

Rapport nr.: 2005.034		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Klebersteinsforekomstene i Linnajavri-området, Hamarøy kommune, Nordland. Statusrapport april 2005				
Forfatter: Ingvar Lindahl og Lars Petter Nilsson		Oppdragsgiver: NGU / Nordland Fylkeskommune		
Fylke: Nordland		Kommune: Hamarøy		
Kartblad (M=1:250.000) Sulitjelma		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 2230-3 Linájávri		
Forekomstens navn og koordinater: Linnajavri (senterkoord. UTM 561000 / 7498000)		Sidetall: 35 + 22	Pris: 355,-	
Feltarbeid utført: 2001-2004		Rapportdato: 28.04.2005	Prosjektnr.: 293201	Ansvarlig:
<p>Sammendrag:</p> <p>NGU og Statskog har i fellesskap påvist og kartlagt Norges største klebersteinsforekomster i Linnajavri-området i Hamarøy kommune i perioden 2001-2004. Ressursene er meget store med et tjuetalls forekomster på mer enn 1 mill. tonn hver. De totale ressursene som regnes som påvist er til sammen på ca. 100 mill. tonn kleberstein hvorav mer enn 80 % i den sørlige delen av området (i teksten benevnt som Sør-området). Klebersteinen som i gjennomsnitt holder ca. 50 % talk har et økonomisk potensiale både som råstoff til talkproduksjon og som naturstein. Forekomstene representerer utvilsomt en viktig <i>nasjonal ressurs</i>.</p> <p>Foreliggende rapport oppsummerer resultatene fra de utførte arbeidene så langt i Linnajavri-området fra 2001 til 2005. Feltarbeidene i 2001 og 2002 har omfattet en første rekognoserende kartlegging, oppmåling av kleberforekomstene i deler av området (Nord-området) samt prøvetaking for kvalitetsundersøkelser av klebersteinen. I 2003 ble det ikke gjort feltarbeide i området, mens feltinnsatsen i 2004 var fokusert på en kompletterende geologisk kartlegging med et digitalt kart over det samlede forekomstområdet som mål. Et slikt kart foreligger nå vedlagt rapporten. Bearbeiding av innsamlede data og prøvemateriale er gjort i hele perioden 2001 – 2005. Disse arbeidene har vært spesielt fokusert på utnyttelse av klebersteinen som talkråstoff.</p> <p>Rapporten beskriver kortfattet de tidligere geologiske arbeidene i området og områdets logistikk. Det gis en oversikt over berggrunnen i området på basis av nykartleggingen med hovedvekt på den geologiske opptreden av klebersteinen. En spesiell vurdering av uønskede mineraler og metaller i klebersteinen er også gjort underveis.</p> <p>For å fullføre undersøkelsen av klebersteinen som råstoff for talk i Linnajavri-området trengs en ytterligere prøvetaking av forekomstene i Sør-området for oppredningsforsøk. Klebersteinen bør videre klassifiseres med henblikk på bruk som naturstein (farge, struktur, styrke, m.m.).</p>				
Emneord: industrimineraler	naturstein		talk	
kleberstein	geologisk kart		ofiolitt	
fagrapport				

INNHOOLD

1. Sammenheng og konklusjon	5
2. Innledning.....	8
3. Tidligere arbeid	9
4. Utførte undersøkelser 2000 – 2005.	11
5. Logistikk.....	12
6. Ny nasjonalpark Tysfjord – Hellemo	13
7. Berggrunnen	14
8. De ultramafiske bergartene og klebersteinen	17
9. Bruk av kleberstein.....	19
10. Bruk av kleberstein som råstoff for framstilling av talk	20
11. Forekomster og reserver (tabellarisk oversikt).....	22
12. Andre ressurser i området (marmor, gull, skifer, andre mineraler).....	24
13. Uønskede mineraler og grunnstoffer i klebersteinen	25
14. Videre arbeid	26
15. Litteratur.....	28
16. Liste med forklaring av noen brukte geologiske faguttrykk	31
17. Liste over introduserte lokale stedsnavn som ikke finnes på eksisterende kart	34

FIGURER

Bilder av de viktigste forekomstene:

1. Kleberveggen, linse 2 på Boarta
2. Klebervann
3. Kleberen i V-enden av Njaskasvarri 985
4. Kvittfjell NV fra helikopter
5. Kvittfjell NV, panorama
6. Kvittfjell SØ
7. Cohkul, panorama
8. Njaskasvarri 833-linsen
9. Grensegangen på Gaskavarri
10. Kleberflåget, panorama
11. Vakkerdalen
12. Klebergryta nedre
13. Klebergryta øvre, panorama
14. Nåva
15. Kleberbotn
16. Kleberbreen, nordlige ende, panorama
17. Ridoalggicohkka 1248, Raskleberen
18. Ridoalggicohkka 1192, panorama over østlige ende
19. Langkleberen, oversiktsbilde
20. Langkleberen, vestlige del
21. Langkleberdalen-forekomsten, panorama
22. Bananvann sør

KARTVEDLEGG

1. Oversiktskart over Linnajavri-området
2. Oversiktskart med geologi, M 1:15 000
3. Nord-området vest med geologi, M1:5 000
4. Nord-området øst med geologi, M1:5 000
5. Sør-området med geologi, M 1:5 000

1. Sammendrag og konklusjon

Et initiativ basert på geologisk kunnskap, tanker og ideer modnet fram over tid har ført til funn av Norges så langt største kjente forekomster av kleberstein i Linnajavri-området inne ved svenskegrensen i Hamarøy kommune. Summen av alle de viktige faktaopplysninger vi har klart å ekstrahere fra den geologiske kartleggingen i liten målestokk både på norsk og svensk side av grensen gjennom det forutgående hundreår, supplert med både publisert og upublisert skriftlig kildemateriale (se avsnittet *Tidligere arbeid*), har vært en viktig basis for initiativet.

Undersøkelsene i felt er gjennomført med en tre dagers befarings (2000) etterfulgt av uttak av blokk (4 stk., hver på 3-500 kg) med helikopter, kartlegging og uttak av typeprøver i 2001 i hele området (2 uker), kartlegging, oppmåling og innsamling av friske prøver for flotasjon i 2002 i Nord-området (2 uker) og kartlegging 2004 hovedsaklig av Sør-området (3 uker). Bearbeiding av innsamlet prøvemateriale har funnet sted ved NGU, ved SINTEF i Trondheim, ved Norwegian Talc AS i Knarrevik ved Bergen og ved Omya's laboratorium i Gummern i Østerrike. Undersøkelsene har vært et samarbeid mellom NGU og Statskog som grunneier, med støtte fra Nordland Fylkeskommune, Salten Regionråd og Hamarøy kommune. Statskog har inngått samarbeidsavtale først med Hustadkalk AS og senere med Norwegian Talc AS om undersøkelse/utnyttelse av forekomstene.

Forekomstene ligger i Hamarøy kommune helt inn mot svenskegrensen. Adkomst er fra E6 ved Kobbvatn i Sørfold kommune. Kommunegrensen mot Hamarøy blir krysset et stykke oppe i Gjerdalen. Det går anleggsvei av god standard fra Kobbvassgrenda ca. 20 km opp Gjerdalen til Reinoksvatnet. Avstand fra dypvannskai med industriområde i Elvkroken innerst i Leirfjorden (innerste arm av Sørfolda) til sentralt i forekomstområdet er knapt 40 km, de siste 8-9 km uten vei. Forekomstområdet ligger innenfor arbeidsgrensene til Tysfjord-Hellemo nasjonalpark som er under utredning. Kraftpotensialet til vassdragene i området som drenerer vestover er utbygd, og alle de store vannene er vannmagasiner til Kobbelv kraftverk, til dels med meget stor reguleringshøyde (nær 100 m for Forsvatnet).

Berggrunnen i Linnajavri-området består av grunnfjellsgranitter i vest og kaledonske dekkebergarter i øst og videre innover i Sverige. Klebersteinsforekomstene som er kartlagt opptrer i de kaledonske dekkeenhetene. Forekomstene utgjør deler av fragmenter av et en gang stort og sammenhengende ofiolittkompleks. De tektoniske forholdene er komplekse og de samme bergartssekvensene er stedvis repetert i flere dekkeenheter og forekomstene sitter i flere geotektoniske posisjoner. I kontakten mellom dekkene og mellom større og mindre bergartsflak innen dekkene er det utviklet klassiske tektoniske melangesoner hvor bergartene er oppblandet med hverandre. Bergartene i dekkeenhetene består vesentlig av forskjellige glimmerskifre med innslag av amfibolitter (omvandlet lava), marmor, konglomerater, etc. Ofiolittfragmentene består av olivinstein, peridotitt, gabbro, amfibolitt (putelava) og er

gjennomsatt av enkelte mafiske ganger. De opprinnelige ultramafiske bergartene er gjennomgående omvandlet først til serpentinit og deretter stedvis til kleberstein.

Forekomstene i Linnajavri-området består av kleberstein knyttet til omvandling av mange ultramafiske linser. Deler eller hele linser kan være omvandlet. Omvandlingen har skjedd dels ut fra sprekkesoner som stedvis går tvers igjennom linsene og dels langs den ytre randsonen av linsene. Det opptrer ofiolittfragmenter på tre forskjellige tektonostratigrafiske nivåer (dvs. nivåer i lagpakken av skifre og andre bergarter).

Lavest: Boarta-Kvitfjell-Cohkul ca. 10 % av potensielle reserver

Midterst: Ridialggicohkka syn-fomen ca. 80 % av potensielle reserver

Høyest: Klebervann-Gulldalen-Gaskavarri ca. 10 % av potensielle reserver

Det spesielle med Linnajavri-området er at klebersteinsomvandlingen her mange steder viser et helt uvanlig sterkt omfang. I det vi kaller Sør-området er over halvparten av det samlede arealet av ultramafiske bergarter omvandlet til kleberstein. Dette er unikt etter norske forhold. Ingen andre steder i Norge er det kjent klebersteinsforekomster av et slikt omfang.

Med unntak av ørsmå klebersteinslinser i noen av de tektoniske melangesonene, enkelte av smålinsene på Boarta, samt på et enkelt sted helt i periferien av Kvitfjell-linsen, er det er ikke funnet mineraler som kan gi asbestiforme fibre i klebersteinen. Kleberstein som inneholder slike fibre kan ikke utnyttes. Det forberedes nå spesielle analyser for å finne det absolutte nivå for mulig miljøskadelige metaller i klebersteinen. Innholdet for flere metaller vedkommende er lavere enn påvisningsgrensen ved de utførte analysene (både totalanalyser og lettløselige bestanddeler). Dette gjelder både i råstoffet, sluttproduktene og avgangen fra flotasjonsforsøkene. Det er derfor ikke noe som tilsier at miljøskadelige metaller som f.eks arsen, kvikksølv og cadmium skal volde noe problem. Forekomstene i Linnajavri-området har uvanlig lave innhold av lett løselige sulfider.

Et tjuetalls forekomster av kleberstein har reserver på mer enn 1 mill. tonn hver. Den største forekomsten, Kleberflåget, har alene omkring 40 mill. tonn påvist kleberstein herav en bratt kuppe som rager opp i terrenget estimert til rundt 9 mill. tonn. Totalt kan vi regne påviste reserver som ca. 60 mill. tonn. Det er i rapporten satt opp tabellarisk oversikt over reservene i de enkelte forekomstene i avsnittet - *Forekomster og reserver*.

Med tanke på bruk av klebersteinen i Linnajavri-området som naturstein er det flere typer stein. Variasjonen er i struktur eller mønster, kornstørrelse og fargenyanse. Det meget sparsomt med sulfider i klebersteinen og det finnes nærmest ikke rust i tiknytning til den. På overflaten av klebersteinen er det flere steder isskuringsstriper som viser at forvitringen de siste 10 000 årene er i cm-skala. Steinen kan brytes som klebersteinsblokk helt fra overflaten. Det gjenstår å klassifisere de forskjellige typene av kleberstein som finnes i de forskjellige store forekomstene. Men det er mulig at også mindre linser av kleberstein kan brukes som naturstein.

Med tanke på bruk av klebersteinen i Linnajavri-området som råstoff for talkproduksjon er det forskjeller i klebersteinens mineralsammensetning både innenfor og mellom de forskjellige forekomstene. Viktige mineraler som kan gjøre renseprosessen vanskelig er magnetitt og kloritt. Dette er mineraler som må fjernes ved magnetseparasjon og flotasjon for å få et talkprodukt med høy nok hvithet. Det er funnet forekomster som har lys og talkrik kleberstein med et lavt klotittinnhold i alle områdene. Det er ikke gjort nok undersøkelser for å bestemme variasjonene i sammensetningen. Det gjenstår både mineralogiske undersøkelser av det innsamlede materialet og ytterligere innsamling av uforvitret prøvemateriale for flotasjonsforsøk. Dette ble også foreslått forut for undersøkelsene i felt i 2004.

Undersøkelsene i Linnajavri-området har vært strengt fokusert på kleberstein, og da primært som talkressurs. Andre ressurserundersøkelser, med unntak av en innledende testing av en granat-amfibol-staurolitt-glimmerskifer som naturstein (Nilsson & Lindahl 2003) er ikke utført. Vurderinger gjort under veis tilsier imidlertid at det i området også kan være et økonomisk potensiale for andre typer mineralressurser i tillegg til klebersteinen dersom denne kan utnyttes og vei bygges inn til området (Lindahl & Nilsson 2001, 2002). Blant slike mulige ressurser opptrer to typer marmor: en fargebåndet kalkspatt-marmor av Leivset-typen og en hvit dolomitt-marmor, begge for bruk som naturstein. Den hvite dolomitt-marmoren kan også muligens være en ressurs som industrimineral under forutsetning av at den er tilstrekkelig ren. Det er videre tegn som tyder på at de geologiske (hydrotermale) prosessene som har virket innefor ofiolitten er av et slikt omfang i tillegg til et favorabelt geologisk miljø at det her kan ha vært muligheter for dannelse av gullforekomster. Dette bør undersøkes nærmere. En del prøver blir analysert og ytterligere materiale bør samles inn for å teste denne muligheten. En del av glimmerskifrene fra området er vakre og får et interessant utseende ved polering. Dette er en mulighet som også kan vurderes.

Norges største felt med kleberstein er kartlagt i Linnajavri-området. Ressursene er meget store med et tjuetalls forekomster på mer enn 1 mill. tonn hver. Klebersteinen kan brukes som naturstein og flere varianter med forskjellig kornstørrelse, struktur og fargetone er påvist. Kleberstein brukes også som råstoff for framstilling av talk. Det er sannsynlig at noen av forekomstene i Linnajavri-området kan være gode nok som råstoff for talkflotasjon. Det gjenstår innsamling av uforvitret prøvemateriale, flotasjonsforsøk og analyser for å få svar på dette. Foreliggende rapport er en statusrapport for undersøkelsene og er forsøkt gjort mest mulig forståelig for ikke-geologer.

2. Innledning

Initiativet til arbeidene i Linnajavri-området ble tatt av I. Lindahl og L. P. Nilsson i perioden 1998-2000. Med Linnajavri-området menes det området som er avgrenset av de store vannene Linnajavri, Forsvatnet, Varreveajekajavri og Langvatnet i vest, Reinoksvatnet i nord og riksgrensen i øst og sør. Ved oppstarten av arbeidet var I. Lindahl engasjert ved Statskog (2000-2001). De ultramafiske bergartene var i liten grad tidligere undersøkt og i hovedsak betraktet som peridotitter som i sterk grad var omvandlet til serpentinitter. Videre omvandling fra serpentinit til kleberstein var nevnt fra tidligere kartlegging, men ikke tillagt noen betydning i økonomisk sammenheng (se avsnittet *Tidligere arbeid*). I de nasjonale databasene for naturstein og industrimineraler var kun to punkter i ultramafittene registrert som forekomster av serpentinit, mens det ikke var en eneste registrert klebersteinsforekomst i dette området.

Linnajavri-området har en naturlig inndeling i et Nord-område (strekningen Gaskavarri – Kvitgfell- Boarta) og et Sør-område (Ridoalggicohkka). Dette er vist på Fig. 1.

Området ved Linnajavri og østover mot svenskegrensa er statsgrunn som forvaltes av Statskog. Statskog inngikk en avtale med Hustadkalk AS vinteren 2001 om samarbeid for å undersøke muligheten for utnyttelse av talk fra klebersteinen. Avtalen ble oppsagt av Hustadkalk AS vinteren 2003. Statskog inngikk så tidlig i 2004 en avtale med Norwegian Talc AS, en avtale som også gikk på samarbeid om utnyttelse av talk fra klebersteinen. Hittil er arbeidene som er utført innenfor den nye samarbeidsavtalen råstoffkarakterisering og flotasjonsforsøk. Samarbeidsavtalen gjelder fremdeles. Undersøkelsene i Linnajavri-området fram til 2004 er finansiert av NGU (50 %), med den resterende del fra Statskog med samarbeidspartner. Feltundersøkelsene i 2004 og bearbeiding av resultatene fra disse er finansiert av NGU, Nordland Fylkeskommune og Salten Regionråd. De samlede kostnadene på de undersøkelsene som så langt er gjort ligger på drøyt 2 mill. kr.

Linnajavri-området med samtlige kjente klebersteinsforekomster ligger innenfor Hamarøy kommune, dog med naturlig innfallsport via Sørfold kommune. Disse to kommunene samt Kommunemineral AS har vist stor interesse for undersøkelsene og lagt forholdene til rette på beste måte. Det samme har Salten Regionråd som sammen med Nordland Fylkeskommune også har bidratt med finansieringen av undersøkelsene i 2004.

Foreliggende rapport er forsøkt skrevet i et språk mest mulig forståelig for beslutningstakere og andre ikke-geologer, men det kan ikke unngås bruk av rent faglige ord og vendinger. Dette gjelder spesielt for avsnittene *Berggrunnen* og *De ultramafiske bergartene og klebersteinen*. En for sterk faglig forenkling ville lett ha skjedd på bekostning av presisjonsnivået. For å bøte på dette har vi til slutt i rapporten laget en ordliste som på en forenklet måte forklarer de viktigste faguttrykkene som er brukt. Hvis noe av teksten fremdeles er vanskelig tilgjengelig henviser vi til forfatterne eller fylkesgeologen i Nordland.

På grunn av liten bruk av området ved Linnajavri og mot svenskegrensen er det ikke særlig overfylt med stedsnavn på de topografiske kartene. Ved våre arbeider er det derfor brukt en del nye stedsnavn som vi synes nødvendig for å forenkle beskrivelsene. De brukte stedsnavnene er gitt i en liste til slutt i rapporten. Se også Lindahl & Nilsson (2001, 2002).

Dette er en statusrapport over undersøkelsene i felt så langt, med de oppdaterte geologiske kartene etter arbeidene sommeren 2004 på nytt digitalt kartgrunnlag med digitale data innlagt. De åpent tilgjengelige dataene vil bli brukt til mer detaljert fagrapportering og publisering om geologien i området. Rapportens innhold er forkortet i et Sammendrag med konklusjon plassert foran i rapporten.

3. Tidligere arbeid

Nedenfor følger en kort oppsummering av tidligere utførte arbeider i området, både på norsk og svensk side. Det henvises for ytterligere informasjon til Lindahl & Nilsson (2001, 2002).

Da grensekommisjonen som skulle fastlegge grensen mellom Norge og Sverige var på befaring i disse traktene i tiden mellom 1742 og 1745 hadde de med i sitt store følge også en bergkyndig, **Daniel Tilas** (denne regnes som "geologiens far" i Sverige). Det ble opptatt eksaminasjon av utvalgte lokalkjente personer med spørsmål vedrørende geografi, mineralforekomster, etc., men ikke noe sted i *Grenseeksaminasjonsprotokollene* (Schnitler 1742-45) nevnes opplysninger verken om forekomster av kleberstein, fornminner i slik stein (inskripsjoner, bruksemner, etc.) eller i det hele tatt bruk av kleberstein fra denne trakten.

På det første trykte geologiske kart over Nord-Norge, **Tellef Dahlls** "Geologisk kart over det nordlige Norge" fra 1879, er hele Linnajavri-området avmerket som granitt og overflatebergartene øst for Linnajavri var tilsynelatende ikke kjent. Heller ikke i **Amund Hellands** landsomfattende verk "Tagskifere, heller og vekstene" ("veksten" er det samme som en veik og bløt stein og inkluderer også kleberstein) (Helland 1893) er nevnt et eneste ord om talk eller kleberstein i dette området.

Gunnar Holmsen fra NGU (Holmsen 1917) må ha vært den første geolog som fra norsk side har kommet inn på og observert omfanget av de overflatedannede bergartene øst for Linnajavri. Han har på kartet også fått med seg de ultramafiske bergartene på Gaskavarri og Kvitfjell, men han observerte tilsynelatende ikke noen av ultramafittene i Sør-området. Grensen mellom granitten i vest og de kaledonske overflatebergartene i øst ble i hovedtrekk riktig kartlagt. Det kan konkluderes med at talk/kleberforekomstene i Linnajavri-området ikke var kjent før Gunnar Holmsen i 1916 kartla (rekognoserte) området, og det framgår heller ikke av kartbeskrivelsen at Holmsen observerte kleberstein noe sted i det aktuelle området.

NGU-geologen **Steinar Foslie** kartla Linnajavrri-området i målestokk 1:100 000 sommeren 1929 under meget dårlige værforhold og ditto dårlig logistikk (Foslie 1936, 1942). Men i motsetning til Holmsen kartla Foslie på et helt nytt og for sin tid godt topografisk underlag, gradteigskart Linnajavri som ble utgitt omkring 1920. Han omtaler kleberstein, men bare i korte vendinger, og ikke alle steder, som f. eks. i tilfellet Gaskavarri, har han fått med seg det som fins av kleberstein og talk. På den tiden var man hovedsakelig opptatt av talk i form av rene talkårer (steatitt-årer) foruten rene asbestårer (Foslie 1941, s. 245-246), og tilsvarende mindre opptatt av massiv kleberstein. Dette i tillegg til beliggenheten gjorde nok at Foslie ikke anså klebersteinen å være særlig økonomisk interessant, verken som talkråstoff eller som blokkstein. Likevel var det Foslie som først oppdaget klebersteinen i Linnajavri-området sommeren 1929. I tillegg til Foslies (1942) kart med beskrivelse er det mange detaljer notert i hans dagbøker som har vært til nytte for undertegnede, særlig i oppstarten av prosjektet.

I nyere tid er Linnajavri-området igjen underkastet geologisk kartlegging, primært som en del av ferdigstillingen av kartblad Sulitjelma i målestokk 1:250 000 (Gustavson 1996). Det var **Børge Brattli og Tore Prestvik** fra NTNU som for NGU fikk denne oppgaven som ble utført somrene 1984-86 med en kort periode i felt hver av somrene. Tilgjengeligheten var i denne tiden optimal for en nykartlegging i forbindelse med utbyggingen av Kobbelv kraftverk. Brattli og Prestvik (1987a,b) gjorde en detaljert kartlegging med hovedvekt på tektonostratigrafien, eller oppbyggingen av forskjellige kaledonske skyvedekker. Dette var avgjørt det svakeste punkt på Foslies (1942) kart. I feltrapporten fra disse arbeidene (Brattli & Prestvik 1985) omtales klebersteinsomvandling, spesielt fra Gaskavarri. Men disse viktige observasjonene nådde ikke fram til mineralressursgeologer, verken på NGU eller andre steder slik at de genererte oppfølging.

På svensk side av grensen er det også gjort flere omfattende arbeider fram gjennom tidene. dekket det store området fra Sulitjelma til Sallojaure, og har mange observasjoner av ultramafiske bergarter, blant annet en rekke lokaliteter med serpentinkonglomerat (Kautsky 1953).

Senere kartla **Oskar Kulling** (SGU geolog) hele "*Norbottensfjällens kaledonberggrund*" (i M 1:400 000) som sammen med kartbladbeskrivelsen ble utgitt i to monografier (Kulling 1964, 1982). Han har blant annet en detaljbeskrivelse med bilde av klebersteinens (tåljstenens) opptreden innenfor den svenske delen av Gaskavarri-linsen.

Jimmy Stigh som den gang arbeidet med sin doktorgrad på ultramafitter ved Chalmers i Göteborg kartla forekomstene av kleberstein på Vietjervaratj somrene 1978 og 1980, og resultater fra dette arbeidet ble rapportert i flere åpne SGU-rapporter (Zachrisson & Stigh 1981, Stigh 1982, Shaikh et al. 1986). Vietjervaratj-forekomsten representerer en østlig fortsettelse av Gaskavarri og ligger kun 1,5 – 5 km inn på svensk side. Forekomsten er registrert på Nordkalott temakartet "*Industrial Minerals and Rocks ...*" fra 1987.

Klebersteinsforekomstene i fortsettelsen av nordsjenkelen på Ridoalggicohkka inn på svensk side er også rekognosert av SGU undersøkt og kartlagt i noen detalj, og en forekomst, Kaisatj-

jaure, er lagt inn på en kartskisse, men den lange og kontinuerlige forbindelsen med forekomstene på norsk side er ikke kommet med her (Shaikh et al. 1986).

4. Utførte undersøkelser 2000 – 2005.

En første tre-dagers befarings i Linnajavri-området ble foretatt i september 2000. Senere samme høst ble det tatt ut fire store blokker av kleberstein, hver på 300 - 500 kg, med helikopter. Alle de fire blokkene var fra Nordområdet (to fra Kvittfjell (NV) og to fra linsen Njaskasvarri 833 (Helikoptergangen)). Blokkene ble undersøkt med henblikk på bruk både som talkråstoff og som bygningsstein.

En første detaljert kartlegging av de ultramafiske bergartene og deres interne omvandling til kleberstein ble gjennomført i 2001 (Lindahl & Nilsson 2001). Det ble sagt ut en del overflatenære blokk fra både Nord-området og Sør-området for å kunne karakterisere klebersteinstypene. Utsaging av klebersteinsblokker ved hjelp av en modifisert standard motorsag (med langt sverd og saktegående kjede samt elektrisk drift) er utviklet av Statskog ved Asbjørn Flaot.

Arbeidene i feltet ble videreført i 2002 med fokus på en detaljert kartlegging av klebersteinen på Boarta, innmåling av utgående av de største forekomstene i Linnajavri Nord-område og uttak av friskt materiale (uten synlig overflatepåvirkning) fra Nord-området for oppredningsforsøk (Lindahl & Nilsson 2002). Samtidig ble det gjort en orienterende undersøkelse av en granat-hornblende-glimmerskifer på Hurre og en staurolitt-granat-glimmerskifer sentralt i Nord-området (Nilsson & Lindahl 2003).

Sensommeren 2004 ble det gjort en mer detaljert kartlegging av Sør-området, men denne gang av alle bergartene i området, ikke bare de klebersteinsførende. Nord-området ble også gjennomgått på nytt med hensyn til opptreden og utbredelse av de ikke-klebersteinsførende bergartene, men ikke så komplett som i syd. Representative prøver både av kleberstein og av diverse andre bergarter, spesielt marmor og de vulkanske bergartene, ble tatt ut med hammer for nærmere geologisk detaljbeskrivelse.

I forbindelse med undersøkelsene av klebersteinen fra Linnajavri-området er det utført råstoffkarakterisering. Dette startet allerede på prøver samlet på den første befarings i september 2000 og fortsatte på det omfattende materialet samlet inn sommeren 2001. Disse resultatene ble samlet i et omfattende arbeidsdokument (Nilsson 2002). Samarbeidspartnerne i prosjektet fikk kopier av dette i juni 2002. Dette har bl. a. vært bakgrunnsmateriale for de flotasjonsforsøkene som er gjort ved årsskiftet 2002/2003 på SINTEF. For å få arbeidene med mineralkarakteriseringen lettere tilgjengelig for ettertiden er resultatene sammenstilt i en omfattende rapport (Nilsson et al. 2003). Etter dette er det gjort flotasjonsforsøk på materiale fra utvalgte forekomster i Nord-området. En bulk- og mineralkjemisk karakterisering av fire flotasjonskonsentrater samt av rågodset til disse er utført av NGU og oversendt oppdragsgiver

som et notat i juni 2004 (Nilsson 2004). Det aller vesentligste av det rent geologiske materialet fra undersøkelsene er nå frigitt, mens noe av råstofftestingen og resultatene fra flotasjonsforsøkene er fortrolige.

Verken de undersøkelsene som tidligere er gjort av andre eller de siste mer detaljerte arbeidene vi selv har gjort på klebersteinen har avdekket spor etter tidligere aktivitet eller utnyttelse av klebersteinen i Linnajavri-området. Den har ligget såpass utilgjengelig at den ikke har vært kjent eller ligget for langt av lei. Helt i østenden av Gaskavarri, et lite stykke inne på svensk side av grensen, er det funnet innhugget initialer som stammer fra siste krig (1941). Disse har sannsynligvis sammenheng med personer som flyktet til Sverige langs denne ruten.

5. Logistikk

På 1980-tallet gjennomførte Statkraft Kobbelv-utbyggingen med én stor og sentralt plassert kraftstasjon ved Kobbvatnet. Alle de store høvfjellsvannene fra Livsejavri i nord til Langvatnet i sør (Hamarøy og Sørfold kommuner) er berørt av utbyggingen ved tunneloverføringer mellom de forskjellige magasinene. I tillegg er det flere bekkeinntak innefor samme området. Dette har ytterligere bidratt til at Sørfold er blitt en typisk kraftkommune, uten at det har blitt etablert mange nye industriarbeidsplasser i den sammenheng. Etter etableringen av Salten Verk på 1960-tallet med eget kraftverk ved Straumvatn er det ikke skapt mange nye industriarbeidsplasser basert på den nye vannkraften.

Enkeltposter i Kobbelvutbyggingen er bygging av veier til 43 mill. kr, inkludert veien opp Gjerdalen til Reinoksvatnet. Etter 20 år er fremdeles veien i god stand. Videre bygde Statkraft ut et stort industriområde i Elvkroken ved E6 innerst i Leirfjorden. Her er 1600 m² industri- og lagerbygg, 650 m² kontorbygg, dypvannskai samt vann- og avløpsanlegg. Dette står i dag ledig og Sørfold kommune har sammen med Statkraft forsøkt å markedsføre anleggene for industrietablering.

Avstanden fra Elvkroken opp til forekomstene i Linnajavri-området er først 6,5 km langs E-6, deretter 21 km opp Gjerdalen til enden av vei åpen for offentlig trafikk. Derfra er avstanden 9-10 km til et punkt omtrent midt i området, dvs. et punkt sentralt i den åpne dalgangen mellom Nord- og Sør-området. Kleberforekomstene blir da i gjennomsnitt liggende ca. 40 km fra havn.

Statkraft vurderer i dag å sette inn en lavtrykksturbin nær utløpet av overføringstunnelen mellom Reinoksvatnet og Linnajavri for å utnytte kraftpotensialet selv om høydeforskjellen på magasinene er kun ca. 60 m (begge vannene er sterkt regulert). For å gjennomføre dette må Statkraft kunne transportere tungt utstyr fram til inntaket ved Linnajavri. Forskjellige alternativer vurderes, bl.a. bygging av vei. Om så skjer har over halve strekningen fram til de nærmeste kleberforekomstene øst for Linnajavri fått vei. En annen fordel med hensyn til

logistikken for en eventuell utnyttelse av kleberforekomstene vil være at det vil bli produsert elektrisk kraft ved Linnajavri, 5-6 km fra de største forekomstene av kleberstein. Dette er langt gunstigere enn i dagens situasjon.

Klimaet har mange steder blitt sett på som hindring for drift av mineralforekomster, både i dag og tidligere tider. Det er mange måter å takle dette på og entreprenører og mineralindustrien i Norge har erfaring og kompetanse på dette felt. En ren sommerdrift på fjellet (juli-oktober) er en mulighet som også kan vurderes.

6. Ny nasjonalpark Tysfjord – Hellemo

For tiden arbeides det med opprettelsen av en ”**Tysfjord-Hellemo Nasjonalpark**”. Planene er omtalt blant annet i følgende offentlige dokumenter og øvrige publikasjoner:

- NOU 1986:13 *Ny landsplan for nasjonalparker*.
- St. meld. nr. 62 1991-92 *Ny landsplan for nasjonalparker og andre større verneområder i Norge*.
- St. meld. nr. 64 1996 *Om Naturvernrådets innstilling om landsplan for natur- og nasjonalparker i Norge*.
- Foreløpig planområdegrens for utredning av vern og konsekvenser av vern i Tysfjord-Hellemo området. Kart i M ca. 1:260 000, Fylkesmannen i Nordland, mars 1999.
- *Tysfjord-Hellemo*. Den Norske Turistforenings årbok for 1993 med hovedemne *Nye Nasjonalparker*, s. 84-87.
- Årbok for Tysfjord 1999, s. 80.

NGU er i utgangspunktet positiv til vern av natur og har selv foreslått vern av flere geologiske lokaliteter. Men NGU har også de to til tre siste tiårene hevdet at det er viktig at områder som skal vernes på forhånd undersøkes nøye, også med hensyn til mineralressurser, slik at samfunnet er seg bevist på hva som vernes. Det er viktig at de som skal ta den endelige beslutningen når det gjelder arealdisponeringen har tilgang på all relevant informasjon slik at de kan fatte de best mulige beslutningene for samfunnet. Konsekvensene av vern som for all annen arealbruk er viktig å kjenne best mulig til på forhånd. I denne sammenheng er tidligere næringsminister Grete Knutsens uttalelser om mineralressursene generelt i Norge (referert i tidsskriftet GEO nr. 4/2000) meget relevant: ”*Vi må ikke komme i den posisjon at ressursene våre ikke blir utnyttet fordi vi ikke har oversikt over hvor de er og at de blir innlemmet i nye verneområder uten vitende vilje.*”

Forekomstene av kleberstein i Linnajvri-området ligger innenfor arbeidsgrensene, eller etter Fylkesmannens formulering - ”*foreløpig ytre arealmessig planleggingsramme for de arealer som i utgangspunktet vil bli lagt til grunn for verneplanutredningen og konsekvensutredningen*” - for den nye Tysfjord-Hellemo Nasjonalpark. Forekomstene er konsentrert innenfor et område på 6 x 9 km mellom svenskegrensen og de regulerte

vannmagasinene Linnajavri, Forsvatnet og Reinoksvatnet, hvor spesielt Forsvatnet har uvanlig stor regulerings høyde (ca. 100 m).

Forekomstene av kleberstein på svensk side av grensen ligger inne i Padjelanta Nationalpark (1984 km²) opprettet i 1962. Svensk lovverk tillater prospektering og mineralressursundersøkelser i sine nasjonalparker, hvilket arbeidene til Stigh og medarbeidere er et eksempel på (Zachrisson & Stigh 1981, Stigh 1982, Shaikh et al. 1986). Feltarbeidet på Vietjervaratj-forekomsten, som er en av de største i Sverige, ble utført i 1978 og 1980, altså 16-18 år etter nasjonalparkens etablering. Lovverk og praksis sikrer at mineralressurser som kommer for dagen kan bli undersøkt og vurdert selv om de ligger innenfor en nasjonalpark, og de kan dersom det er en nasjonalt viktig ressurs bli utnyttet. Det samme gjelder også vannkraften.

Det understrekes at NGU ikke tar stilling til vern/ikke vern, men står kun for framlegging av dokumentasjon av mineralressursene. Foreliggende rapport har som mål å være et foreløpig grunnlag for folkevalgte beslutningstakere som skal bestemme hvordan arealet i området øst for Linnajavri endelig skal benyttes. Den konklusjonen som allerede nå kan dras er at forekomstene av kleberstein i Linnajavri-området er langt de største som er kjent i Norge og derfor definitivt av *nasjonal betydning*, og en utnyttelse av forekomstene kan nettopp være et bidrag til å opprettholde og styrke bosettingsmønsteret i en region som nå preges av stagnasjon på flere områder.

7. Berggrunnen

Berggrunnen i Linnajavri-området består av to hovedenheter. Det er grunnfjellsbergarter i vest med en alder på 17-1900 mill. år og kaledonske overflatedannede bergarter i øst som er skjøvet inn over grunnfjellet fra vest, med mulige aldre fra 400 til 1000 mill. år. Grunnfjellet er i dette området dominert av granitter, med en del mørke ganger (diabas). Grensesonen mot de overliggende kaledonske skyvedekkerne har fragmenter både av eldre og yngre bergartene sammenbladet (repetert) under overskyvningen. Flere tynne dekker eller tynne linser ligger i denne undre skyvesonen. De overliggende skyvedekkerne består hovedsakelig av overflatedannede bergarter, som sedimenter avsatt på grunt til dypere vann og vulkanske bergarter som har strømmet ut på overflaten (havbunnen). Dette er bergarter som etter omdannelsen de har vært gjennom er blitt til marmor, forskjellige glimmerskifre og amfibolitter. Som samlebetegnelse er disse enhetene det vi kaller kaledonske bergarter.

På svensk side av grenseområdet og videre sørover mot Sulitjelma og nordover mot Hellemobotn-området er de samme bergartsenheter repetert i flere dekkeenheter, minst tre ganger. I Linnajavri-området er to forskjellige dekker representert, med ett av dem repetert.

De kaledonske bergartene i Linnajavri-området har gjennomgående et meget svakt fall mot ØSØ. Bergartene danner to svakt buede skålformer (synformer), begge åpne mot ØSØ og med

svakt fallende foldningsakser (ca. 10-15°) i denne retningen. Disse to skålformene danner henholdsvis Nord-området og Sør-området. Bergartene er sterkt tektonisk påvirket av innskyvningen ved fjellkjededannelsen (den kaledonske fjellkjede) og knusningssoner (tektoniske soner) med nedmalte bergarter (tektonisk melange) finnes i skyveplanene for hoveddekkene og mellom større og mindre bergartsblokker som har forskjøvet seg i forhold til hverandre innenfor hoveddekkeenheter. Utløsning av oppbygde spenninger nettopp i de tektoniske melangesonene har bevirket at bergartene utenom disse sonene mange steder er så godt bevart at primære strukturer internt i bergartsblokkene kan være bevart og mange steder kan gjenkjennes. Dette er karakteristisk for hele den delen av Linnajavri-området som er kartlagt i løpet av denne undersøkelsen.

I forbindelse med, etter avsetningene av bergartene og i forbindelse med overskyvningene er det strømmet varme løsninger (hydrotermale løsninger) gjennom bergartene som har gitt avsetning av større eller mindre kvartsårer og dels andre mineraler (se avsnitt om andre ressurser og om klebersteinen). Det er en viss variasjon fra område til område med hensyn til intensiteten av varme løsninger. På visse lokaliteter er det nærmest "kokepunkter" med mye kvarts og mye bleking av bergarten rundt sprekker eller sprekkesystemer. Slike lokaliteter er for eksempel Guldalen hvor det har vært så mye stress at en helt ordinær ofiolittisk gabbro har blitt fullstendig breksiert (oppknust) på flere steder og senere intenst gjennomstrømmet av hydrotermale løsninger. Likedan har vi et lite område ved Klebervann hvor halvdelen av glimmerskiferen er byttet ut med hvit kvarts. Også i området ved Klebergryta i Sør-området har det vært stor hydrotermal aktivitet tilkjennegitt med et sett med små kvartsfylte årer med bleking av glimmerskiferen på siden av årene. Det er også kartlagt noen mindre kropper med trondhemitt som er intrudert i en av de to dekkeenheter i Linnajavri-området, spesielt hyppig i tilknytning til marmorlagene øst for Čohkuljavri.

De ultramafiske bergartene (olivinstein, serpentinit og kleberstein) i Linnajavri-området opptrer mest vanlig i den dekkeenheten som er dominert av kalkholdige glimmerskifer (inkluderer hele Sør-området), men også i det dekket som er dominert av glimmerskifer og granatglimmerskifer (inkluderer Gaskavarri-området og Klebervann). Sistnevnte ligger over det første, og for enkelhets skyld benevner vi derfor de to dekkene herfra i teksten som henholdsvis *undre og øvre dekke*.

De tilknyttede ultramafiske og mafiske bergartene representerer fragmenter av et ofiolittkompleks. Et fullkomment eller komplett ofiolittkompleks er per definisjon en bergartssekvens som består av et kontinuerlig utsnitt av den aller øverste del av mantelen med påhvilende havbunnsskorpe og øverst et tynt lag med dyphavssedimenter og samtidig uten tektoniske brudd mellom de enkelte enheter. Det fins ingen komplette ofiolittkompleks i Norge, men det er enkelte som kommer ganske nær, særlig Leka-ofiolitten på kysten av Nord-Trøndelag. Den første ofiolitten i Norge ble identifisert og beskrevet av Prof. B. A. Sturt i 1978, den såkalte Karmøy-ofiolitten på Vestlandet. Etter det er en rekke ofiolittfragmenter identifisert og beskrevet mange steder i den kaledonske fjellkjede i Norge. Fra dannelsen ute i det såkalte Iapetushavet (sør for Ekvator) til plassering inne i en lagpakke med skyvedekker i den kaledonske fjellkjede tok det 60-70 mill. år. Dannelsen av ofiolittbergartene i Linnajavri-

området skjedde for mer enn 400 mill. år siden og da muligens som en del av Sulitjelma-ofiolittkomplekset som er datert til 437 mill. år (Pedersen et al. 1991). Den ultramafiske og opprinnelig laveste bergartsdelen av ofiolittfragmentene er beskrevet i neste avsnitt.

Ofiolittfragmentene i Linnajavri-området er foruten de ultramafiske bergartene karakterisert av store innslag av mafiske bergarter (gabbroer, amfibolitter og grønnsteiner, de siste med putestruktur). I Sør-området ligger ofiolittbergartene i hovedsak direkte i kontakt med tykke avsetninger av konglomerater (jfr. kartet). Konglomeratene representerer erosjonsprodukter både fra ofiolittbergartene og fra omliggende skifre. Konglomeratene er karakterisert ved at de gjennomgående består av mye finstoff (matriks) og tilsvarende lite bollemateriale. Bollematerialets størrelse og sammensetning varierer noe fra sted til sted, men et gjennomgående og meget karakteristisk trekk er at de mafiske bollene viser en typisk såkalt "*onion skin weathering*", dvs. de er forvitret i konsentriske skall akkurat som oppbygningen av en løk. Denne type nedbrytning av bergartsmateriale er karakteristisk for forvittringsforløpet i tropiske strøk. En spesiell variant har vi der bollematerialet er rikholdig, men nå som ensartet store gruskorn. Denne varianten er ofte gitt betegnelsen "*gritstone*" (grit=grus).

Noen steder opptrer boller både av serpentinit og kleberstein om hverandre i konglomeratene, og dette viser at ultramafitten var omdannet til serpentinit og kleberstein før erosjonen av ofiolitten fant sted. Dette er nøkkelobservasjoner i diskusjonen om når og hvordan klebersteinen er dannet.

Meget svært lite deformerte putelavaer er kartlagt flere steder, og disse viser at mye av det som er kartlagt som amfibolitt opprinnelig var lava som strømmet ut på havbunnen. I hovedregelen er lavaen så sterkt deformert og utvalset at putene er fullstendig ugjenkjennelige, og bergarten går da under betegnelsen amfibolitt. Senere har smeltebergarter i form av små kropper av gabbro og mafiske ganger gjennomslått ofiolitten.

I Linnajavri-området finnes et lag av marmor, som laveste del av det undre dekket, som kan følges som en markert ledehorisont helt fra Hurre i sør til Boarta i nord. Den er delvis en kalkspatmarmor og delvis en dolomittmarmor. Den er overveiende dolomittisk i de tykke deler av enheten under Kvittfjell og på Hurre hvor den viser seg som et vel avgrenset og karakteristisk kritthvitt felt i grenseområdet mot Sverige og litt inn på svensk side av grensen. Øverst i denne enheten ligger et lag av fargebåndet marmor av samme typen som drives på Leivset i Fauske. Det arbeides nå med å datere denne for å finne om alderen også er den samme som på Leivset-marmoren.

Mellom marmoren og ofiolittfragmentet ligger i Sør-området en tykk kalkglimmerskifer med lag av amfibolitt samt mer kvartsittiske lag. Enheten har også en del tynne bånd (dm til m) av uren marmor. I Nord-området fra Kvittfjell til Boarta ligger ofiolittfragmentene like over marmorlaget, og også her dominerer kalkholdig glimmerskifer tilhørende det undre dekket. Ofiolittfragmentene i området Klebervann-Gulldalen-Heargaskoppi-Gaskavarri tilhører det øvre dekket. Undersøkelsen har dermed vist at hele Sør-området samt noen av ultramafittene i

Nord-området tilhører det undre dekket som domineres av kalkglimmerskifer. Resten av ultramafittene i Nord-området ligger i det øvre dekket.

Det kan konkluderes med at det er en meget kompleks tektonikk i Linnajavri-området. Det opptrer både en serie storskala overskyvninger samt mindre, interne forskyvninger knyttet til et helt nettverk av små og store skyve- og omvandlingssoner (tektoniske melangesoner) som er dannet mellom større og mindre bergartsblokker. Enkelte tykkere dekkeenheter med ofiolittfragmenteter i er repetert i flere tektoniske posisjoner.

Den mest detaljerte kartleggingen er naturlig nok den som er utført er i tilknytning til de ultramafiske bergartslinsene og klebersteinen som opptrer i disse. Langt mindre detaljerte observasjoner er gjort i de perifere, rent skiferdominerte delene på det nye geologiske kartet. Beskrivelsen av bergartene i den foreliggende rapporten er forenklet og laget som en relativt kort og komprimert sammenstilling. Fra undersøkelsene foreligger et stort grunnlagsmateriale for mer detaljerte geologiske beskrivelser og tolkninger tiltenkt fagrapporter og publikasjoner. De fagrapporter som hittil er skrevet har alle (med unntak av én skiferrapport) kun hatt fokus på klebersteinens kvantitet og kvalitet som økonomisk ressurs for talk .

8. De ultramafiske bergartene og klebersteinen

Ultramafiske bergarter er mørke, silisiumfattige smeltebergarter med dunitt (olivinstein) og peridotitt (med olivin og pyroksen) som de vanligste (Lindahl & Nilsson 2001, 2002). Disse bergartene opptrer som store linser som kan være opptil 1 km lange og opptil 500 m tykke og fins på Gaskavarri, Kvitfjell, deler av Njaskasvarri 985, Kleberbreen, deler av Ridoalggicohkka 1192 og 1195 samt deler ultramafittene langs den sørligste sjenkelen på Ridoalggicohkka mot svenskegrensa. De er typisk grønnlig-grå på frisk bruddflate, finkornede og omvandlingsgraden (graden av serpentinisering) kan variere fra meget svak til meget sterk eller total. Det finnes visse magmatiske strukturer i noen av peridotittene som vanligvis er mer grovkornet enn i olivinsteinen. Det er også funnet tynne usammenhengende lag av kromitt i disse bergartene. Den eneste ultramafiske linsen som viser en magmatisk kumulatsekvens er den vestligste delen av linsen benevnt Njaskasvarri 985 i Nord-området (Lindahl & Nilsson 2001). Enkelte steder ser vi også at til og med gabbroen er omvandlet til kleberstein, som f.eks i Klebergryta øverste.

De aller fleste ultramafiske linsene er mer eller mindre omvandlet til serpentinitt. Linsene kan være totalt serpentiniserte eller at uregelmessige partier er omvandlet. Serpentinittene er vanligvis grå-grønne og ikke dekorative som naturstein. Det eneste unntaket er serpentinitten i den sørlige delen av Gaskavarri-linsen som har en gressgrønn til irrgønn farge og som er fint slipt og polert av isen og viser en helt frisk polert flate. Serpentinomvandlingen som er et slags første omvandlingsstadium før klebersteinsdannelsen er en omvandlingsprosess som har skjedd utelukkende ved tilførsel av vann, dvs. superopphetet vann under så stort trykk og så

høy temperatur at det har reagert med olivin som er vannfritt mineral og dannet serpentin som inneholder 12 % kjemisk bundet vann.

Tilførsel av CO₂-rike løsninger under høyt trykk og temperatur har ført til omfattende omvandling av serpentiniten igjen til kleberstein. Dette har skjedd ved at serpentinen har blitt kjemisk ustabil under tilførsel av CO₂ ved de rådende trykk og temperaturforhold. Omvandlingen har noen steder skjedd tilsynelatende ”på bred front” uten noen synlig romlig preferanse i forhold til formen og orienteringen til serpentinit-kroppene. Andre steder synes det klart at trykkforholdene har vært medvirkende til å styre CO₂-løsningene til de såkalte ”trykkskyggene” i enden av de ultramafiske linsene slik at løsningene er blitt styrt dit og klebersteinen dannet nettopp der (f. eks. i både NV- og SØ-enden av Kvitfjell). Når omvandlingen er ufullstendig inneholder kleberstein uomvandlete rester av peridotitt og serpentinit omgitt av kleberstein. Dette er typisk både på Kvitfjell og Čohkul (Lindahl & Nilsson 2001, 2002). Andre steder som i Klebervannforekomsten, er det en total omvandling til kleberstein. Det er også vanlig med kleberomvandling fra serpentinit eller peridotitt langs sprekker eller sett av sprekker. Dette er typisk på Gaskavarri, i Njaskavarri 833-linsen og Kleberbreen. Her er det gjennomsettende sprekker eller sprekkesystemer hvor brede soner er kleberomvandlet ut fra sprekke. Etter omvandlingen til kleberstein har bergartene internt i linsene de fleste steder ikke blitt tektonisk påvirket med for eksempel forskifring. I klebersteinen kan en vanligvis gjenkjenne de opprinnelige magmatiske strukturene, f. eks. i form av bånd av kromitt eller til og med kumulatsekvenser hvor den opprinnelige båndingen i bergarten er bevart selv om alle de opprinnelige mineralene er byttet ut med nye. Forskifret kleberstein er funnet enkelte steder langs kontakten mot omgivende bergarter. Den kan gjerne være mer grovkornet med større flak av talk. Til en viss grad er en forekomst som Klebervann forskifret med en homogen, men foliert struktur. Små linser av kleberstein som utgjør helt karakteristiske deler av melangesoner er ofte markert forskifret (se geologisk kart).

I overgangssoner mellom kleberstein og serpentinit er det enkelte steder en mulig ”umoden” kleberstein hvor hoveddelen av bergarten er finkornet og blålig (”blåkleber” i felt) med uregelmessige årer av grovkornet magnesitt og talk. Dette er funnet på Boarta linse 2, en liten serpentinit-kleberdel i Kleberflåget, Klebergryta nedre og i Kleberlia i Snjaskavarri 833-linsen. Kvaliteten på denne overgangsbergarten er ikke undersøkt, verken med henblikk på bruk som naturstein eller talkråstoff.

Listvenitt (Listwaenitt) er en bergart som består hovedsakelig av magnesitt med linser eller årer av kvarts samt mindre mengder av andre mineraler som dolomitt, talk, kloritt og oksider. Listvenitten dannes med basis i klebersteinen ved at denne utsettes for fortsatt tilførsel og gjennomstrømming av CO₂-rike løsninger etter at all tilgjengelig serpentinit er omvandlet til kleberstein. Etter som temperaturen gradvis faller mens det stadig er tilførsel av CO₂-rike løsninger blir talken til slutt under en viss temperatur kjemisk ustabil og dekomponerer ved at magnesium binder seg til CO₂ og danner mer magnesitt, mens silisium samler seg og danner årer og linser av kvarts. Dette fenomenet ser vi innenfor et lite område helt innesluttet i kleberstein ved Kleberflåget hvor en uren eller ”umoden”, ennå noe talkførende listvenitt som er fullstendig innesluttet i kleberstein, jfr. kartet. Det må derfor ha vært et område med stor

mer langvarig gjennomstrømning av CO₂-rike løsninger akkurat her, og som derved er med på å forklare hvorfor det finnes så eksepsjonelt store mengder kleberstein nettopp i Kleberflåget.

Den gode blotningsgraden i Linnajavri-området har gjort det mange steder mulig, og studere flere sider ved omvandlingsprosessen fra dunitt og peridotitt via serpentinit til kleberstein. Det er mulig å se og studere de sylskarpe omvandlingsfrontene for prosessene som har funnet sted, studere frontene i detalj mht. hvordan de CO₂-rike løsningene har spist seg inn i peridotitt og serpentinit og omvandlet den til kleberstein. En rekke steder kan dette til og med observeres i tre dimensjoner. Linnajavri-området er et helt spesielt område for å kunne studere disse prosessene og vil kunne være et utmerket område for flere doktorgrader.

En videre omvandlingsprosess av klebersteinen kan gjøre at den ikke kan utnyttes. Det er dannelse av nålformede mineraler som kan gi det som kalles for asbestiforme fibre ved utnyttelse. Vi har vært spesielt oppmerksom på dette under arbeidene, men vi har ikke observert slike mineraler i klebersteinen med unntak av ørsmå klebersteinslinser i enkelte av de tektoniske melangesonene, i en av smålinsene på Boarta samt et enkelt sted på Kvitfjell (Lindahl & Nilsson 2001).

En annen geologisk prosess som her har satt uvanlig tydelige spor etter seg er dannelsen av de tektoniske melange-sonene som mange steder står i et meget nært både romlig og genetisk forhold til klebersteinsdannelsen, f. eks. i tilfellet forekomsten ved Klebervann. Melange-sonene har både vært tilførselssoner for hydrotermale CO₂-rike løsninger, i tillegg til at de har vært deformasjonssoner, hvor større og mindre bruddstykker av omgivende bergarter som f. eks. kleberstein, serpentinit, amfibolitt, glimmerskifer og trondhemitt er malt sammen og dannet en klassisk tektonisk melange.

9. Bruk av kleberstein

Kleberstein har vært brukt gjennom flere tusen år til forskjellige formål. Den har blitt brukt som bygningsstein, spesielt kirkebygg og monumentale bygninger. Den er brukt i selve konstruksjonen og til dekorasjon fordi den er lett å forme. Kleberstein er også brukt mange hundre år til redskaper, til søkker blant fiskerne langs kysten, vevlodd, osv. Det er tatt ut stein til søkker på den lille forekomsten av klebersteine ved E6 ved Berrflåget i Sørfold.

Kleberstein er også brukt til støpeformer. Mest kjent er bruken av kleberstein til gryter og kar fra mange forekomster, og det fins mange spor etter slik produksjon nært kysten og i bebodde områder, som f.eks. i Stolpelia i Skjerstad kommune. På grunn av klebersteinens store evne til varmemagasiner (varmekapasitet) er den også brukt i ildsteder og i peiser i lang tid.

Spor etter gamle uttak er vernet dersom de var aktive før reformasjonen (1537). Derfor har det i enkelte tilfeller ikke vært mulig å utnytte forekomster av kleberstein, som f. eks. i Stolpelia i Skjerstad kommune. Linnajavri-området har ligger så langt til fjells at det ikke finnes spor

etter bruk av klebersteinen i gamle tider. Området ble først tilgjengelig etter at det er brukt til vannkraftutbygging.

I dag brukes hovedsakelig kleberstein til produksjon av ovner og peiser. Det er to selskaper i Norge som driver med slik produksjon, Granit 1893 på Otta i Gudbrandsdalen og Speckstral Kleber i Målselv/Bardu. Bearbeiding av produktene gjøres på stedet. Etterspørselen etter ovner og peiser har i 2003 og 2004 vært sterkt økende på grunn av høye energipriser og stor kjøpekraft. Markedet er hovedsakelig Nord-Europa. En rekke andre produkter framstilles av klebersteinen, fra flis og heller til stekeplater, suvenirer, m.m. Hovedprodusentene av klebersteinspeiser og ovner er Skandinavia, med Finland som den største produsent og deretter Norge.

Nidaros Domkirkes Restaureringsarbeider (NDR) er på utkikk etter god og egnet kleberstein til sitt bruk. De har allerede merket seg at ressursene i Linnajavri-området er meget store og har i den anledning henvendt seg til NGU. Kanskje kan de her finne spesielle klebersteinsvarianter som kan egne seg til flere spesialformål ved Nidarosdomens restaurering. NDR er nå såpass i beit for egnet kleberstein at de også vurderer import av kleberstein som restaureringsmateriale for nasjonalhelligdommen. NDR har imidlertid kun et helt marginalt behov når det gjelder volum.

Det trengs ikke særskilt store volum kleberstein for å bruke den som bygningstein. Det er viktigere at steinen er god rent teknisk og hva slags struktur og fargetone den viser. Den skal jo være dekorativ. Videre er det viktig at den er værbestandig dersom den skal benyttes utendørs. I Linnajavri-området er klebersteinen lite overflateforvitret. Den viser ofte iskuringstriper på overflaten med bare cm-tykk forvittringshud dannet de siste 10 000 år etter isavsmeltingen. Det tyder på god teknisk kvalitet. Det finnes forskjellig tekstur og fargenyanser i de omkring 20 klebersteinsforekomstene som hver for seg volummessig er store nok for utnyttelse.

I det arbeidet som så langt er gjort er det primært fokusert på kartlegging av forekomstene som en potensiell talkressurs og ikke på å vurdere kvaliteten som naturstein. Karakterisering av de forskjellige typene som naturstein bør gjennomføres med en vurdering av den enkelte forekomst med hensyn til struktur, fargetone og teknisk kvalitet.

10. Bruk av kleberstein som råstoff for framstilling av talk

Omtrent halvparten av klebersteinen i Linnajavri-området består av talk. Talk er et mineral som brukes som fyllstoff til svært mange formål industrielt. Talk er spesielt med hensyn hvithet, smøreegenskapene og kjemiske stabile egenskaper. Talk brukes som fyllstoff i papir, maling, keramer, polymerer, farmasi, kosmetikk, jordbruk, vannrensing, matvarer, osv. Prisen på talkkonsentrater varierer etter kvaliteten med en faktor på 10 fra under 1000 kr. til over 10 000 kr. per tonn.

Talk utvinnes fra flere typer forekomster rundt omkring i verden, fra omvandlede sedimentære magnesitt-dolomitt-forekomster og fra forekomster av kleberstein som i Linnajavri-området. Den beste kvaliteten fås fra karbonatforekomster som ofte gir den høyeste hvitheten på talk på grunn av fravær av en del uønskede mineraler som kloritt og oksider. Blant de land som driver talkutvinning på basis av kleberstein som råstoff er Finland et av de viktigste. Det er her tre gruver i drift og alle er basert på nedmaling etterfulgt av flotasjon. Klebersteinen produseres fra dagbrudd med drøyt 4 mill. tonn bergfangst, derav ca. 1 mill. tonn kleberstein og fra det separeres ut ca. 0.5 mill. tonn flotert talk. Gruvene eies av selskapet Mondo Minerals som er en del av det internasjonale Omya-konsernet. Totalt i verden ble det i 2004 omsatt ca. 7 mill. tonn talk, og forbruket øker jevnt.

I Norge produseres i dag nedmalt kleberstein ved to bedrifter, men det er ennå ingen produksjon av ren, flotert talk i landet. Den viktigste av de to er Norwegian Talc AS som er en del av Omya-konsernet. De produserer fra en kleberstein fra Altermark-gruven ved Mo i Rana. Rågodset herfra renses først magnetisk etter knusing og maling og et produkt av talk-magnesitt produkt mikroniseres deretter i Knarrevik ved Bergen, sammen med noe importert talk. Norwegian Talc AS markedsfører et nisjeprodukt med lang tradisjon i markedet. Total mengde er noen få titalls tusen tonn per år. Høsten 2000 ble fire store kleberblokker tatt ut med helikopter for en første orienterende kvalitetstest ved Norwegian Talc AS i Knarrevik. Tre av de fire blokkene kom ut av testen med så godt resultat at de ville kunne brukes som råstoff for Norwegian Talc AS (Lindahl & Nilsson 2001). Kvam talkmølle i Gudbrandsdalen maler ned klebersteins-skrot fra selskapet Granitt 1893 som produserer ovner og peiser på Otta. Den nedmalte skrotklebereren brukes av selskapet Yara i gjødselproduksjonen for å unngå at gjødsel pelletsen kleber. Norge importerer i dag talk for bruk i papirindustrien.

Den eneste strategien for en mulig drift på kleberstein i Linnajavri-området er å ta ut kleberstein for flotasjon. Det betyr ganske store uttak, med et flotasjonsverk et eller annet sted i området Gjerdalen-Elvkroken. Fordelen med Linnajavri-forekomstene sammenlignet med de finske forekomstene er at mengdeforholdet mellom total bergfangst (dvs. den samlede mengden berg som må flyttes på for å få ut klebersteinen) og uttatt mengde kleberstein vil være langt lavere i overskuelig framtid.

Forekomstene av kleberstein i Linnajavri-området viser en del variasjon i mineralsammensetningen. Alle holder mellom 40 og 60 % talk (gjennomsnittet ligger på litt over 50 %), mens resten er magnesitt, kloritt og dolomitt samt små mengder oksider (magnetitt og kromitt). Dolomittinnholdet er gjennomgående lavt, men stedvis blir dolomitt det helt enerådende karbonatet. Når det gjelder klorittinnholdet varierer dette fra forekomst til forekomst. For flere av forekomstene gjenstår å bestemme mineralogien og mengden av kloritt.

Det er mulig å gjøre en viss bedømmelse av den enkelte forekomst makroskopisk, men det må gjøres nøyere råstoffkarakterisering for å få den industrielle kvaliteten godt nok bestemt. Dette arbeidet er ennå i startfasen, og det foreligger i dag ikke tilstrekkelig prøvemateriale for

å kunne gjennomføre disse arbeidene. Fra feltundersøkelsene vet vi at det er variasjoner i kvaliteten på klebersteinen både mellom de enkelte forekomstene innenfor hvert av de to delområdene og kanskje som helhet mellom Nord- og Sør-området. Derfor gjenstår det ennå en hel del undersøkelser for å få en fullgod oversikt over talkpotensialet for hver enkelt av de i alt ca. 20 store forekomstene. Sør-området har rent kvantitativt et potensiale for drøyt 80 % av de samlede kartlagte reservene og mulige ressursene i Linnajavri-området og derfra foreligger per i dag ikke godt nok prøvemateriale for flotasjonsforsøk. Det materialet vi har derfra er tatt overflatenært og er dels restmateriale fra tidligere, innledende undersøkelser. Det er derfor viktig å få tatt et utvalg av mest mulig uforvitrede prøver fra Sør-området, dvs. prøver på anslagsvis 100 kg og tatt på et dyp på opptil en meter som er praktisk rekkevidde med motorsag. Større prøver tatt på større dyp vil kreve langt tyngre utrustning.

11. Forekomster og reserver (tabellarisk oversikt)

Nedenfor er det satt opp en tabellarisk oversikt over forekomstene i Linnajavri-området. Kun de linsene som har en mulig utnyttbar reserve er tatt med. Reservene i hver enkelt linse er beregnet/estimert ut fra utgående av klebersteinen og strukturen i omgivende bergarter. Dette er stort sett ”konservativt” beregnede/estimerte og helt dagnære reserver. Det vil si med dyp som hovedsakelig gjør at de kan tas som dagbrudd. Reserveanslagene er justert i forhold til det som er presentert av Lindahl & Nilsson (2001, 2002) etter kartleggingen sommeren 2004. Dette gjelder hovedsakelig Sør-området.

Det er forsøkt å anslå det geologiske potensialet for mulige ressurser i de to områdene, og fordelingen mellom Nord- og Sør-området kommer ut med knapt 20 % i nord og drøyt 80 % i sør.

Tabell 1: Klebersteinsreserver innenfor de linsene som har størst økonomisk potensiale.

Nord-området (Se Lindahl & Nilsson 2002)

Forekomst	Tonnasje	Kommentar
Boarta, linse 2	250 000	Kan være større under et serpentin-lokk, samt henge sammen med linsen Boarta 1 på dypet.
Klebervann	1 700 000	Meget homogen, noe foliert, romlig veldefinert.
Bananvann nord	250 000	Ujevn kvalitet, usikker pga. overdekke.
Njaskas 985	500 000	Minimumstall, usikker pga. overdekke.
Kvitfjell NV	2 900 000	Inneholder serpentinlinser.
Kvitfjell SØ	1 000 000	Inneholder serpentinlinser.
Cohkul	6 000 000	Underjordsreserve, ut fra geofysisk anomali.
Njaskavarre 833	1 700 000	Samlet tonnasje.
Helikoptergangen	(375 000)	Meget homogen og massiv.
Kleberlia	(950 000)	Noe vekslende kvalitet.

Diagonalgangen	(375 000)	Homogen og massiv.
Grensegangen	1 500 000	Homogen, noen serpentinit-linser i NV-veggen, kun norsk side av forekomsten er tatt med

Nord-området samlet: 15 800 000 tonn eller **ca. 15 mill tonn**

Sørområdet

Forekomst	Tonnasje	Kommentar
Kleberflåget	50 000 000	Herav ca. 16 mill. tonn på svensk side innenfor nærmeste 500 m fra riksgrensen
Vakkerdalen	5 000 000	herav ca. 2 mill. tonn på svensk side innenfor nærmeste 500 m fra riksgrensen
Klebergryta nedre	2 500 000	
Klebergryta øvre	8 000 000	Innslag av diverse serpentinit-inneslutninger
Nåva	1 000 000	Lys, talkrik kleber
Kleberbotn	200 000	Talkrik kleber, i tillegg flere mindre linser i samme område
Kleberbreen	7 000 000	Stor, men usikker reserve pga. isbre og mulige serpentinrester
Ridoalggi 1248	7 000 000	Stor, men usikker reserve pga. snødekke
Ridoalggi 1192	2 500 000	
Langkleberdalen forekomst	2 500 000	Lys, talkrik kleber
Langkleberen	7 000 000	
Bananvann sør	4 000 000	

Sør-området samlet: 106 700 000 tonn hvorav ca. 18 mill. tonn på svensk side av riksgrensen i tilknytning til forekomstene Kleberflåget og Vakkerdalen. Det gir 88,7 mill tonn avrundet til **ca. 90 mill. tonn** innenfor norsk side av grensen i Sør-området.

Samlet for begge områdene: **drøyt 100 mill. tonn**

Disse reservene kan nesten regnes som påviste reserver uten at det er diamantboret. Dette skyldes høy blotningsgrad, og relativt greie forhold når det gjelder strukturene rundt forekomstene samt mange steder et topografisk relieff som viser forekomstene i tre dimensjoner. Se bildene av forekomstene på Figur 1 – 22 til slutt i rapporten. Store deler av den 50 mill. tonn store forekomsten Kleberflåget som krysser riksgrensen rager f. eks. opp i terrenget som en egen fjelltopp, Fig. 10.

Det geologiske potensialet er betydelig større, særlig i Sør-området hvor de kleber-omvandlede ultramafittene ligger jevnt fordelt i et bestemt stratigrafisk nivå og som perler på

ei snor på kartet. Det geologiske potensialet i Sør-området kan derfor sannsynligvis forventes å ligge på 2-300 mill. tonn kleberstein.

12. Andre ressurser i området (marmor, gull, skifer, andre mineraler)

Hovedinteressen for økonomisk utnyttbare mineraler ligger definitivt i tilknytning til de ultramafiske bergartene, spesifikt klebersteinen, og de undersøkelsene som så langt er gjort er i det alt vesentlige fokusert på dette. Innenfor Linnajavri-området er det imidlertid flere andre mineralressurser som det kan bli aktuelt å se nærmere på for mulig utnyttelse dersom området først blir gjort tilgjengelig gjennom bryting av kleberstein som naturstein eller framstilling av talk. Det er ressurser som vi hittil nesten ikke har hatt fokus på. To skiferforekomster, en i Nord-området i Gulldalen og en på fjellpartiet Hurre like sør for Sør-området (Nilsson & Lindahl 2003).

Marmor

I de sedimentære bergartene under det laveste nivået med ultramafitter opptrer er det et lag av marmor som veksler i tykkelse fra noen få meter eller titalls meter opp til mer enn 100 m. Laget kan følges ca. 15 km (Se geologisk kart). Variasjonen i mektighet skyldes både primære avsetningsbetingelser og senere fortykkelse av det opprinnelige karbonatlaget i foldeombøyninger og tilsvarende utvaling på sjenklene på grunn av deformasjon av bergartene under den kaledonske fjellkjededannelsen. Det er flere typer marmor. En uren grålig til gullig marmor opptrer i Boarta-området. Denne har ingen økonomisk interesse. Hvit dolomitt-marmor med en tykkelse på mer enn 100 m opptrer ved foten av Kvitfjell og denne vurderes som en mulig framtidig ressurs dersom den er av meget god kvalitet. Sør for Ridoalggicohkka (Sør-området) på grensen mot Sverige og litt inn i Sverige er det et vel avgrenset og meget stort utgående i dagen av samme typen hvite dolomitt. Videre ble det allerede ved befaringen høsten 2000 funnet fargebåndet marmor av Leivset type øverst i marmor-enheten. Senere er denne fargebåndete kalkspatt-marmoren kartlagt som en egen tynn enhet som den øverste delen av marmor-laget. Den fargebåndede marmoren er sterkt foldet og er ikke undersøkt nøye langs hele strøket og det er derfor usikkert om den kan ha noen økonomisk interesse.

Gull

Både i Nord- og Sør-området er berggrunnen etter avsetningen utsatt for gjennomstrømning av varme vandige og CO₂ holdige løsninger som først har løst metaller, så transportert disse i løsning og kan deretter ha avsatt metallene i spesielle "feller". I Linnajavri-området har de hydrotermale prosessene foregått i stort omfang som beskrevet i avsnittet om *Berggrunnen*. Enkelte steder fører årene et karakteristisk mineralselskap bestående av ankeritt, svart til gressgrønn turmalin, grønn kloritt og hvit albitt i tillegg til kvarts. I noen tilfeller er det også funnet litt sulfider (svovelkis, magnetkis og kobberkis) som i Gulldalen i Nordområdet. Det er påfallende rikelig med turmalin mange steder slik at borsyre må ha vært en viktig komponent i de hydrotermale løsningene. Dette kan være en typisk mineralsammensetning for årenett

med gullmineralisering. Dette har naturlig nok ført til bruk av Gulldalen som stedsnavn. I putelavaen på Ridoalggicohkka i Sørømrådet er det funnet mindre områder hvor løsninger har avsatt sulfider (vesentlig magnetkis), også med omvandling av lavaen slik at den har halv cm store flak av talk. Slike lokaliteter bør prøvetas og analyseres for gull.

På Ridoalggicohkkas vestsida opptrer flere små kismineraliseringer med kobber (kobberkis, kobberglans og malakitt) knyttet til tynne lag av amfibolitt i kalkglimmerskiferen. Mineraliseringene har enkelte likhetstrekk med kobberforekomster i Tysford i lignende vertsbergarter som fører gull. Mineralselskapet er det samme som beskrevet fra Gulldalen. Derfor vil det for så vidt ikke være overraskende å treffe på gullførende sulfidmineraliseringer også i Linnajavri-området. Lokalt er det funnet små anrikninger av kis (også kobberkis) i mindre uregelmessige utsvetninger i tilknytning til ultramafittene. De analyseresultatene vi har så langt viser at gull, samt en del andre assosierte metaller er sterkt anrikt i sulfidfasen.

Så langt vi kjenner til er dette området ikke tidligere vurdert med hensyn til gullmineraliseringer. Det geologiske miljø i Linnajavri-området tilsier at en del prøver bør samles og analyseres. Det fins rykter, her som andre steder, som forteller at folk for lenge siden har vasket gull i enkelte av elvene i området. Ryktet tilsier videre at funnpunkter skal være anmeldt.

Skifer

Foslie (1942) har beskrevet en "usedvanlig vakker bergart" med store røde granater og store uorienterte krystaller av hornblende fra Hurre. Det betyr en garbenskifer (som for eksempel Pillarguri-skiferen). Basert på Foslies beskrivelse ble det i 2003 samlet inn noen mindre blokker fra Hurre og en større blokk fra en homogen, brunlig staurolitt-granat-glimmerskifer fra Gulldalen (Nilsson & Lindahl 2003). Skiferbergartene kan være interessante å vurdere nærmere ved en eventuell veiutløsning i området. De sagede og polerte platene som er framstilt er ikke testet i markedet.

Andre mineraler

Staurolitt og granatinnholdet er såpass høyt og homogent i skiferen fra Gulldalen at det også kan være aktuelt å separere ut disse harde mineralene fra skiferen for bruk som abrasiver (til sandblåsing, sandpapir, etc.). Andre mineraler er ikke vurdert i området.

13. Uønskede mineraler og grunnstoffer i klebersteinen

I bergarter som skal utnyttes på ulik måte slik som klebersteinen finnes det flere mineraler og flere grunnstoffer (metaller) som av forskjellige grunner er uønsket. Dette kan være på grunn av at de ødelegger produktet industrielt eller at de er skadelige for folk og miljø i forbindelse med bearbeiding av råstoffet eller bruk av produktene.

For bruk av klebersteinen som både naturstein og som råstoff for talkproduksjon er det viktig at bergarten ikke fører asbestiforme fibre. Slike fibre kan være helseskadelige i forbindelse med uttak og senere bearbeiding med hensyn til støv. Så langt, basert på vurdering av alle analysene som hittil er gjort, kjenner vi ikke til at noen av de store forekomstene av kleberstein fører asbestminerale eller asbestiforme fibre. Klebersteinen fra Linnajavri-området har en helt ”ordinær” sammensetning tilsvarende den som finnes i andre kaledonske klebersteinener i Skandinavia.

Når det gjelder uønskede mineraler for talkproduksjon er det vanlige mineraler som magnetitt og kromitt, samt kloritt som er viktigst å fjerne for å kunne oppnå et hvitt nok talkkonsentrat. Dette er et prosess teknisk problem som ennå ikke er avklart, og det må gjøres ytterligere testing av klebersteinstypene fra både Nord- og Sør-området.

Når det gjelder uønskede grunnstoffer (metaller) for talkproduksjon så er prøvematerialet for tiden til analyse, både selve klebersteinen samt konsentrater og avgangen fra de utførte flotasjonsforsøkene. Analysene gjøres for de metallene som det stilles strenge krav til i produktene (lave toleransegrenser) samt også i avgangen fra flotasjonen (miljøpåvirkningen). Det gjelder blant annet metaller som arsen (As), kvikksølv (Hg), kadmium (Cd), sink (Zn), bly (Pb), kobber (Cu), krom (Cr), barium (Ba), mangan (Mn), svovel (S), osv. Dette er metaller som i det vesentlige er bundet til lettløselige mineraler (sulfider og arsenider). Fra de analysene som hittil er gjort tyder det ikke på at disse grunnstoffene vil skape problemer, men det utføres nå spesialanalyser med lave deteksjonsgrenser for å få de eksakte verdiene verifisert. Nikkelinnholdet i denne typen kleberstein er relativt høy og de verdiene som analysene viser ligger på det nivået som er vanlig i denne typen råstoff, for eksempel forekomstene i Finland som er i produksjon.

14. Videre arbeid

Det ble før sommeren 2004 foreslått en feltundersøkelse som var delt i en geologisk del og en industriell del. Den industrielle delen ble ikke gjennomført i 2004 og er fremdeles like nødvendig for å få en oversikt over ressursene i Sør-området. Det må klarlegges bedre hvor hoveddelen av utnyttbare ressurser ligger. De videre undersøkelsene må fokusere både på å få oversikt over råstoffkvaliteten for talkframstilling og for bruk som naturstein. Undersøkelsene i felt må kombineres.

For talkframstilling:

- Innsamling av uforvitret prøvemateriale fra de viktigste forekomstene i Sør-området.
- Råstoffkarakterisering av dette råstoffet og annet prøvemateriale.
- Flotasjonsforsøk av det innsamlede materialet.
- Analyse av flotasjonsproduktene for kvalitetsbestemmelse også av uønskede (fibrige) mineraler og metaller.

For naturstein:

- Klassifisering av klebersteinen i de enkelte forekomstene med hensyn til teknisk kvalitet, kornstørrelse, struktur (mønster) og fargenyanser.
- Spesielt viktig er kontroll av fiberinnhold (asbestiforme fibre)

Andre ressurser:

- Innsamling av prøver for gullanalyse.
- Innsamling av et fåtall prøver av hvit dolomitt for kjemisk analyse.
- Vurdere hvitheten for eventuell bruk av hvit dolomitt som naturstein.

Det gjenstår noen få ikke oppklarte viktige geologiske spørsmål innenfor det området som er kartlagt. Svarene på disse vil kunne ha betydning også for vurderingen også av de mulig utnyttbare ressursene. Arbeidet vil kunne gjøres koordinert med industridelen og krever kun en begrenset innsats.

Det vil bli utarbeidet et detaljert forslag om de videre undersøkelsene i samarbeid med Statskog (grunneier) Norwegian Talc (industripartner), Nordland fylkeskommune ("Nordland Mineral") og angjeldende kommuner (Hamarøy og Sørfold).

Forekomstene i Linnajavri-området er en betydelig nasjonal ressurs med en in situ verdi som, dersom et talkprodukt kan framstilles, kan sammenlignes med et oljefelt i Nordsjøen. Det vil av denne grunn være av nasjonal interesse å få en fullgod vurdering av ressursene i området, ressurser som på sikt kan få stor lokal betydning for bosetningen i området. Særlig fordi det allerede er interessekonflikt med hensyn til bruken av området bør det være et nasjonalt ansvar å utrede mulighetene for utnyttelse av ressursene godt nok før arealbruken bestemmes.

15. Litteratur

- Brattli, B. & Prestvik, T. 1985: Feltundersøkelse på kartblad Linnajavri sommeren 1985. NGU geol. avd. Kartarkivet, original nr. 112/85.032D (feltrapport).
- Brattli, B. & Prestvik, T. 1987a: Linnajavrre, berggrunnskart 2230.3, 1:50 000, foreløpig utgave. Norges geologiske undersøkelse.
- Brattli, B. & Prestvik, T. 1987b: Tysfjord granite and overlying rocks in the area of Linnajavrre, central-north Norway. *Nor. geol. unders. Bull.* 410, 65-72.
- Dahll, T. 1866-1879: Geologisk kart over det nordlige Norge. M 1:1 mill. Norges geologiske undersøkelse (bilag til *Nor. geol. unders. nr. 4: Det nordlige Norges geologi*, utgitt 1892).
- Dahlman, B. 1971: Sammenstilling av mineralforekomster och mineralindikasjoner i Norrland – Talk och täljsten. SGU rapp. BRAP 83687, 12 sider.
- Den Norske Turistforenings årbok 1993 med hovedemne *Nye Nasjonalparker, Tysfjord-Hellemo* s. 84-87.
- Foslie, S. 1936: Geologisk kart Linnajavrre, M 1:100 000. Norges geologiske undersøkelse.
- Foslie, S. 1941: Tysfjords geologi. Beskrivelse til det geologiske gradteigskart Tysfjord. *Nor. geol. unders. nr. 149*, 298 s. + 16 plansjer + geologisk kart i lomme.
- Foslie, S. 1942: Hellemobotn og Linnajavrre. Geologisk beskrivelse til kartbladene. *Nor. geol. unders. nr. 150*, 119 s. + 8 plansjer + 2 geologiske karter i lomme.
- Fylkesmannen i Nordland: *Foreløpig planområdegrense* for utredning av vern og konsekvenser av vern i Tysfjord-Hellemo området. Kart i M ca. 1:260 000, mars 1999.
- Gustavson, M. 1996: Geologisk kart over Norge. Berggrunnskart Sulitjelma, M 1:250 000. Norges geologiske undersøkelse.
- Helland, A. 1893: Tagskifere, heller og vekstene. *Nor. geol. unders. nr. 10*, 178 s.
- Holmsen, G. 1917: Sørfolden – Riksgrensen. *Nor. geol. unders. nr. 79*, 46 s. + 4 plansjer + 1 kartbilag.

- Kautsky, G. 1953: Der geologische Bau des Sulitelma – Salojauregebietes in den nordskandinavischen Kaledoniden. SGU serie C 528, 232 s. + 9 plansjer inkl. kartbilag.
- Kulling, O. 1964: Översikt över Norra Norrbottensfjällens kaledonberggrund. SGU serie Ba 19, 166 s. + kartbilag i M 1:400 000 og 1:200 000.
- Kulling, O. 1972: The Swedish Caledonides. *I*: Strand, T. & Kulling, O. Scandinavian Caledonides, John Wiley & Sons Ltd., 149-285 + maps.
- Kulling, O. 1982: Översikt över Södra Norrbottensfjällens kaledonberggrund. SGU serie Ba 26, 295 s. + kartbilag i M 1:400 000.
- Lindhahl, I. & Nilsson, L. P.: 2001: Kartlegging av talk/klebersteinsforekomstene i Linnajavri-området i Hamarøy kommune, Nordland. NGU rapp. 2001.112, 91 sider.
- Lindhahl, I. & Nilsson, L. P. 2002: Oppfølgende undersøkelser av talk- og klebersteinsforekomstene i området Boarta-Gaskavarri (Linnajavri Nordområde), Hamarøy kommune, Nordland. NGU rapp. 2002.090, 63 sider + 1 kartvedlegg.
- Mogaard, J. O.: 1992: Geofysiske målinger fra helikopter over et område i indre Tysfjord, Nordland. NGU rapp. 92.229, 9 sider + kart.
- Nilsson, L. P. 2002: Foreløpig sammenstilling av mineralkarakteriseringsdata. Internt NGU notat, ca. 300 sider (*grunnlagsmateriale for NGU-rapport 2003.027*).
- Nilsson, L. P. 2004: Prosjekt Linnajavri talk/kleberstein. Bulkanalyser av oppredningskonsentrater samt SEM-analyser av rågods til oppredning, m. m. Foreløpig NGU-notat, 180 sider.
- Nilsson, L. P. & Lindahl, I. 2003: Skifer i Linnajavri-området, Hamarøy og Sørfold kommuner, Nordland. NGU rapp. 2003.018, 18 sider.
- Nilsson, L. P., Lindahl, I. & Gautneb, H. 2003: Mineralkarakterisering av talk/kleberstein fra Linnajavri-området, Hamarøy kommune, Nordland. NGU rapp. 2003.027, 17 sider + 193 sider tabeller.
- Nilsson, L.P., Sturt, B.A. & Ramsay, D.M. 1999: Ofiolittundersøkelser i Snåsa og Lierne: en rekognosering for å påvise mulig økonomisk interessante forekomster av malm, industrimineraler og naturstein. NGU Rapport nr 99.114, 92 s. + 1 kartbilag.
- NOU 1986:13 *Ny landsplan for nasjonalparker.*

Ore deposits, Industrial minerals and rocks, Northern Fennoscandia. compiled at the geological surveys of Finland, Norway and Sweden 1986. (upublisert datakatalog fra Nordkalott-prosjektet).

Pedersen, R.-B., Furnes, H. & Dunning, G. 1991: A U/Pb age for the Sulitjelma Gabbro, North Norway: further evidence for the development of a Caledonian marginal basin in Ashgill-Llandovery time. *Geological magazine* 128, 141-153.

Schnitler, P. 1742-45: Major Peter Schnitlers grenseeksaminasjonsprotokoller 1742-45. Bind II. Utgitt av Kjeldeskriftfondet, Oslo 1929.

Shaikh, A., Kumpulainen, R., Riad, L., Snäll, S., Sundberg, A., Westlund, B. & Wik, N. G.: 1986: Industriella mineral och bergarter i Norrbottens len. SGU rapp. for NSG/Lensstyrelsen i Norrbottens len. BRAP 86006, 128 sider.

Stigh, J. 1982: Talk – magnesitforekomsten i Vietjervaratj, Vestre Padjelanta, Norrbottens Kaledonidberggrund. SGU Report 191/1982, 19 s.

St. meld. nr. 62 1991-92: *Ny landsplan for nasjonalparker og andre større verneområder i Norge.*

St. meld. nr. 64 1996: *Om Naturvernradets innstilling om landsplan for natur- og nasjonalparker i Norge.*

Svenonius, F. 1900: Öfversikt af Stora Sjöfallets och angränsande fjälltraktens geologi. 2. Berggrunden. GFF bind 22, s. 273-322 + kartbilag i M 1:500 000.

Winkler, H.G.F. 1976: *Petrogenesis of Metamorphic Rocks. Fourth edition. Springer Verlag, New York, 334 s.*

Zachrisson, E. og Stigh, J. 1981: Ultramafiter i fjällen. SGU rapp. til NSG. BRAP 81522. 55 sider + mange figs. og tabeller.

Årbok for Tysfjord 1999, s. 80.

16. Liste med forklaring av noen brukte geologiske faguttrykk

Albitt: En natrium-feltspatt

Amfibolitt: En bergart som består hovedsaklig av mineralet amfibol som er en fellesbetegnelse på en gruppe silikatminerale. En basalt eller putelava kan med metamorfose (omvandling) bli en amfibolitt.

Ankeritt: Et kalsiumjern-karbonat, $\text{Ca}(\text{Fe},\text{Mg})\text{CO}_3$.

Asbestiforme fibre: Fibrige varianter av mineralgruppene amfibol og serpentin hvor de enkelte fibre har et lengde:bredde-forhold større enn 5:1.

Basalt: Vulkansk bergart med SiO_2 innhold på 45-50 %. De viktigste mineralene i basalt er plagioklas og pyroksen.

Brunneritt: Et magnesium-karbonat der 5-50 mol-% av magnesium-komponenten er erstattet av Fe^{2+} . Med f. eks. 10 at-% jern blir formelen $\text{Mg}_{0,9}\text{Fe}_{0,1}\text{CO}_3$.

Diabas: En bergart med lik sammensetning som en basalt, men den opptrer som intrusive ganger.

Diopsid: En jernfri klinopyroksen med formel $\text{CaMg}(\text{SiO}_3)_2$.

Dolomitt: Et kalsium-magnesium karbonat CaMgCO_3 .

Dunitt: En bergart med mer en 90% olivin.

Ekstrusiv bergart: En bergart som er størket fra en smelte oppå jordens overflate.

Fold: En bøyning (foldning) av et lag eller en hvilken som helst planar struktur.

Foldesjenkel: "Langsiden" på hver side av selve foldeombøyningen.

Foliation: Den laminerte strukturen som dannes ved segregasjon (lagvis adskillelse) av ulike mineraler i lag parallelt med skifriheten.

Gabbro: En dypbergart med tilsvarende sammensetning som basalt. Plagioklas og pyroksen er de viktigste mineraler. 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 feltspatikk dypbergart som inneholder 20 - 60% kvarts og der 35-90% av feltspaten er eller har en sammensetning som tilsvarer alkaliefeltspat.

Hydrotermal sone: En avgrensbar sone kjennetegnet ved transport av vann ("hydro-"), samt som oftest også andre fluider/gasser som CO_2 , o.s.v. Tilførsel av CO_2 er nødvendig for dannelsen av karbonater.

Hornblende: Et gruppe mørke til sorte amfiboler.

Hornblenditt: En bergart som består av hornblende.

Industrimineral: Et mineral, uten tungmetaller, som utnyttes økonomisk som mineral (eks. talk og olivin) eller metall (eks. Ca og Mg).

Intrusiv bergart: en bergart som er dannet fra en smeltetmasse ved langsom størkning på større dyp i jordskorpen

Karbonat: Et mineral hvor molekylstrukturen (enhetscellen) består av Ca, Mg, Fe, Mn, etc. samt en CO_3 -gruppe.

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).

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 gjentas (repeteres) ofte i en syklisk sekvens. Det blir en slags lagdelt smeltebergart.

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.

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

Listvenitt: 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 anriket 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.

Melange/melangesone: Fransk uttrykk som betyr blanding. En tektonisk melange er oppknusning og blanding av flere typer bergartsfragmenter.

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.

Ofiolittkompleks er noe forenklet sagt et utsnitt av opprinnelig havbunnskorpe som er presset opp på land ved lukking av havet mellom to kontinenter eller en øybue og et kontinent.

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

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.

Skyvedekke: Betegnelse på et bergartsflak som er skjøvet inn som en enhet under fjellkjededannelsen. Et skyvedekke kan ha forskjellig tykkelse og utbredelse og inneholder gjerne flere bergartsenheter.

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

Steatitt: En bergart som består utelukkende av mineralet talk.

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

Tremolitt: Et vannholdig magnesiumsilikat tilhørende amfibolgruppen.

Troktolitt: En bergart som består vesentelig av olivin og plagioklas

Turmalin: Et bor-holdig silikarmineral.

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.

Ultramafitt: En ultramafisk bergart

17. Liste over introduserte lokale stedsnavn som ikke finnes på eksisterende kart

Det har historisk sett vært meget liten ferdsel i Linnajavri-området, utenom begrenset bruk som reinbeite. Området har inntil vannkraftutbyggingen fant sted vært vanskelig tilgjengelig. I tidligere tider er området lite brukt og tilgjengeligheten er først etablert ved utbyggingen av vannkraften i området.

På grunn av relativt begrenset ferdsel og bruk er det ikke særlig overfylt med stedsnavn på de trykte topografiske kartene. For å lette beskrivelsene og ikke minst presiseringen av geografiske lokaliteter ved våre arbeider er det derfor introdusert en del nye stedsnavn som har vært hendige og til dels nødvendige å ta i bruk i beskrivelsene (Lindahl & Nilsson 2001, 2002). Navn som er brukt i forbindelse er gitt i listen nedenfor. Disse navnene finnes også på de geologiske kartene som er vedlagt rapporten

- **Bananvann nord** - Et bananformet lite vann med ei kleberlinse som allerede Foslie (1936) hadde på sitt kart.
- **Bananvann sør** - Et bananformet lite vann som sannsynligvis er dannet på grunn av forvitring og erosjon av en del av ei kleberlinse.
- **Diagonalgangen** - En klebergang som gjennomskjærer Njaskasvarri 833-linsen.
- **Gulldalen** - En åpen dal øst for høyde 995 på Boarta. Dette navnet er brukt fordi en her finner de sterkeste og mest typiske utslag av hydrotermal aktivitet i et geologisk miljø hvor gull vil kunne forventes å opptre.
- **Gullbekken** - Bekken som renner gjennom Gulldalen.
- **Grensegangen i Gaskavarri** - En bred klebergang helt opp mot svenskegrensen som har retning omtrent N-S.
- **Grensevann** - Et lite vann som ligger sør for Kleberflåget like opp mot Svenskegrensa.
- **Helikoptergangen** - Bred klebergang på Njaskasvarri 833-linsen hvor større blokk ble fraktet ut med helikopter høsten 2000.
- **Isvann** - Navn på et vann på Boarta som på de tidligere topografiske og geologiske kart kun er antydnet med omriss på grunn av isdekke.
- **Karstdalen** - En skarp canyonformet dal hvor berggrunnen er karbonater og en stor bekk renner i karts et par hundre meter før den igjen dukker opp.
- **Kleberbreene** - Mellom to små breer ligger en stor kropp med ultramafitt som dels er kleberomvandlet. Forekomsten er kalt Kleberbreene.
- **Kleberbotn** - Et område formet som en botn like øst for Kleberbreene.
- **Kleberflåget** - En ultramafittkuppe som ligger helt opp mot svenskegrensa har et stort isskurt flåg. Utgående av kleber er meget stort i dette flåget på østsiden av kuppen.
- **Klebergryta nedre** - Landskap med en viss gryteform som inneholder tre adskilte ultramafitt-linser med betydelig kleberomvandling.
- **Klebergryta øvre** - Landskap med en viss gryteform som inneholder tre adskilte ultramafitt-linser med betydelig kleberomvandling.

- ***Klebergryta øverste*** - Landskap med en viss gryteform som inneholder tre adskilte ultramafitt-linser med betydelig kleberomvandling.
 - ***Kleberlia i Njaskasvarri 833 forekomsten*** - Ei lita gressli i det SV hjørne av ultramafittlinse som er overdekket men som kan ha et betydelig potensiale.
 - ***Klebervann*** - Et vann som på kartet ikke er navngitt. En av de største homgent omvandlede kleberlinsene går ut i vannet.
 - ***Kleberveggen*** - En bratt og markert vegg i den sydlige halvdelen av den største klebersteinsførende ultramafitt-kroppen på Boarta, Boarta 2 - linsen.
 - ***Langkleberen*** - En kleberforekomst i sørsjenkelen av synformen på Ridoalggicohkka. Forekomsten har en lende på opp mot 1.5 km som varierer i tykkelse fra 10-40 m.
 - ***Langkleberdalen*** - En svak depresjon i terrenget som Langkleberen følger.
 - ***Lavvokleberen*** - En kleberlinse som ligger nærmest leiren med lavvo i en periode i feltsesongene 2001 og hele sesongen 2004.
 - ***Lavvovannet*** - Et rundt vann SV for Cohkuljavri hvor leiren lå deler av feltsesongen 2001 og hele sesongen 2004.
 - ***Raskleberen*** - En del av den lange klebersteinen som strekker seg fra Kleberbreene og bøyer seg rundt høyde 1248 på Ridoalggicohkka. Klebersteinen har rast ut og danner et større blokkhav selv om relieffet er lavt. Blokkene av kleberstein kan være på mer enn hundre kubikk meter.
 - ***Vakkerdalen*** - Strekker seg fra vest mot øst fra ultramafittkuppen som representerer Klebergryta nedre til kuppen med Kleberflåget. Det er en liten bred gresskledd dalsenkning.
 - ***Vinkelvann*** - Et vinkelformet vann som ligger nederst i Vakkerdalen like vest for fjellknausen som har Kleberflåget i øst.
- Råstoffkarakterisering av råstoffet.



Fig 1: Utgående av linse 2 på Boarta. Sett mot vest. Tykkelsen på klebersteinen i utgående er ca. 40 m. Fargebåndet marmor ses i ligg av linsen. Omrisset av klebersteinen er avmerket.



Fig. 2: Klebervannforekomsten sett mot vest. Omrisset av klebersteinen er avmerket.



Fig. 3: Klebersteinen i forekomsten Njaskasvarri 985 sett mot øst. Peridotitt opptrer over klebersteinen og glimmerskifer og hornblenditt under. Omrisset av klebersteinen er avmerket.



Fig. 4: Oversiktbilde fra helikopter av klebersteinen i Kvitfjell NV. Klebersteinen er lys og serpentinittkuppene er noe mørkere. Omrisset av klebersteinen er avmerket.



Fig 5: Klebersteinen i Kvittfjell NV. Panorama er fra NV til venstre på sammenstillingen til øst til høyde på bildet. Omrisset av klebersteinen er avmerket.



Fig. 6: Klebersteinen i forekomsten Kvitfjell SØ, sett mot NV. Utkilingen av Kvitfjell-ultramafitten ses omgitt av kleberstein med serpentinittkupper. Omrisset av klebersteinen er avmerket.



Fig.7: Panorama-oversikt over Cohkul-forekomsten sett mot NØ. Den lyse klebersteinen med serpentinitlinser er avmerket.

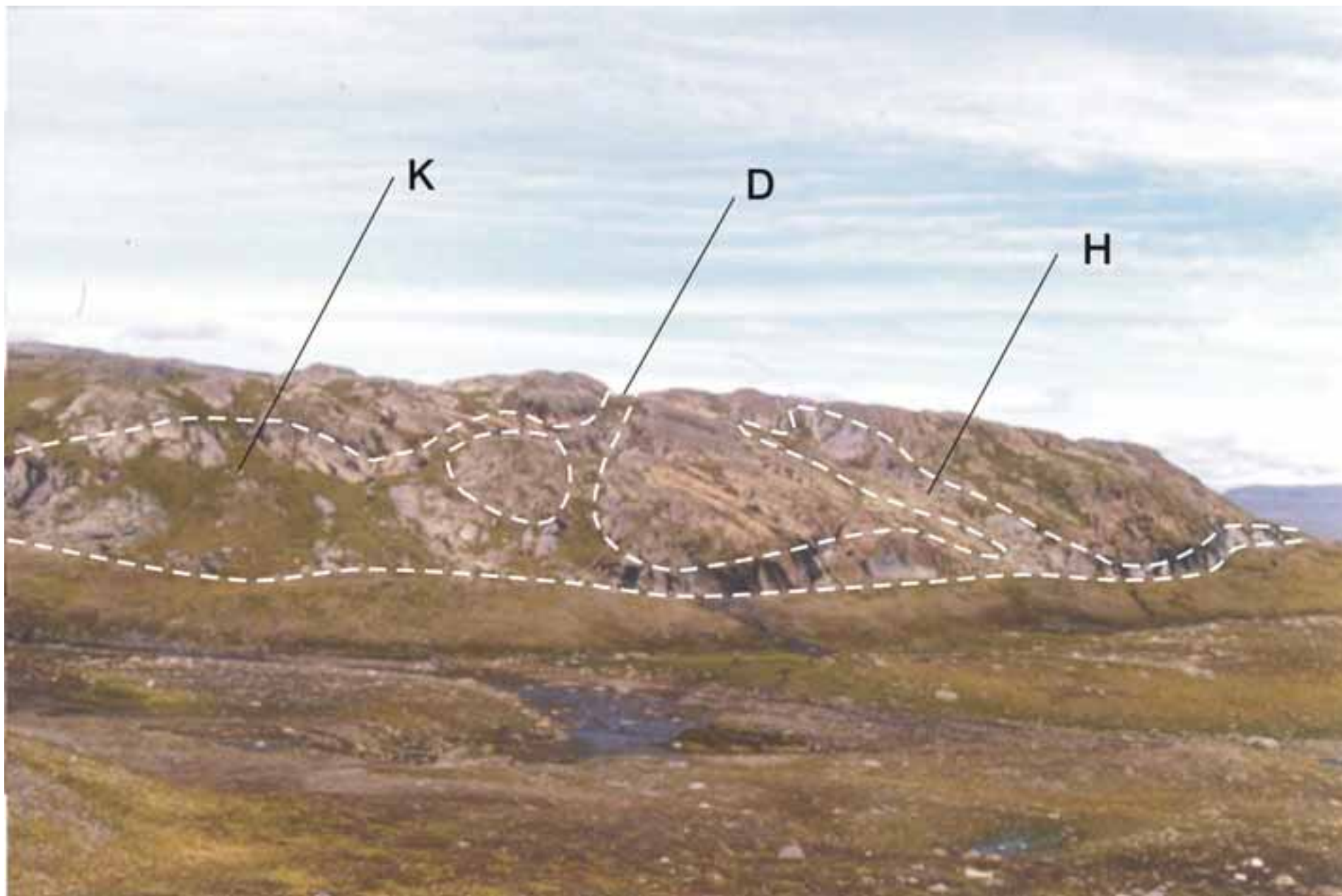


Fig. 8: Njaskasvarri 833-linsen sett mot nord. Forekomstene Helikoptergangen (H), Diagonalgangen (D) og Kleberlia (K) er markert på bildet.



Fig. 9: Grensegangen på Gaskavarri sett mot NØ. Tydelig forskjell på erosjon av klebersteinen og serpentinitten/peridotitten selv om gangen går på tvers av isretningen. Omrisset av klebersteinen er avmerket.



Fig.10: Panoramaoversikt over Kleberflåget sett mot NNV. Den østligste delen av klebersteinen ligger i Sverige. Omrisset av klebersteinen er avmerket.



Fig.11: Oversikt over Vakkerdalen sett mot øst. Kleberflåget ligger i enden av dalen ved Vinkelvannet og ultramafitten med klebersteinen i høyre del av bildet som danner Vakkerdal-forekomstene.



Fig.12: Forekomsten Klebergryta nedre sett mot nord. Tilleggsreserver ble påvist nord for selve ultramafitten sommeren 2004. Omrisset av klebersteinen er avmerket.



Fig.13: Panoramaoversikt over en del av Klebergryta øvre sett mot øst. Serpentinittlinser kan ses i klebersteinen.



Fig.14: Forekomsten Nåva sett mot sør. Steilsiden i utgående av forekomsten er omkring 40 m. Omrisset av klebersteinen er avmerket.



Fig.15: Forekomsten Kleberbotn sett mot NØ. Kleberen er lys og talkrik. Over hovedlinsen ligger en mindre linse med kleberstein og bakenfor hovedlinsen til venstre ligger en serpentinittkuppe omgitt av kleberstein.



Fig.16: Forekomsten Kleberbreen sett mot øst. Panoramautsikt over den østligste enden av forekomsten. Grensene mot serpentinit og underliggende glimmerskifer er avmerket.



Fig.17: Raskleberen som er den østligste del av Ridoalggicohkka 1248 forekomsten, sett mot vest. Store rasblokker fra utglidning av kleberstein ses til høyre på bildet. Opp mot glimmerskiferen er kleberstein klorittførende. Grenser for kleberstein er avmerket.



Fig.18: Klebersteinen i forekomsten Ridoalggicohkka 1192 vist i panorama sett mot nord. Klebersteinen er lysere enn ultramafitten i hovedlinsen (til venstre) og en uomvandlet rest av serpentinit i kuppen til høyre.



Fig.19: Oversikt over Langkleberdalen sett mot øst. Langkleberens østligste del er forsøkt avmerket på bildet. Ultramafittkroppene kan ses på ryggen av Ridoalggicohkka.



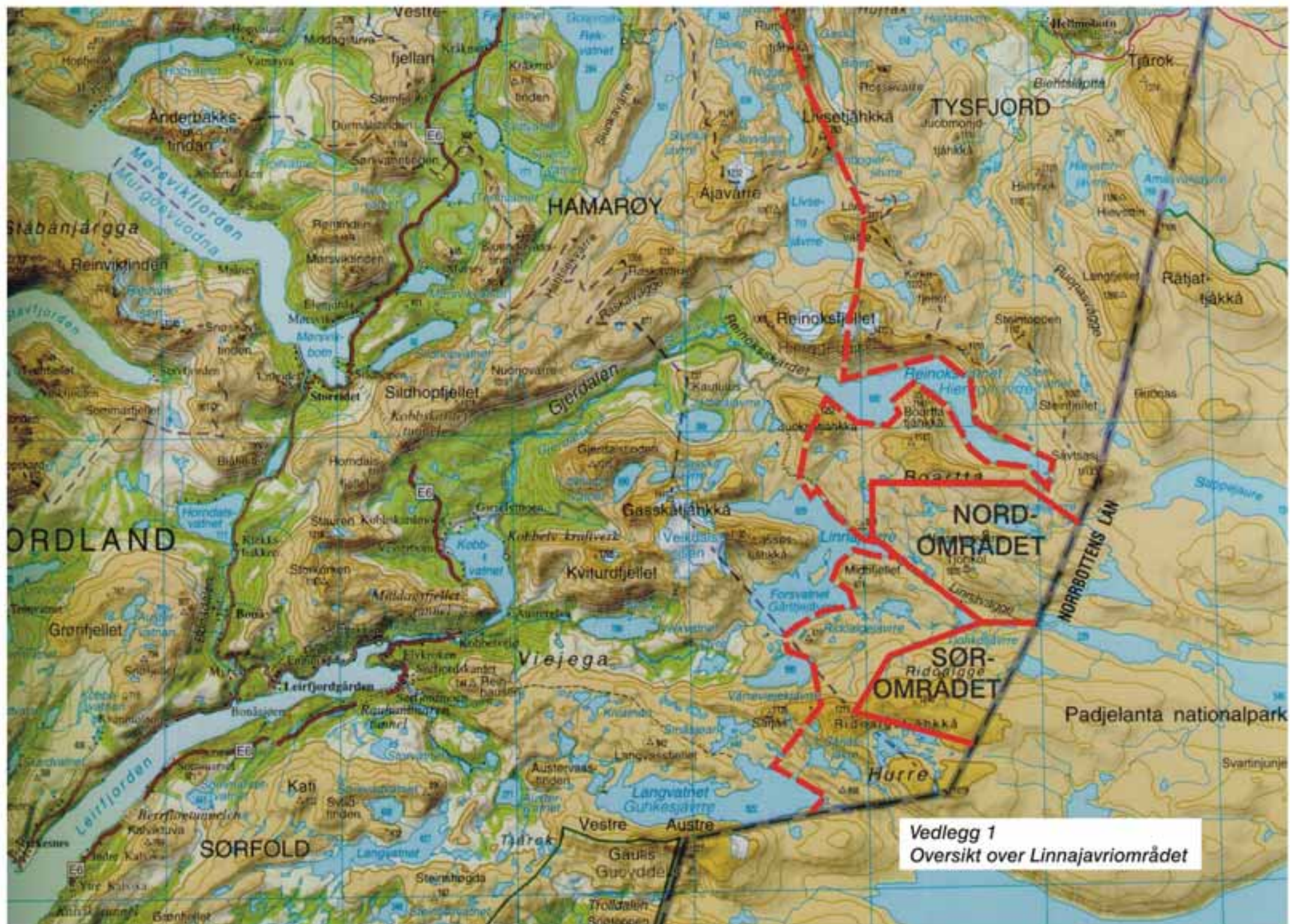
Fig.20: Landingsplass for helikopter på den vestligste delen av Langkleberen. Utsikt mot NV. Grensene til klebersteinen er avmerket.



Fig.21: Panorama-oversikt over Langkleberdalen-forekom, sett mot NØ. Klebersteinen er lys og talkrik og lokalt noe skifrig mot underliggende glimmerskifer. Omrisset av klebersteinen er avmerket.



Fig.22: Klebersteinen i forekomsten Bananvann Sør, sett mot vest. Klebersteinen fører lokalt noen linser av skarpt grønn serpentinit som ses på bildet.



Vedlegg 1
Oversikt over Linnajavriområdet