

NYE VEIER

E 39 BUE - ÅLGÅRD OVERORDNET VURDERING FOREKOMST SYREDANNEDE BERG

ADRESSE COWI AS
Tordenskjoldsgate 9
4612 Kristiansand
TLF +47 02694
WWW cowi.no

INNHold

1	Innledning	2
2	Utførte geologiske undersøkelser	3
2.1	Berggrunn	3
2.2	Inndeling i ulike fraksjoner for sulfid og akseptkriterier	8
2.3	Kjemisk analyse	9
3	Drøfting av problemstillingen	10
4	Konklusjon	10
5	Referanser	11

OPPDRAGSNR.

A128052

DOKUMENTNR.

001 sulfid

VERSJON

1

UTGIVELSESDATO

08.06.20

BESKRIVELSE

Sulfidholdig berg

UTARBEIDET

Anke Degelmann

KONTROLLERT

Johannes Vik
Seljebotn
28.05.20

GODKJENT

Anke Degelmann
28.05.20

1 Innledning

COWI AS er engasjert av Nye Veier AS i forbindelse med detaljreguleringsplan for E39 Bue-Ålgård, ny firefelts motorveg fra Bue i Bjerkreim kommune til Ålgård i Gjesdal kommune. Strekningen er på ca. 15 km.

COWI utførte prøvetaking av overvannspunkter i mars 2020, og i forbindelse med dette ble det foretatt en grov visuell sjekk og uttak av steinprøver av bergartene langs strekningen og der hvor det skal sprenges (Figur 1). Problematikken med sulfidførende bergarter på Sørlandet har blitt ivaretatt siden utbygging av E 18 Grimstad – Kristiansand, og området man skal foreta vurderinger om det kan være sulfidførende bergarter ble utvidet i vestlig retning for prosjektet E 39 Kristiansand – Ålgård. Det ble utarbeidet en tiltaksplan for identifisering og håndtering av sulfidholdige bergarter langs strekningen E 39 Kristiansand - Mandal hvor det ble identifisert noen få sulfidførende soner ved Søgne og ved Trysfjorden.

Generelt er det lite sannsynlig med sulfidførende bergarter langs strekningen E 39 Bue – Ålgård. Det kan opptre sulfider sammen med Ilmenitt og magnetittforekomster knyttet til Rogaland Anortosittkompleks. Denne bergarten ble ikke identifisert langs strekningen. Forekomsten av anorthositten er lokalisert sør/ sørvest for tiltaksområdet.

Dette notatet er en oppsummering av de observasjoner som ble gjort under befaringen.



Figur 1: Runaskaret fra sør

En prosjektgruppe for kontroll på svovelholdig avrenning i Agder har utarbeidet nye retningslinjer for tiltak i områder med syredannende gneis. Disse retningslinjene ligger ute på høring og er ennå ikke offentliggjort. For å bruke nyeste kunnskap på dette fagfeltet, brukes de nye retningslinjene til klassifisering av sulfidholdig berg i dette prosjektet. Sulfidholdig berg er forurenset grunn og blir behandlet etter forurensningsloven. For å klassifisere steinmasser etter dette er det viktig med pålitelige og etterprøvde analysemetodikker. Likevel er det en del usikkerhetsmomenter i retningslinjene og testmetodikkene har sine svakheter. Det er berggrunn og stein man snakker om her og ikke jordmasser. Dermed er det viktig å bruke en erfaren berggrunnsgeolog til vurdering av mineralogien og kjemisme av bergarten.

2 Utførte geologiske undersøkelser

2.1 Berggrunn

Vegstrekningen går over to kartblad fra NGU, Berggrunnskart 1212-1 HØLE [1] og Berggrunnskart 1212-2 BJERKREIM [2]. Disse er begge utgitt i 2018. NGU har i hovedsak anslått bergartene til å være 1500-1200 millioner år gamle (Proterozoikum) og de er i hovedsak metamorfe/omdannede. Unntaket er en kvarts-diopsidgneis som var anslått til omkring 1200 millioner år og yngre. Nedenfor er den beskrivelsen av bergartene som er benyttet for kartbladene. For ytterligere informasjon henviser vi til kartbladene og NGUs berggrunnsdatabase [4] [3].

Grunnfjellet består av omdannede bergarter av ulik opprinnelse, i første rekke ulike gneiser og migmatitter, en gruppe omdannede overflatebergarter kalt Gjesdalssuprkrustalene og yngre dypbergarter og gangbergarter som har trengt som en smelte inn i de eldre bergartene. Over disse er avsatt bergarter fra jordens urtid og oldtid som Ryfylkesskifrene, Jærdekkekompleksets bergarter og Karmsunddekkets grønnstein og kloritt-muskovittskifer.

Grunnfjell, stedegne bergarter fra jordens urtid (prekambium): Beskrivelsen av bergartene ble hentet fra Geologisk kartblad STAVANGER 1 : 250 000.

Bergartene er gneiser og migmatitter, som er så sterkt omdannet at det er vanskelig å fastslå både deres opprinnelse og deres aldersforhold til Gjesdalssuprkrustalene. Typiske bergarter er charnockittisk gneis, båndet gneis og granittisk gneis. Delvis har bergartene smeltet og gått over til migmatittisk gneis, granatrik båndet gneis med delvis serpentinit eller kleberstein.

Gjesdalssuprkrustalene er et overbegrep for bergartene av sedimentær opprinnelse. Det er sterkt omdannet, og opptrer nå som lys, granittisk gneis, med moderat utviklet bånding og kvartsrik, diopsidførende gneis.

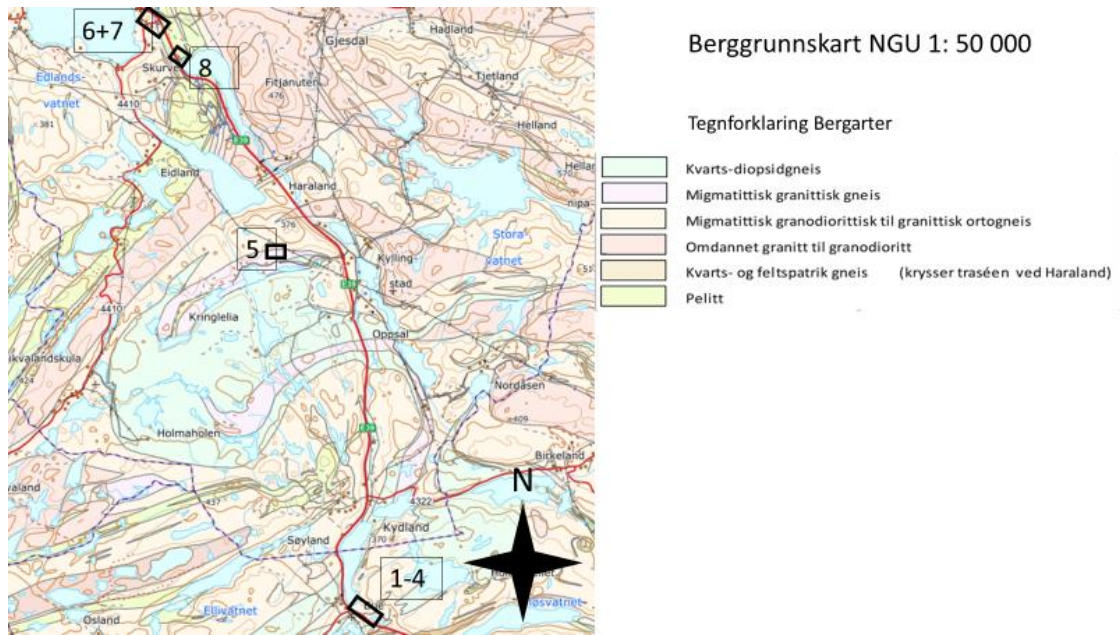
Langs strekningen opptrer det følgende bergartene fra kartblad fra NGU HØLE og BJERKREIM.

- > Kvarts-diopsidgneis; migmatittisk med rødlige årer, kvartsrik, ±granat.
- > Pelitt; sterkt oppsmeltet migmatittisk granat-biotittgneis med tynne kvartsittiske lag, rik på rosa granat, ofte med cordieritt og sillimanitt; med enkelte tynne mafiske lag.
- > Kvarts- og feltspatrik gneis; finkornet, semipelittisk metasediment, lite rosa granat
- > Migmatittisk granodiorittisk til granittisk ortogneis; grå, middelskornet, litt varierende typer, ortopyroksenførende ± litt biotitt, vanligvis med spredte tynne lag av pyribolitt.
- > Migmatittisk granittisk gneis; grå, finkornet, metavulkanitt.
- > Omdannet granitt til granodioritt; grå, til dels ganske grovkornet, litt varierende typer, ortopyroksenførende, med perthittisk alkalifeltspat, med svak til velutviklet foliasjon.

Industrimineraler og – bergarter

Det er et steinbrudd på granitt og på kvartsrik gneis og granat på Auestad Skurvenuten.

Det er ikke rapportert om gruver, ertsforekomster og skjerp langs strekningen.



Figur 2: Utsnitt fra NGU sitt berggrunnskart 1:50 000. Sort merkede områder markerer uttakspunkter av steinprøvene.

Det ble tatt ut 8 steinprøver fra overflaten (Figur 2). Bergartene som det ble tatt prøver fra er:

- > Pelitt; sterkt oppsmeltet migmatittisk granat-biotittgneis med tynne kvartsittiske lag, rik på rosa granat, ofte med cordieritt og sillimanitt; med enkelte tynne mafiske lag.
- > Kvarts- og feltspatrik gneis; finkornet, semipelittisk metasediment, lite rosa granat
- > Migmatittisk granodiorittisk til granittisk ortogneis; grå, middelskornet, litt varierende typer, ortopyroksenførende ± litt biotitt, vanligvis med spredte tynne lag av pyribolett.
- > Omdannet granitt til granodioritt; grå, til dels ganske grovkornet, litt varierende typer, ortopyroksenførende, med perthittisk alkalifeltspat, med svak til velutviklet foliasjon.



Figur 3: Pelittisk gneis prøve nr. 6



Figur 4: Pelittisk gneis med granat prøve nr.7



Figur 5: Finkornet grå gneis, noe forvitret prøve nr. 5



Figur 6: Prøve 1 tatt fra bergarten migmatittisk granodiorittisk orthogneis

Prøve nr. 8 på figur 8 ble tatt i nærheten av Runaskaret (se bilde fra området i Figur 1). Ved befaring ble det observert en kvartsmineralisering i enden av dalen. Påvist svovelinnhold er noe høyere enn de andre prøvene, noe som kan ha sammenheng med kvartsmineraliseringen.



Figur 7: Forvitret overflate, mye biotitt i bergarten – mistanke om sulfider i bergarten pga. forvittringsfargene, prøve nr. 3.



Figur 8: Rusten prøve fra migmatittisk ortogneis, pyroksen- og hornblendeførende. Prøve nr. 8

2.2 Inndeling i ulike fraksjoner for sulfid og akseptkriterier

For undersøkelse av sulfidholdige metamorfe bergarter på Sørlandet brukes det retningslinjer til håndtering av sulfidholdig berg i Agder.

En prosjektgruppe i Lillesand kommune har utarbeidet et utkast til "Retningslinjer for tiltak i områder med syredannende gneis". Disse retningslinjene ble lagt til grunn for vurdering av bergartene langs E 39 Bue - Ålgård. Veilederen til håndtering av syredannede bergarter utgitt fra Miljødirektoratet i 2015 ble ikke anvendt her. Den er lite hensiktsmessig å bruke i gneisbergarter og granitter. Viktig for en bergarts syredannede potensiale er svovelinnhold eller sulfidinnhold. Viktig er også om bergarten er forvitret eller oppsmuldet og viser typisk tegn til sulfidforvitring. Sulfider forvitrer til andre mer reaktive svovelforbindelser, samt at jern oksideres fra 3-verdig til 2-verdig jern. Typiske jernfarger er oransje, brun, rødlig og oker. Sulfidfargene er gul, mørkerødt og mørklila. Gul farge indikerer limonitt.

Kun prøve 3 og prøve 8 hadde forvittringshud med farger som vekket mistanke at det kunne være sulfider eller dens forvittringsprodukter i bergarten. Det viste seg at prøve nr. 3 har 0,1 % svovelinnhold, men det er lavere enn grenseverdi 0,15%, som er grensen til ren stein eller til at bergarten har ikke syredannede potensiale. Det ser ut som om det var noe biotittanrikinger akkurat i denne sonen. Under mikroskopet var svovelkis eller magnetiskkrystaller synlige. Noen få små krystaller sammen med forvitret biotitt. Ved prøve 8 ble det identifisert ubetydelige konsentrasjoner med 0,013 % svovel.

Det kan diskuteres hvor høyt sulfidkonsentrasjon i en bergart må være for at de genereres sur avrenning ved utsprenning av disse bergartene. Veilederen satte grenseverdi til 0,15 % svovel, 1500 ppm som er en konsentrasjon som ikke genererer sur avrenning.

Tabell 1: Inndeling etter svovelinnhold og med hydrogenperoksidtest etter upublisert 1.versjon av "Nye retningslinjer for tiltak i områder med syredannede gneis."

Totalt svovel (%)		Hydrogenperoksidtest	Krav til håndtering, jf. forurensningsforskriften § 2-6
≤ 0,15 % svovel	Kategoriseres som ikke syredannede	Ikke krav	Avbøtende tiltak er ikke påkrevd
0,15-0,8 % svovel	Krever måling av reaktivitet for vurdering av syredanningsevne	< 0,7 °C	Ikke syredannede,
		0,7 °C – 1,2 °C	Utarbeidelse av tiltaksplan til håndtering innafør tiltaksområde
> 0,8 % svovel	Kategoriseres som syredannende	> 1,2°C Kategoriseres som syredannede (høy syredanningspotensiale)	Utarbeidelse av tiltaksplan – deponering på godkjent mottak

Tidligere eller fremdeles eksisterende og brukte veiledere for håndtering av sulfidholdige bergarter i Lillesand kommune ville gitt samme resultat.

2.3 Kjemisk analyse

Det ble tatt 8 stikkprøver av bergartene i nærheten eller nær ved ny veitrase for E39 Bue – Ålgård, se Figur 2. Alle prøvene ble levert til Vannlaboratoriet AS i Kristiansand for svovelanalyse og peroksidtest. Svovelanalyse blir brukt til å bestemme andelen med sulfid, fordi det er en klar sammenheng mellom mengden med sulfid og mengden med svovel i denne typen bergarter. Svovelanalysene er også enklere og billigere å gjennomføre enn direkte analyse av sulfid. Prøvene ble analysert med hjelp av XRF-instrument. Resultat er vist i Tabell 2.

Tabell 2: Analyseresultater borestøvs- og steinprøver etter nye retningslinjer fra 2020.

Prøve	Resultat	Resultat	vurdering svovel < 0,15 %	Temperatur	Temperatur	Temperatur
merket	ppm	%		start ° C	slutt ° C	diff. ° C
1	109	0,011	ren stein			
2	520	0,052	ren stein	23,1	23,1	0,0
3	1037	0,104	ren stein	23,1	23,2	0,1
4	408	0,041	ren stein	23,1	23,3	0,2
5	136	0,014	ren stein			
6	34	0,003	ren stein			
7	569	0,057	ren stein	23,1	23,2	0,1
8	129	0,013	ren stein			

Hydrogenperoksidtesten er en test som skal si noe om potensiale for sur avrenning. Den ble utviklet til E 18 prosjektet Grimstad - Kristiansand for å ha en hurtigtest ved anlegget som kan identifisere pyritt som sulfidmineral og dermed berggrunnens potensiale til sur avrenning på en dag. Peroksidtesten blir utført på en prøve av knust steinmateriale eller på en borestøvsprøve. Materialet blir blandet med 7 % hydrogenperoksidløsning. Siden det er en kjemisk reaksjon hvor det frigjøres energi i form av varme, måles temperaturøkningen etter 25 minutter. Temperaturøkningen > 0,7 °C definerer materialet som syredannede.

Etter den nye veilederen fra Lillesand kommune skal peroksidtesten utføres hvis prøven har en svovelkonsentrasjon > 0,15%. Ved svovelkonsentrasjon >0,15 % og temperaturøkning på >0,7 °C skal prøven klassifiseres som syredannede, dvs. at berggrunnen klassifiseres som syredannede.

Det er viktig at sulfidmineraler identifiseres med analyse av totalt svovelinnhold før peroksidtesten utføres. Et tredje kriterie blir nå lagt mer vekt på og det er forvittringsgraden av bergarten, dvs. mekanisk påvirkning fra vær og vind, tektoniske prosesser og kjemiske prosesser som foregår når bergarten og mineralene blir utsatt for tilførsel av oksygen og vann. Dette gjelder spesielt for sulfidene som oksideres når de kommer i kontakt med luft og som løses opp i vann og kan være en kilde til kraftig forsurening av vannet og dermed resipienten.

3 Drøfting av problemstillingen

Først ble det gjennomført skrivebordsarbeid med sjekk av utgitte geologiske kart fra Norges geologiske undersøkelse. Det ikke rapportert gruvedrift i området langs strekningen. Det finnes forekomster for pukktutvinning sør for Ålgård – forekomst Skurvenuten – Auestad. Bergarten er granittisk gneis. På geologisk kart er forekomsten beskrevet som granittisk ortogneis.

Uttak av steinprøvene ble tatt etter syn og i nærheten av overvannsprøvepunkter. Det ble ikke tatt prøver fra alle områder hvor det skal sprenges. Basert på alle insamlede data fra berggrunnsdatabasen, rapporter som omhandler geologien i området, observasjoner i felt og resultatene fra steinprøver, vurderes bergartene langs strekningen Bue Ålgård E 39 som lite eller ikke syredannede. Eneste punkt hvor det ble oppdaget svovel med en viss konsentrasjon er prøven fra punkt 3. Prøven hadde en god del biotitt som var forvitret til vermiculitt og veldig rusten. I mikroskopet fantes det noen små gullfarget korn som kan være svovelkis og magnetkis. Dette var det eneste området hvor det ble identifisert sulfider i steinprøven. Området ligger rett øst for Buevannet, i enden av dalen til Runaskaret. Prøven tatt videre innover dalen har ikke svovel i prøven. Det ser ut som om det er kun en liten lokal anrikingszone som kan ses i sammenheng med kvartsmineraliseringen.

4 Konklusjon

Basert på observasjoner i felt og i mikroskopet, samt et grundig litteratursøk, vurderes de undersøkte bergartene som lite eller ikke syredannede. Dette gjelder for bergartene som ble samlet og analysert med metodikkene som brukes til metamorfe bergarter på Sørlandet. Basert på analyseresultatene fra XRF-analyse, forvitningsgraden og mineralogien, klassifiseres undersøkte bergarter som ikke eller lite syredannede. I tilfeller der det forekommer noen bånd eller linser, vil de være av begrenset utbredelse, og det vil være lite sannsynlig at de kan generere fare for sur avrenning.

Det tas forbehold om områder som ikke ble prøvetatt eller befart.

5 Referanser

- [1] M. Marker og T. Slagstad, *Berggrunnskart HØLE 1212 I, M 1:50 000*, Norges geologiske undersøkelse, 2018.
- [2] M. Marker og T. Slagstad, *Berggrunnskart BJERKREIM 1212-2, M1:50 000*, Norges geologiske undersøkelse, 2018.
- [3] NGU, «Berggrunn N50,» 2020. [Internett]. Available: <http://geo.ngu.no/kart/berggrunn>. [Funnet 2020]
- [4] NGU, «Berggrunn N250,» 2020. [Internett]. Available: <http://geo.ngu.no/kart/berggrunn>. [Funnet 2020]
- [5] COWI, "Fagrapport Ingeniørgeologi – bergskjæringer", 2020
- [6] Norconsult, «Rapport ingeniørgeologi. E39 Lyngdal vest - Ålgård,» Statens Vegvesen Region Sør, 10.12.2018.
- [7] Lillesand kommune, "Utkast til ny veileder: Retningslinjer til håndtering av syredannende gneis", upublisert 2020
- [8] Pearce, Adam: A Mineralogical and Geochemical Description of Potentially Acid-producing Gneisses from the Lillesand Area, Implications for Leaching Behaviour, Master Thesis geosciences, Universitet i Oslo, juni 2018
- [9] Mogens Marker, Terje Bjerkgård, Eyolf Erichsen, Håvard Gautneb, Svein Gjelle, Tom Heldal, Peter Ihlen, Are Korneliussen, Bjørn Lund, Gurli Meyer, Jan Sverre Sandstad, Henrik Schiellerup, Trond Slagstad, Arne Solli, Arnhild Ulvik og Knut Wolden, Sluttrapport for Rogalandsprogrammet, Norges geologiske undersøkelse, 2006. Rapport nr. 2006-011