbro-pyroksenitt kumulater og platina-gruppe elementer (PGE)	24
4. ØVRIGE OFIOLITTFRAGMENTER I SNÅSA	26
4.1 Gaundalsklumpen – Haukberget	26
4.2 Ultramafittkupper mellom Haukberget og Høgsetet	27
4.3 Høgsetet	28
5. ULTRAMAFISKE BERGARTSKROPPER I NORDLI	29
5.1 Litlebursklumpen	29
5.2 Hestkjældalen	30
5.3 Fjellraudberget	30
5.4 Skograudbergene og omkringliggende ultramafitter	33
5.5 Ultramafitter ved Kveeidet samt langs Kvesjøen og Sandsjøen	35
6. KONKLUSJONER	38
7. LITTERATURREFERANSER	41

## **FIGURER**

Figur 1	Kartskisse over arbeidsområdet for den nye nasjonalparken i Nord-Trøndelag	45
Figur 2	Tverrsnitt gjennom en idealisert ofiolittsekvens	46
Figur 3	Ultramafisk mylonitt i skyvesonen i bunnen av Raudfjellet ofiolittfragment	47
Figur 4	Polymikt mafisk-ultramafisk konglomerat som overlager Raudfjellet ofiolittfragment	47
Figur 5	Detalj av kontakten på Fig. 4: in situ konglomerat med listwaenitt-materiale	48
Figur 6	Detalj av kontakten på Fig. 4: løsblokk av konglomerat med listwaenitt-materiale	48
Figur 7	Fra gabbro-pyroksenittsonen på Raudfjellet: typisk nodular pyroksenitt	49
Figur 8	Fra gabbro-pyroksenittsonen på Raudfjellet: typisk båndet pyroksenitt	49
Figur 9	Fra hydrotermalsonen gjennom Raudfjellet: innledende arbeider med blokkuttak på lok 45	50
Figur 10	Fra hydrotermalsonen gjennom Raudfjellet: siste del av blokkuttaket på lok 45	51
Figur 11	Fra hydrotermalsonen gjennom Raudfjellet: oversikt over lok 46 i Rypsnargrubba	52
Figur 12	Fra hydrotermalsonen gjennom Raudfjellet: innledende arbeider med blokkuttak på lok 46	53
Figur 13	Fra hydrotermalsonen gjennom Raudfjellet: resultatet av blokkuttak på lok 46	54
Figur 14	Fra hydrotermalsonen gjennom Raudfjellet: naturlig "flotasjon" av talk på tjernet ved lok 46	55
Figur 15	Fra hydrotermalsonen gjennom Raudfjellet: rensaget talkrik kleber fra lok 6 i Rypsnargrubba	56
Figur 16	Fra hydrotermalsonen gjennom Raudfjellet: magnesitrik listwaenitt	57
Figur 17	Fra hydrotermalsonen gjennom Raudfjellet: detalj av listwaenitt med typisk ribbekvarts	57
Figur 18A	Teoretisk dannelsesmodell for gullanrikning i listwaenitter	58
Figur 18B	Eksempel på opptreden av listwaenitt i ofiolittiske ultramafiske komplekser i Saudi-Arabia	58
Figur 18C	Skisse som viser mulige lokaliseringer av edelmetall-konsentrasjoner i en ofiolitt	59
Figur 19	Polymikt mafisk-ultramafisk konglomerat avsatt på inkonformiteten over Gaundalsklumpen	60
Figur 20	Detalj av Fig. 19: ofiolittderiverte boller av gabbro, leuko-gabbro, pyroksenitt, etc.	60
Figur 21	Oversiktsbilde av ultramafittene på nordsiden av Hestkjældalen i Nordli	61

- Figur 22 Eksempler på rensaget talkrik kleberstein fra Fjellraudberget i Nordli
- Figur 23 Raudfjellet ofiolittfragment i Snåsa. Utsnitt av prelim. berggrunnskart Gjevsjøen 1:50 000
- Figur 24 Utsnitt av geologisk kart Jævsjøen M 1:100 000 (Foslie 1959)
- Figur 25 Utsnitt av preliminært berggrunnskart Murusjøen M 1:50 000 (Reinsbakken & Fossen 1988)
- Figur 26 Utsnitt av geologisk kart Nordli M 1:100 000 (Foslie 1959), forstørret til M 1:50 000
- Figur 27 Kartskisse i M 1:10 000 med inntegning av ultramafiske og gabbroide linser i området Storbekken – Fjellraudberget i Nordli
- Figur 28 Geologisk feltskisse (kroki) over Fjellraudberget i Nordli, M 1:2500 (BAS & DMR, okt.-99)
- Figur 29 Skograudbergene, Nordli, kartskisse i M 1:10 000
- Figur 30 Kveskallen og øvrige ultramafiske linser syd for Kveeidet – Kvesjøen, Nordli, kartskisse i M 1:5000

## TABELLER

- Tabell 1 Prøveliste for analyser og preparater (Total prøveliste)
- Tabell 2 XRF hovedelementer
- Tabell 3 XRF sporelementer (Del 1 og 2)
- Tabell 4 Total karbon (TC) og total svovel (TS)
- Tabell 5 Hvithetsmålinger på kleberstein
- Tabell 6 Prøveliste kun for prøver til analyse ved ACME Anal. Laboratories Ltd., Vancouver, Canada
- Tabell 7 ACME analyser (ICP analyse på 30 kationer (partial leach) + fire assay Au, Pt og Pd)

## TEKSTBILAG

- Bilag 1 Notes on the general geology of the Raudfjellet Massif by BAS & DMR 26.10.99
- Bilag 2 Notes on the general geology and occurrence of talc in the Nordli area by BAS & DMR 28.10.99
- Bilag 3 Alfabetisk ordliste med forklaring av noen geologiske faguttrykk

## VEDLEGG

- Vedlegg 1 Kart over hydrotermalsonen gjennom Raudfjellet i Snåsa, M 1:10 000

## 1 INNLEDNING

Foranledningen til inneværende samarbeidsprosjektet mellom NGU og Statskog var Statskogs henvendelse til fylkesgeolog Ole Sivert Hembre om å få en oversikt over de mineralske ressurser som måtte ligge på Statskogs grunn innenfor den foreslåtte Lierne-Verdal Nasjonalpark. Oversikten forelå i form av en rapport datert 05.01.1999. Rapporten tar for seg både mutbare og ikke-mutbare mineralske råstoffer i hele det området som ligger innenfor arbeidsgrensene for den foreslåtte nasjonalparken, uten hensyn til grunneierforholdene. Med denne rapporten som grunnlag ble de grunneier-eide mineralressursene prioritert. Utvidelsesplanene for den eksisterende 180 km<sup>2</sup> store Gressåmoen Nasjonalpark er ikke av helt ny dato. De ble første gang lansert som et forslag fra Statens Naturvernråd for 13 år siden (jfr. NOU 1986:13 *Ny landsplan for nasjonalparker*) etter oppdrag fra Miljøvern-departementet i 1982 om å utarbeide en landsplan for nye nasjonalparker og andre større verneområder.

Per i dag arbeider Fylkesmannens miljøvernavdeling med planutkastet for den nye parken, og de mener seg kjent med geologien innenfor arbeidsgrensene (jfr. Trønder-Avisa 7/7 1999). Parkplanforslaget sendes snart ut på høring, og det er derfor viktig at alle tenkelige mulige økonomiske mineralressurser blir tatt inn og vurdert i behandlingen av parkutvidelsen, ikke bare ofiolitt-tilknyttede mineralforekomster og skifer.

Prosjektets navn *Ofiolittundersøkelser i Snåsa og Lierne* viser geografisk og geologisk begrensning: Det er kun *ofiolittfragmenter og assosierte bergarter* innenfor de to nevnte kommuner som er viet oppmerksomhet i inneværende prosjekt, mens *skiferundersøkelser* er skilt ut som et eget prosjekt. Ofiolittfragmentene er små erosjonsrester av et opprinnelig stort flak av havbunnskorpe med tilhørende underliggende mantel som en gang dekket et areal tilsvarende minst hele Trondheimsfeltet fra Otta – Vågå traktene i syd til Snåsa - Lierne i nord.

Ofiolittfragmentene opptar bare en meget liten del av Statskogs grunn innenfor den planlagte nasjonalparken. Det må derfor understrekes at det er vel verd å fokusere også på andre mulige mineralressurser innenfor de foreslåtte parkgrensene. Et eksempel kan være naturstein (orbikulær og massiv pyroksenitt og gabbro) og/eller malm (Cu-Ni-PGE-Au eller Fe-Ti-Ap) i høymagnetiske mafiske- og ultramafisk-mafiske intrusjoner i grunnfjellet i Lurudalen (Gressåmoens nærområder), bergarter som muligens ikke har vært vurdert særlig mye ennå i økonomisk sammenheng, verken da de ble kartlagt av statsgeolog Steinar Foslie i 1932 (jfr. geologisk kartblad Sanddøla M 1:100 000) eller senere under arbeidet med berggrunnskart 1:250 000 Grong (Roberts 1997). Dette blir eventuelt tatt opp som et eget prosjektforslag.

I inneværende, ganske sterkt tidsbegrensede prosjekt fant vi det riktig å fokusere sterkest på talk/kleberstein og listwaenitt fordi den hydrotermale sonen vi rekognoserte og grovkartla i Raudfjellet i Snåsa er meget stor, i hvert fall etter norske forhold, med en strøklengde på 4,5 km og en mektighet på opptil 150 m. Hydrotermalsonen ble oppdaget av Foslie i 1934, men den er aldri tidligere blitt studert og beskrevet i detalj.

Fordi klebersteinen og listwaenitten opptrer om hverandre, stedvis ganske intimt, konsentrerte vi arbeidet om begge disse bergartene. Vi rekognoserte og prøvetok kleberstein til blokk og industrimineralformål (talk + eventuelt magnesitt) samt listwaenitt og delvis også kleberstein for gull og platina-analyser. I tillegg tok vi også vaskeprøver fra bekker (tungmineral-konsentrater) til gull og platina-analyser. Videre er det rekognosert for å se om vi kunne ha mulig favorable bergarter for platina gruppe element (PGE) mineraliseringer slik som ultramafiske kumulater (f. eks. horisontbestandig lagdelt dunitt og wehrlitt med kromittbånd tilsvarende forholdene på Leka, jfr. Pedersen et al. 1993), men vi har ennå ikke lokalisert favorable bergartsassosiasjoner. Områdene med gabbro-pyroksenitt rett på vestsiden av hydrotermalsonen er ikke undersøkt i detalj ennå. Disse områdene har flere steder en vel utviklet modal lagning og kan mulig representere et favorabelt miljø for PGE-mineraliseringer (se senere).

Resultatene av våre undersøkelser er satt opp områdevis og analyseresultatene tabellarisk til slutt.

De som var med på feltarbeidet i månedskiftet juni-juli –99 under prosjektet er følgende:

fra Norges geologiske undersøkelse NGU:

sjefsgeolog professor dr. Brian A. Sturt (prosjektleder), i rapporten heretter forkortet (BAS)

professor dr. Donald M. Ramsay (DMR)

forsker dr. David Roberts (DR)

forsker Lars Petter Nilsson (LPN)

fra Nord-Trøndelag fylkeskommune:

fylkesgeolog Ole Sivert Hembre (OSH)

I oktober –99 foretok BAS & DMR en kort oppfølgingstur til Nordli, mens LPN, OSH og konsulent Asbjørn Flaas (Statskog Trøndelag/Møre) samtidig besøkte Raudfjellet i Snåsa for å ta ut noen mindre prøveblokker. LPN befarte videre på samme turen Skograudbergene, Kveskallen samt noen mindre kropper i Nordli.

## 2 GENERELL OVERSIKT OVER MINERALPOTENSIALET I EN OFIOLITT

Det fins en rekke forskjellige mineralforekomster som kan opptre innenfor en ofiolittsekvens. Tar vi først for oss *metalliske mineralforekomster* har vi stratigrafisk øverst i en idealisert ofiolittsekvens (jfr. også Fig. 2) rene kismalmer med kobber (Cu), sink (Zn) og svovel (S), sistnevnte vesentlig i form av svovelkis. Løkkenmalmen i Meldal er det beste norske eksemplet. Går vi nedover i ofiolitten avtar først sink og svovel (svovelkis) og erstattes gradvis av nikkel (Ni), kobolt (Co) og gull (Au). Snart kommer også platina-gruppe elementene (PGE) inn i sekvensen. En meget rik malm med kombinasjonen kobber-nikkel-platinametaller-gull har vi for eksempel på Feøy utenfor Haugesund. Videre har vi et par små mineraliseringer spesielt anrikt på Cu-Co-Au på østsiden av Leka (skjerpene Frøvik og Sjøhaug). Så langt opptrer hele veien mineralene som sulfider (svovelholdige mineraler). Mot bunnen av havbunnskorpen avtar hyppigheten av Ni og Cu sulfider, men gull og platinametaller holder fremdeles stand. I stedet for Ni og Cu får man inn tynne, men horisontbestandige lag av krom (Cr) i form av oksydminaliseringer (kromitt). Det beste norske eksemplet er øya Leka, og Feragen. I bunnen (i mantelen, d.v.s. under det som vi regner med til havbunnskorpen) er gullet sterkt redusert eller forsvunnet, og vi får kromitt i form av mer uregelmessige kropper som stedvis er assosiert med anrikninger av platina-metaller (for eksempel Leka samt Feragen og Osthammeren ved Røros).

*Idealisert (komplett) ofiolittsekvens, d.v.s. snitt gjennom et stykke havbunnskorpe og tilhørende underliggende mantel med stratigrafisk lokalisering av mulige metalliske mineralforekomster:*

<u>havbunnskorpe (stratigrafisk øverst):</u>	<u>malmtyp</u>	<u>norske eksempler:</u>
kiselsyrerike sedimenter (chert, m.m.)		
basaltiske putelavaer	kismalm (Cu-Zn-S)	
overgang: putelavaer med innslag av mafiske ganger	kismalm (Cu-Zn-S)	Løkken, Vigsnes
gangkompleks (opptil 100% mafiske ganger på et visst nivå)	Cu-Zn-S-Au-Ni	Leka
overgang: mafiske ganger i gabbro	Cu-Ni-PGE-Au	Feøy (Karmøy)
massiv/variert tekstur gabbro	Cu-Ni-Co-Au-(PGE)	Karmøy
lagdelt gabbro (kumulater)	Cu-Co-Au(PGE)	Frøvik og Sjøhaug (Leka)
overgang: lagdelt gabbro med innslag av pyroksenitt (kumulater)	Cu-Ni-PGE-Au	Lyngen
lagdelte ultramafiske bergarter (f.eks. dunitt-wehrlitt kumulater)	Cr-PGE-(Au)	Leka
<u>mantel (stratigrafisk nederst):</u>		
massiv peridotitt med varierende mengder gjennomsettende dunittiske kropper	Cr-(PGE)	Leka samt Feragen, m.fl.

I tillegg til ovennevnte kan vi i ofiolitter ha *gjennomsettende hydrotermalsoner* som ikke er bundet til et helt bestemt stratigrafisk nivå. Disse kan f. eks. bestå av *listwaenitt* (en bergart vesentlig bestående av karbonat+kvarts) og/eller *kleberstein* (en bergart med vesentlig talk+karbonat). Det er kjent fra flere ofiolittkomplekser, bl. a. på Newfoundland, i Marokko, Tyrkia, Saudi-Arabia og Italia at listwaenitt samt eventuelt assosiert kleberstein kan ha et mulig potensiale på gull.

Fra Norge er det kjent at listwaenitt-lignende omvandlingssoner på Leka er sporadisk anriktet på gull (Rundhovde 1992, appendix G og H).

I tillegg til de metalliske malmforekomstene (inkludert assosiert svovel fra svovelkis) fins en rekke ikke-metalliske mineralforekomster (industrimineraler) samt naturstein knyttet til ofiolitter:

**Industrimineraler** kan være *talk*, *magnesitt*, *olivin*, *serpentin* (benyttes bl. a. i stor utstrekning i Spania), *asbest* (lite aktuelt lenger), o.s.v.

**Naturstein** (d.v.s. bygningsstein, dekorstein, monumentstein, skulpturstein, etc.) kan være *edelserpentin* (f. eks. Sparbu-serpentina), *kleberstein*, *diabas*, *trondhemitt* (forekommer som ganger i de øvre delene av ofiolitten) og *pyroksenitt*.



### 3 RAUDFJELLET I SNÅSA

#### 3.1 Innledning

Raudfjellet er navnet på fjellpartiet mellom Grønningen og Langvatnet/Raudtjørna i Snåsafjellene, ca. 3,5 til 7 km fra svenskegrensen. Navnet skriver seg fra den rødliggulvitrende serpentiniten som utgjør den høyeste delen av fjellpartiet.

Raudfjellet er med sine ca. 8-9 km<sup>2</sup> det nest største ofiolittfragmentet i Nord-Trøndelag etter Leka ofiolitten (ca. 50-60 km<sup>2</sup>) når vi ser bort fra fragmenter som er helt dominert av metabasaltiske lavaer (grønnsteiner). Det helt spesielle med Raudfjellet, eller "settingen" til Raudfjellet i regionalt perspektiv, er den nesten sammenhengende rekken av ofiolittfragmenter som Raudfjellet og ultramafittlinsene videre mot sydvest danner. Disse ligger etter norske "kaledoniske" forhold uvanlig tett etter hverandre langs samme horisont over en strøklengde på 23 km fra *Skardtjørnhaugen* nord for Raudfjellet via *Raudfjellet*, *Gaundalsklumpen-Haukberget*, *Bergåsen til Høgsetet* (Riksgrenserøys nr. 175) for å nevne de viktigste av fragmentene på norsk side av grensen. Den største åpningen mellom to fragmenter er de 5,7 km fra sydenden av Raudfjellet til Gaundalsklumpen. Fra Høgsetet går horisonten videre mot SSV først litt inn på svensk side, bøyer så av inn mot grensen og krysser (tangerer) så vidt denne ved *Strådalsklumpen* innerst i Verdalen før den bøyer av østover og går innover i Sverige (jfr. Foslie 1959a,c, Törnebohm 1896, Strömberg 1999). Til tross for størrelsen har Raudfjellet så langt i økonomisk geologisk sammenheng vært viet minimal oppmerksomhet.

En av premissene for inneværende prosjekt, slik som postulert av undertegnede forfatterne, var den geologiske likheten med andre deler av de sentrale skandinaviske kaledonider. Arbeid utført under andre prosjekter av undertegnede forfattere i trakten fra Gudbrandsdalen via Grimsdalen til Østerdalen og gjennom Røros-området til Tydalen, viser at det er en *fortsettelse både av geologien i detalj og av den geologiske strukturen* (Sturt et al. 1995, 1997a,b). Et eldre, proterosoisk, metamorft kompleks, Heidal gruppen (=Gula, =Seve), er der overlagret av et stort ofiolitt-kompleks, Vågåmo-ofiolitten. Denne er i sin tur overlagret med en markert inkonformitet (vinkeldiskordans) av en sedimentær/vulkansk bergarts-assosiasjon tilhørende Sel gruppen (=Køli). Alle disse bergartene er foldet i en stor, liggende fold, Jønndals-synklinalen, som kan følges fra Vågåvatnet i syd til Tydalen i nord. Denne store folden ser ut til, på basis av arbeid i inneværende prosjekt, å fortsette gjennom Meråker og inn til traktene ved Raudfjellet. Raudfjell-massivet ser ut til å ligge på den østlige og "rett-vei opp" flanken av denne strukturen. Dette sydlige området (Vågå-Otta-Østerdalen) er velkjent for sine forekomster av talk og kleberstein so er dannet fra de ultramafiske deler av ofiolitten og dennes sedimentære derivater (serpentinkonglomerater/sandsteiner).

### 3.2 Tidligere kartlegging

A.E. Törnebohm ser ut til å ha vært den første geologen som har vært i nærheten av Raudfjellet, og det i 1871 på en av sine tidligste rekognoseringssturer i grensetraktene. Han observerte da Raudfjellet, dog på litt avstand: ”*N. om Holdern såg jag dock på afstånd ett större berg, hvilket, att döma af dess gula färg, antagligen äfven består af serpentin*” (Törnebohm 1872, s. 29). Törnebohm besøkte senere både selve Raudfjellet og fjelltraktene omkring, og opplysninger herom er gitt i hans store monografi over fjellkjeden (Törnebohm 1896). I dette verket (s. 77) har han bl. a. profiler både gjennom Raudfjellet, Haukberget, Riksgrenserøys nr. 174 og nr. 173. I profilet gjennom Raudfjellet har han merket seg at ”dioriten” (d.v.s. gabbroen) er ”*i liggandet något talkig*”. Videre viser hans fremragende oversiktskart i M 1:800 000 at han har kartlagt både den mafiske og den ultramafiske blokken på Raudfjellet med riktig størrelse og lokalisering.

Raudfjellet ble deretter kartlagt i detalj, d.v.s. i skalaen 1:50 000, av statsgeolog *Steinar Foslie* i 1934 som en del av hans mangeårige og sammenhengende kartlegging av Grongfeltet, Grong-kulminasjonen og den nordligste delen av Trondheimsfeltet. Kartblad ”Jævsjøen” (ref. Foslie 1959a) som inkluderer Raudfjellet og nabofragmentene mot SV ble trykt i målestokk 1:100 000 i 1959 (etter Foslies død) etter en redaksjonell gjennomgang av daværende statsgeolog Christoffer Oftedahl.

I 1974/75 ble Raudfjellet rekognosert av *Fritz Kautsky* under hans rekartlegging og tolkning av et større område på begge sider av riksgrensen (Jävsjön-Langvatnet-Heggsjøfjellområdet) (Kautsky 1977). Omtrent på samme tid arbeidet også *M. Plikk* i Raudfjellet med kartlegging og geokjemisk prøvetaking (ref. Stigh 1979, s. 123), men vi har ennå ikke funnet bevis for at noe av Plikks arbeider er publisert.

Deretter ble Raudfjellet i 1988 rekartlagt/rekognosert av *Stefan Bergman* og *Håkan Sjöström* under den generelle berggrunnskartleggingen innenfor NGUs Nord-Trøndelagsprogram (kartbladet ”Gjevsjøen” i M. 1:50 000, Sjöström & Roberts 1992). Bergman & Sjöströms bidrag var et rent kartbidrag uten noen ledsagende tekst (rapport, e. a.) ifølge Roberts (pers. komm. 1999).

### 3.3 Oversikt over Raudfjellets geologi

Raudfjellet er et nesten komplett ofiolitt-fragment med en vel bevart nedre del (øvre mantel del). Den ultramafiske delen ligger direkte over et middels til høy amfibolitt facies Seve kompleks (Skjötningen dekket), og en markert ultramafisk mylonitt (Fig. 3) er utviklet på kontakten (150 m tykkelse). Ofiolitten er diskordant overlappet av en Köli metasedimentær enhet med et basalkonglomerat rikt på mafiske og ultramafiske boller (Fig. 4). En stor hydrotermalsone bestående av listwaenitt og talk/kleberstein predaterer diskordansen under

Köli-enheten, og boller av listwaenitt opptrer i konglomeratet som kutter hydrotermalsonen (Fig. 5 og 6).

### ***Den ultramafiske delen***

En tydelig ultramafisk mylonitt er utviklet på kontakten (150 m tykkelse) ved den østlige grensen av Raudfjell-massivet (Fig. 3). Mylonitten er idag retrogradert, men det finnes tegn til at den opprinnelig representerer en høy-temperatur mylonittsone dannet under obduksjonen av en stor Trøndelags-ofiolitt. Dette bevises med tilstedeværelsen av rester av olivin-pyroxenitt mylonitter som er kuttet av olivinårer, d.v.s at temperaturen under innskyvningen lå over grensen for rekrystallisasjon av olivin.

Hoveddelen av den ultramafiske blokken består vesentlig av mer eller mindre serpentinisert dunitt. For deler av massivet er serpentiniseringen så sterkt fremskredet at vi muligens har en ren serpentinit, men Kautsky (1977, s. 34) rapporterer at ultramafittens indre (sentrale) deler er meget frisk med opptil ca. 90 % olivin og resten serpentinmineraler (dette er noe som tyder på muligheten til å vurdere Raudfjellet som olivinkilde). Hele fjellpartiet omkring det egentlige Raudfjellet med 693 m varden (trig.-punkt) og nordover til søndre Stokktjørna, med unntak av et 0,1 km<sup>2</sup> stort område syd for Rypsnargrubba, består tilsynelatende av varierende serpentinisert dunitt. Fra trig.-punktet og sydvestover mot stor-Hallartjørna har vi først serpentinisert dunitt, men kommer nede ved tjørna helt lokalt over i serpentinisert peridotitt, dunittens formodede vertsbegart. Det spesielle med Raudfjellet er at det er så lite peridotitt tilstede i forhold til arealet som opptas av dunitt (dette inntrykket bygger på våre samlede iakttagelser, men vi har kun rekognosert og ikke kartlagt ut den nøyaktige arealfordelingen mellom de to bergartene). I akademisk sammenheng er denne arealfordelingen meget interessant. Vi har sannsynligvis her ett eller flere relativt sett meget store dunittlegemer i peridotitten (vertsfasen) og lokalisert helt i øverste del av mantelen. Da massivet ennå ikke er kartlagt i detalj er det imidlertid umulig å være definiv når det gjelder det relative arealforhold mellom dunitt og peridotitt.

Helt karakteristisk, sammenlignet med andre godt studerte ofiolitter, har vi ingen kjente økonomiske kromittforekomster i dunitten her (ingen skjerp på kromitt er registrert), men flere steder små parallelle strenger (cm - dm skala) av relativt rik kromittimpregnasjon, særlig i området syd for 693 m trig.-punktet.

Det er selvfølgelig godt mulig at vi under våre korte rekognoseringer har oversett peridotittpartier og fokusert litt ensidig på tilstedeværelsen av en eller flere antatt meget store metadunittkropper. Kautsky (1977, s. 33) betrakter f. eks. bergarten som helhet som en "olivinperidotit", og bemerker at det ikke er uvanlig med lokale konsentrasjoner i form av flekker og bånd av kromitt. Det siste er vanligvis en god dunitt-indikator (d.v.s. kromittanrikninger i ofiolittene opptrer nesten alltid i dunitt og mye mer sjelden i harzburgitt, lherzolitt, wehrlitt eller pyroxenitt).

Stigh (1979, s. 124) nevner at "The ultramafic unit is in most parts homogeneous and can be characterised as a peridotite grading into an olivinite. Areas with a well developed layering ..., consisting of alternating dunitic and harzburgitic rocks, occur". Det siste har ikke vi observert spor av ennå, men det er en meget viktig observasjon tilsynelatende gjort av M. Pliikk (jfr. Stigh 1979, s. 32). Fra Stigh's analyser (loc. cit. s. 127) indikerer også CaO innholdet på 0,38 % (gjennomsnitt for 11 analyser) at det kan være metaperidotitt (serpentinisert olivinrik harzburgitt?) tilstede blant de 11 analyserte ultramafittprøvene fra Raudfjellet. Stighs generelle bergartsinndeling (modalbasert) med gruppering av XRF hovedelement-analyser, resultatene av analysene, o.s.v., gjennomgående for hele hans doktorgradsarbeid (loc. cit. s. 8-9, 31-41, 62-70, 80- 81, 127, appendix A, m.m.) tilsier imidlertid at en tolkning av disse data bør tas med betydelig forbehold. Tar vi f. eks. utgangspunkt i Stighs egne modalbaserte klassifikasjon (loc. cit., s. 66-69), omgjør disse etter Streckeisens system/terminologi (Streckeisen 1976, Le Maitre 1989), skulle vi innenfor den ultramafiske blokken på Raudfjellet i det alt vesentlige ha en homogen pyroksenitt med en gradvis overgang til peridotitt. Dette er noe som vi må konstatere ikke er riktig, og dessuten misvisende!

*Vi konkluderer derfor foreløpig med at dunitt (fra relativt frisk til sterkt eller fullstendig serpentinisert) er den volummessig langt viktigste bergarten innenfor den ultramafiske delen (=ultramafiske blokken) på Raudfjellet.*

### ***Noen kommentarer til olivininnholdet i den ultramafiske blokken***

Den ultramafiske blokken på Raudfjellet består som nevnt over vesentlig av dunitt og lite peridotitt. De sentrale delene av denne flere km<sup>2</sup> store blokken består også som nevnt ifølge F. Kautsky av nesten helt frisk dunitt med opptil ca. 90 % olivin og resten serpentinmineraler. Vi har så langt i innværende prosjekt ikke befattet oss med problemstillingen *olivin som industrimineral*, verken under feltarbeidet eller senere, og vi har derfor ikke prøvetatt de aktuelle delene av ofiolitten. Vi har heller ingen opplysninger om olivins magnesiuminnhold, men det vanlige i slike bergarter er en olivin med forsteritt-komponent i området Fo<sub>88-92</sub> (jfr. Albrechtsen et al. 1991 fra Leka). Det synes imidlertid klart at de sentrale deler av mantelblokken på Raudfjellet mulig kan representere en stor olivinforekomst hvis det fins partier som er tilstrekkelig lite serpentinisert. Olivin som industrimineral er imidlertid et lavverdi produkt som bare i meget liten grad tåler transportkostnader (jfr. transportforholdene ved A/S Olivin, Åheim på Sunnmøre). Vi anbefaler derfor kun en enkel kartlegging/rekognosering av dunittområdene med hensyn på olivin-innholdet med Fritz Kautsky's viktige informasjon i minne.

### ***Den gabbroide delen***

Den gabbroide delen består vesentlig av en normal, massiv til foliert metagabbro. Stratigrafisk øverst i vest har imidlertid BAS & DMR flere steder gjort observasjoner av mafiske ganger i gabbroen. På en lokalitet observerte de til og med en rekke mafiske ganger i hverandre, d.v.s en flik av det som stratigrafisk høyere opp utgjør gangkomplekset med opptil 100 % ganger i

hverandre (jfr. kapittel 2 samt avsnittet om ofiolittstratigrafi under). Inn mot overgangssonen mot metadunitten får vi et gradvis økende innslag av parallelle/semi-parallele tynne bånd til litt tykkere lag av rust rød vitrende metapyroksenitt, maksimalt med noen få meter eller ti-meters lengde og noen få meters mektighet. Denne pyroksenitten representerer tydelig kumulater i den gabbro-dominerte sekvensen. Figur 7 og 8 viser gabbro/pyroksenitt feltforholdene på to representative lokaliteter.

Figur 7 viser en karakteristisk rødbrunflekket pyroksenitt (jfr. Stigh 1979, s. 129), mens Figur 8 viser en båndet pyroksenitt hvor pyroksenkrystallene er orientert langs etter lagningen i magmakammeret. Videre viser det siste bildet typisk *magmatisk erosjon*, d.v.s. at tidlig utkrystalliserte lag (til høyre på figuren) er erodert (kuttet med en ca. 20° vinkel) og senere lag suksessivt avsatt (krystallisert) fra erosjonsflaten.

Det umiddelbare inntrykk av feltforholdene er at det hele ikke på langt nær er så regelmessig utviklet i stor skala som f. eks. dunitt-wehr litt kumulatene på Leka som kan følges over flere km langs strøket (Pedersen et al. 1993). På Raudfjellet mangler vi rent ultramafiske, horisontbestandige kumulater når vi sammenligner med Leka. Pyroksenittbåndene/lagene er steiltstående og danner en 60°-90° vinkel i strøkretningen med overgangssonen mot metadunitten. De to grovt sett jevnstore hoveddelene av ofiolittfragmentet, den gabbroide og den ultramafiske, har her tilsynelatende på et tidlig stadium, mens det hele var en del av havbunnskorpen med underliggende mantel (d.v.s. før obduksjon, erosjon og konglomeratdannelse), rotert nesten 90° i forhold til hverandre som to stive, rigide blokker.

Fra BAS & DMR's rekognosering innenfor gabbroen tar vi med detaljobservasjoner på lok 47 og 48 beliggende 350 m vest for søndre Stokktjørna (jfr. kartet i Vedlegg 1). Dette for å vise eksempler på feltrelasjoner og petrografi i detalj.

#### Lok 47:

basis:

0,5 – 2 m Båndet pyroksenitt med alternerende bånd, jevn vitringsoverflate og "bikake-tekstur", linse av felsisk bergart i et lite traue (med vei-opp-indikasjon). Båndingen faller ikke sammen med skifriheten i gabbroen. Pyroksenitten ser ut til å utgjøre en horisont i gabbroen.

#### Lok 48:

kort detaljert profil 50 m lenger mot nord:

50 cm mafisk gabbro med feltspatisk topp  
35 cm olivin-pyroksenitt  
48 cm mafisk gabbro med feltspatisk gabbro topp  
210 cm tynnbåndet (2-5 cm) medium til leuco-gabbro  
130 cm pyroksenitt med feltspatisk topp

Denne utviklingen av bergarten ser ut til å være en kumulat-lagning ifølge BAS & DMR.

## **Ofiolittstratigrafien**

Så langt har vi på Raudfjellet observert og identifisert en betydelig del av en komplett ofiolittstratigrafi eller -pseudostratigrafi som nedenstående oppstilling viser:

*Bergartselementer observert og identifisert på Raudfjellet satt i stratigrafisk kontekst:*

### stratigrafisk øverst:

- *Konglomerater* som inneholder detritus (forvittringsmateriale) fra alle delene av en ofiolitt.
- *Første ordens inkonformitet* som med et jevnt forløp kutter ut stadig større deler av den underliggende ofiolitten fra nord til syd.
- *MAFISK BLOKK (skorpefragment) bestående av:*
  - *Et mulig gangkompleks* (bestående av opptil 100 % mafiske ganger på det meste)
  - *Gabbro med diabasganger*
  - *Massiv gabbro* (for det meste i varierende grad foliert)
  - *Lagdelt gabbro* (tydelig modalt lagdelt)
  - *Lagdelt gabbro med økende innslag av pyroksenittiske bånd/lag mot undergrense.*
- *Tektonisk grense* kjennetegnet ved en 60° til 90° diskordans i strøkretningen for kumulatlagene samt en fra 2 til 175 m mektig *overgangssone preget av sterk hydrotermal aktivitet (listwaenitt og klebersteinsdannelse) som "replacement" dannelse.*
- *ULTRAMAFISK BLOKK (vesentlig mantelfragment) bestående av:*
  - *Et 0,1 km<sup>2</sup> område med lag/kropper(?) av dunitt og peridotitt (lherzolitt?) i vekselagring* (i strøkretningen ca. 60°-70° diskordant på den tektoniske grensen)
  - *Ett eller flere relativt meget store legemer av varierende serpentinisert dunitt* (opptil flere km<sup>2</sup> stor(e))
  - *Mulig elementer av mantelperidotitt lokalt tilstede?? (harzburgitt eller lherzolitt)*
- *Gjennomgående ultramafisk mylonittsone i bunnen* som viser at ofiolitten er skjøvet inn over underliggende bergarter med en "varm såle" ("varm skyvesone" med dannelse av bl.a. høytemperatur metamorf olivin, m.m.)

### stratigrafisk nederst:

- *Bergarter tilhørende Skjøtningen-dekket (=Seve ekvivalent; =Heidal ekvivalent).* Det er amfibolittfacies metasedimentære og metavulkanske bergarter. I disse bergartene er det utviklet blastomylonitt i en forholdsvis smal sone (ca. 20 m mektig) mot de ultramafiske mylonittene i bunnen av Raudfjellmassivet.

Det 0,1 km<sup>2</sup> store området med dunitt og peridotitt i vekselagring ligger rett syd for den øverste del av Merkesbekken (Rypsnargrubba) og grenser mot NV opp til hydrotermalsonen. Den litt uregelmessige "båndingen"/alterneringen danner en vinkel i strøkretningen på ca. 60-70° med hydrotermalsonen, omtrent tilsvarende som på gabbrosiden av sonen, se kartet i Vedlegg 1. Området ble bare meget kort rekognosert, og vi rakk ikke i denne omgang å ta

rede på om dunitt/peridotitt vekselagringen representerer kumulater i laveste del av oceanskorpen eller en alternerende dunitt/peridotitt sekvens i den øverste del av mantelen (f.eks. en sverm av parallelle til sub-parallele, gjennomsettende ganger/kropper av dunitt i verts-peridotitt?). Det aktuelle 0,1 km<sup>2</sup> store området hører med til de områder som definitivt bør kartlegges i detalj (M 1:5000 skulle normalt holde; det tilsvarer målestokken ved detaljkartleggingen av Raudhammeren mantelfragment ved Røros hvor dunitt/peridotitt feltrelasjonene romlig sett er meget komplekse).

Vi vet ikke om noe av den opprinnelige ofiolittstratigrafien er borte på grunn av tektoniske bevegelser, men deler av stratigrafien, særlig de øverste delene, er i hvert fall kuttet av inkonformiteten. Når det gjelder de delene av sekvensen som støter inn mot hydrotermalsonen vet vi ikke om noe er kuttet ut på grunn av tektoniske bevegelser (jfr. Fig. 18) eller om rent ultramafiske kumulater er dårlig utviklet, eventuelt ikke dannet i det hele tatt. Det er imidlertid påfallende at praktisk talt alle ofiolittfragmentene i det østlige Trondheimsfeltet, d.v.s. fragmenter tilhørende Vågåmo-ofiolittnivået, mangler ultramafiske kumulater (jfr. Nilsson et al. 1997). Unntaket er den lille kuppen Streitkampen i Folldal som viser en rytmisk oppbygd klinopyroksenitt-dunitt sekvens. Dette er imidlertid et meget lite fragment og dessuten helt isolert fra nabo-ofiolittfragmentene. Det er derfor umulig å si noe om de opprinnelige relasjonene mellom de ulike fragmentene i det tilfellet. Vi har derfor i 98-99% av de tilfellene vi har undersøkt i Trondheimsfeltet enten rene mantelfragmenter med dunitt og peridotitt eller rene skorpefragmenter med diverse gabbrovarianter samt bergartene derover (gangkompleks og lavaer) eventuelt begge deler som f. eks. ved Rusti-Nysetri-Åsåren NV for Otta og på strekningen Røros - Feragen. Det er i så måte også helt karakteristisk at vi i noen tilfeller har observert gabbro-detritus (gabbro-konglomerat) avsatt direkte på mantelperidotitt og dunitt (se under Gaundalsklumpen og Haukberget).

### 3.4 Hydrotermalsonen gjennom Raudfjellet

#### *Innledning*

Under kartleggingen i 1934 oppdaget Foslie det han karakteriserte som meget mektige klebersteinssoner ("...*meget mektige fortalkningszoner, dog alltid uren med meget rikelig karbonat ...*") langs den ovenfor nevnte gabbro/ultramafitt grensen i Raudfjellet (dagbok 1934 bind I, side 117, 121, m.m.) (jfr. Fig. 24). Disse dagboksopplysningene, supplert med det velordnede materialet etter Foslie i NGUs steinprøvesamling, ledet oss til å fokusere sterkt nettopp på gabbro/ultramafitt grensen på Raudfjellet allerede helt fra starten av i inneværende samarbeidsprosjekt med Statskog.

I månedskiftet juni-juli 1999 rekognoserte og grovkartla vi (på økonomisk kart i M 1:10 000) en 4,5 km lang hydrotermalsone av listwaenitt og kleberstein beliggende på grensen mellom gabbro- og ultramafitt-blokkene. Et foreløpig kart over sonen er vist i Vedlegg 1. Denne sonen faller i hovedtrekk sammen med kvarts-karbonat sonen til Bergman og Sjöström, karakterisert som en "kvarts-karbonat bergart av ukjent opprinnelse" (Sjöström & Roberts 1992) (jfr. Fig. 23). I detaljskala er det imidlertid betydelige avvik. Sonen strekker seg f. eks.

minst 850 m lenger mot nord enn det som er vist på det geologiske 1:50 000 kartet (Fig. 23), og den er ikke diskontinuerlig (mangler på en 800 m lang strekning mellom Litj-Hallartjørna og Rypsnargrubba på kartet). Bergman & Sjöström har heller ikke lagt inn klebersteinen på kartet til tross for at den lokalt, særlig i den sydlige delen (vest for Grønningselva mellom Grønningen og Skjelbreia) vel viser kartleggbare mektigheter.

### ***Hydrotermalsonens utstrekning og mektighet***

Hydrotermalsonen ble fulgt over en samlet strekning på til sammen 4,5 km fra Raudbergstjørna (vest for Skjelbreia) i syd til sydenden av søndre Stokktjørna i nord, kun avbrutt (=visuelt avbrutt) på kortere eller lengre strekninger p.g.a. av vann, myr, grusterrasser, morenedekke, m.m. Det er ingen ting som tilsier at sonen kiler helt ut og blir stykkevis fraværende (under overdekket) noe sted innenfor de 4,5 km strøklengde.

Mektigheten varierer fra et par meter eller mindre syd for søndre Stokktjørna til maksimalt ca. 150 m på Hallarhaugen (Vedlegg 1). Tar vi med de delene av sidefjellsgabbro og serpentinit som er tydelig hydrotermalt influert når mektigheten opp i 175 m på Hallarhaugen (vesentlig synlig på gabbrosiden, d.v.s. NV siden, av sonen).

### **3.5 Seksjonsvis detaljbeskrivelse av hydrotermalsonen med vekt på talk/ klebersteinspotensialet**

#### ***Sydligste del: segmentet SSV for utløpet av Grønningen***

Som kartet i Vedlegg 1 viser er dette 900 m lange segmentet av hydrotermalsonen karakterisert av relativt mye kleberstein og lite listwaenitt. I tillegg er klebersteinen her ganske mektig, f. eks. ca. 30 m ved lok 29. Sonen stopper brått mot en primær stratigrafisk diskordans, ved basis av Köli enheten, like syd for lok 27 og påtreffes ikke igjen lenger syd enn dette.

Syd for Holdesbekken deler sonen seg tilsynelatende i to klebersteinsgrener med et lite listwaenittparti imellom, det sistnevnte lengst i nord ved bekken. Syd for Raudbergstjørna blir forgreningen enda mer kompleks. Vi finner her kleberstein i flere retninger. Vi observerte bl. a. grener som ganske skarpt bøyer av nesten 90°, men det er vanskelig å følge de enkelte grenene da de stort sett stikker under myrene. Det hele kan tolkes som en *kompleks hydrotermal nettverksone syd for Holdesbekken*. Denne delen av kartet er sterkt basert på blotninger langs myrkantene og sammendragning (tolkning) av disse. Hadde blotningsgraden vært bedre, kunne vi kanskje ha sett et stort og sammenhengende nettverk av talkskifer/kleberstein her. De lengdene og mektighetene som vi så langt har registrert og nedtegnet på kartet rettferdiggjør imidlertid alene en oppfølging.

Det må undersøkes hvor sterkt magnetisk klebersteinen er, d.v.s. om den kan tenkes å ha noen magnetisk kontrast til omgivende serpentinit/dunit/peridotitt (magnetisk susceptibilitet) for å



se om eventuelle magnetiske bakkemålinger, primært på vinterføre eller frossen barmark, kunne tenkes å ha noe for seg

Videre bør man se mer på steinen både til kleberblokk og nedmalt talk før man eventuelt bestemmer seg for diamantboringer. Til industrimineral-formål (nedmalt talk) er denne sydlige delen av sonen gunstig p.g.a. fraværet av listwaenitt og dermed kvarts. Hadde det vært listwaenitt her ville denne bergarten høyst sannsynlig ha stått opp som markerte rygger i terrenget fordi den både kjemisk og mekanisk er langt sterkere mot forvitring enn omgivende kleberstein og serpentinit.

På ett enkelt sted, lok 27, observerte vi imidlertid litt serpentin i form av krysotil eller stenglig antigoritt(?), på en noen cm bred spalte. Denne er her volummessig sett totalt underordnet i forhold til klebersteinsvolumet (brøkdeler av promille bare!), men tilsier at vi må ha øynene oppe for eventuelt mer av den slags! Senere fant vi serpentin (krysotil?) også i mikroskop-preparat (slip) fra lok 28.

Preparater fra lok 27, 28 og 29 viste følgende sammensetning:

- slip 27: talk og karbonat (magnesitt/breunneritt) som hovedmineraler samt ca. 5 – 10 % Ca-amfibol (tremolitt?) som prismer, lister og fliser.
- slip 28: talk og karbonat som hovedmineraler, men med overpreget (senere) serpentindannelse (krysotil?)(5 – 10 %) i form av lange, syltynne fliser og bøyde nåler spredt i alle retninger.
- slip 29: kun talk og finkornet, granulær karbonat, men her mer karbonat enn talk.

Den nordligste delen av segmentet mellom Holdesbekken og utløpet av Grønningen opptas av en stor grusterrasse. I den NØ-lige delen av terrassen har flere små raviner (dalsøkk) skåret seg helt ned til fastfjell. På lok 30 og i umiddelbar nærhet observerte vi flere steder kleberstein og listwaenitt i intim assosiasjon. Lok 30 ligger bare 2 – 3 m under terrasseoverflaten. Fjelltopografien under den forholdsvis jevne terrasseoverflaten er derfor sannsynligvis ganske ujevn. Det er relativt høye terrassekanter (gruskanter) både i NØ mot Grønningselva og i syd mot Holdesbekken.

Vi avrunder beskrivelsen av dette segmentet av hydrotermalsonen med en oppstilling av positive og negative faktorer i økonomisk henseende:

#### Positive faktorer:

- Opptreden av et 500 m langt parti med kleberstein uten assosiert listwaenitt, d.v.s. uten uønsket kvarts i nærheten.
- Mektigheter på opptil 30 m observert, men muligheter for enda større mektigheter p.g.a. sterkt overdekke. Muliggjør pallebryting av kleberblokk med wire-sag eller annen avansert sageinnretning.

- Veldefinert leteområde på ca. 200 x 500 m for ytterligere kleber/talk, og sannsynligvis ikke for vanskelig å få en oversikt over det samlede talk/kleber potensialet innenfor segmentet (petrofysikk, bakkemagnetometri over myrer og vann, o.s.v.). Vi har i det siste gjort meget gode erfaringer med magnetiske bakkemålinger i forbindelse med kleberprospektering i myrlendt terreng, i andre områder i Norge.
- Petrografisk undersøkelse av stuffer og tynnslip fra lok 27, 28 og 29 viste stedvis en fin kleberstein med kun talk og magnesitt/breunneritt tilstede (lok 29), men lokalt også med litt amfibol (lok 27) eller serpentin (krysotil?) (lok 28) tilstede.
- Lett å rigge til for diamantboring. Veitransport til nordenden av Grønningen, deretter transport på flåte 8 km over Grønningen og til slutt et kort stykke over land (stor grusterrasse) til feltet (0,5 til 1 km). Eventuelt helikoptertransport. Vannforsyning lett tilgjengelig.

#### Negative faktorer:

- Det sterke overdekket, d.v.s. vann og myrområdene kan kanskje skjule i det vesentlige sterkt forskifret serpentinit, bare ufullstendig fortalket serpentinittskifer eller amfibolrik kleber istedenfor god talkskifer/kleberstein. Områdets økonomiske potensiale kan da vise seg langt mindre og/eller dårligere enn en optimistisk tolkning av blotninger langs myrkantene skulle tilsi.
- Tilstedeværelsen av små mengder krysotil eller stenglig antigoritt, observert både i stoff og i slip er et punkt man må være særlig observant på ved oppfølgingsarbeider.

#### ***Mellompartiet: fra sydenden av Grønningen til myrområdene ved Merkesbekken***

Dette mellomsegmentet fra bukta ved Grønningens sydende til myrområdene ved Merkesbekken er kjennetegnet ved *stor variasjon i mektighet*, noe som bl.a. skyldes de to parallelle NV-SØ løpende forkastningene på hver sin side av Hallarhaugen (jfr. kartet i Vedlegg 1). Rett på SV-siden av den SV-lige forkastningen skrumper hydrotermalsonen inn til bare et par meters mektighet mellom normal gabbro og skifrig, ikke-talkifisert serpentinit (observasjonslok. ligger 100 m rett øst for 511 m høyden). Like ved, d.v.s. mellom de to forkastningene, øker hydrotermalsonens mektighet til 150 m hvorav mesteparten her er listwaenitt. Inkluderer vi sterkt hydrotermalpåvirket gabbro (lok 23, m.m.) blir mektigheten 175 m. Her opptrer klebersteinen som innesluttede partier i listwaenitten. Følger vi bekken fra Litj-Hallartjørna oppover mot Ø-ØNØ har vi listwaenitten i det bratte overhendet mot nord og serpentinit på sydsiden av bekken. Eventuell kleber må her i det vesentlige følge midt etter den overdekkede bekkedalen. Indikasjon på dette får vi på lok 26 hvor blottet kleber i bekkesøkket lokalt dreier av mot NV over brattkanten. På lok 25 har vi t.o.m. et lite innesluttet felt av kleber i gabbroen. Videre mot NØ er hydrotermalsonen smal, vi ser blotninger av listwaenitt flere steder, men ikke kleber. Vi observert i det hele tatt ingen blotninger av kleberstein på de 900 m av hydrotermalsonen mellom lok 25 og der hvor kleberdraget løper ut i myr 100 m VSV for lok 7. Det burde være en vel kvalifisert gjetning at det står kleber under myra hele veien de 400 til 500 m VSV-over fra lok 7 selv om vi her ikke har observert kleberblotninger langs myrkantene. Nesten uten unntak følger kleberen

depresjonene i terrenget fordi den er mekanisk (erosjonsmessig) mye svakere enn både gabbro, serpentinit og listwaenitt. Vi antar derfor at det kan være et relativt mektig klebersteinsparti på den aktuelle nevnte strekningen. Den beste synlige kleberer innenfor dette segmentet er de 200 m mellom lok 34 og 35. Her er kleberer lokalt ca. 30 – 40 m mektig, og på lok 45 gjorde vi et prøveuttak av blokkstein med motorsag. Dette falt svært heldig ut, og vi fikk med oss fin blokk på opptil 15 – 20 kg tilbake. Steinblokkene ble tatt med til Nidaros Domkirkes Restaureringsarbeider (NDR) som for tiden har svært lite god stein tilgjengelig for sine restaureringsarbeider, og de var meget interessert i å undersøke vårt blokkmateriale. Steinen falt umiddelbart i smak rent visuelt og petrografisk (sammensetningen med talk og karbonat), men etter saging fant de at den har en svak, men gjennomgående foliasjon. Det var derfor ikke vanskelig å knuse (brekke) steinen etter at den var saget opp i 2,5 cm tykke skiver, en av deres standard testmetoder. Ett av problemene med prøveblokkene er at de er dagnære og derved viser noe mindre fasthet enn kleber tatt ut på noen meters dyp. NDR er imidlertid fortsatt interessert i steinen og det anbefales at Statskog tar kontakt med geolog Per Storemyr om saken. NDR er imidlertid en liten steinforbruker med bare 10-15 m<sup>3</sup> i året.

Det er mulig at det på Statskogs grunn fins helt andre typer kleberstein (ikke ofiolitt-tilknyttede) som er mer i samsvar med NDR's ønsker om en massiv homogen stein som gjerne kan ha litt av både kloritt og amfibol som "armering". Vi tenker her på metakomatiitter, pyroksenittiske intrusiver, o.s.v.

Det kan være andre anvendelsesområder som passer bedre, f. eks. til ovner og peiser, og her vil forbruket være det mangedobbelte i forhold til NDR's beskjedne forbruk. Tom Heldal (NGU), spesialist på naturstein, mener at klebersteinen her har et potensiale som råmateriale for bl. a. ovner og peiser, jfr. A/S Granit.

Vi avslutter omtalen av dette segmentet med å vurdere positive og negative faktorer:

#### Positive faktorer:

- 2200 m langt segment av hydrotermalsonen (fra Grønningen til lok 7) med to lovende talk/klebersteinsområder.
- Område 1 (omkring lok 34-45-35) har en lengde på minst 200 m, og mektigheter opptil 30 – 40 m lokalt. Prøveuttak på lok 45 ga god talkrik blokkstein. Kleberer kan derfor her ha et potensiale både som talkråstoff og som blokkstein. Blokkene er per i dag til testing hos Nidaros Domkirkes Restaureringsarbeider (NDR) i Trondheim som fant steinen mulig interessant. Blokkuttak med motorsag viste seg som en meget brukbar metode for blokk opptil en 30 - 40 kg.
- Område 2 langs Merkesbekken er et 400 til 500 m langt og 100 m bredt myrområde uten en eneste blotning (for orientering kan sentrum i myra settes til 700 m NV for toppen av Raudfjellet). Vi kan følge kleberdraget hele veien fra lok 8 via lok 6 og lok 7 til det løper ut i myra 100 m VSV for lok 7.

### Negative faktorer:

- En viss usikkerhet omkring område 2 p.g.a. mangel på kleberblotninger både på nord og sydsiden av myra (det behøver imidlertid ikke å bety noe).
- Vi vet ikke noe om kleberer lokalt er assosiert med små partier listwaenitt under myra (store listwaenittpartier ville helst ha stukket opp som rygger over myra). Kwarts (fra listwaenitt) er som tidligere nevnt svært uønsket både i talkumproduksjon og ved produksjon av kleberblokk.
- Vi gjorde flere enkeltobservasjoner av uregelmessige partier med bare ufullstendig talkifisert eller ikke-talkifisert serpentinititt innimellom de gode, talkrike partiene. Vi observerte f. eks. ikke-talkifisert serpentinititt i blotning nede ved myrkanten bare ca. 20-30 m SV for prøvelok 45. Det forteller at sonen til dels har et meget komplekst forløp i detaljskala, og at det kreves mye arbeid for å kartlegge den skikkelig (anbefalt Målestokk 1:5000). Kanskje bør enkelte partier t.o.m. kartlegges etter stikningsnett.

### ***Nordligste del: fra myrområdene ved Merkesbekken til sydenden av søndre Stokktjørna***

Dette nordligste segmentet viser en gren med sammenhengende fin kleberstein på strekningen fra VSV for lok 7 til NNØ for lok 46.

### Positive faktorer:

- Et minimum 350 m langt sammenhengende parti med til dels fin og talkrik kleberstein. Mektigheter på rundt 20 m ble registrert flere steder.
- Uttak av prøveblokk på opptil 30 – 40 kg med motorsag på lok 46 gikk meget greit også her og viste en talkrik, lys og fin kleberstein helt uten sprekker. Denne kan være interessant både som blokkstein og som talkråstoff.
- Det kan være mer kleber tilstede enn det vi så langt har rekognosert. Det fins nemlig her forgreninger med kleberstein slik som for eksempel den 10 m mektige og minimum 50 – 70 m lange grenen som tar av fra hovedgrenen mot SØ ved lok 7.

### Negative faktorer:

- Kleberer er stedvis ganske intimt assosiert med listwaenitt, d.v.s. vi har kleber og listwaenitt side om side mer komplekst enn avsatt på kartet i M. 1:10 000. Det bli derfor noe variable og stedvis ganske små mektigheter på kleberer (ned til ca. 5 m) nordover til lok 5.
- Nord for lok 5 synes talk/kleberpotensialet å være helt ubetydelig fordi sonen smalner kraftig inn.
- Det er mulig at fortalkningen ikke er gjennomgående over alt innen sonen, d.v.s. at det lokalt, og især i liggen, er serpentinrester i klebersteinen. Dette så vi antydning til oppe på passpunktet (med prøveprofil lok 5) hvor sonen smalner kraftig inn. Kleberer midt i passpunktet (prøve 5A) er riktignok totalt omvandlet til et mineralselskap bestående av karbonat-talk-(amfibol), men umiddelbart i liggen av dette prøvepunktet ser det ut til å

komme inn serpentin. Dette behøver ikke å bety noe når det gjelder kleber til blokkformål, men er klart et minus for kleber til talkformål. Det er helst der hvor kleber har en mektighet på bare ca. 5 m eller mindre at faren er størst for ufullstendig fortalkning.

### 3.6 Den hydrotermale aktiviteten på Raudfjellet: dannelselse og alder.

Det er ikke mulig å være helt kategorisk når det gjelder ovenstående, men det er imidlertid flere sterke indikasjoner tilstede som tillater oss å gjøre en rekke tolkninger:

- Listwaenitten og den assosierte talkmineraliseringen er klart eldre enn inkonformiteten over ofiolitten. BAS & DMR observerte bl.a. boller av listwaenitt i konglomeratet lengst i syd hvor inkonformiteten kutter helt ned i hydrotermalsonen (Fig. 5 og 6). Analogt med forholdene i Østerdalen impliserer dette en minimumsalder i den eldste delen av Ordoviciun (Sturt & Ramsay 1999). Følgene av denne observasjonen er at den hydrotermale aktiviteten ikke har noe som helst å gjøre med deformasjonen og metamorfosen som preger den overliggende Kõli "cover sekvensen" til ofiolitten.
- Tilstedeværelsen av høytemperatur ultramafiske mylonitter ved basis av ofiolitten tilsier at disse mulig representerer en høytemperatur metamorf såle til ofiolitten slik som observert ved mange yngre ofiolitter, for eksempel Oman ofiolitten ("hot slab", etc.). Den hydrotermale aktiviteten kan muligens ha tilknytning til sterke deformasjonsspenninger med oppbrekking av ofiolitten på veien fra dens opprinnelsessted i et havbasseng til dens nåværende posisjon hvilende på kontinentsskorpe.
- Det er en stor mulighet for at den hydrotermale aktiviteten knytter seg til sirkulasjon av hydrotermale løsninger i havbunnskorpen i forbindelse med at segmentet beveget seg bort fra spredningsryggen hvor skorpen ble dannet. Denne muligheten indikeres ved den ganske sterke stratigrafiske begrensningen av talk/listwaenitt sonen innenfor Raudfjell-ofiolitt segmentet. Dette vil også kunne forklare den store utbredelsen av sonen, med dannelse av et stort hydrotermalt sirkulasjons-system under havbunnen.
- Begge de to nærmest ovenstående punktene bidrar til å forklare talk/listwaenitt sonens betydelige utstrekning.

### 3.7 Listwaenitt som mulig magnesiumkilde

Listwaenitten er som nevnt en karbonat – kvartsbergart med små mengder andre mineraler. Karbonatet er i dette tilfellet en magnesitt eller ferro-magnesitt (=breunneritt) hvor litt av magnesiumet er erstattet med  $Fe^{2+}$ . Vi har nettopp fått endelige hovedelementanalyser fra NGU-lab., og disse gir noen indikasjoner. Flere av analysene kommer ut med rundt 10 %  $SiO_2$ . Praktisk talt alt dette er bunnet til kvarts. Under årets prøvetaking fokuserte vi bare på problemstillingen listwaenitt og gull, og gikk derfor inn for å få med så mange litologiske

variasjoner som mulig under prøvetakingen, d.v.s. få med sene årer og soner med amfiboler, talk, kloritt, turmalin, oksyder, sulfider, o.s.v. Vi observerte under kartleggingen store partier med ganske ensartet listwaenitt med jevn kvartsføring i form av fine parallelle ribber samt som enkelte spredte gjennomsettende nær glassklare ganger på noen cm til dm mektighet.

Det bør definitivt undersøkes om listwaenitten kan ha noen interesse som magnesiumkilde for aktuelle magnesiumprodusenter. Det er ikke kjent noen andre store magnesittforekomster i Norge så langt vi vet. De viktigste magnesittforekomstene i Norge er vel forekomstene på Snarum (Modum), en del sagvanditter og andre ultramafiske bergarter i Nordland (bl.a. Ørnes) og Troms samt i dolomittmarmorert i sparagmittene både i Syd-Norge (eks. Koppang) og Nord-Norge.

Hovedprodusenter i Europa har i mange år vært bl.a. Østerrike, Slovakia, Hellas og Jugoslavia. Videre er Kina, Korea og Russland viktige produsentland. Nedenfor følger en foreløpig vurdering av listwaenitten i Raudfjellet som magnesium-råstoff.

#### Positive faktorer:

- Listwaenitten er en petrografisk ensartet bergart som helt overveiende består av karbonat og kvarts med helt underordnede mengder av andre mineraler.
- Svært store volumer med listwaenitt etter norske forhold. På Hallarhaugen er f. eks. mektigheten som tidligere nevnt 150 m, hvorav det aller meste (ca. 90 %?) er listwaenitt og resten kleberstein (jfr. kartet i Vedlegg 1). Se også Fig. 16.
- Flere XRF bulkanalyser har gitt listwaenitt med over 36 % MgO.
- Mulighet for et SiO<sub>2</sub> -innhold (kvartsinnhold) på rundt 10 % og kanskje lokalt enda lavere.
- Mulig med en relativt lav Fe<sup>2+</sup> komponent i karbonatet (rundt 10 mol-%?). Man trenger her noen mikrosondeanalyser samt eventuelt analyse av utseparerte karbonat-konsentrater hvis det blir aktuelt å gå videre med dette. XRF bulkanalyser viste Fe<sub>2</sub>O<sub>3 total</sub> gehalter i området 7 – 9 %. Dette skyldes delvis Fe<sup>2+</sup> i karbonatet og delvis finkornet, disseminert magnetitt, m.m. i listwaenitten.
- Bergarten er nesten helt fri for svovel (jfr. Tabell 4).

#### Negative faktorer:

- Kvarts er alltid til stede i form av ribber og årer, strenger, disseminasjon, m.m. i listwaenitten, dog i varierende mengde, jfr. f. eks. Fig. 17.
- Fe<sup>2+</sup> erstatter Mg<sup>2+</sup> i magnesitten (ca. 10 mol-% ?), men dette har vi ikke analyser på ennå. Det riktige tallet kan være litt lavere eller litt høyere, samt at det kan være variasjoner i karbonat-sammensetningen.
- Små mengder disseminerte opakmineraler?(oksyder vesentlig)

### 3.8 Listwaenitt og gull

Sammenhengen mellom anomalt høye gullverdier og listwaenitt har nå vært kjent minst et par tiår, og ikke minst på grunn av arbeidene til flere franske forskere (jfr. f. eks. Buisson & Leblanc 1985). Gullmineraliseringer i listwaenitt tilhører hovedgruppen *mesotermale gullforekomster*. For Norges vedkommende har listwaenitt eller gull i listwaenitt med unntak av studiene på Leka (Rundhovde 1992) vært et lite påaktet arbeidsområde så langt.

Det er kjent anomale gullverdier i Raudfjellets nærområde fra den regionale bekkesedimentundersøkelsen under Nord-Trøndelagsprogrammet, men disse anomalierne ble ikke prioritert for oppfølgingsarbeider. Den mest anomale enkeltprøven er bekkesedimentprøve nr. 31892 tatt i en liten bekk nær dennes utløp i Langvatnet, ca. 1 km NNØ for listwaenitt/ kleberersonens utløp i søndre Stokktjørna. Denne prøven viste hele 102 ppb Au (Ryghaug 1990, Ekremseter & Ryghaug 1991 vedlegg 3-kartbilag 41). Dette er en høyst anomal gullverdi i regionalt perspektiv (= "Nord-Trøndelag perspektiv") (jfr. Ryghaug 1990 tegning -01, m.m.). Anomalien synes meget vel å kunne relateres til listwaenitt/ klebersteinssonen og den generelle isbevegelsesretningen. Tar vi med at listwaenitt/ kleberersonen løper et stykke ut i søndre Stokktjørna, samt at bekkesedimentene med gullet er transportert noe nedover bekken mot NØ synes ovennevnte forslag enda mer sannsynlig.

Det er derfor et paradoks at vi ved våre anstrengelser ikke har klart å "matche" denne gullgehalten, men den ovennevnte bekken ble ikke vasket. Vi valgte ut 26 fastfjellsprøver (fra 0,15 til 4,1 kg) fra hydrotermalsonen bestående av listwaenitt og kleberstein med variert sammensetning samt 6 vaskekonsentrater (håndpanne) til ICP analyse på 30 kationer samt analyse på gull, platina og palladium, se Tabell 6 og 7. Høyeste gullverdi i fastfjellsprøve av listwaenitt var 15 ppb Au og høyeste verdi for pannevaskekonsentrat var 19 ppb Au. Dette er knapt anomalt og selvfølgelig nedslående på bakgrunn av at det var kjent en markant gullanomali fra bekkesedimentanalysene. I stedet for gull fikk vi en uventet Pt-Pd anomali for en av listwaenittprøvene (diskuteres i avsnitt 3.9). Mangel på gull i våre prøver kan skyldes flere ting. Gullet kan forekomme meget spredt og oppkonsentrert i/sammen med sulfider eller arsenider, m.m. Vi observerte ikke slike "collector"-mineraler med unntak av turmalin, verken i fastfjell eller i vaskekonsentratene. Det var særlig påfallende at det var så lite sulfider i vaskekonsentratene. Gull kan også være anriktet i forbindelse med f. eks. grafittrike partier slik som tilfelle på Leka (Rundhovde 1992, appendix G og H). Det er ukjent i hvilke mineralogiske assosiasjoner gullet der opptrer, men grafitten har i hvert fall fungert som en kjemisk felle ifølge Rundhovde. Fra Leka kom 5 av i alt 67 analyserte prøver av talk/karbonatomvandlede bergarter ut med over 100 ppb Au og bare 1 prøve over 1 ppm Au.

*Konklusjon:* Videre gullprospektering innenfor hydrotermalsonen (det gjelder både listwaenitt og kleberstein) bør gis lav prioritet i forhold til en videre utredning av talk/klebersteinspotensialet samt av undersøkelse av listwaenitten som magnesium-råstoff.

### 3.9 Gabbro-pyroksenitt kumulater og platina-gruppe elementer (PGE)

Så langt har vi ikke rukket å fokusere mye på denne problemstillingen, men vi har hatt dunitt-wehrlitt kumulatene på Leka (jfr. Pedersen et al. 1993) i tankene under rekognoseringen på Raudfjellet. Vi har imidlertid så langt ikke observert verken dunitt – wehrlitt kumulater eller, for den saks skyld, andre rent ultramafiske kumulater på Raudfjellet. På Raudfjellet er det imidlertid, som nevnt i kap. 2, en sone med lagdelt gabbro+pyroksenitt (mulig favorabel for PGE anrikninger?) beliggende mellom gabbroen og dunitten (serpentinitten). Kjennskapet til denne sonen går tilbake til Foslies feltarbeid i 1934 (ref. Foslie 1959a), men den har aldri, så langt vi vet, blitt sjekket på PGE eller Au.

Det som fins av bakgrunnsmateriale om PGE fra Raudfjellet er derfor sterkt begrenset. Fra Nord-Trøndelagsprogrammets bekkersediment-prospektering har vi noen få spede spor. Bekkesediment-prøve nr. 31632 tatt ved utløpet av Merkesbekken i Grønningen (Merkesbekken drenerer deler av gabbro-pyroksenittsonen) viste her en noe forhøyet Pt verdi med 7 ppb (Ryghaug 1990, Ekremsæter & Ryghaug 1991 vedlegg 3–kartbilag 41). Selv denne tilsynelatende lave verdien er klart anomal blant de 1807 analyserte bekkersediment-prøvene, og er blant de 1 % høyeste i Nord-Trøndelag sett under ett, Leka medregnet (Ryghaug 1990 tegning –03, m.m.). Kun denne ene av i alt ni bekkersediment-prøver som dekker selve ofiolittfragmentet og dettes nærområder viste imidlertid en anomal Pt verdi (jfr. Ryghaug 1990 tegning –03, Ekremsæter & Ryghaug 1991 vedlegg 3–kartbilag 41). Forhøyningen fra bakgrunnsnivå med 2 ppb Pt til 7 ppb Pt representerer høyst sannsynlig bare et helt normalt forhøyet bakgrunnsnivå innenfor de ultramafiske delene av ofiolitten og ikke noe mer normalt (jfr. Nilsson 1990 vol. II, s. 91: middelverdien av 12 analyser av serpentinitt fra Osthammeren ved Røros var 3,4 ppb Pt og 11,2 ppb Pd). Resultatene fra bekkersediment-analysene kan derfor ikke brukes som indikator på PGE anrikninger i Raudfjellet.

Våre analyser på gull, platina og palladium kom som berørt i avsnitt 3.8 dårlig ut når det gjaldt gull, jfr. Tabell 6 og 7. Vi hadde visse forhåpninger til vaskekonsentratene både når det gjaldt gull og PGE, mens fastfjellsprøvene ble tatt utelukkende med hensyn på gullanalyser. Vaskekonsentratene kom dårligst ut med maks. 11 ppb Pt og 12 ppb Pd. At det dreide seg om brukbart gode tungmineral-konsentrater er det imidlertid ingen tvil om, det bekrefter Fe og Cr verdiene som skyldes magnetitt og kromitt i konsentratene (i tillegg gir analysen bare ”partial leach” på oksydene og da særlig dårlig ”leach” på kromitt som er meget tungt oppløselig). At vi fikk Pt og Pd anomalier i analyse materialet kom som en overraskelse fordi alle prøvene som nevnt ble tatt i hydrotermalsonen og kun med tanke på gull (ved fokusering på PGE ville vi ha valgt et spekter av ortomagmatiske bergartsprøver forsøkt tatt i stratigrafisk kontekst). De høyeste platina og palladium verdiene fikk vi på fastfjellsprøver fra lok 17. Tre komposittprøver av listwaenitt med litt forskjellig sammensetning viste alle anomale Pt og Pd gehalter, maks. 301 ppb Pt og 138 ppb Pd (prøve 17A). Det dreier seg om Pt og Pd anriket sammen med Ni og Cu. Vi har derfor høyst sannsynlig sulfidkorn (pentlanditt/ heazlewooditt og kobberkis) som har tiltrukket seg Pt og Pd i form av diskrete platina-gruppe mineraler



(PGM) (jfr. Bakke et al. 1990 vol II, s.133-156). Assosiasjonen sulfider+PGE er også kjent fra PGE-mineraliseringene i de ultramafiske kumulatene på Leka (Pedersen et al. 1993). Det er muligens ikke utenkelig at Ni-Cu-Pt-Pd mineralassosiasjonen i listwaenitten fra lok 17 opprinnelig stammer fra gabbro-pyroksenitt kumulatene og kun er ”plukket opp” av listwaenitten under dannelsen av hydrotermalsonen (d.v.s. har overlevd som diskrete mineralkorn på veien fra gabbro-pyroksenitt kumulat til listwaenitt som vertsbergart). Pt-Pd kan eventuelt være rekrystallisert og redistribuert på veien fra kumulat til listwaenitt. Hvis dette er tanker som kan ha noe for seg er eventuelle rustsoner (sulfidsoner) i gabbro-pyroksenitt kumulatene opplagte kandidater for prøvetaking med hensyn på Pt, Pd og (Au).

Sammenlignet med PGE oppreden på Leka ligger vi på Raudfjellet sannsynligvis stratigrafisk for høyt til å ha ”PGE-reefs” av samme type. Som nevnt ovenfor mangler vi nettopp på Raudfjellet rent ultramafiske dunitt – wehrlitt kumulater med tilhørende ”markør-kromittlag” som er den eneste kjente ”settingen” for denne type PGE-reefs. Det mest karakteristiske med PGE mineraliseringene på Leka er at de er knyttet til basis av makroritmiske enheter innen kumulatene, og ser ut til å ha krystallisert under, eller kort etter, influks av primitivt magma i magmakammeret (Pedersen et al. 1993).

Det må likevel til slutt bemerkes at det generelt er gjort svært få omfattende studier omkring sammenhengen mellom PGE anrikninger og ofiolittstratigrafi (det meste har dreiet seg om platina-mineralogi og andre spesialiteter). Ved starten på Leka undersøkelsene var det f. eks. ikke dokumentert ortomagmatiske, stratiforme Pt-Pd forekomster i ofiolittkomplekser noe sted i verden (Pedersen et al. 1993, s. 782). Det er derfor mulig PGE mineraliseringer også kan opptre på høyere stratigrafiske nivåer og/eller med andre mineral-assosiasjoner innenfor ofiolittene. Som Pedersen et al. også påpeker, fører f. eks. de ultramafiske kumulatene i Zambales ofiolitten på Filippinene anrikninger av platina som tas ut som biprodukt i forbindelse med drift på Ni-Cu sulfider.

*Konklusjon:* Platina-gruppe elementer (PGE) kan mulig opptre som ”reefs” i de lavere deler av kumulatsonen på Raudfjellet, men det er tidkrevende å gå løs på og lokalisere og identifisere slike ”reefs”. Først skal det, hvis mulig, etableres en stratigrafi, og deretter må vi ha oversikt over de enkelte makroritmiske enheter hvortil PGE-”reefs” mulig er knyttet. En slik oppgave bør settes lavt i forhold til oppfølging av talk/klebersteins-potensialet og listwaenitten som Mg kilde.

Ved en eventuell drift på hydrotermalsonen i Raudfjellet med framstilling av talk og magnesium-konsentrater burde man likevel rutinemessig se på mulighetene for biprodukter av sulfider eller oksyder med assosiert PGE/Au.

## 4 ØVRIGE OFIOLITTFRAGMENTER I SNÅSA

### *Innledning*

For å få en skikkelig regional oversikt over av Raudfjellets tektonostratigrafiske plassering, og derved indirekte også opplysninger om mineralpotensialet i Raudfjellet, fant vi det nødvendig å rekognosere nabo-ofiolittfragmentene mot SV på strekningen Gaundalsklumpen-Høgsete (Riksgrenserøys nr. 175) (jfr. Fig. 24). Disse ligger på gården Gaundals grunn i Snåsa SV for Statskogs grunn. Høgsetet danner også grensen mot Verdal kommune. *Den største verdien av denne rekognoseringen er at vi kan se bort fra toppen av de ultramafiske delene av Raudfjell ofiolittfragmentet som mulig økonomisk interessant med hensyn til talk/kleberpotensialet.* Vi har tidligere nevnt (kap. 3) at inkonformiteten skjærer seg stadig dypere ned i Raudfjell-ofiolitten mot S - SSV. SSV for Grønningen er gabbroen kuttet helt ut, og inkonformiteten kutter her videre ned i selve ultramafitten. Det kunne derfor tenkes at det på denne flaten, etter at den var løftet opp over havnivå og startet å forvitre, var blitt dannet talk/kleberstein analogt med forholdene i Otta-Vågå området i Gudbrandsdalen (særlig på strekningen Åsårli-Nysetri-Rusti NV for Otta). Det aktuelle stykket mellom sydenden av Grønningen og Raudbergstjørna er imidlertid relativt dårlig blottet og gir relativt lite direkte informasjon om dette viktige spørsmålet. Derfor ga befaringen av ultramafittene på strekningen Gaundalsklumpen – Høgsete oss viktig tilleggsinformasjon her.

*Vi konkluderer fra strekningen Gaundalsklumpen - Høgsete at det er sterke indikasjoner på at det ikke er nevneverdig talk/klebersteinsdannelse på kontakten (inkonformiteten) over ofiolittfragmentene noe sted i hele dette området, d.v.s. på hele strekningen Høgsete - Raudfjellet.*

### 4.1 Gaundalsklumpen - Haukberget

SV for Raudfjellet kommer vi først til et langstrakt ofiolittfragment som strekker seg fra Gaundalsklumpen i NØ til forbi toppen av Haukberget i SV. Lengden er minimum 2,2 km, muligens mer p.g.a. overdekket i SV enden, og bredden er på det meste 300 m (Fig. 24: Foslie 1959a).

#### *Gaundalsklumpen*

Vi befarte ofiolittfragmentet med helikopter 28/7 –99, og vi landet først ved Gaundalsklumpen. Det som slo oss med en gang var den meget store forskjellen i sammensetning det er mellom Gaundalsklumpen og Raudfjellet. Mens Raudfjellet som tidligere nevnt består vesentlig av ensartet gulaktig forvitrende dunitt (eller metadunitt), er Gaundalsklumpen mer normal (d.v.s. representativ) med omtrent like store mengder gulvitrende dunitt og mer rødlig til grønnlig grå vitrende peridotitt, altså et helt typisk mantelfragment når vi sammenligner med andre fragmenter på Vågåmo-ofiolitt nivået. Dunitten opptrer som gjennomsettende diskordante kropper av forskjellig størrelse i peridotitten. Omvandlingsgraden er omtrent som på Raudfjellet med varierende grad av serpentinisering. Enkelte steder innenfor peridotitten

observerte vi på gode blotninger uten tykk vitringshud opptil 2-4 cm store krystaller (butte, svarte prismer) av frisk klinopyroksen (augitt?) i en grønnlig matriks av omvandlet olivin og ortopyroksen (vesentlig serpentin). Klinopyroksen-innholdet er såpass høyt at vi her helst har å gjøre med en lherzolitt (>5 modal % cpx).

Vi fant ikke noe av umiddelbar økonomisk geologisk interesse på Gaundalsklumpen. *Den viktigste observasjonen var at vi ikke noe sted så synlig fortalkning av ultramafitten inn mot hengkontakten.* I NV skråningen av klumpen fant BAS hengkontakten med stratigrafisk overliggende Kōli bergarter, og på denne kontakten finnes et polymikt konglomerat med ofiolittderivert detritus, d.v.s. gabbro, leucogabbro, pyroksenitt samt rød-brunt vitrende karbonat i form av relativt store boller (opptil et par dm). Videre er det også mindre boller og ultramafisk grus i konglomeratet her (Fig. 19 og 20). På en lokalitet like ved ble observert et ultramafisk gruskonglomerat (gravel conglomerate) med enkelte karbonatboller, samt et lag av grønn sandstein i konglomeratet.

### ***Haukberget***

Etter landing ved Gaundalsklumpen ble halve distansen bort til toppen av Haukberget rekognosert til fots. Her er hele veien dunitt og peridotitt i samme mengdeforhold og med samme feltopptreden som i toppområdet på Gaundalsklumpen. På tilbakturen fra Høgsetet landet vi med helikopteret ved toppen av Haukberget hvor forholdene er helt analoge med resten av den lange smale linsen. Her er heller ikke noe av umiddelbar økonomisk geologisk interesse, men BAS & DMR gjorde viktige vitenskapelige observasjoner på to lokaliteter, begge steder gjelder det kontakten mellom ofiolitten og overliggende bergarter i NV. På det ene stedet observerte de på ofiolitt-ultramafitten først 20 cm med ultramafisk sand og på dette sandlaget avsatt et gabbrokonglomerat (2.5 m) overleiret av ultramafisk sand, d.v.s. "gabbro conglomerate with interbedded ultramafic sand". Lokaliteten er rett over "a" i Haukberget (jfr. 1:50 000 topografisk kart Gjevsjøen). På den andre lokaliteten, rett under "H" i Haukberget, oppdaget de på kontakten først 2 m med gabbro + pyroksen sand og konglomerat, deretter 17 m med gabbrokonglomerat med enkelte spredte pyroksenittboller i og hvor grunnmassen er delvis pyroksenittisk. I tillegg til den vitenskapelige verdien av de to observasjonene er den praktisk geologiske verdien for oss like stor i og med at vi observerte at *det ikke er noen antydning til talk/klebersteinsdannelse verken i selve kontaktsonen eller lenger ned i ultramafitten.*

## **4.2 Ultramafitt-kupper mellom Haukberget og Høgsetet**

### ***Finnhushaugen-Bergåsen-Høgsetlian***

På Foslies kart (1959a) (Fig. 24) er det en hel rekke blotninger av ultramafiske bergarter som stikker opp gjennom et ellers heldekkende morenedekke på strekningen mellom Haukberget og Høgsete. Et av de store fortrinnene ved Foslies kart, selv den dag i dag 65 år etter kartleggingen!, er at han ikke har tolket inn noe han ikke så, men kun har kartlagt blotningene slik han observerte dem med riktig lokalisering og størrelse. Dette gir det beste og riktige utgangspunkt for videre arbeider. Vi vet nemlig ikke om blotningene er isolerte kupper omgitt

av metasedimenter og/eller metavulkanitter, eller om de for en stor del henger sammen under morenedekket. Magnetiske fly- eller bakkemålinger vil ganske sikkert kunne bidra til å løse problemet. Raudfjellet kom nemlig ut med en meget markant magnetisk anomali i forhold til omgivende bergarter på helikoptermålingene som ble gjennomført under Nord-Trøndelagsprogrammet (Håbrekke 1982). Målingene dekker det aller meste av Raudfjellet, men mangler avslutningen helt i SSV. Målingene dekker derfor heller ikke områdene SV for Raudfjellet, inkludert det her aktuelle området.

Under vår overflyvning 28/7 –99 observerte vi de fleste av Foslies blotninger som rødgult vitrende ultramafiske kupper omgitt av morenedekke, men vi gikk av tidshensyn ikke ned på noen av disse. Den bratte SØ skrenten av *Bergåsen* på nordsiden av Gauna utgjør den største enkeltblotningen.

### 4.3 Høgsetet

Høgsete er en meget markert ultramafittkuppe på riksgrensen (Riksgrenserøys nr. 175) (Fig. 24), og samtidig danner den det østlige endepunktet på grensen mellom Snåsa og Verdal kommuner. Vi foretok bare en kort stopp på Høgsete og rekognoserte kontaktforholdene til ultramafittlinsen. Det er her en omvandling av serpentiniten i hengen (tilsynelatende i selve hengkontakten) til en uren amfibol-kloritt-talk skifer med noen få meters mektighet. Denne er imidlertid alt for uren og dessuten for liten til å kunne tenkes å ha noen økonomisk interesse.

Rekken med ultramafitter på samme horisont fortsetter fra Høgsete mot SSØ inn i Sverige, og dette strøket er besøkt av en rekke geologer, bl. a. Törnebohm (1872, 1896), Stigh (1979) og Strömberg (1999). Her er gjort interessante observasjoner, bl. a. av serpentinkonglomerat som på ett sted hviler på massiv ultramafitt og et annet sted på garbenskifer (Törnebohm 1872, s. 29 – 30; 1896, s. 77-78), (Stigh 1979, s. 152). Forholdene er identiske med forholdene ved Raudfjell-massivet (jfr. avsnitt 3.3 og særlig Bilag 1 bakerst i denne rapporten), ved Handöl øst for Storlien (Bergman 1993) og i Østerdalen (Nilsson et al. 1997).

## 5 ULTRAMAFISKE BERGARTSKROPPER I NORDLI

### *Innledning*

- De ultramafiske og assosierte gabbroide bergarter i dette området opptrer i en serie av linser som tradisjonelt har blitt betraktet som linser i Seve komplekset eller i overgangssonen mellom Seve og Köli kompleksene. Feltarbeidet som ble utført i inneværende prosjekt viser at linsene i hovedsak tilhører det samme bergartssystem som Raudfjellet, d.v.s. de er deler av et større ofiolittkompleks. De ultramafiske delene representerer hovedsakelig materiale fra øvre mantel, d.v.s. serpentiniserte harzburgitter, lherzolitter og pyroksenitter (websteritter), mens gabbroen tilhører den undre del av kumulatsonen i ofiolitten.
- Rekognoseringsarbeidet viser at *overgangssonen* (mellom Seve og Köli) ikke eksisterer slik som vist på det preliminare berggrunnskart Murusjøen (1:50 000). De ultramafiske/mafiske linsene opptrer omgitt av Seve bergarter eller ligger på grensen mellom Seve og Köli enhetene. I det siste tilfellet opptrer de i kanten mellom Seve og Köli kompleksene og er feilaktig kartlagt på 1:50 000 geologisk kart Murusjøen. På tre forskjellige lokaliteter kan man her observere en primær diskordans mellom de ultramafiske/assosierte gabbroide bergarter og de stratigrafiske overliggende Köli metasedimenter. I noen tilfeller kan ultramafiske mylonitter sees mellom ultramafiske/assosierte gabbroide bergarter og de tektonostratigrafisk underliggende, middels til høygradsmetamorfe bergarter tilhørende Seve komplekset. Dette betyr i all hovedsak at slike linser i Nordli kan betraktes å tilhøre den samme ofiolitt som Raudfjellet massivet.
- Linsene som er omsluttet av Seve bergarter tilhører sannsynligvis en sone med sterk deformasjon (imbrikasjon) rett under hovedofiolitten.
- De ultramafiske linsene er alle avmerket på det geologiske 1:50 000 kartblad Murusjøen (1923-1) (Reinsbakken & Fossen 1988) (Fig. 25). Et stort antall av disse fører sannsynligvis talk, men bare to av de som hittil er undersøkt har talk i noen særlig mengde.

### 5.1 Litlebursklumpen

Litlebursklumpen som ligger ca. 7 km syd for østenden av Sandsjøen i Nordli ble befart med helikopter 29/6 1999. Klumpen stikker opp som en meget markant, 100 m høy topp på fjellryggen mellom Luterdalen i NØ og Kjerdalsdalen i SV. Den 250 x 350 m store kuppen (jfr. Fig. 26: Foslie 1959b), (Reinsbakken & Fossen 1988) har sannsynligvis ikke noe med ofiolitten å gjøre, men muligens utgjør den en isolert liten ultramafisk intrusjon i denne egnen. Kuppen består av tilsynelatende relativt frisk, petrografisk ensartet, middels- til grovkornet, massiv olivinrik peridotitt. Det er ingen tegn til modal lagning å se noe sted, heller ikke

synlige tegn til anrikninger av sulfider eller oksyder. Steinen er, som formen på fjellet antyder, svært hard og seig å prøveta med hammer.

Det relativt friske inntrykket i felt er imidlertid bare tilsynelatende. I mikroskop ser bergarten noe annerledes ut enn forventet. Den er middels sterkt metamorft rekrystallisert med ca. 50 % omvandlings-produkter. Store, uorienterte og randlig omvandlede magmatiske krystaller av både olivin, ortopyroksen og klinopyroksen ligger i en matriks av finkornet, metamorf amfibol + (talk) + (karbonat). Det er en mulighet for at steinen egnert seg som naturstein, men beligheten er ugunstig med 6,5 km i luftlinje til nærmeste vei ved Hestkjøldalsstua i nord. *Vi konkluderer med at bergartskroppen per i dag ikke har noe reelt økonomisk potensiale.*

## 5.2 Hestkjøldalen

På NØ siden av Hestkjøldalen i NV skråningen av fjellet Rovhtege i Nordli ligger en ansamling av sju små ultramafiske linser innenfor et areal på 1 km<sup>2</sup> (Reinsbakken & Fossen 1988) (Fig. 25). Vi tok en kort stopp på den øverste og største av disse linsene under helikopter-befaringen 29/6 1999, jfr. oversiktsbildet på Fig. 21. Linsene ser ut til å bestå av harzburgitt med enkelte inneslutninger av ganske regelmessig formede dunittkropper ("dunite sheets"), d.v.s. typisk ofiolittiske kropper tilsvarende ultramafittene i Gaundalsklumpen - Haukberget, osv.

Vi så ingen kleberforekomster under vår korte stopp, men vi gikk ikke opp noen av kontaktene til de små linsene. Den største linsen er for øvrig litt feilavsatt mot øst på det preliminare geologiske 1:50 000 kartet. Den løper nedover ryggen mot NNV fra 878 m punktet slik som avsatt på Foslies kart (Foslie 1959b) (Fig. 26). Fra luften så det ut som om området med ultramafiske bergarter bare er meget omtrentelig kartlagt, og på den begrensede tid vi hadde til disposisjon var det umulig å sannsynliggjøre en eventuell sammenheng mellom de forskjellige kartlagte kroppene.

*Konklusjon: vi kan ikke avskrive muligheten for talk-mineralisering i andre deler av dette 1 km<sup>2</sup> store området og anbefaler derfor videre oppfølging. I første rekke trengs en ny og detaljert kartlegging i M 1:10 000 eller større målestokk. Dette gjelder for så vidt ikke bare dette isolerte området, men hele den ca. 4 km lange strekningen fra hestkjøldals-ultramafittene via Littlefjellet og Raudbergsklumpen til Fjellraudberget.*

## 5.3 Fjellraudberget

Som siste stopp under helikopterbefaringen 29/6 1999 stoppet vi på *Fjellraudberget* i Nordli (jfr. Fig. 25, 26 og 27). Ultrabasittene her er kjent først fra S. Foslie's kartlegging (1:100 000) i perioden 1923-27 (ref. Foslie 1959b) (Fig. 26) samt rekompilasjon (1:50 000) i nyere tid (Reinsbakken & Fossen 1988) (Fig. 25) uten særlig forandring i selve kartbildet.

Vi fant under vårt korte besøk at forholdene her er betydelig mer komplekse enn angitt på begge de ovennevnte kart. Ultrabasittene dekkes delvis av økonomiske kart i M. 1:10 000 (bare den vestligste delen) (Fig. 27), og hele området (ca. 4-6 km<sup>2</sup>) trenger i stor grad til detaljert rekartlegging for å etablere en riktig tektonostratigrafi her hvor ofiolitten tydelig er

delt opp i en rekke småkropper av både ultrabasitt (17 kupper/blotninger på Foslies kart) og gabbro.

Vi avdekket under vårt korte helikopterbesøk noe talk/kleber. Kleber ble observert på sydsiden av en liten serpentinit-kuppe, ca. 250 m SØ for 768 m varden (trig. punkt). Her prøvetok vi kleberstein i selve kontaktsonen mot sideberget (glimmerskifer), akkurat hvor klebersteinen etter teorien burde være å finne (lok 20 på Fig. 27). Her ble observert en 3-5 m mektig klebersteinsone på sydsiden av serpentinitkuppen. Sonen avtar raskt til null både på øst- og vestsiden av kuppen slik at vi får en liten halvmåneformet forekomst, muligens dannet på "trykkskyggesiden" av serpentinit-linsen. Klebersteinen er tydelig sonert innenfor det lille halvmåneformede arealet og viser et variabelt innhold både av kloritt, aktinolit og biotitt/flogopitt ved siden av talk. Helt lokalt får vi en meget fet og talkrik kleberstein med karakteristisk silkeglans og uten andre synlige forurensninger enn litt antofyllitt, spor av irrgønn smaragditt (halvedel aktinolit) samt helt underordnet karbonat. Det særlige med denne steinen er at den ser fullstendig frisk ut helt opp til overflaten, praktisk talt helt uten forvittringshud, bare med et syltynt skikt av lav (jfr. fotos av prøver fra lokaliteten, Fig. 22). Dette uvanlige fenomenet må skyldes det meget høye talkinnholdet og lave karbonatinnholdet samt talkens uvanlig tette tekstur.

Et slip (mikroskop-preparat) av prøvemateriale (prøve 20) viste en *meget talkrik kleberstein med > 95 % talk*. De resterende < 5 % er fordelt på finfordelte opakmineraler (kromitt og/eller sekundær magnetitt, men ikke sulfider (< 0,01 % S)), prismer og langstrakte fliser av Ca-fri amfibol (antofyllitt/grønn smaragditt?), litt kloritt samt relativt sett bare meget små mengder karbonater (0,10 % total karbon (C) i prøven tilsvarer i underkant av 1 % karbonater). I hvilken grad amfibolen eventuelt kan være ugunstig må undersøkes nærmere. Talken opptrer i alle mulige retninger og danner derved en tett sterk "armerings-tekstur" uten spesielle svakhetsplan. Slik sett skulle den være velegnet f. eks. til å forme mindre gjenstander av.

Hvithetstest på nedmalt, ikke-separert råmateriale ga verdier mellom 58,5 og 68,7 (jfr. Tabell 5). Dette er litt under hva vi kunne ha forventet ut fra sammensetningen i mikroskop, og det bør derfor gjøres flere hvithetstester på talk fra Fjellraudberget for å få sikrere verdier. Det anbefales hvithetstester på materiale både før og etter 2-trinns magnetseparasjon: første trinn: svakfelt magnetseparasjon, og andre trinn: "hertz-magnet-permroll" separasjon.

Selv om denne forekomsten p.g.a. variabel sammensetning, helt ubetydelig størrelse og beliggenhet ca. 2 km fra bilvei isolert sett gjør den økonomisk helt uinteressant bør vi ha den i minne. Mulighetene er tilstede for en *svært talkrik og tilsvarende karbonatfattig kleberstein langs de sterkt overdekkede kontaktsonene til flere av ultrabasittlinsene både på Fjellraudberget og i nabo-områdene mot syd (Raudbergsklumpen, Litlefjellet, Hestkjöldalen) og nord (Skograudberget, Kveskallen, etc.)*. Dette er i samsvar med det som er kjent bl. a. fra *Muruhatten* 8 km NNØ for Fjellraudberget. Her fins også flere små forekomster av meget talkrik kleberstein med lite karbonat og andre mineraler (se f. eks. Du Rietz 1935, s. 182-183, m.m.). Den mest begrensende faktor for talk/kleber-forekomstene i Lierne er muligens

størrelsen, men vi vet fremdeles lite om dette per i dag (NB! ovenstående ble skrevet før befaringen til BAS & DMR i oktober –99, og er interessant sett i lys av resultatene fra den siste befaringen).

I oktober –99 ble Fjellraudberget besøkt på nytt av BAS & DMR. *De oppdaget og rekonoserte da en ca. 300-400 m lang sone av høyverdige talk/kleberstein i tilknytning til den ovenfor nevnte lille forekomsten* (jfr. Fig. 27 og 28). Sonen ligger like utenfor (like øst for) det området som dekkes av økonomisk kartverk. BAS & DMR lagde derfor en kroki av sonen, og denne er gjengitt her i Fig. 28 i M 1:2500. Krokien dekker et område fra Køyta (trig.-punkt 762,62 m) i NV til den høyeste toppen på Fjellraudberget i ØSØ (den høyeste toppen ligger rett over bokstaven "a" på 1:50 000 topografisk kart Murusjøen).

BAS & DMR har gitt følgende detaljopplysninger om sonen (alle punkter referert med bokstaver står avmerket på krokien i Fig. 28):

- Omtrentlige grenser mellom de viktigste bergarter er vist. Dette er harzburgitt/dunit, pyroksenitt, gabbro, kleberstein samt forskjellige skifre av "Seve aspect".
- **A)** Talksonen i øst som var kjent fra i sommer opptrer som en liggende Z-formet dobbeltfold (med både antiform og synform) over et område på 30 x 90 m.
- **B)** Ultramafiske bergarter ble lokalisert på en markert Ø-V løpende fjellrygg 200 m SØ for trig.-punkt Køyta. På nordsiden av ryggen løper et ca. 14 m bredt belte av kleber som kan følges over en 125 m lang strekning før det mot øst forsvinner i en myrfylt forsenkning som skiller det fra hoved-ultramafittkroppen på Fjellraudberget (og dermed talksonen nevnt under punkt A).
- **C)** 50 m nord for ryggen nevnt under punkt B) opptrer en sirkulær blotning med diameter på ca. 25 m omgitt av overdekke på alle sider. Hele blotningen viser *sterk talkmineralisering og flere prøver ble tatt herfra*.
- **D)** På østsiden av det lille tjernet 150 m SØ for trig.-punktet opptrer en oval talkmineralisert linse. Linsens lengste akse er ca. 75 m lang. Linsen er godt blottet langs den NØ-lige kanten av tjernet.
- **E)** En annen liten blotning av talkmineralisering ligger ca. 50 m NV for det samme tjernet.
- BAS & DMR mistenker videre at den samlede talkmineraliseringen på Fjellraudberget er større enn indikert på krokien fordi de fleste talksonene (enkeltsonene) løper ut i myrområder.

Utenfor det krokerte området fins også talkmineraliseringer:

- Ca. 70 m nord for Køyttjørna observerte BAS & DMR en oval 50 x >100 m stor blotning av serpentinit. I selve bekkeliet til en liten bekk som der kommer inn fra øst og renner inn i Køyttjørna fra nord ble det observert en talkmineralisering på mer enn 4 m mektighet (Fig. 27).



- En annen og relativt stor ultramafittlinse (ca. 400 x 330 m) ligger på nordsiden av Storbekken, ca. 1 km syd for stien opp til Fjellraudberget i 550-610 m høyde (Fig. 27). Denne linsen ble ikke undersøkt av BAS & DMR i høst p.g.a. begrenset dagslys. Den har et uvanlig lavt relieff for denne egnen, d.v.s. den er ikke så motstandsdyktig mot erosjon. Dette er en sterk indikasjon på at den består av en bløtere ultramafisk bergart som serpentinit eller fortalket serpentinit, eventuelt talk/kleberstein. *Denne linsen er definitivt en kandidat for oppfølging når det gjelder talk/kleber potensialet.*

*Konklusjon: talk-mineraliseringen på Fjellraudberget ser ut til å ha et betydelig potensiale etter norske forhold. Den observerte og prøvetatte talken ser ut til å ha en høy grad av renhet, og området fortjener derfor detaljerte oppfølgingsundersøkelser, inkludert detaljkartlegging i målestokk 1:5000/1:2500, supplert med magnetiske bakkemålinger for å inkludere også de overdekkede områdene. Videre trengs laboratoriearbeid i petrografi, mineralogi, geokjemi, XRD, o.s.v.*

## 5.4 Skograudbergene og omkringliggende ultramafitter

### *Innledning*

De to *Skograudbergene*, henholdsvis *nordre og søndre Skograudberget*, som begge består av ultramafitt-kupper som stikker opp av flatt myrlendt skogsmark (Fig. 29, Fig. 26: Foslie 1959b og Fig. 25: Reinsbakken & Fossen 1988), ble ikke besøkt under vår befaring med helikopter (29/6-99). Dette p.g.a. nærhet til vei (500 m fra trig.-punkt på søndre Skograudberget) samt at denne lokaliteten ble befart under Nord-Trøndelagsprogrammet (Gautneb 1991, s. 57). Ifølge Gautneb har den sydlige av de to kuppene vært undersøkt med tanke på uttak av serpentinisert dunitt/serpentinit som blokkstein. På polert overflate viser denne bergarten et svakt grønt fargeskjær ifølge Gautneb. Forekomsten er kun registrert og kjent som "olivin/serpentin" forekomst (Gautneb 1991, Gvein 1967, Poulsen 1948), og det ikke kjent om det fins talk/kleberstein langs randsonene av kuppene. På grunn av at området allerede i 1991 var del av et lokalt barskogreservat ble det ikke anbefalt ytterligere undersøkelser her under Nord-Trøndelagsprogrammet (Gautneb 1991, s. 57).

Da Statskog likevel ønsket at vi skulle befare flere av ultramafitt-kuppene i Nordli, tok vi med disse under vår tur til Nordli i oktober -99 (BAS & DMR 6-7/10 og LPN 9/10).

### *Nordre Skograudberget*

Nordre Skograudberget er lettest tilgjengelig fra en helt ny skogsbilvei på nordsiden av berget. Fra rundkjøringen i enden av veien er det ca. 300 m mot syd til den nordlige kontakten av ultramafitt-kuppen. Ultramafitten har imidlertid en stupbratt og utilgjengelig avgrensning både mot N, Ø og delvis også mot S, se Fig. 29. Kuppen nås derfor best opp langs vestryggen eller fra SV-siden eller NV-ombøyningen. De stupbratte sidene, delvis som rene overheng, stuper rett ned i skogbevokst grovblokkig blokkmark. Det er store ultramafitt-løsblokker av samme sammensetning som fastfjellet som har rast ned og danner ur under de bratte sidene. Denne blokkmarka er dekket av et tykt sammenhengende teppe av lyng, ris og mose. *Det er altså ikke en eneste blotning verken av sideberget eller den ytterste delen av kontaktsonen å se*

*på noe sted.* Selve ultramafitten er svært hard og seig og gir en typisk metallisk klang ved prøvetaking. Serpentiniseringen er relativt moderat sentralt i kuppen, og skikkelig serpentinitt kun lokalisert nær inntil den overdekkede randsonen. Kun på ett enkelt sted, lok 38 på SØ siden (Fig. 29), ble det observert en *delvis fortalket serpentinitt* in-situ helt i foten av sydstupet. *Denne observasjonen indikerer at det kan være utviklet talk/kleberstein i den ytre del av randsonen til nordre Skograudberget.* Det er imidlertid så vanskelig å komme til under all blokkmarka langs periferien at leting etter talk/kleber langs hele denne randsonen bør få lav prioritet i forhold til andre ultramafiske kroppene som de på Fjellraudbergene, o.s.v.

*Konklusjon: nordre Skograudberget består av en ensartet, relativt ru og mørk rødlig-fiolett vitrende og moderat serpentinisert metaperidotitt (meta-lherzolitt?) som er omvandlet til serpentinitt i den indre randsonen og videre til talkfisert serpentinitt eller talk/kleberstein langs den ytre del av randsonen. Potensialet av god talk/kleberstein er det på grunn av tilgjengelighet og blotningsgrad vanskelig å ha noen formening om.*

### **Seterbekken (Murubekken)**

Ifølge Reinsbakken & Fossen (1988) (se Fig. 25) skal det være en liten ultramafisk linse i selve bekkeleiet til Seterbekken (*lenger øst kalt Murubekken*) rett nord for nordre Skograudberget. Foslie (1959b) (Fig. 26) har to blotninger i bekken på dette stedet. På det aktuelle sted er imidlertid kun høymetamorf kvartsrik kvarts-glimmerskifer å se langs bredden av Seterbekken. Foslie har ytterligere to blotninger nedstrøms. Disse ble ikke undersøkt under befaringen i oktober –99.

### **Søndre Skograudberget**

Søndre Skograudberget som også består vesentlig av en ensartet massiv metaperidotitt nås lettest fra skogsbilveien i syd. Det er 175 m fra veien inn til SØ-hjørnet av ultramafitt-kuppen. Relieffet er ganske moderat mot syd, men mot nord ender kuppen i stupbratte vegger tilsvarende som for den nordlige kuppen. Forholdene med blokkmark (rasur) og overdekke helt inn til kuppen, o.s.v. er ellers akkurat de samme. Konklusjonen ovenfor kan altså utvides til også å gjelde søndre Skograudberget. En ting er spesielt ved det sydlige Skograudberget. På lok 42, ca. 50 m syd for trig.-punkt varden (Fig. 29), er peridotitten lokalt sterkt rustrød på grunn av en uvanlig sterk sulfidimpregnering. Det er vesentlig en disseminasjon av finkornet magnetkis, men pentlanditt og kobberkis kan også være tilstede. Mineraliseringen minner mye om tilsvarende mineraliseringer i Velfjord - Nordfjellmark traktene (jfr. Nilsson & Sturt 1995).

De to Skograudbergene er skilt av skråninger med mosedekket ur og blokkmark på begge sider samt et langstrakt meget vått myrområde på ca. 50 x 500 m i midten. Magnetiske målinger vil sannsynligvis kunne si om de to delene henger sammen. I så fall er det kanskje muligheter for klebersteinsdannelse langs den svært markerte og rettlinjede svakhetssonen (d.v.s. myra) mellom de to svært harde kroppene.

### ***Ultramafitt ca. 500 m øst for søndre Skograudberget***

Den sterkt overdekkede lille ultramafiske linsen på nordsiden av veien ca. 500 m rett øst for søndre Skograudberget har, så langt vi kunne bedømme, heller ikke noen blottet randsone (bedømt på grunnlag av en kort stopp bare). Ifølge Foslie (1959a) (Fig. 26) er det her blotninger i selve bekkeleiet samt eventuelt også rett på nordsiden av bekken(?). Vi tok oss ikke tid til å gå opp bekken, men prioriterte andre større kropper.

## **5.5 Ultramafitter ved Kveeidet samt langs Kvesjøen og Sandsjøen**

### ***Kveskallen***

Kveskallen er en meget markert og hard skalle, d.v.s. med et meget markert relieff i forhold til de bløtere skifer-omgivelsene (jfr. Fig. 30). Skallen har et ca. 75 x 100 m stort og relativt jevnt platå med høye stupbratte sider både mot nord og syd. Disse går nederst over i ur som igjen går over i myr og heldekket skogbunn. Talk/kleber potensialet langs kontaktsonen mot sideberget er det derfor vanskelig å ha noen formening om. Selve kuppen med platået består av en homogen og hard rødliggul vitrende metaperidotitt med karakteristiske lett synlige små tremolittnek og vifter på frisk flate (meta-harzburgitt?). Lokalt sees det også litt lysere gult vitrende metadunitt sammen med metaperidotitten. Mot yttergrensene øker serpentiniseringen, men vi har ikke sett fortalket serpentinitt noe sted. Helt i SV-hjørnet ble observert en finforskifret (finlaminert) ren serpentinitt (serpentin-mylonitt) som er det lengst framskredne stadium vi observerte av omvandlet ultramafisk bergart. Vi så ikke fortalket serpentinitt eller talk/kleberstein noe sted langs de tilgjengelige delene av periferien, d.v.s. på ryggen på øst og vestsiden av skallen. På østsiden (lok 44, Figur 30) står høymetamorf kvartsglimmerskifer bare 30-40 meter fra massiv metaperidotitt i den østlige avslutningen av linsen, men selve kontakten ble ikke observert her heller, ikke engang en forskifring/sterk serpentinisering av metaperidotitten.

### ***367 m høyden NØ for Kveskallen***

Ca. 400 m NØ for toppen av Kveskallen er en annen ultramafisk linse av samme type og størrelse som Kveskallen (Fig. 30). Linsen inkluderer den lille fjellryggen med 367 m høyden. Forholdene er her helt analoge med unntak av relieffet som er adskillig mindre dramatisk (d.v.s. mindre stup) enn på Kveskallen.

### ***Kuppe 550 m øst for Kveeidet (på sydsiden av Murusjøen)***

På sydsiden av skogsbilveien, i en slak kurve, 550 m øst for riksvei-brua over Kveelva står en liten ultramafisk linse (Fig. 30). *Denne linsen er tilsynelatende totalt omvandlet til talk/kleberstein tvers igjennom* ifølge BAS & DMR som befarte lokaliteten. P.g.a. beliggenheten rett i veikanten bør klebereren her testes med motorsag for uttak av prøveblokk tilsvarende som på Raudfjellet i Snåsa.

Kuppens dimensjoner er ifølge BAS & DMR minst ca. 30 x 80 m, muligens noe mer p.g.a. at den sydlige avslutningen er overdekket. Regner vi med 30 x 100 m overflate og praktisk rekkevidde for dagbrudd til 10 m dyp fra overflaten samt tetthet på 3 kg/dm<sup>3</sup> har vi en tonnasje på 30 x 100 x 10 x 3 = 90 000 tonn bare i denne ene lille kuppen.

*Denne kuppen fortjener absolut oppfølging, særlig p.g.a. den gunstige beliggenheten.*

### ***Storhammeren***

Storhammeren ligger på en halvøy på sydsiden av Kvesjøen. Ifølge BAS & DMR består ultramafitten her av pyroksenitt og dunitt som er godt blottet på den ytterste delen av halvøya. Pyroksenitten er intrudert av dunitt i form av både ganger og mer irregulære kropper. Ingen talkmineraliseringer ble observert. Ultramafitten har en mer enn 2 m mektig mylonittsone (skyvesone) i bunnen og overlager sterkt deformert granatholdig paragneiss av typisk Seve affinitet.

### ***Blotning 250 m VNV for gården Hammer***

Befart av BAS & DMR: en liten blotning av fortalket ultramafitt ble observert på nordsiden av veien som går på nordsiden av Kvesjøen, Lokaliteten ligger ca. 250 m VNV for gården Hammer.

### ***Storøya i Kvesjøen samt fastlandet rett innenfor***

Fastlandsdelen befart av BAS & DMR: det er ultramafitt på SØ siden av Storøya i Kvesjøen og rett imot Storøya på fastlandet (jfr. Reinsbakken & Fossen 1988). Ultramafitten på fastlandet består hovedsakelig av dunitt med irregulære bånd av pyroksenitt. Ingen forekomster av talk/klebersteins ble observert i tilknytning til ultramafitten. Imidlertid er det et perfekt opbevarte primære inkonformete mellom ultramafitten og den overliggende Köli sekvensen. Umiddelbart over ultramafitten opptrer en breksje vesentlig med kantet materiale, men også med enkelte rundede boller, begge deler fra den underliggende ultramafitten. Breksjen kan tolkes som en fossil talus (=rasmateriale) avsetning. Den er overlagret først av ca. 1 m ultramafisk sand og grus, derpå følger ca. 2 m med gabbro/ultramafisk konglomerat. Deretter følger ca. 5 m med båndet ultramafisk/mafisk sand/siltstein som oppover går over i normale biotitt-kvarts fyllitter av typisk Köli type.

### ***Rygg NV for Vekset***

På en rygg NV for Vekset opptrer gabbro og ultramafiske bergarter sammen. Disse er overlagret av konglomerat og har typiske Seve bergarter i bunnen (grovkornede granatglimmerskifre og kvarts-skifre).

### ***Stygghaugen - Stygghaugtangen – området vest for Stygghaugtangen (på sydsiden av Sandsjøen)***

Befart av BAS & DMR: her er både harzburgitt og gabbro, men ikke noe assosiert talk/kleberstein.

Selve *Stygghaugen* består hovedsakelig av en massiv ultramafisk bergart som viser varierende grad av serpentinisering.

*Stygghaugtangen* viser variabelt foliert harzburgitt godt blottet over en bredde på ca. 80 m langs med stranden.

Ellers er det gode blotninger av gabbro og overliggende metasedimenter av utvilsom Köli affinitet. De tektonostratigrafiske forholdene er her meget tydelige, og dette er en hovedlokalitet når det gjelder å forstå tektonostratigrafien:

stratigrafisk øverst:

- garbenskifer, fyllitt og grågrønn metasandstein (typisk "Lower Köli assemblage").
- polymikt konglomerat med hovedsakelig gabbroide boller, men også boller av ultramafiske bergarter og pegmatitt . This conglomerate locally represents the lowest part of the Köli.
- hoved-inkonformitet (1. ordens inkonformitet)

stratigrafisk nederst:

- ofiolittisk gabbro og ultramafitt (harzburgitt)

Kontakten er i dette tilfellet sterkt foldet.

## 6 KONKLUSJONER

### • 1) OBJEKTER FOR OPPFØLGING

Etter befaring av en rekke ofiolitt-fragmenter i Snåsa og Lierne står vi igjen med at kleberstein fra *Raudfjellet i Snåsa* og *Fjellraudberget i Nordli* er verd å undersøke videre som mineralressurs. Det gjelder både som industrimineral i form av nedmalt og utseparert talk samt eventuelt også magnesitt, og som blokkstein. Videre bør listwaenitten i Raudfjellet undersøkes som magnesiumråstoff. Begge de to områdene har sine "sterke og svake sider/ egenskaper", og disse er forsøkt belyst og avveid i avsnitt 3.5 (Raudfjellet) og avsnitt 5.3 (Fjellraudberget). I tillegg til disse to er en liten kuppe (30 x >80 m) 550 m rett øst for Kveeidet (se under avsnitt 5.5) anbefalt fulgt opp på grunn lett tilgjengelig beliggenhet helt i veikanten. I Nordli området er også en rekke sma ultramfiske kropper som er ennå ikke befart.

### • 2) KLEBERSTEIN SOM BLOKKSTEIN

Det mangel på god talkrik kleberstein i Norge i dag. Feltstudier og mikroskopering har vist at det aller meste av kleberen i hydrotermalsonen på Raudfjellet er en ren talk-magnesitt (breunneritt) bergart med en svak disseminasjon av oksyder (maks. 2 – 4 %). Fibrige mineraler som krysotil/stenglig antigoritt (serpentin) og amfiboler, er bare unntaksvis observert. Talk-andelen i kleberen på Fjellraudberget i Nordli er svært høy samtidig som bergarten er uvanlig fast og fin på grunn av talkens spesielle "armeringstekstur". Det anbefales at Statskog sonderer markedet for kleberstein som blokkstein fra begge disse lokaliteter, f. eks. gjennom A/S Granit som har et stort markedsføringsapparat og har drevet med talk/ kleberstein i over 80 år. Når det gjelder markedet for kleber er det mange arkitektoniske forhold og lignende som spiller inn. Vi mener at kleberen på Raudfjellet og Fjellraudberget ikke står noe tilbake i forhold til annen norsk kleber på dette området.

### • 3) KLEBERSTEIN FRA RAUDFJELLET TIL VURDERING VED NIDAROS DOMKIRKES RESTAURERINGSARBEIDER (NDR)

NGU har i oktober –99 vært i kontakt med Nidaros Domkirkes Restaureringsarbeider (NDR) om klebersteinen fra Raudfjellet og Fjellraudberget. NDR har for tiden stor mangel på kleberstein til videre restaurering av Nidarosdomen. NDR prøvesaget blokker fra to lokaliteter på Raudfjellet (jfr. kartet: lok 45 og 46). De er i utgangspunktet fremdeles interessert i steinen, men deres krav til restaureringsstein er meget strenge. Det anbefales at Statskog tar kontakt med geolog Per Storemyr ved NDR om oppfølging av saken.

### • 4) KLEBERSTEIN SOM RÅSTOFF FOR TALK SAMT EVENTUELT OGSÅ FOR MAGNESIUM

Prøver av kleberen på Fjellraudberget i Nordli har i mikroskop vist en helt uvanlig talkrik bergart (> 95 % talk). Denne bør derfor også vurderes som talkråstoff. Små mengder fibrig antofyllitt/tremolitt samt kloritt (ca. 5% eller mindre) i steinen er negative faktorer.

Det aktuelle området (2 – 3 km<sup>2</sup>) bør detaljkartlegges i stor målestokk (f. eks. 1:2500). Når det gjelder klebersteinen fra hydrotermalsonen i Raudfjellet er denne gjennomgående relativt karbonatrik. I mikroskop viser breunneritt-andelen seg stort sett å ligge på rundt 50 % eller litt mer. Det er sjelden å se i mikroskopet at talk er klart dominerende over karbonatet. Dette må en ha i minne når kleberen fra Raudfjellet vurderes som industrimineral. Hvis man kan få til en god separering av talk og magnesitt har man to økonomiske produkter og dermed en nær total utnyttelse av bergarten.

- **5) LISTWAENITTEN SOM EVENTUELT MAGNESIUM-RÅSTOFF**

Det bør definitivt også undersøkes om listwaenitten kan være interessant som magnesium-råstoff fordi denne stedvis langs hydrotermalsonen på Raudfjellet er en sterkt magnesitt-dominert bergart. Positive faktorer er de relativt sett svært store listwaenitt-volumene i Raudfjellet (mektheter på opptil 150 m og ca. 4 km strøklengde) og dermed mulighetene for større volumer med kvartsfattig listwaenitt. Negative faktorer er den assosierte kvartsen (ca. 8 % SiO<sub>2</sub> (=kvarts) i beste fall og opptil 65 % i dårligste fall ifølge våre analyser så langt) og Fe<sup>2+</sup> komponenten (grovt regnet ca. 10 mol-%) i karbonatet.

- **6) LISTWAENITT OG GULL**

Listwaenitt og kleberstein i hydrotermalsonen på Raudfjellet er rekognosert og analysert (fastfjell og vaskekonsentrater) med tanke på gull, men vi fikk ingen anomale oppslag. Prospektering etter gull i listwaenitt og kleberstein bør inntil videre prioriteres lavt i oppfølgingen i forhold til en videre utredning av talk/klebersteinspotensialet og undersøkelse av listwaenitten som magnesiumkilde.

- **7) PLATINA - GRUPPE ELEMENTER (PGE) OG KUMULATER**

Platina-gruppe elementer (PGE) kan mulig opptre som såkalte "reefs" (d.v.s. tynne horisontbestandige lag) i de lavere deler av kumulatsonen på Raudfjellet, men det er tidkrevende å gå løs på og lokalisere og identifisere slike "reefs". Først skal det, hvis mulig, etableres en stratigrafi, og deretter må vi ha oversikt over de enkelte makroritmiske enheter hvortil PGE-"reefs" mulig er knyttet. En slik oppgave bør settes relativt lavt i forhold til oppfølging av talk/klebersteins-potensialet og listwaenitten som mulig Mg kilde. Man bør likevel ha øynene oppe for mulige "PGE-feller" som anrikninger av sulfider eller oksyder, pegmatitter, o.s.v., og prøveta eventuelle slike for rekognoserende Pt, Pd og Au analyser.

- **8) OLIVIN I MANTELDELEN AV RAUDFJELLET**

Den ultramafiske blokken på Raudfjellet består som nevnt i avsnitt 3.3 vesentlig av dunitt og lite peridotitt. De sentrale delene av denne flere km<sup>2</sup> store blokken består ifølge F. Kautsky av nesten helt frisk dunitt med opptil ca. 90 % olivin og resten serpentin-mineraler. Vi har så langt i inneværende prosjekt ikke befattet oss med problemstillingen *olivin som industrimineral*, verken under feltarbeidet eller senere, og vi har derfor ikke prøvetatt de aktuelle delene av ofiolitten. Det synes imidlertid klart at de sentrale deler av

mantelblokken på Raudfjellet mulig kan representere en stor olivinforekomst hvis det fins partier som er tilstrekkelig lite serpentinisert.

## • 9) SPESIFISERING AV OPPFØLGINGSARBEIDER

Følgende oppfølgingsarbeider burde utføres av NGU i år 2000/2001:

### *Raudfjellet i Snåsa:*

- Detaljert kartlegging, inkludert strukturkartlegging, av den 4,5 km lange hydrotermalsonen gjennom Raudfjellet i skalaen 1:5000 eller 1:2500. Detaljerte topografiske kart må lages på forhånd fra flyfotos (fordi 10-m ekvidistansen på eksisterende kart i målestokk 1:10 000 lett kan bli for grov).
- Magnetiske bakkemålinger samt eventuelt andre relevante geofysiske bakkemålinger som dekker hydrotermalsonen, spesielt de delene av sonen som er dekket av myr, vann, tykke kvartæravsetninger, etc. Arbeidet må dels gjøres på vinterføre.
- Omfattende prøvetaking av sonen.
- Kartlegging av dunittområdene med hensyn på olivin-innholdet.
- Oppfølging av Au og PGE anomalier, spesielt for å identifisere kildebergartene.
- Laboratorie-arbeider inkludert: studier av tynnslip og polerslip, mineralseparering, mineralogiske og kjemiske analyser (SEM-EDS, XRD, XRF, TC, TS), hvithetstester (talk), m.m.

### *Nordli området:*

- Detaljert kartlegging, inkludert strukturkartlegging, av talk-mineraliseringene i Fjellraudberget inkludert linsen på nordsiden av Seterbekken samt diverse andre nærliggende ultramafiske linser. Detaljerte topografiske kart må skaffes der det ikke fins kartdekning med økonomisk kartverk.
- Magnetiske bakkemålinger, spesielt i de sterkt overdekkede områdene med mye myr, etc.
- Omfattende prøvetaking.
- Befaring, med hensyn på talk/kleberstein, av de ultramafiske linsene i Hestkjøldalen samt andre aktuelle ultramafiske linser på kartblad Murusjøen som ikke ble besøkt i 1999.
- Laboratorie-arbeider tilsvarende som for Raudfjellet.

Disse arbeidene burde føre til et godt planlagt oppboringsprogram med detaljert logging/mineralogiske undersøkelser av kjernemateriale, o.s.v.



## 7 LITTERATURREFERANSER

- Albrektsen, B.A., Furnes, H. & Pedersen, R.-B.** 1991: Formation of dunites in mantle tectonites, Leka Ophiolite Complex, Norway. *Journal of Geodynamics* vol. 13, No. 2-4, s. 205-220.
- Bakke, S., Boassen T. & Nilsson, L.P.** 1990: Platinum-group minerals (PGM), gold and associated minerals in the Raudberg field ultramafic tectonites, Vik, Sogn og Fjordane, western Norway. *I: Boyd, R. et al.: NTNf project no. MB10.20346 Geochemistry of platinum metals in ophiolites in Norway, Final report. NGU report 90.065 vol. I & II, 44 + 220 sider.*
- Bergman, S.** 1993: Geology and geochemistry of mafic-ultramafic rocks (Köli) in the Handöl area, central scandinavian Caledonides. *Norsk Geologisk Tidsskrift* 73, 21-42.
- Buisson, G. & Leblanc, M.** 1985: Gold in carbonatized ultramafic rocks from ophiolite complexes. *Economic Geology* 80, s. 2028-2029.
- Buisson, G. & Leblanc, M.** 1986: Gold bearing listwaenites (carbonatized ultramafic rocks) in ophiolite complexes. *I: "Metallogeny of basic and ultrabasic rocks", M.J. Gallagher, R.A. Ixer, C.R. Neary & H.M. Prichard (red.), The institution of Mining and Metallurgy Publ., London, U.K., s. 121-132.*
- Du Rietz, T.** 1935: Peridotites, serpentinites and soapstones of northern Sweden with special reference to some occurrences in Northern Jämtland. *Geol. Fören. Stockh. Förh. bind 57, side 133-206.*
- Ekremsæter, J. & Ryghaug, P.** 1991: Prøvelokaliteter – regional bekkesedimentundersøkelse, Nord-Trøndelag og fosenhalvøya. NGU rapport 91.257, 60 sider + 4 vedleggsbind med kart.
- Foslie, S.** 1959a: geologisk kart JÆVSIJØEN (Rektangel 51C). Norges geologiske undersøkelse.
- Foslie, S.** 1959b: Geologisk kart NORDLI (Rektangel 54B). Norges geologiske undersøkelse.
- Foslie, S.** 1959c: Geologisk kart BJØRKVASKLUMPEN (Rektangel 51A). Norges geologiske undersøkelse.
- Gautneb, H.** 1991: Database for industrimineral forekomster i Nord-Trøndelag og Fosen; foreløpig utgave. NGU rapport 91.267, 75 sider + 1 kartbilag.

- Gvein, Ø.** 1967: Serpentin i Nordli, Nord-Trøndelag. NGU rapport 796-2.
- Håbrekke, H.** 1982: Geofysiske målinger fra helikopter over et område nord for svenskegrensen i Lierne og Snåsa, Nord-Trøndelag. NGU rapport 1982, 12 sider + 8 kartbilag.
- Kautsky, F.** 1977: Berggrundsbeskrivning över Jäfsjön – Langvatnet – Heggsjöfjellområdet. NGU geol. avd. Kartarkivet, original nr. 179/85.055D, 58 sider + kartbilag (180/85.055D).
- Leblanc, M.** 1991: Platinum-group elements and gold in ophiolitic complexes: distribution and fractionation from mantle to oceanic floor. *I*: "Ophiolite Genesis and Evolution of the Oceanic Lithosphere", Tj. Peters, A. Nicolas & R.G. Coleman (red.), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, s. 195-205.
- Le Maitre, R.W.** (red.) 1989: A Classification of IGNEOUS ROCKS and Glossary of Terms. Recommendations of the International Union of Geological Sciences Subcommission on the Systematics of Igneous Rocks. Blackwell, Oxford. 193 sider + 1 plansje.
- Nilsson, L.P.** 1990: Platinum-group mineral inclusions in chromitite from the Osthammeren ultramafic tectonite body; south central Norway. *I*: Boyd, R. et al.: NTNF project no. MB10.20346 Geochemistry of platinum metals in ophiolites in Norway, Final report. NGU report 90.065 vol. I & II, 44 + 220 sider.
- Nilsson, L.P. & Sturt, B.A.** 1995: Magmatic and detrital pyrrhotite and pentlandite and magmatic troilite from Nordfjellmark, Velfjord-Tosen region, Central Norwegian Caledonides. NGU Bulletin 427, side 116-118.
- Nilsson, L.P., Sturt, B.A. & Ramsay, D.M.** 1997: Ophiolitic ultramafites in the Folldal-Røros tract, and their Cr-(PGE) mineralisation. NGU Bulletin 433, side 10-11.
- Pedersen, R.-B., Johannesen, G.M. & Boyd, R.** 1993: Stratiform platinum-group element mineralizations in the ultramafic cumulates of the Leka Ophiolite complex, central Norway. *Economic geology* 88, side 782-803.
- Poulsen, A.O.** 1948: Olivinstein og serpentinitt i Norge. NGU-Bergarkivet rapport nr. 5013.
- Reinsbakken, A. & Fossen, H.** 1988: MURUSJØEN, berggrunnskart 1923-1, 1:50 000, foreløpig utgave. Norges geologiske undersøkelse.
- Roberts, D.** 1997: Geologisk kart over Norge. Berggrunnsgeologisk kart GRONG, M 1:250 000. Norges geologiske undersøkelse.

- Rundhovde, E.** 1992: Epigenetisk mineraliseringsutvikling i Leka ofiolittkompleks. Doktor ingeniøravhandling 1992:25. Institutt for geologi og bergteknikk, NTH, Trondheim. 233 sider + appendix A – J.
- Ryghaug, P.** 1990: Edelmetallanalyse i bekkesedimentprøver, Nord-Trøndelag og Fosen. NGU rapport 90.081, 121 sider + 8 kartbilag.
- Sjöström, H. & Roberts, D.** 1992: GJEVSJØEN berggrunnskart 1823-2, 1:50 000, foreløpig utgave. Norges geologiske undersøkelse.
- Stigh, J.** 1979: Ultramafites and detrital serpentinites in the central and southern parts of the caledonian Allochthon i Scandinavia. Geologiska institutionen, Chalmers Tekniska Högskola och Göteborgs Universitet, publ. A 27, 222 sider + appendix A og B + Plate 1.
- Sturt, B.A., Bøe, R., Ramsay, D.M. and Bjerkgård, T.** 1995 : Stratigraphy of the Otta-Vågå tract and regional stratigraphic implications. NGU Bulletin 427, s. 25-28.
- Sturt, B.A. and Ramsay, D.M.** 1997a : The Terrane Linking Unconformity in the Central Scandinavian Caledonides (abstract). Terra Nova 9, s. 330.
- Sturt, B.A. and Ramsay, D.M.** 1997b :The Gudbrandsdalen Antiform - a major Late Caledonian structure. NGU Bulletin 433, s. 12-13.
- Sturt, B.A. and Ramsay, D.M.** 1999 : Early Ordovician terrane-linkages between oceanic and continental terranes in the central Scandinavian Caledonides. Terra Nova, 11 (in press).
- Streckeisen, A** 1976: To each plutonic rock its proper name. Earth Science Reviews 12, side 1-33.
- Strömberg, A.G.B.** 1999: Beskrivning till berggrundskartan över Jämtlands län, Del 2: Fjälldelen. Sveriges geologiska undersökning, Serie Ca 53:2.
- Törnebohm, A.E.** 1872: Om förekomsten av serpentin i Jemtland. Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar (GFF), bind 1, s. 29-30.
- Törnebohm, A.E.** 1896: Grunddragen af det centrala Skandinaviens bergbyggnad. Kgl. Svenska Vet.-Ak. Hdl. 28, No. 5. Stockholm, 210 sider + 4 bilag.

## FIGURER

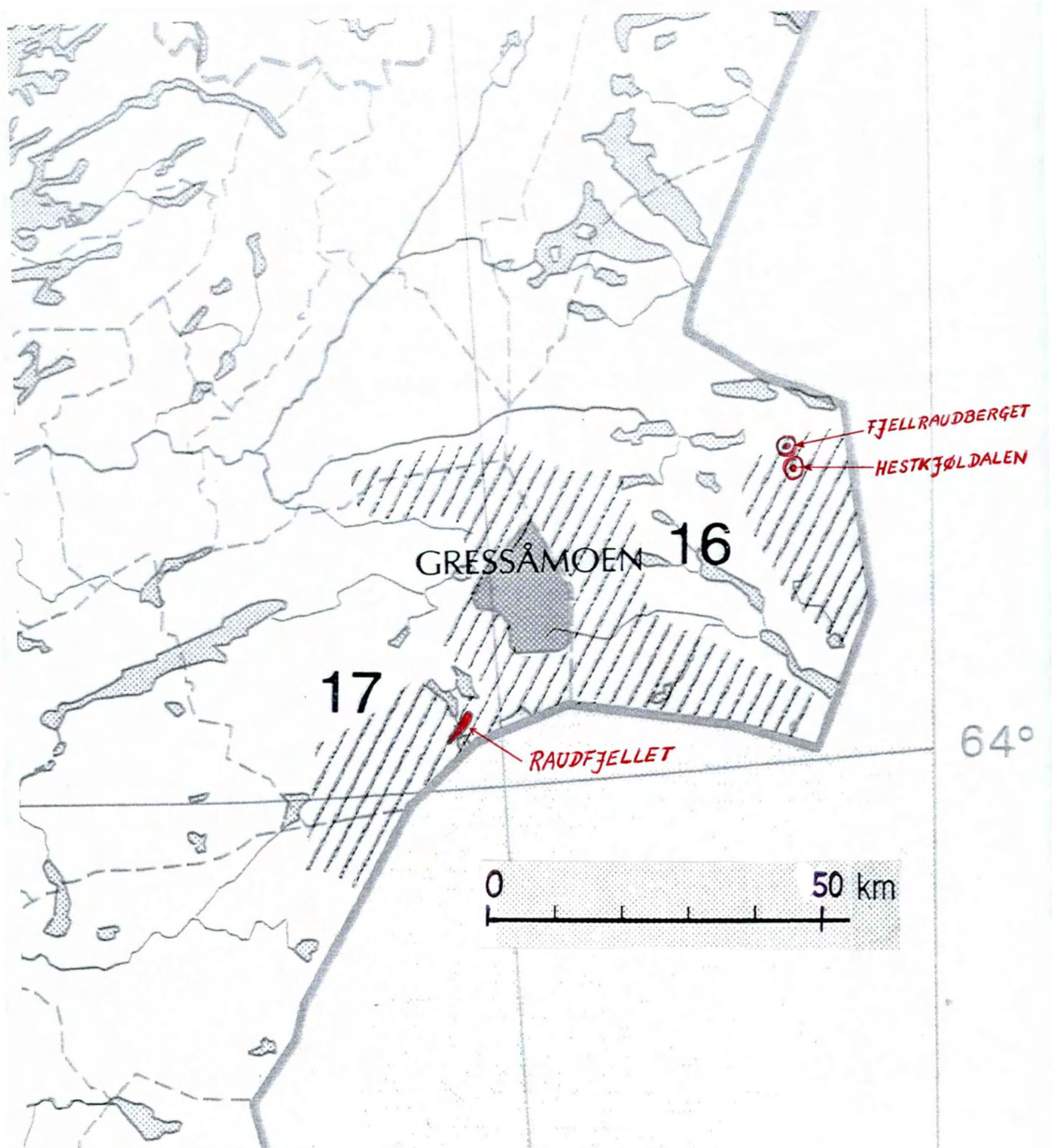


Fig. 1

Arbeidsområdet for den nye nasjonalparken i Nord-Trøndelag etter NOU 1986: 13.

De to områdene er i utredningen benevnt Hartkjølen (merket 16) med et areal på ca. 500 km<sup>2</sup> og Verdal-Lierne (merket 17) med et areal >1000 km<sup>2</sup>. Gressåmoen nasjonalpark (180 km<sup>2</sup>) er vist med grå raster.

Raudfjellet ofiolittfragment i Snåsa samt ultramafiske linser med talk/kleberstein i Nordli er avmerket med rødt.

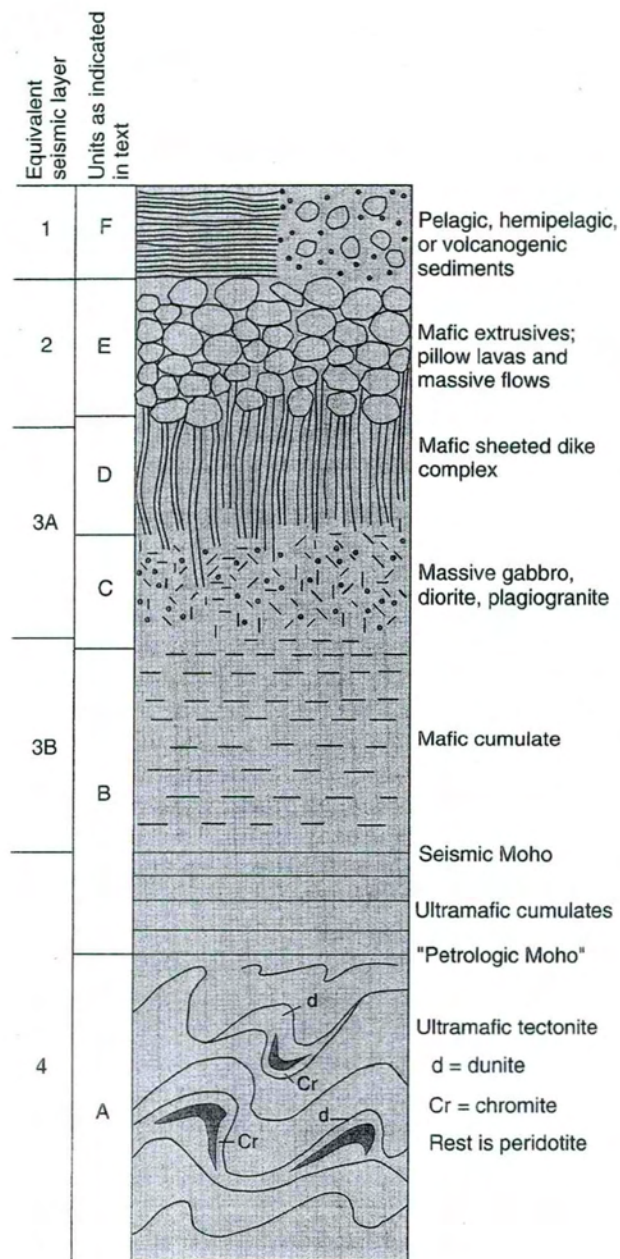


Fig. 2

Figuren viser en idealisert ofiolittsekvens (etter E.M. Moores 1982) og er her tatt med for å belyse teksten i avsnitt 3.3 som omhandler Raudfjellets geologi. Avstanden fra toppen ned til "Petrologic Moho" på figuren er omkring 8 - 10 km.

I Raudfjellet ofiolittfragment i Snåsafjellene er den øverste delen av enhet A (inkludert en eller flere store dunittkropper) tilstede. Videre er den midtre og øvre delen av enhet B tilstede. Enhet C er meget godt representert på Raudfjellet, mens vi foreløpig, på grunn av dårlig blottingsgrad i skråningene ned mot Grønningen, bare har observert en lokalitet med enhet D. Inkonformiteten kutter fullstendig ut enhet F og E. Fra nord til syd kuttes gradvis også større deler av enhet D og C ut, og til slutt, på SV siden av Grønningsetva, skjærer inkonformiteten gjennom enhet B og A.

Hydrotermalsonen med listwaenitt og kleberstein vil stort sett følge grensen mellom enhet A og et sted ca. 1/3 opp i enhet B på figuren fordi den nederste tredjedelen av enhet B ikke ser ut til å være representert på Raudfjellet.



Fig. 3 Ultramafisk mylonitt (en sterkt forskifret utgave av en ellers massiv serpentinit/dunitt) fra den sydlige avslutningen av Raudfjellet ofiolittfragment. Observasjoner gjort på flere steder viser at mylonittsonen i bunnen av ofiolitten er ca. 150 m mektig.



Fig. 4 Toppen av ofiolittfragmentet er representert med en markert inkonformitet (vinkel-diskordans) og et polymikt konglomerat avsatt på selve toppflaten. Vi har søkt og funnet flere blotninger av inkonformiteten slik som her i bekkefarene til Holdesbekken på SV siden av Grønningselva. Prosjektleder BAS sitter her på selve grenseflaten mellom ofiolitten og det overliggende konglomeratet.



Fig. 5

Detalj av kontakten på Fig. 4. Her er et polymikt ultramafisk-mafisk konglomerat med boller av bl.a. listwaenitt tilhørende hydrotermalsonen som her kuttes av inkonformiteten.



Fig. 6

Detalj av Fig. 4. En stor blokk av delvis listwaenitt-derivert konglomerat i bekkeleiet.





Fig. 7 Karakteristisk rødbrun-flekket, nodular pyroksenitt på lok 36, ca. 170 m SV for syddenen av søndre Stokktjørna, Raudfjellet, Snåsa.



Fig. 8 Fra 672 m høyden 50 m NV for lok 5 i hydrotermalsonen gjennom Raudfjellet. Båndet pyroksenitt (kumulat-struktur) hvor lagene som kommer på skrå inn fra venstre på bildet tydelig kutter de tidligere dannede lagene sentralt og til høyre i bildet (markert med to penner). Vi har tilsynelatende her en *magmatisk erosjon* av de tidligst utkrystalliserte lagene.



Figur 9

*Fra hydrotermalsonen gjennom Raudfjellet i Snåsa. Første del av arbeidet med blokkuttak av kleberstein på lok 45, SV for Hallarhaugen.*

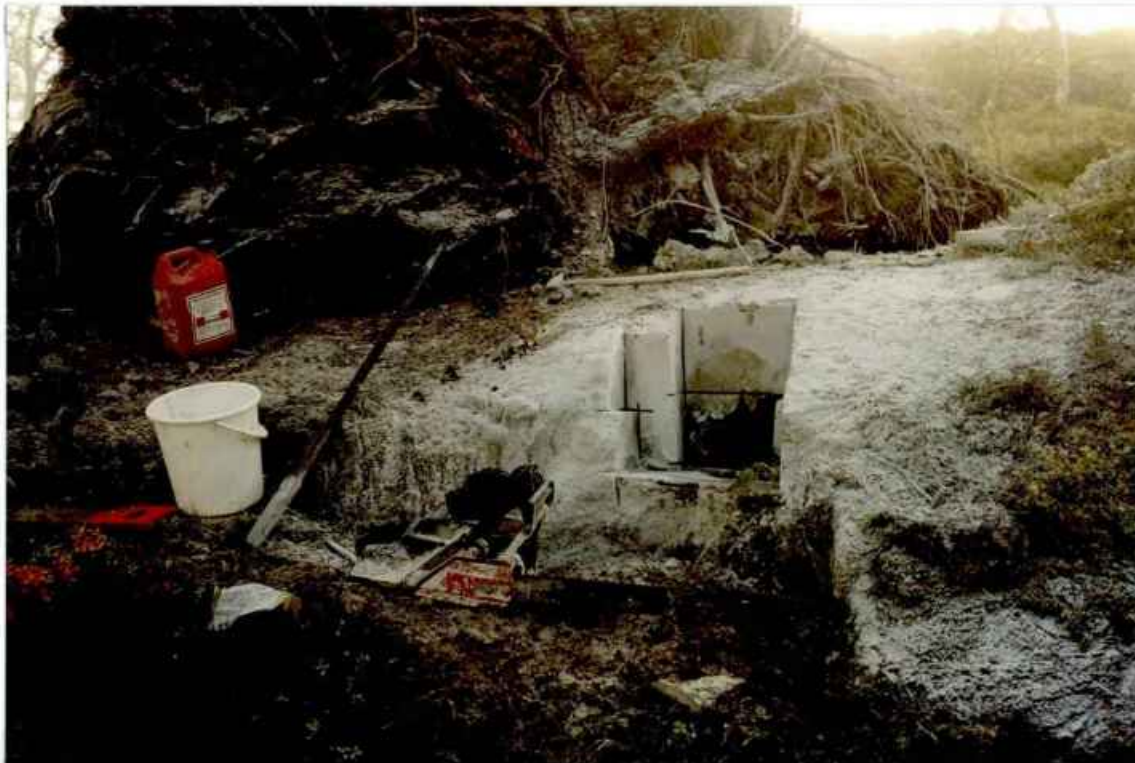
Lokaliteten ligger ca. 200 m fra bukta ved Grønningens østbredd (jfr. kartet i Vedlegg 1). Bildene viser den første slissen som sages. Forut for dette ble det kun prøvesaget litt med vanlig snekkersag for å teste "sagbarheten". Det er konsulent Asbjørn Flaot, Statskog Trøndelag/Møre som er i aksjon.





Figur 10

Siste del av arbeidet med blokkuttak av kleberstein på lok 45. De utsagede blokkene var i området 10 – 20 kg. Uheldigvis gikk den innerste blokka i to deler etter et tynt ruststikk som vises som et brunsvart felt på det nederste bildet. Ellers var steinen fri for stikk.



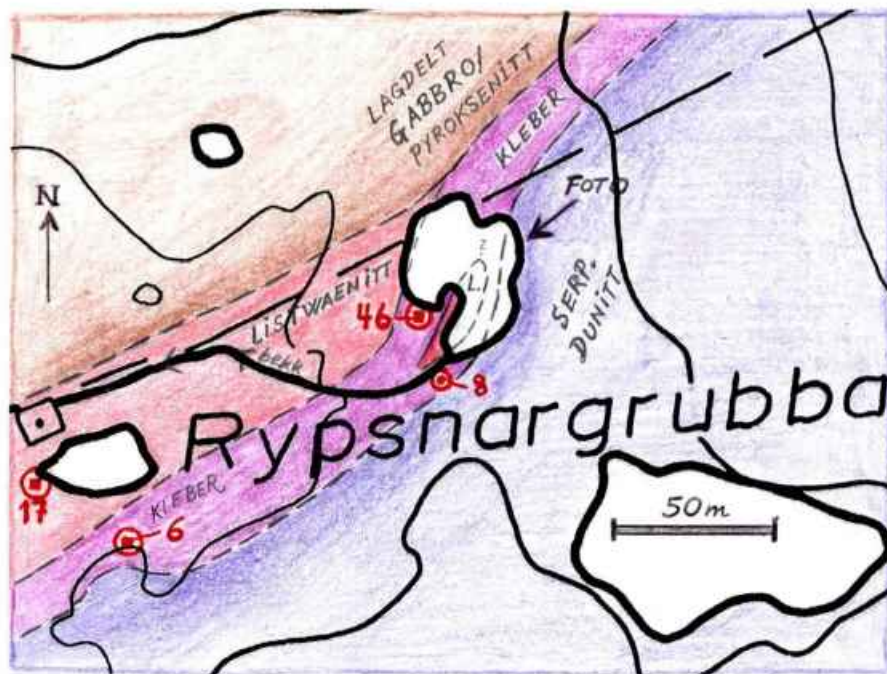


Fig. 11

Oversikt over lok 46 i hydrotermalsonen gjennom Raudfjellet i Snåsa. Lokaliteten ligger øverst i Rypsnargrubba. Dette er det andre av de to stedene som ble valgt ut for prøveuttak av kleberstein med motorsag. Foto tatt mot sydvest. Fordelingen av bergarter er vist på kartutsnittet (forstørret utsnitt av hovedkartet i Vedlegg 1).



Fig. 12

Fra blokkuttaket øverst i Rypsnargrubba (lok 46). Klebersteinen er her fullstendig fri for sprekker og blokkuttaket gikk helt som ønsket.

Bemerk kleberens gråsvarte vitringshud som står i skarp kontrast til den hvite skyen av talkstøv.

Bemerk også vitrings-mønsteret som gjenspeiler talk/magnesitt fordelingen og strukturen i kleberen. Paradoksalt nok er det den bløte talken som står fram som rygger, mens det brunvitrende karbonatet tar plassen mellom ryggene. Det kan sees bl. a. på øvre bildet rett foran sagbladet. Den kjemiske forvitringen har her vært sterkere enn den mekaniske i tiden etter at isen formet selve fjellryggen.





Fig. 13

Det ferdige resultatet fra blokkuttaket på lok 46. Den største blokka herfra (vist på nederste bilde) var på mellom 30 og 40 kg. Denne blokka samt blokker fra lok 45 gikk til Nidaros Domkirkes Restaureringsarbeider (NDR) for vurdering. Andelen av talk i den største blokka anslås til å ligge på noe over 50 %.





Fig. 14

Ved en gunstig kombinasjon mellom et sydlig og ikke for sterkt vinddrag og prøvestedets beliggenhet delvis skjermet for vinden fikk vi oppleve at talkstøvet fra sagingen samlet seg over det lille tjernet og ble ført inn i den nordvestlige bukta. Fordi vannets overflatehinne bærer talkstøvet (p.g.a. at hvert enkelt talkkorn er flakformet og dermed får en stor overflate i forhold til vekten) og vinden samler det sammen på ett sted får vi her en slags naturlig "talk-flotasjon". Dette som apropos til eventuell utnyttelse av kleberen som talkråstoff (talkum) hvor man ofte bruker nettopp flotasjon ved anrikning av talken for å få et høyverdig produkt.

95



Raudfj

Fig. 15

Rensaget talkrik kleberstein fra lok 6 i Rypsnargrubba i Raudfjellet (jfr. hovedkartet i Vedlegg 1 og detaljkartet i Fig. 11 for lokalisering). De blågrålige partiene i kleberen er talk, mens de gulhvite årene og flekkene er karbonat (magnesitt/breunneritt). De brune flekkene skyldes oksidering av karbonatet. Slik brunfarging (misfarging) opptrer bare helt i overflaten av klebersteinen og forsvinner på noen cm eller dm dyp.



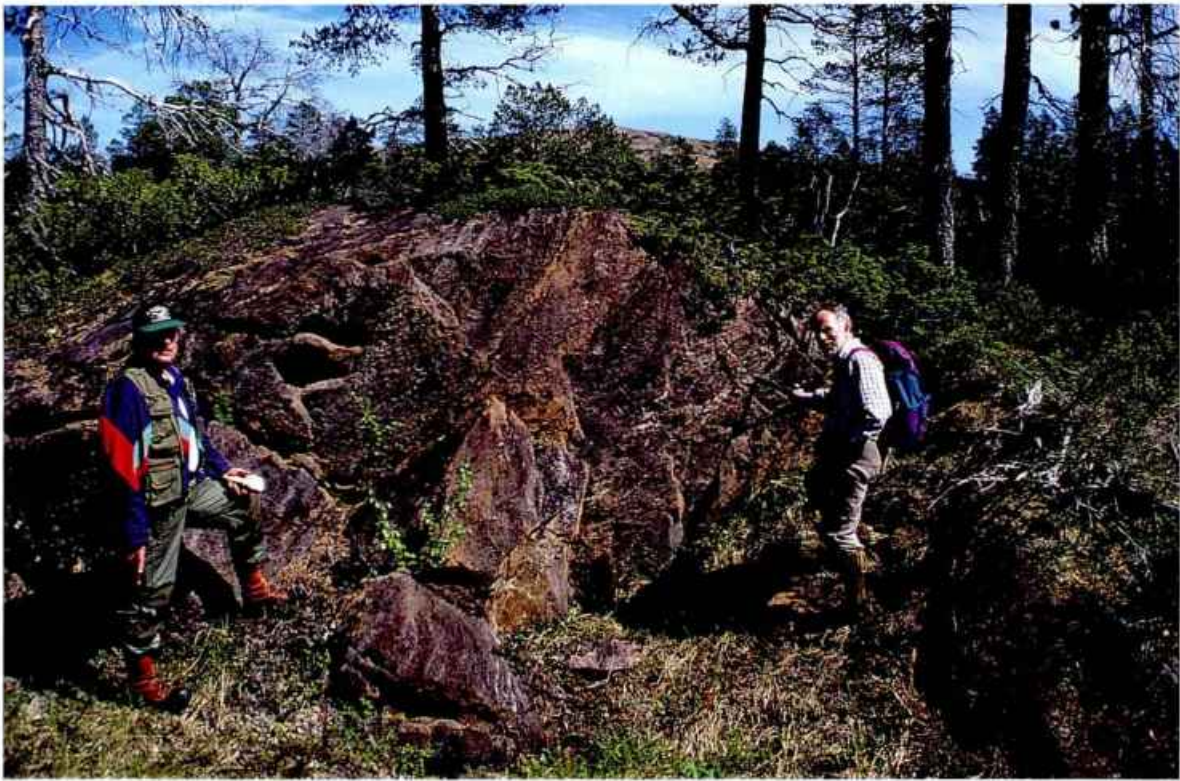


Fig. 16

Representativ kvartsfattig og dermed magnesitrik og typisk brunvitrende listwaenitt fra 496-m høyden like vest for lok 34, ca. 130 m fra østbredden av Grønningen. Personene på bildet er fylkesgeolog i Nord-Trøndelag O.S. Hembre (til venstre) og forsker D.Roberts, NGU.



Fig. 17

Detaljbilde av listwaenitt med typisk parallellorientert ribbekvarts. Fotolokalitet på tangen på sydsiden av tjernet øverst i Rypsnargrubba (jfr. Fig. 11 for lokalisering). Bemerkt skalaen: en ca. 13 cm lang rød magnetpenn.

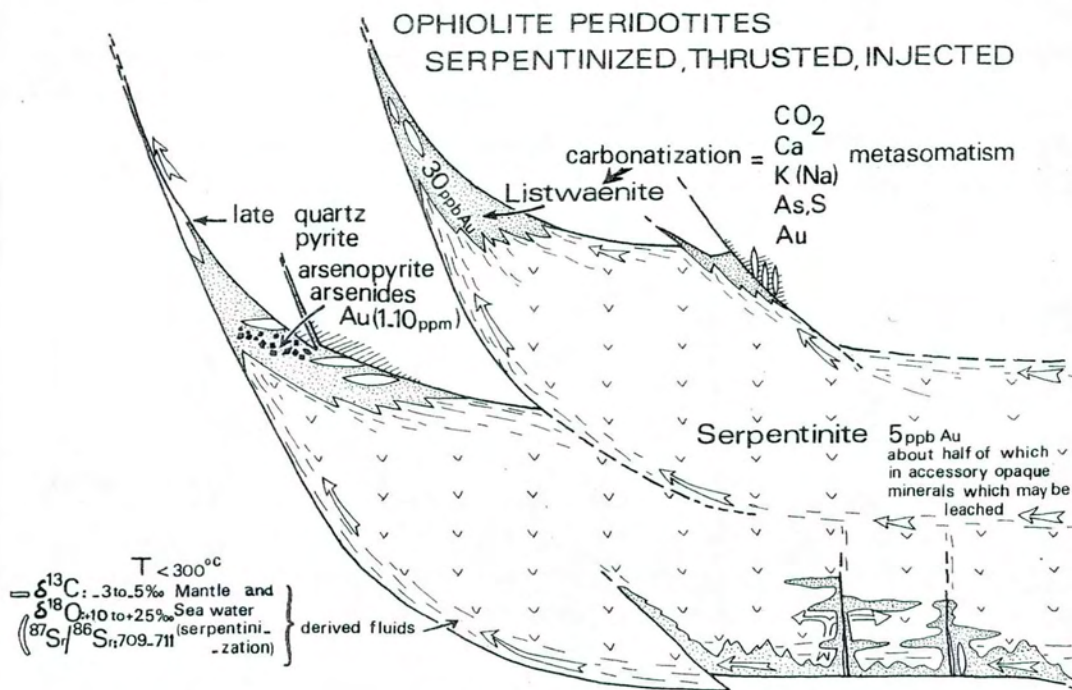
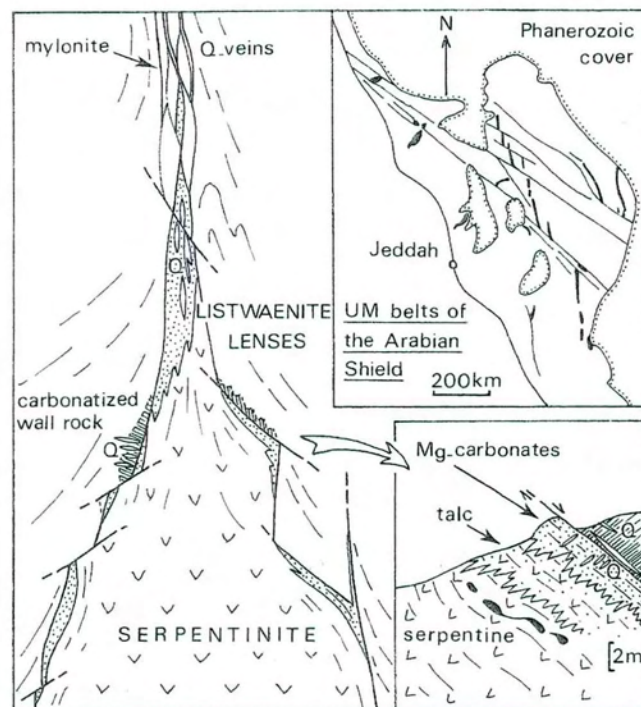


Fig. 18A

Teoretisk dannelsesmodell for gullførende listwaenitter (fra Buisson & Leblanc 1986). Det er på figuren antydnet en 6x oppkonsentrering av gullet fra finkornet disseminasjon i massiv ofiolittisk serpentinitt til favorable "gull-feller" langs skjærplan eller i "skjærplan-segmenter" med assosiert listwaenitt. Fra serpentinitt til "sen kvarts" er den samme oppkonsentreringsfaktoren på hele 200x til 2000x. Gullet er i siste tilfelle assosiert med svovelkis, arsenkis eller arsenider. B & L betrakter i sin modell listwaenittiseringen som en ren karbonatiserings-prosess adskilt fra "late quartz"-dannelsen som er et produkt av ren silifisering (jfr. også Fig. 18C). På Raudfjellet er situasjonen adskillig mer kompleks enn i teorien med en tilsynelatende sterk integrering av de to prosessene. Dette kompliserer også ettersøkningen etter typiske gull-feller.

Fig. 18B

Tverrsnitt som viser typisk opptreden av listwaenitt i ofiolittiske ultramafiske komplekser i Saudi-Arabia (fra Buisson & Leblanc 1986). Detaljfiguren nederst til høyre viser en opptreden som med unntak av bevegelsesretningen på skyveplanet er helt identisk med hydrotermalsonen på Raudfjellet når vi betrakter sonen fra NØ mot SV. Dimensjonene (sonens mektighet) er imidlertid stort sett mye større på Raudfjellet enn i eksemplet fra Saudi-Arabia. En annen viktig forskjell er karbonatet. Mens karbonatet i eksemplet fra Saudi-Arabia vesentlig er (Fe-Mn) dolomitt har vi i Raudfjellet magnesitt/breunneritt (=Fe-holdig magnesitt).



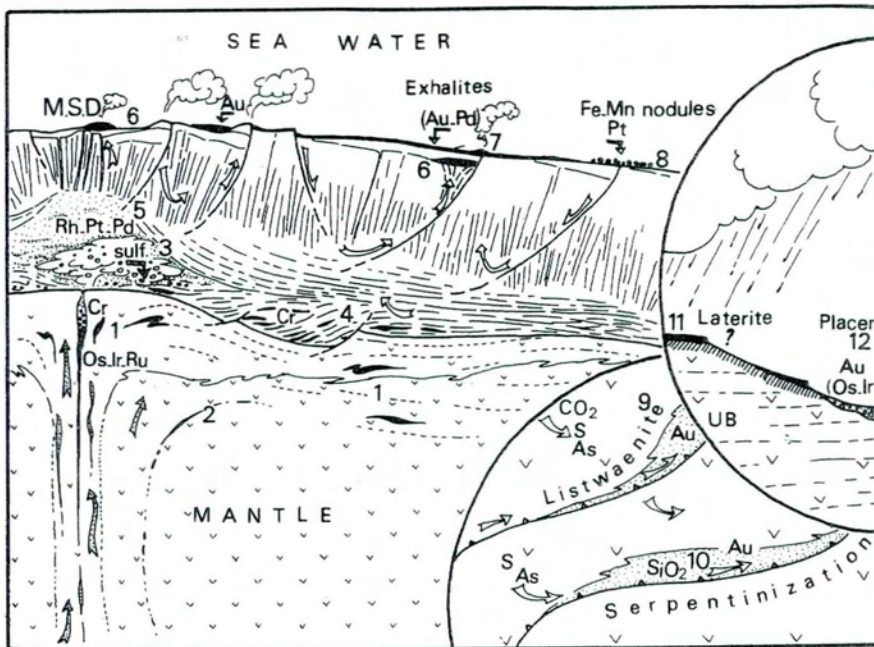


Figure 12. Prospective sketch for possible concentrations of noble metals in an ophiolitic complex: (1) chromitite pods and (2) sulphide-rich rocks in the mantle section; (3) magmatic sulphides in the lower cumulates, with stratiform chromitites (4), or at the top of the magmatic chamber (5); (6) hydrothermal Massive Sulphide Deposits (MSD), and (7) metalliferous sediments (exhalites), with the oceanic Fe-Mn nodules for reference (8); (9) carbonatized (listwaenite) and (10) silicified serpentinites along tectonic contacts; (11) laterite profiles on weathered ultramafic rocks, and placer deposits (12).

### Fig. 18C

Skisse hentet fra Leblanc (1991) som viser mulige lokaliseringer av edelmetall-konsentrasjoner (gull og platina-gruppe elementer) i et ofiolittkompleks. Bemerk at dannelsen av både gullførende listwaenitt (nr. 9 på figuren) og gullførende  $\text{SiO}_2$  (=kvarts) (nr. 10) begge skjer langs tektoniske grenser i serpentiniten. Som nevnt i teksten til Fig. 18A er det på Raudfjellet tilsynelatende ikke noe skarpt skille mellom de to prosessene.



Fig. 19 Polymikt mafisk-ultramafisk konglomerat avsatt på inkonformiteten som skjærer ned i ultramafitten på Gaundalsklumpen. Lokaliteten er i vestskråningen rett under toppen av Gaundalsklumpen. Gaundalsklumpen-Haukberget er et sammenhengende, langstrakt ofiolittfragment, minimum 2,2 km langt og maksimum 300 m bredt ifølge S. Foslies kartlegging. Fragmentet representerer en SV-lig fortsettelse av Raudfjellet ofiolittfragment. Inkonformiteten med det overliggende konglomeratet ble oppdaget av BAS under rekognoseringen med helikopter sommeren 1999.



Fig. 20 Detalj av Fig. 19. Her er ofiolittderiverte boller av gabbro, leuko-gabbro, pyroksenitt (14x8 cm) og rødbrunt vitrende karbonat. Videre er det småboller/gruskorn av samme materiale tilstede. (NB! Begge figurene skal ses fra høyre, d.v.s. fra langsiden av arket)

NV

NNV

N

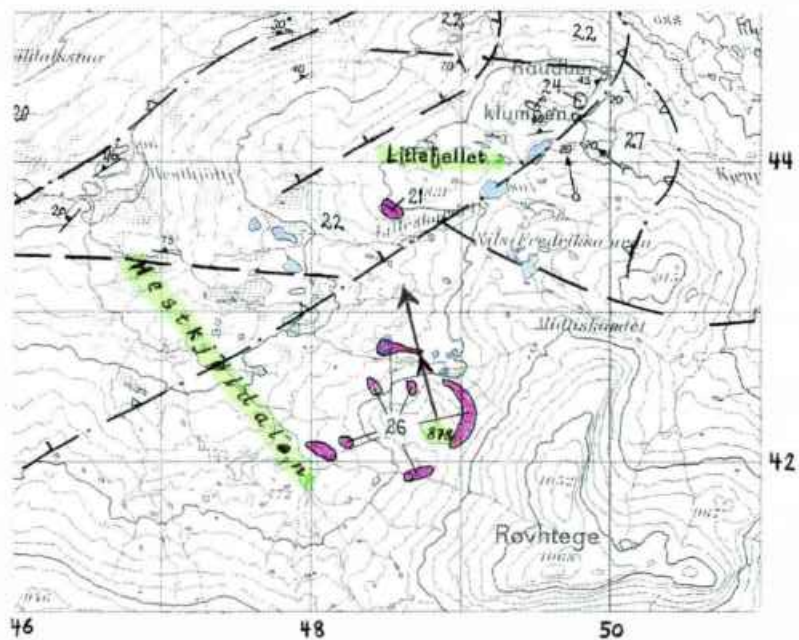


Fig. 21

Oversiktsbilde over de nordligste av de ultramafiske lensene på nordsiden av Hestkjöldalen sett fra 878-m høyden mot NV. Toppen på ryggen i bakgrunnen er linsen på *Littlefjellet*, merket 21 på kartutsnittet fra kartblad Murusjøen 1:50 000 (Reinsbakken & Fossen 1988).

46

48

50



Fig. 22  
Rensaget kleberstein fra Fjellraudberget i Nordli. Bemerk at kleberen er helt frisk helt opp til overflaten samt at bergarten er en nesten ren talkbergart uten karbonater.

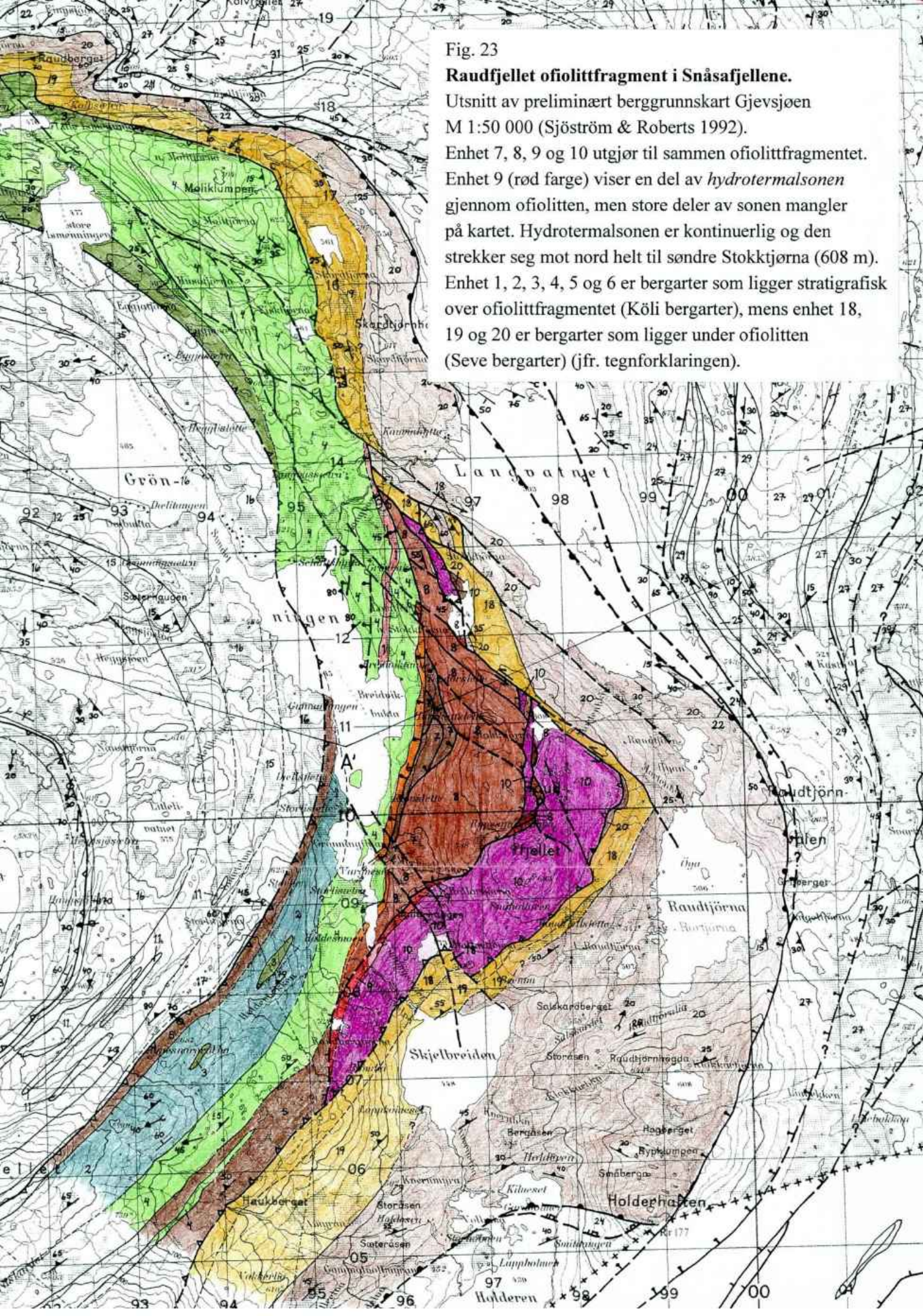


Fig. 23

**Raudfjellet ofiolittfragment i Snåsafjellene.**

Utsnitt av preliminært berggrunnskart Gjevsjøen M 1:50 000 (Sjöström & Roberts 1992).

Enhet 7, 8, 9 og 10 utgjør til sammen ofiolittfragmentet.

Enhet 9 (rød farge) viser en del av *hydrotermalsonen* gjennom ofiolitten, men store deler av sonen mangler på kartet. Hydrotermalsonen er kontinuerlig og den strekker seg mot nord helt til søndre Stokktjørna (608 m).

Enhet 1, 2, 3, 4, 5 og 6 er bergarter som ligger stratigrafisk over ofiolittfragmentet (Köli bergarter), mens enhet 18, 19 og 20 er bergarter som ligger under ofiolitten (Seve bergarter) (jfr. tegnforklaringen).

**OMDANNENE BERGARTER FRA ANTATT PROTEROZOISK TIL ORDOVICISK TID, FRAMSKJØVET UNDER DEN KALEDONISKE FJELLKJEDEDANNELSE**

Metamorphosed rocks of assumed Proterozoic to Ordovician age, overthrust during the Caledonian orogeny

**TRONDHEIMSDEKKEKOMPLEKSET (=KØLIDDEKKENE): OMDANNENE SEDIMENTÆRE, VULKANSKE OG DYPBERGARTER FRA ANTATT SENPROTEROZOISK TIL ORDOVICISK TID**

Trondheim Nappe Complex (=Køll Nappes): Metamorphosed rocks of assumed Late Proterozoic to Ordovician age

**MERÅKER/STØRENDEKKENE**  
Meråker/Støren Nappes

- 1 TRONDHEJEMITT  
Trondhjemite
- 2 FYLLITT OG GRÅVAKKESANDSTEIN I VEKSLING, GRANATFØRENDE  
Alternating phyllite and greywacke, garnetiferous
- 3 KALKFYLLITT, SKIFER  
Calcareous phyllite, schist
- 4 VEKSLENDE KALKFYLLITT, GRØNNSKIFER, GRÅ FYLLITT, GRAFITTSKIFER OG GRANAT-HORNBLENDESKIFER; MØRK GRÅ GRAFITTSKIFER ELLER FYLLITT ER MER UTBREDT MOT NORD  
Alternating calcareous phyllite, greenschist, grey phyllite, graphite schist and garnet-hornblende schist; dark grey graphite schist or phyllite predominates towards the north
- 5 GRØNNSTEIN, GRØNNSKIFER  
Greenstone, greenschist
- 6 KONGLOMERAT MED BOLLER AV MAFISKE OG ULTRAMAFISKE BERGARTER  
Conglomerate with pebbles of mafic and ultramafic rocks
- 7 RETROGRADERT GRANAT-HORNBLENDESKIFER  
Retrogressed garnet-hornblende schist
- 8 METAGABBRO, I BUNN PYROKSENITT, MOT TOPPEN HORNBLENDESKIFER  
Metagabbro; pyroxenite at the base, hornblende schist at the top
- 9 KVARTS-KARBONAT BERGART AV USIKKER OPPRINNELSE  
Quartz-carbonate rock of uncertain origin
- 10 PERIDOTITT, SERPENTINITT  
Peridotite, serpentinite

**GULADEKKET**  
Gula Nappe

- 11 TRONDHEJEMITT  
Trondhjemite
- 12 HORNBLENDE-GRANAT-GLIMMERSKIFER, KALKGLIMMERSKIFER  
Hornblende-garnet-mica schist, calcareous mica schist
- 13 BLÅ KVARTSITT, GRANATFØRENDE, KISIMPREGNERT  
Blue quartzite, garnetiferous, impregnated with pyrite
- 14 AMFIBOLITT, STEDVIS MED GRANAT, AMFIBOLITTISERT GRØNNSTEIN  
Amphibolite, in places with garnet, amphibolitised greenstone
- 15 GRAFITTSK G LIMMERSKIFER  
Graphitic mica schist
- 16 GRANAT-GLIMMERSKIFER, STEDVIS MED STAUROLITT OG KYANITT  
Garnet-mica schist, in places with staurolite and kyanite
- 17 KVARTSITT-KONGLOMERAT MED GRUNNMASSE AV GRÅ FYLLITT  
Quartzite-conglomerate with a matrix of grey phyllite

**SKJØTINGSDEKKET (=SEVEDEKKENE)**  
Skjøtingen Nappe (=Seve Nappes)

- 18 GRANAT-MUSKOVITTGNEIS ± BIOTITT, MIGMATITT, TILDELS MED FYLLONITT  
Garnet-muscovite gneiss ± biotite, migmatite, in places phyllonite
- 19 GRANAT-GLIMMERSKIFER, STEDVIS MED KYANITT  
Garnet-mica schist, in places with kyanite
- 20 AMFIBOLITT, GRANATFØRENDE  
Amphibolite, garnetiferous
- 21 SERPENTINITT  
Serpentinite

**LEKSDALSDEKKET (=SÄRVDEKKET)**  
Leksdal Nappe (=Särv Nappe)

- 22 METASANDSTEIN, ARKOSISK, STEDVIS MED GANGER AV METADOLERITT  
Metasandstone, arkosic, in places with metadolerite dykes

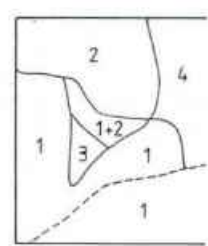
**OFFERDALSDEKKET**

- BERGARTSGRENSI  
Lithological boundary
- SKYVEGRENSE FO  
Thrust boundary to the left
- SKYVEGRENSE FO  
Thrust boundary to the right
- SKYVEGRENSE FO  
Thrust boundary to the left
- SKYVEGRENSE FO  
Thrust boundary to the right
- SKYVEGRENSE FO  
Thrust boundary to the left
- SKYVEGRENSE FO  
Thrust boundary to the right
- MINDRE SKYVEFOI  
Minor thrust fault
- EKSTENSJONSFOI  
Extensional fault
- FORKASTNING, SIKK  
Fault, definite / Uncertain
- SIDELENGS FORK  
Strike-slip fault with
- LAGNING MED PL  
Bedding with dip indicated
- FOLIASJON (SKIFF)  
Foliation (schistosity)
- FOLDEAKSE MED  
Fold axis, plunge indicated
- LINEASJON, UDIFF  
Lineation, undifferentiated
- BOLLE STREKLINE  
Pebble stretching lineation
- PROFILLINJE  
Line of cross-section

**STEINBRUDD**  
Quarry

- ✕ Ks KVARTSSKIFER  
Flagstone

1 - FOLDENE EI  
On this map



SAMMENSTILT AV  
Compiled by D. Rot

Referanse til dette  
GJEVSJØEN ber  
Norges geologisk

Kartet er ikke gje





# MURUSJØEN

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

1923 I

FOREL

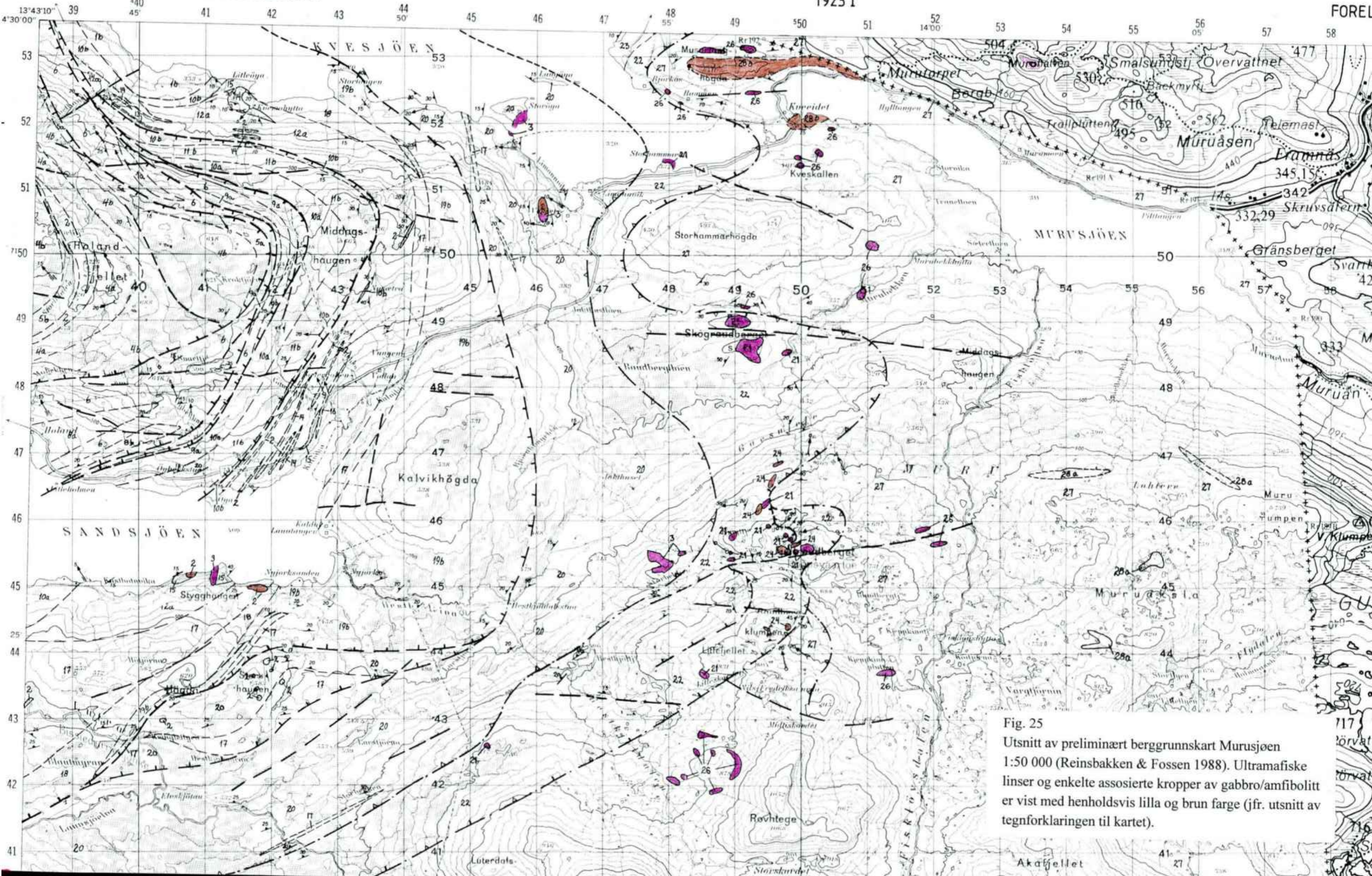
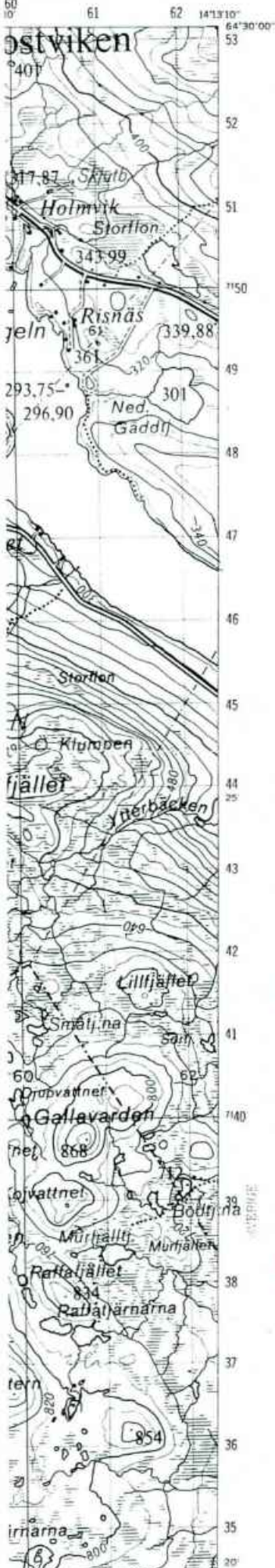


Fig. 25  
Utsnitt av preliminært berggrunnskart Murusjøen  
1:50 000 (Reinsbakken & Fossen 1988). Ultramafiske  
linser og enkelte assosierte kropper av gabbro/amfibolitt  
er vist med henholdsvis lilla og brun farge (jfr. utsnitt av  
tegnforklaringen til kartet).

# TEGNFORKLARING til kartblad Murusjøen (utsnitt)

GRUNNSKART 1:50 000



<p>1 2 3</p> <p>4 5</p> <p>6 7 8</p> <p>9</p> <p>10 11 12</p> <p>13 14 15 16</p> <p>17 18 19</p> <p>20</p> <p>21</p> <p>22 23 24</p> <p>25 26</p> <p>27 28</p> <p>29 30 31 32 33</p>	<p><b>OMDANNEDE BERGARTER AV ANTATT PREKAMBRISK OG KAMBRO-SILURISK ALDER, OVERSKJØVET UNDER DEN KALEDONSK FJELLKJEDEDANNELSE</b></p> <p><b>BJØRKVATNDEKKET: NEDERSTE KÖLI DEKKEKOMPLEKS</b></p> <p><u>DYPBERGARTER, DELVIS OMDANNEDE (ORDOVICISK-SILURISK ALDER)</u></p> <p>Lys tonalitt (albitt-trondhjemitt), middelskornet / granatførende Gabbro Ultramafiske bergarter, serpentinit (Sp)</p> <p><u>TJOPASIGRUPPEN (=NOROLIGRUPPEN?) (ANTATT SILURISK ALDER)</u> <u>OMDANNEDE SEDIMENTÆRE OG VULKANSKE BERGARTER</u></p> <p><b>STORLIFJELLFORMASJONEN</b></p> <p>Glummerskifer, keratofyr og amfibolitt i vekslng / med garbenskiferetekstur Fyllitt eller glummerskifer / garbenskifer</p> <p><b>HOLANDFORMASJONEN</b></p> <p>Skifrig amfibolitt, kalkholdig, epidotførende Amfibolitt og keratofyr i vekslng Tuffitt / polymikt konglomerat</p> <p><b>KVEMORU KVARTSITTFORMASJONEN</b></p> <p>Lys kvartsitt / kvartsittkonglomerat</p> <p><b>BJØRNHØGFORMASJONEN</b></p> <p>Massiv til båndet mørk amfibolitt, stedvis med magmatiske teksturer / kalkholdig skifrig amfibolitt Tuffitt hornblende-granatførende skifer) / i vekslng med bånd av lys keratofyr Fyllitt og glummerskifer / garbenskifer Metakalkstein, marmor Kvartsitt Polymikt konglomerat, med boller av kvartsitt og serpentinit (med Cr-glummer) Mørk grafittfyllitt eller skifer, stedvis rusten</p> <p><b>ANKEREDE VULKANITTFORMASJON</b></p> <p>Skifrig amfibolitt, kalkholdig, epidotførende Amfibolitt og lys keratofyr i vekslng (stedvis med porfyrblaster av hornblende og granat) Tuffitt / garbenskifer</p> <p><b>KVEMO SKIFERFORMASJON</b></p> <p>Tynnbåndet kvartsitt, kvartsfeltspatbergart og granat-biotittførende glummerskifer i vekslng</p> <p><b>OVERGANGSSONE MELLOM SEVE OG KÖLI, BERGARTER AV USIKKER ALDER - ANTATT PREKAMBRISK TIL SILURISK</b></p> <p><u>DYPBERGARTER, DELVIS OMDANNEDE (ANTATT KALEDONSK ALDER)</u></p> <p>Ultramafiske bergarter, peridotitt, for det meste serpentiniterte</p> <p><u>OMDANNEDE SEDIMENTÆRE OG VULKANSKE BERGARTER</u></p> <p><b>LILLEVATNFORMASJONEN</b></p> <p>Glummerskifer og kvartsglummerskifer Grafittskifer Amfibolitt</p> <p><b>SEVEDEKKEKOMPLEKSET, BERGARTER AV ANTATT SENPREKAMBRISK TIL KAMBRISK ALDER</b></p> <p><u>DYPBERGARTER, DELVIS OMDANNEDE (ANTATT KALEDONSK ALDER?)</u></p> <p>Granittganger og granittpegmatittganger, hvite, søne, både parallell og på tvers av foliasjonen Ultramafiske bergarter, peridotitt, for det meste serpentiniterte (Sp)</p> <p><u>OMDANNEDE SEDIMENTÆRE OG VULKANSKE BERGARTER</u></p> <p><b>MURU-HESTKJØLENGNEIS (=LILLFJELLSGNEISEN OG BLÅSJÖLVFORMASJONEN I SVERIGE)</b></p> <p>Glummer-, kvarts- og kvartsfeltspatgneis, migmatittisk glummergneis Amfibolitt og diabas / gabbro</p> <p><b>LØVSJØGRUPPEN</b></p> <p>Lagdelt amfibolitt, hornblendeskifer og grønnstein med lag av kalk og keratofyr Marmor Kvartsitt Granatglummerskifer, kvartsglummerskifer, biotitt-kvarts-feltspat-skifer, stedvis bånd av amfibolitt Kvartsfeltspat-skifer med biotittporfyrblaster</p> <p><b>OFFERDALDEKKEKOMPLEKSET, BERGARTER AV ANTATT SENPREKAMBRISK TIL</b></p>
--	--

Fig. 26

Utsnitt av kartblad NORDLI, M 1:100 000, kartlagt av Steinar Foslie 1923-27 og 1936-38 og utgitt 1959. Utsnittet er forstørret til M 1:50 000.

Innenfor kartutsnittet har Foslie observert og kartlagt minst 50 større og mindre ultramafiske linser (noen av de minste kan være utelatt fra kartet). Bare en liten del av disse er så langt rekognosert med hensyn på forekomster av talk/kleberstein. Flere av de ultramafiske linsene innenfor kartutsnittet kan derfor ha et betydelig talk/klebersteins potensiale. De mest detaljerte geologiske studiene av ultramafiske bergarter (inkludert talk/kleberstein) er gjort i området Muruhatten-Lillfjället rett over på svensk side av grensen (jfr. T. Du Riez 1935).

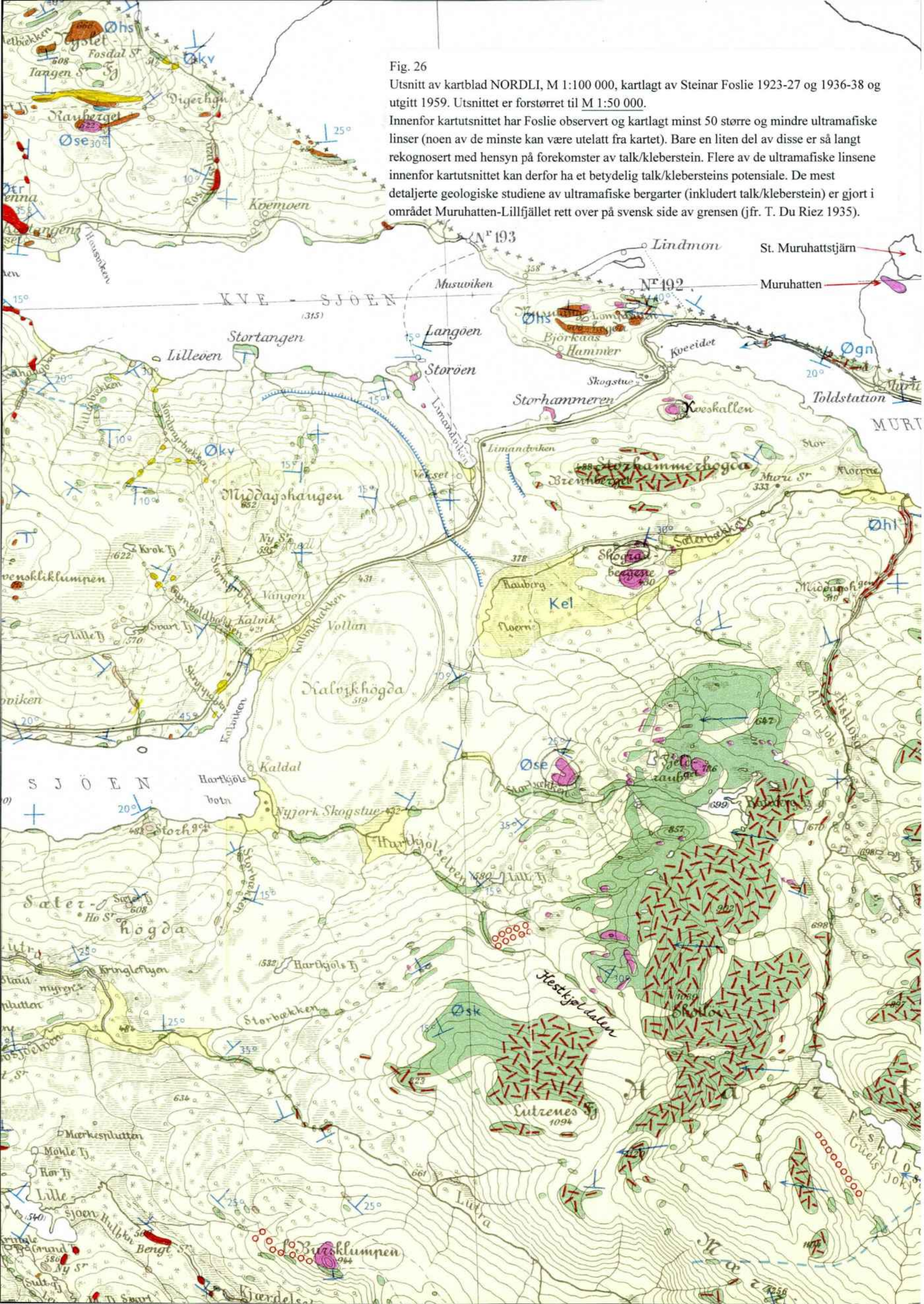
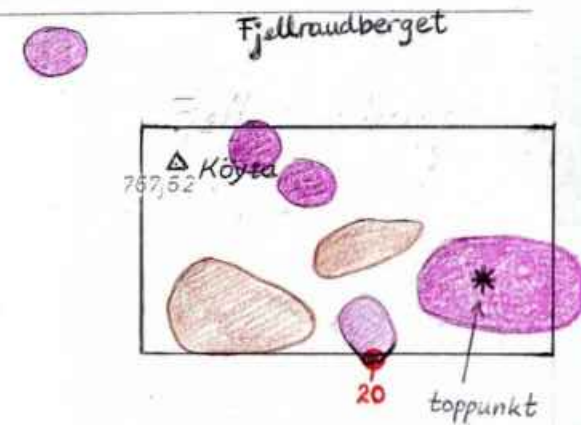
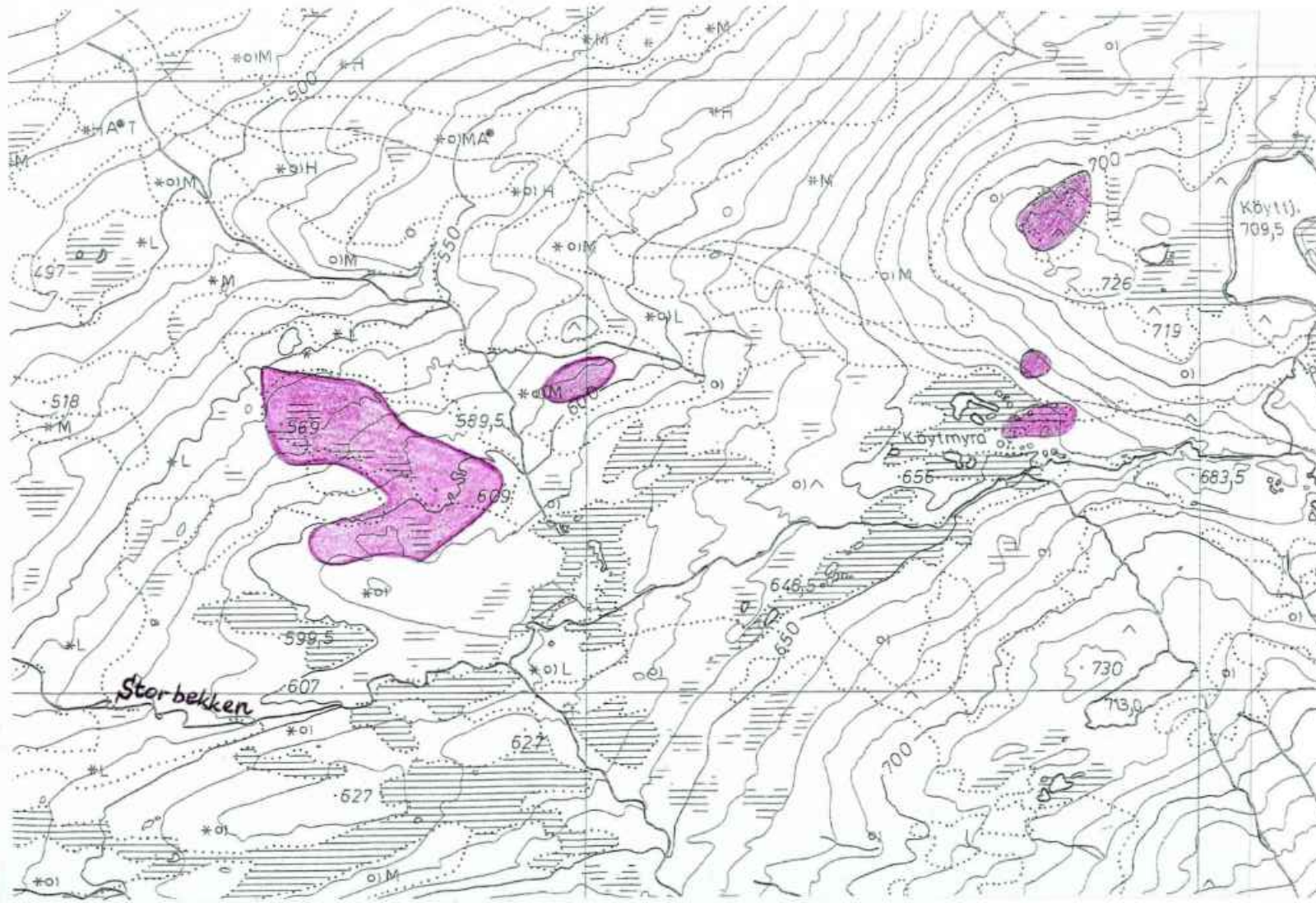


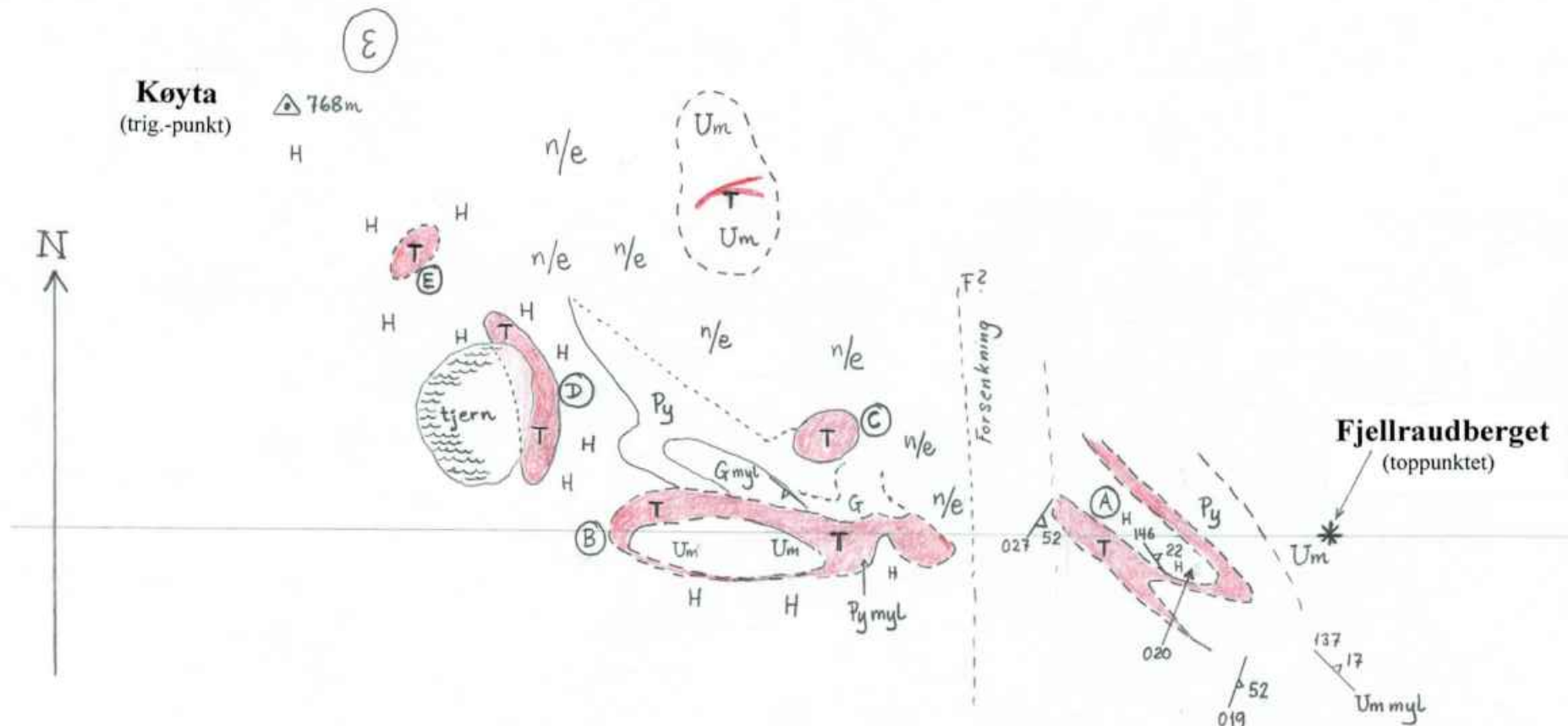
Fig. 27

Kartskisse i M 1:10 000 med inntegning av ultramafiske (lilla farge) og gabbroide (brun farge) lenser i området Storbekken – Fjellraudberget i Nordli. Lensene er inntegnet fra preliminært berggrunnskart Murusjøen 1:50 000 (Reinsbakken & Fossen 1988) uten endringer. Området som dekkes av feltskissen i Fig. 28 er vist med ramme. Topografi: økonomisk kart DT 150 RAUDBERGLIA, M 1:10 000 (NB! Det er ikke kartdekning øst for Køyttjørna).



# Geologisk feltkisse over Fjellraudberget i Nordli

M 1:2500



## Tegnforklaring

- T = talk / kleberstein
- Py = pyroksenitt
- Py myl = pyroksenitt-mylonitt
- G = gabbro
- G myl = gabbro-mylonitt
- Um = dunitt / harzburgitt (uspesifisert)
- ε = serpentinit
- H = Seve (=Heidal)
- n/e = no exposure (overdekket: myr, morene, etc.)
- 019 / 52 (with dip symbol) = strøk og fall av foliasjon
- 020 (with fold symbol) = foldningsakse med stupning

Fig. 28

Brian A. Sturt & Donald M. Ramsay  
oktober 1999



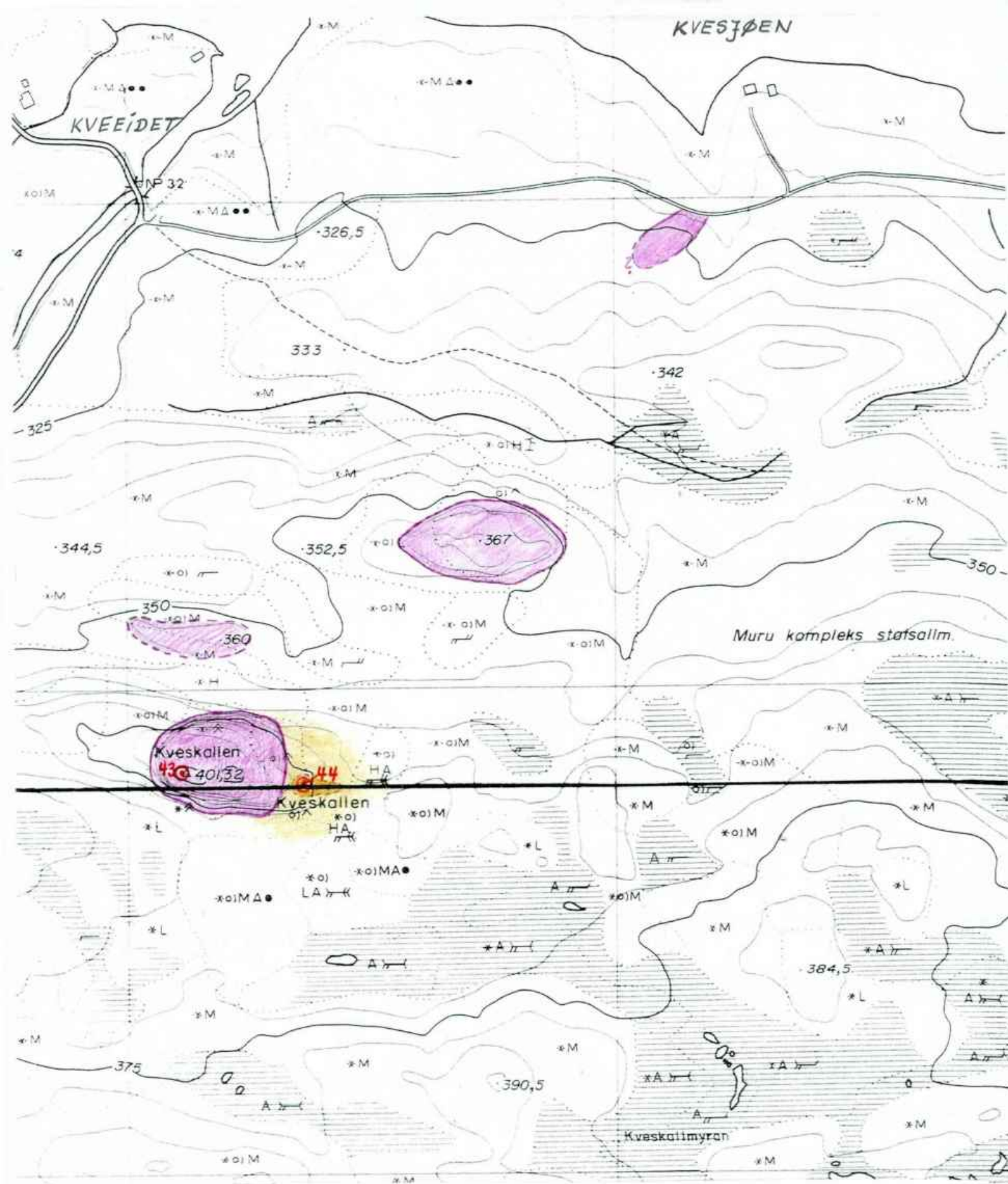


Fig. 30

**Kveskallen og øvrige ultramafiske linser syd for Kveeidet - Kvesjøen**  
 Kartskisse i M 1:5000 basert på preliminært berggrunnskart Murusjøen  
 1:50 000 (Reinsbakken & Fossen 1988), med endringer.

Det ble ikke observert talk/kleberstein langs Kveskallen og 367-m linsen,  
 mens linsen ved veien 550 m øst for Kveeidet bru er sterkt fortalket.

Topografi: forstørret fra økonomisk kart DT 151 MURUSETEREN M 1:10 000



# PRØVELISTE for analyser og preparater

## Tabell 1

**ANALYSEKONTRAKT:** 1999,0267

<b>Prosjektnr.:</b>	2836.00
<b>Prosjektleder:</b>	Brian A. Sturt
<b>Innlevert av:</b>	Lars Petter Nilsson
<b>Dato:</b>	16.09.1999

**ANALYSE (Spesifiseres i kontrakt):**  
**XRF, XRD, ICP-AES, ICP-MS, AAS, LECO**  
 (TC, TOC, TS), **IC**, Fysikalske vann-  
 analyser, **Kornfordeling, Mekanisk test, Ar-  
 Ar, PPL, Preparater** (ikke slip), **Annet**

**SLIP:**

T: Tynnslip

P: Polérslip

S: Spesiálslip (avtales)

I: Innstøping

Pol: Polering (avtales)

Løpenr.	Prøvenr.	STEDSANGIVELSE; UTM eller geografisk (UTM-angivelse skal benyttes for fastlands-Norge)						PRØVEBESKRIVELSE: Bergartstype, sediment, jord, vann mm.	SPESIFISERING AV OPPDRAG	
		Kartbl. nr. (UTM:M711)	Koordinater			Fylke nr.	Kommune navn el. nr.		Analyse	Slip
Øst	Nord	Sone								
1	LPN99-1	1823-2	396560	7108980	33W	N-Tr	Snåsa	shearbandet gabbro-listwaenite	XRF,TC,TS,ACME	
2	LPN99-5A	1823-2	397720	7110030	33W	N-Tr	Snåsa	alt.zone profile: soapstone, serp. bearing	XRF,TC,TS,ACME	T
3	LPN99-5B	1823-2	397710	7110030	33W	N-Tr	Snåsa	alt.zone profile: listwaenite	XRF,TC,TS,ACME	T
4	LPN99-5C	1823-2	397700	7110030	33W	N-Tr	Snåsa	alt.zone profile: listwaenite	XRF,TC,TS,ACME	T
5	LPN99-5D	1823-2	397710	7110030	33W	N-Tr	Snåsa	alt.zone profile: listwaenite	XRF,TC,TS,ACME	T
6	LPN99-6A	1823-2	397410	7109680	33W	N-Tr	Snåsa	soapstone, talc rich material	XRF,TC,TS,ACME	T
7	LPN99-6B	1823-2	397410	7109680	33W	N-Tr	Snåsa	soapstone, talc with some carbonate	XRF,TC,TS,ACME	
8	LPN99-6C	1823-2	397410	7109680	33W	N-Tr	Snåsa	soapstone, c. 50/50 talc/carbonate	XRF,TC,TS,ACME	
9	LPN99-7	1823-2	397330	7109630	33W	N-Tr	Snåsa	soapstone	XRF,TC,TS,ACME	T
10	LPN99-8	1823-2	397520	7109740	33W	N-Tr	Snåsa	soapstone	XRF,TC,TS,ACME	T
	<b>"LPN99-9"</b>							<b>"LPN99-9"-standard settes inn her</b>	ACME	
11	LPN99-14	1823-2	395300	7107120	33W	N-Tr	Snåsa	metagabbro	XRF	
12	LPN99-16A	1823-2	397320	7109680	33W	N-Tr	Snåsa	listwaenite: carbonate+qtz part	XRF,TC,TS,ACME	T
13	LPN99-16B	1823-2	397320	7109680	33W	N-Tr	Snåsa	listwaenite:Mg-rich chlorite+minor qtz	XRF,TC,TS,ACME	T
14	LPN99-17A	1823-2	397380	7109710	33W	N-Tr	Snåsa	listwaenite, w. green+black stringers	XRF,TC,TS,ACME	T
15	LPN99-17B	1823-2	397380	7109710	33W	N-Tr	Snåsa	listwaenite, large carb. dom. sample	XRF,TC,TS,ACME	
16	LPN99-17C	1823-2	397380	7109710	33W	N-Tr	Snåsa	listwaenite, large carb. dom. sample	XRF,TC,TS,ACME	
17	LPN99-18A	1923-1	448600	7137590	33W	N-Tr	Lierne	<i>Little-Bursklumpen</i> : metaperidotite	XRF,TC,TS,ACME	T
18	LPN99-19	1923-1	448750	7142250	33W	N-Tr	Lierne	<i>Hestkjøldalen</i> : metaharzburgite	XRF	
19	LPN99-20	1923-1	449750	7145380	33W	N-Tr	Lierne	<i>Fjellraudberget</i> : talcrich soapstone	XRF,TC,TS	T
20	LPN99-21	1823-2	396320	7108740	33W	N-Tr	Snåsa	chl-phlog-tlc-amp-turm-carb-qtz assembl.	XRF,TC,TS,ACME	T
21	LPN99-22	1823-2	396260	7108790	33W	N-Tr	Snåsa	gabbro-listwaenite transition assembl.	XRF,TC,TS,ACME	T
22	LPN99-23	1823-2	396250	7108890	33W	N-Tr	Snåsa	hydrothermally affected metagabbro	XRF,TC,TS,ACME	T
	<b>"LPN99-24"</b>							<b>"LPN99-24"-standard settes inn her</b>	ACME	

# PRØVELISTE for analyser og preparater

## Tabell 1

**ANALYSEKONTRAKT:** 1999,0267

**Prosjektnr.:** 2836.00  
**Prosjektleder:** Brian A. Sturt  
**Innlevert av:** Lars Petter Nilsson  
**Dato:** 16.09.1999

**ANALYSE (Spesifiseres i kontrakt):**  
**XRF, XRD, ICP-AES, ICP-MS, AAS, LECO**  
 (TC, TOC, TS), **IC**, Fysikalske vann-  
 analyser, **Kornfordeling, Mekanisk test, Ar-  
 Ar, PPL, Preparater (ikke slip), Annet**

**SLIP:**  
**T:** Tynnslip  
**P:** Polérslip  
**S:** Spesialslip (avtales)  
**I:** Innstøping  
**Pol:** Polering (avtales)

Løpenr.	Prøvenr.	STEDSANGIVELSE; UTM eller geografisk (UTM-angivelse skal benyttes for fastlands-Norge)						PRØVEBESKRIVELSE: Bergartstype, sediment, jord, vann mm.	SPESIFISERING AV OPPDRAG	
		Kartbl. nr. (UTM:M711)	Koordinater			Fylke nr.	Kommune navn el. nr.		Analyse	Slip
			Øst	Nord	Sone					
23	LPN99-25A	1823-2	396630	7109040	33W	N-Tr	Snåsa	talc rich soapstone	XRF,TC,TS	T
24	LPN99-25B	1823-2	396630	7109040	33W	N-Tr	Snåsa	listwaenite	XRF,TC,TS,ACME	T
25	LPN99-25C	1823-2	396630	7109040	33W	N-Tr	Snåsa	border facies listw/hydr. aff. metagabbro	XRF,TC,TS,ACME	T
26	LPN99-25D	1823-2	396630	7109040	33W	N-Tr	Snåsa	border facies listw/hydr. aff. metagabbro	XRF,TC,TS,ACME	T
27	LPN99-27A	1823-2	395280	7107240	33W	N-Tr	Snåsa	soapstone	XRF,TC,TS	T
28	LPN99-28	1823-2	395330	7107340	33W	N-Tr	Snåsa	soapstone	XRF,TC,TS	T
29	LPN99-29	1823-2	395450	7107550	33W	N-Tr	Snåsa	soapstone	XRF,TC,TS	T
30	LPN99-31	1823-2	395780	7108380	33W	N-Tr	Snåsa	listwaenite	XRF,TC,TS,ACME	
31	LPN99-32	1823-2	395760	7108410	33W	N-Tr	Snåsa	listwaenite/metagabbro border	XRF,TC,TS,ACME	
32	LPN99-33A	1823-2	395720	7108330	33W	N-Tr	Snåsa	listwaenite	XRF,TC,TS,ACME	
33	LPN99-33B	1823-2	395720	7108330	33W	N-Tr	Snåsa	listwaenite	XRF,TC,TS,ACME	
34	LPN99-33C	1823-2	395720	7108330	33W	N-Tr	Snåsa	soapstone	XRF,TC,TS	T
35	LPN99-34	1823-2	395860	7108410	33W	N-Tr	Snåsa	soapstone	XRF,TC,TS	T
36	LPN99-35	1823-2	396930	7108550	33W	N-Tr	Snåsa	listwaenite: qtz rich	XRF,TC,TS,ACME	
37	OSH99-V1	1823-2	396470	7108960	33W	N-Tr	Snåsa	heavy mineral concentrate (hand panned)	ACME	
38	OSH99-V2	1823-2	395970	7109200	33W	N-Tr	Snåsa	heavy mineral concentrate (hand panned)	ACME	
39	OSH99-V3	1823-2	395200	7108770	33W	N-Tr	Snåsa	heavy mineral concentrate (hand panned)	ACME	
40	OSH99-V4	1823-2	395850	7109330	33W	N-Tr	Snåsa	heavy mineral concentrate (hand panned)	ACME	
41	OSH99-V5	1823-2	396620	7108550	33W	N-Tr	Snåsa	heavy mineral concentrate (hand panned)	ACME	
42	OSH99-V6	1823-2	395400	7107800	33W	N-Tr	Snåsa	heavy mineral concentrate (hand panned)	ACME	

**Tabell 2 XRF hovedelementer**

PR.NAVN	SiO2	Al2O3	Fe2O3	TiO2	MgO	CaO	Na2O	K2O	MnO	P2O5	Gl.tap	Sum
LPN99-1	18,79	1,09	5,70	0,029	24,01	19,72	<0.10	<0.003	0,110	<0.01	31,25	100,70
LPN99-5A	26,06	0,35	8,30	0,02	35,10	1,58	<0.10	<0.01	0,16	<0.01	27,36	98,91
LPN99-5B	39,63	13,95	5,44	0,10	14,85	8,23	0,48	0,18	0,07	0,06	16,34	99,33
LPN99-5C	47,95	4,53	5,77	0,12	23,73	10,35	<0.10	0,01	0,08	0,08	5,74	98,45
LPN99-5D	38,47	17,44	4,86	0,09	15,46	6,61	0,97	0,80	0,06	0,05	15,63	100,43
LPN99-6A	40,50	0,59	6,56	0,07	25,85	8,20	<0.10	<0.01	0,09	0,05	16,50	98,39
LPN99-6B	36,20	0,95	7,15	0,03	28,23	6,05	<0.10	<0.01	0,10	0,04	19,67	98,43
LPN99-6C	33,30	1,31	7,66	0,03	30,65	3,92	<0.10	<0.01	0,10	0,02	21,86	98,83
LPN99-7	26,21	1,05	8,60	0,03	31,00	4,27	<0.10	<0.01	0,16	0,02	27,32	98,66
LPN99-8	32,84	0,45	6,50	0,01	33,34	1,75	<0.10	<0.01	0,09	<0.01	24,27	99,28
LPN99-14	47,33	18,86	5,75	0,11	8,00	14,83	1,98	0,12	0,12	0,13	1,85	99,07
LPN99-16A	34,30	1,86	7,21	0,04	25,71	1,46	<0.10	<0.01	0,10	<0.01	28,29	98,96
LPN99-16B	41,60	17,76	6,71	0,10	23,27	0,45	<0.10	<0.01	0,04	<0.01	10,37	100,29
LPN99-17A	23,07	5,75	6,47	0,17	31,72	1,98	<0.10	<0.01	0,10	<0.01	26,13	95,48
LPN99-17B	11,56	1,45	7,45	0,05	36,12	1,89	<0.10	<0.01	0,13	<0.01	39,79	98,49
LPN99-17C	8,61	1,14	8,73	0,04	36,56	2,73	<0.10	<0.01	0,16	0,02	42,63	100,68
LPN99-18A	45,69	4,86	9,87	0,77	23,31	11,42	0,72	0,27	0,15	0,14	1,54	98,76
LPN99-19	43,84	4,19	9,89	0,07	35,56	0,67	<0.10	<0.01	0,20	<0.01	4,59	98,98
LPN99-20	57,61	1,59	4,79	0,07	29,17	0,19	<0.10	<0.01	0,07	<0.01	5,43	98,89
LPN99-21	40,76	17,93	7,62	0,13	19,70	2,09	0,67	0,01	0,04	0,01	10,49	99,47
LPN99-22	52,97	31,52	2,50	0,17	7,21	0,24	0,83	0,28	0,02	<0.01	4,58	100,31
LPN99-23	43,75	21,19	4,79	0,12	11,55	12,50	1,29	0,72	0,08	0,11	2,86	98,96
LPN99-25A	45,69	1,96	6,90	0,19	23,86	6,54	<0.10	<0.01	0,10	0,06	13,67	99,04
LPN99-25B	51,57	1,67	4,43	0,06	10,94	11,20	<0.10	<0.01	0,08	0,08	18,86	98,85
LPN99-25C	39,72	6,84	5,26	0,10	17,70	13,53	0,41	0,04	0,11	0,10	15,31	99,13
LPN99-25D	39,68	14,01	6,88	0,08	19,25	10,42	0,44	0,05	0,09	0,09	7,86	98,82
LPN99-27A	48,14	0,64	6,41	0,02	26,36	4,80	<0.10	<0.01	0,08	0,03	9,56	96,05
LPN99-28	30,45	0,17	8,70	0,01	35,71	0,14	<0.10	<0.01	0,14	<0.01	23,51	98,79
LPN99-29	22,20	1,33	7,96	0,01	36,44	0,25	<0.10	<0.01	0,13	<0.01	30,95	99,26
LPN99-31	16,12	0,43	7,05	0,01	28,01	7,73	<0.10	<0.01	0,16	0,06	39,34	98,89
LPN99-32	32,86	11,89	7,73	0,07	19,04	8,34	1,25	0,10	0,10	0,06	18,05	99,48
LPN99-33A	10,08	0,73	9,58	0,02	36,77	0,36	<0.10	<0.01	0,16	<0.01	41,49	99,19
LPN99-33B	11,05	0,81	10,47	0,02	39,92	0,40	<0.10	<0.01	0,17	<0.01	35,96	98,78
LPN99-33C	32,39	0,77	8,89	0,02	32,70	0,52	<0.10	<0.01	0,14	<0.01	23,98	99,41
LPN99-34	28,89	0,34	5,83	0,01	33,27	0,20	<0.10	<0.01	0,10	<0.01	30,70	99,36
LPN99-35	65,25	0,16	3,14	0,03	14,04	0,73	<0.10	<0.01	0,05	<0.01	15,90	99,29

**Tabell 3 XRF sporelementer (vekt-%) (eks.: 0.0005 % tilsvarer 5 ppm) Del 1**

Pr.navn	Mo	Nb	Zr	Y	Sr	Rb	U	Th	Pb	Cr	V	As	Sc	S	Cl	F
LPN99-1	<0.0005	<0.0005	0,0005	0,0006	0,0317	<0.0005	0,0025	<0.0010	0,0025	0,2927	0,0069	<0.0010	0,0016	<-1.0	<-1.0	0,11
LPN99-5A	<0.0005	<0.0005	0,0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,3065	0,0020	<0.0010	<0.0010	<-1.0	<-1.0	<-1.0
LPN99-5B	<0.0005	<0.0005	0,0007	0,0008	0,0078	<0.0005	0,0013	<0.0010	<0.0010	0,1813	0,0099	<0.0010	0,0029	<-1.0	<-1.0	<-1.0
LPN99-5C	<0.0005	<0.0005	0,0006	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0,0021	<0.0010	<0.0010	0,4097	0,0173	<0.0010	0,0048	<-1.0	<-1.0	<-1.0
LPN99-5D	<0.0005	<0.0005	0,0011	<0.0005	0,0198	0,0008	0,0012	<0.0010	0,0014	0,1256	0,0067	<0.0010	0,0017	<-1.0	<-1.0	<-1.0
LPN99-6A	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0,0047	<0.0005	0,0013	<0.0010	<0.0010	0,2568	0,0041	<0.0010	<0.0010	<-1.0	<-1.0	<-1.0
LPN99-6B	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0,0031	<0.0005	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,2932	0,0044	<0.0010	0,0012	<-1.0	<-1.0	<-1.0
LPN99-6C	<0.0005	<0.0005	0,0007	<0.0005	0,0016	<0.0005	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,3152	0,0047	<0.0010	0,0013	<-1.0	<-1.0	<-1.0
LPN99-7	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0,0039	<0.0005	<0.0010	<0.0010	0,0010	0,4544	0,0033	0,0198	<0.0010	<-1.0	<-1.0	<-1.0
LPN99-8	<0.0005	<0.0005	0,0005	<0.0005	0,0025	<0.0005	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,2193	0,0014	<0.0010	<0.0010	<-1.0	<-1.0	<-1.0
LPN99-14	<0.0005	<0.0005	0,0008	<0.0005	0,0214	<0.0005	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,0137	0,0119	<0.0010	0,0032	<-1.0	<-1.0	<-1.0
LPN99-16A	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0,0014	<0.0005	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,3822	0,0027	<0.0010	0,0013	<-1.0	<-1.0	<-1.0
LPN99-16B	<0.0005	<0.0005	0,0006	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,1314	0,0078	<0.0010	0,0027	<-1.0	<-1.0	<-1.0
LPN99-17A	<0.0005	<0.0005	0,0009	<0.0005	0,0021	<0.0005	<0.0010	<0.0010	0,0010	1,9324	0,0126	<0.0010	0,0016	<-1.0	<-1.0	<-1.0
LPN99-17B	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0,0020	<0.0005	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,5856	0,0043	0,0011	0,0026	<-1.0	<-1.0	<-1.0
LPN99-17C	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0,0031	<0.0005	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,8948	0,0046	0,0011	0,0013	<-1.0	<-1.0	<-1.0
LPN99-18A	<0.0005	0,0012	0,0049	0,0014	0,0171	<0.0005	0,0010	<0.0010	<0.0010	0,2230	0,0165	<0.0010	0,0040	<-1.0	0,19	<-1.0
LPN99-19	<0.0005	<0.0005	0,0005	<0.0005	0,0012	<0.0005	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,3091	0,0085	<0.0010	<0.0010	<-1.0	<-1.0	<-1.0
LPN99-20	<0.0005	<0.0005	0,0006	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,1478	0,0020	<0.0010	<0.0010	<-1.0	<-1.0	<-1.0
LPN99-21	<0.0005	<0.0005	0,0005	<0.0005	0,0049	<0.0005	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,1753	0,0106	<0.0010	0,0033	<-1.0	<-1.0	<-1.0
LPN99-22	<0.0005	<0.0005	0,0010	<0.0005	0,0079	0,0007	<0.0010	<0.0010	0,0011	0,0763	0,0120	<0.0010	0,0021	<-1.0	<-1.0	<-1.0
LPN99-23	<0.0005	<0.0005	0,0007	0,0006	0,0294	0,0017	<0.0010	<0.0010	0,0034	0,0585	0,0103	<0.0010	0,0030	<-1.0	<-1.0	<-1.0
LPN99-25A	<0.0005	<0.0005	0,0006	<0.0005	0,0065	<0.0005	0,0010	<0.0010	0,0010	0,2601	0,0088	<0.0010	0,0035	<-1.0	<-1.0	<-1.0
LPN99-25B	<0.0005	<0.0005	0,0006	<0.0005	0,0092	<0.0005	0,0023	<0.0010	0,0010	0,3353	0,0090	<0.0010	0,0020	<-1.0	<-1.0	<-1.0
LPN99-25C	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0,0078	<0.0005	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,1947	0,0107	<0.0010	0,0039	<-1.0	<-1.0	<-1.0
LPN99-25D	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0,0130	<0.0005	<0.0010	<0.0010	0,0022	0,0786	0,0149	<0.0010	0,0027	<-1.0	<-1.0	<-1.0
LPN99-27A	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0,0008	<0.0005	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,3640	0,0025	<0.0010	<0.0010	<-1.0	<-1.0	<-1.0
LPN99-28	<0.0005	<0.0005	0,0006	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,5979	0,0030	<0.0010	<0.0010	<-1.0	<-1.0	<-1.0
LPN99-29	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,3402	0,0023	<0.0010	<0.0010	<-1.0	<-1.0	<-1.0
LPN99-31	<0.0005	<0.0005	0,0006	<0.0005	0,0092	<0.0005	<0.0010	<0.0010	0,0016	0,3284	0,0028	<0.0010	0,0024	<-1.0	<-1.0	<-1.0
LPN99-32	<0.0005	<0.0005	0,0006	<0.0005	0,0058	<0.0005	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,2221	0,0071	<0.0010	0,0018	<-1.0	<-1.0	<-1.0
LPN99-33A	<0.0005	<0.0005	0,0006	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,3077	0,0013	<0.0010	<0.0010	<-1.0	<-1.0	<-1.0
LPN99-33B	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	0,0037	<0.0005	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,3128	0,0019	<0.0010	0,0013	<-1.0	<-1.0	<-1.0
LPN99-33C	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,2662	0,0017	<0.0010	<0.0010	<-1.0	<-1.0	<-1.0
LPN99-34	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,1715	0,0016	<0.0010	<0.0010	<-1.0	<-1.0	<-1.0
LPN99-35	<0.0005	<0.0005	0,0006	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,0883	0,0008	<0.0010	<0.0010	<-1.0	<-1.0	<-1.0

**Tabell 3 XRF sporelementer (vekt-%) (eks.: 0.0020 % tilsvarer 20 ppm) Del 2**

Pr.navn	Ba	Sb	Sn	Cd	Ag	Ga	Zn	Cu	Ni	Yb	Co	Ce	La	Nd	W
LPN99-1	0,0020	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,0127	0,0053	0,1183	<0.0010	0,0066	0,0010	<0.0010	<0.0010	<0.0030
LPN99-5A	0,0016	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,0050	0,0060	0,2161	<0.0010	0,0106	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0030
LPN99-5B	0,0037	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,0028	0,0011	0,0514	<0.0010	0,0071	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0030
LPN99-5C	0,0022	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,0039	<0.0005	0,0442	<0.0010	0,0049	0,0018	<0.0010	<0.0010	<0.0030
LPN99-5D	0,0148	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,0011	0,0053	<0.0005	0,0403	<0.0010	0,0063	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0030
LPN99-6A	0,0017	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,0024	0,0046	0,1351	<0.0010	0,0087	0,0012	<0.0010	<0.0010	<0.0030
LPN99-6B	0,0018	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,0025	0,0050	0,1376	<0.0010	0,0099	0,0012	<0.0010	<0.0010	<0.0030
LPN99-6C	0,0019	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,0031	0,0063	0,1434	<0.0010	0,0113	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0030
LPN99-7	0,0020	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,0040	<0.0005	0,2111	<0.0010	0,0098	0,0012	<0.0010	<0.0010	<0.0030
LPN99-8	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,0031	0,0084	0,1863	<0.0010	0,0091	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0030
LPN99-14	0,0029	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,0014	0,0024	<0.0005	0,0061	<0.0010	0,0034	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0030
LPN99-16A	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,0211	<0.0005	0,1363	<0.0010	0,0112	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0030
LPN99-16B	0,0011	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,0140	<0.0005	0,0583	<0.0010	0,0117	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0030
LPN99-17A	0,0015	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,0264	0,0200	0,4628	<0.0010	0,0014	0,0047	<0.0010	<0.0010	<0.0030
LPN99-17B	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,0112	0,0346	0,2759	<0.0010	0,0089	0,0011	<0.0010	<0.0010	<0.0030
LPN99-17C	0,0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,0171	0,1319	0,2780	<0.0010	0,0130	0,0027	<0.0010	<0.0010	<0.0030
LPN99-18A	0,0104	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,0012	0,0063	0,0019	0,0619	<0.0010	0,0081	0,0020	<0.0010	<0.0010	<0.0030
LPN99-19	0,0022	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,0223	0,0096	0,1829	<0.0010	0,0100	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0030
LPN99-20	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,0047	<0.0005	0,1319	<0.0010	0,0073	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0030
LPN99-21	0,0019	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,0011	0,0149	<0.0005	0,0802	<0.0010	0,0110	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0030
LPN99-22	0,0032	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,0013	0,0047	<0.0005	0,0260	<0.0010	0,0041	0,0014	<0.0010	<0.0010	<0.0030
LPN99-23	0,0127	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,0014	0,0024	0,0006	0,0209	0,0014	0,0041	0,0014	<0.0010	<0.0010	<0.0030
LPN99-25A	0,0017	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,0069	0,0012	0,0778	<0.0010	0,0078	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0030
LPN99-25B	0,0013	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,0065	0,0009	0,0688	<0.0010	0,0032	0,0018	<0.0010	<0.0010	<0.0030
LPN99-25C	0,0022	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,0057	0,0020	0,0376	<0.0010	0,0048	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0030
LPN99-25D	0,0023	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,0010	0,0099	0,0090	0,0281	<0.0010	0,0055	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0030
LPN99-27A	0,0022	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,0040	<0.0005	0,0959	<0.0010	0,0097	0,0016	<0.0010	<0.0010	<0.0030
LPN99-28	0,0014	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,0032	<0.0005	0,1293	<0.0010	0,0123	0,0019	<0.0010	<0.0010	<0.0030
LPN99-29	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,0029	0,0028	0,1581	<0.0010	0,0131	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0030
LPN99-31	0,0013	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,0098	<0.0005	0,1258	<0.0010	0,0093	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0030
LPN99-32	0,0035	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,0360	0,0008	0,0985	<0.0010	0,0101	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0030
LPN99-33A	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,0387	<0.0005	0,1753	<0.0010	0,0163	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0030
LPN99-33B	0,0019	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,0241	<0.0005	0,1201	<0.0010	0,0083	0,0011	<0.0010	<0.0010	<0.0030
LPN99-33C	0,0017	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,0262	<0.0005	0,1260	<0.0010	0,0139	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0030
LPN99-34	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,0065	<0.0005	0,2134	<0.0010	0,0087	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0030
LPN99-35	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	<0.0010	0,0030	<0.0005	0,0768	<0.0010	0,0056	0,0018	<0.0010	<0.0010	<0.0030

**Tabell 4****Total karbon (TC) og total svovel (TS)**

Løpenr	Prøvenr.	Svovel [%]	Karbon [%]
1	LPN99-1	< 0.01	8,04
2	LPN99-5A	< 0.01	6,80
3	LPN99-5B	< 0.01	3,17
4	LPN99-5C	< 0.01	0,44
5	LPN99-5D	< 0.01	2,79
6	LPN99-6A	< 0.01	3,70
7	LPN99-6B	< 0.01	4,50
8	LPN99-6C	< 0.01	5,22
9	LPN99-7	< 0.01	7,02
10	LPN99-8	< 0.01	5,92
12	LPN99-16A	< 0.01	7,60
13	LPN99-16B	< 0.01	0,24
14	LPN99-17A	< 0.01	6,38
15	LPN99-17B	< 0.01	10,97
16	LPN99-17C	< 0.01	11,72
17	LPN99-18A	< 0.01	0,37
19	LPN99-20	< 0.01	0,10
20	LPN99-21	< 0.01	0,91
21	LPN99-22	< 0.01	0,26
22	LPN99-23	< 0.01	< 0.07
23	LPN99-25A	< 0.01	2,92
24	LPN99-25B	< 0.01	5,11
25	LPN99-25C	< 0.01	3,59
26	LPN99-25D	< 0.01	1,03
27	LPN99-27A	< 0.01	1,65
28	LPN99-28	< 0.01	5,60
29	LPN99-29	< 0.01	7,96
30	LPN99-31	< 0.01	11,08
31	LPN99-32	< 0.01	3,68
32	LPN99-33A	< 0.01	11,41
33	LPN99-33B	< 0.01	9,97
34	LPN99-33C	< 0.01	6,00
35	LPN99-34	< 0.01	6,78
36	LPN99-35	< 0.01	4,26

**Tabell 5****Hvithetsmålinger**

Analysekontraktsnr. 1999.0267

Løpenr.	Prøvenr.	Filter	%
6	LPN99-6A	FMX	70,2
		FMY	69,2
		FMZ	62,7
		R457	62,7
7	LPN99-6B	FMX	65,8
		FMY	64,0
		FMZ	53,4
		R457	53,6
8	LPN99-6C	FMX	64,8
		FMY	62,5
		FMZ	50,6
		R457	50,7
19	LPN99-20	FMX	68,7
		FMY	67,1
		FMZ	58,5
		R457	58,6

Prøvenr. LPN99-6A, -6B og 6C er kleberstein fra lok. 6, Rypsnargrubba, Raudfjellet, Snåsa

Prøvenr. LPN99-20 er talkrik kleberstein fra Fjellraudberget, Nordli

ANALYSEKONTRAKT: 1999,0267

Prosjektnr.:	2836.00
Prosjektleder:	Brian A. Sturt
Innlevert av:	Lars P. Nilsson
Dato:	16.09.1999

Tabell 6

prøveliste for prøver analysert ved ACME, Canada

fil: Snåsa-Lieme ACME prøver høst 1999.xls

Løpenr.	Prøvenr.	STEDSANGIVELSE; UTM eller geografisk (UTM-angivelse skal benyttes for fastlands-Norge)						PRØVEBESKRIVELSE: Bergartstype, sediment, jord, vann mm.	SPESIFISERING AV OPPDRAG	
		Kartbl. nr. (UTM:M711)	Koordinater			Fylke	Kommune navn el. nr.		Analyse	Slip
			Øst	Nord	Sone					
1	LPN99-1	1823-2	396560	7108980	33W	N-Tr	Snåsa	shearbandet gabbro-listwaenite	XRF,TC,TS,ACME	
2	LPN99-5A	1823-2	397720	7110030	33W	N-Tr	Snåsa	alt.zone profile: soapstone, serp. bearing	XRF,TC,TS,ACME	T
3	LPN99-5B	1823-2	397710	7110030	33W	N-Tr	Snåsa	alt.zone profile: listwaenite	XRF,TC,TS,ACME	T
4	LPN99-5C	1823-2	397700	7110030	33W	N-Tr	Snåsa	alt.zone profile: listwaenite	XRF,TC,TS,ACME	T
5	LPN99-5D	1823-2	397710	7110030	33W	N-Tr	Snåsa	alt.zone profile: listwaenite	XRF,TC,TS,ACME	T
6	LPN99-6A	1823-2	397410	7109680	33W	N-Tr	Snåsa	soapstone, talc rich material	XRF,TC,TS,ACME	T
7	LPN99-6B	1823-2	397410	7109680	33W	N-Tr	Snåsa	soapstone, talc with some carbonate	XRF,TC,TS,ACME	
8	LPN99-6C	1823-2	397410	7109680	33W	N-Tr	Snåsa	soapstone, c. 50/50 talc/carbonate	XRF,TC,TS,ACME	
9	LPN99-7	1823-2	397330	7109630	33W	N-Tr	Snåsa	soapstone	XRF,TC,TS,ACME	T
10	LPN99-8	1823-2	397520	7109740	33W	N-Tr	Snåsa	soapstone	XRF,TC,TS,ACME	T
	<b>"LPN99-9"</b>							<b>"LPN99-9"-standard settes inn her</b>	ACME	
11	LPN99-16A	1823-2	397320	7109680	33W	N-Tr	Snåsa	listwaenite: carbonate+qtz part	XRF,TC,TS,ACME	T
12	LPN99-16B	1823-2	397320	7109680	33W	N-Tr	Snåsa	listwaenite: Mg-rich chlorite + minor qtz	XRF,TC,TS,ACME	T
13	LPN99-17A	1823-2	397380	7109710	33W	N-Tr	Snåsa	listwaenite, w. green+black stringers	XRF,TC,TS,ACME	T
14	LPN99-17B	1823-2	397380	7109710	33W	N-Tr	Snåsa	listwaenite, large carb. dom. sample	XRF,TC,TS,ACME	
15	LPN99-17C	1823-2	397380	7109710	33W	N-Tr	Snåsa	listwaenite, large carb. dom. sample	XRF,TC,TS,ACME	
16	LPN99-18A	1923-1	448600	7137590	33W	N-Tr	Lierne	<i>Little-Bursklumpen: metaperidotite</i>	XRF,TC,TS,ACME	T
17	LPN99-21	1823-2	396320	7108740	33W	N-Tr	Snåsa	chl-phlog-tlc-amp-turm-carb-qtz assembl.	XRF,TC,TS,ACME	T
18	LPN99-22	1823-2	396260	7108790	33W	N-Tr	Snåsa	gabbro listwaenite transitional assembl.	XRF,TC,TS,ACME	T
19	LPN99-23	1823-2	396250	7108890	33W	N-Tr	Snåsa	hydrothermally affected metagabbro	XRF,TC,TS,ACME	T
	<b>"LPN99-24"</b>							<b>"LPN99-24"-standard settes inn her</b>	ACME	
20	LPN99-25B	1823-2	396630	7109040	33W	N-Tr	Snåsa	listwaenite	XRF,TC,TS,ACME	T



21	LPN99-25C	1823-2	396630	7109040	33W	N-Tr	Snåsa	border facies listw/hydr. aff. metagabbro	XRF,TC,TS,ACME	T
22	LPN99-25D	1823-2	396630	7109040	33W	N-Tr	Snåsa	border facies listw/hydr. aff. metagabbro	XRF,TC,TS,ACME	T
23	LPN99-31	1823-2	395780	7108380	33W	N-Tr	Snåsa	listwaenite	XRF,TC,TS,ACME	
24	LPN99-32	1823-2	395760	7108410	33W	N-Tr	Snåsa	listwaenite/metagabbro border facies	XRF,TC,TS,ACME	
25	LPN99-33A	1823-2	395720	7108330	33W	N-Tr	Snåsa	listwaenite	XRF,TC,TS,ACME	
26	LPN99-33B	1823-2	395720	7108330	33W	N-Tr	Snåsa	listwaenite	XRF,TC,TS,ACME	
27	LPN99-35	1823-2	396930	7108550	33W	N-Tr	Snåsa	listwaenite: qtz rich	XRF,TC,TS,ACME	
28	OSH99-V1	1823-2	396470	7108960	33W	N-Tr	Snåsa	heavy mineral concentrate (hand panned)	ACME	
29	OSH99-V2	1823-2	395970	7109200	33W	N-Tr	Snåsa	heavy mineral concentrate (hand panned)	ACME	
30	OSH99-V3	1823-2	395200	7108770	33W	N-Tr	Snåsa	heavy mineral concentrate (hand panned)	ACME	
31	OSH99-V4	1823-2	395850	7109330	33W	N-Tr	Snåsa	heavy mineral concentrate (hand panned)	ACME	
32	OSH99-V5	1823-2	396620	7108550	33W	N-Tr	Snåsa	heavy mineral concentrate (hand panned)	ACME	
33	OSH99-V6	1823-2	395400	7107800	33W	N-Tr	Snåsa	heavy mineral concentrate (hand panned)	ACME	

**Tabell 7 ACME analyser (ICP analyse på 30 kationer  
(partial leach) + fire assay Au, Pt og Pd)**

Acme file # A9903880 Received: OCT 12 1999 * 255 samples in this disk file.		Mo	Cu	Pb	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe	As	U	Au	Th	Sr	Cd	Sb	Bi	V	Ca	P	La	Cr	Mg	Ba	Ti	B	Al	Na	K	W	Au**	Pt**	Pd**	bergart
ELEMENT SAMPLES	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	%	ppm	ppm	%	ppm	%	ppm	%	%	%	ppm	ppb	ppb	ppb	
LPN99-1	<1	51	15	24	<.3	337	29	715	2,17	<2	<8	<2	<2	281	0,3	<3	<3	9	11,47	0,003	<1	313	6,46	1	<.01	<3	0,11	0,01	<.01	<2	4	2	10	gabbro-listw	
LPN99-5A	<1	42	3	12	<.3	859	63	1032	2,41	3	<8	<2	<2	9	<.2	<3	<3	4	0,97	0,003	<1	547	10,59	1	<.01	<3	0,05	<.01	<.01	<2	5	7	8	kleber	
LPN99-5B	<1	14	3	12	<.3	137	19	409	1,45	<2	<8	<2	<2	48	<.2	<3	<3	20	4,76	0,002	<1	436	3,91	2	<.01	<3	1,38	0,01	0,01	<2	3	3	3	listwaenitt	
LPN99-5C	<1	4	<3	10	<.3	50	6	220	0,55	<2	<8	<2	<2	7	<.2	<3	<3	18	0,79	0,002	<1	636	1,42	4	<.01	<3	0,49	<.01	<.01	<2	7	<1	<1	-11-	
LPN99-5D	<1	5	4	19	<.3	119	18	398	1,4	<2	<8	<2	<2	74	0,3	<3	<3	10	4,72	0,001	<1	284	4,27	4	<.01	<3	1,6	0,02	0,03	<2	4	4	7	-11-	
LPN99-6A	<1	38	4	1	<.3	51	9	472	1,07	<2	<8	<2	<2	46	<.2	<3	<3	6	4,64	0,002	<1	222	3,2	1	<.01	<3	0,04	<.01	<.01	<2	3	1	<1	kleber	
LPN99-6B	<1	44	<3	3	<.3	96	16	554	1,63	<2	<8	<2	<2	34	<.2	<3	<3	5	3,95	0,003	<1	237	4,84	1	<.01	<3	0,08	<.01	<.01	<2	3	11	12	kleber	
LPN99-6C	<1	51	3	3	<.3	133	25	629	2,02	<2	<8	<2	<2	22	<.2	<3	<3	3	6	2,67	0,003	<1	266	6,83	1	<.01	<3	0,08	0,01	<.01	<2	4	12	14	kleber
LPN99-7	<1	6	3	4	<.3	581	41	1019	3,6	156	<8	<2	<2	42	<.2	<3	<3	<1	2,98	0,003	<1	166	9,09	1	<.01	<3	0,07	0,01	<.01	<2	2	<1	<1	kleber	
LPN99-8	<1	65	<3	3	<.3	373	36	614	2,64	2	<8	<2	<2	31	<.2	<3	<3	<1	1,18	0,003	<1	49	8,91	1	<.01	<3	0,01	<.01	<.01	<2	5	6	8	kleber	
LPN99-9 PULP	<1	23627	82	202	8,2	19077	517	448	7,51	19	<8	<2	<2	6	7,4	<3	<3	<1	0,03	<.001	2	96	18,72	10	<.01	<3	0,08	0,01	<.01	<2	370	353	789	STANDARD	
LPN99-16A	<1	17	<3	48	<.3	539	61	680	3,85	2	<8	<2	<2	20	<.2	<3	3	1	1,03	0,003	<1	294	12,05	1	<.01	<3	0,19	0,01	<.01	<2	3	26	23	listwaenitt	
LPN99-16B	1	4	3	32	<.3	134	19	170	1,11	<2	<8	<2	<2	8	<.2	<3	<3	18	0,39	0,002	<1	282	3,06	2	<.01	<3	1,94	<.01	<.01	<2	3	4	3	listwaenitt	
LPN99-17A	<1	178	5	13	0,6	1520	62	709	2,77	7	<8	<2	<2	24	0,5	<3	<3	4	1,56	0,004	<1	488	11,18	1	<.01	<3	0,27	<.01	<.01	<2	4	301	138	listwaenitt	
LPN99-17B	1	265	3	15	0,8	1325	72	921	4,04	3	<8	<2	<2	23	0,5	6	<3	1	1,58	0,004	<1	192	17,96	1	<.01	<3	0,08	0,01	<.01	<2	6	68	61	-11-	
LPN99-17C	<1	1611	5	14	5,5	1712	99	985	4,67	9	<8	<2	<2	26	0,9	8	<3	<1	1,65	0,003	<1	155	19,06	<1	<.01	<3	0,05	<.01	<.01	<2	15	42	38	-11-	
LPN99-18A	1	26	6	29	<.3	358	47	542	3,34	<2	<8	<2	<2	38	<.2	5	<3	2	0,64	0,036	2	44	5,02	21	0,02	<3	0,05	0,02	0,01	<2	4	<1	<1	metaperidotitt	
LPN99-21	<1	6	3	35	<.3	222	23	209	1,57	<2	<8	<2	<2	14	<.2	<3	5	28	1,53	0,005	<1	380	3,58	1	0,01	<3	2,04	0,01	<.01	<2	1	3	1	gabbro/listw	
LPN99-22	<1	2	<3	22	<.3	64	8	125	0,64	<2	<8	<2	<2	3	<.2	<3	<3	15	0,11	0,003	<1	84	0,98	2	<.01	<3	0,86	0,02	0,01	<2	6	4	5	listwaenitt	
LPN99-23	<1	12	4	5	<.3	28	5	80	0,41	<2	<8	<2	<2	12	<.2	<3	<3	5	0,48	0,001	<1	48	0,8	5	<.01	<3	0,78	0,03	0,04	<2	1	1	<1	metagabbro	
LPN99-24 PULP	8	15	8	24	<.3	1795	72	572	3,13	2	8	<2	<2	199	<.2	3	<3	5	0,54	0,025	7	106	18,09	207	<.01	<3	0,17	0,01	0,05	<2	1330	3	3	STANDARD	
LPN99-25B	<1	11	4	11	<.3	284	18	642	2,33	<2	<8	2	<2	120	0,2	<3	<3	20	9,35	0,003	<1	508	5,17	1	<.01	<3	0,44	0,01	<.01	<2	8	18	10	listwaenitt	
LPN99-25C	<1	23	<3	13	<.3	62	11	498	1,14	<2	<8	<2	<2	72	<.2	<3	<3	4	5,71	0,001	<1	254	3,97	1	<.01	<3	0,72	0,01	<.01	<2	5	27	22	metag/listw.	
LPN99-25D	1	94	4	28	<.3	70	13	283	1,29	<2	<8	<2	<2	27	<.2	<3	<3	17	1,76	0,002	<1	139	3,27	2	<.01	<3	1,81	0,01	0,01	<2	14	7	7	-11-	
RE LPN99-25D	<1	2	<3	23	<.3	71	8	133	0,68	<2	<8	<2	<2	4	<.2	<3	<3	16	0,11	0,003	<1	93	1,09	2	<.01	<3	0,96	0,02	0,01	<2	4	1	2	-11-	
LPN99-31	<1	1	10	16	<.3	783	58	1142	4,23	<2	<8	<2	<2	89	0,3	<3	<3	<1	5,73	0,003	<1	93	14,99	1	<.01	<3	0,03	0,01	<.01	<2	3	7	3	listwaenitt	
LPN99-32	<1	8	<3	100	<.3	303	37	623	2,59	<2	<8	<2	<2	46	<.2	<3	<3	26	6,31	0,002	<1	605	5,63	2	0,01	<3	1,91	0,01	<.01	<2	3	2	8	metag/listw.	
LPN99-33A	<1	1	3	118	<.3	899	94	1054	4,79	<2	<8	<2	<2	1	<.2	8	<3	<1	0,22	0,004	<1	128	19,39	2	<.01	<3	0,08	0,01	<.01	<2	<1	5	4	listwaenitt	
LPN99-33B	<1	<1	5	45	<.3	433	49	839	3,63	<2	<8	<2	<2	44	<.2	<3	<3	<1	10,01	0,003	<1	141	11,05	2	<.01	<3	0,09	<.01	<.01	<2	2	3	3	listwaenitt	
LPN99-35	<1	2	<3	17	<.3	556	37	365	1,83	<2	<8	<2	<2	12	<.2	<3	<3	<1	0,5	0,003	<1	46	7,49	1	<.01	<3	0,03	<.01	<.01	<2	7	2	<1	listwaenitt	
OSH99-V1	2	32	6	90	<.3	1634	82	1486	17,42	3	<8	<2	3	27	0,8	<3	6	184	0,81	0,032	13	9637	2,22	20	0,21	<3	0,95	0,16	0,15	<2	5	<1	7	vaske kons.	
OSH99-V2	1	35	8	75	<.3	1111	82	1245	11,45	7	<8	<2	3	34	1,1	3	10	112	1,84	0,017	15	5817	5,53	11	0,16	<3	0,85	0,13	0,08	<2	16	4	12	-11-	
OSH99-V3	1	16	5	60	<.3	106	17	1905	5,07	<2	8	<2	2	32	<.2	<3	<3	114	1,66	0,05	7	608	1,07	15	0,17	<3	2,09	0,25	0,09	<2	5	<1	3	-11-	
OSH99-V4	2	28	9	75	<.3	652	46	1370	9,36	3	<8	<2	3	26	<.2	5	7	89	1	0,02	13	4083	1,44	13	0,19	<3	1,08	0,08	0,06	<2	19	11	8	-11-	
OSH99-V5	1	18	<3	71	<.3	2323	112	1665	20,6	<2	<8	<2	<2	6	<.2	<3	10	202	0,24	0,018	5	13003	2,27	10	0,1	<3	0,35	0,02	0,02	<2	<1	<1	<1	-11-	
OSH99-V6	1	17	3	42	<.3	117	28	1500	4,14	<2	<8	<2	3	11	<.2	<3	3	42	0,8	0,049	7	593	0,84	11	0,07	<3	1,46	0,06	0,07	<2	5	7	2	-11-	
STANDARD C3/F4	27	65	35	177	5,6	37	13	809	3,35	56	29	<2	22	29	24,7	20	24	79	0,57	0,09	18	163	0,63	148	0,08	18	1,91	0,04	0,17	17	49	47	50	STANDARD	
STANDARD G-2	2	4	<3	43	<.3	8	4	541	1,92	<2	17	<2	4	71	<.2	<3	<3	38	0,62	0,097	8	76	0,58	222	0,12	<3	0,96	0,08	0,5	2	1	2	3	STANDARD	

**ICP analyse: 0,5 g innvekt**

**Au, Pt, Pd analyse: 30 g innvekt**

## **Bilag 1**

### **Notes on the general geology of the Raudfjellet Massif**

It has been confirmed that the Raudfjellet Massif is in fact an ophiolite slice. It contains a substantial lower ultramafic zone succeeded by layered pyroxenites, passing upwards into gabbros and one locality where sheeted dykes were recognised. The ophiolite lies in thrust contact with underlying Amphibolite Facies rocks of the Skjøtingen Nappe (=Seve Gp) and is overlain unconformably by Upper Greenschist Facies rocks of the Köli(=Sel) Gp.

#### **The Ultramafic Rocks**

The ultramafic rocks occupy the eastern part of the crescent shaped Raudfjellet Massif, and also extend southwards, as discontinuous developments, to boundary post 175 where they pass across the Swedish Border. The eastern contact of the ultramafic rocks, with the underlying rocks of the Skjøtingen Nappe (SN), has all the characteristics of a major thrust zone. The rocks of the SN were not examined in detail, but they were seen to be coarse grained quartz-garnet (centimetric)-mica schists with quartz-kyanite veins, schistose quartzite, psammite and garnet amphibolites. Footwall mylonites are developed from the rocks of the SN in the valley of the Morten bekken some 800m. SE of the Lake S.Stokktjerna, where they are seen as a psammitic mylonite bearing highly deformed veins of feldspathic pegmatite, which developed augen-mylonite. The hangingwall is marked by a moderately westward dipping (25-40°) ultramafic mylonites, > 125m. in thickness. A profile to the south of the southeastern arm of S.Stokktjerna was sampled at 10 levels for thin-section studies. The thin-sections show that the mylonites have a complex history. Firstly they were mylonites with markedly elongated olivine, pyroxene and chromite/magnetite grains, indicating that they were high temperature mylonites. This early mylonite fabric is cut by veins and blebs of olivine implying metamorphic mobilisation also at high temperatures, i.e. above those where olivine can develop as a METAMORPHIC MINERAL. These high temperature assemblages are overprinted by Greenschist Facies retrograde products. These include serpentine minerals, chlorite and some talc. The overprinting is to a large degree static though new foliation involving these minerals can be observed. This implies limited late movements on the thrust zone. The mylonites pass relatively abruptly into massive ultramafics containing scattered shear-zone with a mylonitic fabric. The ultramafic is mainly harzburgite with irregular developments of dunite. The latter contains minor amounts of disseminated chromite (fine-grained). The harzburgite/dunite complex is succeeded by, in part, well banded pyroxenites. A section in the latter was measured, at a point 100m. due south of the SE corner of a small rectangular lake (350m. due west of S.Stokktjerna). Midway along the northern shore of the small lake the pyroxenites are succeeded by streaky and massive gabbro.

#### **The Gabbros**

The gabbros form a crescent shaped belt, some 1.2km in map width at their widest point, they extend some 6 km. from apex to apex of the crescent. The gabbros closest to the pyroxenite bear a streaky to crude banding passing upwards into more massive medium

to coarse grained, in part foliated gabbros in which streaky banding is occasionally observed. The banding and foliation generally have moderate ((30o) westward dips. Sporadic diabase dykes were observed, cutting the gabbro, in the small stream draining WNW from the small rectangular lake. On a tributary of this stream some 650m. NW of the lake a small (<5m.) of 100% dykes was observed. These are cut off by the contact with the metasedimentary cover <100m. to the west.

### **The Cover Sequence**

These rocks are referred to as the Trondheim Dekke Komplex (=Köli) , on the 1:50,000 preliminary mapsheet Gjevsjøen. The writers, by analogy with the Østerdalen area would refer them to the Sel Gp. The rocks of this unit rest with profound unconformity on both the rocks of the Raudfjellet Ophiolite and its SN substrate.

*The unconformity* outcrops at a point along the eastern shore of Lake Grønningen, some 600m. north of its outfall. Here, variably foliated gabbro is overlain by conglomerates, some 20m. in thickness. The conglomerates are overlain by some 70m. of mafic (amphibole-rich) schists, which contain well-recognisable mafic tuffs in their upper part. They are overlain, by grey quartz-garnet mica schists. The conglomerate contains pebbles of massive gabbro, schistose gabbro, pyroxenite, felsic volcanics, trondhjemite and carbonate. The matrix is rich in amphibole. At the contact, and developed from the underlying gabbro is a thin zone (c.1.5m.) of soft calc-biotite-amphibole schist, and the underlying gabbro bears irregular streaks of carbonate. This reminiscent of the fossil weathering profile beneath the post-ophiolite unconformity on Leka (Sturt et al.1985).

The *unconformity* is next exposed in a stream draining northwards from the Lake Raudbergstjørna some 150m from its outfall. Here the unconformity cuts down into listwaenite, and exposed in the stream. It is immediately overlain by a rust-brown matrix-supported conglomerate, maximum thickness 3m+. The conglomerate contains pebbles of listwaenite, gabbro, pyroxenite, vein quartz, and carbonate, av. Pebble diameter 5-7cm. max.15 cm. The matrix contains abundant carbonate crystals. The conglomerate is overlain by a few metres of quartz-mica schist, garbenschiefer with thin bands of fine-grained quartzite and amphibolite. These are overlain by finely laminated basic tuffs.

*The unconformity* is encountered again at the outfall of Raudbergstjørna (a), and in a small north south stream draining from the south into the lake, some 300m. from the lake (b). At (a) the unconformity immediately overlies schistose gabbro and has a thin skin of gabbro conglomerate (<1m.) at the precise contact. This is overlain by 2-3m. of mica schist and then by a thin zone of bimodal thinly laminated acid/basic tuffs passing upwards into a major zone of finely laminated basic tuffs. At (b) the unconformity cuts down into coarse-grained garbenschiefer/fels typical for the SN. The conglomerate is missing, and the unconformity overlain by basic tuffs.

Further southwest, 650m SSW of (b) finely laminated basic tuffs directly, and unconformably overlie coarse grained quartz-garnet mica schists typical of the SN. Some 200m SSE of loc.(b) the same coarse garnet-bearing (0.6 cm.) schists, locally gneissic, and variably staurolite bearing are encountered. At this locality garnet amphibolites

bearing garnets up to 1.5 cm. occur.

The *unconformity* is next encountered on the western slopes of Gaundalklumpen, some 200m. WNW of the summit. Here serpentized harzburgite is directly overlain by a conglomerate (c.3m) containing pebbles of serpentized harzburgite, gabbro, pyroxenite and greenstone in a matrix rich in biotite and amphibole. The pebbles are well-rounded though somewhat elongate, max. pebble long axis 25 cm. This succeeded by finely laminated basic tuffs.

Some 700m. SSW in a small topographic basin some 30m. east of the summit of Haukberget, the unconformity is excellently exposed in two places. a) just to the north of the small tarn, in the basin, is a clean surface outcrop where the unconformity is perfectly exposed. Here the yellowish weathering massive harzburgite/dunite is directly overlain by some 15 cm. of, gently dipping (c.25°), finely laminated, yellowish weathering ultramafic siltstone. These are succeeded by some 2.5m. of conglomerate, bearing pebbles of yellowish ultramafic, black pyroxenite and gabbro. This is overlain by some few cms. of laminated ultramafic siltstones to the end of the exposure. At exposure b), some 60m. further south, the unconformity is again exposed. Here the ultramafic is directly overlain by a coarse fairly angular talus-like conglomerate > 2m in thickness.

It was shown during the course of the work that the Raudfjellet Massif lies on the lower right-way up limb of a *major recumbent syncline*, whose axial trace runs in the valley of Nordskardet, east of Heggsjøfjellet. The major conglomerate development on Heggsjøfjellet, referred to on the 1:250,000 mapsheet Grong as belonging to the Gula Gp., is in fact part of the cover sequence, i.e. in stratigraphically analogous position to those above the Raudfjellet Massif. The conglomerates on Heggsjøfjellet, which are *inverted*, cut stratigraphically downwards into the structurally overlying rocks of the Gula GP. The conglomerates are replete in boulders which can be easily identified in this substrate, i.e. quartz-garnet mica schist, massive quartzite, schistose quartzite, psammite, amphibolite and vein quartz in a quartzitic matrix. Many of the boulder bear pre-pebble tectono-metamorphic fabrics.

The petrography of the conglomerates indicate, that they have not been far-transported and relate to a fairly immediate source in the local substrate. The implication of the recumbent fold is that the rocks previously identified as either the SN or the Gula Gp probably belong to the same lithostratigraphic unit.

There was not time to make a systematic study of the structural geology, though many individual measurements were made in the field. A feature which is very apparent is the strongly transverse trend of the lineations ( mineral- intersection- elongated pebbles- etc.). A synoptic plot of these is given in Fig.A.

BAS & DMR

26.10.99

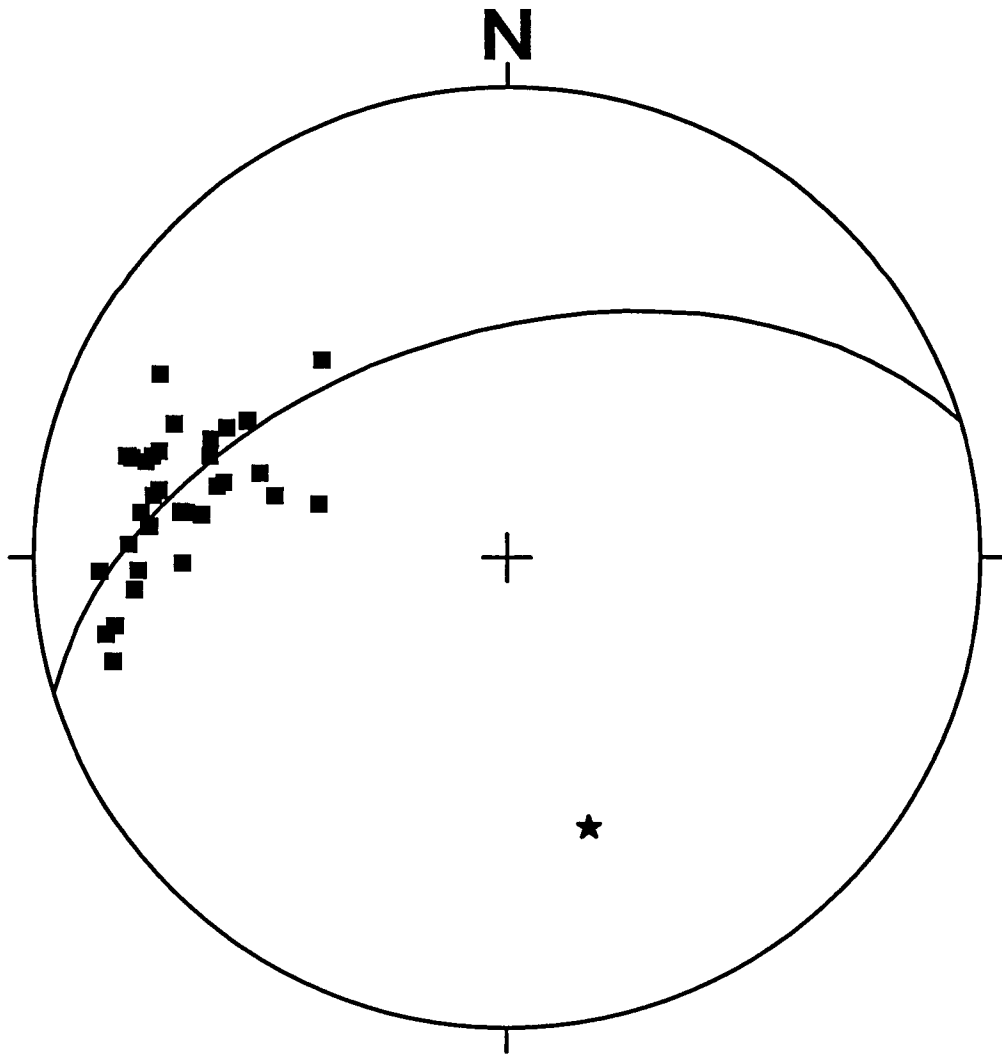


FIG. A.	Lower hemisphere - trend plunge
N=39	

## Bilag 2

### Notes on the general geology and occurrence of talc in the NORDLI area

The area studied lies entirely on the Preliminary 1:50,000 Mapsheet Murusjøen (1923 I). One of the geological objectives was to establish if this area with its many isolated, relatively small, mafic and ultramafic massifs could be correlated with the Raudfjellet Massif, and if similar talc mineralisations could be found.

The rocks as depicted on the mapsheet Murusjøen, were classified as belonging to :

- (i) Bjørkvatn – Nederste Köli Dekke Kompleks
- (ii) Overgangssone mellom Seve og Köli
- (iii).Bergarter av usikre alder
- (iv) Seve Dekke Komplekset

The isolated mafic and ultramafic bodies are shown as occurring in all of these units, which is unlike the situation for Raudberget, which lies uniquely at the boundary between the Seve and the overlying cover sequence of Köli affinity. These bodies all seem to represent material of the Upper Mantle and pyroxenite/gabbro zones of an ophiolite. We were not particularly impressed by the standard of mapping of this sheet, particularly in terms of the so-called transitional group. This makes the map very difficult to interpret, as it stands. Therefore it was necessary to try to establish some rational order in the relationships of the major rock types.

### Tectonostratigraphic relations of the isolated mafic and ultramafic bodies

#### *Primary stratigraphic relations*

The relationships of a number of these bodies was investigated, along the margin, as drawn, between the rocks of undoubted Köli affinity and those units structurally beneath:

- Along the southern shore of Sandsjøen on the Stygghaugtangen and to the west, both ultramafic (harzburgite) and gabbro occur. The ultramafic, forming the massif of Stygghaugen is essentially a massive rock which is variably serpentinised. The gabbro is again massive, medium-coarse grained, though variably foliated, and pegmatitic varieties are present. The gabbroic rocks are mainly exposed in the area west of Stygghaugen. Both of these rock masses are stratigraphically overlain by a major unconformity. (a) Some 400m. WSW of the point of Stygghaugtangen, the gabbro is cut by an unconformity which is stratigraphically overlain by a conglomerate, bearing essentially gabbroic boulders. The precise contact at this locality is folded into an overturned asymmetrical antiform, overturned eastwards. (b) Some 250m. to the west the conglomerate is seen again, on the shore, and here can be seen to contain boulders of gabbro (up to 0.5m.), ultramafics and pegmatite. At this locality the conglomerate is overlain by garbenschiefer, phyllite and grey-green meta-sandstone, i.e. rocks typical for the Lower Köli. (c) At Stygghaugtangen, the harzburgites, variably foliated, are well exposed on the shore, over a width of some 80 m. They are observed to be unconformably overlain by conglomerate, varying from a few metres in the west to >20m. in the east. The conglomerate containing essentially boulders of gabbro. The conglomerate is overlain by thinly banded grey-green meta-sandstone (locally with conspicuous biotite porphyroblasts), and dark-lead-grey phyllites. The contact (unconformity) is strongly folded and the folds are again overturned asymmetrical folds, overturned towards the east.

The whole body of ultramafic/gabbro of Styggshaugen appears to lie in the core of an antiform surrounded by Köli type rocks. No talc or soapstone was observed.

- On the southeastern shore of Kvesjøen, opposite the small island of Storøya, a small part of the ultramafic that extends onto that island is exposed. The ultramafic is essentially a dunite with irregular bands of pyroxenite. The ultramafic body, on its southwestern side is overlain by an angular breccia, which contains occasional rounded boulders, which we would consider to represent a thin apron of talus. This is overlain by thinly banded mafic sandstone often gritty (c.2m.) and then by a conglomerate containing pebbles of both ultramafic and gabbro. This in turn, is overlain by thinly laminated mafic sandstone (>3m. in thickness), which pass up in to grey-green metasandstone (sometimes pebbly, with clasts of mica-schist and quartzite) and dark phyllites. No talc or soapstone was observed. Gabbro and ultramafics are exposed in a body on the nearby hill of Vekset, and the conglomerates on the shore (150m. NW of Vekset Farm) would project to the western margin of this body. The rocks exposed on the road to the east of the body are recognisably coarse garnet mica schist and quartz schists of the Seve assemblage.

These relationships show the presence of a major unconformity at the base of the Köli sequence. A point affirmed by the petrography of conglomerates (Unit 15) on the main road 100m. SW of Kalvikbotn. These contain abundant boulders of pyroxenite, hartzburgite, gabbro, metabasalt, vein quartz and, psammite and quartzite both showing well-marked internal structural/metamorphic fabrics. Similarly at Litløytangen, on the southern shore of Kvesjøen, conglomerate and sandstone (unit 15) are well exposed containing pebbles of metalimestone, sandstone, mudstone and meta-basalt. In the stream Litløybekken, 50m. north of the point where it crossed the road, pebbles of hartzburgite ultramafic and garnet amphibolite are present. Close to the end of the road, some 180m. from Storøy, a structural inlier of coarse grained garnet (centimetric) mica schist and garnet amphibolite, of typical Seve aspect, is present. The northern margin of this inlier is bounded by a deformed ultramafic/mafic conglomerate. This latter is overlain by porphyritic and non-porphyritic basalts, then thin-banded grey-green metasandstones. The relations at this locality show that the unconformity also overlies typical rocks of the Seve Complex.

#### **Isolated ultramafic and mafic bodies associated with the Seve Complex.**

These are all, apparently, of the same petrographic types as those described above. A number of these bodies were visited, and will be described from N-S below :

- A small outcrop of klebbery ultramafic is found, on the northern side of the road on the north of Kvesjøen, 250m WNW of the farm Hammer.
- On the southern shore of Kvesjøen, on Storhammeren, an ultramafic comprising both pyroxenites and dunite is well-exposed on the outermost part of the peninsula. The pyroxenite is intruded by dunite dykes and irregular bodies. No talc mineralisation was observed. The body is in contact with very flattened and intensely folded garnetiferous paragneiss (of typical Seve aspect), the marginal facies of the ultramafic develops >2m. of ultramafic mylonite.
- A small body of ultramafic, 600m. along the road east of Kveidet bridge and on the southern side of Murusjøen, is exposed. The body measures at least 30x>80m., though the southern termination was not observed. This is the most thoroughly altered body we encountered. It would appear to be now virtually entirely a talc-carbonate rock. This is a locality worthy of follow-up study.



- The southern peak of Skograudberget. This is an upstanding massif of extremely hard ultramafic, harzburgite/dunite. It is separated from the northern peak by a deep east-west cleft, which is marked by swampy ground. No talc mineralization was observed.
- Fjellraudberget. The eastern peak was visited, by helicopter, in June 1999, and an interesting zone of talc-mineralisation was found and sampled. The investigation in October showed that the talc mineralisation was considerably more widespread than we previously suspected. As maps on a larger scale than 1:50,000 were not available we had to construct an approximate map on the spot. Fig. 28 (in report), is a sketch map of the summit area of Fjellraudberget to Kjøyta. Here the approximate boundaries between the principal rock types are shown. The main bedrocks are harzburgite/dunite, pyroxenite, gabbro, talc, and various schists of Seve aspect. a) The talc zone in the east, recognised previously, occurs as a recumbent Z-shaped coupled fold (both antiform and synform), over an area 90m x 30m. b) On prominent E-W crag, 220m. to the southeast of Kjøyta, ultramafic rock was recorded. Rimming this, on its northern side is a band of talc mineralisation, c. 14m. wide, which can be traced for c. 125m. into the bog-filled depression separating it from the main peak of Fjellraudberget. c) 50m. north of the above mentioned crag is a circular outcrop of Strong talc mineralisation, some 25m. in diameter (several specimens collected). d) On the eastern shore of the small pond (Fig. 28 in report) c. 100m. southeast of Kjøyta occurs an oval lens of talc mineralisation (c. 75m. in long axis), this is well-exposed on the northeastern shore of the pond. e) Another small outcrop of talc mineralisation occurs some 50m. northwest of the pond. We would suspect that the talc mineralisation of Fjellraudberget is more extensive than indicated here, as most of the talc zones pass into boggy ground.
- To the north (c. 70m.) of the lake Kjøyttjørna, an oval shaped outcrop >100 x 50m of serpentinite was observed. On the bank of a small stream draining from the east and draining into the northern end of the lake, a >4m band of talc mineralisation was observed.
- A body of ultramafic rock, 1.25 Km southwest of lake Kjøyttjørna, is shown on the 1:50,000 mapsheet Murusjøen. This body measures some 500 x 200m. This body was not visited. However, this is an obvious candidate for follow-up investigations as it has no discernable topographic expression. This is something that often implies a considerable degree of alteration, i.e. possibility for talc mineralisation. We recommend that this body(ies) is referred to as the Storbekken deposit.
- There are still quite a number of ultramafic lenses that have not been visited. This must be a priority at the beginning of the next field season.

As yet it is not possible to be categorical concerning the tectonostratigraphic placing of all of these ultramafic bodies, and it may well be that some of them are tectonically incorporated into the uppermost part of the Seve Complex.

BAS & DMR  
28.10.99

PS. No field photographs are yet available as, when we got up onto Fjellraudberget the battery had gone in the camera. Oh joys of modern technology!!

## BILAG 3

### Alfabetisk liste med forklaring av noen geologiske faguttrykk

- Basalt** : Vulkansk bergart med  $\text{SiO}_2$  innhold på 45-50 %. De viktigste mineralene i basalt er plagioklas og pyroksen.
- Bastitt**: Serpentin som er omvandlingsprodukt etter ortopyroksen, med karakteristisk hvit farge.
- Breunneritt**: Et magnesium-karbonat der 5-50mol-% av magnesium-komponenten er erstattet av  $\text{Fe}^{2+}$ . Med f. eks. 10 at-% jern blir formelen  $\text{Mg}_{0,9}\text{Fe}_{0,1}\text{CO}_3$ .
- Diopsid**: En jernfri klinopyroksen med formel  $\text{CaMg}(\text{SiO}_3)_2$ .
- Dolomitt**: Et kalsium-magnesium karbonat  $\text{CaMgCO}_3$ .
- Dunitt**: En bergart med mer en 90% olivin.
- Enstatitt**: En magnesiumrik ortopyroksen med formel  $\text{Mg}_2\text{Si}_2\text{O}_6$ . Navnet enstatitt brukes også noen ganger om ortopyroksen i sin alminnelighet. I denne rapporten brukes forkortelsen *En* og pyroksenens sammensetning oppgis som f.eks.  $En = 91$ , d.v.s 91% av enstatitt-komponenten.
- Fold**: En bøyning (foldning) av et lag eller en hvilken som helst planar struktur.
- Foliation**: Den laminerte strukturen som dannes ved segregasjon (lagvis adskillelse) av ulike mineraler i lag parallelt med skifriheten.
- Forsteritt**: Den rene Mg variant av olivin har formel  $\text{Mg}_2\text{SiO}_4$ . I denne rapporten brukes ofte forkortelsen *Fo* for forsteritt. En rekke ganger oppgis olivinens sammensetning til å f.eks å være  $Fo = 93\%$ . Det vil da si at olivinen har en sammensetning der 93 % er endeledet forsteritt.
- Gabbro**: En dypbergart med tilsvarende sammensetning som basalt. Plagioklas og pyroksen er de viktigste mineraler.  $\text{SiO}_2$  innholdet ligger mellom 45 og 50%.
- Gang**: Plateformet sprekkefylling av smelte. I ofiolitter kan gangene opptre som komplekser av 100% ganger intrudert i hverandre.
- Granat**. Et silikatmineral, eller mineralgruppe, med varierende mengder aluminium, jern, kalsium, mangan, magnesium, krom, etc. Et vanlig bergartsdannende mineral i høymetamorfe skifre og gneiser.
- Granitt**: En kvarts- og feltspatirik dypbergart som inneholder 20 - 60% kvarts og der 35-90% av feltspaten er eller har en sammensetning som tilsvarer alkaliefeltspat.
- Industrimineral**: Et mineral, uten tungmetaller, som utnyttes økonomisk som mineral (eks. talk og olivin) eller metall (eks. Ca og Mg).
- Inkonformitet**: En erosjonsflate med påhvilende avsetningsbergarter (sedimentære eller vulkanske bergarter) der erosjonsflaten som regel danner en vinkeldiskordans med underlaget. Bergartene over og under inkonformiteten kan være dannet langt fra hverandre både i tid og rom.
- Harzburgitt**: En type peridotitt med 40-90% olivin, fra 10 til 60% ortopyroksen og fra 0-5% klinopyroksen
- Hydrotermal sone**: En avgrensbar sone kjennetegnet ved transport av vann ("hydro-"), samt som oftest også andre fluider/gasser som  $\text{CO}_2$ , o.s.v. Tilførsel av  $\text{CO}_2$  er nødvendig for dannelsen av karbonater.
- Karbonat**: Et mineral hvor molekylstrukturen (enhetscellen) består av Ca, Mg, Fe, Mn, Cr, etc. samt en  $\text{CO}_3$ -gruppe.
- Kimberlitt**: En mafisk dypbergart med bl.a. følgende mineraler: olivin, flogopitt, ortopyroksen, klinopyroksen, granat og kalkspat. Danner rørformete intrusjoner.

**Kleberstein:** En myk bergart som er lett å bearbeide. Den består vesentlig av talk og karbonater samt gjerne også litt/noe kloritt, tremolitt (amfibol) samt små mengder finfordelte malmmineraler (oksyder og sulfider).

**Klinopyroksen:** En pyroksen med monoklint krystallsystem og som har sammensetning  $(CaMgFe)Si_2O_6$ .

**Kloritt:** Et vannholdig silikatmineral som er et vanlig omvandlingsprodukt av bl.a. pyroksen

**Konglomerat:** En bergart bestående av boller og mindre korn (rundete korn) av grus, sand, etc. Konglomeratet kan være **monomikt**, d.v.s. stamme fra kun en enkelt bergart, eller **polymikt**, d.v.s. hvor bollene og gruskornene, m.m. stammer fra flere forskjellige bergarter.

**Kromitt:** Et malmmineral. Et oksyd med krom, jern, aluminium og magnesium.

**Kumulat:** En lagvis oppbygning av bergarter av litt ulik sammensetning dannet fra en smelte. De enkelte lagene gientas (repeteres) ofte i en syklisk sekvens.

**Kyanitt:** Et aluminiumholdig silikat dannet ved høyt trykk og moderat til høy temperatur og moderat trykk.

**Lagdelling:** Primær lagning av sedimenter av ulik sammensetning og/eller kornstørrelse.

**Lherzolitt:** En bergart som består av både olivin, ortopyroksen og klinopyroksen.

**Lineasjon:** Et strukturelt lineært element dannet under deformasjon, for eksempel mineral-lineasjon, bolle-elongasjon, etc.

**Listwaenitt** En bergart bestående vesentlig av karbonat samt litt/noe kvarts. Karbonatet er vanligvis magnesitt/breunneritt, men kan også være for eksempel dolomitt.

**Magnesitt:** Et magnesium karbonat. I ren tilstand er sammensetningen  $MgCO_3$ .

**Malm:** En bergart med ett eller flere mineraler med et tungmetall hvor vedkommende mineral(er) forekommer så sterkt anrikt og i slike mengder at bergarten er økonomisk interessant (drivverdig). Hva som er drivverdig med tanke på gehalter (konsentrasjoner av malmmineraler) og tonnasje har vist seg å variere mye over tid.

**Mylonitt:** En sterkt forskifret, gjerne "finforskifret", bergart i en deformasjonssone (skyvesone).

**Ofiolitt** (eng. ophiolite): En bergartsassosiasjon som består av havbunnsedimenter, lavaer, diabasganger, gabbro, og peridotitter. Disse bergartene representerer et stykke av havbunnskorpe som ved tektoniske forskyvninger har kommet til syne på land. Ofte er ofiolittene fragmenterte slik at bare enkelte deler er bevart f.eks. bare lavaene, eller bare gabbro og peridotitt. Ofiolittene representerer ofte viktige forekomster av olivinførende bergarter.

**Ortopyroksen:** En pyroksen med rombisk krystallstruktur, og sammensetning  $(MgFe)Si_2O_6$ .

**Peridotitt:** En bergart der hovedmineralene er olivin, ortopyroksen og/eller klinopyroksen. Inneholder < 10% feltspat. Dunitt, harzburgitt, lherzolitt og wehrlitt er alle forskjellige typer av peridotitter.

**PGE:** Platina-gruppe elementer. Disse er grunnstoffene osmium, iridium, rutenium, rhodium, platina og palladium. Disse seks regnes til edelmetallene sammen med gull og sølv.

**Pyroksenitt:** En bergart som består av hovedsakelig orto- eller klinopyroksen.

**Serpentinitt:** En bergart som består vesentlig av serpentinmineraler hvorav antigoritt er det langt vanligste, mens krysotil og lizarditt er noe mer sjeldne.

**Staurolitt:** Et vannholdig jern og aluminiumsilikat som dannes i metamorfe sedimenter hvor det er nok jern tilstede.

**Talk:** Et magnesiumsilikat med hardhet 1 som er det laveste trinn på hardhetsskalaen.

**Tremolitt:** Et vannholdig magnesiumsilikat tilhørende amfibolgruppen.

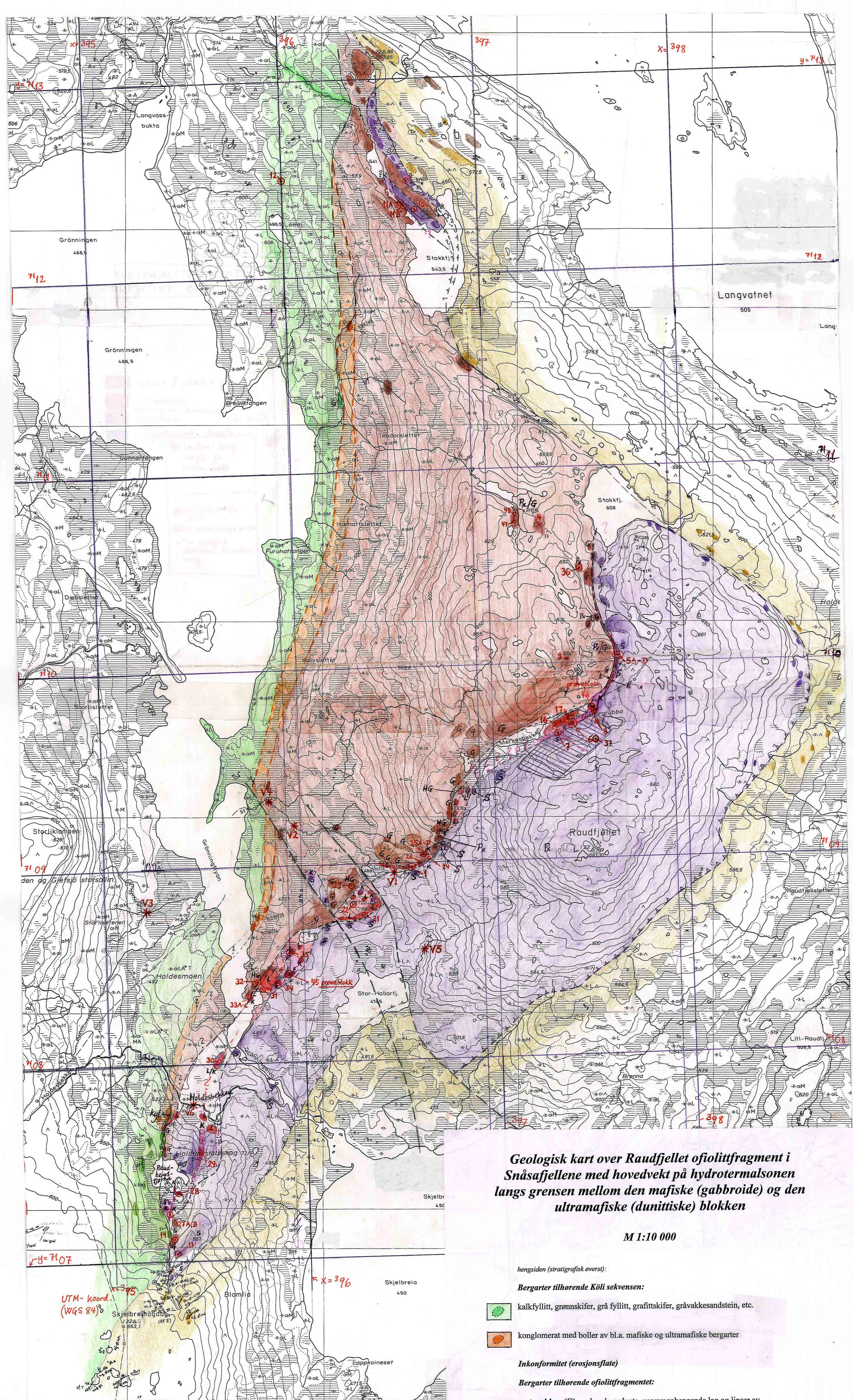
**Troktolitt:** En bergart som består vesentlig av olivin og plagioklas

**Ultrabasisisk:** Betegnelse brukt om bergarter med mindre en 45%  $SiO_2$ .

**Ultramafisk:** Betegnelse brukt om bergarter som inneholder mer en 90 % mafiske mineraler d.v.s. mer en 90% totalt av pyroksen, amfibol og olivin.

**Websteritt:** En pyroksenittvariant som består vesentelig av orto- og klinopyroksen

**Wehrlitt:** En bergart som består av vesentelig olivin og klinopyroksen og med bare 0-5% ortopyroksen.





**Geologisk kart over Raudfjellet ofiolittfragment i Snåsafjellene med hovedvekt på hydrotermalsonen langs grensen mellom den mafiske (gabbroide) og den ultramafiske (dunittiske) blokken**

M 1:10 000






hengsiden (stratigrafisk øverst):

**Bergarter tilhørende Kōli sekvensen:**

-  kalkfyllitt, grønskifer, grå fyllitt, grafitiskifer, gråvakkessandstein, etc.
-  konglomerat med boller av bl.a. mafiske og ultramafiske bergarter

**Inkonformitet (erosjonsflate)**

**Bergarter tilhørende ofiolittfragmentet:**

-  **metagabbro (G)** med underordnede, usammenhengende lag og linser av metapyroksenitt (**Px**) i de lavere deler; gabbroen blir økende hydrotermalpåvirket med dannelse av kloritt, aktinolit, smaragdiitt, kvarts, turmalin, etc. inn mot listwaenitt-kontaktene (**HG**); mot toppen økende innslag av mafiske ganger i gabbroen.
-  **listwaenitt (L)**: hydrotermalt dannet magnesitt/brunneritt-(kvarts) bergart med underordnede tynne flak og uregelmessige strenger av Mg-(Cr) kloritt, lys glimmer, amfibol, turmalin, litt talk, etc.; karbonat/kvarts forholdet varierer tildels mye: fra 8,6 % til 65 % kvarts er registrert ved analyser, men rundt 10–20 % kvarts og 80–90 % karbonat antas å være det mest vanlige mengdeforholdet.
-  **intimt assosiert listwaenitt og kleberstein (L/K)**.
-  **kleberstein eller talkskifer (K)**: talk-magnesitt/brunneritt bergart med noe variabelt/ujevnt karbonatinnhold, men med lavt innhold av øvrige silikater som kloritt, aktinolit/smaragdiitt, krysotil/antigoritt, biotitt/flogopitt, turmalin, etc.; som regel skarp grense mot listwaenitt og gradvis overgang mot serpentinit i ligg; til dels sterk rustbrun forvitring av karbonatet i overflaten, dette går først over i gulhvitt og deretter hvit farge på uforvitret flate.
-  **serpentinisert dunitt til serpentinit (S)**, som regel økende forskiftet inn mot klebersteinen.


observasjon (blotning) langs hydrotermalsonen samt enkelte andre steder i sterkt overdekket lende markert med sterk fargetone












tolkning i overdekket terreng langs hydrotermalsonen markert med svak fargetone; ellers brukt for å markere h.v.v. gabbro, dunitt (serpentinitt) og øvrige bergarter

▲▲▲▲ Skjevkontakt med mylonittsone utviklet i bunnen av ofiolittfragmentet og i toppen av Seve metasedimentene

liggsiden (stratigrafisk nederst):

**Bergarter tilhørende Skjotingen-dekket (=Seve ekvivalent)**

-  Granat-muskovittgneis, granat-glimmerskifer, migmatitt, etc.

-  sprekke/forkastning
-  foliasjon
-  primær lagning
-  liten fold
-  lineasjon
-  bolle elongasjon
-  prøvelokalitet for uttak av større prøve for diverse tester og analyser
-  prøvelokalitet
-  prøveprofil
-  beskrevet lokalitet, ingen prøver tatt
-  tungmineralkonsentrat (pannevasket)

Kartlag/tegnet av B.A. Sturt, D.M. Ramsay, D. Roberts og L.P. Nilsson (NGU) samt O.S. Hembre (Nord-Trøndelag fylkeskommune) i juni 1999. Sammenstilt av L.P. Nilsson høsten 1999. Sammenstillingen avsluttet 10.12.1999. Informasjon fra preliminært berggrunnskart Gjevsjøen 1:50 000 (Sjöstrom & Roberts 1992) er også benyttet ved sammenstillingen.

**Vedlegg 1**