

NOTAT

OPPDRAAG	E134 Damåsen-Saggrenda	DOKUMENTKODE	313147-RIGmiljø-NOT-001
EMNE	Vurdering av sulfidholdig berg	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Statens vegvesen Region Sør	OPPDRAAGSLEDER	Morten Abrahamsen
KONTAKTPERSON	Lasse Berge	SAKSBEHANDLER	Trygve Dekko
KOPI	Einar Vie	ANSVARLIG ENHET	1013 Oslo Miljøgeologi

SAMMENDRAG

Det er foretatt sammenhengende kjerneboring for ingeniørgeologiske registreringer og for å kartlegge mulige soner med sulfidmineraler i tunneltraseen gjennom Moaneåsen. Bare ubetydelige mengder med pyritt ble påvist. Ut fra dette er det ikke sannsynlig at sprengsteinen fra tunnelen vil inneholde reaktive sulfider som kan føre til skadelig avrenning fra sprengsteinsdeponier eller ved gjenbruk av utsprenge masser. Bare hvis det opptrer kis i mengder på anslagsvis 5 % eller mer, og dette omfatter flere kubikkmeter med sprengstein, må det vurderes behov for sortering og disponering utenom vanlige deponier.

1 Innledning

Det er foretatt kjerneboring i den planlagte traséen for Moane tunnel på delstrekning 2 av E136 Damåsen - Saggrenda. Et viktig formål med boringene var å registrere forekomster av svovelkis (pyritt) og eventuelle andre sulfidholdige mineraler i bergmassen. Et høyt sulfidinnhold betyr økt risiko for forvittringsreaksjoner hvor det dannes svovelsyre som kan gi sur avrenning fra deponerte bergmasser.

Kartlegging av sulfider og tegn på forvitring av slike mineraler ble foretatt i sammenheng med vanlig ingeniørgeologisk logging av borkjernene for registrering av bergtekniske parametere. Det ble i tillegg utført vanntapsmålinger under boringene.

Vurderingene av mulige problemer med sulfidholdig berg bygger særlig på datarapporten fra kjerneloggingen (313147-RIGberg-RAP-001), fra januar 2014, særlig vedlegg 1 og 2 som inneholder detaljerte kjernelogger samt fotobilag med bilder av alle kjerneprøvene. Det er også sett på gamle geologiske kart og rapporter for å finne ut om det er sannsynlig at det finnes sulfidførende soner i nærheten av traséen.

Boringen hadde en total lengde på ca. 294 m. Kapittel 2 nedenfor gir et sammendrag av beskrivelsen i kjerneloggingsrapporten med noen få utfyllende kommentarer angående observerte og mulige forekomster av sulfider.

2 Kjerneboringer og kjernelogging

Kjerneboringen og vanntapsmålinger er utført av Geo Drilling AS. Uttaket av borkjerner ble utført i perioden november - desember 2013. Kjernehullene er boret med en diameter på 56 mm, og kjernene har en diameter på ca. 45 mm. Kjernene ble fortløpende lagt i kasser med plass til 7

00	14.8.2014	Vurdering av sulfidholdig berg	TDe	SRL	MA
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

Vurdering av sulfidholdig berg

kjerner, der hver plass kan holde 1 m lange kjerner. Kassene ble merket slik at boreddybde (i meter) langs borehullet er definert.

Alle kjerner ble registrert av ingeniørgeologer fra Multiconsult AS. Hver kasse ble fotografert før det ble registrert bergarts- og bergmasseparametere. Observerte bergarter er båndgneis, gneis, amfibolittisk gneis, amfibolitt, samt seksjoner med kalsitt. Kjernetap er registrert, og soner er beskrevet ut fra om de er oppsprukket, oppknust eller leiromvandlet sone.

Sprekkefyll og eventuelle merknader er angitt i kjerneloggen. Generelt er det observert svært lite sulfider, men noen steder er det registrert rustutfellinger i forbindelse med oppsprekking, og som indikerer forekomster av jernsulfider (pyritt) som har vært utsatt for oksidasjon. Sprekkefyllinger av kalsitt forekommer mange steder, men bare i en begrenset sone utgjør disse mer enn centimetertykke lag. Rundt 64 % av de loggede kjernene er granatholdige. Granat er et hardt mineral med høy slipevirkning, og granatholdige bergarter er derfor markert i kjerneloggen.

Oppsprekkingen av bergmassen er målt. Det er gjort ved hjelp av RQD verdi, som er total lengde av intakt berg: kjernebiter med lengde over 10 cm per meter kjerne. Sprekkefrekvensen av kjernene (F-verdien = antall sprekker per m) er også registrert.

Videre er forvitring, sprekkfyllingstall (Ja) og sprekkeruhetstall (Jr) registrert. Disse er angitt med en tallverdi. Forklaringen på disse er gitt i loggskjemaene.

3 Miljøproblemer knyttet til sulfidinnhold i berg

Nær sagt alle bergarter inneholder små mengder av sulfidmineraler, som regel som små spredte korn i bergarten, men noen ganger mer konsentrert i soner langs sprekker. Dominerende er jernsulfider i form av pyritt, men også andre metallsulfider, kobber (kobberkis), sink (sinkblende) og bly (blyglans) samt av nikkel og molybden mm. vil kunne finnes, men oftest i svært små mengder. Spesielt for Kongsbergområdet er at det noen steder også kan opptre sølvholdige sulfider. I fast berg er sulfidmineralene stabile, men utsatt for luft og vann vil særlig jernsulfidene kunne forvitte og danne svovelsyre som da vil inneholde ioner av oppløste metaller, særlig jern.

Miljøproblemer kan oppstå hvis pyritt eller andre sulfider opptrer i større mengder (fra noen få prosent og oppover), og særlig hvis sulfidene opptrer i skifrig eller oppsprukket berg som lett blir knust til små partikler hvis det sprenges ut. Oksidasjonen av kis forutsetter tilgang på luft, samt at det må være vann (fuktighet) til stede. Små kispartikler med stor spesifikk overflate er derfor langt mer reaktive enn større krystaller i en massiv bergart.

Hvis jernsulfider eksponeres for oksygen og vann kan de forvitte og gå i oppløsning slik at det dannes svovelsyre. De fleste bergarter vil ha en viss bufferevne mot syre, og mindre mengder syre vil raskt bli nøytralisert av basiske mineraler i bergarten. I kalkholdig berg vil denne nøytraliserende virkningen være betydelig.

3.1 Gjennomgang av resultater fra kjerneboringen

Det aller meste av boringene var i massive bergarter med lite sprekker. Bare i liten grad var det tegn på mineralomvandlinger som kan indikere kjemisk forvitring eller potensial for at bergarten er reaktiv og kan føre til miljøproblemer. Som nevnt er det registrert svært lite av sulfider eller tegn på forvitring av jernsulfider i kjerneprøvene, kun nokså små og spredte korn av pyritt i friske, uforvitrede bergarter. Rustutfellinger som kan være rester etter oksidasjon av sulfider finnes noen steder som belegg på sprekker, men ikke som lag med rust som tyder på oksidasjon av større

Vurdering av sulfidholdig berg

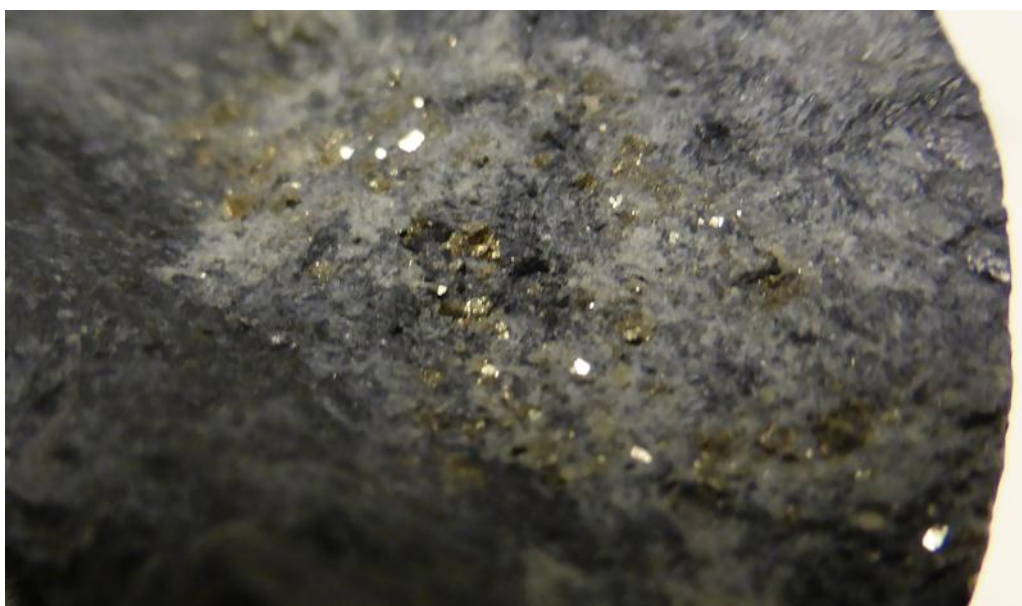
mengder sulfider. Noen steder forekommer det sprekkefyllinger med kalk (kalsitt), og det kan kanskje være en viss sammenheng mellom disse og forekomster av pyritt.

I borkjerner fra mellom 94 og 95 m var det en sone med svarte, delvis oppknuste/oppsmuldrede, masser med tynne kalkårer, som ga massen et breksjeaktig preg (se figur 1). Det svarte utseendet kunne skyldes mørke mineraler som amfibol, men da det ikke var mulig å se de enkelte mineral-kornene kunne de ikke utelukkes at finfordelt karbon eller amorft utfelte sulfider var årsak til fargen. Dette gjorde det ønskelig å undersøke kjemisk sammensetning av prøver fra dette området.



Figur 1. Svart, oppknust materiale med hvit kalksement mellom 94 og 95 m

På loggskjemaet er dette partiet beskrevet som amfibolitt. Sprekkeflater med utfellinger av pyritt som ble registrert på biter av kjerner fra samme kjernelengde 94-95 m, var uten tegn på kjemisk forvitring eller rust. Figur 2 viser et nærbilde av en borkjerne fra dette intervallet.



Figur 2. Pyrittkrystaller på bruddflate av borkjerne 94-95 m. De terningformede krystallene er mindre enn 1 mm.

Vurdering av sulfidholdig berg

For å få et sikrere grunnlag for å vurdere sulfidinnholdet ble det tatt et representativt utvalg av små biter til kjemisk analyse fra kjernene mellom 93 og 94 m. Materialet som ble knust og analysert er vist på figur 3.



Figur 3. Prøvematerialet som ble knust og sendt til analyse.

Mellom ca. 252 m og ca. 272 m er det flere partier med berg av dårlig kvalitet. Noe av dette er omvandlet til siltige eller leirholdige masser og representerer kjernetap, men samtidig er det forholdsvis omfattende utfellinger av kalkspat på sprekker i kjerner som var i behold. Ingen av stedene var det noe særlig å se av rust. Figur 4 viser kassen med kjerner fra 252 til 259 m.

Omvandlingen av bergartene til løst, oppsprukket og/eller leiraktig materiale anses å være resultatet av gamle prosesser. At kalk er til stede motsier at dette kan skyldes syredannelse ved oksidasjon av sulfider i senere tid. Selv om dårlig fjellkvalitet i dette området skyldes kjemisk forvitring, gir det ikke grunnlag for at de omvandlede bergartene skal utgjøre noen miljørisiko i dag.



Figur 4. Kasse med kjerner fra boring fra 252 t.o.m 258 m

Beskrivelser i borloggene og gjennomgang av bilder av borkjernene tyder ikke på noen vesentlige forekomster av pyritt eller aktiv kjemisk forvitring av jernsulfider. Ut fra en samlet vurdering konkluderes det derfor med at bergartene i traseen for Moane tunnel kun inneholder svært beskjedne mengder av sulfider, og at de ikke utgjør noe miljøproblem ved håndtering/deponering av utsprengt berg. For å dokumentere dette kjemisk er det utført analyser av en prøve av kjernemateriale fra boringene. Analyseresultater og vurderinger av disse er presentert i kapittel 4.

3.2 Andre opplysninger om mulige forekomster av sulfider

Sølvgruvene på Kongsberg ble drevet i over 300 år og selv om gruvefeltet ligger nord for veitraséen er området godt kartlagt geologisk; i hovedsak ut fra ønsket om å finne sølvforekomster, og tolke hvordan disse hadde oppstått. Gamle geologiske kart viser bl.a. lokalisering av «Fahlbånd» som er betegnelsen på nord-sydgående sulfidholdige soner, og som sammen med ganger av kalkspat var bestemmende for hvor det fantes drivverdige sølvforekomstene på Kongsberg.

Det har ikke vært gruvedrift i nærheten av traseen for Moane tunnel men en tegning utført av Per J. Sagvolden basert på «Kart over Kongsberg Sølvverks Grubefelt» fra 1880 viser at det østligste av fahlbåndene vest for Lågen har en sydlig utstrekning som gjør at denne (potensielt sulfidførende) sonen trolig berører traséen for ny E134. På grunn av ulikheter i kartmålestokk og unøyaktigheter ved gamle kart, er det vanskelig å avgjøre hvor veitraséen krysser det aktuelle fahlbåndet, men det virker nokså sannsynlig at partiet med oppknuste bergarter mellom ca. 252 m og 273 m i boringen kan være stedet. Hvis dette er tilfelle kan vi altså fastslå at det ikke ble registrert nevneverdig med sulfider i dette området.

Moane tunnel utgjør bare en del av strekningene hvor det må sprenges ut berg, og som det må deponeres sprengstein fra. Da tunnelen krysser en potensielt sulfidholdig sone (forlengelsen av et fahlbånd), er det likevel en viktig referanse for å kunne vurdere behovet for å planlegge spesielle tiltak andre steder i traseen.

Ut fra at Kongsberg var et viktig gruveområde i over 300 år skulle det ventes at gruvedriften hadde ført til mange større eller mindre forekomster av forurensning. Ut fra Miljødirektoratets database over lokaliteter med forurenset grunn er dette ikke tilfellet. Registrert forurensning finnes på steder hvor det har foregått anrikning og smelting av malm (dvs. inne i Kongsberg by og i Saggrenda, men ikke ved noen av de mange gruvene eller de tilhørende berghaldene (gruvetipper). Det er heller ikke fremkommet andre opplysninger som tyder på at deponeringen av bergmassene fra gruvedriften har ført til forurensningsproblemer. Dette er i klar motsetning til situasjonen ved de mange sulfidmalme-gruvene i Norge, hvor avrenning fra sulfidholdig gråberg så vel som vann fra gruveåpninger er betydelige forurensningskilder for en rekke større og mindre vassdrag.

Det må likevel nevnes at det innenfor Sølvverkets områder ble tatt ut svovelkis fra andre gruver enn dem som produserte sølv. Kisen ble benyttet for å raffinere sølvet under smelteprosessen. Stedsnavn som Kisgruveåsen og Ertstjern i området syd for Saggrenda, indikerer at det fantes slike gruver her, men som trolig ble drevet på svært beskjedne malmforekomster.

4 Analyser for å vurdere virkninger av svovel- og metallinnhold

Ut fra loggingen av borkjernene var det vanskelig å se behov for omfattende kjemiske undersøkelser av kjerneprøvene. Det var likevel av stor interesse å finne ut mer om reaktiviteten av kismineralene og om de øvrige bergartenes evne til nøytralisere syre fra eventuell kjemisk forvitring av svovelkis.

Vurdering av sulfidholdig berg

Ved analysen var det ønskelig å finne innholdet av svovel (som i hovedsak måtte antas å opptre som sulfid, og kanskje noe som sulfat (gips)). I tillegg måtte analysen omfatte hovedelementer som aluminium, jern og kalsium samt avklare om det var høyt innhold av tungelementer som kunne utgjøre forurensningsfare.

Basert på dette ble det tatt ut mindre biter av borkjernene mellom 94 m og 95 m som omfattet både fast berg med synlig svovelkis og svart, delvis oppsmuldret, kalkholdig materiale. Det kunne ikke ventes at analyseresultatet fra dette lille området ville få særlig betydning for håndtering av utsprengt berg fra Moane tunnel, men analyseresultatet vil være til hjelp for å identifisere tilsvarende bergarter og lettere kunne avgjøre hva slags forholdsregler som må tas andre steder.

Borkjernene er lagret og vil være tilgjengelige for videre undersøkelser hvis dette skulle være ønskelig.

4.1 Behandling av prøve til kjemisk analyse

Kjernebitene fra intervallet mellom 94 og 95 m (vist på figur 3) ble knust til fint pulver og homogenisert til én prøve før analyse. Det ble valgt å analysere materialet etter to forskjellige forbehandlingsmetoder, for lettere å kunne vurdere reaktivitet av sulfider samt løseligheten av stoffer bundet i mineraler når bergarten utsettes for syre. Denne kombinasjonen av to metoder er beregnet på reaktive bergarter som alunskifer og sulfidholdige gneiser, og som må regnes som forurenset grunn iht. forurensningsforskriftens §2-3 pkt. a.

Ved den ene forbehandlingsmetoden, den «milde», (jfr. prøve N1402299 i tabell 1, benevnt (1) syreuttrekk, blir prøven utsatt for en oksiderende syre (HNO_3) som løser opp sulfider, hydroksider, sulfater mm., men som har begrenset virkning på silikater og oksider av tungmetaller som jern og krom. Ved den andre metoden benevnt (2) oppslutning, (prøve N1402300) brukes det både sterk, oksiderende syre (kongevann) og flussyre som løser opp silikater som er tilnærmet uløselige i vanlige syrer. Derved blir også elementer i stabile silikatmineraler, som ellers ikke utgjør noen forurensningsrisiko, frigjort. Denne «analysepakken» omfatter også flere sjeldne metaller som scandium, wolfram, zirkonium og tinn.

Tredje kolonne i tabellen viser hvor stor %-andel innholdet målt ved metode 1 utgjør av innholdet bestemt ved metode 2. Høy prosentverdi indikerer at stoffet i større grad lekker ut ved syreangrep som skyldes kjemisk forvitring.

Tabell 1. Kjemisk analyse av del av borkjerne 94-95m

Prøve		N1402299	N1402300	Syreløselig andel (%)
ELEMENT		(1)“syreuttrekk”	(2)“oppslutning”	(1)/(2)*100 %
Si (Silisium)	mg/kg TS	1100	265000	5
Al (Aluminium)	mg/kg TS	22100	54000	40
Ca (Kalsium)	mg/kg TS	72300	68900	>100
Fe (Jern)	mg/kg TS	45800	52600	87
K (Kalium)	mg/kg TS	501	2630	20
Mg (Magnesium)	mg/kg TS	3510	4810	70
Mn (Mangan)	mg/kg TS	891	1050	90
Na (Natrium)	mg/kg TS	380	23800	<2
P (Fosfor)	mg/kg TS	393	348	>100
Ti (Titan)	mg/kg TS		1840	
As (Arsen)	mg/kg TS	<3	2,48	=
Ba (Barium)	mg/kg TS	13,5	68,2	20
Be (Beryllium)	mg/kg TS	1,2	1,65	70
Cd (Kadmium)	mg/kg TS	<0.09	0,0299	30
Co (Kobolt)	mg/kg TS	3,56	3,36	100
Cr (Krom)	mg/kg TS	51,1	149	35
Cu (Kopper)	mg/kg TS	4,47	4,94	90
Hg (Kvikksølv)	mg/kg TS	<0.9	<0.02	=
Mo (Molybden)	mg/kg TS	24,8	22,2	>100
Nb (Niob)	mg/kg TS		<5	
Ni (Nikkel)	mg/kg TS	1,09	3,14	35
Pb (Bly)	mg/kg TS	1,66	1,61	100
S (Svovel)	mg/kg TS	1590	1900	84
Sc (Scandium)	mg/kg TS		14,3	
Sn (Tinn)	mg/kg TS		1,28	
Sr (Strontium)	mg/kg TS	53,3	72,5	75
V (Vanadium)	mg/kg TS	3,59	3,89	90
W (Wolfram)	mg/kg TS		1,06	
Y (Yttrium)	mg/kg TS		41,6	
Zn (Sink)	mg/kg TS	23,6	20,7	>100
Zr (Zirkonium)	mg/kg TS		87	
Th (Thorium)	mg/kg TS	1,34	1,84	70
U (Uran)	mg/kg TS	0,299	0,941	30
B (Bor)	mg/kg TS	<2	6,25	<30
Li (Litium)	mg/kg TS		38,3	
Sulfat (SO4)	mg/kg TS	<1000		
Tørrstoff (L)		99,9 %	100 %	
Glødetap (LOI) % TS			9,1	

Begge analysemetoder omfatter de åtte tungelementene som myndighetene regner som prioriterte miljøgifter: Arsen, bly, kadmium, krom, kobber, kvikksølv, nikkel og sink, og i tillegg vises

Vurdering av sulfidholdig berg

innholdet av hovedelementene i vanlig bergarter; silisium, aluminium, jern, kalsium, magnesium, kalium og natrium.

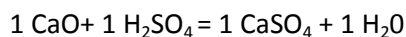
5 Resultater

Analysene viser et nokså lavt svovelinnhold i prøven. Ved den mest aggressive forbehandlingsmetoden (2) ble det målt 1,9 g svovel, dvs. under 0,2 % av tørrstoffinnholdet. Syrebehandlingen (1) som bedre tilsvarer virkningen av svovelsyre i en naturlig forvittringsprosess resulterte i en enda lavere verdi, 0,16 %. Uansett forbehandling viser derfor analysene at det er svært lavt potensial for at kjemisk forvitring kan danne svovelsyre og føre til utlekking av aluminium, jern og andre tungmetaller.

Det må påpekes at det er betydelige usikkerheter i målingene (i tillegg til at vi ikke kan si noe sikkert om representativiteten av prøveuttaket). Generelt forventes det at metode 2 skal gi de høyeste verdiene, men for et viktig element som kalsium er målingen på syreløselig del klart høyere enn for oppslutningsmetoden. I vurderingene er det derfor lagt til grunn en verdi på 70 000 mg/kg, altså 70 g Ca/kg, mens det for svovel er valgt å bruke en avrundet verdi på 2 g/kg.

At alt kalsium ble frigitt i kontakt med syre viser at det foreligger en betydelig bufferkapasitet (nøytraliseringsevne) i prøvematerialet sammenholdt med at svovelinnholdet betyr et lavt forsuringspotensial. Prøven som er analysert viste et vektforhold mellom kalsium og svovel på ca. 35 (70g/2g).

Mengde av kalk som skal til for å nøytralisere syre vises av reaksjonsligningen for kalsiumoksid og svovelsyre. Det forbrukes, altså samme antall kalsiumatomer som svovelatomer:



Ved kjemiske reaksjoner må det tas hensyn til elementenes atomvekter (molvekter) for å beregne vekten av stoffene som inngår. Molvekt av S er ca. 32 g/mol og et mol Ca veier ca. 40 g. Analysert innhold av svovel og kalsium i prøvene uttrykt i mol blir derfor hhv. $2\text{g}/32\text{g} = 0,062$ mol og $70\text{g}/40\text{g} = 1,75$ mol. Molforholdet mellom Ca og S er altså $1,75/0,062 = 28$, altså noe lavere enn vektforholdet. Likevel viser dette at prøven har et stort overskudd av kalsium til å nøytralisere eventuell svovelsyre som dannes. Det er også viktig å merke seg at det er målt et visst innhold av syreløselig magnesium i prøven, og at magnesium spiller en tilsvarende rolle til å nøytralisere syre som kalsium. Innhold av syreløselig jern er også høyt. Jern spiller en viktig rolle både for syredannelse og til å bufre sur avrenning.

Det kan være store lokale variasjoner i svovelinnhold i bergartene i området, og likeledes kan kalkinnholdet være lavere enn i den analyserte prøven. Det kan derfor være av interesse å se hva ulike mengdeforhold av svovel og tilgjengelig (syreløselig) kalsium betyr for bufferevnen av bergartene. Dette er det gitt eksempler på i tabell 2.

Vurdering av sulfidholdig berg

Tabellen nedenfor viser ved eksempler på mengdeforhold mellom Ca og S, at det er et betydelig bufferpotensial i prøvene som er analysert. Det skal derfor en betydelig økning i svovelinhold eller redusert innhold av syreløselig kalsium i bergartene til for at forvitring av sulfider skal kunne føre til et syreoverskudd.

Tabell 2. Eksempler på mengdeforhold mellom Ca og S for buffering av syre

Eksempler på vektforhold Ca/S	70 g Ca 2 g S	70 g Ca 4 g S	40 g Ca 8 g S	10 g Ca 8 g S	40 g Ca 32 g S	70 g Ca 56 g S	1,25 g Ca 2g S
Tilsvarende mengdeforhold Ca/S [mol]	28:1	14:1	4:1	1:1	1:1	1:1	1:1
Vektforhold mellom analysert innhold av Ca og S [mg/kg TS]	35:1	17,5:1	5:1	1,25:1	1,25:1	1,25:1	1,25:1

6 Innhold av tungelementer i analyserte prøver

Innhold av miljøskadelige tungelementer er svært lavt. Med ett unntak ligger innholdet av de åtte grunnstoffene som er prioritert av Miljødirektoratets godt under de fastsatte normverdiene som definerer forurenset grunn. Overskridelsen (for krom) gjelder oppslutningsanalysen og tilsvarer tilstandsklasse 2 (god) iht. helsebaserte tilstandsklasser i Miljødirektoratets veileder TA 2553/2009. Innholdet av syreløselig krom som er tilnærmet lik normverdien svarer normverdien. Denne bør legges til grunn ettersom krom ikke inngår i sulfidmineraler som er mest utsatt for kjemisk forvitring.

7 Oppsummering - Konklusjon

Dersom det opptrer sulfidholdige (kisholdige) bergarter som kan forvitte i kontakt med vann og luft, vil det føre til at det dannes svovelsyre som løser opp metaller fra både sulfider og andre mineraler. Kjerneboringen gjennom Moaneåsen har ikke påvist nevneverdige mengder av kismineraler. Hvis det likevel skulle påtreffes større mengder med svovelsyre andre steder, og dersom større mengder sprengstein med kismineraler blir deponert uten spesielle forholdsregler, kan det oppstå sur avrenning som kan forurense vassdrag.

Under gruvedriften på Kongsberg var sulfidholdige soner, «Fahlbånd» viktige for å finne sølv, og man kjenner derfor beliggenheten av slike. Kjerneboringen for Moane tunnel krysser forlengelsen av et kjent Fahlbånd, men uten at det ble registrert nevneverdig mengder svovelsyre i kjerneprøvene.

Undersøkelsene har ikke avdekket noe som tilsier at det må håndteres sulfidholdige masser fra tunnelen. Ut fra det som vises av geologiske kart er det heller ikke behov for dette andre steder hvor det skal sprenges ut. Likevel, fordi det ikke er mulig å utføre detaljerte undersøkelser forut for sprengningsarbeidene, er det viktig at det straks varsles dersom det oppdages litt større forekomster av kis (pyritt eller andre kismineraler). Det samme gjelder hvis det observeres berg med omfattende rustutfellinger, noe som tyder på gammel forvitring av jernsulfider.

Tynne belegg av kis på sprekker eller spredte korn med kis i homogene, lite oppsprukne bergarter anses ikke som noe problem. Bare hvis det opptrer kis i mengder på anslagsvis 5 % eller mer, og dette gjelder flere kubikkmeter med sprengstein, må det vurderes behovet for å sortere det ut med

Vurdering av sulfidholdig berg

tanke på disponering utenom de vanlige deponiene. Det må derfor straks varsles om funn av sulfider i slikt omfang, for å kunne vurder hva slags håndtering som er hensiktsmessig.

I første omgang kan mulig kisholdige masser mellomlagres inntil det er avklart om svovelinnhold og mineralsammensetning viser at massen kan føre til forurensning. Utover dette ser vi ikke behov for spesielle forholdsregler.