



# **GEOLOGI FOR SAMFUNNET**

SIDEN 1858



**NORGES  
GEOLOGISKE  
UNDERSØKELSE**  
· NGU ·



<b>Rapport nr.:</b> 2019.010	<b>ISSN: 0800-3416 (trykt)</b> <b>ISSN: 2387-3515 (online)</b>	<b>Gradering:</b> Åpen	
<b>Tittel:</b> Nye Veier, E6 trasé Ranheim-Værnes. Bruksegenskaper til bergartsmateriale langs traséen.			
<b>Forfatter:</b> Eyolf Erichsen og Tor Erik Finne		<b>Oppdragsgiver:</b> Nye Veier, NGU	
<b>Fylke:</b> Trøndelag		<b>Kommune:</b> Trondheim, Malvik, Stjørdal	
<b>Kartblad (M=1:250.000)</b> Trondheim		<b>Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)</b> 1621-I og IV, Malvik og Trondheim	
<b>Forekomstens navn og koordinater:</b>		<b>Sidetall: 20</b>	<b>Pris: 70</b>
		<b>Kartbilag:</b>	
<b>Feltarbeid utført:</b>	<b>Rapportdato:</b> 05.03.2019	<b>Prosjektnr.:</b> 3622.10	<b>Ansvarlig:</b> Kari Aslaksen Aasly
<b>Sammendrag:</b> <p>Nye Veier skal i løpet av 2019 starte utbygging av E6 Ranheim-Værnes.</p> <p>Materialtekniske analyser utført av NGU tilsier at kvaliteten for flere av bergartene som kan opptre langs vegtraséen kan være egnet til vegfundamentet (bære- og forsterkningslag). Det er lite sannsynlig at bergartsmaterialet vil tilfredsstillere kravene for tilslag i vegdekke med høy trafikkbelastning.</p> <p>I et notat fra Statens vegvesen angis at man kan forvente å kunne anvende ca. 25-30% av tunnelmassene fra Væretunnelen og 40% av massene fra Stavsjøfjelltunnelen til overbygningsmateriale ved vegbygging. Bergartene langs Helltunnelen og i vegskjæringer ved Homla holder dårlig kvalitet og ansees som uegnet til vegbygging.</p> <p>Det er påvist et høyt nivå med tungmetaller ut fra geokjemiske jordprøver og XRF-målinger utført på rustsoner i fast fjell i Hommelvik området. Tungmetallene sammen med sulfider er sannsynligvis knyttet til observerte soner med en mørk, rusten skifer som også inneholder grafitt. Fenomenet opptrer sannsynligvis kun lokalt, men nærmere undersøkelser og kartlegging må utføres for å kunne avklare om bruken av de planlagte utsprenge massene kan benyttes i vegprosjektet. Videre må det avklares om eventuelle overskuddsmasser må lagres på godkjent deponi for farlig avfall hvis tungmetallnivået er for høyt.</p>			
<b>Emneord:</b>	<b>Byggeråstoff</b>	<b>Pukk</b>	
Bærelag	Vegfundament	Tungmetallinnhold	

## INNHOOLD

1. KONKLUSJON .....	5
2. BAKGRUNNSMATERIALE.....	6
3. MATERIALTEKNISKE EGENSKAPER .....	6
3.1 EGNETHET TIL VEGDEKKE .....	7
3.2 EGNETHET TIL BÆRELAG .....	9
3.3 EGNETHET TIL FORSTERKNINGSLAG .....	10
4. BRUKSEGENSKAPER BASERT PÅ ERFARING FRA TIDLIGERE UTTATTE MASSER FRA TUNNELER MELOM RANHEIM OG VÆRNES.....	11
5. UHELDIGE BESTANDDELER.....	14

## **INNLEDNING**

Nye Veier skal i Trøndelag bygge vei fra Ulsberg til Åsen. For traséen Ranheim-Værnes skal det bygges fire tunneler sammen med en del veiskjæringer som vil gi en god del overskuddsmasser. Bruksegenskapene til massene, i første rekke til bruk i vegfundamentet (bære- og forsterkningslag), vil være avhengig av bergartskvaliteten, her i form av materialtekniske egenskaper. Innhold av uheldige bestanddeler som sulfider eller tungmetaller vil også kunne sette begrensninger ved eventuell bruk og deponering av massene.

## 1. KONKLUSJON

Det er ønskelig ut fra både et miljø- og kostnadsperspektiv å kunne nyttiggjøre seg mest mulig av massene fra anleggsarbeid i forbindelse med store infrastrukturprosjekt. Masser av akseptabel kvalitet bør i størst mulig grad utnyttes som byggeråstoff, enten internt i byggprosjektet eller ved andre prosjekter, framfor kun å bli kjørt på deponi. Ved anlegg der det produseres store mengder med overskuddsmasser bør en vurdere muligheten for mellomlagring for eventuelt senere bruk. Det er eksempler på at flere deponi med overskuddsmasser fra kraftverkstunneler som i ettertid har blitt utnyttet for anvendelse som byggeråstoff.

Prøver fra NGUs Pukkdatabase, som kan relateres til en del av bergartene som opptrer langs E6 traséen Ranheim-Værnes, viser analyseresultater som tilfredsstillende kravene til vegfundament (bære- og forsterkningslag) for høyt trafikkerte veier. En bør vurdere kost-/nytteverdien som en omfattende prøvetaking og analysering av de materialtekniske egenskapene til de ulike bergartsmaterialene vil medføre ved sprengning av tunneler og vegskjæringer for å fastslå bruksegenskapene. Ved tidlige undersøkelser av steinkvaliteten kan man planlegge for mulig bruk av disse massene. Miljø- og kostnadmessige fordeler ved optimal utnyttelse av de utsprengte massene fra prosjektet bør vurderes og sammenlignes med tilsvarende kostnader ved å få fraktet og kjøpt masser fra nærliggende råstoffleverandører.

Basert på informasjon fra tunnelene mellom Ranheim og Hell har Statens vegvesen vurdert bruksegenskapene til de tidligere uttatte massene. For Væretunellen anslås at ca. 25-30% av massene og for Stavsjøfjelltunnelen 40% av massene er egnet til overbygningsmateriale ved vegbygging. Bergartene i Helltunnelen og i vegskjæringer ved Homla holder dårlig kvalitet og ansees som uegnet til vegbygging.

Det er påvist forhøyet innhold med tungmetaller og sulfider langs deler av traséen. Omfanget er ikke kartlagt nærmere, men de uheldige bestanddelene opptrer sannsynligvis kun lokalt, knyttet til soner med en mørk rustskifer som også inneholder grafitt. Utbredelsen må kartlegges nærmere og en må få vurdert faren for forurensingsspredning, og om det har betydning for eventuell bruk og deponering av massene som tas ut langs traséen.

## 2. BAKGRUNNSMATERIALE

Deler av den nye vegtraséen langs E6 mellom Ranheim-Værnes passerer gjennom bergartssoner som er prøvetatt og analysert av NGU med hensyn til materialtekniske egenskaper. Resultatene inngår i NGUs Grus- og pukkdatabase med prøver enten tatt i steinbrudd/pukkverk eller som såkalte typeprøver av bergarten. De fleste av prøvene (43 stk.) er prøvetatt før 2000 tallet og er analysert med testmetoder som var i henhold til Statens vegvesens håndbok «Vegbygging» gjeldende fram til 2005. 10 av prøvene er analysert med de nye felles europeiske standardiserte testmetodene og som det i dag stilles krav til.

Hele kapittel 4 er et utdrag fra et upublisert notat fra Statens vegvesen, Region midt, der muligheten for bruk av tunnelmasser i veglinja ble utredet i forbindelse med bygging av Være-, Stavsjøfjell- og Helltunnelen (E6 Ranheim-Værnes, forprosjekt 2012, Arnhild Ulvik, 02.11.2012).

Oversikt over uheldige bestanddeler er fra en undersøkelse med geokjemisk jordprøvetaking utført i 2013 innenfor gamle Nord-Trøndelag fylke, Fosen kommunene, samt Trondheim og Malvik kommuner i et prøvetakingsgrid på 6x6 km (NGU Rap. 2014.047). I tillegg er det utført XRF målinger med et håndholdt instrument langs en del lokaliteter i Hommelvik området (Tor Erik Finne, upubl.data).

Resistivitetsmålinger utført med helikopter av NGI for Jernbaneverket er benyttet for å synliggjøre mulig opptreden av ledende soner med grafitt i Stavsjøområdet (Trondheim-Stjørdal, helikopterscanning og rapportutforming, AEM-målinger. Dokumentnummer 20150686-01-R, NGI).

## 3. MATERIALTEKNISKE EGENSKAPER

Prøver og analyseresultater som kan relateres til deler av berggrunnsgeologien langs E6-traséen mellom Ranheim og Værnes er gitt i vedlegg 1.

Kravene til de «gamle testmetodene» er gitt i tabell 1 og gjelder for steinklasse (gitt ved en kombinasjon av sprøhet- og flisighetstall), abrasjonsverdi og Sa-verdi (produktverdi mellom  $[\sqrt{\text{sprøhetstallet}} \times \text{abrasjonsverdien}]$ ). I perioden fram til 2005 var det en overgangsperiode med krav til de «gamle testmetodene» og de nye som Los Angeles-verdi og mølleverdi. I tabell 1 og 2 er det kun tatt med krav for vegger med gjennomsnittlig årsdøgntrafikk (ÅDT) større enn 5000.

**Tabell 1. Gamle krav (Statens vegvesen Håndbok-018, 1999 utgave)**

Lagtype	St.kl.*	Abr*.	Sa-verdi*	LA*	AN*
Asfaltdekke	1/2	0,40/0,45	2,0/2,5	15/20	6/9
Bærelag, mekanisk-/bitumen-stabilisert	3/4	0,65	-	25/30	-
Forsterkningslag, øvre	4	0,75		30	
Forsterkningslag, nedre	5	0,75		30	

\* Krav for vegger med ÅDT >15000 / 5001-15000

St.kl. - Steinklasse, Abr. - Abrasjonsverdi, Sa-verdi, LA - Los Angeles-verdi, AN - Mølleverdi.

De nye kravene, som ble revidert i juni 2018, er vist i tabell 2. I de fleste tilfellene er de gamle og nye testmetodene sammenliknbare sett i forhold til de materialtekniske kravene som stilles til tilslagsmateriale til ulike typer bruksområder til vegformål og trafikkbelastning. Resultatene i rapporten for de totalt 43 prøvene er derfor vurdert under ett uavhengig om de er utført etter gamle eller nye testmetoder og gamle/nye krav. Prøvematerialet er enten knust ned kontrollert etter standard rutine med kjeftknuser i laboratoriet (Statens vegvesen Håndbok-014 Laboratorieundersøkelser, kap. 14.457) eller siktet ut fra produksjons-knust materiale i verk før testing. Undersøkelser utført av NGU viser at laboratorie- knust materiale har noe bedre resultater for de materialtekniske egenskapene i forhold til produksjonsknust materiale (Eyolf Erichsen, upubl.data, NGU). En kan ikke se bort ifra at «hardt sprengte» tunnelmasser ved konvensjonell drift kan gi betydelig mer finstoff og påvirke de materialtekniske egenskapene negativt.

For de prøvetatte pukkeforekomstene som er med i datagrunnlaget, kan produsentene operere andre analyseverdier enn det som er blitt registrert av NGU i pukkdatabasen. Mange av NGUs analyser er basert på prøver tatt for mer enn 20 til 30 år siden, så noe variasjon kan forekomme, men NGU forventer at resultatene vil ligge i samme størrelsesorden.

**Tabell 2. Nye krav (Statens vegvesen Håndbok N200, 2018 utgave)**

Lagtype	LA*	A <sub>N</sub> *	M <sub>DE</sub> *	< 0,63µm <sup>^</sup>
Asfaltdekke	≤ 20/25	≤ 7/10	-	-
<i>Bærelag, mekanisk stabilisert</i>	≤ 35	-	≤ 15	3%
Bærelag, bitumen stabilisert	≤ 30	-	≤ 15	
Forsterkningslag	≤ 35	-	≤ 20	5%
Frostsikringslag	-	-	-	7%

\* Krav for veger med ÅDT >15000/5001-15000.

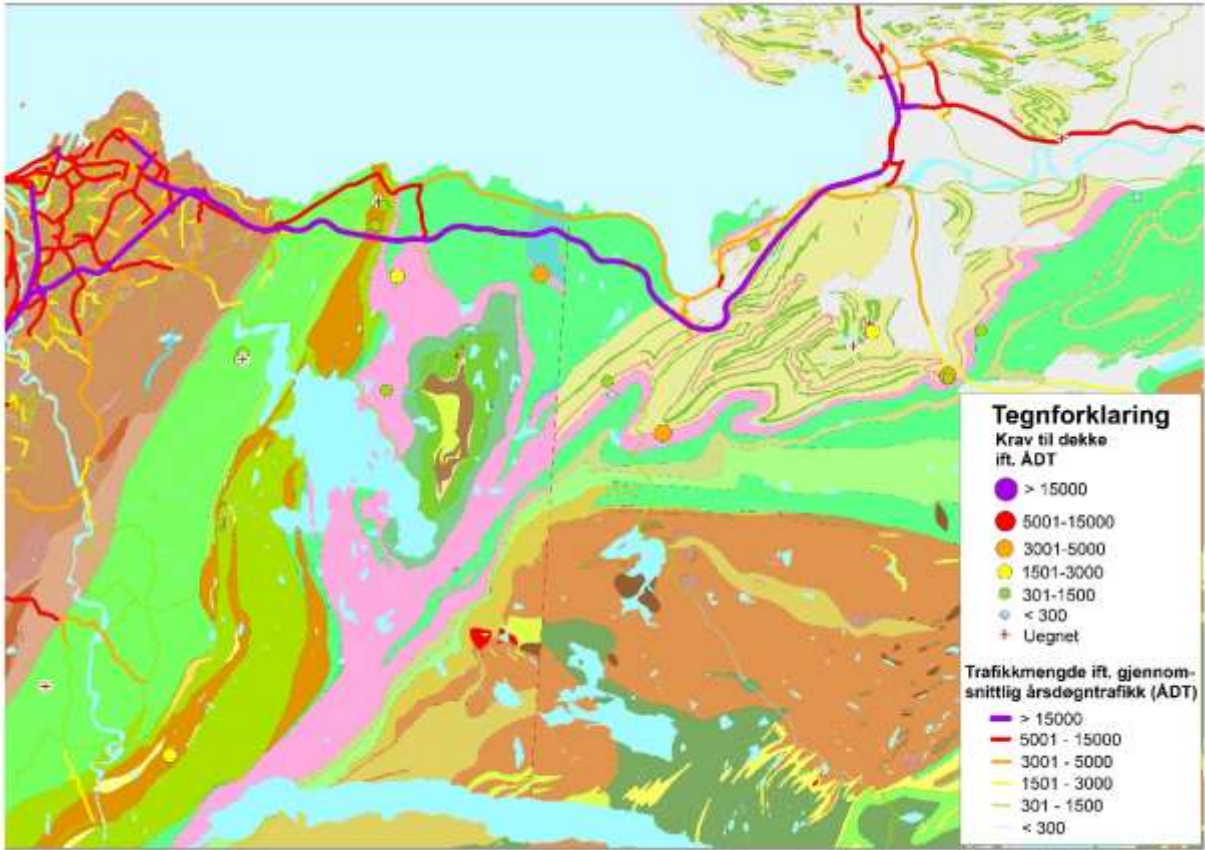
<sup>^</sup> - Maksimalverdi avhengig av sortering.

LA - Los Angeles-verdi, A<sub>N</sub> - Mølleverdi, M<sub>DE</sub> - Micro-Deval koeffisient

*Mekanisk stabilisert bærelag benyttes ikke ved ÅDT > 5001.*

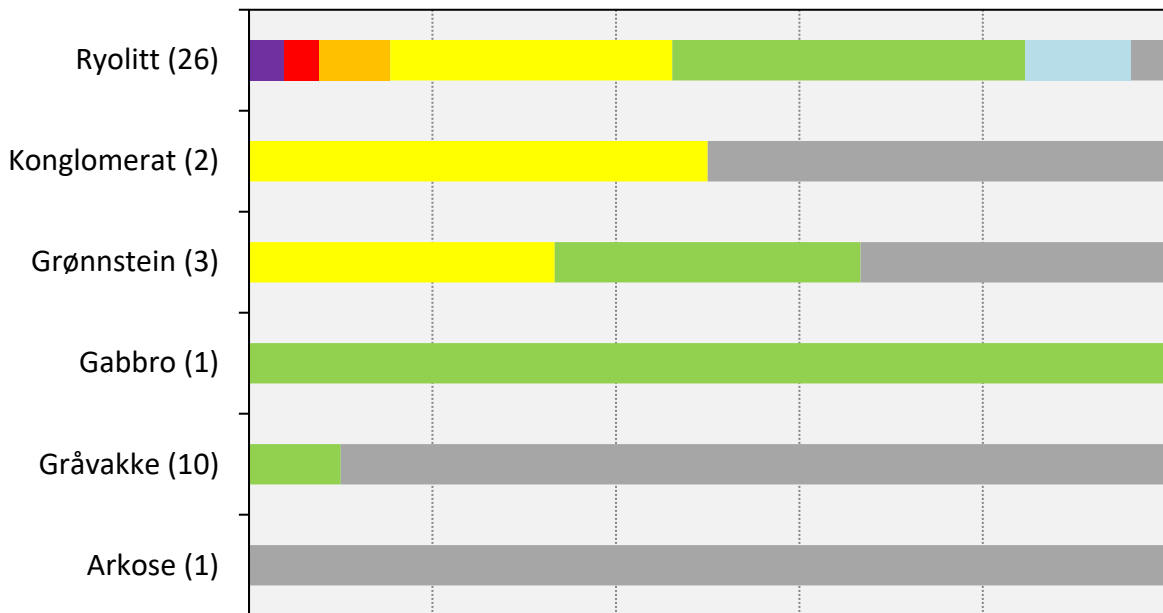
### 3.1 EGNETHET TIL VEGDEKKE

Det forventes ikke at bergartsmateriale langs traséen vil kunne tilfredsstillere kravene for tilslag i vegdekke med høy trafikkbelastning (figur 1). To enkeltprøver viser analyseverdier som dekker kravene for ÅDT > 5001. Disse framkommer ikke på kartet ettersom det er tatt flere prøver fra samme lokalitet og med stor materialteknisk variasjon, som i snitt gir dårligere resultat. Det er til dels stor variasjon i kvalitet for de ulike bergartene, som framgår spesielt for bergartstyper med mange analyser, og som er prøvetatt på forskjellige steder.



**Krav til vegdekke i forhold til ÅDT:**

■ > 15000 ■ 5001-15000 ■ 3001-5000 ■ 1501-3000 ■ 301-1500 ■ ≤ 300 ■ Uegnet

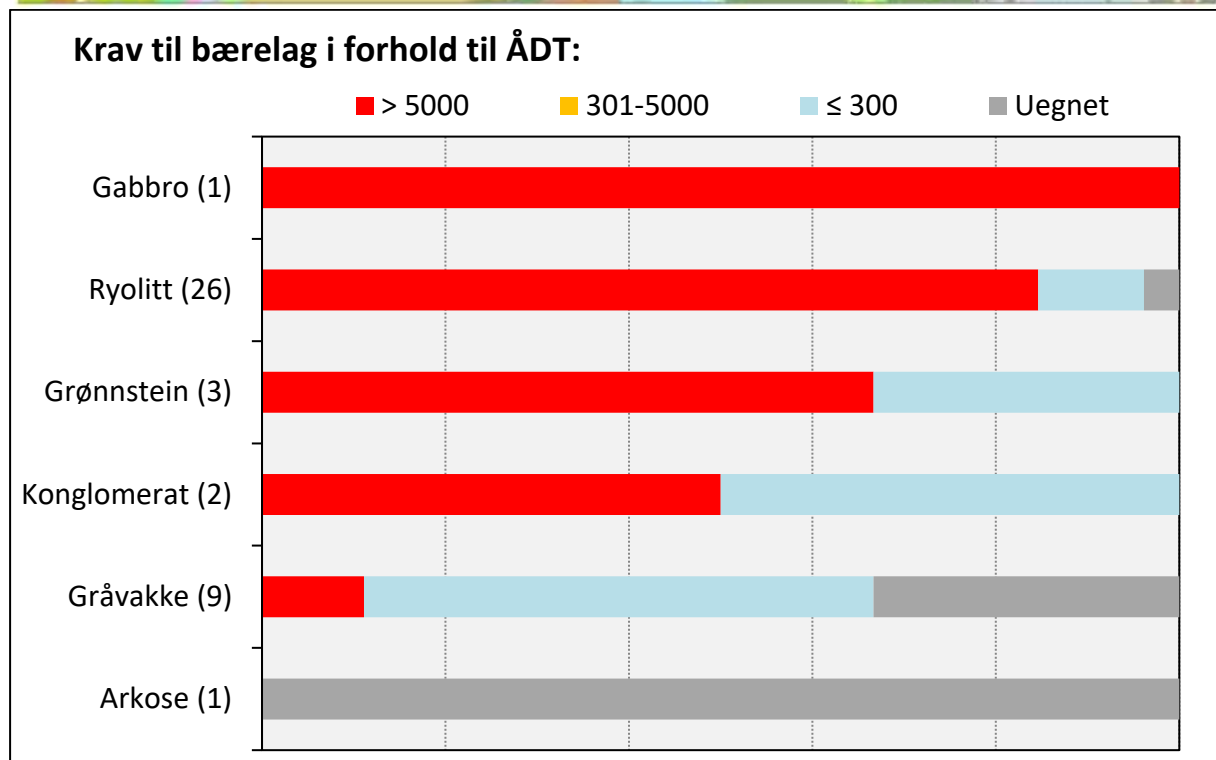
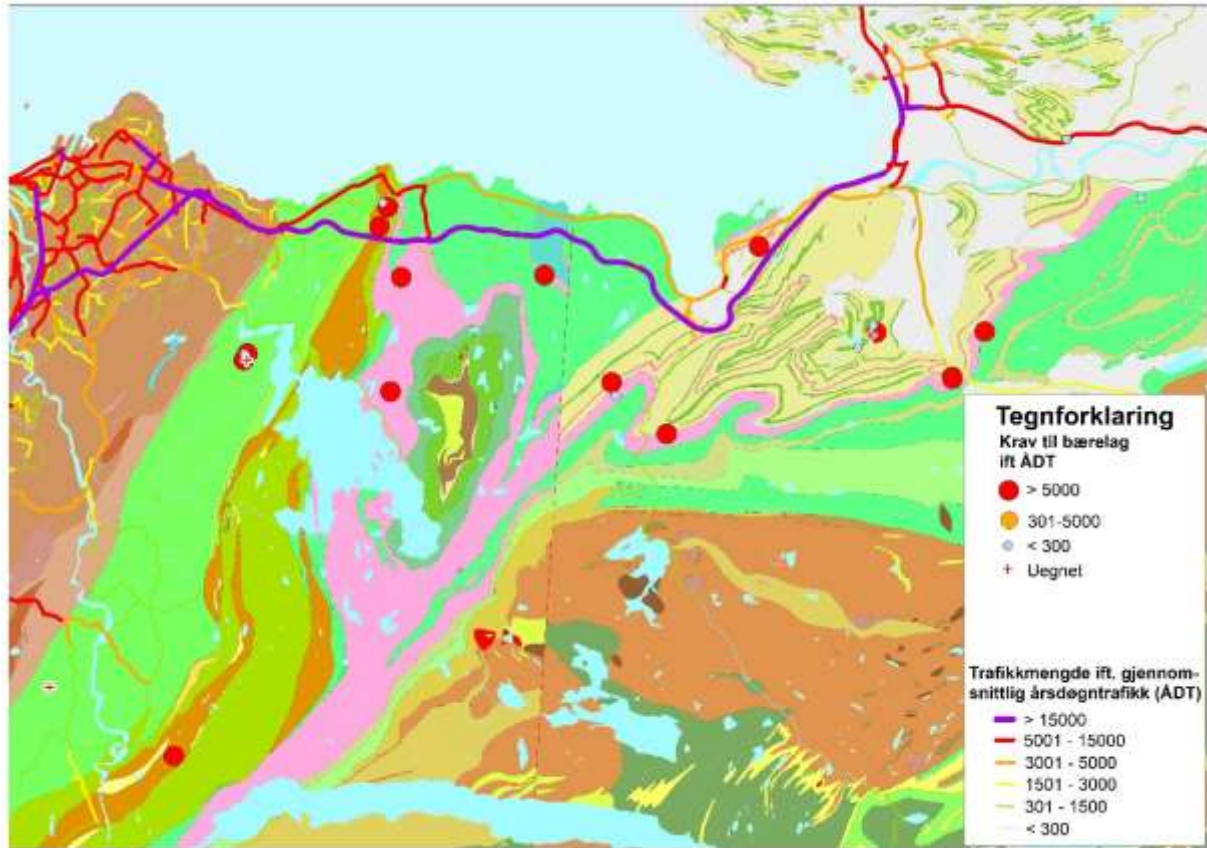


Figur 1. Krav til vegdekke i forhold til ÅDT. Antall prøver for de ulike bergartene er oppgitt i parentes.



### 3.2 EGNETHET TIL BÆRELAG

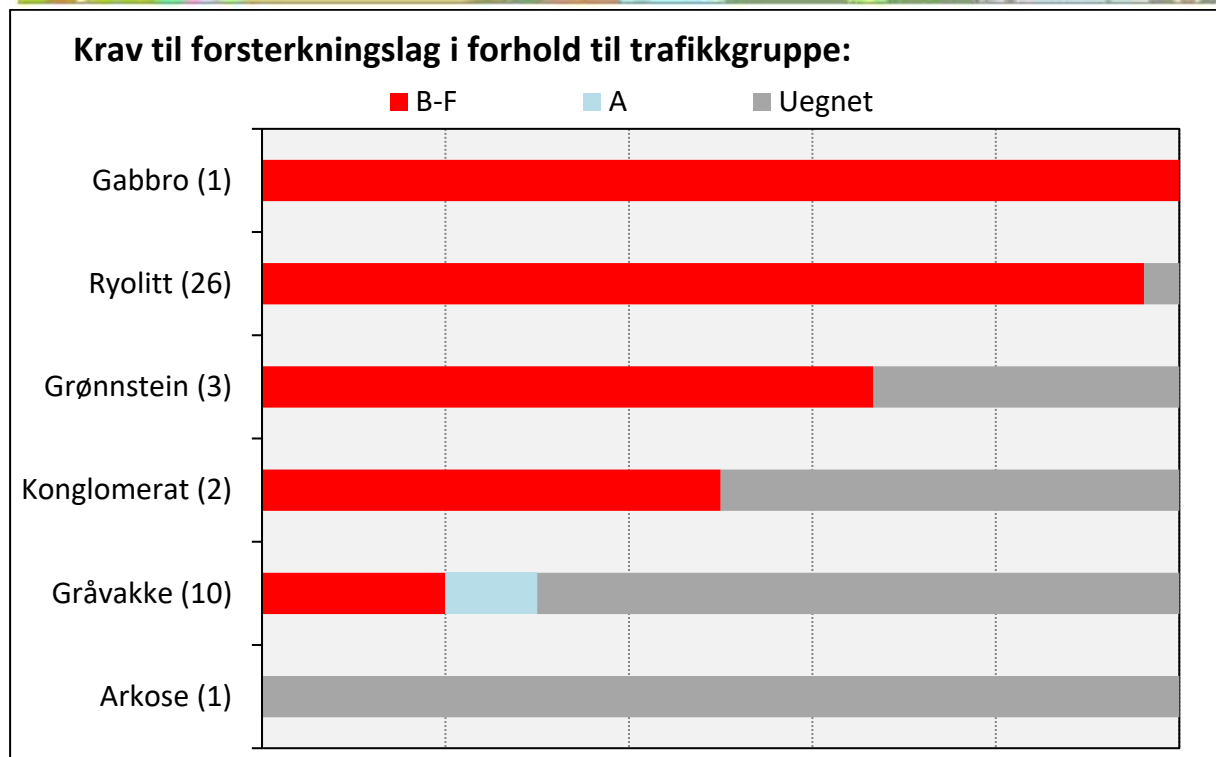
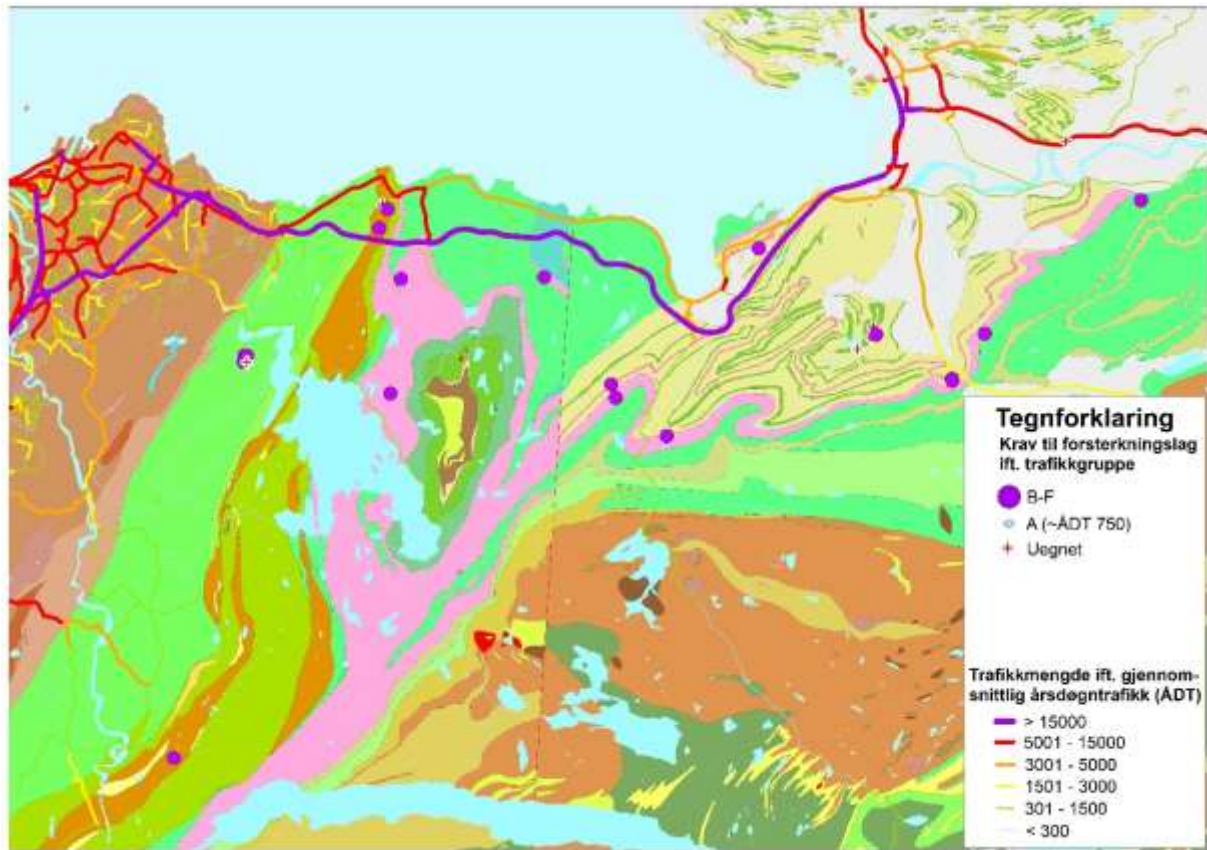
Flere av prøvene tilfredsstillende de strengeste kravene for tilslag til bærelag. Få analyser for enkelte av bergartstypene gjør at det er liten variasjon i kvalitet. Variasjonen ville sannsynligvis øke med økt prøveantall.



Figur 2. Krav til bærelag i forhold til ÅDT. Antall prøver for de ulike bergartene er oppgitt i parentes.

### 3.3 EGNETHET TIL FORSTERKNINGSLAG

Mange av prøvene tilfredsstillter de strengeste kravene for tilslag til forsterkningslag. Som for bærelag er det liten variasjon i kvalitet.



Figur 3. Krav til forsterkningslag i forhold til ÅDT. Antall prøver for de ulike bergartene er oppgitt i parentes.

#### **4. BRUKSEGENSKAPER BASERT PÅ ERFARING FRA TIDLIGERE UTTATTE MASSER FRA TUNNELER MELOM RANHEIM OG VÆRNES.**

(Utdrag fra upublisert notat Statens vegvesen, Region midt; E6 Ranheim-Værnes).

##### **Væretunnelen**

Væretunnelen ble drevet i 1986-1987. «*Sluttrapport E6 Trondheim- Stjørdal Væretunnelen*» fra 1989 beskriver tunnelmassene fra vest som «fløssberg». Denne typen materiale er flisete og lite egnet i vegbygging, annet enn som fyllmasse. Østfra var det først en sone med metaryolitt med antatt akseptabel kvalitet, mens det videre innover i fjellet gikk over til fyllitt, som er dårlig egnet i vegoverbygninger.

I følge berggrunnskartet skal det også befinne seg en større sone med basalt mellom de svake sonene av fyllitt og fløssberg. Basalt antas å ha en grei kvalitet til vegbyggingsformål. I henhold til berggrunnskartet vil kanskje 40-50% av tunnelmassene være mulig å benytte i overbygningen. Fra driftserfaring (muntlig meddelt av Anders Beitnes) er det antydning at ca. halvpartene av dette igjen ikke er mulig å benytte fordi det «ødelegges» så mye under sprenging.

Fra tunnelmassene ble det produsert fraksjon 20/250 mm til forsterkningslag. Lium pukkverk («Bostad») ble benyttet som deponi for masser. Det ble ellers kjøpt en god del masser fra dette pukkverket, da det viste seg å ha jevnere og bedre kvalitet enn tunnelmassene.

Analyseresultater av tunnelmassene viser variasjoner i kvalitet. Fallprøveresultatene lå i steinklasse 3-5 (steinklasse 2 var best på denne tiden). Sprøhetstallet, som den gangen var måleparameter for motstand mot nedknusing, varierte fra 52-65. Slitasjeegenskaper ble målt med abrasjonsmetoden, og abrasjonsverdien for tunnelmassene hadde en måling på 0.62 i gjennomsnitt. Grenseverdien for abrasjon anvendt i bære- og forsterkningslag lå den gangen på 0.75.

En grov beregning tilsier ca. 40.000 faste m<sup>3</sup> fra en 1.6km lang tunnel, tilsvarende ca. 60- 70.000 løse m<sup>3</sup>.

##### **Stavsjøfjelltunnelen**

Stavsjøfjelltunnelen, også kalt Hommelvik-tunnelen, ble drevet i 1988-1989. «*Sluttrapport E6 Trondheim-Stjørdal Stavsjøfjellet tunnel*» fra 1991 beskriver tilstedeværelse av mørk grå-svart fet fyllitt, grafitt, kalkspatlinser, gråvakke og skifer.

O.T. Blindheim utførte geologisk kartlegging under tunneldrivingen, og nevnte bergartsnavn forbindes alle med dårlig kvalitet. I henhold til produksjonsdata fra 1989 er halvparten av materialet fra tunnelen blitt benyttet. Det ble produsert minst 100.000 m<sup>3</sup> med masse (90.000 m<sup>3</sup> fra vestsida og 11.000 m<sup>3</sup> fra østsida) fra tunnelen. Det var et massedepot ved Kinnset ved Sveberg som det også ble hentet materialer fra.

Til forsterkningslag ble det benyttet 20/150 mm-masser med tilfredsstillende analyseresultater på fallprøve og abrasjon (gjennomsnittlig 0.70). Kravet var 0.75 for abrasjon. Kvaliteten på de abrasive egenskapene virker å variere veldig (verdier fra 0.5 til over 1.0), og fallprøveresultatene viste i de fleste tilfellene pakningsgrad 2, men også noen ganger 3. Dette gjenspeiler variasjonen i geologien.

For avstrøing av pukken ble det kjøpt 0/32-masser fra Brannlia med bedre kvalitet (abrasjonsverdi på ca. 0.50). Komprimeringskontroll viste at forsterkningslaget tilfredsstilte krav. Hvilke masser som er blitt benyttet til bærelag sier rapporten ikke noe om.

Fra vest viser berggrunnskartet en sone med grønskifer, deretter tuff med ryolittisk sammensetning. Innimellom opptrer årer med gråvakke, leirskifer og fyllitt i veksling.

Ut fra bergartsnavn fra berggrunnskart anslås kanskje så mye som 80% av materialet som anvendbart, hvorav halvparten igjen vil være uegnet pga. nedknusing ved sprengning.

### **Helltunnelen**

Helltunnelen ble drevet i 1993-1995. NGUs berggrunnskart i målestokk 1:50 000 viser dominans av «tuffitt av ryolittisk sammensetning», med mindre innslag av «gråvakke», «leirskifer» og «fyllitt» i veksling.

Statens vegvesens «*Teknisk/økonomisk sluttrapport Hell-tunnel*» fra 1996 og «*E6 Hommelvik-Værnes Sluttrapport*» fra 1997 beskriver bergartene i området som lavmetamorfe av sedimentært opphav. Bergarten som dominerer er en kalkholdig sandstein/leirskifer med fyllitt, gråvakke og konglomerat i veksling. Dette er alle bergarter som erfaringsmessig er mindre egnet til vegbygging.

Fallprøveresultater/steinklassevurdering av materialet fra tunnelen holdt stort sett krav, men svært svake abrasjonsresultater medførte at materialet fra Helltunnelen ble vurdert som totalt uegnet for bruk i overbygningen. Alt materiale i bære- og forsterkningslag ble derfor kjøpt inn fra Fossberga (Stjørdal) og Brannlia (Malvik).

Sedimentære bergarter har en tendens til å tilfredsstille kravene til mekanisk styrke, mens de abrasive egenskapene jevnt over er dårlige.

Det antas at bergartsmaterialet på strekningen mellom Hommelvik og Hell tilfredsstiller kravene til motstand mot nedknusing (Los Angeles) for anvendelse som bære- og forsterkningslag, men det vil med stor sannsynlighet ikke oppfylle kravet til abrasive egenskaper (micro-Deval). Begge egenskapene må være oppfylt samtidig. En prøve tatt langt sør i tunnelen i desember 1994, viste god motstand mot nedknusing (Los Angeles-verdi på 19), men svake abrasive egenskaper (mølleverdi på 31.8). Mølleverdien er utenfor alle kravspesifikasjoner.

En grov beregning av tunnelmasser gir ca. 100.000 faste m<sup>3</sup> (eller 170.000-180.000 løse m<sup>3</sup>) gjennom Gevingåsen. Basert på erfaring fra eksisterende Helltunnel, forventes ingen ting av dette å kunne benyttes til overbygning.

Jernbaneverket har nylig drevet jernbanetunnel gjennom Gevingåsen. Mye av tunnelmassene ble solgt til Avinor og gikk til utfylling av Trondheim Lufthavn Værnes. Materialkvaliteten var av dårlig forfatning.

### **Skjæringer ved Homla**

Berggrunnskart i målestokk 1:50 000 antyder at det er tufitt av ryolittisk sammensetning, årer med gråvakke, leirskifer og fyllitt i veksling i det aktuelle området.

Ryolittbergarter gir som oftest god mekanisk kvalitet, mens bergarter med sedimentært opphav som gråvakker, skifre og fyllitt jevnt over er lite egnet i overbygningen. Mekaniske analyser som micro-Deval og Los Angeles bestemmer om materialet er egnet. Det stilles krav til begge disse metodene for anvendelse i bære- eller forsterkningslag.

Fra Grusarkivet «6305 Homla» går det fram av en kartlegging at bergartene i skjæringa består av leirskifer, konglomerat, sandstein og ryolitt. Skjæringa har en veldig varierende sammensetning og vekslingene kommer hyppig, slik at det vil være vanskelig å drive selektivt. Ut fra et par abrasjonsverdier, antas materialet i skjæring lite anvendbart i overbygning.

### **KONKLUSJON OG FORVENTNINGER**

Erfaringer fra byggingen av motorvei mellom Trondheim-Stjørdal i perioden 1986-1995 gjør at man kan forvente å kunne anvende ca. 25-30% av tunnelmassene fra Væretunnelen til overbygningsmateriale.

Tilsvarende antas bortimot 40% av massene fra Stavsjøfjelltunnelen som egnet til overbygning, mens alle massene fra Helltunnelen holdt en så dårlig kvalitet at de var uegnet til vegbygging.

Stor vegskjæring ved Homla (P15600-16000) inneholder svake bergarter i hyppig veksling, og der forventes heller ikke materialet å være særlig egnet som overbygningsmasser.

## 5. UHELDIGE BESTANDDELER

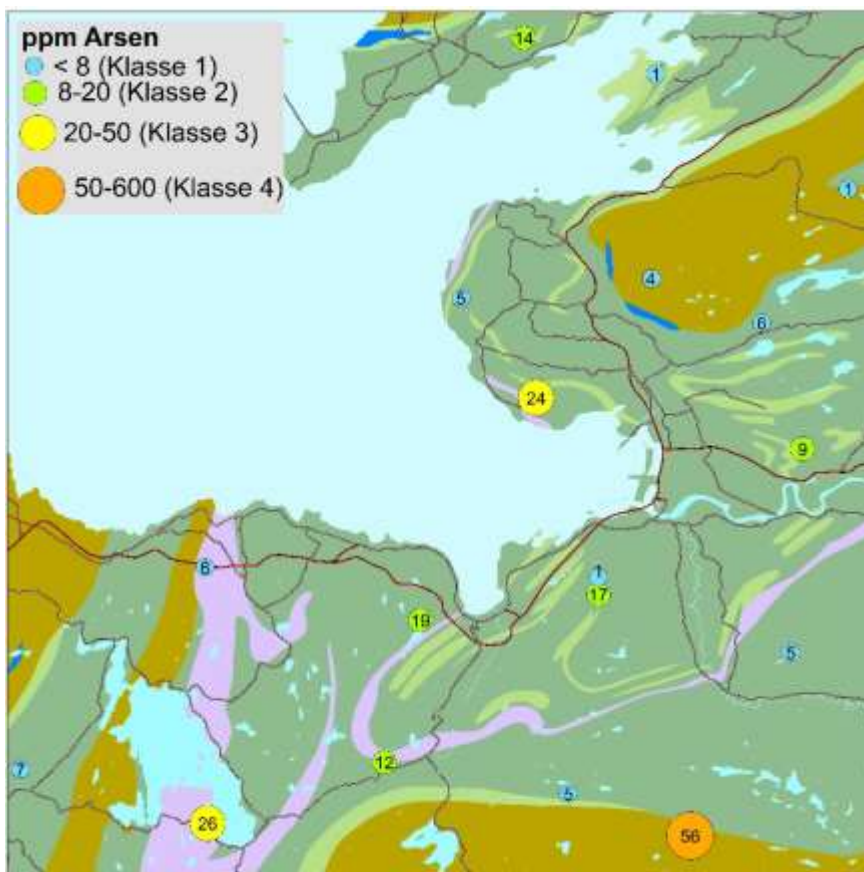
Det er observert flere rustsoner i området. I en lokalitet ved Shell stasjonen sør for E6 rett før Sveberg (figur 4) er det observert en mørk skifer med en god del svovel- og magnetkis som gir bergarten en karakteristisk rust farge på vitret flate. I tillegg har den et høyt innhold med grafitt som i henhold til notatet ti Statens vegvesen også er observert i Stavsjøfjelltunnelen.



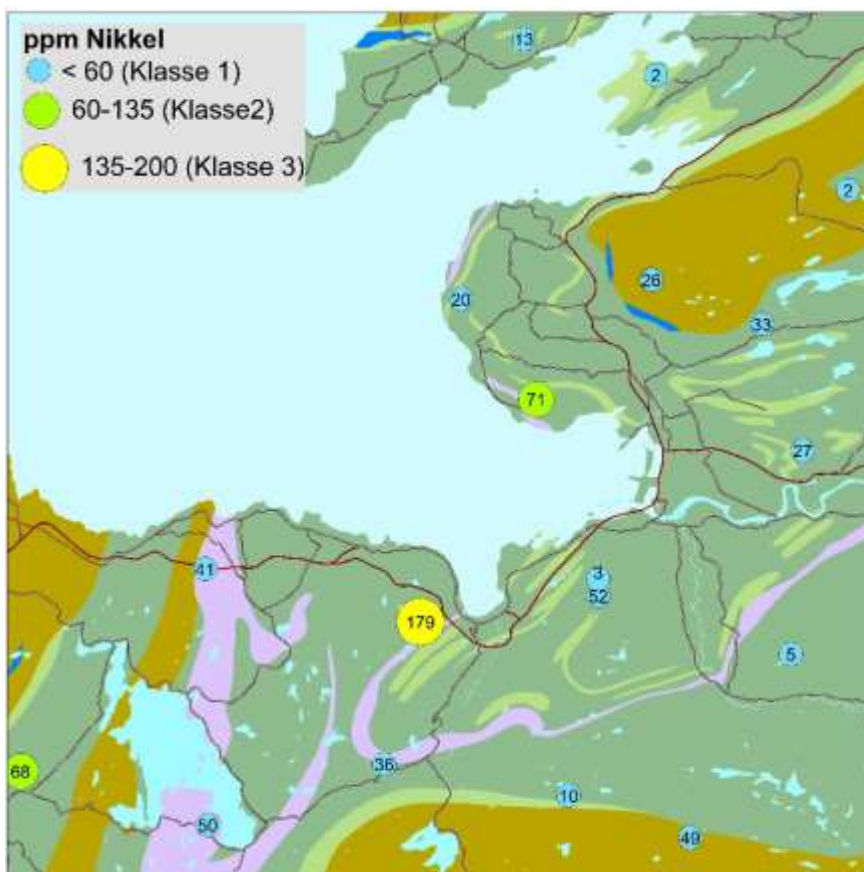
*Figur 4. Den sorte sonen som skrå opp mot venstre i bilde markerer en tektonisk grense mellom en mørk skifer som ligger i overkant og en gråvakke som ligger under (Foto Arne Solli, 2008).*

Det er observert sulfider, mest svovelkis, i prøvetatte pukkbearter som grønnstein, gråvakke og ryolitt fra området. Det er registrert inntil 5% sulfid i en av prøvene som er utført ved slipanalyse med et skjønsmessig anslag av prosentfordeling. Det er ikke utført nærmere undersøkelser med hensyn til svovelinnhold i bergartene i området.

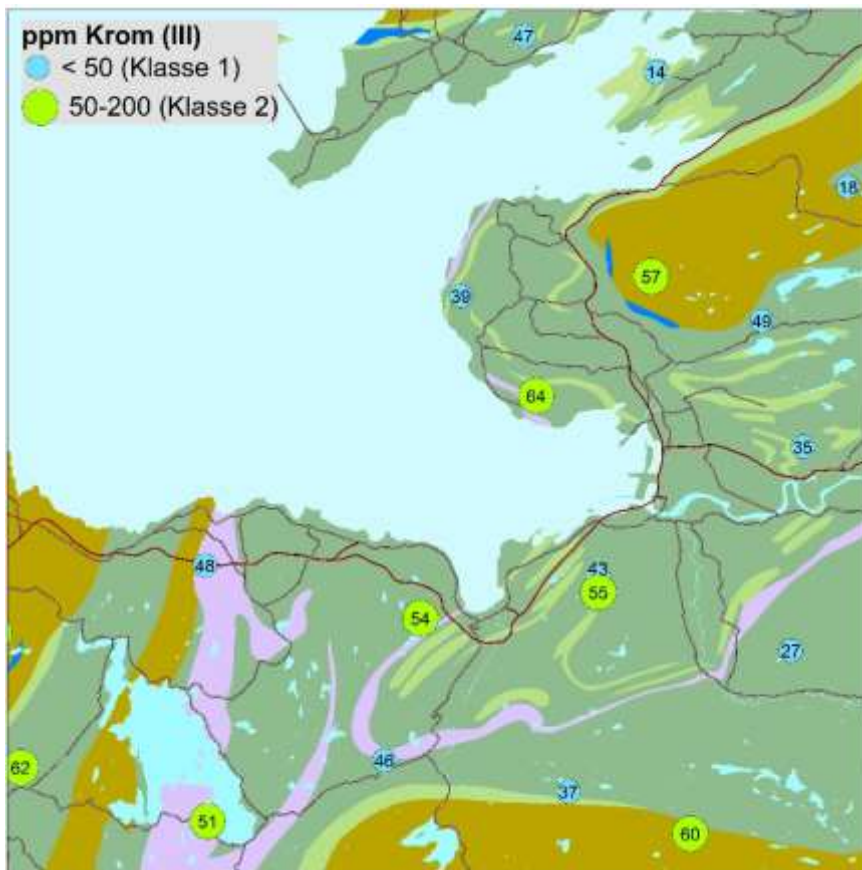
Geokjemiske analyser av prøver tatt i løsmasse (C-horisont) viser høyere arsen, nikkel og krom verdier (figur 5-7) enn Miljødirektoratets normverdier for forurenset grunn (tabell 3). De øvrige tungmetallene (bly, kadmium, kvikksølv, kobber og sink) viser alle lavere verdier enn normverdiene. Prøvene er oppsluttet i «kongevann» som har en ekstraheringsevne sammenlignbar med syre som benyttes ved miljøtekniske undersøkelser ved kartlegging av fare for utlekking av tungmetaller (7N salpetersyre, NS-4770). Prøvematerialet, hovedsakelig tynt morenedekke, kan ansees som korttransportert og nærmest stedegent og dermed gi et «geokjemisk avtrykk» som representerer underliggende berggrunn.



Figur 5. Arsen i løsmasser (tilstandsklasser for forurenset grunn).



Figur 6. Nikkel i løsmasser (tilstandsklasser for forurenset grunn).

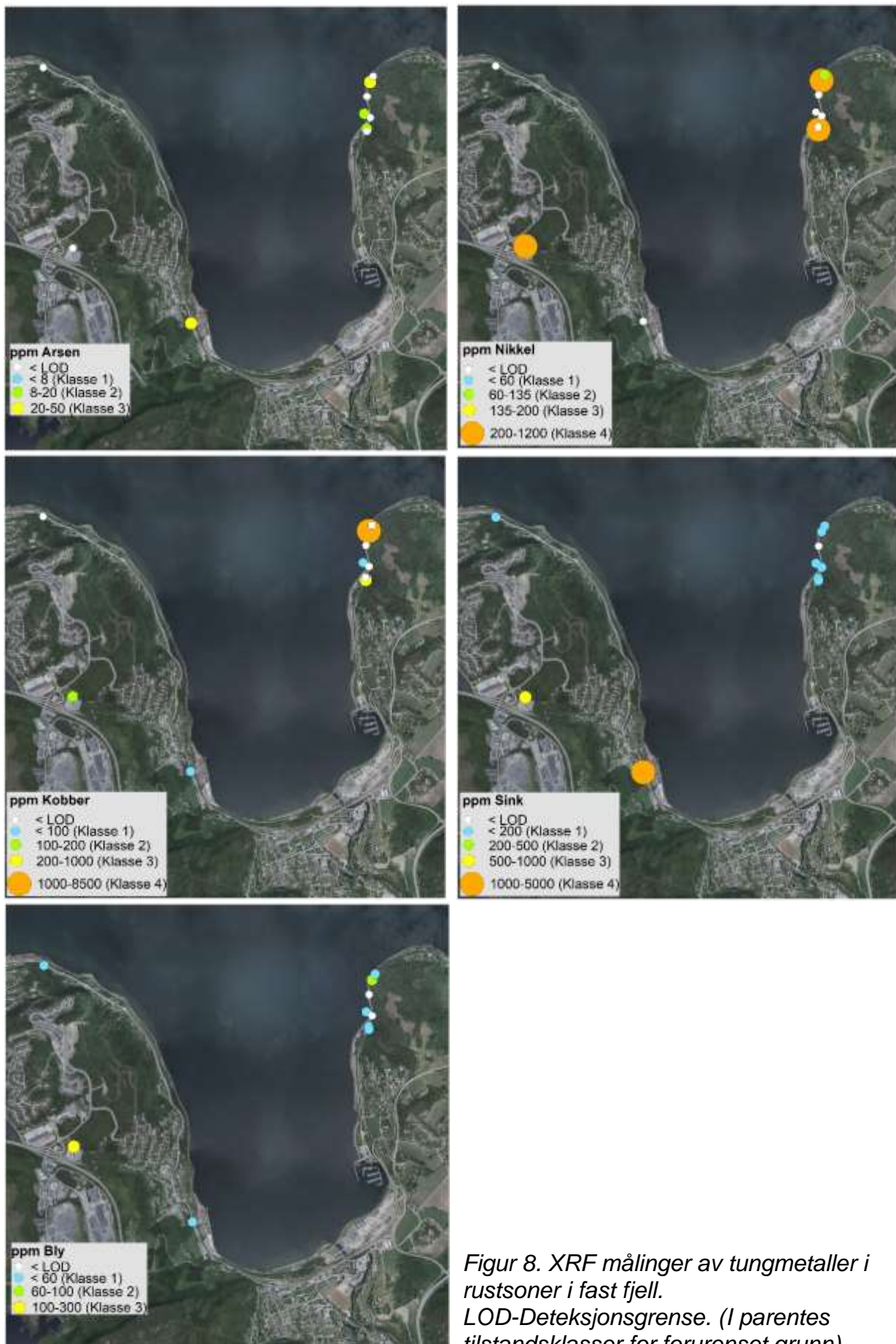


Figur 7. Krom i løsmasser (tilstandsklasser for forurenset grunn).

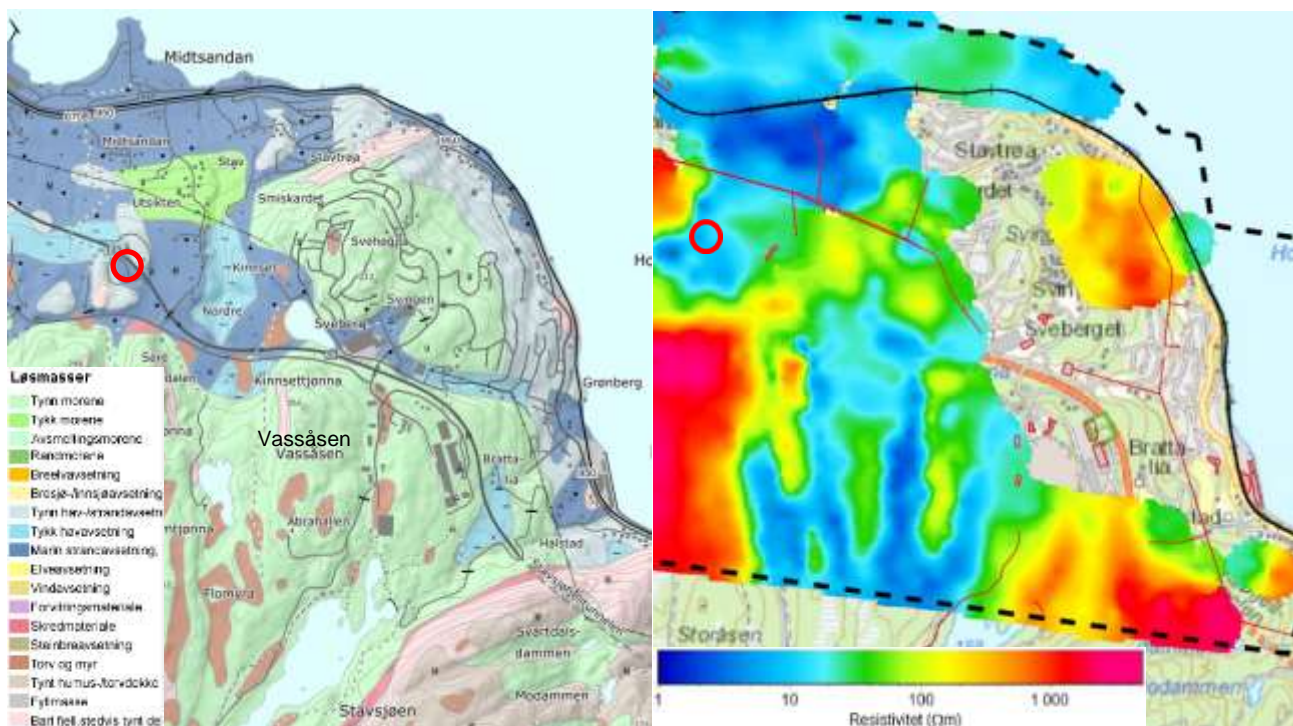
I rustsoner i fast fjell langs fylkesvei 950 mellom «Rota» og Hommelvik, ved Sveberg og langs «Malvikstien» er det utført målinger med et håndholdt XRF instrument (Nitron XRF XL3t GOLDD+). Det er målt verdier opp til 46 ppm arsen, 376 ppm nikkel, 1479 ppm kobber, 1188 ppm sink og 143 ppm bly (figur 8). En del av målingene for metallene viser lavere verdier enn normverdiene eller under deteksjonsgrensen som ved anvendt måleprosedyre er mellom 5 og 12 ppm.

Opptreden med høyt innhold av sulfider og tungmetaller vil sannsynligvis være knyttet til partier med mørk rustskifer og der det er observert grafitt. I forbindelse med utredning av dobbeltspor med jernbane mellom Trondheim og Stjørdal har NGI utført resistivitetmålinger (figur 9) med helikopter for Jernbaneverker (Trondheim-Stjørdal, helikopterscanning og rapportutforming, AEM-målinger. Dokumentnummer 20150686-01-R, NGI). Områder med lav resistivitet som nord for lokaliteten vist i figur 4 og ned mot Midsandn kan forklares ut fra marine strandavsetninger der det mest sannsynlig opptrer underliggende mektige avsetninger med leire. Lave resistivitetmålinger ved området rundt Vassåsen er sannsynligvis knyttet til soner med den mørke rustskiferen iblandet grafitt og som framtrer som markert dalsøkk i terrenget.





Figur 8. XRF målinger av tungmetaller i rustsoner i fast fjell. LOD-Deteksjongrense. (I parentes tilstandsklasser for forurenset grunn).



Figur 9. Utsnitt av kvartærgeologisk kart (NGU) sammenholdt med resistivetsmålinger midlet over 60-70 meters dybde (NGI). Rød sirkel samsvarer ca. med lokaliteten vist i figur 4.

Ut fra jordprøveanalysene og XRF-målingene må en ta høyde for at tungmetall nivået i berggrunnen lokalt i området kan være høyt, men muligens kun knyttet til soner med mørk rustskifer som kan inneholde grafit. Om dette nødvendigvis vil medføre noen fare ved bruk av masser langs den nye vegtraséen er uvisst. Kravene til tungmetallnivå i henhold til *forurensingsforskriften for forurenset grunn* er satt i henhold til de lave normverdiene (tabell 3). Derimot er nivået for tungmetallene ved bruk av masser til trafikkareal satt betydelig høyere (retningslinjene til *helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn*, TA 2553-2009 Statens forurensingstilsyn). Masser kan benyttes opp til tilstandsklasse 3 og ved dokumentert risikovurdering til tilstandsklasse 4.

Ettersom bakgrunnsverdien for berggrunnen lokalt i området sannsynligvis er forhøyet med hensyn til tungmetaller, vil bruk av grove masser i veiprojektet muligens kunne aksepteres. En mulighet for å unngå avrenning av tungmetaller er å sikte fra finstoffet ettersom en kan anta at muligheten for frigjøring av tungmetaller øker med avtagende kornstørrelse og da spesielt i finstoffandelen.

Ved eventuelt behov for bort kjøring av overskuddsmassene for deponering vil en bli stilt ovenfor de strengeste kravene og må forholde seg til forurensingsforskriftens normverdier. Her vil også fra sikting av finstoffet kunne være en fordel slik at eventuelt bare finstoffandelen må deponeres på godkjent deponi for farlig avfall. Grovandelen av massene vil dermed muligens kunne fritas for de strengeste kravene.

**Tabell 3. Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn (TA 2553-2009).  
Konsentrasjon i mg/kg som tilsvarer ppm.**

Tilstandsklasse	1 Normverdi	2 God	3 Moderat	4 Dårlig	5 Svært dårlig
Arsen	< 8	8-20	20-50	50-600	600-1000
Bly	< 60	60-100	100-300	300-700	700-2500
Kadmium	< 1,5	1,5-10	10-15	15-30	30-1000
Kvikksølv	< 1	1-2	2-4	4-10	10-1000
Kobber	< 100	100-200	200-1000	1000-8500	8500-25000
Sink	< 200	200-500	500-1000	1000-5000	5000-25000
Krom (III)	< 50	50-200	200-500	500-2800	2800-25000
Krom (VI)*	< 2	2-5	5-20	20-80	80-1000
Nikkel	< 60	60-135	135-200	200-1200	1200-2500

*\*Krom (VI) forefinnes ikke naturlig i berggrunn eller løsmasser, men vil kunne være tilført antropogent.*

## VEDLEGG 1

Forekomstnummeret er referansenummer som er benyttet i NGU's Grus-pukkdatabase.

Forekomstnummer	Forekomstnavn	Bergartnavn	Prøvetype	Lab/Prod	Sone (WGS84)	UTMX	UTMY	Densitet	Stein Klasse	Abrasjonsverdi	Sa-verdi	Mølleverdi	Los Angeles-verdi	Micro-Deval koeffisient
1 601 506	Vasseljemoen	Ryolitt	T	Lab	32	580719	7029063	2,72	2	0,55	3,7			
1 601 508	Simsåsen	Ryolitt	T	Lab	32	576219	7029593	2,70	2	0,58	3,8			
1 601 508	Simsåsen	Ryolitt	T	Lab	32	576311	7029796	2,70	2	0,60	3,6			
1 601 508	Simsåsen	Ryolitt	T	Lab	32	576218	7029793	2,72	3	0,71	4,9			
1 601 508	Simsåsen	Ryolitt	T	Lab	32	576319	7029592	2,70	5	0,76	5,7			
1 662 501	Forset	Arkose	P	Lab	32	571301	7019202	2,76				29,5	20,8	37,3
1 662 502	Ståggån	Grønnstein	T	Lab	32	575232	7017506	2,96				12,6	10,9	10,8
1 663 501	Lium pukkverk	Ryolitt	S	Prod	32	580718	7032532	2,73	2	0,53	3,3			
1 663 501	Lium pukkverk	Ryolitt	S	?	32	580718	7032532	2,76	2	0,51	3,2			
1 663 502	Aune	Grønnstein	T	Lab	32	580118	7034592	2,99	2	0,60	3,8			
1 663 502	Aune	Grønnstein	T	Lab	32	579948	7034713	2,92	3	0,95	6,5			
1 663 503	Muruvika	Gråvakke	P	Lab	32	591394	7034464	2,71				16,9	11,1	
1 663 504	Merkespynten	Ryolitt	T	Lab	32	587339	7029962	2,68	2	0,58	3,6			
1 663 505	Brannåsen	Ryolitt	T	Lab	32	587509	7029572	2,73	2	0,69	4,3			
1 663 506	Storfossen	Ryolitt	T	Lab	32	589149	7028572	2,71	1	0,46	2,7			
1 663 507	Aunåsen	Gabbro	T	Lab	32	579919	7033992	3,00	2	0,64	3,9			
1 663 509	Brannlia	Ryolitt	P	Lab	32	585019	7032992	2,69	1	0,50	2,9	6,7	14,9	
1 663 509	Brannlia	Ryolitt	P	?	32	585019	7032992	2,69	2	0,55	3,5			
1 663 509	Brannlia	Ryolitt	P	?	32	585019	7032992	2,70	2	0,71	4,3			
1 714 501	Bergskleiva	Gråvakke	S	Lab	32	600334	7038549	2,73	2	1,05	6,9	29,4		
1 714 501	Bergskleiva	Gråvakke	S	Lab	32	600334	7038549	2,71	3	1,37	9,2			
1 714 501	Bergskleiva	Gråvakke	S	?	32	600334	7038549	2,70	2	1,05	6,8			
1 714 501	Bergskleiva	Gråvakke	S	Prod	32	600334	7038549	2,73	5	0,88	6,6	32,4		
1 714 508	Øfsti	Gråvakke	T	Lab	32	602747	7036992	2,88	1	0,75	4,3	14,9		
1 714 509	Furuberget	Ryolitt	T	Lab	32	598418	7032542	2,71	2	0,62	4,0	9,5		
1 714 510	Lauvåsen	Gråvakke	P	Lab	32	595046	7032425	2,75	2	1,16	7,5	29,4		
1 714 510	Lauvåsen	Gråvakke	P	Prod	32	594993	7032106	2,74				23,5	16,9	21,5
1 714 510	Lauvåsen	Gråvakke	P	Lab	32	594993	7032106	2,71				30,1	16,5	
1 714 510	Lauvåsen	Gråvakke	P	Prod	32	594993	7032106	2,76					22,8	33,7
1 714 510	Lauvåsen	Konglomerat	P	Lab	32	595163	7032205	2,75	1	0,53	3,1	17,8		
1 714 510	Lauvåsen	Konglomerat	P	Lab	32	594645	7031706	2,74	2	0,78	4,8	17,6		
1 714 518	Fossberga	Ryolitt	P	Lab	32	597559	7031092	2,67	3			7,3	16,3	
1 714 518	Fossberga	Ryolitt	P	?	32	597582	7031034	2,60	2	0,46	3,0			
1 714 518	Fossberga	Ryolitt	P	Prod	32	597559	7031092	2,67				10,2	17,2	5,8
1 714 518	Fossberga	Ryolitt	P	Prod	32	597559	7031092	2,77				12,6	18,4	10,2
1 714 518	Fossberga	Ryolitt	P	?	32	498330	7051915	2,67	3	0,42	2,9			
1 714 518	Fossberga	Ryolitt	P	?	32	597559	7031092	2,70	2	0,51	3,3			
1 714 518	Fossberga	Ryolitt	P	?	32	498330	7051915	2,68	2	0,49	3,1			
1 714 518	Fossberga	Ryolitt	P	Prod	32	597559	7031092	2,70	3	0,62	4,2			
1 714 518	Fossberga	Ryolitt	P	Lab	32	597559	7031092	2,72	2	0,58	3,5	8,7		
1 714 518	Fossberga	Ryolitt	P	Lab	32	597559	7031092	2,68	2	0,56	3,4			
1 714 518	Fossberga	Ryolitt	P	Lab	32	597559	7031092	2,70	1	0,65	3,8			
1 714 518	Fossberga	Ryolitt	P	?	32	597559	7031092	2,70	2	0,60	3,6			

P - Pukkforekomst, S - Steinbrudd (nedlagt), T - Typeprøve  
Lab/Prod - Laboratorie-/produksjonsknust



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](mailto:ngu@ngu.no)  
Nettside [www.ngu.no](http://www.ngu.no)