



## E6 Gyllan – Kvål

Laboratorieundersøkelser av syredannende egenskaper for utvalgte bergarter

20.03 | 23

---

Detaljreguleringsplan

Oppdragsnummer:	5207617
Oppdragsnavn:	E6 Gyllan – Kvål
Dokumentnummer:	NV50E6GK-FAG-NOT-0003
Dokumentnavn:	Laboratorieundersøkelser av syredannende egenskaper for utvalgte bergarter

#### Versjonsoversikt

Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av
01	20.03.2023	Til høring	MarRaa/KTLof	RutVin	JHSve

## INNHOOLD

1	INNLEDNING.....	4
1.1	Gjeldende krav .....	4
1.2	Kjennetegn for potensielt syredannende bergarter .....	4
1.3	Tolkningsmetodikk.....	5
2	RESULTATER .....	7
2.1	Homyrkamtunnelen .....	7
2.2	Bru over Gaulfossen (gjelder traséalternativ 1.2).....	12
2.3	Mannfjelltunnelen .....	14
2.4	Skjærlitunnelen.....	15
3	REPRESENTATIVITET OG USIKKERHET .....	17
4	MILJØRISIKO VED NYTTIGGJØRING AV STEINMASSER.....	18
5	REFERANSER.....	19

## 1 INNLEDNING

I forbindelse med planarbeid for E6-strekningen Korporalsbrua – Kvål er det gjort laboratorieanalyse av til sammen seks bergartsprøver fra terrenget over de planlagte tunnelene Homyrkamtunnelen, Størentunnelen og Skjærlitunnelen, samt ved planlagt brufeste for ny bru over Gaulfossen (ved alternativ 1.2). Dette for å vurdere potensial for syredannende egenskaper i bergarter langs parsellen. For hver prøve er det utført analyser for bestemmelse av metaller, total organisk karbon (TOC), total karbon (TC) og total uorganisk karbon (TIC).

Det er ALS Laboratory Group Norway som har utført testene. Dette notatet presenterer gjeldende krav til syredannende egenskaper i bergarter og oppsummerer analyseresultatene. Det viser også metodikken som er benyttet for å beregne og vurdere det syredannende potensialet.

Underveis i prosjektet har Nye Veier stanset planarbeidet med strekningen E6 Korporalsbrua – Gyllan, hvor det er gjennomført to tester av syredannende egenskaper. I tillegg er alternativ 1.2 på strekningen Gyllan – Kvål, hvor det er tatt én prøve, ikke lenger aktuell. Resultatene fra disse testene er inkludert i notatet, men det er ikke gjort vurderinger.

Notatet utgjør et vedlegg til ingeniørgeologisk fagrapport for Homyrkamtunnelen. Det vises til rapporten for utfyllende vurderinger av testresultater og bergmassen langs tunneltrasé [1].

### 1.1 Gjeldende krav

Statens vegvesens håndbok N500 [2] stiller krav til at miljømessige konsekvenser ved avrenning fra tunnel skal utredes på reguleringsplannivå. Dette innebærer identifisering og karakterisering av potensielt syredannende bergarter.

Karakterisering presentert i dette notatet er gjort i henhold til Miljødirektoratets veileder M-310 [3] og RIF-veileder 8040 [4]. Ved avdekking av forhold som gjør at bergarten anses som syredannende vil sentrale dokumenter som forurensningsloven, forurensningsforskriften og avfallsforskriften ligge til grunn ved håndtering av massene.

### 1.2 Kjennetegn for potensielt syredannende bergarter

Bakgrunnen for syredannelse er at forvitring av sulfidmineraler kan føre til reduksjon i pH. Dette kan videre føre til frigjøring av tungmetaller bundet i mineralene. I tillegg til sulfidinnhold er også forvitringsegenskapene av betydning for om metallene kan frigjøres og utgjøre en miljørisiko. I veileder M-310 [3] listes følgende viktige kjennetegn som påvirker forvitringsegenskapene:

- geologisk historie
- skifrig struktur
- mengde sjiktsilikater
- fordeling av sulfider i bergarten (små korn finfordelt eller større aggregater)
- syredannende potensial
- svellepotensial.

Kjent risiko for syredannende berg er først og fremst knyttet til alunskifer tilhørende Oslofeltet og gneisbergarter i Agderområdet. I Trøndelag finnes leir/-grønnskifre avsatt på samme tid og under lignende forhold som alunskiferen på Østlandet. Disse har imidlertid gjennomgått varierende grad av omdanning som mest sannsynlig har endret forvitringsevnen og redusert de syredannende egenskapene. Videre er flere av leirskifrene i Størendekket, som parsellen dels går gjennom, beskrevet som pyrittholdige, og det er gjennom feltarbeid observert kismineraler i berget.

Tettheten til lagdelingsplan (skifriheten) i skiferbergarten styrer kontaktarealet mellom sulfidmineraler og fukt/oksygen, og dermed hastigheten som bergarten kan forvitte og frigjøre metaller. Slike skiferhorisonter kan ha svært liten mektighet og er derfor ikke angitt i berggrunnskartene.

Størrelsen på sulfidmineralene har også betydning for syredannende egenskaper, da små mineraler er mindre stabile enn store på grunn av forholdet mellom volum og kontaktflater.

I prosjektområdet forekommer grønnskifre, leirskifre og andre omdannede bergarter med kismineralisering som kan være dannet av tilsvarende sediment som alunskifer. Videre opptrer mer massive og kompetente bergarter som i utgangspunktet vurderes mindre utsatt for sur avrenning. Det er gjennomført et testprogram på et utvalg av bergartene langs parsellen der testlokalitet er valgt både ut fra risiko for syredannende berg (opptreden av skifrig og/eller pyrittholdig berg), men også dels ut fra størrelse på uttaksvolum i den aktuelle bergarten.

### 1.3 Tolkingsmetodikk

Tolkning av det syredannende potensialet er gjort i henhold til metodikken presentert i veileder M-310 [3]. Metodikken innebærer beregning av nøytraliserende potensial (NP) og syredannende potensial (AP). Dette er første steg i testmetodikken for å avdekke potensielt syredannende berg.

NP:AP-metoden baserer seg på omregning av konsentrasjonene av TIC (total uorganisk karbon) og S (svovel) til  $\text{CaCO}_3$ -ekvivalenter i kg/tonn. Deretter ser en om mulig mengde  $\text{CaCO}_3$  er tilstrekkelig for å nøytralisere den potensielle mengden syre som kan dannes.

Nøytraliserende (NP) og syredannende (AP) potensial beregnes ved følgende formler:

$$NP = 83,33 \cdot \%TIC$$
$$AP = 31,25 \cdot \%S$$

Det antas at % sulfider  $\approx$  % svovel (%S) og at alt uorganisk karbon stammer fra kalsitt.

Vurdering av potensialet for syredannelse gjøres ved å regne ut forhold mellom NP og AP. Potensielt syredannende berg har NP:AP < 1:1, mens ikke-syredannende berg har NP:AP > 3:1. Mellom disse to er prøven klassifisert som «usikker». Beregningen er basert på

forenklinger, slik at prøveresultater i, eller i nærheten av, «usikker sone» bør vurderes nærmere. Se NP:AP-diagram med inndeling i soner etter syredannende potensial i figur 1.

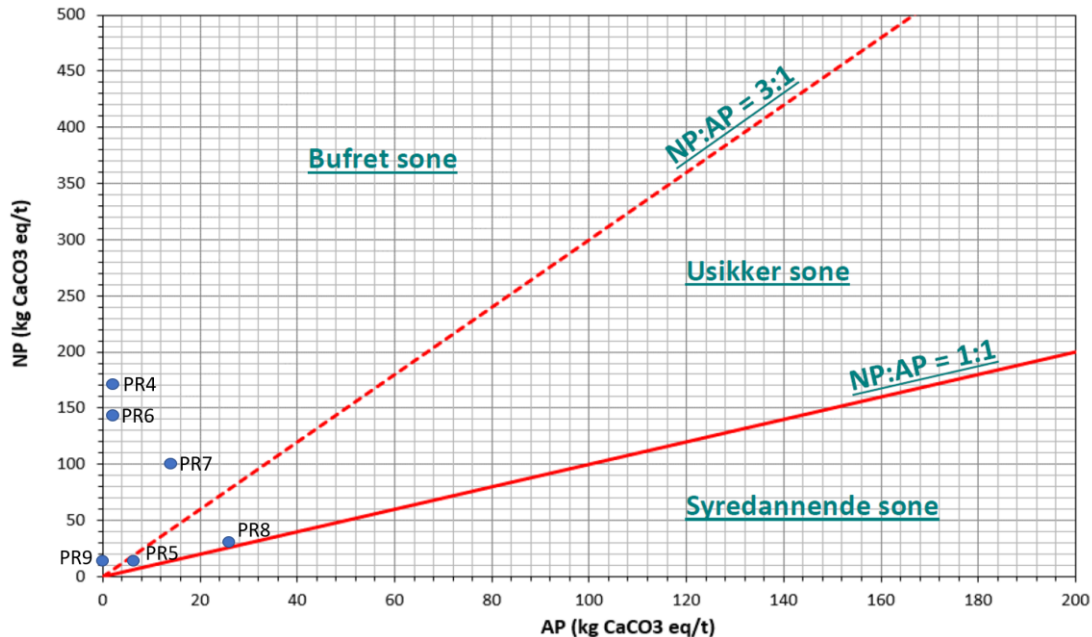
Det oppgis i RIFs veileder [4] at stein med svovelinnhold mindre enn 10 000 mg/kg har mindre risiko for utvikling av et akselerert forvitringstilstand (ARD). Utvikling av ARD er kriteriet for grunn som faller inn under «grunn som danner syre» og er omfattet av forurensningsforskriften med tilhørende krav om håndtering. Verdien er satt med utgangspunkt i erfaringer med alunskifer, og har begrenset overføringsverdi til andre bergarter. Selv om verdien ikke er benyttet direkte i vurderingene i dette notatet, gir den en viss indikasjon på nivået av rapporterte svovelkonsentrasjoner.

Syredannende reaksjoner kan føre til utlekking av miljøgifter som tungmetaller. Vurdering av potensialet for utlekking av tungmetaller er basert på sammenligning med tungmetallkonsentrasjoner i svart leirskifer [5] og normverdier i TA-2553 [6]. Risiko for utlekking av tungmetaller vurderes å være lav hvis summen av fem tungmetaller (Zn, Pb, Cd, Ni, Cu) i stein er lavere enn 1000 mg/kg [7]. Bergarter typisk for Trøndelags-regionen, som grønnstein og grønnskifer, har en mineralogi som gir et naturlig forhøyet nivå av Cr og Ni, der tungmetallene forekommer både i sulfider og silikater [8]. Andelen tungmetall som er bundet i silikater er mindre tilgjengelige for utlekking, da silikater normalt forvitrer saktere enn sulfider.

Masser med en total aktivitet på  $\geq 1$  Bq/g ( $\sim 80$  mg/kg uran) defineres som radioaktivt avfall og skal håndteres i henhold til avfallsforskriftens regelverk for radioaktivt avfall [9]. Selv om masser defineres som ikke-radioaktive, bør fare for avrenning med høyt innhold av radionuklider vurderes.

## 2 RESULTATER

En oppsummering av alle prøveresultatene i NP:AP-diagram er vist i figur 1, og er diskutert nærmere i delkapitlene for relevante områder under.



Figur 1: Oppsummering av prøveresultatene i NP:AP-diagram. Ingen prøver i «syredannende sone». Prøve 5 og prøve 8 ligger innenfor «usikker sone». Resterende prøver ligger i «bufret sone» (Kilde: Norconsult).

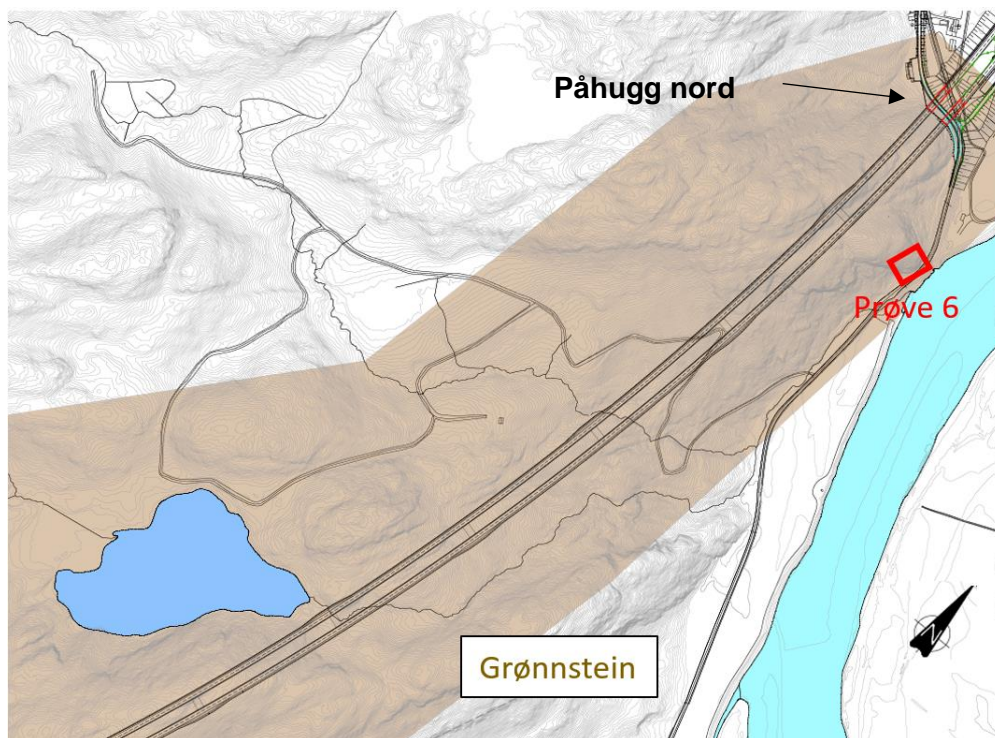
### 2.1 Homyrkamtunnelen

Det er tatt tre prøver langs trasé for Homyrkamtunnelen, benevnt PR5, PR6 og PR9 i figur 1. To av prøvene er fra de sedimentære bergartene i sørlige del av tunnelen, mens den tredje er hentet fra nordre del, som går i grønnstein.

#### 2.1.1 Grønnstein

Det er tatt en prøve, PR6 i figur 2, fra det nordlige påhuggsområdet for Homyrkamtunnelen. Materialet ble hentet ut fra naturlige bergskrenter ved hjelp av slegge og spett den 18.01.2021. Prøvematerialet består av grønnstein og har stedvis preg av overflateforvitring. Det er utført forenklet petrografisk analyse på prøven som viser en grå-grønn, tett, fin- og middelskornet grønnstein, eventuelt grønnskifer eller metagråvakke. I henhold til NGUs berggrunnskart går nordre del av fremtidig tunneltrasé i grønnstein/grønnskifer. Dette samsvarer med Norconsults innledende feltobservasjoner.

Prøvelokaliteten er vist i figur 2 og resultatene er vist i tabell 1 og tabell 2.



Figur 2: Viser prøvelokaliteten ved nordre del av Homyrkamtunnelen (Kilde: Norconsult)

#### 2.1.1.1 Resultater

Tabell 1: Beregning av NP og AP basert på analyseresultater, samt rapportert svovelkonsentrasjon, fra prøven (PR6) tatt ved nordre del av Homyrkamtunnelen (Kilde: Norconsult)

	Prøve 6 (grønnstein)
Nøytraliserende potensial (NP)	144,99
Syredannende potensial (AP)	2,13
NP:AP	68,23
S [mg/kg]	680



Tabell 2: Rapporterte konsentrasjoner av åtte tungmetaller og uran fra prøven (PR6), sammenlignet med normverdier i TA-2553 [6] og svart leirskifer [5]. (Kilde: Norconsult)

Stoff	Normverdi	Svart leirskifer <sup>1</sup>	Prøve 6 (grønnstein)
As [mg/kg]	8	121	< 3
Cd [mg/kg]	1,5	5,8	0,0872
Cr [mg/kg]	50	80,8	196
Cu [mg/kg]	100	157	28,1
Hg [mg/kg]	1	ikke analysert	< 0,02
Ni [mg/kg]	60	163	116
Pb [mg/kg]	60	27,1	< 1
Zn [mg/kg]	200	297	54,6
U [mg/kg]		72,4	0,804

<sup>1</sup> Gjennomsnitt av 11 svart leirskifer-prøver fra Degerhamn, Sverige [5].

#### 2.1.1.2 Vurdering

Forholdet NP:AP ligger godt innenfor bufret sone og indikerer dermed ikke potensial for syredannelse (se PR6 i figur 1). I tillegg er innholdet av svovel i prøven lavt. Konsentrasjonen av tungmetaller i prøven er generelt under normverdier [6] og sammenligningsverdier i svart leirskifer [5], med unntak av krom og nikkel. I sum er tungmetallkonsentrasjonen under 1000 mg/kg, noe som indikerer at potensialet for utlekking av tungmetaller er lavt. Grønnstein inneholder kloritt, epidot og amfibol. Disse silikatmineralene inneholder krom og nikkel som sporelement og er motstandsdyktig mot kjemisk forvitring. Prøven (PR6) vurderes derfor å ha lavt potensial for syredannelse og utlekking av tungmetaller.

Uraninnholdet er også langt under grenseverdien på 80 mg/kg, og det vurderes derfor ikke å være behov for måling av radioaktivitet.

#### 2.1.2 Sedimentære bergarter

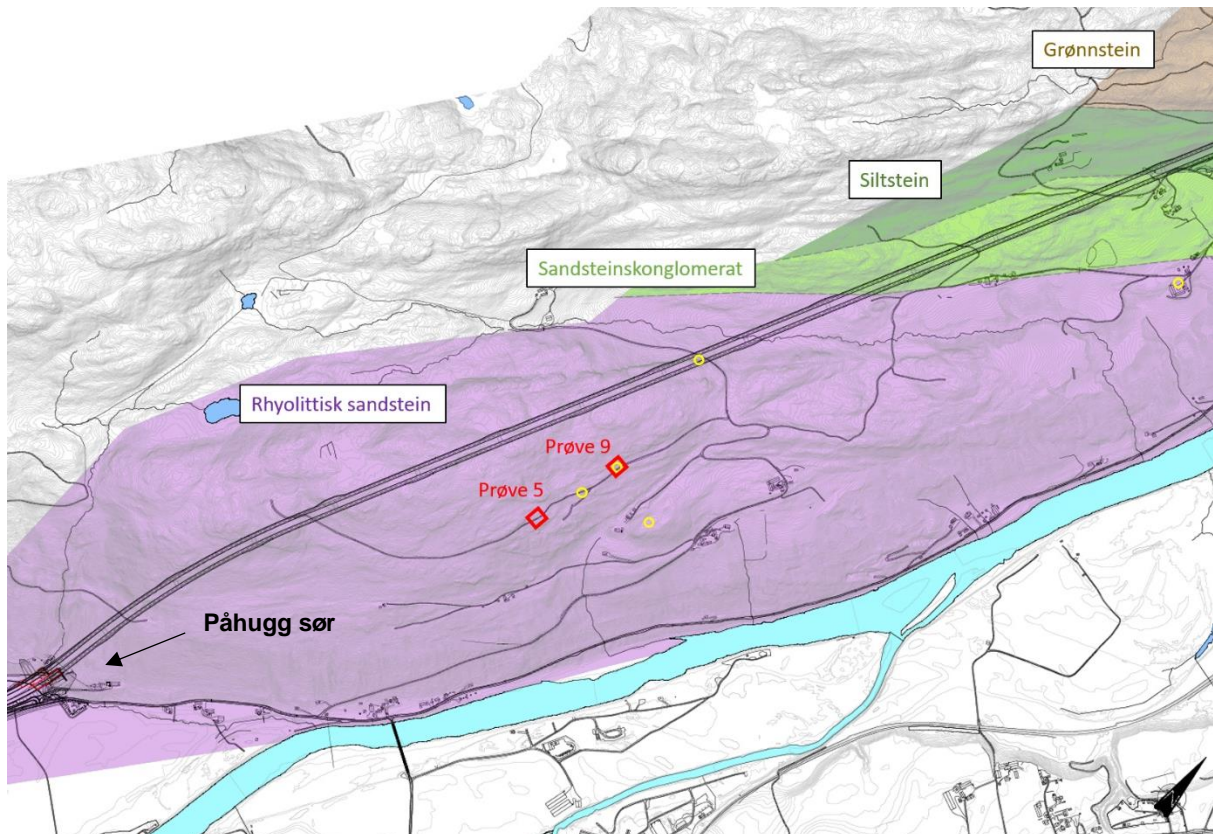
Det er tatt to prøver (PR5 og PR9) langs linjen over søndre del av Homyrkamtunnelen. Prøvene ble hentet ut 18.01.2021 og 25.03.2021, og er plukket i eksisterende bergskjæringer. Ved prøvelokalitet 5 ble det benyttet slegge og spett for å ta ut steinmaterialet. Ved prøvelokalitet 9 var materialet svært skifrig og småfragmentert, og prøven ble gravd ut med hendene. Ved begge lokaliteter var berget noe overflateforvitret, omfanget var størst ved prøvelokalitet 9.

Prøve 5 (PR5) består av massiv sandstein/siltstein fra en 5 m lang og 2 m høy bergskjæring langs skogsbilvei.

Prøve 9 (PR9) består av skifrig og omvandlet berg, mulig leirskifer fra en 5 m lang og 1 m høy naturlig skjæring langs skogsbilvei. Prøve 9 er valgt ut på bakgrunn av at bergmassen bærer preg av betydelig forvitningsgrad. Prøvematerialet forventes ut fra tekstur å representere berg med høyere sannsynlighet for syredannende potensial.

Manuskart Støren 1:50 000 berggrunnkart fra NGU [10] viser at søndre del av tunnelen vil gå i rhyolittisk sandstein med innslag av siltsteinslag, se figur 3.

Dette samsvarer også med de innledende observasjonene Norconsult har gjort. Det er gjort test av både massiv sandstein (PR5) og berg fra en skifrig sone med mulig leirskifer (PR9). Oversikt over prøvelokaliteter er vist i figur 3 og resultatene er gitt i tabell 3 og tabell 4.



Figur 3: Oversiktskart som viser den sørlige delen av foreslått linje for Homyrkamtunnelen samt prøvelokaliteter. Mottatt manuskart fra NGU [10] beskriver bergarten i området for prøvelokalitetene som rhyolittisk sandstein. Gule sirkler viser lokaliteter hvor Norconsult har observert berg i dagen som er av forvitret og/eller skifrig karakter (Kilde: Norconsult).

### 2.1.2.1 Resultater

Tabell 3: Beregning av NP og AP basert på analyseresultater, samt rapportert svovelkonsentrasjon fra prøver tatt ved Homyrkamtunnelen (Kilde: Norconsult)

	Prøve 5 (sandstein/siltstein)	Prøve 9 (antatt leirskifer)
Nøytraliserende potensial (NP)	11,67	13,33
Syredannende potensial (AP)	5,97	0,62
NP:AP	1,95	21,55
S [mg/kg]	1910	198

Tabell 4: Rapporterte konsentrasjoner av åtte tungmetaller og uran, sammenlignet med normverdier i TA-2553 [6] og svart leirskifer [5]. (Kilde: Norconsult)

Stoff	Normverdi	Svart leirskifer <sup>1</sup>	Prøve 5 (sandstein/siltstein)	Prøve 9 (mulig leirskifer)
As [mg/kg]	8	121	13,4	16,8
Cd [mg/kg]	1,5	5,8	0,0733	0,0666
Cr [mg/kg]	50	80,8	130	151
Cu [mg/kg]	100	157	13,5	9,2
Hg [mg/kg]	1	Ikke analysert	< 0,02	<0,02
Ni [mg/kg]	60	163	22,7	68,8
Pb [mg/kg]	60	27,1	17,0	11,2
Zn [mg/kg]	200	297	70,4	61,4
U [mg/kg]		72,4	4,88	4,01

<sup>1</sup> Gjennomsnitt av 11 svart leirskifer-prøver fra Degerhamn, Sverige [5].

### 2.1.2.2 Vurdering

#### Prøve 5:

Prøve 5 plasseres i henhold til NP:AP-forholdet i «usikker sone», se PR5 i figur 1, og testen er dermed ikke konklusiv med tanke på mulighet for syredannende potensiale. Svovelinholdet er lavt (1910 mg/kg). Bergmassen som er testet er massiv og ikke skifrig og den er dermed relativt bestandig mot forvitring. Dermed vurderes sannsynligheten for at prøven (PR5) har syredannende potensial som begrenset. Dette anbefales verifisert ved videre testing i anleggsfasen.

Konsentrasjonen av tungmetaller i prøven er generelt under normverdier [6] og sammenligningsverdier i svart leirskifer [5], med unntak av krom og arsen. I sum er tungmetallkonsentrasjonen under 1000 mg/kg, noe som gjør at prøven (PR5) vurderes å ha lavt potensial for utlekking av tungmetaller.

Uraninnholdet er godt under grenseverdien på 80 mg/kg, og det vurderes derfor ikke å være behov for måling av radioaktivitet.

#### Prøve 9:

Prøven ligger i «bufret sone» med god margin, se PR9 i figur 1, og svovelinholdet er svært lavt (198 mg/kg). Ut fra dette vurderes prøven (PR9) å ha lavt potensial for syredannelse.

Konsentrasjonen av enkelte tungmetaller (As, Cr og Ni) i prøven er over normverdier [6], men generelt under sammenligningsverdier i svart leirskifer [5], med unntak av krom. Forhøyet verdier av både nikkel og krom tyder på forekomst av silikatmineraler som kloritt og epidot. Disse silikatmineralene er motstandsdyktig mot kjemisk forvitring og utlekking forventes å være lav. Arsenkonsentrasjon tilsvarer den i prøve 5 og arsen forekommer sannsynligvis som sporelement i sulfidmineralene. Prøven viser imidlertid svært lavt innhold av sulfider (svovel). I sum er tungmetallkonsentrasjonen under 1000 mg/kg. På bakgrunn av dette vurderes prøven (PR9) å ha lavt potensial for utlekking av tungmetaller.

Uraninnholdet er godt under grenseverdien på 80 mg/kg og det vurderes derfor ikke å være behov for måling av radioaktivitet.

### 2.1.3 Samlet vurdering Homyrkamtunnelen

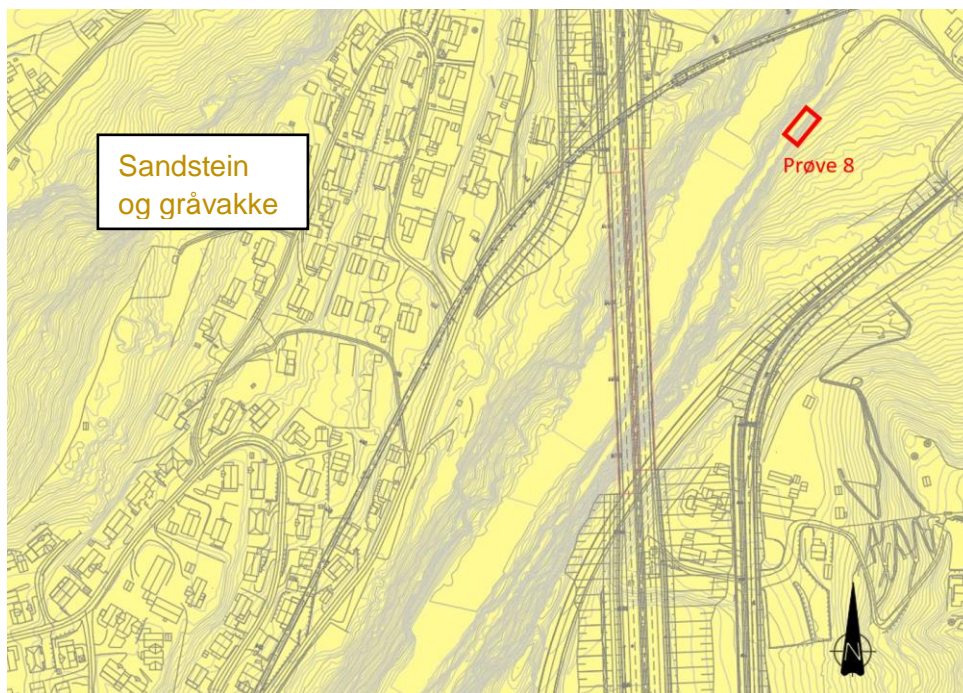
Prøven fra grønnsteinen (PR6) viser ikke indikasjoner på syredannende potensiale eller potensiale for utlekking av tungmetaller.

I sandsteinen er det tatt prøve både av kompetent berg (PR5) og skifrig bergmasse (PR9). Den skifrige bergmassen, som har størst overflate og dermed vurderes mest utsatt for forvitring, viser ikke indikasjoner på syredannende potensiale. Resultatene fra den massive prøven (PR5) har ikke påvist syredannende egenskaper, men det kan heller ikke konkluderes med at prøven *ikke* er syredannende. Berget her er imidlertid massivt og kompetent og dermed mindre utsatt for forvitring og utlekking. Svovelinnhold er lavt for begge prøver. Samlet vurderes sannsynligheten for syredannende potensiale i sandsteinen som begrenset, men som følge av usikkerheten anbefales det at en utfører supplerende tester i byggefase ut fra planlagt bruk av masser. Forventet opptreden av skifrige lagpakker mellom kompetente lag i de sedimentære bergartene langs tunneltraséen, medfører at de kjemiske egenskapene og motstand mot forvitring og utlekking vil kunne variere. Det kan være hensiktsmessig å etablere et testprogram som en del av geologisk kartlegging på tunnelstuf med hyppigere testing i starten til en blir kjent med bergmassen for så å redusere omfanget etter hvert dersom resultatene er akseptable.

## 2.2 Bru over Gaulfossen (gjelder traséalternativ 1.2)

For alternativ 1.2 med planlagt bruløsning over Gaula ved Hovin, ble det forventet uttak av bergmasse i forbindelse med brufundamentene. Det ble tatt ut en prøve (PR8) fra en lokalitet på sørsiden av elva den 25.03.2021. I henhold til NGUs berggrunnskart [11] ligger brufestene i et område kartlagt som sandstein og gråvakke med konglomeratlag. Norconsult sin tolking er at bergarten på stedet fremstår som en grå leirskifer. Bergarten ved prøvelokaliteten er tydelig skifrig og stedvis svært tett oppsprukket og overflateforvitret med svovel- og jernutfellinger. Det er også observert svovelkiskrystaller med størrelse opptil 2 cm. Prøvematerialet forventes derfor å representere berg med høyere sannsynlighet for syredannende potensial. Prøven er plukket i eksisterende skjæring langs tidligere jernbanespor (Gammellina). Ved prøvelokaliteten var bergmassen småfragmentert slik at prøven kunne plukkes ut med hendene. Steinmaterialet var belagt med en gul utfelling som ble vasket vekk før innsending til laboratorium. Lokaliteten ligger utenfor det området der det var planlagt berguttak for brufundamenter, men ble valgt på grunn av grei adkomst samt at den representerer berg med antatt størst potensial for syredannelse (ut fra visuell observasjon) i det aktuelle området.

Prøvelokalitet er vist i figur 4 og resultater fra analysene er gitt i tabell 5 og tabell 6.



Figur 4: Prøvelokalitet ved brukryssing over Gaulfossen. Foreløpig berggrunnskart [11]. (Kilde: Norconsult)

## 2.2.1 Resultater

Tabell 5: Beregning av NP og AP basert på analyseresultater, samt rapportert svovelkonsentrasjon fra prøven tatt ved brukryssing over Gaulfossen (Kilde: Norconsult)

	Prøve 8 (leirskifer)
Nøytraliserende potensial (NP)	31,67
Syredannende potensial (AP)	26,22
NP:AP	1,21
S [mg/kg]	8390

Tabell 6: Rapporterte konsentrasjoner av åtte tungmetaller og uran, sammenlignet med normverdier i TA-2553 [6] og svart leirskifer [5]. (Kilde: Norconsult)

Stoff	Normverdi	Svart leirskifer <sup>1</sup>	Prøve 8 (leirskifer)
As [mg/kg]	8	121	14,0
Cd [mg/kg]	1,5	5,8	0,0696
Cr [mg/kg]	50	80,8	50,4
Cu [mg/kg]	100	157	12,8
Hg [mg/kg]	1	ikke analysert	< 0,02
Ni [mg/kg]	60	163	13,2
Pb [mg/kg]	60	27,1	20,2
Zn [mg/kg]	200	297	67,4
U [mg/kg]		72,4	3,46

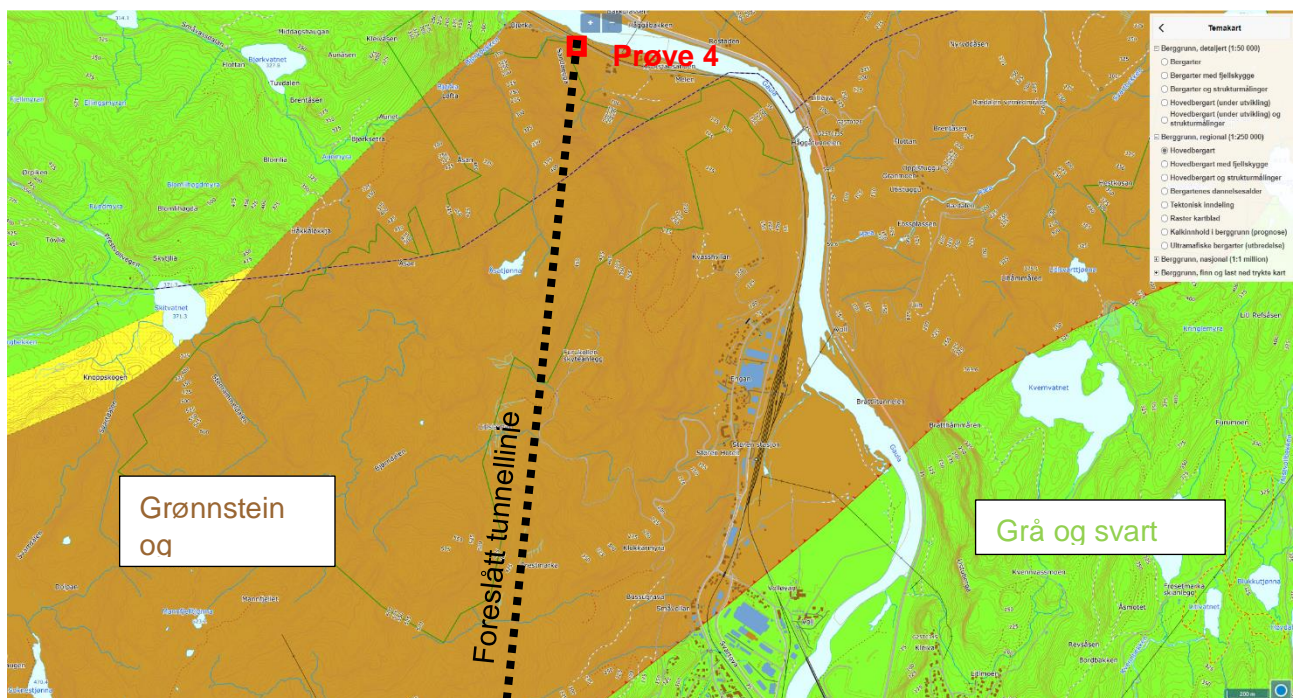
<sup>1</sup> Gjennomsnitt av 11 svart leirskifer-prøver fra Degerhamn, Sverige [5].

## 2.3 Mannfjelltunnelen

For Mannfjelltunnelen ble det den 08.01.2021 tatt ut en prøve (PR4) fra det nordre påhuggsområdet. I henhold til NGU sitt berggrunnskart [12] går store deler av tunneltraséen i grønnstein/grønnskifer, med unntak av sørlige del som går i fyllitt. Prøven er hentet fra området med grønnstein/grønnskifer.

Prøven er hentet fra utsprengt veiskjæring, og det ble benyttet slegge for å dele steiner opp i ønsket størrelse. Veiskjæringen har stedvis tett oppsprukket og skifrig berg som visuelt fremstår som noe svakt.

Prøvelokaliteten er vist i figur 5, resultater er vist i tabell 7 og tabell 8.



Figur 5: Prøvelokalitet langs Mannfjelltunnelen. Berggrunnskart i målestokk 1:250 000 fra NGU [12]. (Kilde: Norconsult)

### 2.3.1 Resultater

Tabell 7: Beregning av NP og AP basert på analyseresultater, samt rapportert svovelkonsentrasjon fra prøve tatt av grønnstein ved Mannfjelltunnelen (Kilde: Norconsult)

	Prøve 4 (grønnstein)
Nøytraliserende potensial (NP)	170,83
Syredannende potensial (AP)	1,89
NP:AP	90,21
S [mg/kg]	606

Tabell 8: Rapporterte konsentrasjoner av åtte tungmetaller og uran, sammenlignet med normverdier i TA-2553 [6] og svart leirskifer [5]. (Kilde: Norconsult)

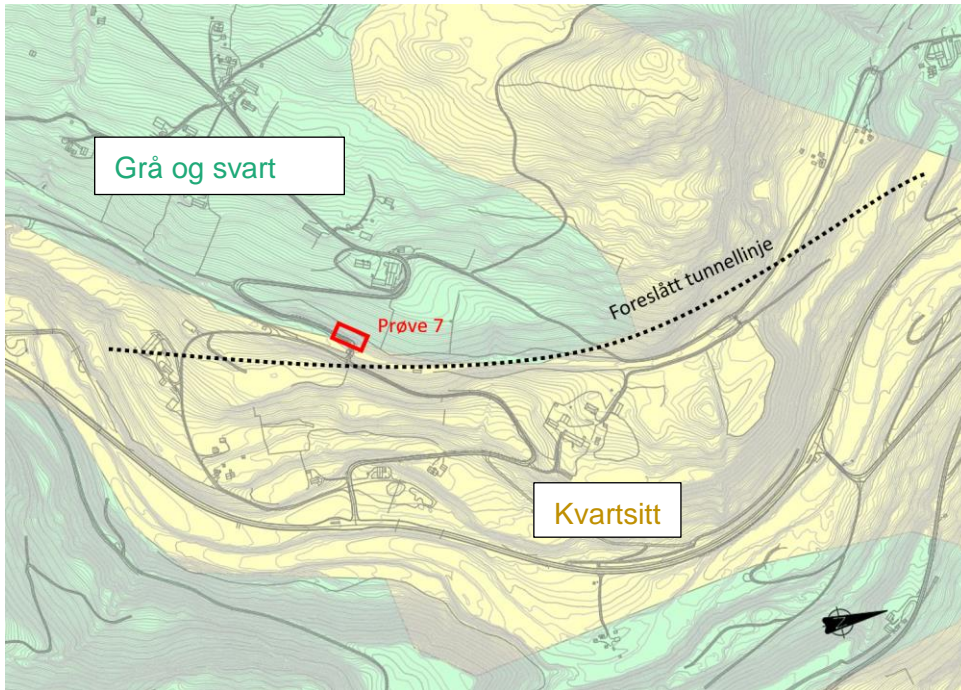
Stoff	Normverdi	Svart leirskifer <sup>1</sup>	Prøve 4 (grønnstein)
As [mg/kg]	8	121	3,05
Cd [mg/kg]	1,5	5,8	0,0989
Cr [mg/kg]	50	80,8	294
Cu [mg/kg]	100	157	70,7
Hg [mg/kg]	1	ikke analysert	< 0,03
Ni [mg/kg]	60	163	130
Pb [mg/kg]	60	27,1	2,80
Zn [mg/kg]	200	297	62,9
U [mg/kg]		72,4	0,583

<sup>1</sup> Gjennomsnitt av 11 svart leirskifer-prøver fra Degerhamn, Sverige [5].

## 2.4 Skjærlitunnelen

Det er tatt en prøve (PR7) fra området over foreslått trasé for Skjærlitunnelen. Dato for prøvetaking var den 25.03.2021. Steinmaterialet er hentet ut fra en eksisterende skjæring, og det ble benyttet slegge og spett for å oppnå ønsket størrelse. I henhold til NGU sitt berggrunnskart [12] vil store deler av tunnelen gå i kvartsitt. Det er imidlertid gjort observasjoner av fyllitt ved flere lokaliteter. Prøvematerialet er hentet fra grenseområdet mellom fyllitt og kvartsitt. Bergmassen har partier både i stor og liten skala som er skifrige. Det ble observert en del svovelkis på bruddflater, samt enkelte kvartsbånd og -linser. Prøvestykkene med størst mengde observert svovelkis ble valgt for å ventelig representere berget med størst syredannende potensial.

Prøvelokaliteten er vist i figur 6 og resultatene er vist i tabell 9 og tabell 10.



Figur 6: Prøvelokalitet langs foreslåtte Skjærlitunnelen. Foreløpig berggrunnskart [11]. (Kilde: Norconsult)

## 2.4.1 Resultater

Tabell 9: Beregning av NP og AP basert på analyseresultater, samt rapportert svovelkonsentrasjon fra prøve tatt ved Skjærlitunnelen (Kilde: Norconsult)

	Prøve 7 (fyllitt)
Nøytraliserende potensial (NP)	100,00
Syredannende potensial (AP)	14,28
NP:AP	7,00
S [mg/kg]	4570

Tabell 10: Rapporterte konsentrasjoner av åtte tungmetaller og uran, sammenlignet med normverdier i TA-2553 [6] og svart leirskifer [5]. (Kilde: Norconsult)

Stoff	Normverdi	Svart leirskifer <sup>1</sup>	Prøve 7 (fyllitt)
As [mg/kg]	8	121	18,3
Cd [mg/kg]	1,5	5,8	< 0,05
Cr [mg/kg]	50	80,8	109
Cu [mg/kg]	100	157	61,3
Hg [mg/kg]	1	ikke analysert	< 0,02
Ni [mg/kg]	60	163	80,0
Pb [mg/kg]	60	27,1	16,0
Zn [mg/kg]	200	297	76,7
U [mg/kg]		72,4	2,44

1 Gjennomsnitt av 11 svart leirskifer-prøver fra Degerhamn, Sverige [5].



### 3 REPRESENTATIVITET OG USIKKERHET

Prøvene 4, 5, 6 og 7 er i utgangspunktet hentet for å teste bergartens mekaniske egenskaper. Disse prøvelokalitetene er derfor valgt på bakgrunn av en visuell vurdering av bergmassens kompetanse og bestandighet.

Generelt er prøvene plukket fra bergskjæringer i dagen langs eksisterende vei/skogsvei og bærer i ulik grad preg av overflateforvitring. Det er derfor knyttet en viss usikkerhet til hvorvidt berget ved prøvelokalitetene samsvarer med bergmassen ved tunnelnivå. Samtidig gir prøver plukket i dagen informasjon om hvordan sprengstein kan utvikle seg på lang sikt.

Prøveresultatene for svovel (S) er oppgitt å ha en måleusikkerhet på 20 %.

TIC-resultatene fra laboratoriet er rapportert som en kalkulert verdi. Følgelig er det også noe usikkerhet knyttet til det beregnede NP:AP-forholdet.

## 4 MILJØRISIKO VED NYTTIGGJØRING AV STEINMASSER

Miljørisiko må vurderes ved utfylling av steinmasser på steder der avrenning til vann kan forekomme. Det er utført resipientundersøkelser for å danne et godt grunnlag av kjemisk og økologisk tilstand i Gaula og sidevassdrag. Dette er for strekningen Gyllan – Kvål omtalt i *Fagrapport basiskartlegging av Gaula med sidevassdrag* [13].

Finstoff, sprengstoffrester og plast fra utfylte masser kan påvirke vannmiljø negativt, da særlig fra bergarter med mineraler som danner skarpe partikler. Grønnstein kan inneholde amfibol, som kan danne asbestlignende partikler med potensiale for å påføre fisk skade. I tillegg vil bergartens syredannede egenskaper påvirke potensialet for utlekking av metaller.

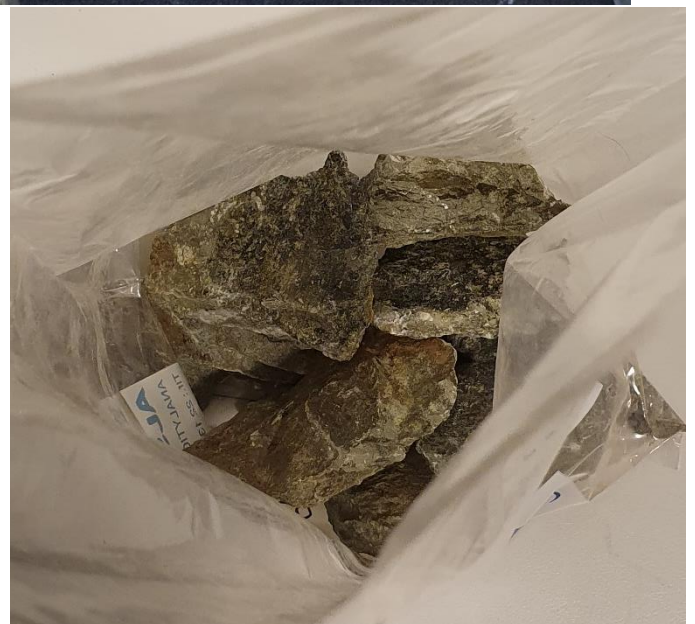
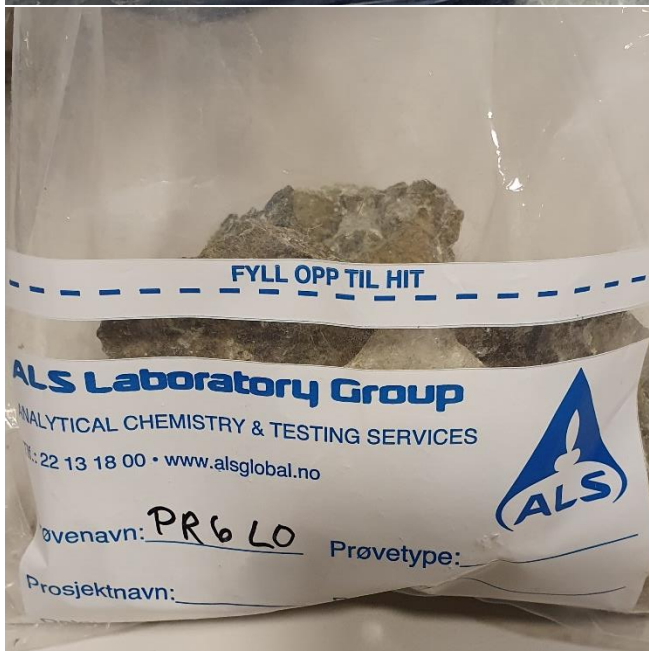
Ettersom ulike bergarter og partikler vil ha ulikt skadepotensiale i vannmiljø, må risiko i forhold til miljøpåvirkning vurderes i forhold til de aktuelle steinmassene som skal benyttes. Tiltak for å redusere avrenningen av partikler fra anleggsområder er viktig for å unngå skader i vannmiljøet, og slike tiltak må inngå i søknader til myndigheter om utslipp til vann i anleggsfase og om inngrep i aktuelle vassdrag ut fra en vurdering av miljørisikovurdering.

## 5 REFERANSER

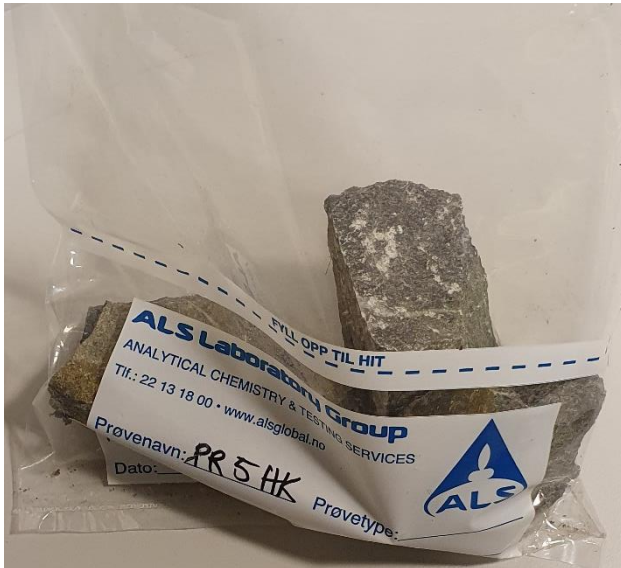
- [1] Norconsult, «E6 Gyllan – Kvål. Fagrapport ingeniørgeologi og hydrogeologi Homyrkamtunnelen. Reguleringsplan. NV50E6GK-GEO-RAP-0001,» 2023.
- [2] Statens vegvesen, «Vegnormal N500 Vegtunneler,» Vegdirektoratet, 2020.
- [3] NGI, «Identifisering og karakterisering av syredannende bergarter. Veileder for Miljødirektoratet.,» Norges geotekniske institutt, Oslo, 2015.
- [4] E. Endre, Structor Geomiljø AS, «RIF veileder 8040 - Bygging på alunskifer og andre svart og grå leirskifere,» RIF, 2019.
- [5] U. Lavergren, M. E. Åstrøm, B. Bergbäck og H. Holmström, «Mobility of trace elements in black shale assessed by leaching tests and sequential chemical extraction,» *Geochemistry: Exploration, Environment Analysis Vol. 9*, pp. 71-79, 2009.
- [6] Statens forurensningstilsyn, «Veileder TA-2553 - Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn,» STF, Oslo, 2009.
- [7] A. K. Parbhakar-Fox, M. Edraki, S. Walters og D. Bradshaw, «Development of textural index for prediction of acid rock drainage,» *Minerals Engineering 24*, pp. 1277-1287, 2011.
- [8] NGU, «Rapport nr. 2011.035 - Områder i Norge med naturlig høyt bakgrunnsnivå (over normverdi) - betydning for disponering av masser,» NGU, Trondheim, 2011.
- [9] «Forskrift om gjenvinning og behandling av avfall (avfallsforskriften),» hentet fra: [https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2004-06-01-930/KAPITTEL\\_19#KAPITTEL\\_19](https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2004-06-01-930/KAPITTEL_19#KAPITTEL_19).
- [10] NGU, «Manuskart berggrunn 1:50 000 Støren. Foreløpig utgave. Mottatt per epost fra Deta Gasser 2022-11-03.,» NGU, 2022.
- [11] NGU, «Rapport nr. 2019.025 - Forundersøkelser E6 trasé Åsen – Ulsberg - Coop3 for Nye Veier. Harmonisert berggrunnskart, ikke tilgjengelig på nett.,» NGU, Trondheim, 2019.
- [12] NGU, «Berggrunn - Nasjonal berggrunnsdatabase,» 2022. [Internett]. Available: <http://geo.ngu.no/kart/berggrunn>.
- [13] Norconsult, «E6 Korporalsbru – Kvål. Basiskartlegging av Gaula med sidevassdrag. NV50E6KK-YML-RAP-0002,» 2022.

## Vedlegg A: Bilder av steinprøver

Prøve 6; Grønnstein Homyrkamtunnelen nord



Prøve 5; Sandstein/siltstein Homyrkamtunnelen sør



**Prøve 5; Sandstein/siltstein Homyrkamtunnelen sør**



**Prøve 9; Leirskifer Homyrkamtunnelen sør**



**Prøve 9; Leirskifer Homyrkamtunnelen sør**

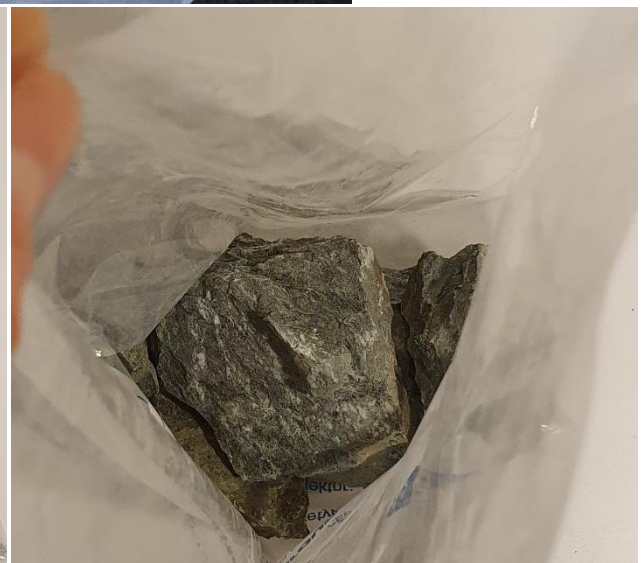
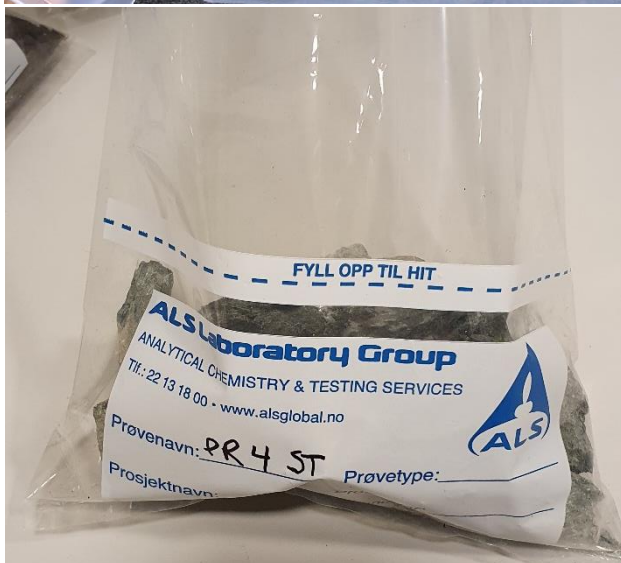




**Prøve 8; Leirskifer Hovin (Gammellina)**



Prøve 4; Grønnstein Størentunnelen



Prøve 7; Fyllitt Skjærlitunnelen



## Vedlegg B: Analyserapport fra ALS



Mottatt dato **2021-03-29**  
Utstedt **2022-02-28**

**Norconsult AS**  
**Maria Thonhaugen Raastad**  
**Ansattnr: 107665**  
**Pb 8984**  
**7439 Trondheim**  
**Norway**

Prosjekt **E6 Korporalsbru-Kvål**  
Bestnr **5207617**

**Rapport erstatter tidligere rapport N2101200 utstedt 2021-04-29.**  
Endringer i resultater er angitt med skyggelagte rader.

## Analyse av material

Deres prøvenavn	<b>PR 4 ST Berg</b>					
Labnummer	N00747865					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Alunskiferpakke *	-----		-	1	1	RAMY
Prøvepreparering *	-----			2	2	SAHM
Tørrestoff (L) *	99.9		%	3	W	SAHM
SiO <sub>2</sub> *	44.9		% TS	3	S	SAHM
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *	14.1		% TS	3	S	SAHM
Kalsiumoksid (CaO) *	12.2		% TS	3	S	SAHM
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *	10.5		% TS	3	S	SAHM
K <sub>2</sub> O *	0.913		% TS	3	S	SAHM
MgO *	6.34		% TS	3	S	SAHM
MnO *	0.128		% TS	3	S	SAHM
Na <sub>2</sub> O *	2.72		% TS	3	S	SAHM
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> *	0.210		% TS	3	S	SAHM
TiO <sub>2</sub> *	1.50		% TS	3	S	SAHM
Glødetap (LOI) *	5.9		% TS	3	W	SAHM
As (Arsen) *	3.05		mg/kg TS	3	S	SAHM
Ba (Barium) *	161		mg/kg TS	3	S	SAHM
Be (Beryllium) *	0.783		mg/kg TS	3	S	SAHM
Cd (Kadmium) *	0.0989		mg/kg TS	3	S	SAHM
Co (Kobolt) *	36.2		mg/kg TS	3	S	SAHM
Cr (Krom) *	294		mg/kg TS	3	S	SAHM
Cu (Kopper) *	70.7		mg/kg TS	3	S	SAHM
Hg (Kvikksølv) *	<0.03		mg/kg TS	3	G	SAHM
Mo (Molybden) *	<0.5		mg/kg TS	3	S	SAHM
Nb (Niob) *	10.7		mg/kg TS	3	S	SAHM
Ni (Nikkel) *	130		mg/kg TS	3	S	SAHM
Pb (Bly) *	2.80		mg/kg TS	3	S	SAHM
S (Svovel) *	606		mg/kg TS	3	S	SAHM
Sc (Scandium) *	30.5		mg/kg TS	3	S	SAHM
Sn (Tinn) *	1.28		mg/kg TS	3	S	SAHM
Sr (Strontium) *	527		mg/kg TS	3	S	SAHM
V (Vanadium) *	264		mg/kg TS	3	S	SAHM
W (Wolfram) *	<0.9		mg/kg TS	3	S	SAHM



Deres prøvenavn	<b>PR 4 ST Berg</b>					
Labnummer	N00747865					
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
Y (Yttrium)*	26.8		mg/kg TS	3	S	SAHM
Zn (Sink)*	62.9		mg/kg TS	3	S	SAHM
Zr (Zirkonium)*	94.1		mg/kg TS	3	S	SAHM
Th (Thorium)*	2.01		mg/kg TS	4	S	SAHM
U (Uran)*	0.583		mg/kg TS	4	S	SAHM
Tørrstoff (E) <sup>a ulev</sup>	100	6.03	%	5	3	TRTO
TOC <sup>a ulev</sup>	<0.10		% TS	5	3	TRTO
TC <sup>a ulev</sup>	2.05	0.31	% TS	6	3	SAHM
TIC <sup>a ulev</sup>	2.05		% TS	7	3	TRTO
Denne rapportert erstatter versjon 1, korrigert TC resultater er lagt til.						



Deres prøvenavn	PR 5 HK Berg					
Labnummer	N00747866					
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
Alunskiferpakke *	-----		-	1	1	RAMY
Prøvepreparering *	-----			2	2	SAHM
Tørrstoff (L) *	99.9		%	3	W	SAHM
SiO <sub>2</sub> *	66.9		% TS	3	S	SAHM
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *	14.1		% TS	3	S	SAHM
Kalsiumoksid (CaO) *	2.20		% TS	3	S	SAHM
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *	5.80		% TS	3	S	SAHM
K <sub>2</sub> O *	2.58		% TS	3	S	SAHM
MgO *	1.97		% TS	3	S	SAHM
MnO *	0.0670		% TS	3	S	SAHM
Na <sub>2</sub> O *	3.23		% TS	3	S	SAHM
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> *	0.113		% TS	3	S	SAHM
TiO <sub>2</sub> *	0.740		% TS	3	S	SAHM
Glødetap (LOI) *	2.2		% TS	3	W	SAHM
As (Arsen) *	13.4		mg/kg TS	3	S	SAHM
Ba (Barium) *	480		mg/kg TS	3	S	SAHM
Be (Beryllium) *	1.84		mg/kg TS	3	S	SAHM
Cd (Kadmium) *	0.0733		mg/kg TS	3	S	SAHM
Co (Kobolt) *	12.1		mg/kg TS	3	S	SAHM
Cr (Krom) *	130		mg/kg TS	3	S	SAHM
Cu (Kopper) *	13.5		mg/kg TS	3	S	SAHM
Hg (Kvikksølv) *	<0.02		mg/kg TS	3	G	SAHM
Mo (Molybden) *	0.752		mg/kg TS	3	S	SAHM
Nb (Niob) *	13.1		mg/kg TS	3	S	SAHM
Ni (Nikkel) *	22.7		mg/kg TS	3	S	SAHM
Pb (Bly) *	17.0		mg/kg TS	3	S	SAHM
S (Svovel) *	1910		mg/kg TS	3	S	SAHM
Sc (Scandium) *	11.5		mg/kg TS	3	S	SAHM
Sn (Tinn) *	2.49		mg/kg TS	3	S	SAHM
Sr (Strontium) *	275		mg/kg TS	3	S	SAHM
V (Vanadium) *	107		mg/kg TS	3	S	SAHM
W (Wolfram) *	1.43		mg/kg TS	3	S	SAHM
Y (Yttrium) *	21.4		mg/kg TS	3	S	SAHM
Zn (Sink) *	70.4		mg/kg TS	3	S	SAHM
Zr (Zirkonium) *	212		mg/kg TS	3	S	SAHM
Th (Thorium) *	16.2		mg/kg TS	4	S	SAHM
U (Uran) *	4.88		mg/kg TS	4	S	SAHM
Tørrstoff (E) <sup>a ulev</sup>	99.9	6.02	%	5	3	TRTO
TOC <sup>a ulev</sup>	0.16	0.04	% TS	5	3	TRTO
TC <sup>a ulev</sup>	0.30	0.05	% TS	6	3	SAHM
TIC <sup>a ulev</sup>	0.14		% TS	7	3	TRTO



Deres prøvenavn	PR 6 LO Berg					
Labnummer	N00747867					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Alunskiferpakke *	-----		-	1	1	RAMY
Prøvepreparering *	-----			2	2	SAHM
Tørrstoff (L) *	99.9		%	3	W	SAHM
SiO <sub>2</sub> *	34.9		% TS	3	S	SAHM
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *	9.67		% TS	3	S	SAHM
Kalsiumoksid (CaO) *	21.0		% TS	3	S	SAHM
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *	8.95		% TS	3	S	SAHM
K <sub>2</sub> O *	0.144		% TS	3	S	SAHM
MgO *	4.58		% TS	3	S	SAHM
MnO *	0.179		% TS	3	S	SAHM
Na <sub>2</sub> O *	1.61		% TS	3	S	SAHM
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> *	0.0614		% TS	3	S	SAHM
TiO <sub>2</sub> *	0.856		% TS	3	S	SAHM
Glødetap (LOI) *	15.5		% TS	3	W	SAHM
As (Arsen) *	<3		mg/kg TS	3	S	SAHM
Ba (Barium) *	14.0		mg/kg TS	3	S	SAHM
Be (Beryllium) *	<0.5		mg/kg TS	3	S	SAHM
Cd (Kadmium) *	0.0872		mg/kg TS	3	S	SAHM
Co (Kobolt) *	28.8		mg/kg TS	3	S	SAHM
Cr (Krom) *	196		mg/kg TS	3	S	SAHM
Cu (Kopper) *	28.1		mg/kg TS	3	S	SAHM
Hg (Kvikksølv) *	<0.02		mg/kg TS	3	G	SAHM
Mo (Molybden) *	<0.5		mg/kg TS	3	S	SAHM
Nb (Niob) *	<0.9		mg/kg TS	3	S	SAHM
Ni (Nikkel) *	116		mg/kg TS	3	S	SAHM
Pb (Bly) *	<1		mg/kg TS	3	S	SAHM
S (Svovel) *	680		mg/kg TS	3	S	SAHM
Sc (Scandium) *	20.9		mg/kg TS	3	S	SAHM
Sn (Tinn) *	0.901		mg/kg TS	3	S	SAHM
Sr (Strontium) *	180		mg/kg TS	3	S	SAHM
V (Vanadium) *	188		mg/kg TS	3	S	SAHM
W (Wolfram) *	<0.9		mg/kg TS	3	S	SAHM
Y (Yttrium) *	17.1		mg/kg TS	3	S	SAHM
Zn (Sink) *	54.6		mg/kg TS	3	S	SAHM
Zr (Zirkonium) *	57.5		mg/kg TS	3	S	SAHM
Th (Thorium) *	0.464		mg/kg TS	4	S	SAHM
U (Uran) *	0.804		mg/kg TS	4	S	SAHM
Tørrstoff (E) <sup>a ulev</sup>	99.8	6.02	%	5	3	TRTO
TOC <sup>a ulev</sup>	0.18	0.04	% TS	5	3	TRTO
TC <sup>a ulev</sup>	1.92	0.29	% TS	6	3	SAHM
TIC <sup>a ulev</sup>	1.74		% TS	7	3	TRTO





Deres prøvenavn	PR 7 SKJ Berg					
Labnummer	N00747868					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Alunskiferpakke *	-----		-	1	1	RAMY
Prøvepreparering *	-----			2	2	SAHM
Tørrstoff (L) *	98.6		%	3	W	SAHM
SiO <sub>2</sub> *	61.0		% TS	3	S	SAHM
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *	16.5		% TS	3	S	SAHM
Kalsiumoksid (CaO) *	1.99		% TS	3	S	SAHM
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *	7.59		% TS	3	S	SAHM
K <sub>2</sub> O *	1.76		% TS	3	S	SAHM
MgO *	4.24		% TS	3	S	SAHM
MnO *	0.0528		% TS	3	S	SAHM
Na <sub>2</sub> O *	4.02		% TS	3	S	SAHM
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> *	0.0978		% TS	3	S	SAHM
TiO <sub>2</sub> *	0.649		% TS	3	S	SAHM
Glødetap (LOI) *	3.9		% TS	3	W	SAHM
As (Arsen) *	18.3		mg/kg TS	3	S	SAHM
Ba (Barium) *	277		mg/kg TS	3	S	SAHM
Be (Beryllium) *	1.90		mg/kg TS	3	S	SAHM
Cd (Kadmium) *	<0.05		mg/kg TS	3	S	SAHM
Co (Kobolt) *	39.1		mg/kg TS	3	S	SAHM
Cr (Krom) *	109		mg/kg TS	3	S	SAHM
Cu (Kopper) *	61.3		mg/kg TS	3	S	SAHM
Hg (Kvikksølv) *	<0.02		mg/kg TS	3	G	SAHM
Mo (Molybden) *	1.70		mg/kg TS	3	S	SAHM
Nb (Niob) *	9.36		mg/kg TS	3	S	SAHM
Ni (Nikkel) *	80.0		mg/kg TS	3	S	SAHM
Pb (Bly) *	16.0		mg/kg TS	3	S	SAHM
S (Svovel) *	4570		mg/kg TS	3	S	SAHM
Sc (Scandium) *	21.6		mg/kg TS	3	S	SAHM
Sn (Tinn) *	1.83		mg/kg TS	3	S	SAHM
Sr (Strontium) *	120		mg/kg TS	3	S	SAHM
V (Vanadium) *	120		mg/kg TS	3	S	SAHM
W (Wolfram) *	<0.9		mg/kg TS	3	S	SAHM
Y (Yttrium) *	25.5		mg/kg TS	3	S	SAHM
Zn (Sink) *	76.7		mg/kg TS	3	S	SAHM
Zr (Zirkonium) *	86.7		mg/kg TS	3	S	SAHM
Th (Thorium) *	8.14		mg/kg TS	4	S	SAHM
U (Uran) *	2.44		mg/kg TS	4	S	SAHM
Tørrstoff (E) <sup>a ulev</sup>	99.7	6.01	%	5	3	TRTO
TOC <sup>a ulev</sup>	0.42	0.07	% TS	5	3	TRTO
TC <sup>a ulev</sup>	1.62	0.24	% TS	6	3	SAHM
TIC <sup>a ulev</sup>	1.20		% TS	7	3	TRTO



Deres prøvenavn	<b>PR 8 HOV Berg</b>					
Labnummer	N00747869					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Alunskiferpakke *	-----		-	1	1	RAMY
Prøvepreparering *	-----			2	2	SAHM
Tørrstoff (L) *	95.7		%	3	W	SAHM
SiO <sub>2</sub> *	62.1		% TS	3	S	SAHM
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *	19.4		% TS	3	S	SAHM
Kalsiumoksid (CaO) *	1.76		% TS	3	S	SAHM
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *	4.26		% TS	3	S	SAHM
K <sub>2</sub> O *	3.73		% TS	3	S	SAHM
MgO *	2.88		% TS	3	S	SAHM
MnO *	0.0296		% TS	3	S	SAHM
Na <sub>2</sub> O *	1.79		% TS	3	S	SAHM
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> *	0.122		% TS	3	S	SAHM
TiO <sub>2</sub> *	0.494		% TS	3	S	SAHM
Glødetap (LOI) *	4.9		% TS	3	W	SAHM
As (Arsen) *	14.0		mg/kg TS	3	S	SAHM
Ba (Barium) *	489		mg/kg TS	3	S	SAHM
Be (Beryllium) *	3.23		mg/kg TS	3	S	SAHM
Cd (Kadmium) *	0.0696		mg/kg TS	3	S	SAHM
Co (Kobolt) *	3.85		mg/kg TS	3	S	SAHM
Cr (Krom) *	50.4		mg/kg TS	3	S	SAHM
Cu (Kopper) *	12.8		mg/kg TS	3	S	SAHM
Hg (Kvikksølv) *	<0.02		mg/kg TS	3	G	SAHM
Mo (Molybden) *	2.53		mg/kg TS	3	S	SAHM
Nb (Niob) *	12.8		mg/kg TS	3	S	SAHM
Ni (Nikkel) *	13.2		mg/kg TS	3	S	SAHM
Pb (Bly) *	20.2		mg/kg TS	3	S	SAHM
S (Svovel) *	8390		mg/kg TS	3	S	SAHM
Sc (Scandium) *	14.2		mg/kg TS	3	S	SAHM
Sn (Tinn) *	3.09		mg/kg TS	3	S	SAHM
Sr (Strontium) *	302		mg/kg TS	3	S	SAHM
V (Vanadium) *	85.7		mg/kg TS	3	S	SAHM
W (Wolfram) *	<0.9		mg/kg TS	3	S	SAHM
Y (Yttrium) *	20.3		mg/kg TS	3	S	SAHM
Zn (Sink) *	67.4		mg/kg TS	3	S	SAHM
Zr (Zirkonium) *	106		mg/kg TS	3	S	SAHM
Th (Thorium) *	9.74		mg/kg TS	4	S	SAHM
U (Uran) *	3.46		mg/kg TS	4	S	SAHM
Tørrstoff (E) <sup>a ulev</sup>	97.8	5.90	%	5	3	TRTO
TOC <sup>a ulev</sup>	0.27	0.05	% TS	5	3	TRTO
TC <sup>a ulev</sup>	0.64	0.10	% TS	6	3	SAHM
TIC <sup>a ulev</sup>	0.38		% TS	7	3	TRTO



Deres prøvenavn	PR 9 HK Berg					
Labnummer	N00747870					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Alunskiferpakke *	-----		-	1	1	RAMY
Prøvepreparering *	-----			2	2	SAHM
Tørrstoff (L) *	94.2		%	3	W	SAHM
SiO <sub>2</sub> *	67.6		% TS	3	S	SAHM
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *	16.4		% TS	3	S	SAHM
Kalsiumoksid (CaO) *	0.797		% TS	3	S	SAHM
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *	4.82		% TS	3	S	SAHM
K <sub>2</sub> O *	3.60		% TS	3	S	SAHM
MgO *	2.90		% TS	3	S	SAHM
MnO *	0.0902		% TS	3	S	SAHM
Na <sub>2</sub> O *	2.10		% TS	3	S	SAHM
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> *	0.0697		% TS	3	S	SAHM
TiO <sub>2</sub> *	0.474		% TS	3	S	SAHM
Glødetap (LOI) *	3.3		% TS	3	W	SAHM
As (Arsen) *	16.8		mg/kg TS	3	S	SAHM
Ba (Barium) *	421		mg/kg TS	3	S	SAHM
Be (Beryllium) *	2.46		mg/kg TS	3	S	SAHM
Cd (Kadmium) *	0.0666		mg/kg TS	3	S	SAHM
Co (Kobolt) *	10.4		mg/kg TS	3	S	SAHM
Cr (Krom) *	151		mg/kg TS	3	S	SAHM
Cu (Kopper) *	9.20		mg/kg TS	3	S	SAHM
Hg (Kvikksølv) *	<0.02		mg/kg TS	3	G	SAHM
Mo (Molybden) *	<0.5		mg/kg TS	3	S	SAHM
Nb (Niob) *	10.8		mg/kg TS	3	S	SAHM
Ni (Nikkel) *	68.8		mg/kg TS	3	S	SAHM
Pb (Bly) *	11.2		mg/kg TS	3	S	SAHM
S (Svovel) *	198		mg/kg TS	3	S	SAHM
Sc (Scandium) *	13.7		mg/kg TS	3	S	SAHM
Sn (Tinn) *	1.87		mg/kg TS	3	S	SAHM
Sr (Strontium) *	115		mg/kg TS	3	S	SAHM
V (Vanadium) *	67.7		mg/kg TS	3	S	SAHM
W (Wolfram) *	1.78		mg/kg TS	3	S	SAHM
Y (Yttrium) *	19.8		mg/kg TS	3	S	SAHM
Zn (Sink) *	61.4		mg/kg TS	3	S	SAHM
Zr (Zirkonium) *	102		mg/kg TS	3	S	SAHM
Th (Thorium) *	17.3		mg/kg TS	4	S	SAHM
U (Uran) *	4.01		mg/kg TS	4	S	SAHM
Tørrstoff (E) <sup>a ulev</sup>	95.4	5.76	%	5	3	TRTO
TOC <sup>a ulev</sup>	0.71	0.11	% TS	5	3	TRTO
TC <sup>a ulev</sup>	0.87	0.13	% TS	6	3	SAHM
TIC <sup>a ulev</sup>	0.16		% TS	7	3	TRTO



"a" etter parameternavn indikerer at analysen er utført akkreditert ved ALS Laboratory Group Norway AS.

"a ulev" etter parameternavn indikerer at analysen er utført akkreditert av underleverandør.

"\*\*" etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

Utførende laboratorium er oppgitt i tabell kalt Utf.

n.d. betyr ikke påvist.

n/a betyr ikke analyserbart.

< betyr mindre enn.

> betyr større enn.

Metodespesifikasjon	
1	<p><b>Alunskiferpakke</b></p> <p>Metode: <b>Metaller:</b> Analyse med ICP-SFMS er utført ihht. ISO 17294-1, 2 (mod), samt EPA-metode 200.8 (mod). Analyse av Hg med AFS er utført ihht. ISO 17852. Tørrstoff er utført ihht. SS 028113-1. <b>TIC/TOC:</b> ISO 10694, EN 13137, EN 15936</p> <p>Prøve forbehandling: For analyse av As, Cd, Cu, Co, Hg, Ni, Pb, Sb, S, Se, Sn og Zn: Prøven tørkes ved 50°C og oppløses ihht. ASTM D3683 (mod.). Verdiene korrigeres til TS ved 105°C. For øvrige elementer er oppløsningen utført ihht. ASTM D3682 (smeltes med LiBO<sub>2</sub>). Glødetap (LOI) utføres ved 1000°C.</p> <p>Note: Rapporteringsgrenser og måleusikkerhet kan påvirkes av f.eks. behovet for fortynning av prøven grunnet prøvematriks eller liten prøvemende. ALS kan ikke tolke resultatene og avgjøre hvorvidt materialet er alunskifer.</p>
2	<b>Knusing/oppmaling</b>
3	<p><b>Bestemmelse av metaller etter pakke MG-2</b></p> <p>Metode: Analyse med ICP-SFMS er utført ihht. ISO 17294-1, 2 (mod), samt EPA-metode 200.8 (mod). Analyse av Hg med AFS er utført ihht. ISO 17852. Tørrstoff er utført ihht. SS 028113-1.</p> <p>Prøve forbehandling: For analyse av As, Cd, Cu, Co, Hg, Ni, Pb, Sb, S, Se, Sn og Zn: Prøven tørkes ved 50°C og oppløses ihht. ASTM D3683 (mod.). Verdiene korrigeres til TS ved 105°C. For øvrige elementer er oppløsningen utført ihht. ASTM D3682 (smeltes med LiBO<sub>2</sub>). Glødetap (LOI) utføres ved 1000°C.</p> <p>Note: Rapporteringsgrenser og måleusikkerhet kan påvirkes av f.eks. behovet for fortynning av prøven grunnet prøvematriks eller liten prøvemende.</p>
4	<p><b>Metaller i jord, tillegg til hovedpakke</b></p> <p>Metode: Se analysebeskrivelse for øvrige elementer. Enkelte elementer er ikke standard med i pakkene og blir bestilt som tillegg til hovedpakkene. Rapporteringsgrense varierer med pakken.</p>
5	<p><b>Bestemmelse av total organisk karbon (TOC) i jord, kolometri</b></p> <p>Metode: ISO 10694, EN 13137, EN 15936</p> <p>Måleprinsipp: Kolometri</p>



Metodespesifikasjon	
Rapporteringsgrenser:	LOR 0.01 % TS
Andre opplysninger:	TOC er differansen mellom total karbon (TC) og total inorganisk karbon (TIC).
6	<b>Totalt karbon (TC) i jord med IR</b>  Metode: CSN ISO 10694, CSN EN 13137:2002, CSN EN 15936 Prinsipp: IR Rapporteringsgrense: 0.1 % TS
7	<b>Totalt uorganisk karbon (TIC) i jord, beregnet verdi</b>  Metode: Prinsipp: Beregnet verdi basert på TOC og TC

Godkjenner	
RAMY	Ragnhild Myrvoll
SAHM	Sabra Hashimi
TRTO	Trine Tonnesson

Utf <sup>1</sup>	
G	AFS  Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige
S	ICP-SFMS  Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige
W	Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige
1	Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group Norway AS, Postboks 643 Skøyen, 0214 Oslo, Norge Leveringsadresse: Drammensveien 264, 0283 Oslo, Norge
2	Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige
3	Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia  Lokalisering av andre ALS laboratorier:  Ceska Lipa                      Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa Pardubice                      V Raji 906, 530 02 Pardubice  Kontakt ALS Laboratory Group Norge, for ytterligere informasjon

<sup>1</sup> Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).



Utf <sup>1</sup>

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensintervall på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Måleusikkerhet skal være tilgjengelig for akkrediterte metoder. For visse analyser der dette ikke oppgis i rapporten, vil dette oppgis ved henvendelse til laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet. Resultatene gjelder bare de analyserte prøvene.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.