



GEOLOGI FOR SAMFUNNET

SIDEN 1858



**NORGES
GEOLOGISKE
UNDERSØKELSE**
· NGU ·



| | | | | | |
|---|--|---|---|--------------------|-------------------------------------|
| Rapport nr.: 2016.019 | | ISSN: 0800-3416 (trykt) ISSN: 2387-3515 (online) | | Gradering: Åpen | |
| Tittel: Byggeråstoffundersøkelser i Fauske kommune 2015 | | | | | |
| Forfatter: Lars R. Libach og Jakob K. Keiding | | | Oppdragsgiver: Nordland fylkeskommune | | |
| Fylke: Nordland | | | Kommune: Fauske | | |
| Kartblad (M=1:250.000) Sulitjelma | | | Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 2029 II Bodø, 2129 I-IV Fauske | | |
| Forekomstens navn og koordinater: | | | Sidetall: 32 | | Pris: 130,- |
| Feltarbeid utført: August 2015 | | | Rapportdato: 15.08.2016 | | Prosjektnr.: 353600 |
| | | | | | Ansvarlig: <i>Ulf A. Asbjørn</i> |
| Sammendrag: | | | | | |
| <p>I forbindelse med prosjektet Verdisetting og arealforvaltning av mineraler i Nordland har det blitt foretatt utvidete undersøkelser i Fauske kommune. Formålet har vært å undersøke om det finnes egnede bergarter til pukkproduksjon. Og vurdere om det finnes andre egnede ressurser i kommunen. Rapporten tar for seg innhentede prøver til mekanisk testing.</p> <p>Det er tatt fem prøver til mekanisk testing og bergartsbestemmelse. I tillegg er det innhentet fem håndstykker til bergartsbestemmelse.</p> <p>Undersøkelsen viser at det er stor variasjon i bergartstyper i kommunen, og at de mekaniske egenskapene i de aller fleste tilfellene ikke er tilstrekkelig til vegformål. Til andre bruksområder der det ikke stilles krav til mekanisk kvalitet (eks. fyllmasser) har kommunen flere alternativer.</p> <p>En prøve av glimmergneis beliggende nordøst for Fauske sentrum viser egenskaper tilstrekkelig til vegformål. Den dekker kravene som tilslag til asfalt på veier med gjennomsnittlig årsdøgntrafikk (ÅDT) < 1500 kjøretøyer. Bergarten ligger i en bergartssone som strekker seg i et relativt stort område nordover fra prøvelokaliteten. NGU anbefaler at det gjøres detaljkartlegging og ytterligere vurdering av materialetekniske egenskaper i denne sonen.</p> | | | | | |
| Emneord: Byggeråstoff | | Pukk | | Grus | |
| Kvalitetsundersøkelse | | Mekanisk styrke | | Ressurskartlegging | |
| Planlegging | | Arealbruk | | | |

INNHOOLD

| | | |
|-------|---|----|
| 1. | INNLEDNING | 5 |
| 2. | KONKLUSJON OG ANBEFALING | 5 |
| 3. | GEOLOGIEN I FAUSKE | 6 |
| 3.1 | Feltområde | 6 |
| 3.2 | Berggrunn | 6 |
| 3.3 | Løsmasser | 10 |
| 4. | BYGGERÅSTOFFER I FAUSKEOMRÅDET | 11 |
| 5. | PRØVELOKALITETER OG BERGARTSTYPER | 12 |
| 5.1 | Løvgavlen - 1841.501 | 14 |
| 5.2 | Sjønstå - 1841.502 | 14 |
| 5.3 | Memaurstad - 1841.504 | 15 |
| 5.4 | Hellarmo - 1841.505 | 16 |
| 5.5 | Halsan - 1841.506 | 17 |
| 5.6 | Sjønstå kraftverk (tipp) - 1841.801 | 18 |
| 5.7 | Andre lokaliteter | 18 |
| 5.7.1 | Øyneshalvøya - 1841-503-1-1 | 18 |
| 5.7.2 | Djuposen - F15_01 | 19 |
| 5.7.3 | Venset - F15_02 | 20 |
| 6. | RESULTATER | 21 |
| 6.1 | Krav til byggeråstoffer | 21 |
| 6.2 | Materialtekniske egenskaper | 22 |
| 6.3 | Pukk i Fauske | 24 |
| 6.3.1 | Memaurstad | 25 |
| 6.4 | Grus i Fauske | 26 |
| 6.4.1 | Finneid - Skysselvik | 26 |
| 6.4.2 | Båtsvik | 28 |
| 6.4.3 | Moen og Sjønstå | 29 |
| 7. | REFERANSER | 30 |

FIGURER

| | |
|---|----|
| Figur 1 Oversiktskart over feltområde. | 6 |
| Figur 2 Bergrunnkart N250 over Fauske..... | 8 |
| Figur 3 Løsmassekart over Fauske..... | 9 |
| Figur 4 Forekomster og uttak registrert i NGUs grus-, pukk- og steintippdatabase. | 11 |
| Figur 5 NGUs prøvetatte lokaliteter med mekaniske egenskaper i og omkring Fauske..... | 12 |
| Figur 6 Prøvelokaliteter i Fauske kommune. | 13 |
| Figur 7 Bruddet ved Løvgavlen hvor det tas ut kalkstein til fyllmasser og pyntestein..... | 14 |
| Figur 8 Vegskjæring nord for Sjønstå i hornblendegneis. | 15 |
| Figur 9 Prøvetatt materiale fra tomtesprenging ved Memaurstad..... | 16 |
| Figur 10 Vegskjæring av med oppsprukket gabbro ved Hellarmo. | 16 |
| Figur 11 Prøvetatt vegskjæring av konglomerat ved Halsan, langs Rv 80. | 17 |
| Figur 12 Konglomerat med hvite karbonatboller og grå kvartsboller i finkornet grunnmasse..... | 17 |
| Figur 13 Den prøvetatt kraftverkstippen på Sjønstå..... | 18 |
| Figur 14 Nedlagt marmorbrudd på Øyneshalvøya sett mot sydvest. | 19 |
| Figur 15 Skjæring (ca. 8 m køy) med kleberstein ved Djuposen, lys gang på venstre side.... | 20 |
| Figur 16 Vegskjæring ved Venset med glimmergneis, markant skifrihet..... | 21 |
| Figur 17 Egnethet til vegdekke ift. kravene fra Statens Vegvesen. | 23 |
| Figur 18 Egnethet til vegfundament ift. kravene fra Statens Vegvesen..... | 24 |
| Figur 19 Bergartssone knyttet til glimmergneisprøve fra Memaurstad. | 25 |
| Figur 20 Befarte grusforekomster i Fauske..... | 26 |
| Figur 21 Uttak i drift ved Skysselvik. | 27 |
| Figur 22 Sandige masser i snitt vest i Båtsvik-forekomsten | 28 |
| Figur 23 Lite massetak med grusige masser i Moen-forekomsten..... | 29 |

TABELLER

| | |
|---|----|
| Tabell 1 Prøveliste..... | 13 |
| Tabell 2 Mekaniske testresultater | 22 |

VEDLEGG

- Vedlegg 1 Petrografisk analyse
- Vedlegg 2 Geokjemisk analyse

1. INNLEDNING

NGU har med finansiering fra Nordland fylkeskommune gjort utvidete undersøkelser av forskjellige mineralske ressurser for å gi dem en bedre og mer nøyaktig verdisetning i Nordland. Fauske kommune er brukt som pilot for dette arbeidet og som en del av prosjektet i Nordland ble det i august 2015 foretatt feltarbeid i Fauske kommune. Formålet var å undersøke og lokalisere steder, hvor både krav til kvalitet og beliggenhet av byggeråstoff var oppfylt. Denne rapporten gjør rede for disse undersøkelsene og analyseresultater fra prøver. Det er også foretatt en gjennomgang av verdivurderingene gjort av forekomstene i NGUs grus-, pukk- og steintippdatabase i Fauske kommune.

2. KONKLUSJON OG ANBEFALING

Undersøkelsene i Fauske viser at det kan være utfordrende å finne bergarter i kommunen til pukkproduksjon med gode mekaniske egenskaper som er velegnet til vegformål. Noe som bekreftes av at det i Bodø kommune foregår import av tilslag fra blant annet Rogaland, til asfaltproduksjon for regionen. Dette skyldes til dels at Fauske kommune er dominert av bergarter som karbonater og glimmerskifre med svakere mekaniske egenskaper. Variasjonen i bergartene som er undersøkt viser også at bergarter som tradisjonelt viser gode mekaniske egenskaper også er av dårligere kvalitet som byggeråstoffer enn forventet. Det er likevel viktig å legge merke til at dersom massene skal brukes til formål det ikke stilles mekaniske krav til, eksempelvis fyllmasser som det volummessig er størst behov for, kan de fleste forekomster være egnet.

Prøven som ble tatt fra sprengt materiale på en ny boligtomt nordøst for Fauske sentrum - Memaurstad - er den eneste bergarten som viser tilfredsstillende mekaniske egenskaper til vegbygging. Fordelen med dette funnet av glimmergneis er at bergartssonen strekker seg over et større område som i dag består av skogsområder nordøst for Fauske.

NGU anbefaler at dersom Fauske skal ha tilgang på pukk som er egnet til vegbygging (egnet til veger med lav trafikkbelastning; ÅDT < 1500 kjøretøyer) er det i dette området mest aktuelt å undersøke nærmere.

Lokalt i Fauske kommune er de mest tilgjengelige ressursene av byggeråstoff knyttet til løsmasseavsetninger. Det gjelder primært de gjenværende massene i uttaket ved Finneid (Skysselvik) hvor det har vært større uttak i lang tid. Her er det imidlertid utfordringer knyttet til videre utnyttelse av ressursen, og med dagens areal- og vegsituasjon (E6) er gjenværende levetid liten. Det finnes likevel gjenværende ressurser her. Alternative ressursområder er grusavsetningene langs Fv830 mot Sulitjelma. På Moen, øst for Finneid ligger en breelavsetning, med lokal betydning, hvor det tidligere har vært tatt ut masser i liten skala. Kommunen bør vurdere om dette er et område som kan være aktuelt i framtida.

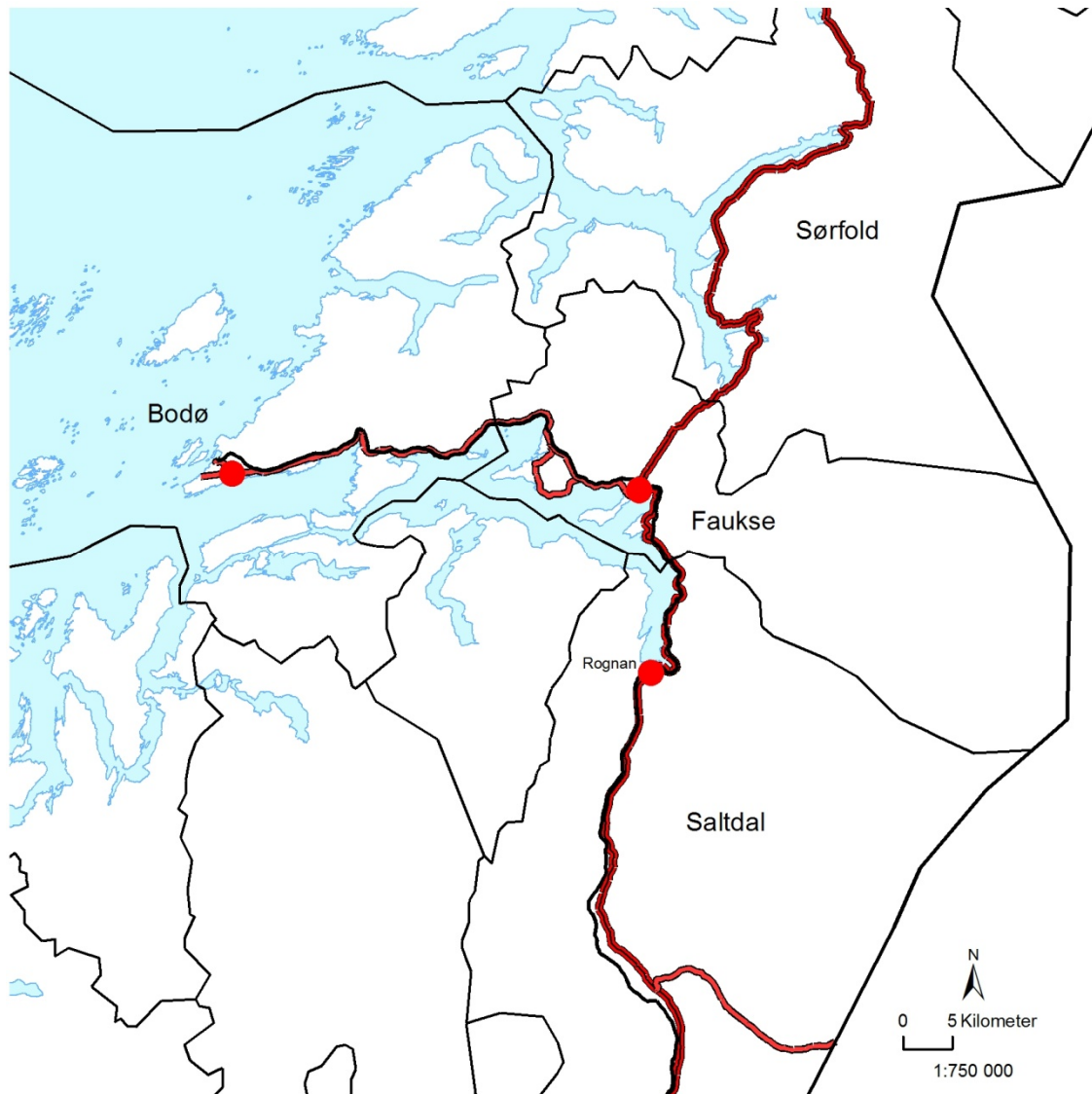
Forøvrig finnes det også mulighet for å utnytte løsmassene ved Sjønstå og Båtsvik, men disse forekomstene betraktes for å ha liten lokal betydning i dagens situasjon. Sjønstå har dårligere beliggenhet enn andre forekomster med tilsvarende eller bedre egnet materiale. Båtsvik kan ha et stort volum, men er en randavsetning med usikker kornfordeling. Forekomsten er observert å inneholde en del sandig materiale, men er ikke en ressurs å prioritere når det finnes bedre alternativer.

I og med at det i Bodø er etablert mottaksanlegg for råstoff til asfaltproduksjon og det produseres asfalt med tilslag fra flere uttak langs norskekysten er dette mulig å utnytte også for Fauske.

3. GEOLOGIEN I FAUSKE

3.1 Feltområde

Undersøkelsene har blitt gjort i Fauske kommune (Figur 1), men lokaliteter i området mellom Bodø, Fauske og Rognan har blitt befart for å gi oversikt over bergartene i området. Prøvelokalitetene, beskrevet i avsnitt 3, er i hovedsak i vegskjæringer hvor det er lett tilgang til gode blotninger. Områdets berggrunnsgeologi er primært undersøkt ved lokaliteter nær veg dels da feltforholdene her gir lett adgang til friskt og lite forvitret fjell og dels fordi bergarter med egnet beliggenhet, nær veg, er mest interessante for uttak.



Figur 1 Oversiktskart over feltområde.

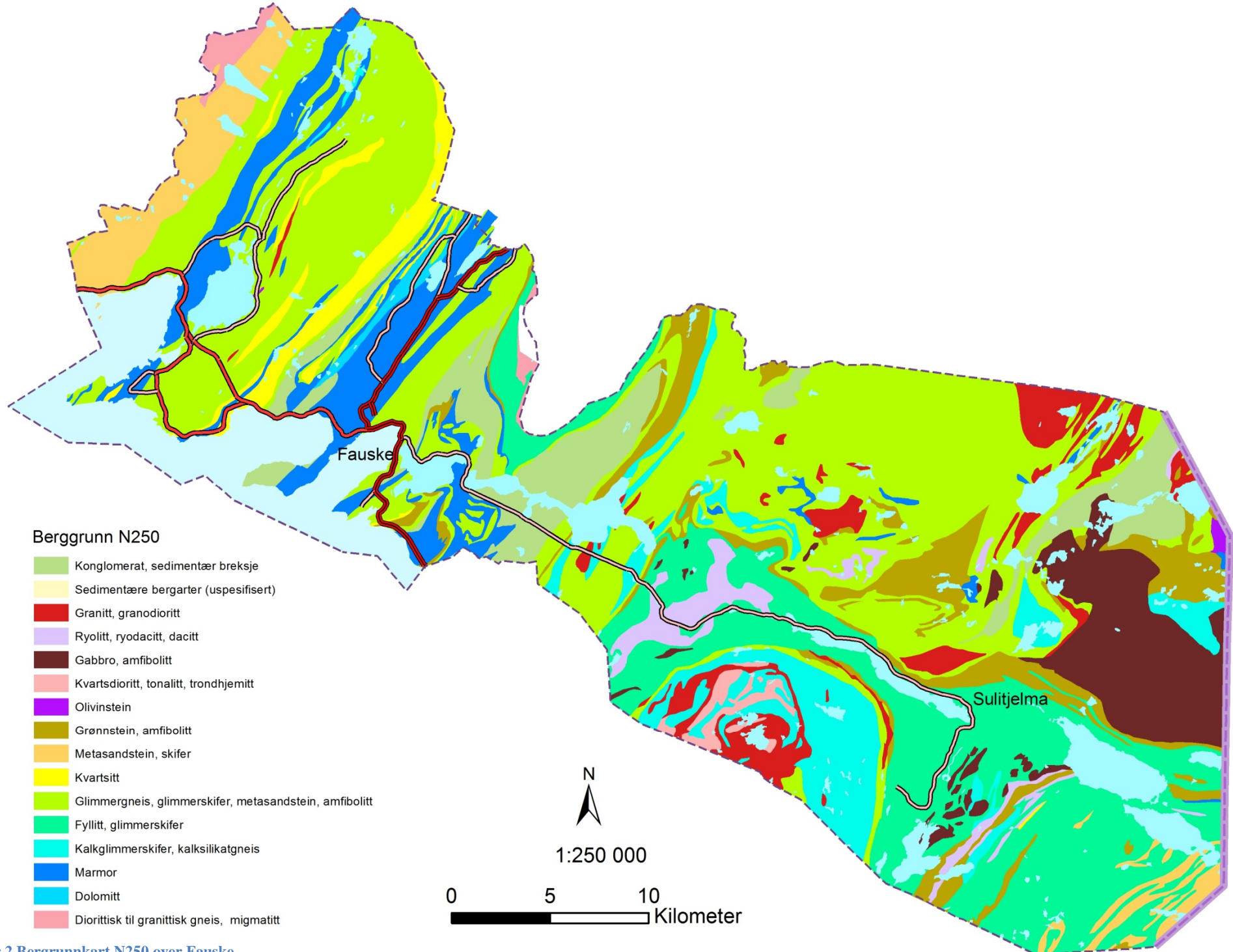
3.2 Bergrunn

Berggrunnsgeologien i Fauske kommune er vist i figur 2 og er dominert av skyvedekkebergartene som ble foldet og sammenskjøvet under den kaledonske fjellkjededannelsen som fant sted for ca. 400-500 millioner år siden. Denne deformasjonen er relatert til sammenstøt mellom kontinentene Baltika og Laurentia med kulminasjon i

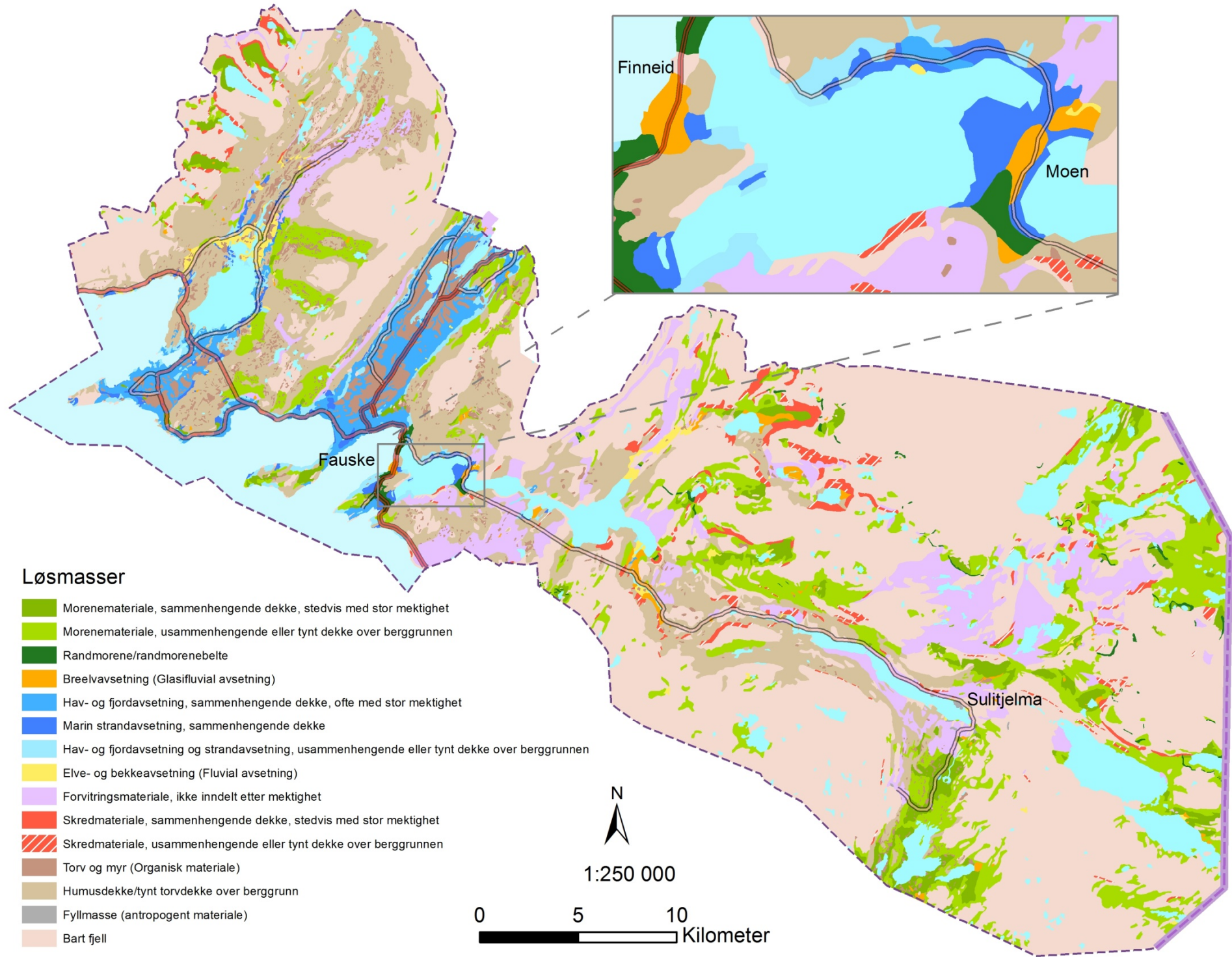
Silurtiden for rundt 420 million år siden. Grensene mellom hoveddekkeenheter i området er definert som skyveforkastninger dannet under denne kaldonske innskyvningen, hvor bergartene er flyttet over store horisontale avstander, men grensene er også i mindre grad påvirket av seinere ekstensjonstektonikk. Skyvedekkenene og mange av bergartsgrensene i området stryker i nordøst-sørvest retning, og glimmerskifer og marmor bergartene finnes her ofte som lange, smale soner. Dekkebergartene har gjennomgått en kompleks deformasjon med flere faser av foldning og omdanning som ga bergartene deres foliasjon og skifrihet (Gustavson, 1996).

Under skyvedekkenene ligger grunnfjellsbergarter som er dannet i den svekokarelske perioden for 1600-1900 millioner år siden (Gustavson, 1996). Disse bergarter finnes i en rekke såkalte tektoniske grunnfjellsvinduer, hvor det gamle grunnfjellet, er blottlagt og stikker opp gjennom skyvedekket og danner høyfjellsområdene i øst og vest omgitt av de yngre kaldonske bergarter, da grunnfjellet ofte er motstandsdyktig mot erosjon og står fram i større fjellmassiver.

De viktigste bergartene i Fauske kommune er omdannede (metamorfe) sedimenter og vulkanitter, dypbergarter og grunnfjellsbergarter. De omdannede sedimentene av kaldonsk alder er klart dominerende og består vesentlig av ulike typer glimmerskifer til glimmergneis og dernest av marmor. Omdannede vulkanske bergarter er oftest av basisk sammensetning, men sure (SiO_2 -rike) meta-vulkanitter opptrer lokalt. Glimmerskifer er ofte kalkførende og opptrer med staurolit, biotit og hornblende og lag av omdannet sandstein. De store marmorforekomstene i Fauskedekket stammer fra kalkstein av omkrystallisert kalkspat og dolomitt samt konglomerater avsatt da Norge lå langt sydligere end i dag. De tynne marmorlagene skiller seg ut på grunn av den rike, frodige vegetasjonen. Dypbergartene av granittiske bergarter forekommer lokalt i små mengder mens større enheter av gabbroiske bergarter finnes i den østlige del av kommunen ved Sulitjelma. Sulitjelma er dessuten den viktigste malmforekomsten i Fauske kommune. Utvinning foregikk mellom 1887 og 1991 og forekomsten utgjorde mer enn 20 separate kobber-sink kropper med en total tonnasje på 35 megatonn med gjennomsnitt metallinnhold på 1,8 % Cu, 0,4 % Zn, (Cook m.fl. 1990).



Figur 2 Berggrunnkart N250 over Fauske



Figur 3 Løsmassekart over Fauske

3.3 Løsmasser

Figur 3 viser kvartærgeologien i Fauske med forskjellige fargekoder for de enkelte avsetningstype. Det er tatt med et utsnitt som viser spesielt utstrekningen av løsmassene på Finneid (Skysselvik) og Moen.

I ressurssammenheng er det særlig breelvavsetninger som er interessante på grunn av innholdet av sorterte og til dels grove masser med lavt finstoffinnhold. Elveavsetninger kan av samme årsak også være interessante. Breelvavsetninger oppsto under isavsmeltingen, spesielt i perioder når klimaet over lengre tid tillot at breelver med store mengder smeltevann transporterte og avsatte materiale. Fluktuasjonene i klima gjorde at breene trakk seg tilbake og det ble dannet trinn i forkant av breen, når isen lå i ro over en periode. I Fauske finnes slike trinn blant annet på Finneid, Moen og Sjønstå (Olsen, L. 2014), som også er registrerte forekomster i NGUs grus-, pukk- og steintippdatabase (Figur 4). Enkelte mindre avsetninger av samme type finnes også langs iskanten (lateralt). Det finnes også noen elveavsetninger som omslutter Valnesfjordvatnet, her er det ikke registrert noen byggeråstoff-forekomster.

I tillegg finnes noen store randmorener, som kan inneholde sorterte masser men også mer finkornede morenemasser, denne typen avsetning omslutter breelvavsetningene på Finneid. Slike avsetninger oppstår gjerne i forkant av breer der masser av forskjellig kornstørrelser, sammen med breens bevegelse danner en i større grad usortert og blandet avsetning.

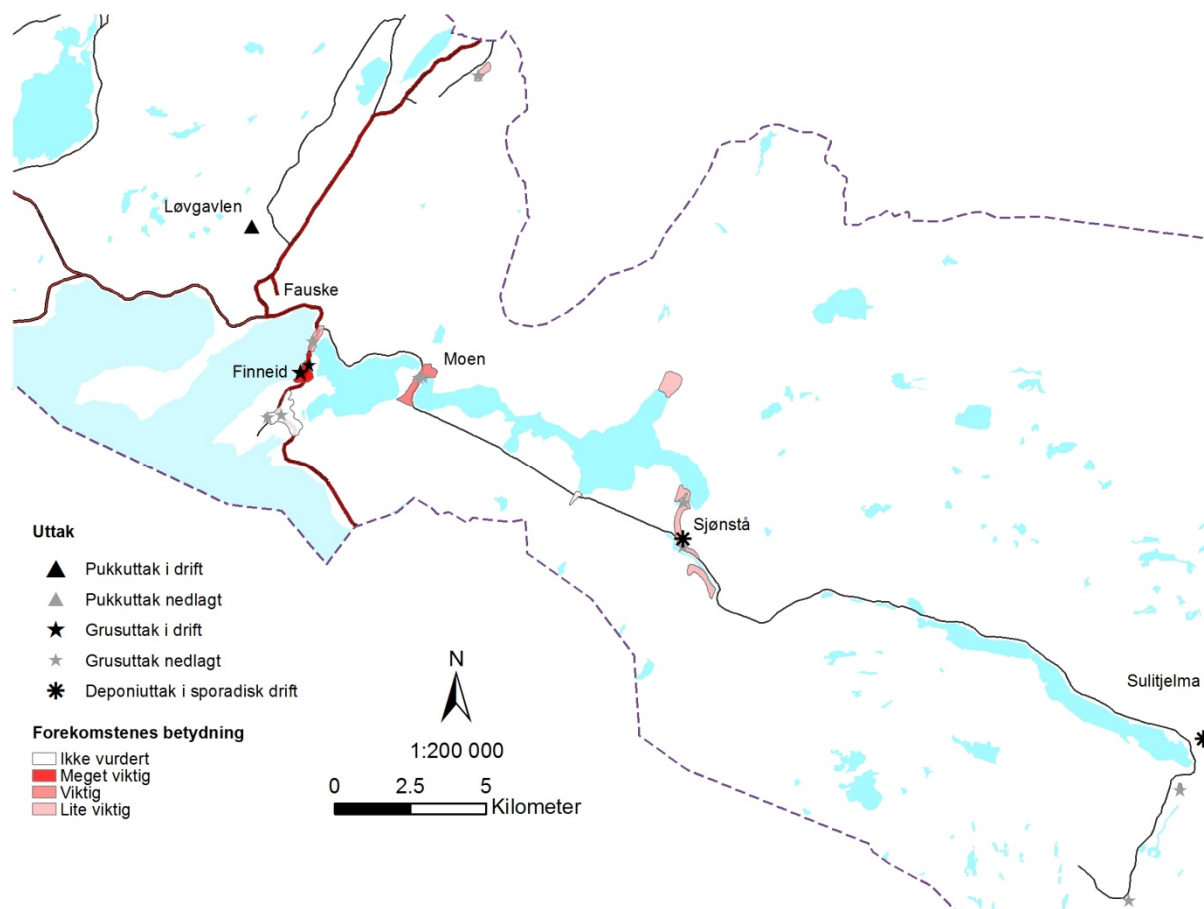
Forøvrig består løsmassene i Fauske av marine avsetninger, spesielt på flatene på Fauskeidet. Dette er i stor grad finkornede og leireholdige masser.

Det er i størst grad sorterte masser som utnyttes som byggeråstoff. Usorterte masser med høyt finstoffinnhold krever mer bearbeiding gjennom vasking og sikting for å oppnå ønskede fraksjoner. I noen grad utnyttes også strand- og randavsetninger til byggeråstoff. Morene og marine avsetninger utnyttes i mindre grad som byggeråstoff.

4. BYGGERÅSTOFFER I FAUSKEOMRÅDET

I perioden 2010 - 2012 ble grus-, pukk og steintippdatabasen for Nordland oppdatert og ajourholdt (Erichsen 2013).

Figur 4 viser fordelingen av grus, pukk og steintipper i Fauske kommune. Det har kun vært registrert en pukkforekomst, Løvgavlen. Uttak fra forekomsten er primært knyttet til natursteinsproduksjon av marmor, men forekomsten leverer også noe av overskuddsstein til blant annet fyllmasser. Det har vært drift i flere av grusforekomstene, men det er kun forekomsten på Finneid som har hatt stabil drift med større uttak over tid. Det er også et par steintipper hvor det sporadisk har vært uttak, men det er uklart hva dette har blitt brukt til.

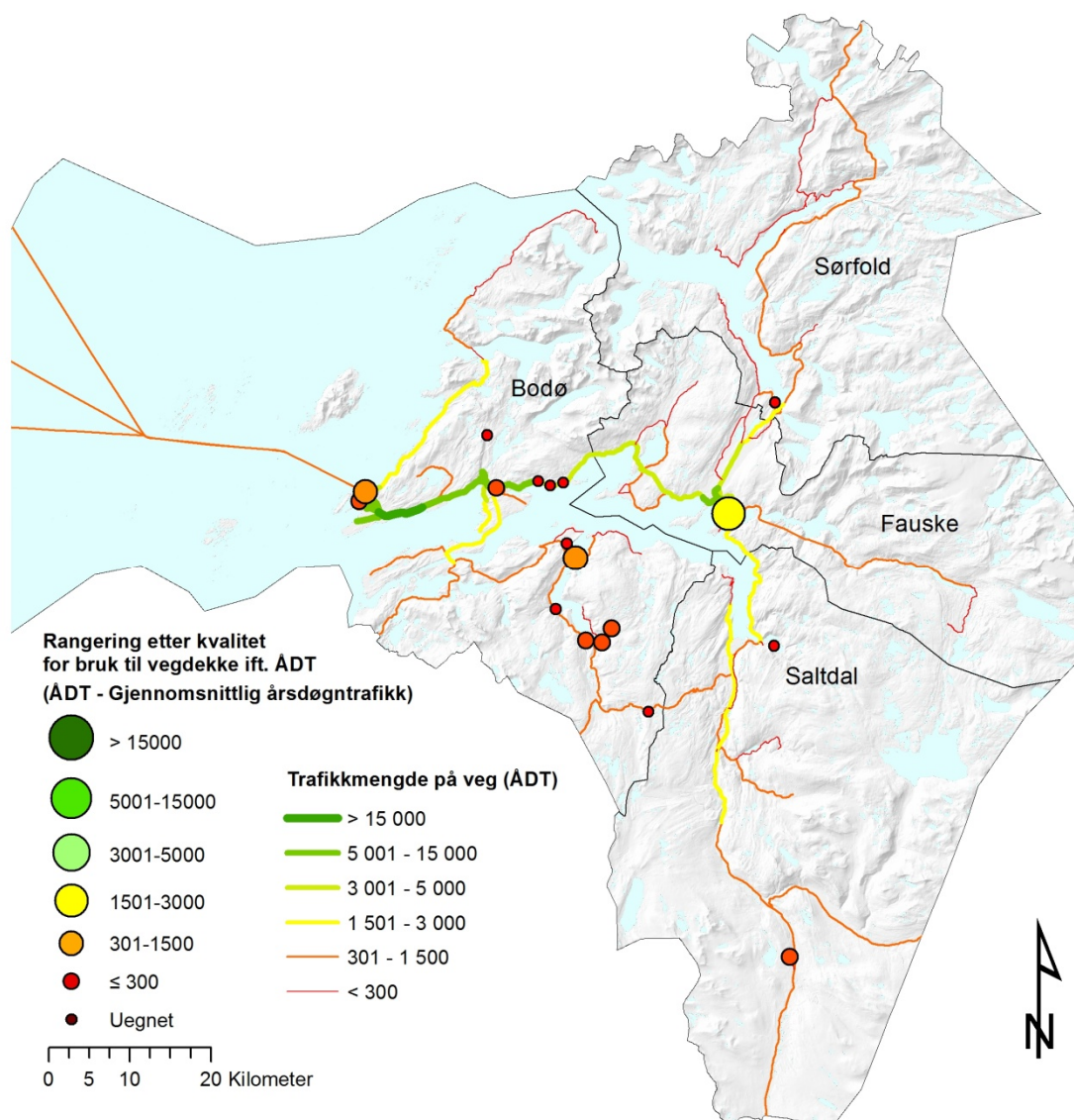


Figur 4 Forekomster og uttak registrert i NGUs grus-, pukk- og steintippdatabase.

Figur 5 viser uttak med hvilken egnethet materialet har for bruk i vegdekker (Statens vegvesen, 2014). Forekomsten Skysselvik på Finneid som fortsatt er i drift, er den beste forekomsten NGU har prøvetatt hvor egnetheten er god nok til vegdekker med middels trafikkmengde (ÅDT inntil 3000). Forekomsten er klassifisert i NGUs database (forekomstnr. 1841.004) til ha lokal betydning. Det er likevel utfordringer knyttet til framtidig utnyttelse av forekomsten på grunn av beliggenhet tett på hovedvei og sjø samtidig som at tilgjengelige deler av forekomsten er tømt.

På Vikan industriområde i Bodø drives det asfaltverk. Informasjon fra driftsleder der viser at det er vanskelig å skaffe nødvendig tilslagsmateriale til vegdekker. Tilslag det stilles krav til hentes fra kystnære forekomster andre steder i Nordland og så langt sør som Rogaland. Høsten 2015 ble E6 omkring Rognan i Saltdal asfaltert. Da ble asfalt fraktet med båt fra Bodø til Rognan.

Uttak av pukk til byggeråstoff i nærheten av Fauske som ligger innenfor aktuell transportavstand foregår i tilknytning til industriområdet ved Straumen i Sørfold, ved Rognan og i Bodø kommune. Ellers er det kun mindre aktivitet i små lokale grusuttak. Regionen har ikke tilgang på byggeråstoffer med kvalitet til de mest trafikkerte vegene. Samtidig finnes det en god del uttak som kan produsere og levere masser hvor det ikke stilles krav til mekaniske egenskaper, men også her er det i en del tilfeller store avstander mellom de aktuelle forekomstene. Også til lavtrafikkerte veger stilles det krav til mekaniske egenskaper i både vegdekke og vegfundament og det vil være en fordel om disse kan utvinnes lokalt for å unngå lange transportavstander.



Figur 5 NGUs prøvetatte lokaliteter med mekaniske egenskaper i og omkring Fauske.

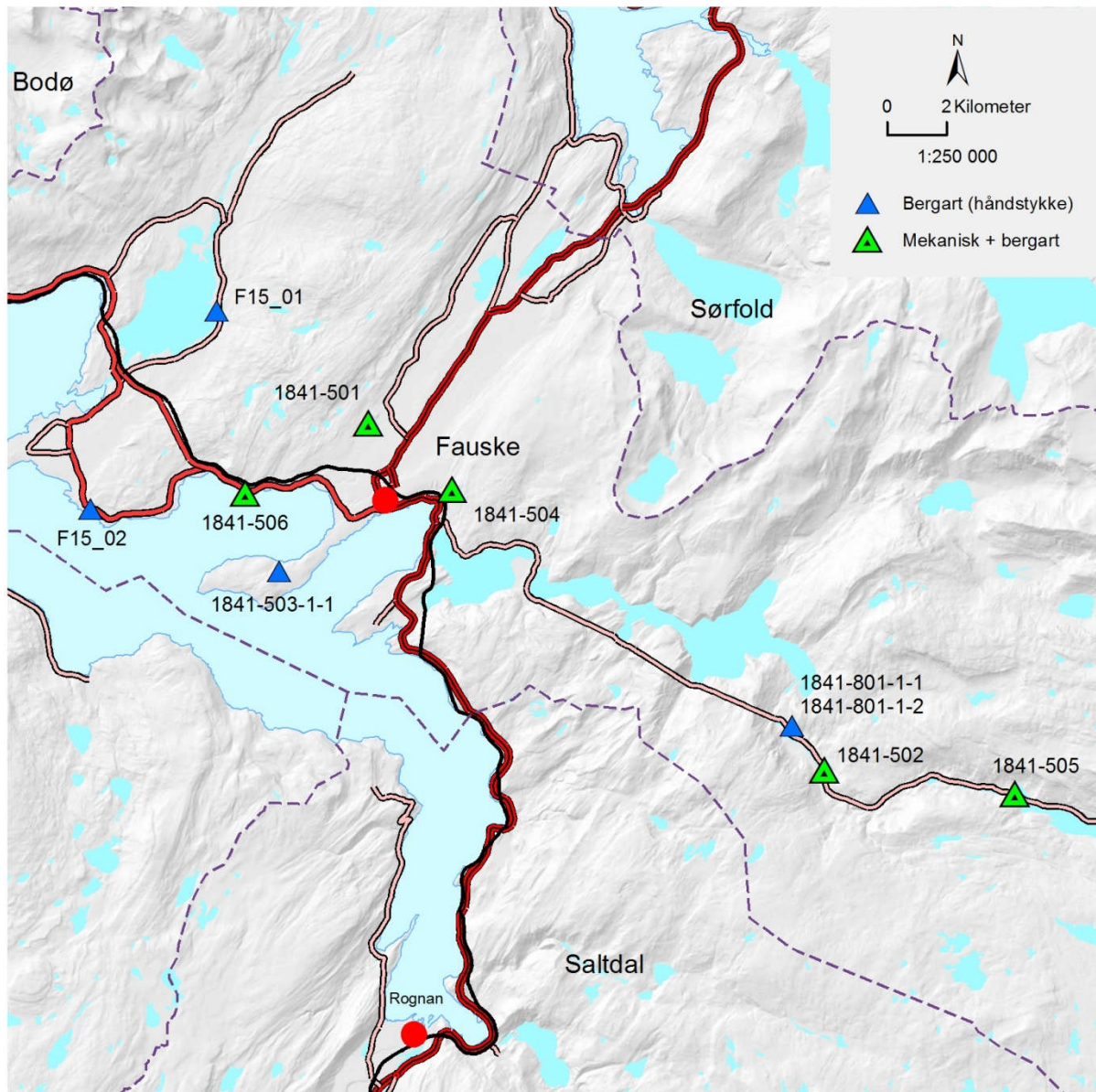
5. PRØVELOKALITETER OG BERGARTSTYPER

Under feltarbeidet ble det samlet inn 10 prøver som alle ble undersøkt med petrografisk (bergarts-) analyse ved hjelp av mikroskopering. Av prøvesettet ble 5 prøver undersøkt med mekanisk analyser. I Tabell 1 finnes en oversikt over de innsamlet prøver, undersøkelsesmetode og lokaliseringen av prøvene er vist i Figur 6.

Tabell 1 Prøveliste

| Prøve | Lab # | Forekomst navn | Koordinater (UTM) | | | Bergart | Analysemetode | | |
|--------------|--------|-------------------|-------------------|--------|---------|-----------------|---------------|----|----|
| | | | Sone | Øst | Nord | | PM | MT | GB |
| 1841-501 | 128301 | Løvgavl | 33W | 516354 | 7463203 | Marmor | x | x | |
| 1841-502 | 128302 | Sjønstå | 33W | 531802 | 7451447 | Hornblendegneis | x | x | |
| 1841-503-1-1 | 128303 | Øyneshalvøya | 33W | 513313 | 7458168 | Marmor | x | | |
| 1841-504 | 128304 | Memaurstad | 33W | 519178 | 7460971 | Glimmergneis | x | x | |
| 1841-505 | 128305 | Hellarmo | 33W | 538256 | 7450639 | Gabbro | x | x | |
| 1841-506 | 128306 | Halsan | 33W | 512170 | 7460843 | Konglomerat | x | x | |
| 1841-801-1-1 | 128307 | Sjønstå kraftverk | 33W | 530694 | 7452955 | Gneis | x | | x |
| 1841-801-1-2 | 128308 | Sjønstå kraftverk | 33W | 530710 | 7452937 | Glimmerskifer | x | | x |
| F15_01 | 128309 | Djuposen | 33W | 511216 | 7467020 | Kleberstein | x | | x |
| F15_02 | 128310 | Vesnet | 33W | 506930 | 7460304 | Hornblendegneis | x | | x |

Analysemetode: PM - Petrografisk mikroskopering, MT - mekanisk test, GB - geokjemisk bergartsanalyse.



Figur 6 Prøvelokaliteter i Fauske kommune.

Resultatene av mikroskopering er oppsummert i Vedlegg 1 og danner bakgrunn for bergartsbeskrivelsen til de enkelte prøvelokaliteter nedenfor. Prøver hvor det er foretatt mekanisk test vurderes særskilt i avsnitt 6, mens potensialet som byggeråstoff kort er beskrevet for de øvrige her under lokalitetsbeskrivelsene.

For fire prøver ble det også foretatt geokjemisk analyse for å karakterisere sammensetning og se på innholdet av uran (Vedlegg 2). Ved radioaktiv nedfall av uran dannes helsefarlig radongass (Watson m.fl. 2013). Disse "stikkprøvene" rapportert i Vedlegg 2 viser at de fire utvalgte bergartstyper alle ligger under 5 ppm U som er satt som nedre grenseverdi (Watson m.fl. 2015) og indikerer at produksjon av radongass ikke er et problem for de undersøkte prøver. Det bør dog understrekes at en nærmere undersøkelse av uraninnholdet i bergarter bør utarbeides for områder av konkret interesse for masseuttak i henhold til prøvemethoden angitt av Watson m.fl. (2015).

5.1 Løvgavlen - 1841.501

Løvgavlen er registrert i NGUs grus-, pukk- og steintippdatabase som en pukkforekomst, (forekomst# 1841.501), men forekomsten er av større interesse som industrimineral (dolomitt) og naturstein (marmor) enn til pukk. Kalkrike bergarter har erfaringsmessig generelt ikke gode mekaniske egenskaper og er derfor normalt mindre egnet til pukk. Det produseres likevel en del pukk fra overskuddsmassene (Figur 7) som brukes som rene fyllmasser og noen spesialprodukter rettet mot hus- og hagebruk (pyntestein). Bergarten er prøvetatt for å sammenligne mekaniske egenskaper på en bergart som brukes i dag med andre bergarter i kommunen. Bergarten består av > 90 % dolomitt og er en ren dolomittmarmor (se vedlegg 1).



Figur 7 Bruddet ved Løvgavlen hvor det tas ut kalkstein til fyllmasser og pyntestein.

5.2 Sjønstå - 1841.502

Det ble tatt en prøve for mekanisk testing av grå bergart fra en veiskjæring rett nord for avkjøringen til Sjønstå grusforekomst og tipp. Bergarten er en fin- til mellomkornet, båndet gneis med godt utviklet foliasjon som definerer tydelig spaltbare plan (Figur 8). Mikroskopering viser bergarten består hovedsakelig av hornblende, kvarts, biotitt og feltspatt og mindre mengder epidot. Dessuten finnes der tynne (< 1cm bredde) kvarts- og feltspatrike bånd som er parallelle med foliasjonen.



Figur 8 Vegskjæring nord for Sjønstå i hornblendegneis.

5.3 Memaurstad - 1841.504

Prøven er tatt på byggetomt i utkanten av den østlige del av Fauske. Lokaliteten i seg selv ligger midt i et område med nye boliger hvor det var sprengt ut masser på en tomt (Figur 9). Bergartsenheten fortsetter nordvestover som beskrevet i avsnitt 6.3.1.

Den prøvetatte bergarten består av en lys grå og ofte båndet glimmergneis, som tilsynelatende er den dominerende litologien for bergartssonen, men som stedvis også inneholder små lommer med meta-sandstein. Bergarten har velutviklet planfoliasjon og denne sterke plane oppspaltningen gjør at enheten også vil kunne ha et potensial for uttak av murestein. Glimmergneisen domineres av kvarts, kalifeltspat og plagioklas mens biotitt forekommer i noe mindre mengde. Bergarten inneholder også små mengder kalsitt, titanitt og epidot. Biotitt skyldes sterk deformasjon og bidrar trolig til den gode oppspaltningen som er karakteristisk for bergartsenheten.



Figur 9 Prøvetatt materiale fra tomtsprenging ved Memaurstad.

5.4 Hellarmo - 1841.505

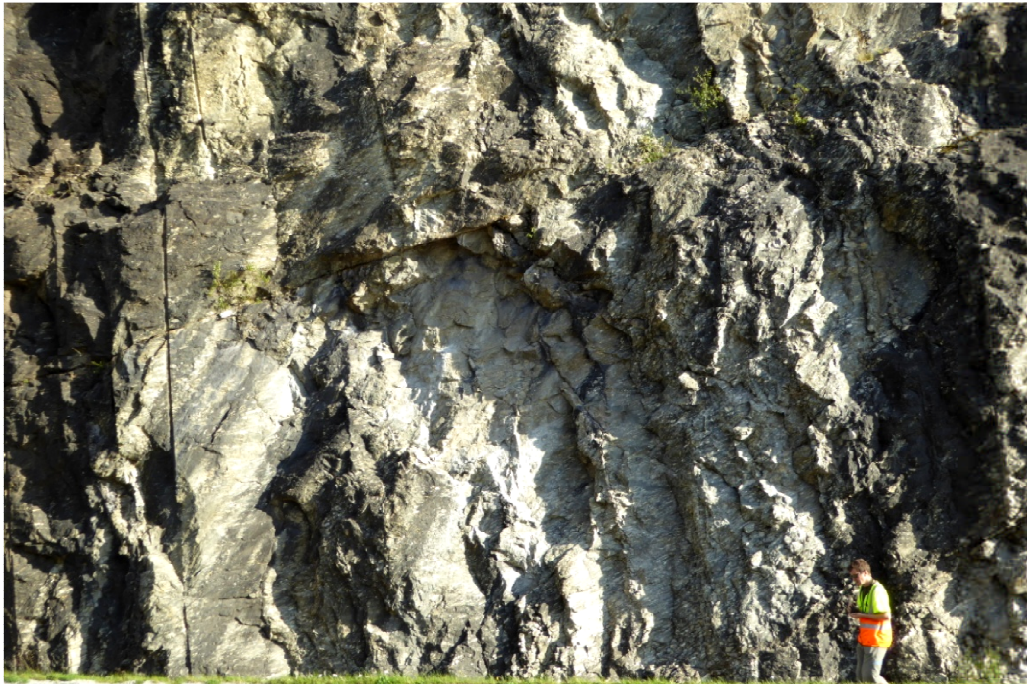
Lokaliteten Hellarmo er en veiskjæring langs fylkesvei 830 mellom Fauske og Sulitjelma og ble prøvetatt for mekaniske egenskaper og tynnslipsanalyse. Bergarten er en meta-gabbro som består av mineraler som er rekrystalliserte under den metamorfe deformasjonen til en ny mineralogi. Den domineres av plagioklas og amfibol innenfor kornene i den opprinnelige gabbro-tekstur, men bergarten viser noe omvandling. Typisk for områdets geologi inneholder denne bergart også små mengde karbonatmineraler i form av kalsitt. Sprekker forekommer hyppig i blotningen og finnes som ortogonale sett som gir blotningen blokkliggende utseende (Figur 10).



Figur 10 Vegskjæring av med oppsprukket gabbro ved Hellarmo.

5.5 Halsan - 1841.506

Prøven fra Halsan er tatt fra en vegskjæring (Figur 11) langs riksvei 80 mellom Fauske og Bodø.



Figur 11 Prøvetatt vegskjæring av konglomerat ved Halsan, langs Rv 80.

Bergarten er et polymikt konglomerat med boller av både kalkstein og sandstein (Figur 12). Bollene varierer kun litt i størrelse (typisk 2-10 cm i diameter) og har en tendens til å vise tegn på utflating som følge av metamorf deformasjon. Matriksen i konglomeratet har en mineralogi bestående primært av kalsitt og kvarts og mindre mengder glimmer (biotitt og muskovitt). Glimmermineralene danner en kruskløv i bergarten som ses tydelig ved mikroskopering.



Figur 12 Konglomerat med hvite karbonatboller og grå kvartsboller i finkornet grunnmasse.

5.6 Sjønstå kraftverk (tipp) - 1841.801

På Sjønstå ligger det en kraftverkstipp med tunnelmasser (Figur 13), det har foregått uttak av tippet relativt nylig, uvisst til hvilket formål, men det antas å være til fyllmasser. Tippet ligger lokalisert på grusforekomsten Sjønstå (forekomstnummer 1841.009).



Figur 13 Den prøvetatt kraftverkstippen på Sjønstå.

Massene er usorterte og inhomogene og representerer sekvensen av kaldonske bergarter i området. Det ble tatt ut to prøver fra tippet til geokjemisk analyse og tynnslipp som representerer ytterpunktene i variasjonen av bergartssammensetning. Prøve 1841-801-1-1 er en lysegrå glimmergneis med veldefinert foliasjon. Mikroskoperingen viser at hovedmineralene er feltspat, kvarts og kalifeltspat (mikroklin) med noen prosent biotitt og litt muskovitt. Den andre bergarten (prøve 1841-801-1-2) er kraftig foliert, finkornet og består av biotitt, kvarts, feltspat, amfibol og epidot. Bergarten er en glimmerskifer og vurderes til å utgjøre 30-40 % av tippet.

Tippet har logistisk gunstig beliggenhet tett på veg men utgjør en meget begrenset ressurs. Den varierende bergartssammensetningen og relativt stort innhold av glimmerskifer gjør at tippet ikke vurderes som egnet til vegbygning.

5.7 Andre lokaliteter

5.7.1 Øyneshalvøya - 1841-503-1-1

Dette gamle nedlagte natursteinsbruddet ligger på Øyneshalvøya sydvest for Fauske. Bergarten er en gråbåndet fin- til middelskornet marmor. Marmorens bånd er steil med fall mot NV men er ganske massiv. Bergarten er en mørk marmor som nesten utelukkende (>95%) består av kalkspat. Den mørke fargen skyldes høyt grafittinnhold. Marmoren er homogen og det er mulig å ta store mengder av stein fra bruddet, men er kun egnet som pukk til lavkvalitetsformål. Bergartens farge og uttrykk gjør at den neppe er av interesse som naturstein i dagens marked.



Figur 14 Nedlagt marmorbrudd på Øyneshalvøya sett mot sydvest.

5.7.2 Djuposen - F15_01

Lokaliteten består av en mafisk til ultramafisk kropp som ligger ved veien på østsiden av Valnesfjordvatnet (Figur 6). Bergarten er kartlagt som Peridotitt på 1:50.000 kart men denne undersøkelsen viser at kroppen, som er synlig i vegskjæringen (Figur 14), består av forskjellige mafiske-ultramafiske bergarter hovedsakelig av finkornet pyroksenitt og kleberstein. En gabbroenhet utgjør en liten del nordligst i linsen (Lindahl, 2012) men ble ikke besøkt ved denne undersøkelsen. Mafiske og ultramafiske bergarter kan være egnet som byggeråstoff, men omvandlede myke bergarter som kleberstein ikke har bra mekaniske egenskaper. Mikroskopering viser at bergarten er en kleberstein som også vurderes å være den dominerende bergartstypen. Potensielt kunne lokaliteten ved Djuposen være interessant som natursteinsbrudd for kleberstein, men fordi bergarten inneholder fibrøse mineraler (muligens asbestformige), har varierende bergartssammensetning og at forekomsten er relativ liten, vurderes Djuposen heller ikke at ha økonomisk interesse som naturstein.



Figur 15 Skjæring (ca. 8 m høy) med kleberstein ved Djuposen, lys gang på venstre side.

5.7.3 Venset - F15_02

Lokaliteten er en stor vegskjæring langs FV 530 nær Venset. Bergartstypen, som dekker et relativt stort område der fortsetter i nordøstlig retning (Figur 2), er en gråbrun gneisbergart med varierende glimmer og amfibol (hornblende) innhold. Bergarten har velutviklet foliasjon og spaltelighet med orientering som faller 25-30 % mot nordøst (Figur 16).

Mikroskopundersøkelser viser at den prøvetatte bergarten er en hornblendegneis, men inntrykket fra felt er at det ofte er mer glimmer enn hornblende og forholdet mellom de to mineralene varierer mye lokalt slik at bergartssonen ofte er en glimmergneis. Bergarten inneholder som den eneste av de undersøkte prøver dessuten enkelte større krystaller (porfyroblaster) av granat. Det er vanskelig å vurdere de mekaniske egenskapene til bergarten alene på bakgrunn av den petrografiske analysen, den forventes å være sammenlignbar med hornblendegneisen fra Sjønstå som beskrevet i avsnitt 6.2 og å være av lav kvalitet.



Figur 16 Vegskjæring ved Venset med glimmergneis, markant skifrihet.

6. RESULTATER

Det ble innhentet fem prøver til mekanisk testing (Figur 6) som ble foretatt på NGUs lab. Tolkning av bergartstype er lagt inn til beskrivelsene av den enkelte prøvelokalitet og i Tabell 1. Alle testresultater og relevante observasjoner har blitt lagt inn i grus-, pukk og steintippdatabasen. De lokalitetene som har blitt vurdert til å ha ytterligere potensial eller det er gjort observasjoner med nye vurderinger er beskrevet her.

6.1 Krav til byggeråstoffer

I utgangspunktet kan det produseres pukk av et bredt utvalg av bergarter. Til mange formål stilles det ikke krav til en spesifikk kvalitet og da vil kravet være bestemt av muligheten til å produsere et produkt som lar seg hensiktsmessig utnytte til ønsket formål. Her vet produsenter og entreprenører hva som er nødvendig.

Byggeråstoffer som grus, sand og pukk kvalitetsundersøkes med standardiserte mekaniske testmetoder som beskriver motstandskraft mot knusing (Los Angeles) og slitasje (kulemølle og micro-Deval). Slitasjeegenskapene er spesielt viktig for materiale til bruk i vegdekker på grunn av bruk av piggdekk (kulemølle). Krav til slitasje stilles også for materiale for bruk i bære- og forsterkningslaget (micro-Deval). Detaljert beskrivelse av testmetodene er gitt av Erichsen (2012).

Til en del formål som for eksempel vegbygging stiller Statens Vegvesen spesielle krav til testing av bergarten (se beskrivelse fra Statens vegvesen (2014)). Dette er for å sikre at vegen holder en standard som tilfredsstillende en viss trafikkbelastning. Det stilles krav til bergartens knuse- og slitasjemotstand i fundament og vegdekke.

Til betongformål stilles ingen spesielle krav til mekanisk styrke, med unntak for høyfastbetong, hvor det er viktig at steinmaterialet er "sterkt". For vanlig betong bør tilslaget inneholde minst mulig glimmer og kornformen er av betydning.

6.2 Materialtekniske egenskaper

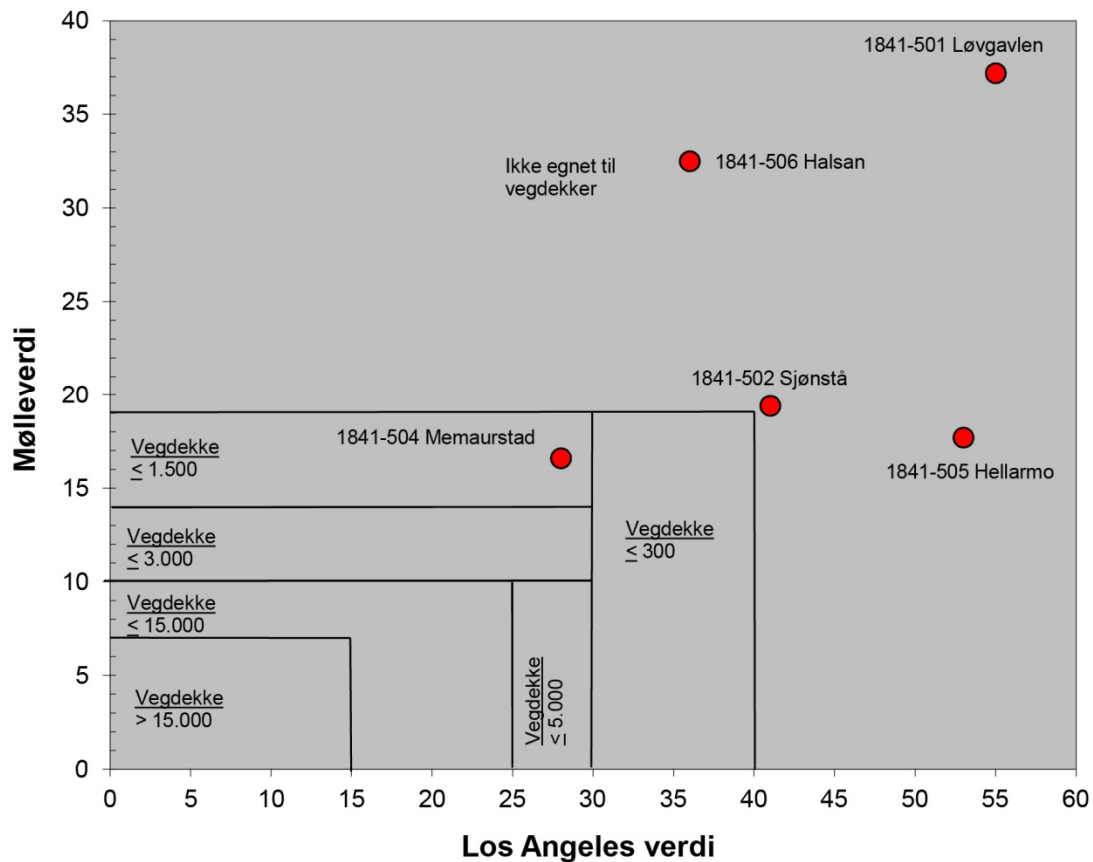
Tabell 2 viser resultater for de fem prøver hvor det er foretatt mekaniske test. Resultatene er også plottet i Figur 17 og Figur 18 med inndeling i soner i forhold til krav til de mekaniske egenskaper.

Tabell 2 Mekaniske testresultater

| Prøvenr | Lab. nr. | Lokalitet | MV | M _{DE} | LA |
|----------|----------|------------|------|-----------------|----|
| 1841-501 | 2015047 | Løvgavlen | 37,2 | 29 | 55 |
| 1841-502 | 201548 | Sjønstå | 19,4 | 16 | 41 |
| 1841-504 | 2015049 | Memaurstad | 16,6 | 11 | 28 |
| 1841-505 | 2015050 | Hellarmo | 17,2 | 16 | 53 |
| 1841-506 | 2015051 | Halsan | 32,5 | 25 | 36 |

MV - Mølleverdi; M_{DE} -micro-Deval; LA - Los Angeles koeffisient.

Krav til vegdekker



EE-2009

| <u>Vegdekke (ÅDT)</u> | <u>Los Angeles</u> | <u>Flis. Indeks</u> | <u>Mølleverdi</u> | <u>Micro-Deval</u> |
|-----------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| > 15000 | ≤ 15 | ≤ 25 | ≤ 7 | |
| 5001-15000 | ≤ 25 | ≤ 25 | ≤ 10 ³⁾ | |
| 3001-5000 | ≤ 30 ¹⁾ | ≤ 30 | ≤ 10 ³⁾ | |
| 1501-3000 | ≤ 30 ²⁾ | ≤ 30 | ≤ 14 ⁴⁾ | |
| 301-1500 | ≤ 30 | ≤ 30 | ≤ 19 | |
| ≤ 300 | ≤ 40 | ≤ 35 | ≤ 19 | |
| Grusdekke* | ≤ 35 | ≤ 30 | ≤ 19 | ≤ 15 |

NB! Kravene kan variere noe avhengig av massetype

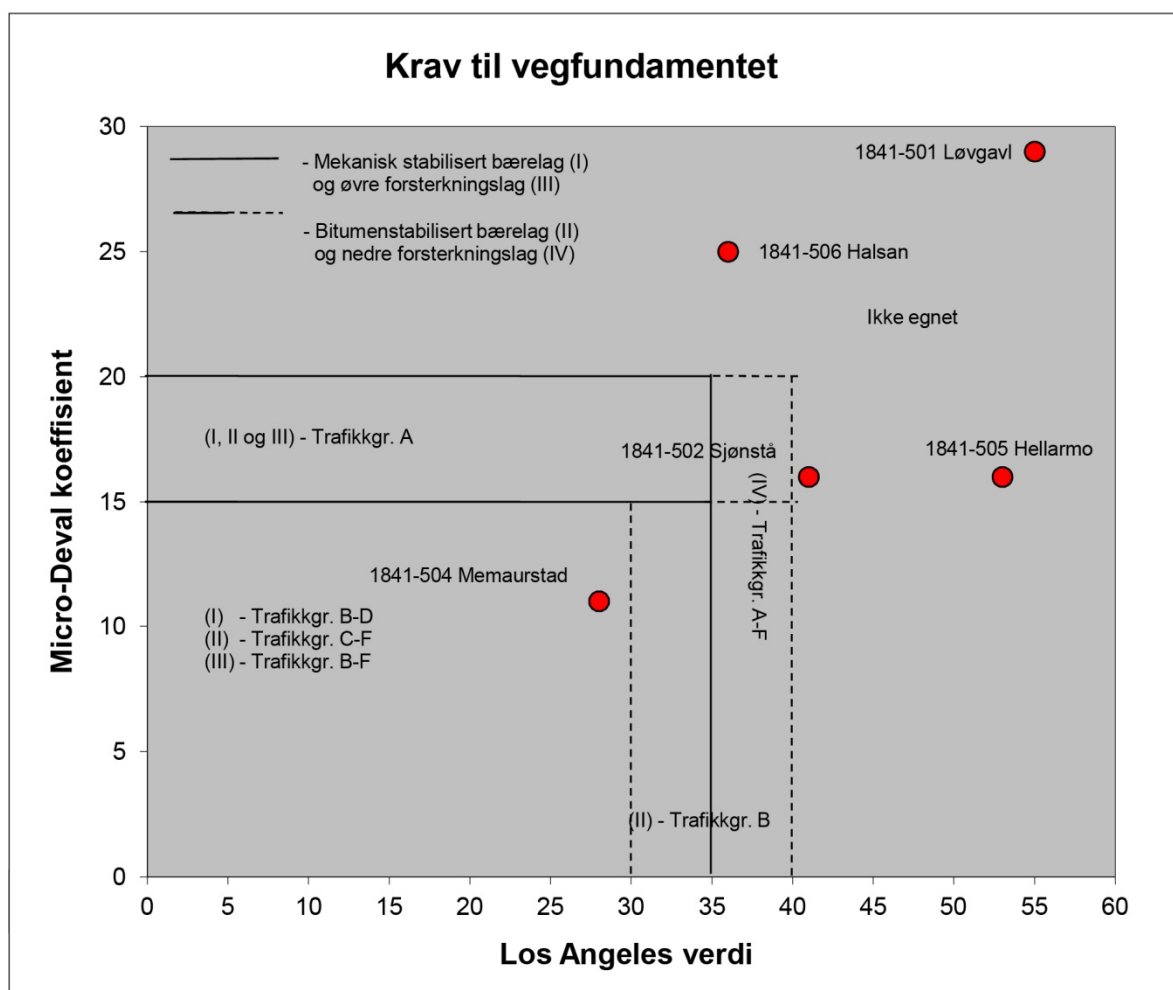
¹⁾ Kravet gjelder for massetypen asfaltbetong (Ab) ellers er kravet ≤ 25 og for tynndekke ≤ 15

²⁾ Kravet for tynndekke ≤ 25

³⁾ Kravet for tynndekke ≤ 7

Figur 17 Egnethet til vegdekke ift. kravene fra Statens Vegvesen.

Som det fremgår av Figur 17 og Figur 18 har fire av prøvene for dårlige egenskaper til bruk for vegbygging. Det er kun prøven fra Memaurstad som viser gode nok egenskaper for å kunne brukes i vegdekker og da på veger med en ÅDT inntil 1500. Det må bemerkes at kvaliteten i de materialtekniske egenskapene kan variere innenfor en og samme bergartsenhet.



| Bærelag | | (I) | (II) | | |
|------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Trafikkgr. | ADT | Los Angeles | Los Angeles | Micro-Deval | Mølleverdi* |
| F | (> 15000) | - | ≤ 30 | ≤ 15 | ≤ 19 |
| E | (5001-15000) | - | ≤ 30 | ≤ 15 | ≤ 19 |
| D | (3001-5000) | ≤ 35 | ≤ 30 | ≤ 15 | ≤ 19 |
| C | (1501-3000) | ≤ 35 | ≤ 30 | ≤ 15 | ≤ 19 |
| B | (751-1500) | ≤ 35 | ≤ 40 | ≤ 15 | ≤ 19 |
| A | (≤ 750) | ≤ 35 | ≤ 40 | ≤ 20 | ≤ 26 |

| Forsterkningslag | Trafikkgr. | ADT | Los Angeles | Micro-Deval | Mølleverdi* |
|------------------|------------|---------|-------------|-------------|-------------|
| Øvre (III) | B-F | (> 751) | ≤ 35 | ≤ 15 | ≤ 19 |
| Øvre (III) | A | (≤ 750) | ≤ 35 | ≤ 20 | ≤ 26 |
| Nedre (IV) | A-F | - | ≤ 40 | ≤ 20 | ≤ 26 |

Trafikkgruppene tilsvarer omtrentlig ADT, men skille mellom tra.gruppe A og B går ved ca. ADT 750.

Mekanisk stabilisert bærelag benyttes kun inntil trafikkgruppe D (ADT ≤ 5000).

* Kravene for slitasje stilles til micro-Deval. Kulemålla kan benyttes ved intern produksjonskontroll.

Figur 18 Egnethet til vegfundament ift. kravene fra Statens Vegvesen.

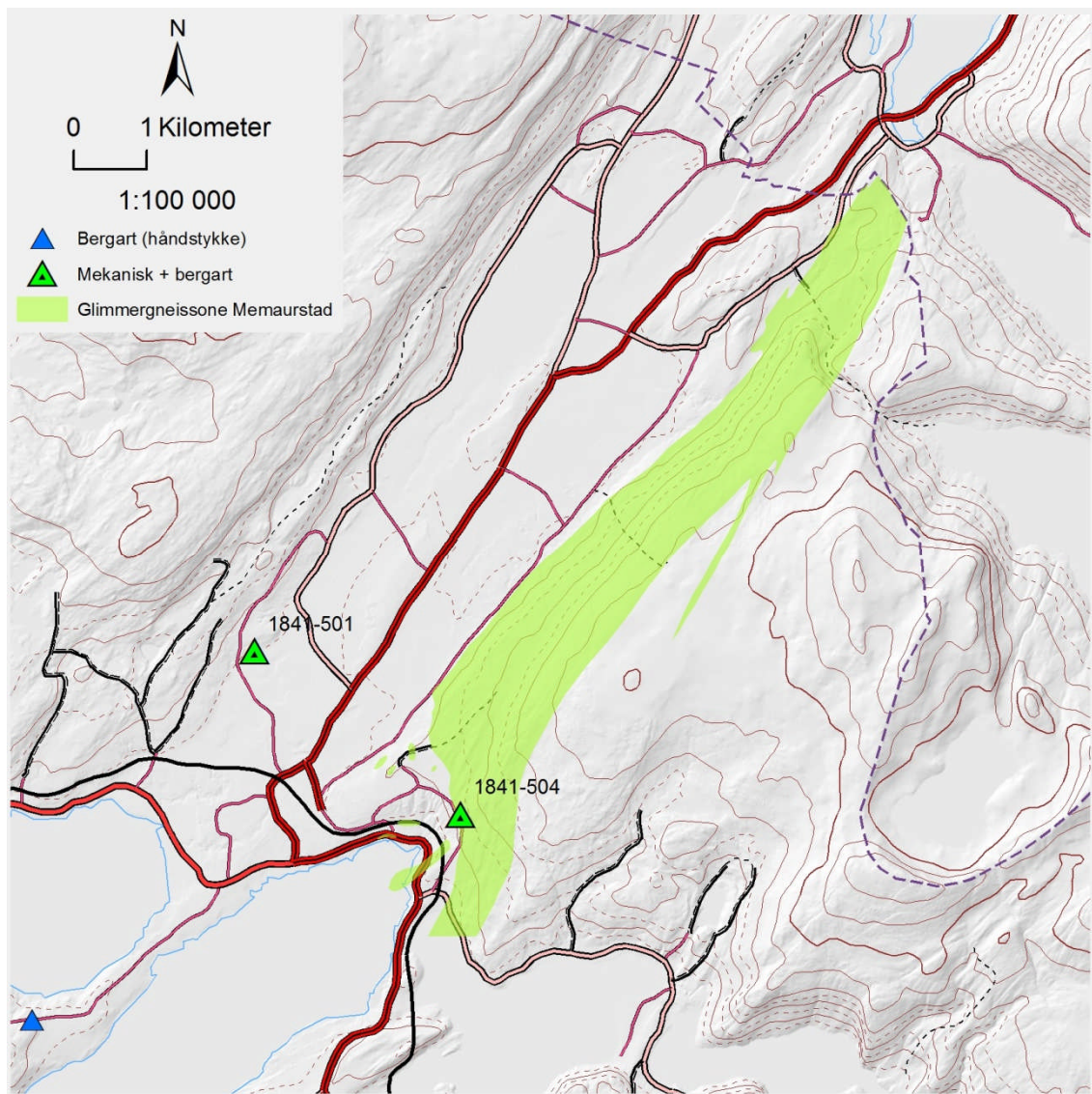
6.3 Pukk i Fauske

Til mange bruksområder stilles det ikke krav til mekaniske egenskaper for steinmaterialet. Men dersom det skal benyttes materiale til vegbygging bør prøvemateriale generelt innfri

kravene for høyt trafikkerte veier innfris, mens kravene for lett trafikkerte veier skal innfris for det kan være aktuelt at overveie masseuttak.

6.3.1 Memaurstad

Glimmergneisen ved Memaurstad er klart den best egnete bergarten til pukkproduksjon funnet ved denne undersøkelse, men er ikke av så god kvalitet som grusressursen på Skysselvik (beskrevet nedenfor) og vil basert på de mekaniske testresultater i tabell 2 kun være av lokal betydning innfor Fauske kommune. Bergarten vil likevel kunne dekke behovet for en stor del av veinettet (se figur 5). Prøvelokaliteten er av praktiske grunner i nærheten av et boligområde hvor uttak ikke vil være aktuelt. Imidlertid fortsetter bergartssonen i nordøstlig retning i et område på ca. 1,5 x 7 km (figur 19). Dette er basert på tidligere kartlegging utført av NGU og observasjoner gjort av bergartssonen under feltarbeidet til denne rapporten. Bergartssonen ligger tett på veien og har gunstig topografi for uttak, men bergarten viser også en del variasjon i glimmergneisenheten. NGU anbefaler nærmere undersøkelser av området før eventuelt masseuttak overveies.

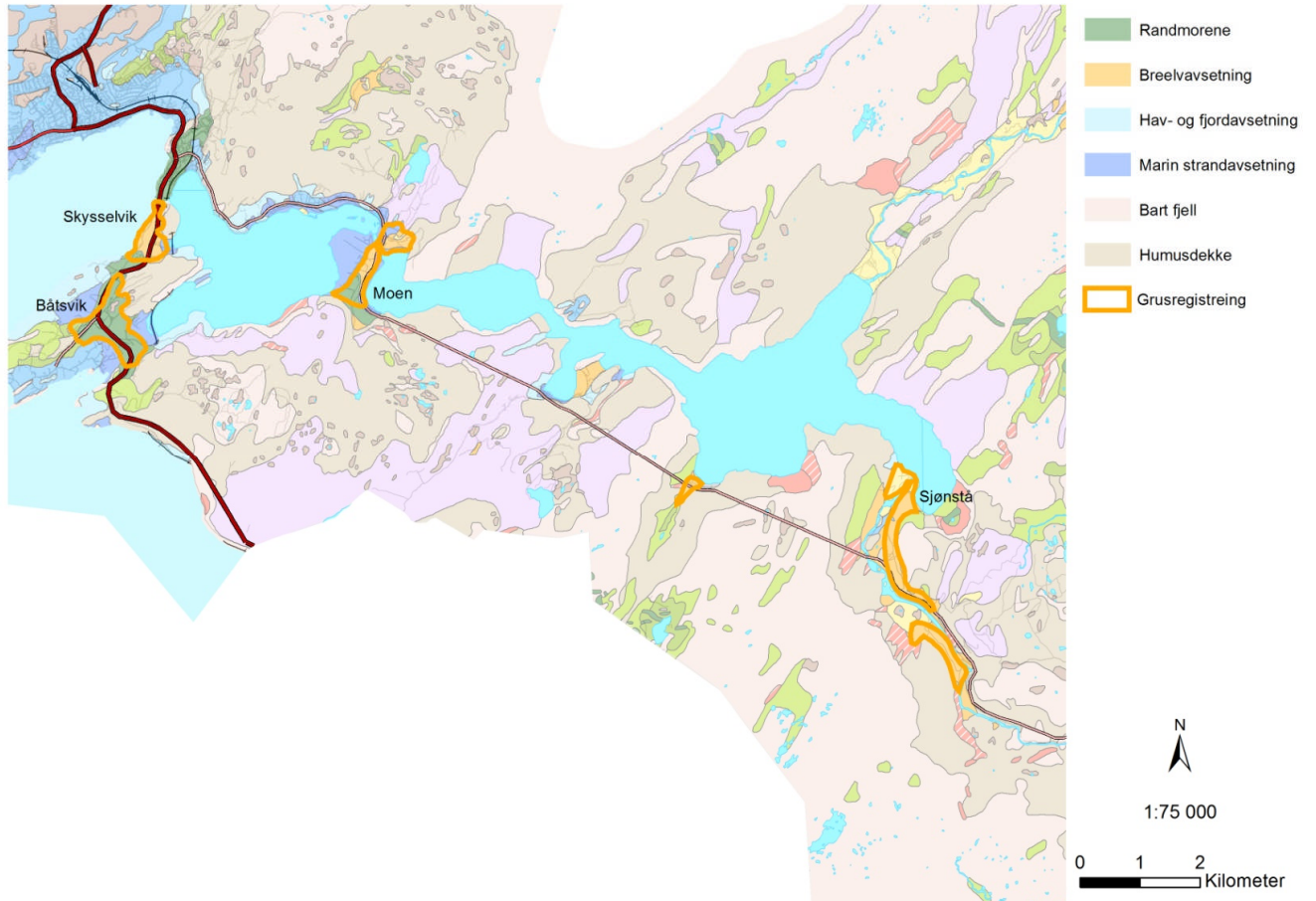


Figur 19 Bergartssone knyttet til glimmergneisprøve fra Memaurstad.

6.4 Grus i Fauske

Det er flere grusforekomster i Fauske som kan være interessante som byggeråstoffer. Fire forekomster avmerket med navn i Figur 20 ble befart under feltarbeidet og har fått en oppdatert vurdering.

6.4.1 Finneid - Skyssevik



Figur 20 Befarte grusforekomster i Fauske.



Figur 21 Uttak i drift ved Skysselvik.

Den eneste forekomsten i Fauske som tidligere er prøvetatt og viser tilfredsstillende kvalitet til vegformål er grusressursen på Finneid (Figur 5). Denne har blitt drevet omfattende gjennom mange år og store deler av ressursen er allerede utnyttet. Uttak begrenses også av hovedveg og omliggende bebyggelse. På kvartærgeologisk kart er den utnyttede delen av forekomsten kartlagt til å være av glasifluvialt opphav (dannet av breelver). I NGUs grusdatabase er forekomsten strukket noe ut over hva som er kartlagt glasiefluvialt kvartærgeologisk og går inn på området som er kartlagt som en randavsetning/randmorene. På grunn av gjengroing har det ikke vært mulig å observere snitt i den sørlige delen av uttaket.

Det har i ettertid blitt innhentet detaljerte overflate data (Lidar) fra området ved Finneidet området. Lidar kan gi et oversiktsbilde og i en del tilfeller detaljer knyttet til hvordan jordoverflaten kan se ut uten vegetasjon. I tilfellet for Finneid bekrefter Lidar-dataene i stor grad inntrykket fra kartleggingen av både kvartærgeologi og grusforekomst. Resterende mengde vil i så måte utgjøre det volumet som gjenstår innenfor den kartlagte grusforekomsten. Arealet her utgjør omtrent $40\,000\text{ m}^2$. Mektigheten i den utdrevne forekomsten har vært opp mot 40 meter. Volumet kalkulert som utnyttbart volum i hele forekomsten er 1,5 millioner m^3 og er basert på en gjennomsnittlig mektighet på 12 meter. I det gjenværende tilgjengelige arealet vest i forekomsten tilsier dette omtrent $480\,000\text{ m}^3$ utnyttede ressurser.

Det er også masser igjen øst for hovedvegen. Her er det morenemasser i overflaten, gjenværende unyttbart volum her er derfor mer usikkert. Det vises forøvrig til beskrivelsen i GP-basen

6.4.2 Båtsvik



Figur 22 Sandige masser i snitt vest i Båtsvik-forekomsten

Forekomsten Båtsvik ligger i høyden mellom Skysselvik og Leivset langs hovedvegen sør for Fauske. På kvartærgeologisk kart beskrives avsetningen som randmorene som henger sammen med breelvavsetningen ved Skysselvik. Forekomsten er i tillegg omsluttet av marine strandavsetninger. Snitt i området viser at det er sandige masser lengst vest i forekomsten (Figur 22) som bekrefter at deler av forekomster inneholder masser som kan være aktuelle å utnytte som ressurs. Men utnyttelsen av denne forekomsten betraktes etter siste observasjoner i snitt og tilsvarende nye Lidar-data over området til å ikke å være aktuell for utnyttelse i dagens situasjon og vurderes nå til å ha liten betydning lokalt. Det er knyttet en del usikkerhet til mektighet av massene over berggrunnen, men Lidar-data antyder beskjedne mektigheter, spesielt i forekomstens østlige del

6.4.3 Moen og Sjønstå



Figur 23 Lite massetak med grusige masser i Moen-forekomsten

Det har vært drevet uttak av masser både ved forekomsten på Moen (forekomst# 1841-006) (Figur 23) og Sjønstå (forekomst# 1841-009).

Moen er relativt nært beliggende Fauske sentrum (8 km) og har ikke tilsvarende arealutfordringer med hovedveg som Skysselvik. Massene består i hovedsak av grus og sand som ved befarung framstår som mulig å utnytte som byggeråstoffer. I snitt vises antydning til lagdeling i hovedsakelige sandige masser men også en betydelig andel masser innenfor grusfraksjonen. I snitt observeres det mektigheter på 10 - 15 meter. I GP-basen er forekomsten beskrevet som en randås og det antydes at det kan forekomme morenemateriale i ryggen. Dette er ikke observert ved befarungen. Det er mye nedraste masser i snitt som vanskeliggjør en detaljert vurdering av korngraderingen. Figur 4 og Figur 20 viser arealene til forekomsten på Moen som kommunen må vurdere om skal utnyttes. Moen er vurdert av NGU til å ha lokal betydning som ressurs. Det finnes ikke testerresultater herfra som sier noe om de mekaniske egenskapene til massene.

Befarung av grusforekomsten på Sjønstå har ikke gitt noe annen informasjon enn det som allerede er beskrevet i GP-basen om materialtype og gradering. Forekomsten på Sjønstå er en breelvterrasse og viser tydelig lagdeling. Det har foregått uttak her tidligere, men i begrenset omfang. Det er beliggenheten som er denne forekomstens største utfordring. 18 km transportavstand til Fauske betyr betydelig større kostnader til transport enn alternative forekomster. Forekomsten er vurdert til å ha liten betydning lokalt, men i et framtidsperspektiv, dersom det ikke er mulig å finne alternative ressurser, kan denne vurderingen endres.

7. REFERANSER

- Cook, N. J., Halls, C. & Kaspersen, P. 1990. The geology of the Sulitjelma ore field, Northern Norway – some new interpretations. *Economic Geology* 85, 1720–1737.
- Lindahl, I. 2012: Bygningsstein i Nordland. Beskrivelse av de enkelte forekomster og undersøkte lokaliteter i Nordland. 770 pp.
- Erichsen, E., Wolden, K., Tangstad, R., Libach, L. og Dahl, R. 2013: Ajourhold av Grus-, pukk- og steintippdatabasen i Nordland fylke. NGU rapport 2012.066. ISSN 0800-3416, 29 pp.
- Erichsen, E. 2012: En vurdering av testmetoder for tilslagsmaterialer til vegformål. NGU rapport 2012.011. ISSN 0800-3416, 34 pp.
- Gustavson, M. 1996: Geologisk kart over Norge. Berggrunnskart SULITJELMA M 1:250000. Norges geologiske undersøkelse
- Olsen, L. 2014: Beskrivelse til kvartærgeologisk kartblad 2129 IV - M 1:50 000 NGU. NGU rapport 2014.058.
- Statens Vegvesen 2014: Vegbygging. Håndbok N200 ISBN: 978-82-7207-672-5
<http://www.vegvesen.no/fag/Publikasjoner/Handboker/om-handbokene/vegnormalene/n200>
- Watson, R.J, Erichsen, E. Finne, T. E., & Ganerød, G. V. 2015: Radon from building materials. *Mineralproduksjon* 6, B7-B13.
- Watson, R.J, Erichsen, E. Finne, T. E., Ganerød, G. V., Neeb, P.-R.; Rønning, J. S. & Tangstad, R. 2013: Radontrygge byggeråstoffer. Vurdering av kartleggingsmetoder og fastsettelse av grenseverdier for pukkbergarter. NGU rapport 2013.031, 85 pp.

Vedlegg 2 Geokjemisk analyse

| Prøve id. | 1841-508-1-1 | 1841-508-1-2 | F15_01 | F15_02 |
|--------------------------------|--------------|--------------|--------|--------|
| LAB id. | 128307 | 128308 | 128309 | 128310 |
| SiO ₂ | 76,2 | 49,6 | 41,3 | 46,9 |
| Al ₂ O ₃ | 11,9 | 15,9 | 7,21 | 16,0 |
| Fe ₂ O ₃ | 1,93 | 8,59 | 9,26 | 11,4 |
| TiO ₂ | 0,179 | 1,38 | 0,380 | 1,54 |
| MgO | 0,156 | 5,55 | 25,3 | 7,51 |
| CaO | 0,565 | 10,1 | 5,97 | 11,6 |
| Na ₂ O | 3,32 | 2,61 | 0,10 | 1,17 |
| K ₂ O | 4,81 | 2,39 | 0,042 | 0,600 |
| MnO | 0,028 | 0,163 | 0,137 | 0,230 |
| P ₂ O ₅ | 0,012 | 0,169 | 0,052 | 0,205 |
| Gl.tap | 0,135 | 2,17 | 9,25 | 1,44 |
| Sum | 99,3 | 98,5 | 99,0 | 98,6 |

| Prøve id. | 1841-508-1-1 | 1841-508-1-2 | F15_01 | F15_02 |
|-----------|--------------|--------------|--------|--------|
| LAB id. | 128307 | 128308 | 128309 | 128310 |
| As | <10 | <10 | 29 | <10 |
| Ba | 447 | 203 | <10 | 43 |
| Cd | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Ce | 105 | 15 | <15 | 20 |
| Co | <4 | 31,0 | 83,2 | 42,8 |
| Cr | 7,4 | 187 | 2400 | 464 |
| Cu | <5 | <5 | 18,8 | 54,2 |
| Ga | 18,0 | 18,4 | 6,2 | 16,2 |
| La | 51 | <15 | <15 | <15 |
| Mo | <3 | <3 | <3 | <3 |
| Nb | 18,7 | 8,1 | 6,4 | 8,7 |
| Nd | 52 | 14 | <10 | 15 |
| Ni | <5 | 39,8 | 885 | 157 |
| Pb | 30,9 | 16,0 | <5 | 18,7 |
| Rb | 176 | 101 | <5 | 9,2 |
| Sb | <15 | <15 | <15 | <15 |
| Sc | <5 | 22,7 | 17,8 | 34,2 |
| Sn | <5 | <5 | <5 | <5 |
| Sr | 117 | 296 | 112 | 254 |
| Th | 22,9 | <3 | <3 | <3 |
| U | <5 | <5 | <5 | <5 |
| V | <5 | 189 | 122 | 325 |
| W* | <5 | <5 | n.a. | <5 |
| Y | 83,3 | 26,9 | 8,8 | 31,0 |
| Yb | 8,3 | <5 | <5 | <5 |
| Zn | 78,2 | 82,7 | 53,9 | 114 |
| Zr | 356 | 111 | 15,1 | 108 |
| Cs | <10 | <10 | <10 | <10 |
| Hf | 11,4 | <5 | <5 | <5 |
| Sm | 12 | <10 | <10 | <10 |
| Ta | <5 | <5 | <5 | <5 |



NORGES
GEOLOGISKE
UNDERSØKELSE
· NGU ·

Norges geologiske undersøkelse
Postboks 6315, Sluppen
7491 Trondheim, Norge

Besøksadresse
Leiv Eirikssons vei 39
7040 Trondheim

Telefon 73 90 40 00
E-post ngu@ngu.no
Nettside www.ngu.no