


NGU Rapport 2011.041
Forekomster av kalsiumkarbonat
i Breivollområdet på Rolla, Ibestad

| | | | | |
|--|----------------------------|---|---|--|
| Rapport nr.: 2011.041 | | ISSN 0800-3416 | Gradering: Åpen | |
| Tittel: Forekomster av kalsiumkarbonat i Breivollområdet på Rolla | | | | |
| Forfatter: A Korneliussen, A Raaness, A Schaller og H Gautneb | | Oppdragsgiver: Troms fylkeskommune og NGU | | |
| Fylke: Troms | | Kommune: Ibestad | | |
| Kartblad (M=1:250.000) Narvik | | Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1332.1 (Andørja), 1332.2 (Astafjord) | | |
| Forekomstens navn og koordinater: Breivoll (UTM33 586000 Ø, 7629000 N) | | Sidetall: 35 | Pris: kr 135,- | |
| Feltarbeid utført: September 2010 | Rapportdato: 29.10.2011 | Prosjektnr.: 336100 | Ansvarlig: R. Børd  | |
| Sammendrag: <p>Store deler av de østlige og sentrale deler av Rolla består av en vekslende serie med karbonater og glimmerskifer/gneis, og hvor visse nivå i karbonatserien inneholder kalkspatmarmor som kan tenkes å være egnet for industriell anvendelse.</p> <p>Den aktuelle kalkspatmarmoren er hvit, grovkornet og med lite inneslutninger av andre mineraler i karbonat, og innhold av karbonatbundet (gitterbundet) jern og mangan er lavt. Bergarten kan dermed synes egnet som råvare for produksjon av høyverdige karbonatprodukter.</p> <p>Sonen med høyverdig kalkspatmarmor ligger relativt flatt, og stuper gjennomgående slakt mot nordøst. Spesielt ved tettstedet Breivoll opptrer den over store arealer. Samlet arealmessig utstrekning av høyverdig kalkspatmarmor er sannsynligvis flere km² med mektighet i størrelsesorden 25 m hvorav deler av dette er blottet i veiskjæringer og i svaberg ved sjøen. Mulig ressurstørrelse er dermed betydelig, sannsynligvis langt over 100 Mt, og kan være tilstrekkelig for en betydelig industriell utvikling. En ulempe er at deler av forekomstområdet ligger i eller nær bebyggelse.</p> | | | | |
| Emneord: | Industrimineral | Råstoffkarakterisering | | |
| Kalsiumkarbonat | Kalkspatmarmor | Bergartskjemi | | |
| Kjerneboring | | | | |

| INNHold | side |
|--|------|
| 1. Bakgrunn og formål | 5 |
| 2. Tidligere arbeider | 6 |
| 3. Geologiske hovedtrekk..... | 7 |
| 4. Feltundersøkelser | 13 |
| 5. Mineralogi og kjemi..... | 18 |
| 6. Kjerneboring og annen prøvetaking | 20 |
| 6.1 Borhull LR1 Breivollfjellet | 20 |
| 6.2 Borhull LR2 Breivollfjellet | 21 |
| 6.3 Borhull LR3 Breivollfjellet | 22 |
| 6.4 Borhull LR5 Breivoll..... | 23 |
| 6.5 Borhull LR6 Skog..... | 24 |
| 6.6 Borkaks prøver | 25 |
| 6.7 Andre prøver..... | 26 |
| 6.8 Analysesammenligning | 27 |
| 7. Diskusjon | 29 |
| 8. Konklusjon og anbefalinger | 30 |
| 9. Referanser | 30 |

TABELLER

| | |
|--|----|
| Tabell 1: Tidligere arbeider, Rolla. | 7 |
| Tabell 2: Analysesammendrag for borekjerne LR1 (Breivollia)..... | 20 |
| Tabell 3: Analysesammendrag for borekjerne LR2 (Breivollia)..... | 21 |
| Tabell 4: Analysesammendrag for borekjerne LR3 (Breivollia)..... | 22 |
| Tabell 5: Analysesammendrag for borekjerne LR5 (Breivoll)..... | 23 |
| Tabell 6: Analysesammendrag for borekjerne LR6 (Skog)..... | 24 |
| Tabell 7: Utvalgte analyser av borkaks. | 25 |
| Tabell 8: Utvalgte analyser av tidligere innsamlede karbonatprøver. | 26 |

FIGURER

| | |
|---|----|
| Fig. 1: Forenklet oversikt over karbonatforekomster i Nordland og deler av Troms..... | 6 |
| Fig. 2: Opp treden av karbonatforekomster i deler av Ofoten og Sør-Troms | 8 |
| Fig. 3: Tektonostratigrafisk inndeling i Ofoten..... | 8 |
| Fig. 4: Geologisk kart, Rolla. | 9 |
| Fig. 5: Oversiktsbilde av Rolla sett fra nordøst..... | 9 |
| Fig. 6: Fotografi av karbonat-glimmerskifer lagrekken i fjellet Sula..... | 10 |
| Fig. 7: Fotografi av karbonat-glimmerskifer lagrekken i det nordvestlige fjellområdet på Rolla..... | 10 |

| | |
|---|----|
| Fig. 8: (A) Fotografi fra fjellet Sula med kalkspatmarmor i forgrunnen, (B) av kalkspatmarmor ved Skog og (C) nærbilde av grovkornet kalkspatmarmor..... | 11 |
| Fig. 9: Vekslende kalkspatmarmor og glimmerskifer i fjellskrent øst for Ibestadvatnet. | 12 |
| Fig. 10: (A) Fotografier av borkaks prøvetaking, (B) kjerneboring fra lastebil med (C) fastmontert kjerneborutstyr, og (D) borkjerner i kjernekasse. | 13 |
| Fig. 11: Oversiktskart over prøvelokaliteter i Skog-Breivoll området | 13 |
| Fig. 12: Profil fra Breivoll og oppover lia mot Breivollfjellet | 14 |
| Fig. 13: Prøvelokaliteter i Breivollområdet..... | 15 |
| Fig. 14: Prøvelokaliteter ved Skog | 15 |
| Fig. 15: Skogsbilvei like øst for Ibestadvatnet med blotninger av høyren kalkspatmarmor. | 16 |
| Fig. 16: (A) Skogsbilvei i Breivollia med blotning av kalkspatmarmor og (B) hull og rester av borkaks etter borkaks prøvetaking | 16 |
| Fig. 17: Blotning av høyren kalkspatmarmor i veiskjæring 1 km SV for Breivoll. | 16 |
| Fig. 18: Grovkornet kalkspatmarmor fra borhull LR5, Breivoll. | 17 |
| Fig. 19: Tverrsnitt av borkjerne av grovkornet kalkspatmarmor i borhull LR6, Skog..... | 17 |
| Fig. 20: Kalkspatmarmor med glimmerrike lag i borhull LR2, Breivollia..... | 17 |
| Fig. 21: SEM-bilde av kalkspatmarmor fra Breivoll..... | 18 |
| Fig. 22: SEM-bilde av kalkspatmarmor fra Rørvika ved Evenes..... | 19 |
| Fig. 23: Borhull LR1 Breivollfjellet..... | 20 |
| Fig. 24: Borhull LR2 Breivollfjellet..... | 21 |
| Fig. 25: Borhull LR3 Breivollfjellet..... | 22 |
| Fig. 26: Borhull LR5 Breivoll. | 23 |
| Fig. 27: Borhull LR6 Skog..... | 24 |
| Fig. 28: XY-plott av karbonat fra Rolla, henholdsvis CaO-MgO (A) og CaO-Fe (B)..... | 27 |
| Fig. 29: Trekant analyseplot, Ca-Mg-Fe (A) og Ca-Mg-Sr (B). | 28 |
| Fig. 30: XY-sammenligning av karbonat fra Rolla jfr. Evenes, CaO-MgO (A) og CaO-Fe (B). | 28 |

VEDLEGG

1. Utvalgte XRF, LECO og ICP-analyser av borkjerner

1. BAKGRUNN OG FORMÅL

Karbonater¹ i form av kalsiumkarbonat og dolomitt i forskjellige varianter er den viktigste mineralressurstypen på det norske fastland med 14 gruver i drift. Samlet årlig omsetning er i størrelsesorden 2 MRD kr når en inkluderer Hustadmarmors prosesseringsanlegg i Møre og Romsdal som henter råstoff fra Akselbergforekomsten ved Brønnøysund. I Ofoten er det gruvedrift på magnesiumkarbonat (dolomitt) ved Hekkelstrand i Ballangen som hovedsakelig er rettet mot eksport, og i Kjøpsvik benyttes kalsiumkarbonat som råvare til sementfabrikken like ved.

NGU har en langsiktig aktivitet rettet mot videreutvikling av geologisk kunnskap om karbonatforekomster med sikte på å utvikle informasjon som industriselskaper kan nyttiggjøre seg, og som kan bidra til videre utvikling av karbonatbasert industri.

Høyren² kalsiumkarbonat (kalkspatmarmor) er prioritert fordi mulighetene for ny framtidig verdiskaping er antatt å være store, og fordi det er lokalisert en rekke potensielt egnede forekomster hvorav noen av de mest interessante ligger i Nordland og Sør-Troms.

Av særskilt interesse er høyren kalsiumkarbonat i Breivoll-området på Rolla i Troms og i Evenesområdet i Nordland (se Korneliussen m. fl. 2011). For å oppnå en nærmere vurdering av disse områdene ble det i 2010 opprettet to prosjekter i samarbeid med de respektive fylkeskommuner. I begge prosjektene er det utført prøvetaking i form av kjerneboring med lastebilbasert borerigg fra vei (/skogsbilvei) og i terrenget med bærbart boreutstyr og hammer/slegge.

Karbonatressursene i Ofoten og Rolla anses å være interessante først og fremst mht høyverdige produkter av kalsiumkarbonat egnet for anvendelse i papir, maling o.a. Det er i denne forbindelse to alternativer: 1) Ren råvareproduksjon i form av gruvedrift med opplasting på båt og transport til egnede anlegg for videreforedling andre steder, eller 2) videreforedling innenfor regionen.

Det første alternativet kan i prinsippet kunne realiseres i løpet av få år forutsatt egnede forekomster, velvillige grunneiere og nødvendige tillatelser, og må baseres på salg til videreforedlingsbedrifter i inn og utland. Det andre alternativet vil være langt mer krevende fordi en i tillegg til å utvikle gode forekomster også må etablere videreforedlingsanlegg før videre eksport.

Vurderinger av karbonatforekomsternes egnethet må ta hensyn til følgende forhold:

- Forekomsten må være stor nok (i praksis flere titalls millioner tonn) og ha en beliggenhet som gjør drift mulig.
- Kvaliteten er avgjørende i og med at de aktuelle videreforedlingsbedrifter må være i stand til å produsere høyverdige produkter fra råvaren. Det er i så henseende viktig at innhold av karbonatbundet magnesium, jern og mangan er lavt, helst under 1 % MgO og 250 ppm Fe+Mn. I tillegg må bergartens mineraltekstur være slik at uønskede mineraler kan fjernes effektivt ved de mineralseparasjonsprosesser som benyttes.

Det langsiktige målet er industriell utvikling for produksjon av høyrene produkter av kalsiumkarbonat, gjerne i kombinasjon med bruk av naturgass. En grunnleggende forutsetning for et slikt industriscenario er at gode nok forekomster av høyren kalsiumkarbonat faktisk er tilgjengelig.

Formålet med det nåværende prosjektet er å bli i stand til å vise med en rimelig grad av pålitelighet om ressursgrunnlaget kan tenkes å være tilstrekkelig for en industriell utvikling, og i så fall å skissere hva som bør gjøres for å komme videre i prosessen.

¹ Karbonat eller karbonatbergart er i denne rapporten brukt for bergarter som består hovedsakelig av karbonatmineralene kalkspat (CaCO_3) og/eller dolomitt ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$). Betegnelsen kalsiumkarbonat benyttes når karbonatmineralet er kalkspat og kalsium-magnesium karbonat når det dominerende karbonatmineralet er dolomitt (i visse sammenhenger også betegnet magnesiumkarbonat). Karbonatbergartene på Rolla har alle velutviklet krystallinsk struktur og kan av den grunn også kalles marmor, henholdsvis kalkspatmarmor og dolomittmarmor.

² Fokus i prosjektet er kalsiumkarbonat bergarter egnet for produksjon av høyverdige kalsiumkarbonat produkter med høy hvithet. Innhold av jern og mangan i karbonatmineralet reduserer hvitheten, og en ønsker derfor forekomster med lavt innhold av disse grunnstoffene. Med "høyren" menes i denne sammenheng kalsiumkarbonat med spesielt lavt innhold av karbonatbundet jern og mangan; helst under 250 ppm Fe+Mn, jo lavere jo bedre. Karbonatbundet jern og mangan er bestemt ved ICP-analyse etter oppløsning i syre og betegnes Fe_{icp} og Mn_{icp} .

2. TIDLIGERE ARBEIDER

Nordland og Troms er relativt godt geologisk kartlagt (unntatt Indre Troms), og for karbonatbergarter betyr det at en i grove trekk vet hvor de opptrer, slik det framgår av kartfigurene i dette dokumentet. NGUs regionale geologiske kart gir ikke i denne sammenheng relevant informasjon om bergartens mineralogiske og kjemiske karakteristika for vurdering av egnetheten for industriell anvendelse. Et nødvendig supplement til geologiske kart er NGUs mineralressurs database³ som tar sikte på tilrettelegging av industrirelevant forekomstinformasjon. Utviklingen av databasen er imidlertid en langsiktig prosess, og den inneholder pr. i dag ikke mineralkjemisk informasjon i tilstrekkelig grad til at en med den som utgangspunkt kan identifisere forekomster av høyren kalsiumkarbonat.

Relevant informasjon om høyren karbonat utvikles nå i et landsomfattende prosjekt som blant annet skaffer til veie ny informasjon for oppdatering av databasen. Det er i denne sammenheng utviklet en kjemisk og mineralogisk metodikk for karakterisering av karbonatforekomster basert på følgende analysemetoder: (1) ICP-analyser med syreoppløsning løser karbonatmineralene og ikke de andre mineralene i bergarten. Høyren karbonat identifiseres ved lavt innhold av syreløselig/karbonatbundet jern og mangan, ofte betegnet Fe_{icp} og Mn_{icp} . (2) Leco-analyser gir bergartens grafitt- og svovelinnhold. (3) XRF-analyser gir bergartens totalsammensetning. SiO_2 -innholdet er spesielt viktig

fordi det gir en god pekepinn på bergartens innhold av silikatmineraler. (4) I tillegg benyttes optisk mikroskop og elektron-mikroskop (SEM) for studier av hvordan mineralene opptrer i bergarten.

Denne metodikken har ført til lokalisering av en rekke interessante forekomster og områder med høyren karbonat i Nordland og Troms, slik det er antydnet i Fig. 1.

Ut fra en helhetsvurdering hvor sjønær beliggenhet og potensial for betydelig forekomststørrelser har vært avgjørende i tillegg til lavt innhold av karbonatbundet jern og mangan, har en prioritert Evenesområdet (se rapport av Korneliussen m.fl. 2011) og Breivoll (Rolla, denne rapporten) for videre undersøkelser.

Rolla er geologisk kartlagt av El Saleh (1969), se nedenfor).

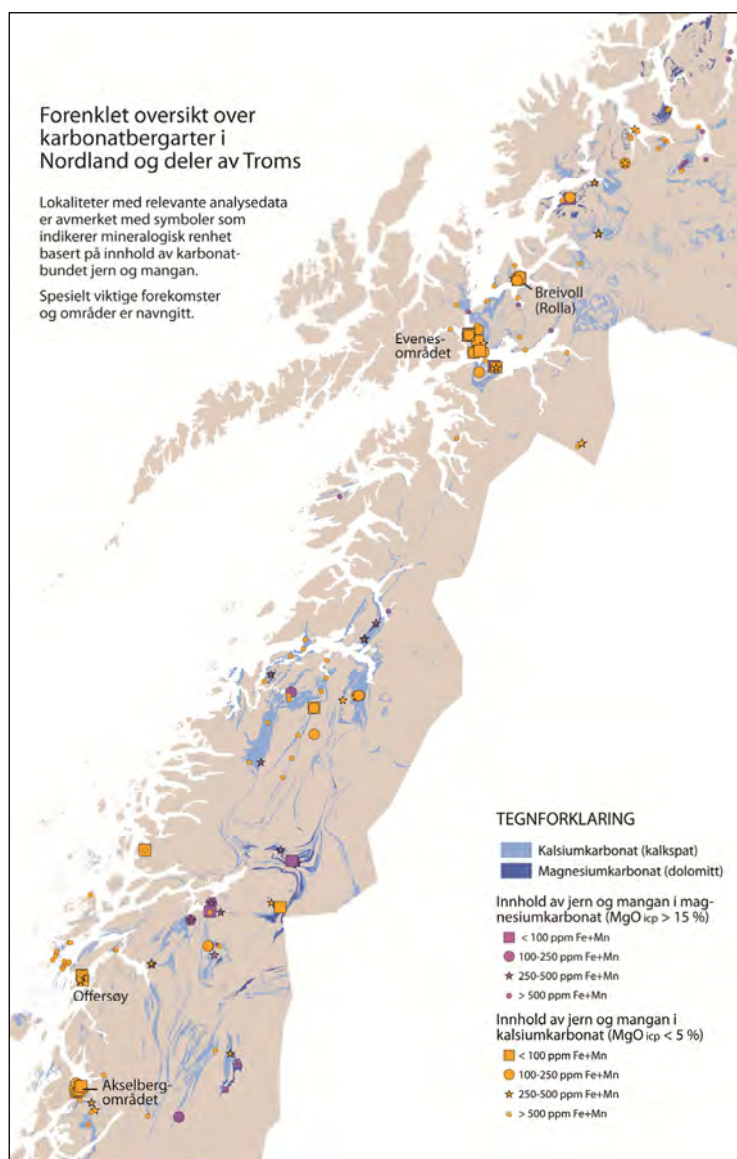


Fig. 1: Forenklet oversikt over karbonatforekomster i Nordland og deler av Troms. Lavt innhold av karbonatbundet jern og mangan er framhevet ved symbolstørrelsen.

³ Databasen er tilgjengelig via <http://www.ngu.no/en-gb/hm/Resources/prospecting/>.

Tabell 1: Tidligere arbeider, Rolla.

| | | |
|-----------|-------------------------------------|---|
| 1916-1917 | Dagbrudd | Blokkstein til bygningsformål ble tatt ut fra en steinbrudd ved Breivoll, beskrevet til å ligge ca. 2 km vest for Hamnvik (Mikalsen & Seim, 1978). Bygningen "Gammelbanken" i Hamnvik er laget av denne bergarten. |
| 1954-1955 | Prøvetaking og geokjemiske analyser | Befaringer på Breivoll av K. L. Bøckman (1954, 1955), som både beskrev, prøvetok og ga en kort økonomisk evaluering av forekomsten. |
| 1961 | Kartlegging av jernforekomster | De sørøstlige delene av Rolla ble ifølge El Saleh (1969) kartlagt av H. Bottke, professor ved Det Tekniske Universitetet i Clausthal, Tyskland, med henblikk på jernmalm. |
| 1965 | Kartlegging | Generell geologiske kartlegging av M. Gustavson (1974). |
| 1968 | Kartlegging | Geologisk kartlegging av Rolla, diplom studentoppgave av Kadhum el Saleh (1969) ved Det Tekniske Universitetet i Clausthal, Tyskland. |
| 1977 | Prøvetaking og geokjemiske analyser | Trygve Mikalsen, NGU og student Arild Seim, prøvetok et geologisk profil på Skutneset, ca. 1 km sør for <i>Breivoll</i> . Karbonatene ble vurdert som bygningsmateriale (vurdert som lite egnet) og jordforbedring. Lokaliteten <i>Sør-Rollnes</i> ble også prøvetatt og analysert, men konklusjonen var at denne karbonatsekvensen var av lav kvalitet og uten økonomisk interesse (Mikalsen & Seim, 1977) |
| 2002 | Rapport | Øvereng & Furuhaug (2002) nevner Breivoll som en mulig interessant forekomst og siterer Mikalsen & Seim (1977). |
| 2006 | Prøvetaking | NGU (v/Lindahl) tok prøver fra vegskjæringer ved Storskog, 300 m vest for Skutneset og ved industriområdet ved havna i Breivoll. |
| 2008 | Geokjemiske analyser | 2006-prøvene ble analysert etter NGUs karbonat analyseprosedyre, og ble vurdert som interessante av Korneliussen m.fl. (2008). |
| 2008 | Prøvetaking og geokjemiske analyser | Oppfølgende prøvetaking og feltanalyser med bærbar XRF både langs kysten og høyere opp i terrenget. Resultatene kommer til å bli beskrevet på et senere tidspunkt (Raanes m.fl., under utarbeidelse). |
| 2010 | Kjerneboring og annen prøvetaking | Kjerneboring og ytterligere prøvetaking (denne rapporten). Borkjernene er i tillegg detaljert beskrevet av Schaller m.fl. (under arbeid). |

3. GEOLOGISKE HOVEDTREKK

Kartet i Fig. 2 gir en svært forenklet oversikt over karbonatbergarter i Ofoten og Sør-Troms basert på NGUs geologiske kartserie i målestokk 1:250.000. Symbolene i dette kartet representerer lokaliteter/forekomster som ved ulike anledninger har vært gjenstand for geologiske undersøkelser og som er analysert på karbonatbundet jern og mangan.

Den geologiske oppbyggingen i regionen er ytterst kompleks, og representerer en samspill mellom forskjellige geologiske prosesser. Kompleksiteten er til en viss grad antydnet i den geologiske lagrekken (tektonostratigrafisk inndeling) vist i Fig. 3 (etter Melezhik m.fl. 2003).

Selv om karbonatbergarter i forskjellige varianter utgjør karakteristiske innslag i berggrunnen i store deler av Ofoten og Sør-Troms, så har kun en liten andel kvaliteter som er attraktive mht industriell anvendelse. En viktig faktor er i denne sammenheng lavt innhold av karbonatbundet jern og mangan (som nærmere redegjort for senere i rapporten), jo lavere jo bedre.

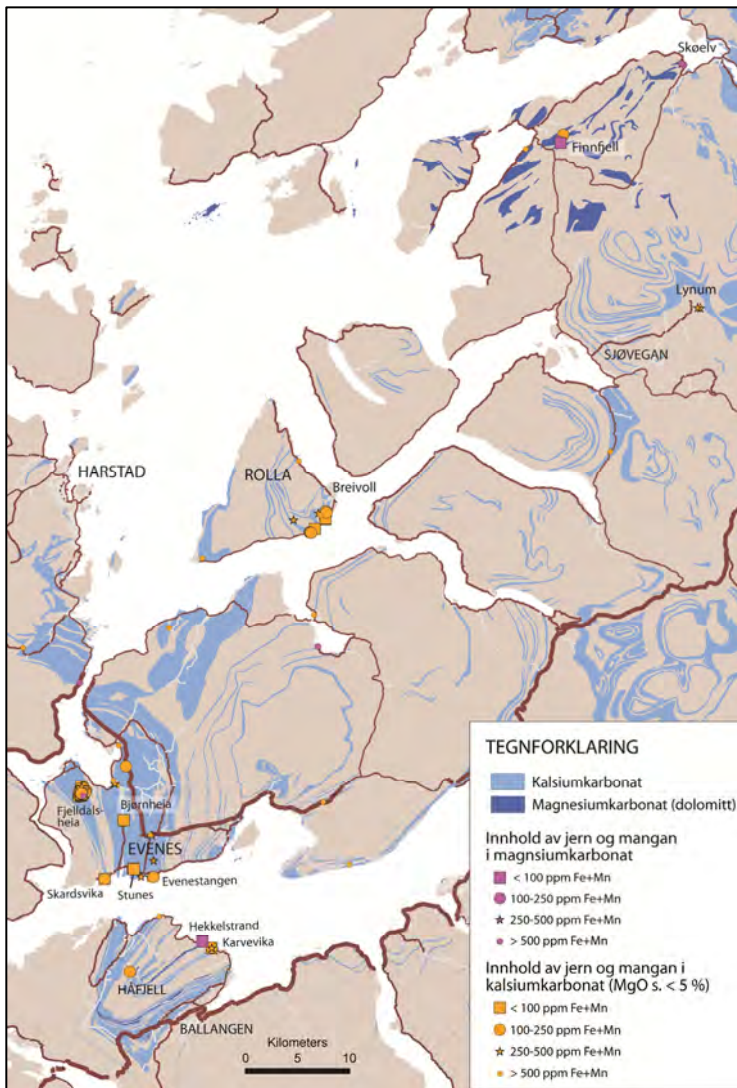
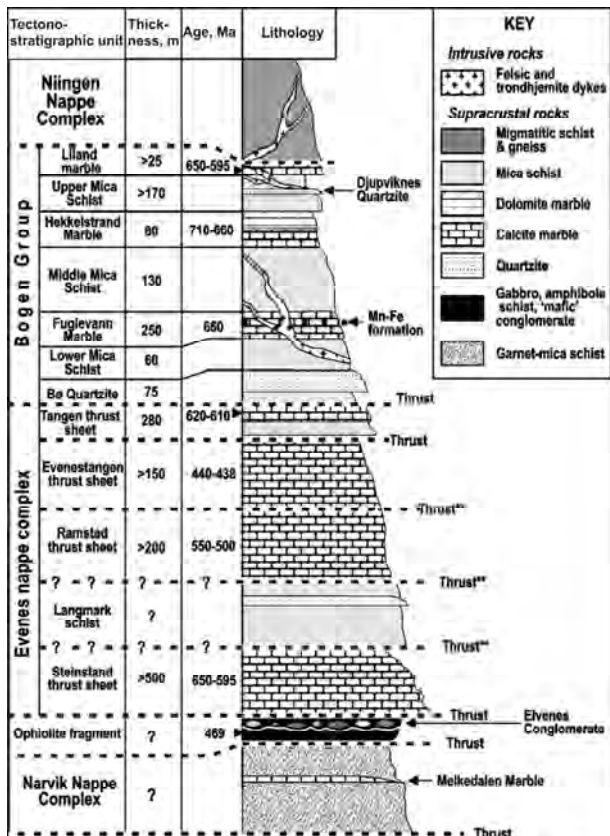


Fig. 2: Opptreden av karbonatforekomster i deler av Ofoten og Sør-Troms, med informasjon om innhold av karbonatbundet jern og mangan for visse lokaliteter/forekomster



Karbonatene i de sentrale og østlige deler av Rolla som er tema i denne rapporten, også kalt Brevollmarmoren, er antatt å tilhøre Bogengruppen (Fig. 3), som er en skyvedekkeenhet som inneholder karbonater av forskjellig karakter og alder. Brevollmarmoren har betydelige kjemiske likhetstrekk med Karvevika karbonathorisont som ligger innenfor Fuglevann marmorenehet i Håfjell på sydsiden av Ofotfjorden (se Korneliussen m.fl. 2011 for nærmere informasjon om Karvevika forekomsten). Karbonatene i Evenesområdet så vel som i de stratigrafisk lavere deler av Håfjell tilhører Evenes dekkekompleks (Fig. 3).

Fig. 3: Tektonostratigrafisk inndeling i Ofoten etter Melezhik m. fl. 2003.

Berggrunnen på Rolla (Fig. 4) består i hovedsak av båndet kalkspatmarmor, kvartsitt, glimmerskifer og glimmergneiser med pegmatittisk utvikling, og er geologisk kartlagt av El Saleh (1969).

I vest-sørvest ligger et belte med marmor som strekker seg fra Sør-Rollnes og opp langs vestkysten. Denne ble prøvetatt i 1977 av Mikalsen og Seim (1977), men ble vurdert å være uinteressant til industrielle formål på grunn av bl.a. høyt jerninnhold i karbonatene, høyt innhold av kvarts og glimmer og stedvis høyt innhold av svovelkis. Disse karbonatene tilhører sannsynligvis Evenes dekkekompleks.

De mest interessante bergartene i ressursammenheng er karbonatbergartene på den østlige delen av øya, spesielt ved Breivoll (Breivoll kalkspatmarmor). Prøvelokaliteter i Breivollområdet på Rolla er avmerket på det geologiske kartet i Fig. 4 og innhold av karbonatbundet jern er antydnet ved en fargekode.

Karbonatbergartene på Rolla stuper gjennomgående slakt mot øst, noe som framgår av Fig. 5 som er et fotografi av Rolla sett fra naboøya Andørja. Bergartsserien med vekslende lag av karbonatbergarter (hovedsakelig kalkspatmarmor, men dolomittisk marmor forekommer i visse nivå) og glimmerskifer/gneis i forskjellige varianter utgjør en lagpakke med minst 500 m samlet mektighet. Denne lagpakken er godt blottet i fjellområdet på Rolla og stedvis langs sjøen.

Visse lag eller horisonter i denne lagpakken inneholder kalsiumkarbonat med lavt innhold av karbonatbundet jern og mangan (i størrelsesorden 250 ppm $Fe_{icp} + Mn_{icp}$ og lavere) og er derfor av potensiell interesse som råvare for industriell produksjon av høyverdige produkter av kalsiumkarbonat. Slike gode soner kan være tynne (dm-m mektighet) men kan også opptre med mektigheter på 25m eller mer.

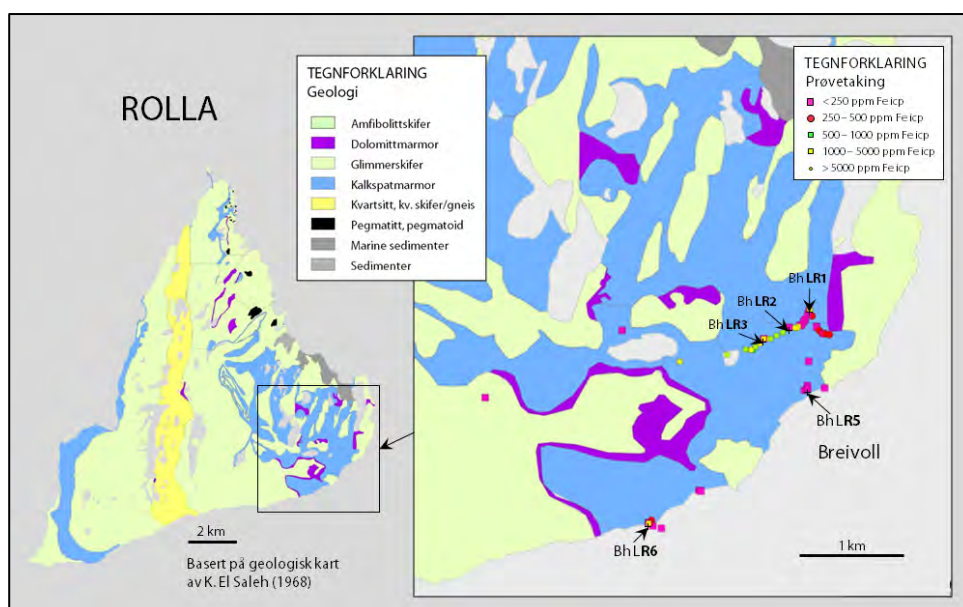


Fig. 4: Geologisk kart, Rolla.



Fig. 5: Oversiktsbilde av Rolla sett fra nordøst (Andørja). Stiplede linjer antyder lagdelingen i karbonat-glimmerskifer lagrekken.

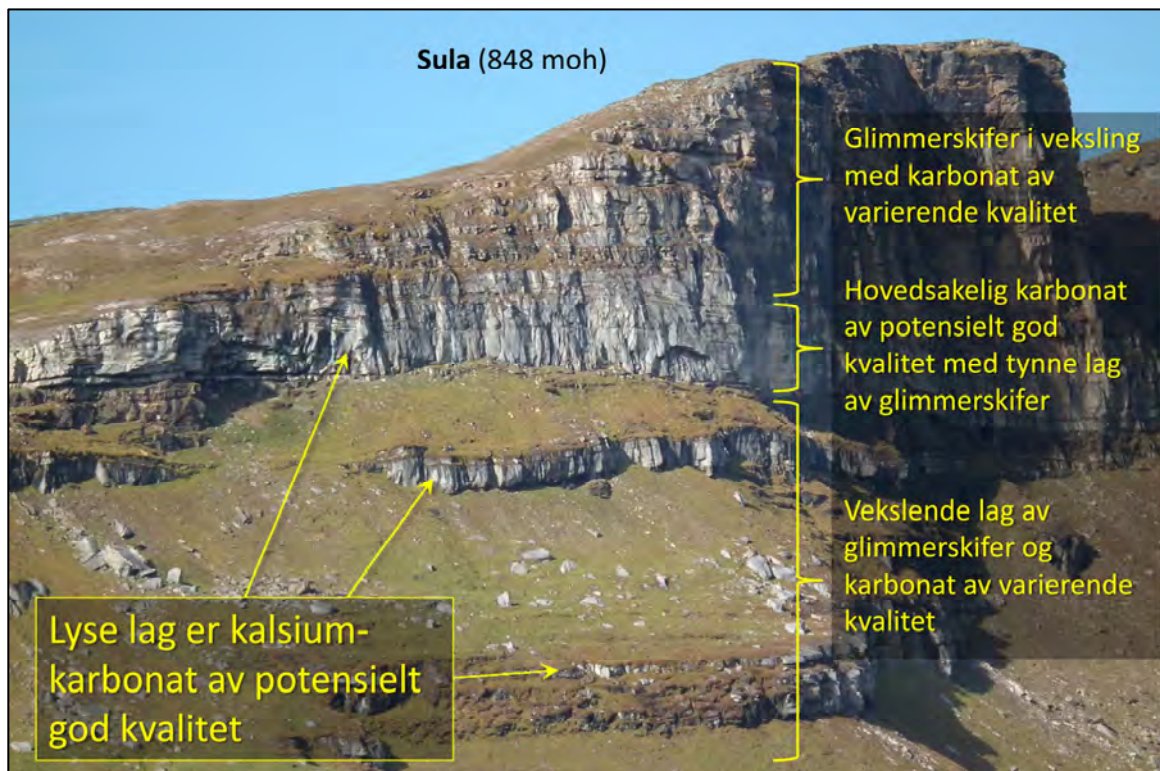


Fig. 6: Fotografi av karbonat-glimmerskifer lagrekken over ca. 400 m mektighet i østsiden av fjellet Sula.



Fig. 7: Fotografi av karbonat-glimmerskifer lagrekken i det nordvestlige fjellområdet på Rolla, sett fra Sula.

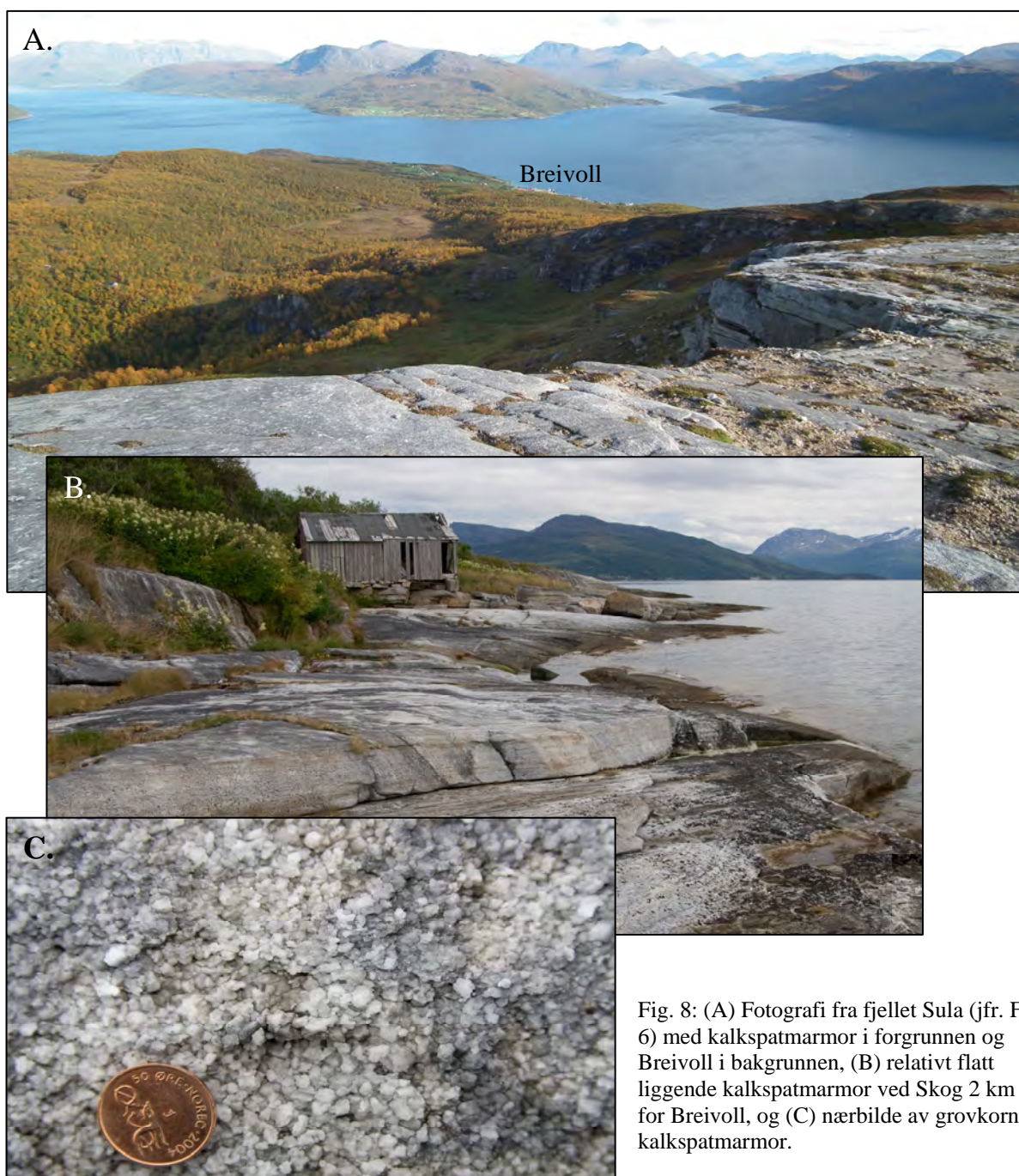


Fig. 8: (A) Fotografi fra fjellet Sula (jfr. Fig. 6) med kalkspatmarmor i forgrunnen og Breivoll i bakgrunnen, (B) relativt flatt liggende kalkspatmarmor ved Skog 2 km SV for Breivoll, og (C) nærbilde av grovkornet kalkspatmarmor.

Soner av hvit kalkspatmarmor er et karakteristisk innslag spesielt i fjellområdet i de sentrale deler av Rolla hvor det er god blottingsgrad, som for eksempel i den nordøstlige fjellsiden av Sula (Fig. 6) som har vekslinger mellom forskjellige karbonatvarianter og glimmerskifer/gneis. Noen av lagene av hvit kalkspatmarmor synes å være av høyren kvalitet, men er ikke nærmere kartlagt. Tilsvarende viser fotografiet i Fig. 7 soner av hvit kalkspatmarmor ved Stortinden nordvest for Sula.

Fig. 8A viser utsikten fra fjellryggen i Sula (se også Fig. 6) østover mot Breivoll, med markant hvit kalkspatmarmor i forgrunnen. Det skogkledde området i bakgrunnen ned mot Breivoll består i hovedsak av karbonatbergarter, jfr. det geologiske kartet i Fig. 4. Fig. 8B viser svaberg av hvit, relativt flatt liggende kalsiumkarbonat av til dels høyren kvalitet ved Skog ca. 2 km sørvest for Breivoll. Fig. 8C er et nærbilde av erosjonsoverflate av hvit, grovkornet kalkspatmarmor.

Selv om skogområdet vest for Breivoll gjennomgående er mye overdekket av løsmasser så stikker det opp kalkspatmarmor en rekke steder. Fotografiet i Fig. 9 er av en skrent like øst for Ibestadvatnet med hvit kalkspatmarmor i veksling med lag av glimmerskifer (brunlig).



Fig. 9: Vekslende kalkspatmarmor (hvit) og glimmerskifer (brunlig) i fjellskrent øst for Ibestadvatnet, 2 km vest for Breivoll.

4. FELTUNDERSØKELSER

Tre typer prøvetaking er utført (Fig. 10): (1) Prøvetaking med hammer/slegge i godt tilgjengelige blotninger i veiskjæringer og i godt blottet fjell langs sjøen, i form av en rekke små prøver som slås sammen til en samleprøve som analyseres. (2) Borkaks prøvetaking med bærbar boremaskin; det bores et 60-70 cm dypt hull og borkakset samles opp for analysering. Begge disse prøvemethodene gir representative prøver men er likevel kun å betrakte som overflate punktprøver. (3) Den tredje prøvemethoden er kjerneboring som gir kontinuerlige prøver fra overflaten og nedover. I dette tilfellet er det benyttet en lastebilmontert borerigg (kalt LITO borerigg, Fig. 10) og det er boret inntil 25m lange hull. Fig. 10C viser borkjerner i kjernebaker som er lagret ved NGUs kjernelager på Løkken.



Fig. 10: (A) Fotografier av borkaks prøvetaking, (B) kjerneboring fra lastebil med (C) fastmontert kjerneborutstyr, og (D) borkjerner i kjernebaker.

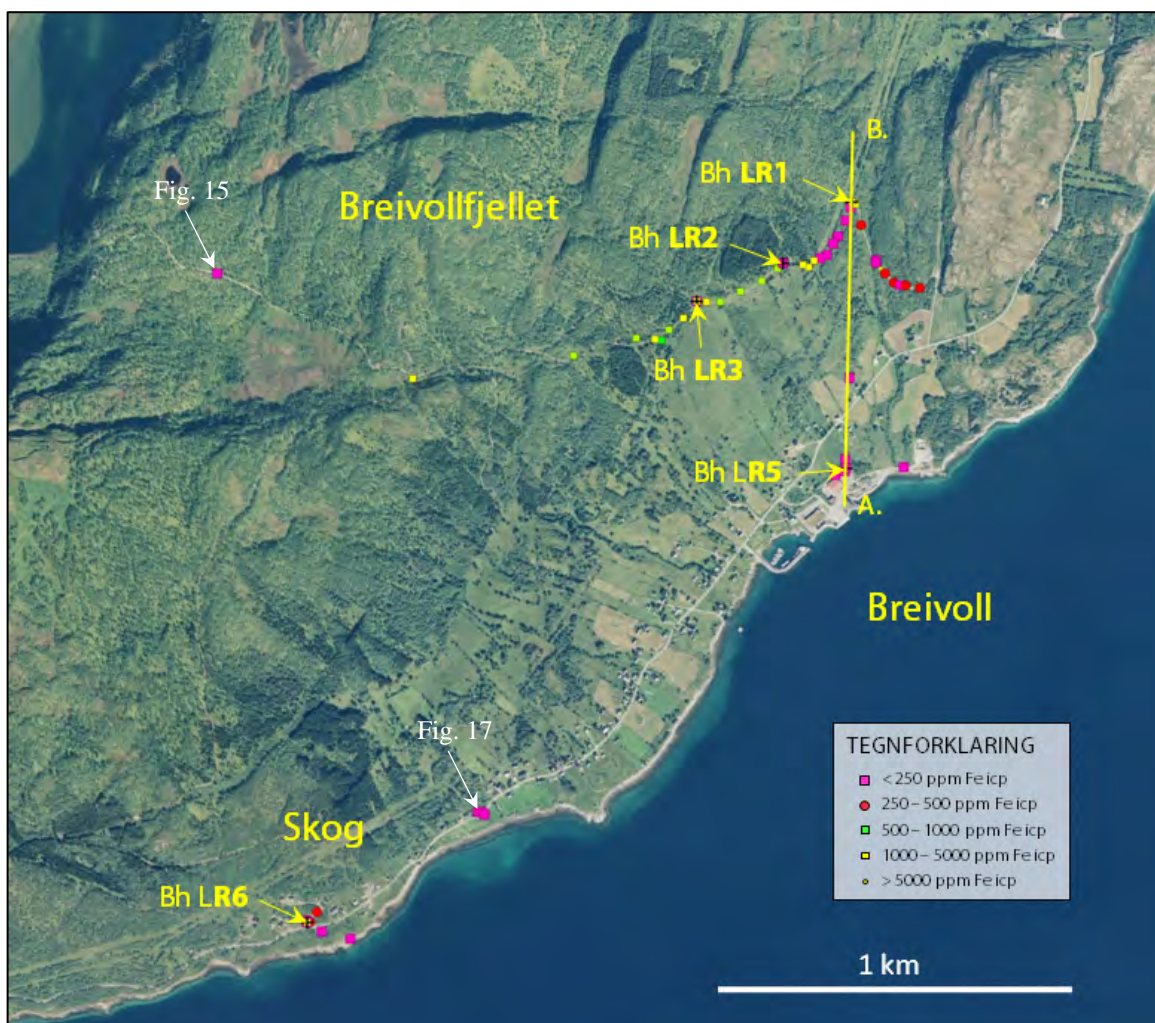


Fig. 11: Oversiktskart over prøvelokaliteter i Skog-Breivoll-området plottet på flybildebakgrunn. Den gode karbonatsonen med minst 25 m mektighet synes å strekke seg (bare stedvis blottet) mellom Skog og Breivoll, oppover lia nordover fra Breivoll, og videre mot vest under karbonatbergarter av dårlig kvalitet som opptrer i veksling med glimmerskifer, og er igjen blottet i overflaten i skogsbilveien like øst for Ibestadvatnet (Fig. 15).



Fig. 12: Profil fra Breivoll og oppover lia mot Breivollfjellet med antydnet lagdeling. Plasseringen av profilet framgår av Fig. 11 og 13. God karbonat ligger i dette profilet i fjelloverflaten (men er i stor grad tildekket av løsmasser). Videre vestover i lia synes denne gode karbonatenheten å være overlagret av karbonat av dårlig kvalitet i veksling med soner av glimmerskifer, og er først igjen funnet like øst for Ibestadvatnet (Fig. 15).

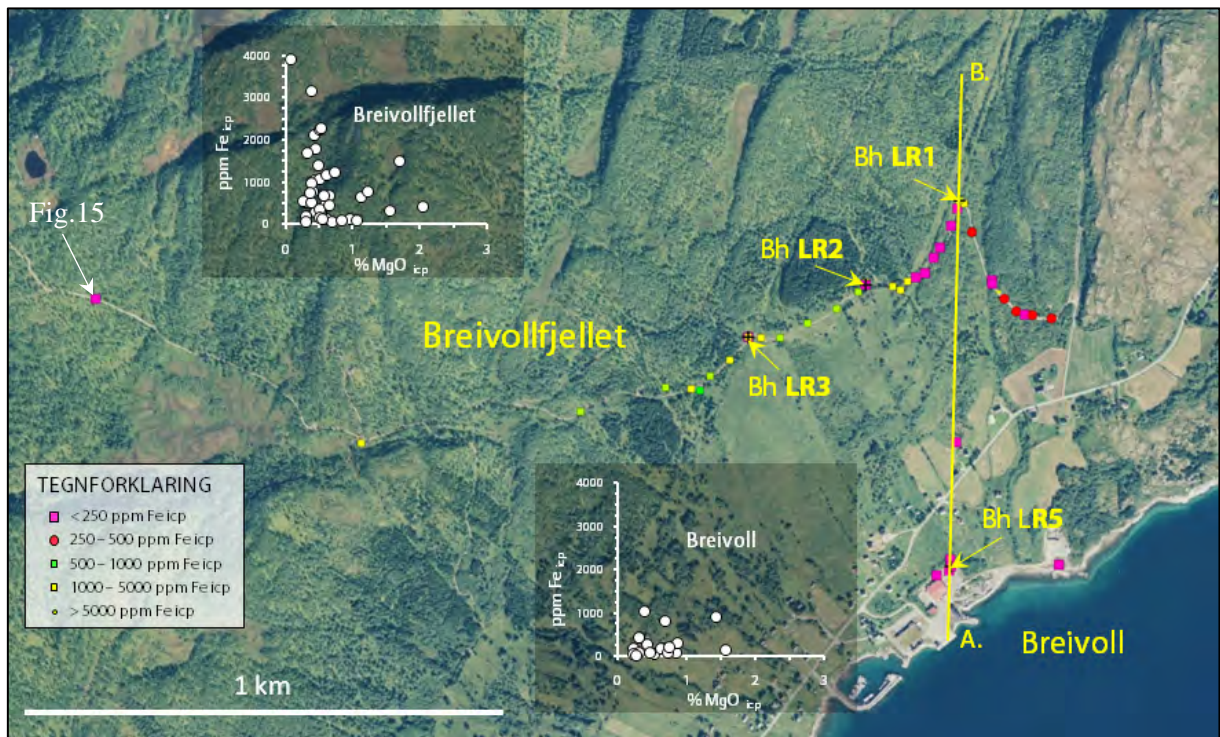


Fig. 13: Prøvelokaliteter i Breivollområdet plottet på flybildebakgrunn.

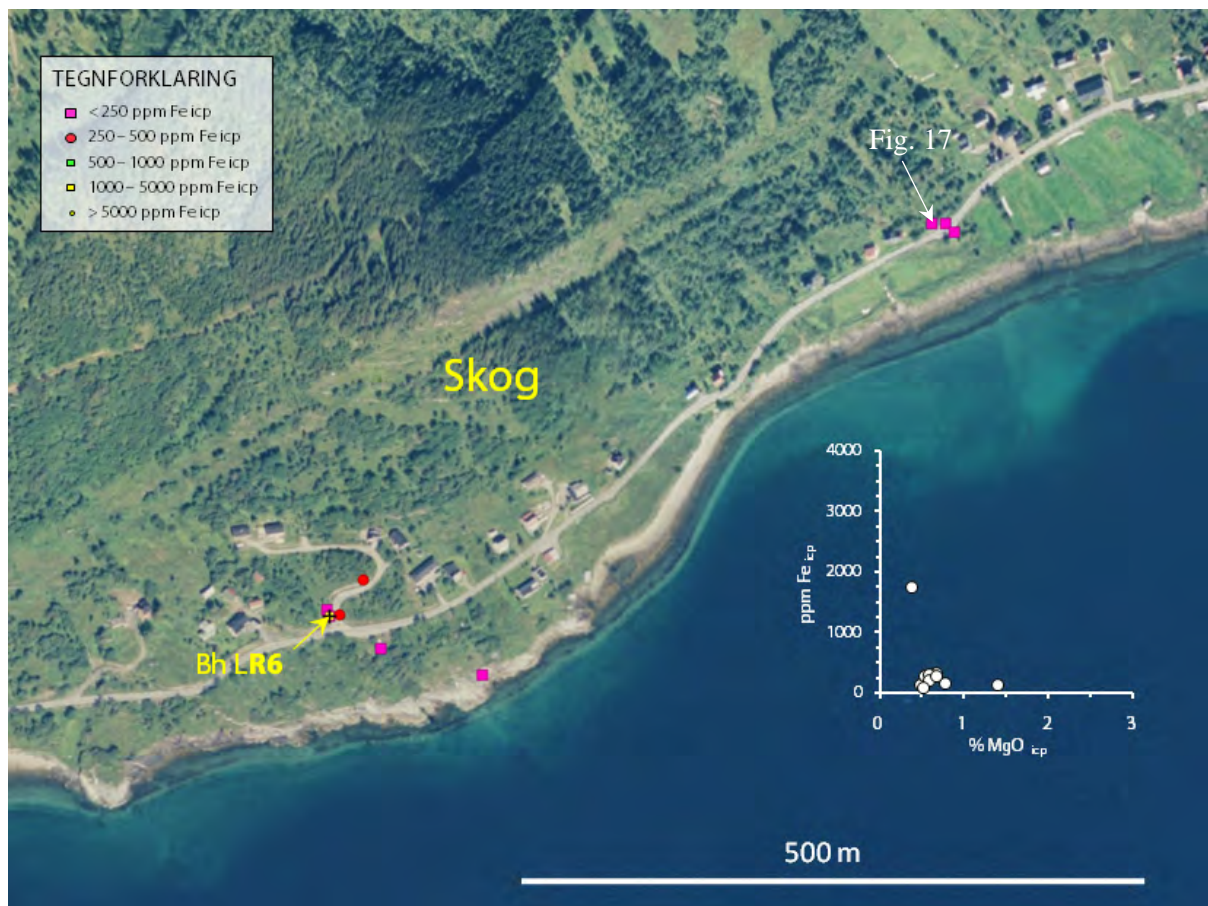


Fig. 14: Prøvelokaliteter ved Skog plottet på flybildebakgrunn.

Langs skogsbilveien fra Breivoll mot Ibestadvatnet opptrer blotninger av karbonat. Fotografiet i Fig. 15 viser hvit kalkspatmarmor ved denne skogsbilveien 3-400m øst for Ibestadvatnet. I dette tilfellet inneholder bergarten kalsiumkarbonat av høyren kvalitet og kan tenkes å representere den samme sonen av høyren kalsiumkarbonat som den i Breivoll sentrum, men som nede i lia mot vest stikker under lag av ikke-høyren karbonat og glimmerskifer.

Fig. 16A er et eksempel på blotning av kalsiumkarbonat ved den samme skogsbilveien nede i lia mot Breivoll. I dette området nede i lia ble det tatt en rekke borkaks prøver samt boret tre kjerneborehull, som det framgår senere i rapporten.



Fig. 15: Skogsbilvei like øst for Ibestadvatnet med blotninger av høyren kalkspatmarmor.

Lokaliteten i Fig. 15 er viktig fordi den bekrefter at visse nivå i karbonatlagrekken har høy kvalitet og at slike nivå kan gjenfinnes en rekke steder. Dette støtter også tolkningen at soner av høyverdig kalkspatmarmor opptrer over arealer av atskillige km², men hvorav store deler ligger under ikke-attraktive bergarter som karbonat av dårlig kvalitet og glimmerskifer/gneis, eventuelt er tildekket av løsmasser (jord og morene).

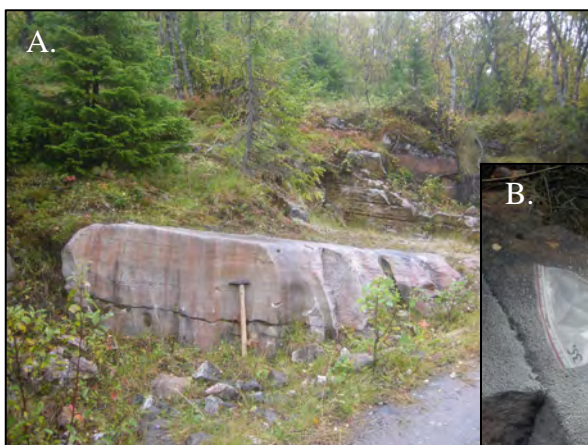


Fig. 16: (A) Skogsbilvei i Breivollia med blotning av kalkspatmarmor og (B) hull og rester av borkaks etter borkaks prøvetaking.



Fig. 17: Blotning av høyren kalkspatmarmor i veiskjæring 1 km SV for Breivoll.

Fig. 17 er fra en veiskjæring med høyren kalkspatmarmor mellom Breivoll og Skog, mens Fig. 18 og 19 er nærbilder av tilsvarende hvit og grovkornet kalkspatmarmor, henholdsvis fra Breivoll (Bh LR5) og Skog (Bh LR6). Fig. 20 viser kalkspatmarmor med vekslende lag av glimmerskifer fra borhull LR2 i Breivollia.

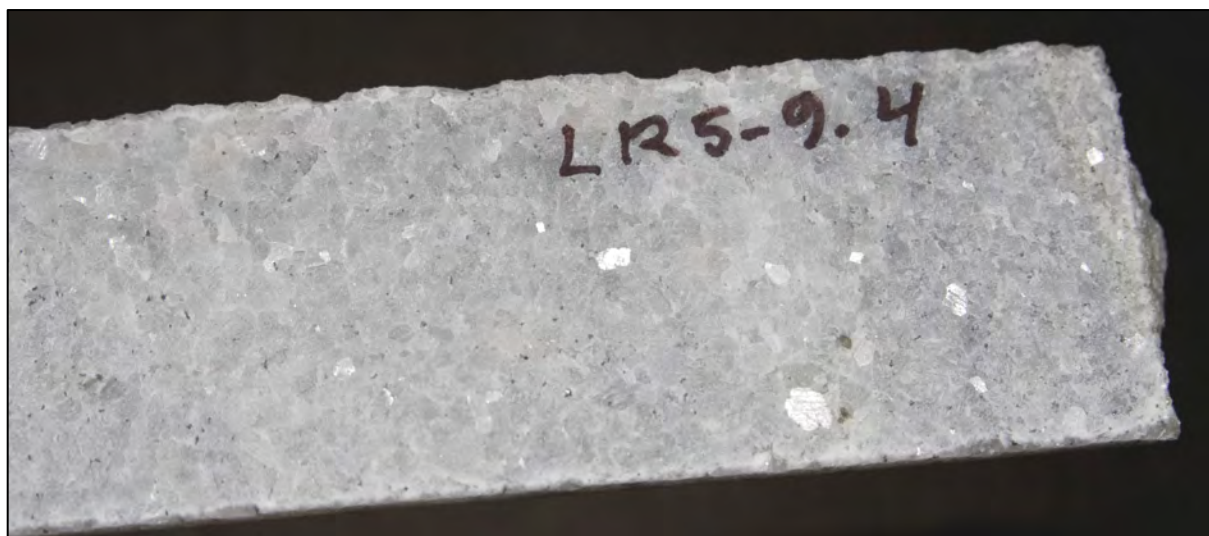


Fig. 18: Grovkornet kalkspatmarmor fra borhull LR5, Breivoll.

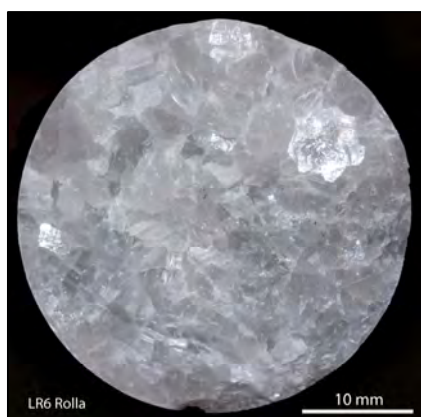


Fig. 19: Tverrsnitt av borkjerne av grovkornet kalkspatmarmor i borhull LR6, Skog.

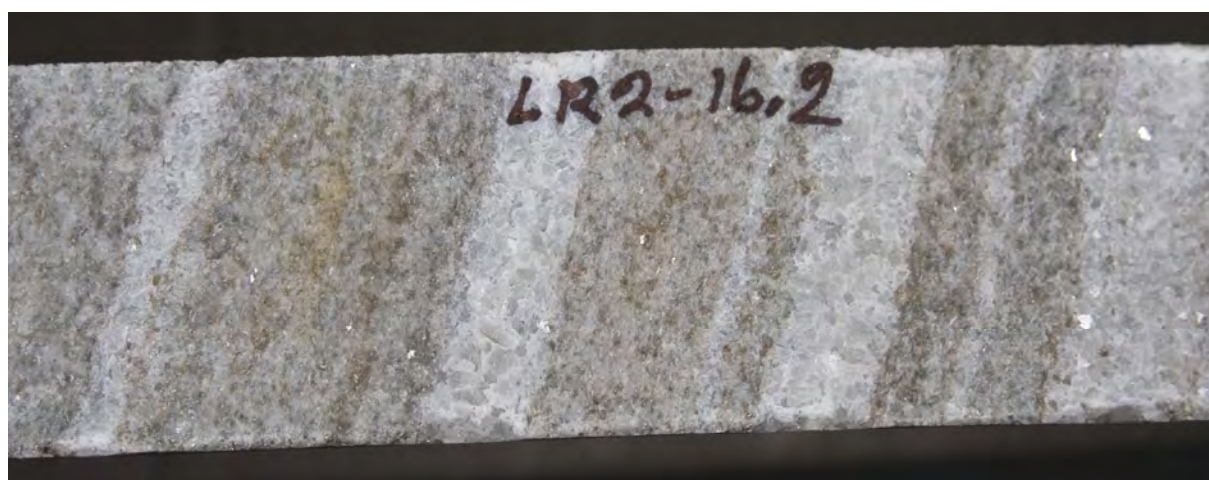


Fig. 20: Kalkspatmarmor med glimmerrike lag (glimmerskifer) i borhull LR2, Breivollia (Breivollfjellet).

5. MINERALOGI OG KJEMI

En karbonatbergarts kjemiske og mineralogisk sammensetning er avgjørende for egnetheten for industriell anvendelse. Dagens metodikk for produksjon av høyren⁴ kalsiumkarbonat (GCC – Ground Calcium Carbonate) baserer seg på knusing og mølling av bergarten og anrikning av det verdifulle kalsiumkarbonatmineralet med en kombinasjon av mekaniske og kjemiske teknikker. I Norge skjer dette i dag ved bedriften Hustadmarmor ved Elnesvågen i Møre og Romsdal, hovedsakelig basert på kalsiumkarbonat (kalkspatmarmor) fra Akselbergforekomsten i Brønnøy (Brønnøy Kalk). For at slik prosessering skal kunne la seg gjøre bør bergarten være grovkornet og ha rene mineralkorn med lite inneslutninger av andre mineraler, i tillegg til at innholdet av karbonatbundet jern og mangan må være lavt.

Kalkspatmarmoren i Breivollområdet har gjennomgående en grov mineraltekstur med lite inneslutninger av andre mineraler som vist i SEM-bildet i Fig. 21. Denne type tekstur med relativt rene mineralkorn med lite inneslutninger av andre (uønskede) mineraler er gunstig for produksjon av et rent produkt⁵. Som sammenligning vises i Fig. 22 et SEM-bilde av en kalkspatmarmor fra Rørvika ved Evenes (jfr. Korneliussen m.fl. 2011) hvor det verdifulle karbonatmineralet er pepret med inneslutninger av andre mineraler, som er ugunstig fordi det kan bli problematisk å lage et rent karbonatprodukt.

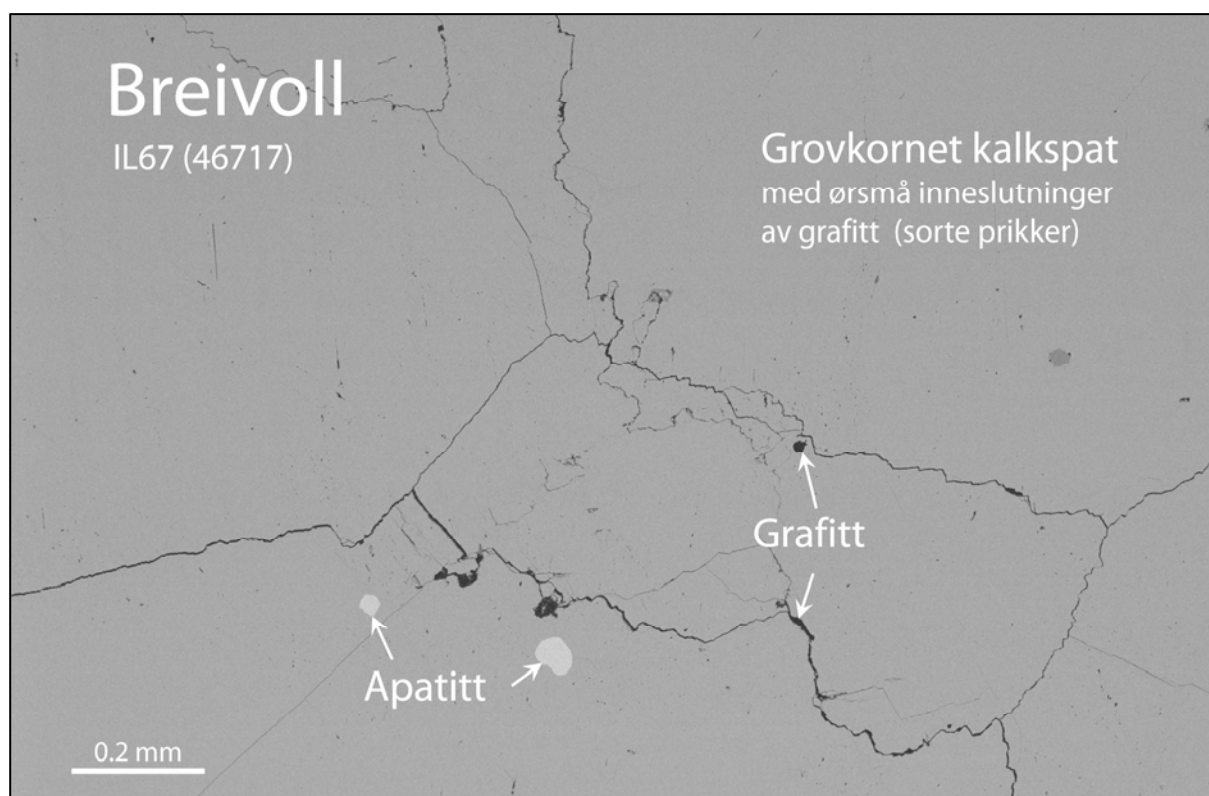


Fig. 21: SEM-bilde av kalkspatmarmor fra Breivoll. Denne bergarten har ganske rene mineralkorn med lite inneslutninger av andre mineraler og vil sannsynligvis være prosesserbar⁵.

⁴ Som også påpekt andre steder i denne rapporten er det for kalsiumkarbonat ønskelig at innholdet av karbonatbundet jern (og mangan) er lavest mulig, helst under 250 ppm. Det vil da i prinsippet kunne være mulig å lage et verdifullt mineralprodukt med høy hvithet (karbonatbundet jern og mangan reduserer hvitheten). I tillegg er det ønskelig at magnesiuminnholdet er lavest mulig, helst under 1 % MgO.

⁵ Denne type vurdering er kun indikativ i og med at kun reell mineralprosessering kan avklare hvorvidt det faktisk kan la seg gjøre å produsere høyverdige karbonatprodukter. Mineralogisk og kjemisk informasjon av den type som oppgis i denne rapporten er kun et hjelpemiddel for å vurdere hvilke forekomster som kan tenkes å være egnet og som bør undersøkes videre.

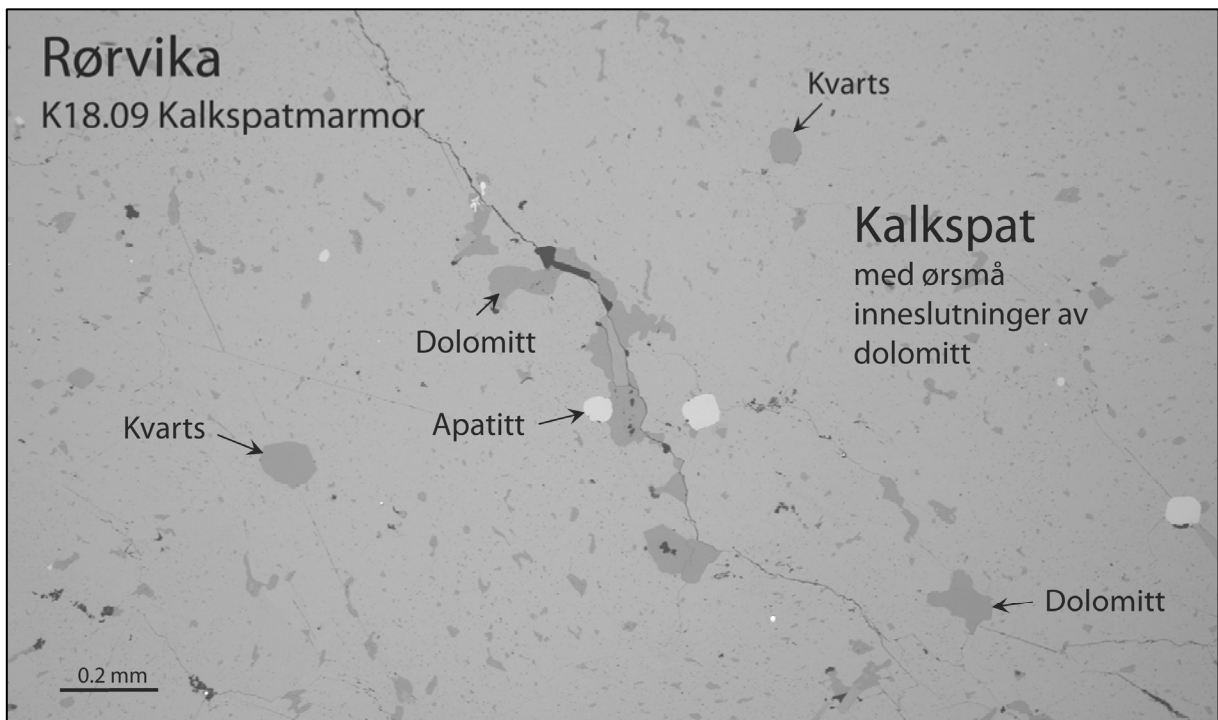


Fig. 22: SEM-bilde av kalkspatmarmor fra Rørvika ved Evenes (se Korneliussen m.fl. 2011). Denne bergarten har lavt innhold av karbonatbundet jern og mangan, men fordi den har mye inneslutninger av andre mineraler vil den sannsynligvis være vanskelig å prosessere (jfr. Fig. 21).

Innsamlede prøver er analysert med XRF, ICP og LECO ved NGU Lab⁶. Vedlegg 1 gir en oppsummering av analysedata. I tillegg er det utført målinger direkte på kjernene med bærbar XRF av type Niton XL3. En komplett tilrettelegging av analysedata vil bli utført i forbindelse med en landsomfattende karbonatrapport (Raanes m.fl., under arbeid). Borkjernene er beskrevet i detalj av Schaller m. fl. (2011).

Figurene nedenfor – ett plott for hvert borhull, er en forenklet framstilling av kjemiske og mineralogiske variasjoner langs hullene. Den ene delplottet viser beregnet mineralinnhold av Ca,Mg-karbonat (dolomitt), Ca-karbonat (kalkspat) og Andre mineraler. Det andre delplottet viser innholdet av karbonatbundet jern (Fe syreløselig, ICP-analyse), totalinnhold av jern (Fe totalt, XRF-analyse) og totalinnhold av jern (Fe totalt, analysert med Niton bærbar XRF).

⁶ Detaljert informasjon om analysemetoder fås ved henvendelse til NGU Lab.

6. KJERNEBORING OG ANNEN PRØVETAKING

6.1 Borhull LR1 Breivollia (Breivollfjellet)

UTM-koordinater (sone 33): 587054 Øst, 7629954 Nord
Retning: Vertikalt

Borehullet er ett av tre borehull som ble boret langs en skogsbilvei i Breivollia (bomvei fra Breivoll til Ibestadvatnet) for å få representative kjerneprøver ulike steder i karbonat lagrekken.

Bh LR1 starter i en uren kalkspatmarmor med høyt innhold av karbonatbundet jern og mangan (henholdsvis 1220 ppm Fe_{icp} og 95 ppm Mn_{icp} , jfr. Tabell 2), og går så over i glimmerskifer. Hullet ble stoppet etter 14.5 m. Jfr. Schaller m. fl. (2011) for mer detaljert informasjon.

Sannsynligvis er dette hullet for lavt i karbonatserien til å treffe den (eller de) høyverdige karbonatsonen.

Dette borehullet skjærer følgende ikke karbonat av økonomisk interesse.

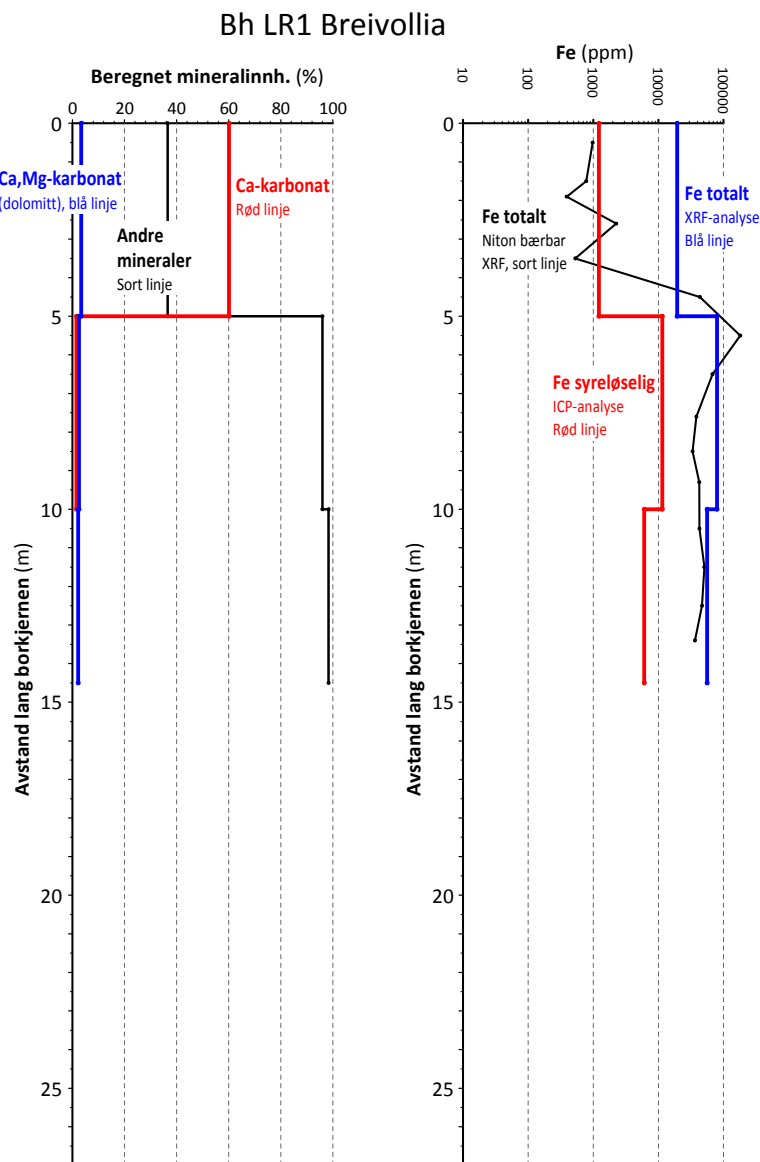


Fig. 23: Borhull LR1 Breivollfjellet.

Tabell 2: Analysesammendrag* for borekjerne LR1 (Breivollia).

| Bh | Prøve | | XRF (%) | | | | | | LECO (%) | | | ICP (%) | | ICP (ppm) | | | | | Beregnet | | |
|---------------|----------------|--------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|-------|------------------|----------|------|-------|---------|-------|-----------|----|------|------|----------|----------|-------|--|
| | Bh-Fra-Til (m) | NGU no | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | MgO | CaO | K ₂ O | S | C | TOC | MgO | CaO | Fe | Mn | Sr | P | Kalkspat | Dolom. | Andre | |
| LR1 | LR1_00-05 | 101686 | 19,80 | 4,09 | 2,78 | 2,31 | 39,40 | 0,84 | 0,12 | 8,31 | 0,13 | 0,73 | 34,84 | 1220 | 95 | 1410 | 467 | 60,12 | 3,34 | 36,54 | |
| LR1 | LR1_05-10 | 101687 | 60,40 | 10,70 | 11,40 | 4,17 | 7,44 | 2,45 | 0,21 | 0,16 | -0,10 | 0,55 | 1,62 | 11500 | 89 | 48 | 2000 | 1,53 | 2,50 | 95,97 | |
| LR1 | LR1_10-14 | 101688 | 62,50 | 16,70 | 8,04 | 3,00 | 2,24 | 3,27 | 0,34 | 0,12 | 0,16 | 0,48 | 0,36 | 6090 | 44 | 11 | 540 | -0,54 | 2,19 | 98,35 | |
| Gjennomsnitt: | | | 47,57 | 10,50 | 7,41 | 3,16 | 16,36 | 2,19 | 0,23 | 2,86 | 0,06 | 0,58 | 12,27 | 6270 | 76 | 490 | 1002 | 20,37 | 2,67 | 76,96 | |

* Analysene er for 5m-intervaller, og starten av hvert intervall er oppgitt i kolonnen Pos. (m).

6.2 Borhull LR2 Breivollia

UTM-koordinater (sone 33): 586860 Øst, 7629780 Nord
Retning: Vertikalt

Bh LR2 inneholder relativt uren karbonat med høyt innholdet av ikke-karbonat mineraler (mellom 17 og 42 % beregnet innhold av andre mineraler, jfr. Tabell 3), og med unntak av det nederste intervallet (20-25 m) er innholdet av karbonatbundet jern og mangan er forholdsvis høyt.

Kun den nederste del av dette borehullet har kvaliteter av potensielt god kvalitet.

Sannsynligvis ligger hullet noe for høyt i karbonatserien i forhold til det beste nivået. En rekke borkaksprøver mellom dette hullet og Bh LR1 (noe lavere i karbonatserien) inneholder karbonat av høyverdig kvalitet. Det kan synes som om den nedre delen av dette hullet har truffet det gode karbonatnivået, som følgelig strekker seg fra ca. 20 m dybde på dette stedet og et stykke videre nedover.

Se Schaller m. fl. (2011) for mer detaljert informasjon om borkjernen.

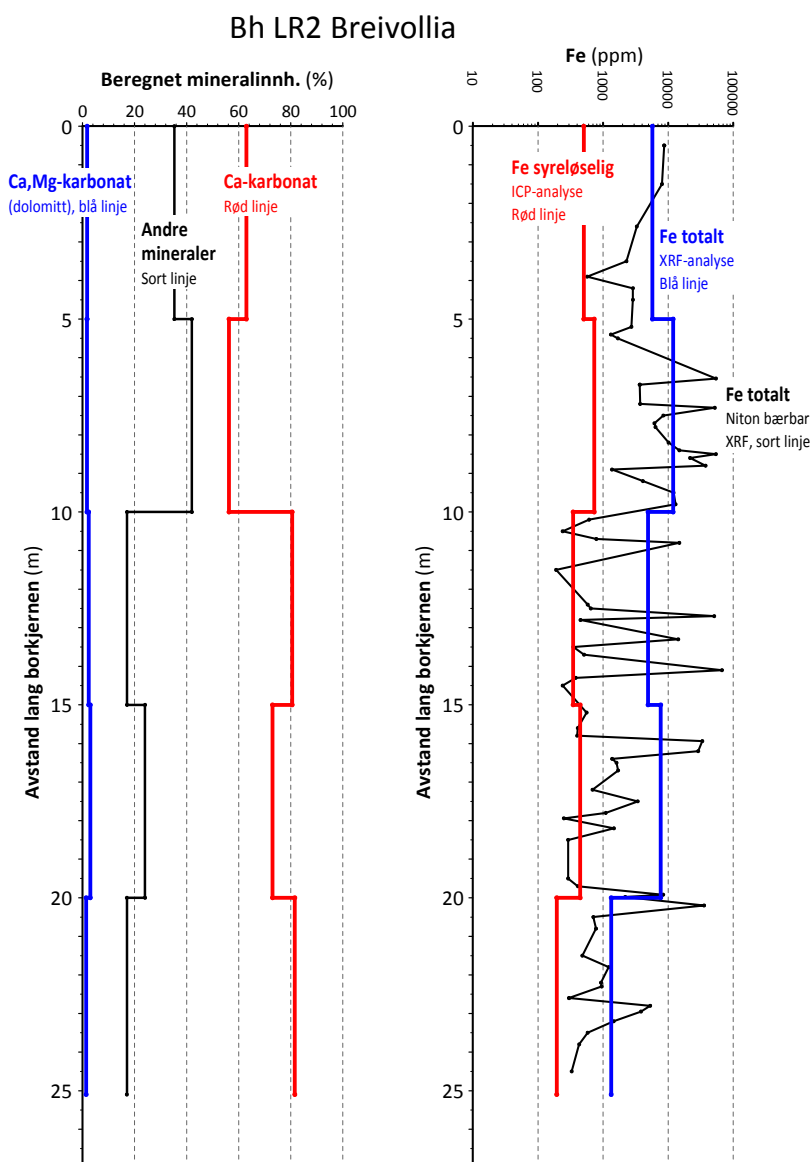


Fig. 24: Borhull LR2 Breivollfjellet.

Tabell 3: Analysesammendrag* for borekjerne LR2 (Breivollia).

| Bh | Prøve Bh-Fra-Til (m) | NGU no | XRF (%) | | | | | | LECO (%) | | | ICP (%) | | ICP (ppm) | | | | Beregnet | | |
|---------------|-------------------------|--------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|-------|------------------|----------|-------|------|---------|-------|-----------|-----|------|-----|----------|--------|-------|
| | | | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | MgO | CaO | K ₂ O | S | C | TOC | MgO | CaO | Fe | Mn | Sr | P | Kalkspat | Dolom. | Andre |
| LR2 | LR2_00-05 | 101689 | 18,70 | 2,50 | 0,82 | 4,22 | 41,50 | 0,40 | 0,04 | 9,59 | 0,45 | 0,38 | 35,95 | 505 | 92 | 2050 | 607 | 62,96 | 1,76 | 35,27 |
| LR2 | LR2_05-10 | 101690 | 22,50 | 3,15 | 1,71 | 4,22 | 39,10 | 0,31 | 0,09 | 8,52 | 0,52 | 0,37 | 32,18 | 733 | 127 | 1720 | 729 | 56,28 | 1,70 | 42,02 |
| LR2 | LR2_10-15 | 101691 | 5,03 | 1,89 | 0,70 | 0,92 | 51,30 | 0,08 | -0,01 | 11,85 | 0,15 | 0,51 | 46,03 | 347 | 56 | 2110 | 371 | 80,55 | 2,36 | 17,09 |
| LR2 | LR2_15-20 | 101692 | 11,30 | 2,53 | 1,10 | 1,25 | 46,10 | 0,52 | 0,06 | 10,37 | 0,16 | 0,65 | 41,97 | 446 | 162 | 1950 | 351 | 73,00 | 2,99 | 24,02 |
| LR2 | LR2_20-25 | 101693 | 8,13 | 1,59 | 0,19 | 0,38 | 49,70 | 0,12 | 0,01 | 11,36 | 0,15 | 0,30 | 46,31 | 194 | 44 | 2410 | 351 | 81,57 | 1,38 | 17,04 |
| Gjennomsnitt: | | | 13,13 | 2,33 | 0,91 | 2,20 | 45,54 | 0,28 | 0,04 | 10,34 | 0,29 | 0,44 | 40,49 | 445 | 96 | 2048 | 482 | 70,87 | 2,04 | 27,09 |

* Analysene er for 5m-intervaller, og starten av hvert intervall er oppgitt i kolonnen Pos. (m).

6.3 Borhull LR3 Breivollia

UTM-koordinater (sone 33): 586617 Øst, 7629672 Nord
Retning: Vertikalt

Innholdet av karbonatbundet jern (og mangan) er gjennomgående høyt unntatt for analyseintervallet 10-15 m.

Av de analyserte intervallene har kun intervallet 10-15m interessante kvaliteter med henholdsvis 115 ppm Fe_{icp} og 43 ppm Mn_{icp} .

Dette hullet som er plassert noe høyere oppe i lia (Breivollia/Breivollfjellet) enn hullene LR1 og LR2, ligger også høyere i karbonat lagrekken. Det gode nivået (Breivoll-nivået, jfr. Bh LR5) ligger følgelig på større dyp.

LR3 inneholder flere soner med høyverdig karbonat hvorav kun én er såpass mektig at den kommer fram i analysene (analyseintervall 10-15m).

Lenger nede i hullet opptrer flere tynne soner av god kvalitet; disse er for tynne til å fanges opp av analysene som er basert på 5m-intervaller, men antydes ved relativt lave verdier av totalt jern analysert med Niton bærbar XRF.

Se Schaller m. fl. (2011) for mer detaljert informasjon om kjernen.

Bh LR3 Breivollia

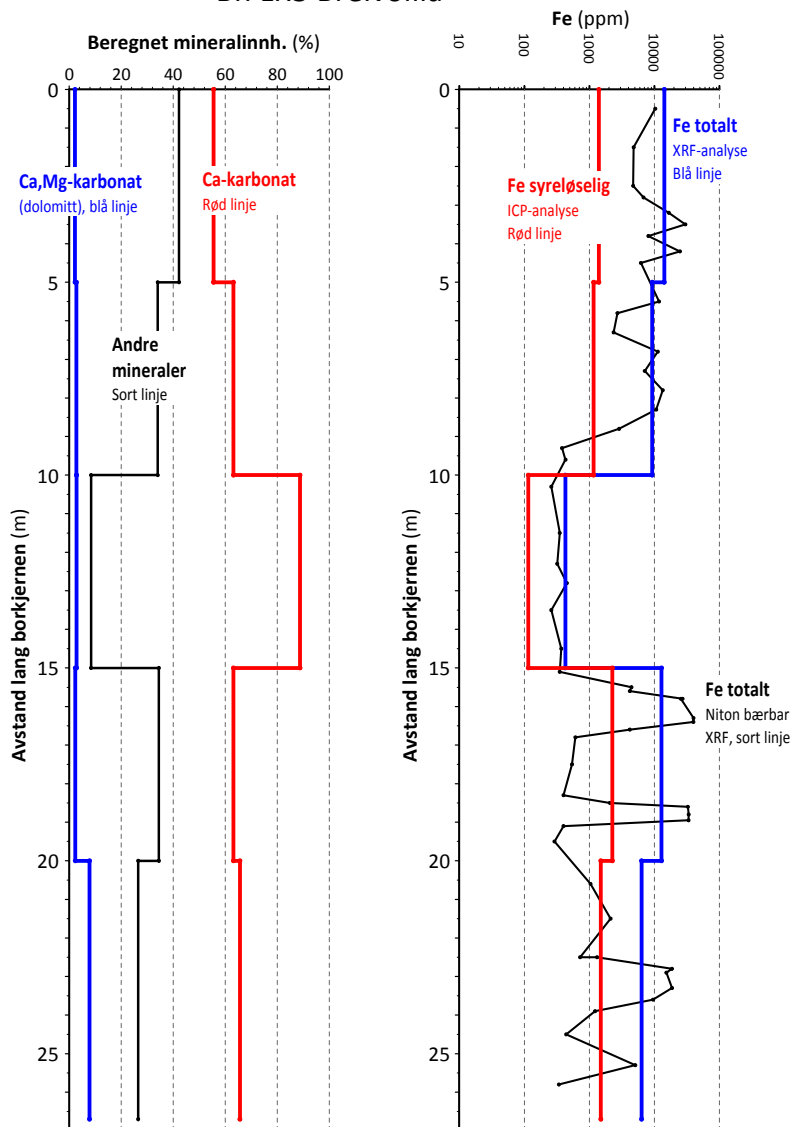


Fig. 25: Borhull LR3 Breivollfjellet.

Tabell 4: Analysesammendrag* for borekjerne LR3 (Breivollia).

| Bh | Prøve Bh-Fra-Til (m) | NGU no | XRF (%) | | | | | | LECO (%) | | | ICP (%) | | ICP (ppm) | | | | Beregnet | | |
|---------------|-------------------------|--------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|-------|------------------|----------|-------|------|---------|-------|-----------|-----|------|-----|----------|--------|-------|
| | | | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | MgO | CaO | K ₂ O | S | C | TOC | MgO | CaO | Fe | Mn | Sr | P | Kalkspat | Dolom. | Andre |
| LR3 | LR3_00-05 | 101694 | 23,00 | 2,64 | 2,03 | 5,36 | 38,00 | 0,24 | 0,10 | 8,27 | 0,72 | 0,49 | 31,90 | 1400 | 210 | 1640 | 937 | 55,49 | 2,25 | 42,26 |
| LR3 | LR3_05-10 | 101695 | 18,40 | 1,84 | 1,32 | 4,11 | 42,10 | 0,22 | 0,07 | 9,58 | 0,72 | 0,61 | 36,37 | 1160 | 179 | 1780 | 833 | 63,15 | 2,79 | 34,06 |
| LR3 | LR3_10-15 | 101696 | 0,74 | 0,13 | 0,06 | 0,70 | 52,90 | 0,01 | -0,01 | 12,68 | 0,17 | 0,62 | 50,78 | 115 | 43 | 2290 | 316 | 88,75 | 2,83 | 8,42 |
| LR3 | LR3_15-20 | 101697 | 19,00 | 4,25 | 1,84 | 1,16 | 40,60 | 0,93 | 0,13 | 8,92 | 0,12 | 0,51 | 36,23 | 2260 | 117 | 1920 | 459 | 63,14 | 2,36 | 34,50 |
| LR3 | LR3_20-26 | 101698 | 14,10 | 2,93 | 0,91 | 2,88 | 42,80 | 0,69 | 0,05 | 9,77 | 0,23 | 1,71 | 39,31 | 1500 | 239 | 1110 | 407 | 65,65 | 7,83 | 26,53 |
| Gjennomsnitt: | | | 15,05 | 2,36 | 1,23 | 2,84 | 43,28 | 0,42 | 0,07 | 9,84 | 0,39 | 0,79 | 38,92 | 1287 | 158 | 1748 | 590 | 67,24 | 3,61 | 29,15 |

* Analysene er for 5m-intervaller, og starten av hvert intervall er oppgitt i kolonnen Pos. (m).

6.4 Borhull LR5 Breivoll

UTM-koordinater (sone 33): 587037 Øst, 7629197 Nord
Retning: Vertikalt

Dette hullet er boret i industriområdet like ved sjøen i Breivoll og har et gjennomsnittlig lavt innhold av karbonatbundet jern og mangan, henholdsvis 177 ppm Fe_{icp} og 48 ppm Mn_{icp} (Tabell 5).

Borehullet ender i karbonat av god kvalitet og en vet følgelig ikke hvor mektig denne gode sonen er utover de 25 m som hullet representerer.

Dette antas å være den samme sonen som er plottet stedvis i de nedre deler av skogbilveien i Breivollia, jfr. borkaksprøver med lavt innhold av syreløselig jern (Fig. 19), og er også påvist i de nedre deler av Bh LR2.

Høyverdig kalkspatmarmor i skogsbilveien like øst for Ibestadvannet (jfr. Fig. 15, lokaliteten framgår også av kartet i Fig. 13) kan tenkes å representere den samme sonen.

Se Schaller m. fl. (2011) for mer detaljert informasjon om kjernen.

Bh LR5 Breivoll

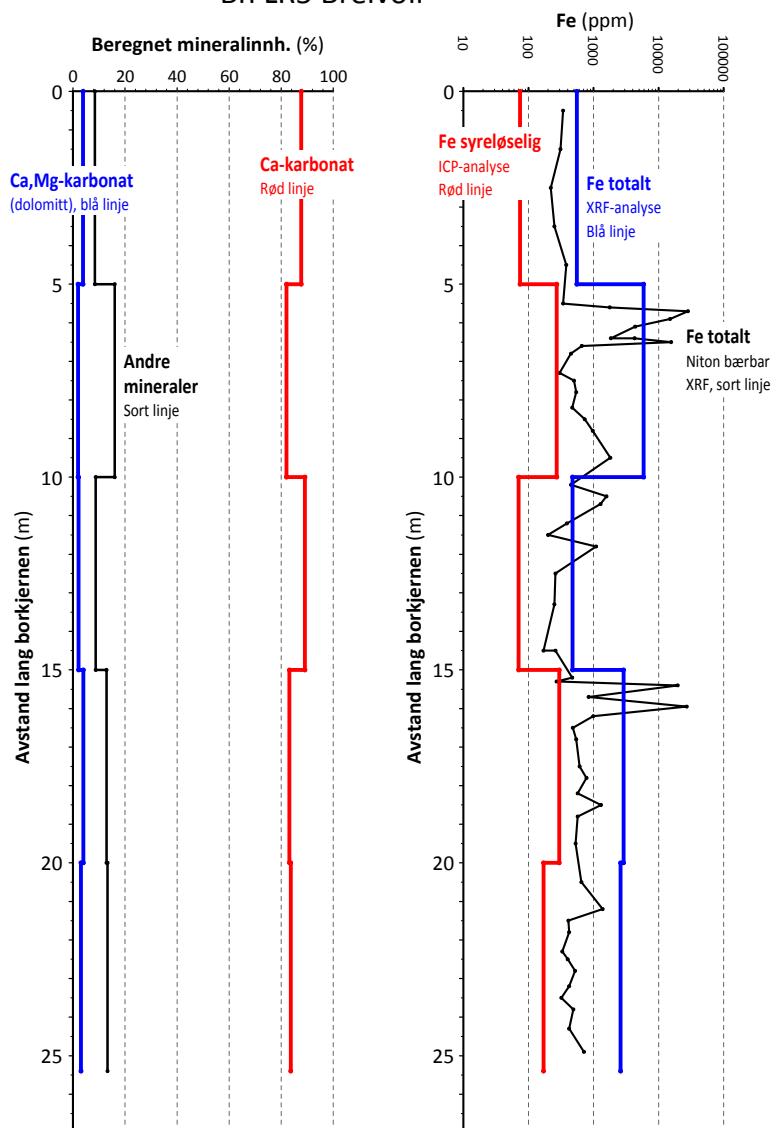


Fig. 26: Borhull LR5 Breivoll.

Tabell 5: Analysesammendrag* for borekjerne LR5 (Breivoll).

| Bh | Prøve Bh-Fra-Til (m) | NGU no | XRF (%) | | | | | | LECO (%) | | | ICP (%) | | ICP (ppm) | | | | Beregnet | | |
|---------------|-------------------------|--------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|-------|------------------|----------|-------|------|---------|-------|-----------|-----|------|-----|----------|--------|-------|
| | | | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | MgO | CaO | K ₂ O | S | C | TOC | MgO | CaO | Fe | Mn | Sr | P | Kalkspat | Dolom. | Andre |
| LR5 | LR5_00-05 | 101699 | 0,91 | 0,17 | 0,08 | 1,02 | 54,20 | 0,03 | 0,01 | 12,65 | 0,19 | 0,84 | 50,50 | 74 | 25 | 2220 | 321 | 87,69 | 3,86 | 8,45 |
| LR5 | LR5_05-10 | 101700 | 5,64 | 1,29 | 0,84 | 0,73 | 50,80 | 0,22 | 0,10 | 11,39 | 0,25 | 0,42 | 46,73 | 272 | 123 | 2350 | 369 | 82,02 | 1,94 | 16,04 |
| LR5 | LR5_10-15 | 61793 | 0,91 | 0,11 | 0,07 | 0,54 | 55,00 | 0,02 | -0,01 | 12,72 | 0,12 | 0,47 | 50,78 | 71 | 24 | 2760 | 334 | 89,12 | 2,14 | 8,74 |
| LR5 | LR5_15-20 | 61794 | 5,28 | 1,17 | 0,41 | 1,33 | 51,00 | 0,06 | 0,04 | 12,20 | 0,13 | 0,87 | 47,99 | 297 | 32 | 2050 | 309 | 83,16 | 3,97 | 12,87 |
| LR5 | LR5_20-25 | 61795 | 4,30 | 0,90 | 0,37 | 1,14 | 51,70 | 0,16 | 0,04 | 12,33 | 0,23 | 0,67 | 47,99 | 170 | 38 | 2170 | 336 | 83,65 | 3,07 | 13,28 |
| Gjennomsnitt: | | | 3,41 | 0,73 | 0,35 | 0,95 | 52,54 | 0,09 | 0,04 | 12,26 | 0,18 | 0,65 | 48,80 | 177 | 48 | 2310 | 334 | 85,13 | 3,00 | 11,88 |

* Analysene er for 5m-intervaller, og starten av hvert intervall er oppgitt i kolonnen Pos. (m).

6.5 Borhull LR6 Skog

UTM-koordinater (sone 33): 585519 Øst, 7627906 Nord

Retning: Vertikalt

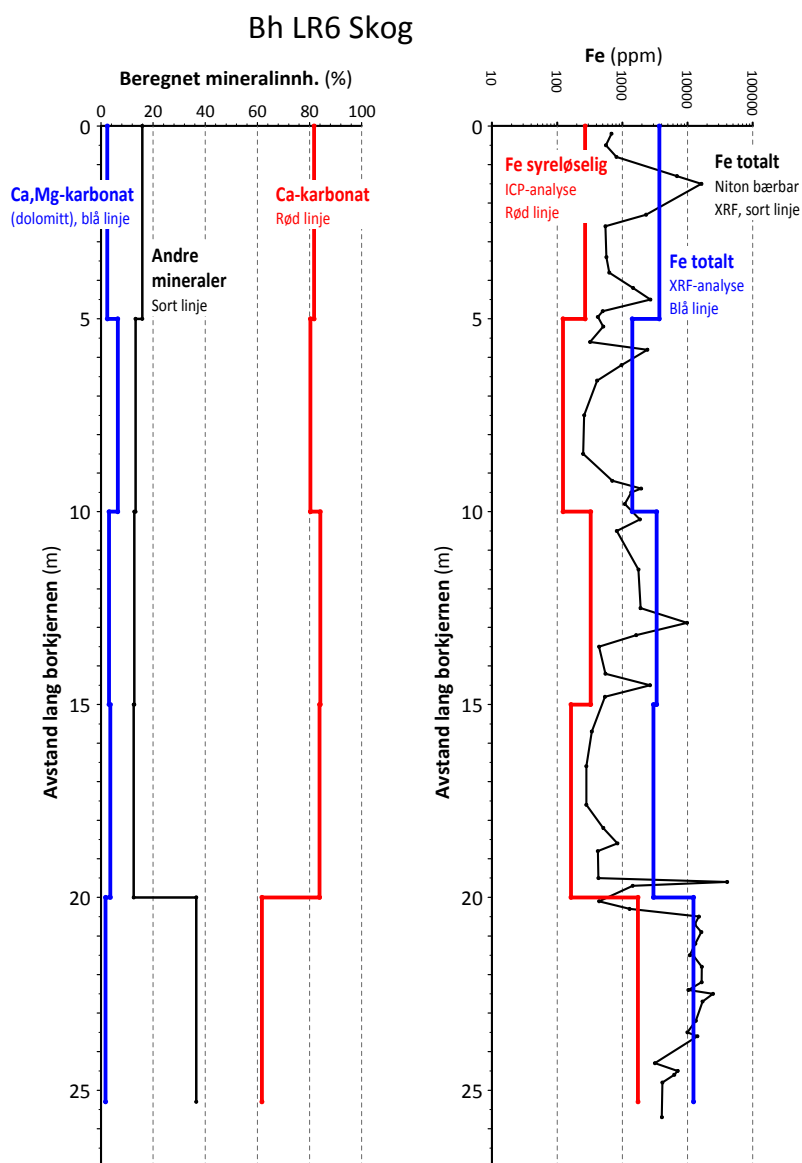
Bh LR6 ved Skog er ikke like bra som Bh LR5 ved Breivoll.

De første 20 m er gjennomgående av "ganske god" til "brukbar" kvalitet når det gjelder innhold av karbonatbundet jern og mangan, mens det nederste analyseintervallet (20-25m) er "ikke brukbart" med hhv 1740 ppm Fe_{icp} og 200 ppm Mn_{icp}.

Det er usikkert om dette er samme karbonatsonen som den ved Breivoll, som i så fall har endret noe karakter langs strøket (lateral variasjon). Men det kan også hende at dette hullet skjærer karbonatserien på en noe lavere nivå enn Bh LR5 ved Breivoll, og at den analysemessige ulikheten skyldes variasjoner på tvers av lagserien.

Kalkspatmarmoren ved Skog er av potensiell økonomisk interesse og bør undersøkes i større detalj.

Fig. 27: Borhull LR6 Skog



Tabell 6: Analysesammendrag* for borekjerne LR6 (Skog).

| Bh | Prøve Bh-Fra-Til (m) | NGU no | XRF (%) | | | | | | LECO (%) | | | ICP (%) | | ICP (ppm) | | | | Beregnet | | |
|---------------|-------------------------|--------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|-------|------------------|----------|-------|-------|---------|-------|-----------|-----|------|-----|----------|--------|-------|
| | | | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | MgO | CaO | K ₂ O | S | C | TOC | MgO | CaO | Fe | Mn | Sr | P | Kalkspat | Dolom. | Andre |
| LR6 | LR6_00-05 | 61796 | 6,10 | 1,27 | 0,53 | 0,93 | 50,40 | 0,20 | 0,12 | 11,72 | 0,31 | 0,53 | 46,73 | 269 | 40 | 2020 | 338 | 81,75 | 2,43 | 15,82 |
| LR6 | LR6_05-10 | 61797 | 3,55 | 0,49 | 0,20 | 2,13 | 51,50 | 0,08 | 0,03 | 12,17 | -0,10 | 1,40 | 47,15 | 123 | 20 | 1370 | 297 | 80,33 | 6,43 | 13,24 |
| LR6 | LR6_10-15 | 61798 | 4,46 | 0,95 | 0,48 | 1,05 | 51,60 | 0,14 | 0,07 | 11,95 | 0,24 | 0,68 | 48,27 | 326 | 51 | 1940 | 346 | 84,13 | 3,10 | 12,77 |
| LR6 | LR6_15-20 | 61799 | 3,50 | 0,78 | 0,43 | 1,08 | 52,40 | 0,15 | 0,04 | 12,15 | 0,15 | 0,78 | 48,27 | 163 | 40 | 2110 | 347 | 83,86 | 3,59 | 12,55 |
| LR6 | LR6_20-25 | 61800 | 16,90 | 2,39 | 1,77 | 3,53 | 43,20 | 0,16 | 0,04 | 9,23 | 0,44 | 0,38 | 35,25 | 1740 | 200 | 1610 | 622 | 61,73 | 1,75 | 36,52 |
| Gjennomsnitt: | | | 6,90 | 1,17 | 0,68 | 1,74 | 49,82 | 0,15 | 0,06 | 11,44 | 0,21 | 0,75 | 45,13 | 524 | 70 | 1810 | 390 | 78,36 | 3,46 | 18,18 |

*Analysene er for 5m-intervaller, og starten av hvert intervall er oppgitt i kolonnen Pos. (m).

6.6 Borkaks prøver

Det ble utført borkaksprøvetaking i blotninger langs skogsbilveien oppover Breivollia som supplement til kjerneboringen, som det framgår av Fig. 13.

Analysene (Tabell 7) gjenspeiler at karbonat lagrekken oppover Breivollia langs skogsbilveien veksler fra hvit karbonat med lavt innhold av karbonatbundet jern og mangan (under ca. 250 ppm $Fe_{icp} + Mn_{icp}$), via forskjellige varianter av uren kalsiumkarbonat som stedvis har tynne lag av glimmerskifer, til ren glimmerskifer/glimmergneis.

Spesielt god kalsiumkarbonat med lavt innhold av jern og mangan er påvist i prøvene 35, 39, 42, 43, 44, 45 og 46 (Tabell 7); disse prøvene representerer sannsynligvis det samme nivået i karbonat lagrekken som kalkspatmarmoren i Breivoll sentrum (se Bh LR5).

Tabell 7: Utvalgte analyser av borkaks.

| Prøve | UTM (sone 33) | | ICP (%) | | ICP (ppm) | | | | Beregnet | | |
|---------------|---------------|---------|---------|-------|-----------|-----|------|------|----------|--------|-------|
| | Øst | Nord | MgO | CaO | Fe | Mn | Sr | P | Kalksp. | Dolom. | Andre |
| 33 | 587064 | 7629948 | 0,08 | 0,45 | 3900 | 18 | 17 | 276 | 0,59 | 0,38 | 99,03 |
| 34 | 587080 | 7629889 | 2,04 | 48,41 | 406 | 20 | 1400 | 309 | 80,99 | 9,35 | 9,66 |
| 35 | 587122 | 7629782 | 0,51 | 50,50 | 150 | 16 | 1750 | 303 | 88,53 | 2,32 | 9,15 |
| 36 | 587135 | 7629765 | 0,56 | 12,10 | 5760 | 224 | 366 | 3230 | 20,12 | 2,57 | 77,31 |
| 37 | 587147 | 7629751 | 1,55 | 49,24 | 323 | 15 | 1750 | 251 | 83,71 | 7,08 | 9,21 |
| 38 | 587172 | 7629725 | 0,45 | 47,85 | 279 | 115 | 2420 | 419 | 83,94 | 2,07 | 13,99 |
| 39 | 587190 | 7629718 | 0,95 | 50,64 | 136 | 17 | 2140 | 345 | 87,67 | 4,37 | 7,96 |
| 40 | 587205 | 7629717 | 0,60 | 50,92 | 461 | 36 | 2200 | 370 | 89,05 | 2,74 | 8,22 |
| 41 | 587245 | 7629710 | 0,52 | 49,38 | 275 | 47 | 1640 | 286 | 86,50 | 2,39 | 11,11 |
| 42 | 587037 | 7629902 | 0,56 | 50,08 | 138 | 19 | 2770 | 301 | 87,65 | 2,56 | 9,79 |
| 43 | 587014 | 7629857 | 1,07 | 51,20 | 108 | -10 | 1390 | 266 | 88,38 | 4,89 | 6,73 |
| 44 | 587001 | 7629836 | 0,84 | 51,62 | 84 | -10 | 2430 | 331 | 89,69 | 3,84 | 6,46 |
| 45 | 586983 | 7629804 | 0,69 | 51,34 | 68 | -10 | 2190 | 294 | 89,56 | 3,16 | 7,27 |
| 46 | 586964 | 7629795 | 0,30 | 50,22 | 62 | 20 | 2700 | 287 | 88,54 | 1,38 | 10,08 |
| 47 | 586947 | 7629787 | 0,32 | 28,82 | 1700 | 185 | 1430 | 1070 | 50,44 | 1,46 | 48,10 |
| 48 | 586932 | 7629769 | 0,38 | 21,68 | 3170 | 272 | 823 | 685 | 37,60 | 1,75 | 60,65 |
| 49 | 586916 | 7629776 | 0,52 | 24,20 | 2290 | 235 | 951 | 667 | 41,73 | 2,40 | 55,87 |
| 50 | 586845 | 7629765 | 0,26 | 33,16 | 541 | 76 | 1980 | 812 | 58,30 | 1,19 | 40,51 |
| 51 | 586800 | 7629730 | 1,22 | 43,23 | 768 | 41 | 2540 | 612 | 73,81 | 5,61 | 20,58 |
| 52 | 586740 | 7629700 | 1,12 | 42,25 | 655 | 43 | 2400 | 532 | 72,32 | 5,15 | 22,53 |
| 53 | 586683 | 7629670 | 0,38 | 40,71 | 958 | 140 | 2010 | 1010 | 71,43 | 1,74 | 26,83 |
| 54 | 586644 | 7629670 | 0,42 | 26,16 | 2120 | 204 | 1170 | 779 | 45,47 | 1,92 | 52,61 |
| 55 | 586579 | 7629624 | 0,52 | 36,37 | 1060 | 133 | 1850 | 909 | 63,38 | 2,36 | 34,25 |
| 56 | 586538 | 7629591 | 0,40 | 36,51 | 793 | 208 | 1710 | 713 | 63,93 | 1,82 | 34,25 |
| 57 | 586499 | 7629564 | 0,44 | 38,47 | 1040 | 256 | 1870 | 683 | 67,31 | 2,00 | 30,69 |
| 58 | 586446 | 7629567 | 0,31 | 38,89 | 509 | 62 | 2090 | 530 | 68,36 | 1,44 | 30,20 |
| 59 | 586270 | 7629517 | 0,65 | 2,77 | 678 | 47 | 82 | 1550 | 3,31 | 2,99 | 93,71 |
| 60 | 585816 | 7629452 | 0,45 | 46,17 | 1800 | 29 | 2780 | 363 | 80,96 | 2,06 | 16,98 |
| 61 | 586861 | 7629785 | 0,58 | 39,03 | 672 | 108 | 2030 | 653 | 67,95 | 2,65 | 29,39 |
| Gjennomsnitt: | | | 0,64 | 38,36 | 1066 | 88 | 1754 | 650 | 66,59 | 2,95 | 30,45 |

6.7 Andre prøver

Det er ved ulike anledninger blitt innsamlet prøver av hvit kalsiumkarbonat i Breivollområdet, og noen av disse prøvene (Tabell 8) viste seg å ha utpreget lavt innhold av karbonatbundet jern og mangan og er derfor ansett egnet som råvare for produksjon av høyverdige karbonatprodukter.

Spesielt prøvene IL67, IL69, K25.09, K26.09 og K27.09 har eksepsjonelt lavt innhold av Fe_{icp} og Mn_{icp} samt at innholdet av andre mineraler er lavt.

Det er i hovedsak på grunn av disse gode dataene at det nåværende prosjektet ble etablert.

Tabell 8: Utvalgte analyser av tidligere innsamlede karbonatprøver.

| Prøve | UTM (sone 33) | | ICP (%) | | ICP (ppm) | | | | Beregnet | | |
|---------------|---------------|---------|---------|-------|-----------|-----|------|------|----------|--------|-------|
| | Øst | Nord | MgO | CaO | Fe | Mn | Sr | P | Kalksp. | Dolom. | Andre |
| 61764 | 583959 | 7629108 | 0,23 | 50,36 | 168 | 125 | 2980 | 571 | 88,97 | 1,05 | 9,98 |
| 61842 | 587034 | 7629200 | 0,68 | 35,53 | 800 | 49 | 1150 | 298 | 61,49 | 3,12 | 35,40 |
| 61843 | 586000 | 7628220 | 1,57 | 49,94 | 131 | 24 | 2290 | 343 | 84,90 | 7,18 | 7,92 |
| 61844 | 585560 | 7627880 | 0,49 | 48,97 | 139 | 18 | 2360 | 234 | 85,84 | 2,23 | 11,93 |
| IL67 | 586011 | 7628220 | 0,52 | 48,13 | 53 | 8 | 2130 | 245 | 84,26 | 2,40 | 13,34 |
| IL68 | 585527 | 7627907 | 0,59 | 49,66 | 294 | 9 | 2260 | 238 | 86,83 | 2,71 | 10,47 |
| IL69 | 587033 | 7629188 | 0,22 | 49,66 | 38 | 7 | 2010 | 289 | 87,74 | 1,03 | 11,24 |
| K22.09 | 586517 | 7629561 | 1,43 | 42,81 | 918 | 61 | 2290 | 1110 | 72,55 | 6,57 | 20,89 |
| K23.09 | 586342 | 7629776 | 0,30 | 43,79 | 430 | 58 | 2410 | 909 | 77,11 | 1,37 | 21,53 |
| K24.09 | 587050 | 7629938 | 0,75 | 54,28 | 221 | 19 | 3480 | 300 | 94,64 | 3,43 | 1,93 |
| K25.09 | 587121 | 7629789 | 0,72 | 54,84 | 96 | 17 | 2410 | 385 | 95,71 | 3,30 | 0,99 |
| K26.09 | 587035 | 7629223 | 0,25 | 56,38 | 31 | 12 | 2670 | 349 | 99,60 | 1,16 | -0,76 |
| K27.09 | 587007 | 7629178 | 0,30 | 55,12 | 97 | 19 | 2590 | 424 | 97,26 | 1,36 | 1,38 |
| K29.09 | 585517 | 7627911 | 0,59 | 51,34 | 206 | 21 | 2480 | 270 | 89,82 | 2,70 | 7,49 |
| K30.09 | 585546 | 7627935 | 0,67 | 53,58 | 272 | 39 | 2120 | 362 | 93,59 | 3,09 | 3,33 |
| N234 | 587047 | 7629454 | 0,38 | 50,64 | 1030 | 83 | 2280 | 397 | 89,09 | 1,74 | 9,17 |
| N234 | 587047 | 7629454 | 0,63 | 50,78 | 192 | 18 | 2080 | 414 | 88,71 | 2,90 | 8,39 |
| Gjennomsnitt: | | | 0,61 | 49,76 | 301 | 34 | 2352 | 420 | 86,95 | 2,78 | 10,27 |

6.8 Analytesammenligning

Som det framgår av Fig. 28 har Rolla-prøvene gjennomgående lavt magnesiuminnhold (stort sett under 1 % MgO_{icp}), og i motsetning til Evenesområdet (Korneliussen m.fl. 2011) anses ikke innholdet av magnesium å representere noe problem. Når det gjelder innholdet av karbonatbundet jern (Fe_{icp} , så vel som Mn_{icp}) så er bildet langt mer nyansert. Ganske mange prøver er av potensielt god kvalitet med under 250 ppm Fe_{icp} , mens andre har til dels høyt jerninnhold slik det framgår av Fig. 28B. Dette reflekterer at karbonat lagrekken består av forskjellige karbonatlag med ulik kvalitet i vekslinger med glimmerskifer/gneis, og avhengig av hvor i denne lagrekken en har tatt prøvene så vil en få et ulikt resultat. Analysene representerer i stor grad prøver som er tatt på steder med god adkomst for prøvetaking.

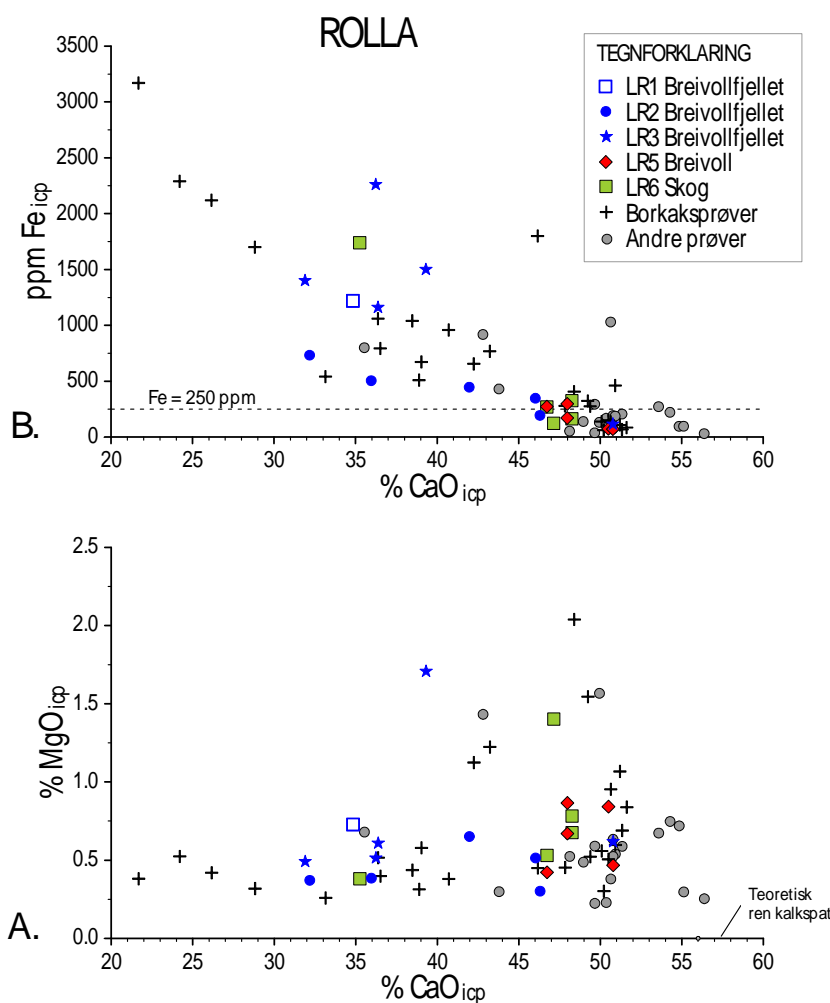


Fig. 28: XY-plott av karbonat fra Rolla basert på ICP-analyser, henholdsvis CaO-MgO (A) og CaO-Fe (B).

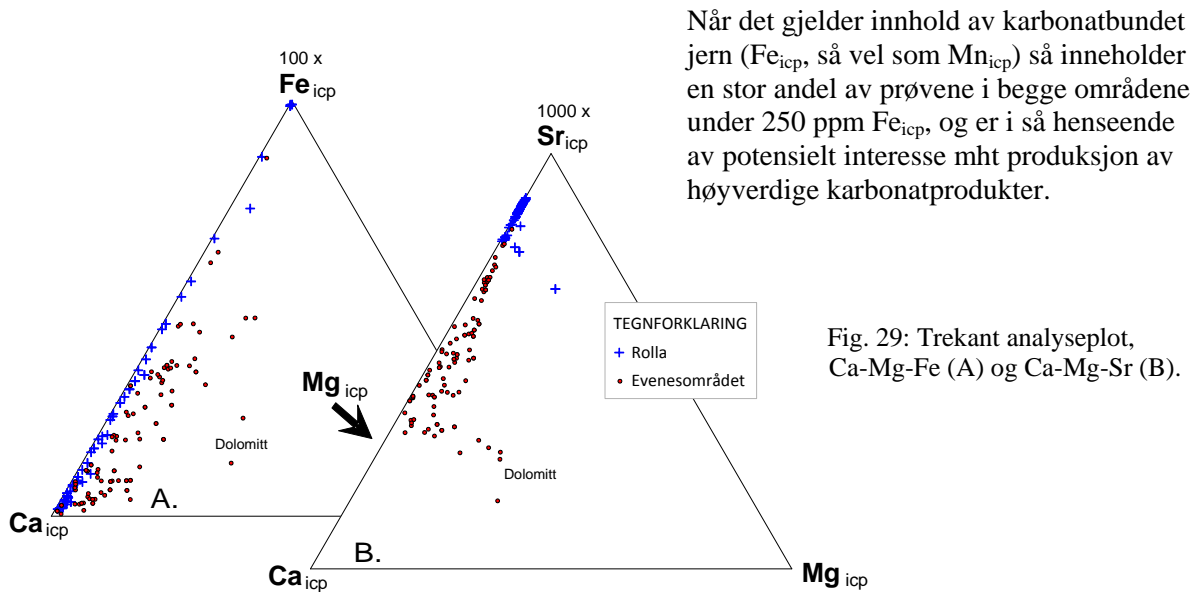
6.9 Sammenligning av kalkspatmarmor på Rolla og i Evenesområdet

De aktuelle karbonater på Rolla (denne rapporten) og i Evenesområdet (Korneliussen m.fl. 2011) ligger på ulike tektonostratigrafiske nivå. Evenesområdets karbonater ligger i Evenes dekkekompleks (Fig. 3) mens Rolla-karbonatene tilhører Bogengruppen, og tilsvarende ligger kalkspatmarmoren i Karvevika i Ballangen (se Korneliussen m.fl. 2011) i Bogengruppen. Karvevika er kjemisk sett praktisk talt identisk med Rollakarbonatene, og begge disse er kjemisk forskjellige fra karbonatene i Evenesområdet. Forskjellen er illustrert i trekantdiagrammene i Fig. 29; Evenesområdets karbonater er

gjennomgående Mg-anriket (Fig. 29A) og har et varierende men gjennomgående langt lavere Sr-innhold (Fig. 29B) enn Rollakarbonatene.

Strontium anses ikke å ha betydning for karbonatets industrielle kvalitet, men er et hjelpemiddel i kartlegging og korrelasjon av karbonatenheter, ved at Sr-nivået synes å være karakteristisk for bestemte karbonatenheter. Som det framgår av Fig. 29 grupperer prøvene fra Rolla seg forholdsvis samlet når det gjelder Sr sammenlignet med karbonatene i Evenesområdet.

Rolla-karbonatene har et forholdsvis entydig lavt innhold av magnesium, slik det framgår av Fig. 30A, mens karbonat i Evenesområdet har stor spredning i MgO_{icp} -innhold, fra lavt til svært høyt (dolomitt).



Når det gjelder innhold av karbonatbundet jern (Fe_{icp} , så vel som Mn_{icp}) så inneholder en stor andel av prøvene i begge områdene under 250 ppm Fe_{icp} , og er i så henseende av potensielt interesse mht produksjon av høyverdige karbonatprodukter.

Fig. 29: Trekant analyseplot, Ca-Mg-Fe (A) og Ca-Mg-Sr (B).

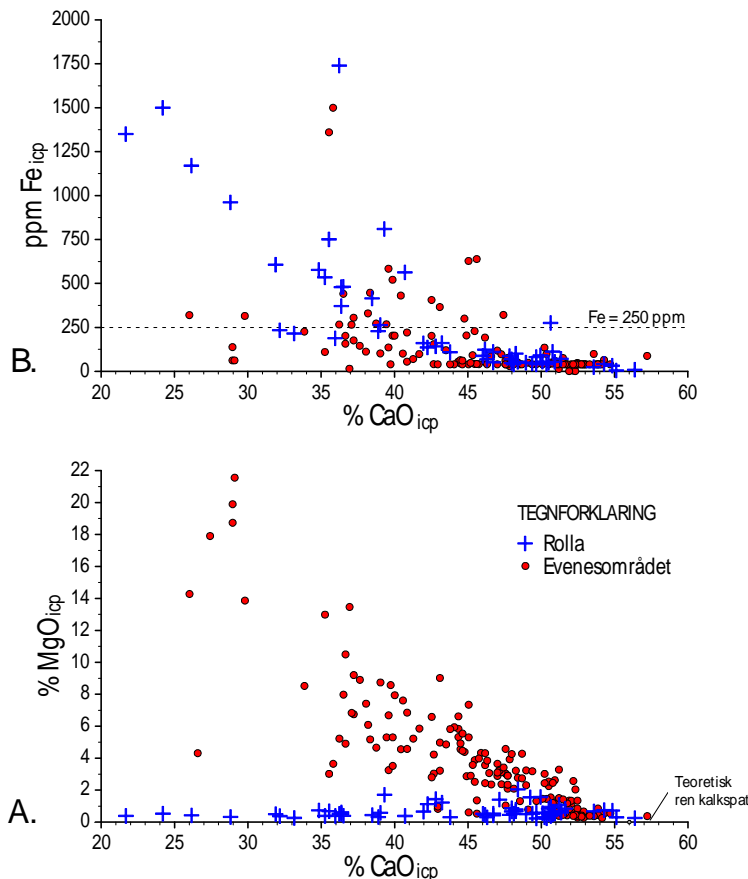


Fig. 30: XY-sammenligning av karbonat fra Rolla jfr. Evenes basert på ICP-analyser, henholdsvis CaO-MgO (A) og CaO-Fe (B).

7. DISKUSJON

Karbonatlagrekken i de sentrale og østlige deler av Rolla inneholder visse nivå og soner med mektighet fra noen få meter til flere titalls meter med potensielt høyverdig kalsiumkarbonat⁷. Det er tatt prøver av karbonatserien en rekke steder med ulik redskap som hammer/slegge, slagboremaskin som har boret 60-70 cm dype hull og kakset tatt vare på for analyse (borkaks prøvetaking) og inntil 25 m lange borekjerter.

Karbonatbergartene er i stor grad overdekket av løsmasser i form av jord og morene, og gode blotninger er i første rekke påvist i veiskjæringer, som svaberg ved sjøen, samt høyt til fjells (ikke prøvetatt). Prøvetakingen er i stor grad utført der hvor en kom til rent praktisk, og i første rekke langs vei.

Analyseresultatene gjenspeiler karbonat (kalkspatmarmor) som veksler mye i kvalitet fra varianter med lavt innhold av karbonatbundet jern (og mangan) til varianter som avgjort ikke er egnet for industriell anvendelse.

Helhetsinntrykket er at ett eller flere nivå med høyverdig kalkspatmarmor i karbonatsekvensen har en utstrekning som sannsynligvis dekker flere km², og som stikker opp i dagen flere steder langs sjøen ved Breivoll samt oppover i fjellet. Det synes som om ett (det kan være flere) nivå av god kvalitet kan ha en arealmessig utrekning på i størrelsesorden 4-5 km² med mektighet minst 25 m. Dette nivået er godt blottet i industriområdet i Breivoll sentrum, i noen veiskjæringer og innimellom husene ved Breivoll, i de nedre deler av skogbilveien i Breivollia samt langs den samme skogbilveien like øst for Ibestadvatnet. Borkjerne LR5 fra industriområdet ved Breivoll antas å være representativt for dette nivået.

Det synes som om denne "Breivollsonen" med god kalsiumkarbonat i stor grad ligger under vekslende lag av kalkspatmarmor og glimmerskifer i store deler av Breivollia/Breivollfjellet, og således representerer et kontinuerlig nivå av høyverdig kalkspatmarmor. 1 km² av denne sonen vil med 25 m mektighet utgjøre en mineralressurs på ca. 70 millioner tonn (Mt), 2 km² vil utgjøre ca. 140 Mt, 3 km² ca. 200 Mt, etc. Ressursgrunnlaget er i så henseende stort og kan i prinsippet tenkes å kunne gi grunnlag for en betydelig mineralbasert verdiskaping. For eksempel vil en ressurs på 100 Mt med en råvareverdi på 70 kr/t, utgjøre en potensiell samlet verdi på 7 MRD kr. Videreforedling vil gi langt større verdier.

Mineralogisk sett er den aktuelle bergarten gunstig ved at den er grovkornet med lite inneslutninger av andre mineraler, som illustrert i Fig. 21. Det er dermed sannsynlig at bergarten kan videreforedles ved kjent teknologi, dvs. at en kan lage et høyverdig mineralprodukt ved en kombinasjon av mekaniske og kjemiske teknikker. Råvaren vil dermed kunne bli attraktiv for flere videreforedlingsbedrifter.

Ulempen er imidlertid at dette forekomstområdet berører en stor del av bebyggelsen langs sjøen i Breivollområdet, og gruvedrift kan neppe realiseres uten at dette skjer på bekostning av deler av nåværende bebyggelse.

Eventuelle videre geologiske undersøkelser bør skje i form av kombinert strukturgeologisk kartlegging og etablering av en 3D-modell for området, feltanalyser med bærbar XRF (rettet i første rekke mot totalinnhold av jern og mangan, jo lavere jo bedre) og kjerneboring for prøvetaking av "Breivollsonen" en rekke steder mellom Breivoll, Skog og Ibestadvatnet.

Den videre forekomstutviklingen kan styrkes ved markedsføring av ressurspotensialet mot nasjonale og utenlandske industriselskap. Grunneiernes holdning er avgjørende. For å komme videre i prosessen mot gruvedrift vil det være ønskelig at grunneierne så vel som den øvrige lokalbefolkningen signalisere at en faktisk ønsker en slik industriell utvikling (alternativt signalisere at en ikke ønsker en slik utvikling). Hvordan dette i praksis skal gjøres kan ikke denne rapporten gi noe svar på, men den videre utviklingen må avklares i samspill med kommune og grunneiere.

⁷ Med potensielt høyverdig kalsiumkarbonat menes i denne sammenheng karbonat med mindre enn 250 ppm karbonatbundet jern (Fe_{icp}) og som kan tenkes egnet for industriell produksjon av produkter av kalsiumkarbonat med høy hvithet. Innholdet av jern (og mangan) i produktet reduserer hvitheten, og jo lavere jo bedre.

En storskala utvikling som inkluderer både gruvedrift og videreforedling vil kunne gi langt større verdiskaping og flere arbeidsplasser enn gruvedrift alene, men dette vil samtidig være langt vanskeligere å få til.

Et videreforedlingsalternativ er neppe realistisk på kort sikt (under 10 år) men kan kanskje bli det på lang sikt hvis en både kan dokumentere et stort nok ressursgrunnlag (som synes å være tilfelle, men ytterligere undersøkelser er nødvendig for å bekrefte dette) og at samfunnet er positiv til en slik utvikling. I denne sammenheng bør en se helhetlig på ressursgrunnlaget, dvs. at en ser for seg en situasjon med gruvedrift på flere forekomster som leverer råvare til en sentralt plassert foredlingsbedrift. Muligens bør Evenes-Ballangen området (Korneliussen m.fl. 2011) og Rolla (denne rapporten) vurderes samlet i denne forbindelse. Til sammen har disse områdene et ressursgrunnlag fordelt på forekomster av ulike kvaliteter, som i prinsippet kan gi grunnlag for en betydelig framtidig industriell aktivitet for regionen.

8. KONKLUSJON OG ANBEFALINGER

KONKLUSJON: Den relativt sporadiske prøvetakingen som er utført viser med en rimelig grad av pålitelighet at ressursgrunnlaget av potensielt høyverdig kalsiumkarbonat er såpass betydelig, sannsynligvis langt over 100 Mt, at dette kan tenkes å kunne gi grunnlag for framtidig økonomisk utnyttelse.

ANBEFALINGER: Det er, fordi det geologiske ressursgrunnlaget synes å være til stede, relevant å videreføre prosessen rettet mot framtidig gruvedrift. En kan for eksempel tenke seg en flertrinns utvikling som følger:

- Avklaring på hvorvidt lokalsamfunnet representert ved kommune og grunneiere, faktisk ønsker en gruvedriftbasert industriell utvikling. Hvis lokalsamfunnet ønsker en videre utvikling så bør dette signaliseres/markedsføres mot nasjonal og internasjonal gruveindustri, med sikte på å etablere et samarbeidsforhold som både ivaretar lokalsamfunnets og selskapets interesser. De lokale interessentene kan i denne prosessen rådføre seg med Direktoratet for Mineralforvaltning (www.dirmin.no). Innovasjon Norge (<http://www.innovasjon norge.no/Kontorer-i-Norge/Troms/>) kan også bistå.
- Når så samarbeidsregimet er på plass må det gjøres videre geologisk kartlegging og systematisk prøvetaking (hovedsakelig kjerneboring) for å utvikle tilstrekkelig presis informasjon om ressursgrunnlaget, langt mer detaljert enn hva som foreligger i dag.
- Neste trinn i utviklingen er selve prosessen med igangsetting av drift

Erfaringsvis kan hele denne prosessen ta opp til 5-10 år, men et godt samspill mellom industriselskapet, grunneiere og kommune kan gjøre at prosessen går lett og forholdsvis raskt, mens et dårlig samspill kan medføre at prosessen tar lang tid eller stopper opp.

9. REFERANSER

Bøckman, K. L. 1954: Rapport over kalksteinsbenker på Breivoll i Ibestad. NGU Bergarkivrapport BA 4320, 5 s.

Bøckman, K. L. 1955: Breivoll kalksteinsbenker i Ibestad. NGU Bergarkivrapport BA 4321, 2 s.

El Saleh, K. 1969: Zur Geologie der Insel Rollöya, auf dem Westflügel der Ofoten-Synklinale in Nordnorwegen. Geologische Diplomarbeit, Geologisches Institut der Technischen Universität Clausthal, 73 s.

Gustavson, M. 1974: Harstad. Beskrivelse til det berggrunnsgeologiske gradteigskart M 8 - 1:100 000 (med fargetrykt kart). NGU Skrifter 309, 33 s.

- Korneliussen, A., Raaness, A., Schaller, A. & Gautneb, H. 2011: Forekomster av kalsiumkarbonat i Evenesområdet. NGU-rapport 2011.040, 31 s.
- Korneliussen, A., Gautneb, H. & Raaness, A. 2008: Karakterisering av karbonatforekomster i Nordland. NGU-rapport 2008.041, 93 s.
- Mikalsen, T. & Seim, A. 1977: Prøvetaking og kartlegging av dolomitt og kalkstein i Troms. NGU-rapport 1556/5, 29 s.
- Schaller, A., Raaness, A. M, & Korneliussen, A. (2011): Description of drill cores from the Rolla and Evenes areas, Troms and Nordland counties. NGU-report 2011.039.
- Øvereng, O. & Furuhaug, L. 2002: Karbonatressurser i Troms fylke. NGU-rapport 2002.028, 94 s.

Vedlegg 1:

XRF og ICP (utvalg) analyser

KOMMENTARER: Alle prøver av borkjerner og borkaks, samt knakkprøver med prøvenummer som slutter på ".10" ble innsamlet i forbindelse med prøvetaking utført høsten 2010 og analysert i løpet av vinteren 2011. Alle andre prøver er knakkprøver fra tidligere prøvetaking og er analysert ved ulike anledninger. En helhetlig sammenstilling av analysedata for karbonatforekomster fra hele landet er under utarbeidelse og vil inngå i en landsomfattende karbonatrapport som er planlagt å foreligge i 2012; en vil dermed få et langt bedre grunnlag for å gjøre sammenligninger mellom områder såvel som enkeltforekomster.

| Lokalitet | Prøve | Id | Prøvetype | UTM (sone 33) | | XRF (%) | | | | | | | | | | ICP (%) | | | ICP (ppm) | | |
|-----------------------|-------------|--------|-----------|---------------|---------|---------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|------|-------|---------|-------|------|-----------|-----|------|
| | | | | Øst | Nord | SiO2 | Al2O3 | Fe2O3 | MgO | CaO | Na2O | K2O | MnO | P2O5 | LOI | Sum | CaO | MgO | Fe | Mn | Sr |
| Breivoll | 61764 | 61764 | Knakkpr. | 583959 | 7629108 | 2,95 | 0,42 | 0,24 | 0,24 | 53,70 | 0,10 | 0,09 | 0,02 | 0,14 | | | 50,36 | 0,23 | 168 | 125 | 2980 |
| Breivoll | 61842 | 61842 | Knakkpr. | 587034 | 7629200 | 21,00 | 5,83 | 0,51 | 1,21 | 39,10 | 2,07 | 0,23 | 0,01 | 0,07 | | | 35,53 | 0,68 | 800 | 49 | 1150 |
| Breivoll | 61843 | 61843 | Knakkpr. | 586000 | 7628220 | 0,81 | 0,10 | 0,07 | 1,83 | 53,90 | 0,10 | 0,02 | 0,01 | 0,08 | | | 49,94 | 1,57 | 131 | 24 | 2290 |
| Breivoll | 61844 | 61844 | Knakkpr. | 585560 | 7627880 | 2,90 | 0,66 | 0,30 | 0,57 | 54,00 | 0,10 | 0,08 | 0,01 | 0,06 | | | 48,97 | 0,49 | 139 | 18 | 2360 |
| Breivoll | IL67 | 46717 | Knakkpr. | 586011 | 7628220 | 3,91 | 0,03 | 0,02 | 0,71 | 52,84 | 0,05 | -0,01 | -0,01 | 0,05 | | | 48,13 | 0,52 | 53 | 8 | 2130 |
| Breivoll | IL68 | 46718 | Knakkpr. | 585527 | 7627907 | 1,66 | 0,42 | 0,23 | 0,72 | 53,83 | 0,05 | 0,05 | -0,01 | 0,05 | | | 49,66 | 0,59 | 294 | 9 | 2260 |
| Breivoll | IL69 | 46719 | Knakkpr. | 587033 | 7629188 | 0,40 | 0,01 | 0,02 | 0,28 | 55,22 | 0,05 | -0,01 | -0,01 | 0,07 | | | 49,66 | 0,22 | 38 | 7 | 2010 |
| Breivoll | K22.09 | 63468 | Knakkpr. | 586517 | 7629561 | 15,70 | 0,73 | 0,43 | 3,90 | 42,50 | 0,10 | 0,12 | 0,01 | 0,23 | | | 42,81 | 1,43 | 918 | 61 | 2290 |
| Breivoll | K23.09 | 63469 | Knakkpr. | 586342 | 7629776 | 15,00 | 0,64 | 0,38 | 4,42 | 44,80 | 0,10 | 0,20 | 0,01 | 0,18 | | | 43,79 | 0,30 | 430 | 58 | 2410 |
| Breivoll | K24.09 | 63470 | Knakkpr. | 587050 | 7629938 | 2,22 | 0,44 | 0,23 | 0,89 | 54,10 | 0,10 | 0,07 | 0,01 | 0,06 | | | 54,28 | 0,75 | 221 | 19 | 3480 |
| Breivoll | K25.09 | 63471 | Knakkpr. | 587121 | 7629789 | 0,96 | 0,13 | 0,07 | 0,78 | 54,10 | 0,10 | 0,02 | 0,01 | 0,08 | | | 54,84 | 0,72 | 96 | 17 | 2410 |
| Breivoll | K26.09 | 63472 | Knakkpr. | 587035 | 7629223 | 0,50 | 0,09 | 0,07 | 0,26 | 55,20 | 0,10 | 0,01 | 0,01 | 0,06 | | | 56,38 | 0,25 | 31 | 12 | 2670 |
| Breivoll | K27.09 | 63473 | Knakkpr. | 587007 | 7629178 | 1,06 | 0,12 | 0,08 | 0,35 | 54,30 | 0,10 | 0,02 | 0,01 | 0,08 | | | 55,12 | 0,30 | 97 | 19 | 2590 |
| Breivoll | K29.09 | 63475 | Knakkpr. | 585517 | 7627911 | 3,87 | 0,89 | 0,37 | 0,82 | 52,60 | 0,10 | 0,14 | 0,01 | 0,06 | | | 51,34 | 0,59 | 206 | 21 | 2480 |
| Breivoll | K30.09 | 63476 | Knakkpr. | 585546 | 7627935 | 2,03 | 0,42 | 0,18 | 0,81 | 53,50 | 0,10 | 0,06 | 0,01 | 0,07 | | | 53,58 | 0,67 | 272 | 39 | 2120 |
| Breivoll | LR5_00-05 | 101699 | Borkjerne | 587037 | 7629197 | 0,91 | 0,17 | 0,08 | 1,02 | 54,20 | -0,10 | 0,03 | -0,01 | 0,07 | 43,00 | 99,60 | 50,50 | 0,84 | 74 | 25 | 2220 |
| Breivoll | LR5_05-10 | 101700 | Borkjerne | 587037 | 7629197 | 5,64 | 1,29 | 0,84 | 0,73 | 50,80 | 0,12 | 0,22 | 0,02 | 0,08 | 39,10 | 99,00 | 46,73 | 0,42 | 272 | 123 | 2350 |
| Breivoll | LR5_10-15 | 61793 | Borkjerne | 587037 | 7629197 | 0,91 | 0,11 | 0,07 | 0,54 | 55,00 | -0,10 | 0,02 | -0,01 | 0,08 | 43,00 | 99,80 | 50,78 | 0,47 | 71 | 24 | 2760 |
| Breivoll | LR5_15-20 | 61794 | Borkjerne | 587037 | 7629197 | 5,28 | 1,17 | 0,41 | 1,33 | 51,00 | -0,10 | 0,06 | -0,01 | 0,07 | 40,10 | 99,50 | 47,99 | 0,87 | 297 | 32 | 2050 |
| Breivoll | LR5_20-25.4 | 61795 | Borkjerne | 587037 | 7629197 | 4,30 | 0,90 | 0,37 | 1,14 | 51,70 | 0,11 | 0,16 | -0,01 | 0,08 | 40,60 | 99,40 | 47,99 | 0,67 | 170 | 38 | 2170 |
| Breivoll | N234 | 61841 | Knakkpr. | 587047 | 7629454 | 0,58 | 0,14 | 0,12 | 0,74 | 55,00 | 0,10 | 0,02 | 0,01 | 0,10 | | | 50,78 | 0,63 | 192 | 18 | 2080 |
| Breivoll | N234 | 29980 | Knakkpr. | 587047 | 7629454 | 3,86 | 0,75 | 0,51 | 0,69 | 52,90 | 0,17 | 0,08 | 0,01 | 0,09 | | | 50,64 | 0,38 | 1030 | 83 | 2280 |
| Gjennomsnitt Breivoll | | | | | | 4,38 | 0,70 | 0,25 | 1,09 | 52,01 | 0,16 | 0,07 | 0,00 | 0,09 | 41,16 | 99,46 | 49,54 | 0,62 | 273 | 38 | 2343 |

| Lokalitet | Prøve | Id | Prøvetype | UTM (sone 33) | | XRF (%) | | | | | | | | | | | ICP (%) | | ICP (ppm) | | | |
|------------------------------|-------------|--------|-----------|---------------|---------|---------|-------|-------|------|-------|-------|------|-------|------|-------|--------|---------|-------|-----------|-------|-----|------|
| | | | | Øst | Nord | SiO2 | Al2O3 | Fe2O3 | MgO | CaO | Na2O | K2O | MnO | P2O5 | LOI | Sum | CaO | MgO | Fe | Mn | Sr | |
| Breivollfjellet | K140.10 | 100878 | Knakkpr. | 585266 | 7629751 | | | | | | | | | | | | | 50,92 | 0,54 | 187 | 36 | 1410 |
| Breivollfjellet | K143.10 | 100879 | Knakkpr. | 586018 | 7628213 | | | | | | | | | | | | | 50,78 | 0,52 | 74 | 29 | 2600 |
| Breivollfjellet | LR1_00-05 | 101686 | Borkjerne | 587054 | 7629954 | 19,80 | 4,09 | 2,78 | 2,31 | 39,40 | 0,61 | 0,84 | 0,08 | 0,11 | 28,80 | 99,00 | | 34,84 | 0,73 | 1220 | 95 | 1410 |
| Breivollfjellet | LR1_05-10 | 101687 | Borkjerne | 587054 | 7629954 | 60,40 | 10,70 | 11,40 | 4,17 | 7,44 | 1,95 | 2,45 | 0,07 | 0,45 | 0,58 | 100,00 | | 1,62 | 0,55 | 11500 | 89 | 48 |
| Breivollfjellet | LR1_10-14.5 | 101688 | Borkjerne | 587054 | 7629954 | 62,50 | 16,70 | 8,04 | 3,00 | 2,24 | 1,92 | 3,27 | 0,10 | 0,13 | 1,25 | 100,00 | | 0,36 | 0,48 | 6090 | 44 | 11 |
| Breivollfjellet | LR2_00-05 | 101689 | Borkjerne | 586860 | 7629780 | 18,70 | 2,50 | 0,82 | 4,22 | 41,50 | 0,60 | 0,40 | 0,02 | 0,14 | 30,70 | 99,80 | | 35,95 | 0,38 | 505 | 92 | 2050 |
| Breivollfjellet | LR2_05-10 | 101690 | Borkjerne | 586860 | 7629780 | 22,50 | 3,15 | 1,71 | 4,22 | 39,10 | 0,40 | 0,31 | 0,03 | 0,18 | 27,40 | 99,20 | | 32,18 | 0,37 | 733 | 127 | 1720 |
| Breivollfjellet | LR2_10-15 | 101691 | Borkjerne | 586860 | 7629780 | 5,03 | 1,89 | 0,70 | 0,92 | 51,30 | 0,24 | 0,08 | 0,01 | 0,08 | 39,50 | 99,80 | | 46,03 | 0,51 | 347 | 56 | 2110 |
| Breivollfjellet | LR2_15-20 | 101692 | Borkjerne | 586860 | 7629780 | 11,30 | 2,53 | 1,10 | 1,25 | 46,10 | 0,44 | 0,52 | 0,02 | 0,08 | 35,30 | 98,90 | | 41,97 | 0,65 | 446 | 162 | 1950 |
| Breivollfjellet | LR2_20-25.1 | 101693 | Borkjerne | 586860 | 7629780 | 8,13 | 1,59 | 0,19 | 0,38 | 49,70 | 0,53 | 0,12 | -0,01 | 0,07 | 38,80 | 99,50 | | 46,31 | 0,30 | 194 | 44 | 2410 |
| Breivollfjellet | LR3_00-05 | 101694 | Borkjerne | 586617 | 7629672 | 23,00 | 2,64 | 2,03 | 5,36 | 38,00 | 0,41 | 0,24 | 0,04 | 0,21 | 26,80 | 98,90 | | 31,90 | 0,49 | 1400 | 210 | 1640 |
| Breivollfjellet | LR3_05-10 | 101695 | Borkjerne | 586617 | 7629672 | 18,40 | 1,84 | 1,32 | 4,11 | 42,10 | 0,34 | 0,22 | 0,03 | 0,20 | 31,30 | 100,00 | | 36,37 | 0,61 | 1160 | 179 | 1780 |
| Breivollfjellet | LR3_10-15 | 101696 | Borkjerne | 586617 | 7629672 | 0,74 | 0,13 | 0,06 | 0,70 | 52,90 | -0,10 | 0,01 | -0,01 | 0,07 | 43,10 | 97,80 | | 50,78 | 0,62 | 115 | 43 | 2290 |
| Breivollfjellet | LR3_15-20 | 101697 | Borkjerne | 586617 | 7629672 | 19,00 | 4,25 | 1,84 | 1,16 | 40,60 | 0,62 | 0,93 | 0,05 | 0,10 | 30,50 | 99,30 | | 36,23 | 0,51 | 2260 | 117 | 1920 |
| Breivollfjellet | LR3_20-26.7 | 101698 | Borkjerne | 586617 | 7629672 | 14,10 | 2,93 | 0,91 | 2,88 | 42,80 | 0,45 | 0,69 | 0,04 | 0,09 | 34,30 | 99,30 | | 39,31 | 1,71 | 1500 | 239 | 1110 |
| Gjennomsnitt Breivollfjellet | | | | | | 21,82 | 4,23 | 2,53 | 2,67 | 37,94 | 0,65 | 0,78 | 0,04 | 0,15 | 28,33 | 99,35 | | 35,70 | 0,60 | 1849 | 104 | 1631 |

| Lokalitet | Prøve | Id | Prøvetype | UTM (sone 33) | | XRF (%) | | | | | | | | | | ICP (%) | | ICP (ppm) | | | |
|--|-------|-------|-----------|---------------|---------|---------|-------|-------|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|---------|-------|-----------|------|-----|------|
| | | | | Øst | Nord | SiO2 | Al2O3 | Fe2O3 | MgO | CaO | Na2O | K2O | MnO | P2O5 | LOI | Sum | CaO | MgO | Fe | Mn | Sr |
| Rolla, skogsbilveg, | 33 | 76001 | Borkaks | 587064 | 7629948 | | | | | | | | | | | | 0,45 | 0,08 | 3900 | 18 | 17 |
| Rolla, skogsbilveg, | 34 | 76002 | Borkaks | 587080 | 7629889 | | | | | | | | | | | | 48,41 | 2,04 | 406 | 20 | 1400 |
| Rolla, skogsbilveg, | 35 | 76003 | Borkaks | 587122 | 7629782 | | | | | | | | | | | | 50,50 | 0,51 | 150 | 16 | 1750 |
| Rolla, skogsbilveg, | 36 | 76004 | Borkaks | 587135 | 7629765 | | | | | | | | | | | | 12,10 | 0,56 | 5760 | 224 | 366 |
| Rolla, skogsbilveg, | 37 | 76005 | Borkaks | 587147 | 7629751 | | | | | | | | | | | | 49,24 | 1,55 | 323 | 15 | 1750 |
| Rolla, skogsbilveg, | 38 | 76006 | Borkaks | 587172 | 7629725 | | | | | | | | | | | | 47,85 | 0,45 | 279 | 115 | 2420 |
| Rolla, skogsbilveg, | 39 | 76007 | Borkaks | 587190 | 7629718 | | | | | | | | | | | | 50,64 | 0,95 | 136 | 17 | 2140 |
| Rolla, skogsbilveg, | 40 | 76008 | Borkaks | 587205 | 7629717 | | | | | | | | | | | | 50,92 | 0,60 | 461 | 36 | 2200 |
| Rolla, skogsbilveg, | 41 | 76009 | Borkaks | 587245 | 7629710 | | | | | | | | | | | | 49,38 | 0,52 | 275 | 47 | 1640 |
| Rolla, skogsbilveg, | 42 | 76010 | Borkaks | 587037 | 7629902 | | | | | | | | | | | | 50,08 | 0,56 | 138 | 19 | 2770 |
| Rolla, skogsbilveg, | 43 | 76011 | Borkaks | 587014 | 7629857 | | | | | | | | | | | | 51,20 | 1,07 | 108 | -10 | 1390 |
| Rolla, skogsbilveg, | 44 | 76012 | Borkaks | 587001 | 7629836 | | | | | | | | | | | | 51,62 | 0,84 | 84 | -10 | 2430 |
| Rolla, skogsbilveg, | 45 | 76013 | Borkaks | 586983 | 7629804 | | | | | | | | | | | | 51,34 | 0,69 | 68 | -10 | 2190 |
| Rolla, skogsbilveg, | 46 | 76014 | Borkaks | 586964 | 7629795 | | | | | | | | | | | | 50,22 | 0,30 | 62 | 20 | 2700 |
| Rolla, skogsbilveg, | 47 | 76015 | Borkaks | 586947 | 7629787 | | | | | | | | | | | | 28,82 | 0,32 | 1700 | 185 | 1430 |
| Rolla, skogsbilveg, | 48 | 76016 | Borkaks | 586932 | 7629769 | | | | | | | | | | | | 21,68 | 0,38 | 3170 | 272 | 823 |
| Rolla, skogsbilveg, | 49 | 76017 | Borkaks | 586916 | 7629776 | | | | | | | | | | | | 24,20 | 0,52 | 2290 | 235 | 951 |
| Rolla, skogsbilveg, | 50 | 76018 | Borkaks | 586845 | 7629765 | | | | | | | | | | | | 33,16 | 0,26 | 541 | 76 | 1980 |
| Rolla, skogsbilveg, | 51 | 76019 | Borkaks | 586800 | 7629730 | | | | | | | | | | | | 43,23 | 1,22 | 768 | 41 | 2540 |
| Rolla, skogsbilveg, | 52 | 76020 | Borkaks | 586740 | 7629700 | | | | | | | | | | | | 42,25 | 1,12 | 655 | 43 | 2400 |
| Rolla, skogsbilveg, | 53 | 76021 | Borkaks | 586683 | 7629670 | | | | | | | | | | | | 40,71 | 0,38 | 958 | 140 | 2010 |
| Rolla, skogsbilveg, | 54 | 76022 | Borkaks | 586644 | 7629670 | | | | | | | | | | | | 26,16 | 0,42 | 2120 | 204 | 1170 |
| Rolla, skogsbilveg, | 55 | 76023 | Borkaks | 586579 | 7629624 | | | | | | | | | | | | 36,37 | 0,52 | 1060 | 133 | 1850 |
| Rolla, skogsbilveg, | 56 | 76024 | Borkaks | 586538 | 7629591 | | | | | | | | | | | | 36,51 | 0,40 | 793 | 208 | 1710 |
| Rolla, skogsbilveg, | 57 | 76025 | Borkaks | 586499 | 7629564 | | | | | | | | | | | | 38,47 | 0,44 | 1040 | 256 | 1870 |
| Rolla, skogsbilveg, | 58 | 76026 | Borkaks | 586446 | 7629567 | | | | | | | | | | | | 38,89 | 0,31 | 509 | 62 | 2090 |
| Rolla, skogsbilveg, | 59 | 76027 | Borkaks | 586270 | 7629517 | | | | | | | | | | | | 2,77 | 0,65 | 678 | 47 | 82 |
| Rolla, skogsbilveg, | 60 | 76028 | Borkaks | 585816 | 7629452 | | | | | | | | | | | | 46,17 | 0,45 | 1800 | 29 | 2780 |
| Rolla, skogsbilveg, | 61 | 76029 | Borkaks | 586861 | 7629785 | | | | | | | | | | | | 39,03 | 0,58 | 672 | 108 | 2030 |
| Gjennomsnitt Rolla, skogsbilveg, Breivollfjellet | | | | | | | | | | | | | | | | | 38,36 | 0,64 | 1066 | 88 | 1754 |

| Lokalitet | Prøve | Id | Prøvetype | UTM (sone 33) | | XRF (%) | | | | | | | | | | | ICP (%) | | ICP (ppm) | | |
|--------------------------|-------------|-----------|-----------|---------------|---------|---------|-------|-------|------|-------|-------|------|-------|------|-------|-------|---------|------|-----------|-----|------|
| | | | | Øst | Nord | SiO2 | Al2O3 | Fe2O3 | MgO | CaO | Na2O | K2O | MnO | P2O5 | LOI | Sum | CaO | MgO | Fe | Mn | Sr |
| Skog | LR6_00-05 | 61796 | Borkjerne | 585519 | 7627906 | 6,10 | 1,27 | 0,53 | 0,93 | 50,40 | 0,16 | 0,20 | -0,01 | 0,08 | 39,50 | 99,20 | 46,73 | 0,53 | 269 | 40 | 2020 |
| Skog | LR6_05-10 | 61797 | Borkjerne | 585519 | 7627906 | 3,55 | 0,49 | 0,20 | 2,13 | 51,50 | -0,10 | 0,08 | -0,01 | 0,07 | 41,50 | 99,70 | 47,15 | 1,40 | 123 | 20 | 1370 |
| Skog | LR6_10-15 | 61798 | Borkjerne | 585519 | 7627906 | 4,46 | 0,95 | 0,48 | 1,05 | 51,60 | 0,13 | 0,14 | -0,01 | 0,08 | 40,40 | 99,30 | 48,27 | 0,68 | 326 | 51 | 1940 |
| Skog | LR6_15-20 | 61799 | Borkjerne | 585519 | 7627906 | 3,50 | 0,78 | 0,43 | 1,08 | 52,40 | 0,13 | 0,15 | -0,01 | 0,08 | 41,00 | 99,70 | 48,27 | 0,78 | 163 | 40 | 2110 |
| Skog | LR6_20-25.3 | 61800 | Borkjerne | 585519 | 7627906 | 16,90 | 2,39 | 1,77 | 3,53 | 43,20 | 0,46 | 0,16 | 0,04 | 0,16 | 30,90 | 99,60 | 35,25 | 0,38 | 1740 | 200 | 1610 |
| Gjennomsnitt Skog | | | | | | 6,90 | 1,17 | 0,68 | 1,74 | 49,82 | 0,16 | 0,15 | 0,00 | 0,09 | 38,66 | 99,50 | 45,13 | 0,75 | 524 | 70 | 1810 |
| Sør-Rollnes | TR0048.01 | TR0048.01 | Knakkpr. | 575199 | 7625399 | 8,21 | 2,03 | 0,69 | 0,65 | 48,67 | 0,13 | 0,42 | 0,01 | 0,01 | | | 46,31 | 0,57 | 4250 | 76 | 1760 |
| Sør-Rollnes | TR0048.02 | TR0048.02 | Knakkpr. | 575199 | 7625399 | 11,03 | 2,33 | 0,79 | 1,85 | 44,80 | 0,24 | 0,45 | 0,01 | 0,01 | | | 43,79 | 1,67 | 5830 | 69 | 2030 |
| Sør-Rollnes | TR0048.03 | TR0048.03 | Knakkpr. | 575199 | 7625399 | 7,09 | 1,37 | 0,52 | 1,35 | 48,89 | 0,16 | 0,23 | 0,01 | 0,01 | | | 46,31 | 1,31 | 4280 | 77 | 1980 |
| Sør-Rollnes | TR0048.09 | TR0048.09 | Knakkpr. | 575199 | 7625399 | 3,74 | 1,14 | 0,61 | 0,36 | 51,43 | 0,12 | 0,23 | 0,01 | 0,01 | | | 49,66 | 0,34 | 3340 | 55 | 1930 |
| Sør-Rollnes | TR0048.10 | TR0048.10 | Knakkpr. | 575199 | 7625399 | 6,82 | 1,74 | 0,40 | 0,40 | 49,75 | 0,34 | 0,30 | 0,01 | 0,01 | | | 47,43 | 0,38 | 3270 | 63 | 1690 |
| Gjennomsnitt Sør-Rollnes | | | | | | 7,38 | 1,72 | 0,60 | 0,92 | 48,71 | 0,20 | 0,33 | 0,01 | 0,01 | | | 46,70 | 0,86 | 4194 | 68 | 1878 |
| Gjennomsnitt ROLLA | | | | | | 10,03 | 1,89 | 1,00 | 1,60 | 47,34 | 0,30 | 0,31 | 0,01 | 0,10 | 33,37 | 99,40 | 42,07 | 0,65 | 1161 | 74 | 1912 |