

GEOKJEMISKE ANALYSER

FV. 615 SANDANE-STOREBRUA

INNHOLD

1	Innledning	1
2	Bergart	2
3	Feltobservasjoner	2
4	Prøvetaking	3
5	Analyseresultat	6
5.1	Veileder for tolkning av analyseresultat	6
5.2	Analyseresultat og tolkning for syredanningspotensiale	7
6	Konklusjon	8
7	Referanser	8

1 Innledning

COWI er engasjert av Vestland fylkeskommune, som i samarbeid med Gloppen kommune skal utarbeide detaljreguleringsplan for fortau langs Fv. 615 (Sørstrandvegen) mellom Storebrua og Gotevegen like sør for Sandane sentrum. Det skal tas ut berg i flere skjæringer, og massene er planlagt brukt i vegoppbygging. I denne sammenheng er det samlet inn bergprøver og utført geokjemiske analyser for å vurdere bergets syredanningspotensiale. Resultater fra innledende laboratorietesting har gjort det nødvendig å utføre et mer omfattende testprogram.

OPPDRAGSNR.	DOKUMENTNR.
A257198	A257198-ING-NOT-001

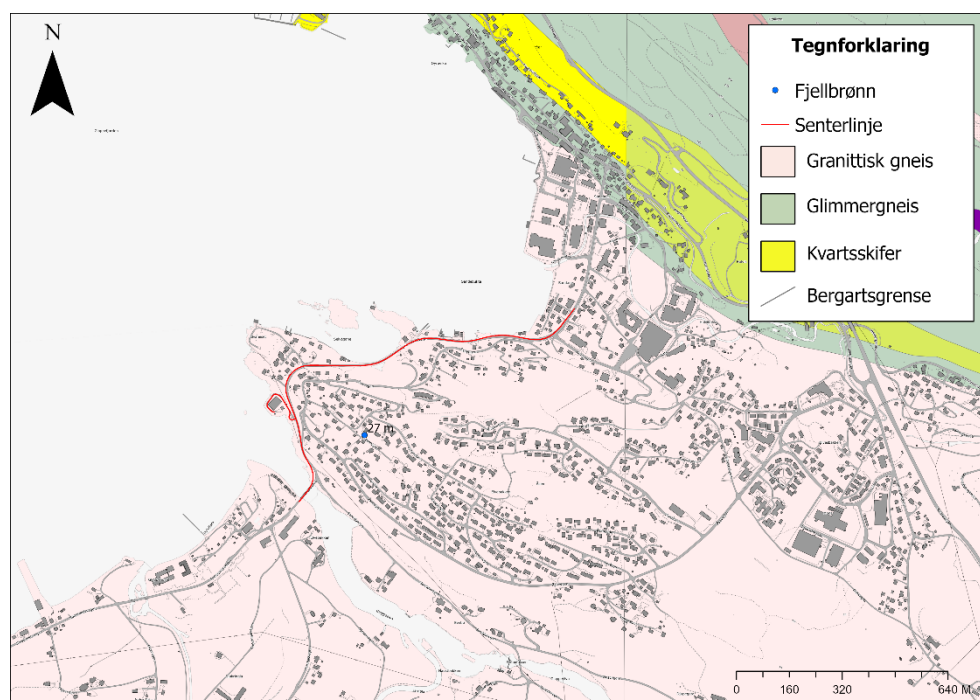
VERSJON	UTGIVELSESDATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET	KONTROLLERT	GODKJENT
1.0	1 februar 2024	GEOKJEMISKE ANALYSER	Christopher Sæbø Serck, Johannes Vik Seljebotn	Anke Degelmann	Thorstein Holtskog

Dette notatet har til hensikt å beskrive berget i tiltaksområdet, strategi for prøvetakingen og resultater og tolkning av de geokjemiske analysene. Notatet er skrevet av geolog Christopher Sæbø Serck og geolog Johannes Vik Seljebotn.

Hos Vestland fylkeskommune er Ingar Hals sjefsingeniør for reguleringsplanen. Thorstein Holtskog er prosjektleder hos COWI AS. Fagansvarlig for ingeniørgeologi er Christopher Sæbø Serck.

2 Bergart

Ifølge NGUs berggrunnskart består tiltaksområdet av granittisk gneis av prekambrisk alder, se Figur 1 [1]. Gneisen tilhører vestre gneisregion (WGR) og ble omdannet under den kaledonske fjellkjededannelsen (se for eksempel Dietler m.fl. [2]). Foliasjonen faller mot nord-nordøst. Det er ikke kjent om det har vært gruvedrift nær prosjektområdet.



Figur 1: Berggrunnskart over prosjektområdet. Aktuell vegstrekning er markert rødt.

3 Feltobservasjoner

I felt er bergarten i prosjektområdet kartlagt som granittisk gneis med kvarts- og feltspatrike lag med parallelle soner av glimmerminerale (muskovitt, biotitt). Feltspatene er identifisert som kalifeltspat og plagioklas. Pyrittkrystaller med diameter mindre enn 1 mm er vanlig i bergmassen, og opptrer i ulike konsentrasjoner, både spredt i bergmassen og konsentrert i soner. Det er observert kobberutfelling i et par smale (< 40 cm) soner parallelt med foliasjonen.

Gneisen i prosjektområdet har foliasjon med moderat fall mot nordøst. På blotningsskala er gneisen foldet og kan derfor gi ulike fall og fallretninger, men

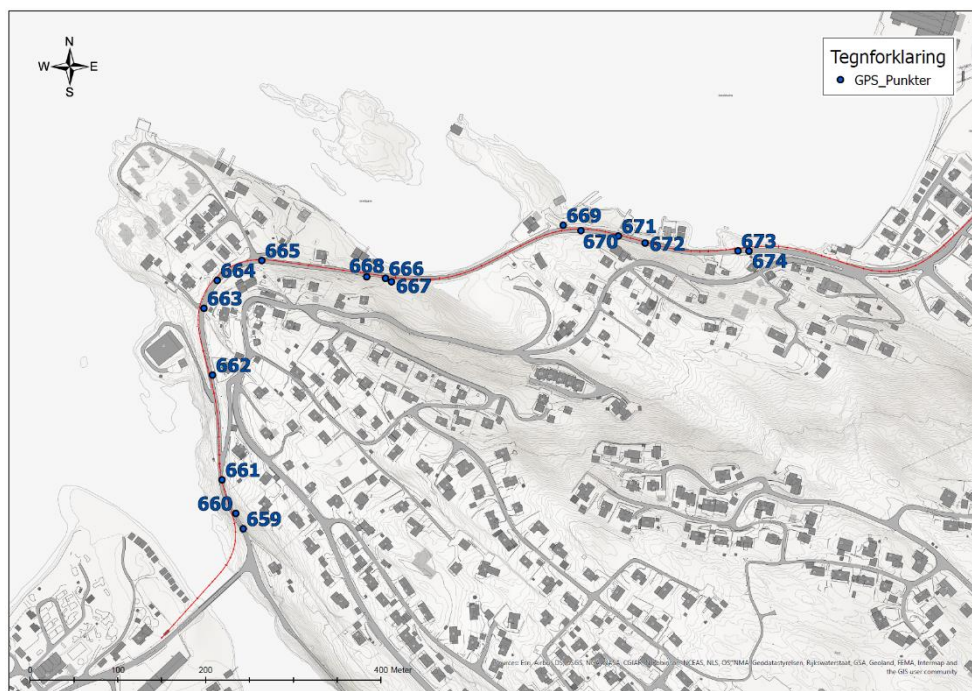
foliasjonens nordvestlige strøk er gjennomgående for alle nåværende skjæringer og naturlige blotninger. Et eksempel på typisk bergstruktur sees i Figur 2.



Figur 2: Typisk bergstruktur i prosjektområdet. Gneisfoliasjonen faller nord-nordøst. På mindre skala er foliasjonen foldet. Bilde tatt mot øst ved prøvetakingslokalitet 664 på befaring 17.11.2023.

4 Prøvetaking

Befaring og innsamling av bergprøver ble gjennomført av Johannes Vik Seljebotn fra COWI 17.11.2023. Befaringen omfattet blant annet visuell inspeksjon av berg i nåværende skjæringer og naturlige blotninger. Det ble det samlet inn 16 bergartsprøver for analyse. Kartlegging av bergart og strukturgeologi har vært viktig for å kunne samle inn prøvemateriale på en måte som gjør at materialet best mulig representerer bergmassen i prosjektområdet. Den relativt enkle bergstrukturen med nord-nordøstlig fall på foliasjonen har gjort det greit å samle inn et utvalg bergprøver som representerer bergmassen godt. Lokalteter for prøvetaking er vist i Figur 3.



Figur 3: Fv. 615 Sandane - Storebrua med prøvetakingslokaliteter markert i blått.

Innhold av jern bundet til svovel i bergarter bidrar til utfelling som kan sees som brune, rustfargede belegg på bergflater. Gulvargede belegg på bergflater indikerer sulfidutfelling. Bergarter kan ha høyt svovelinnhold selv om dette ikke vises i form av utfellinger og forvitring på eksponerte bergflater.

I prosjektområdet er det observert lite utfelling av sekundærminerale, kun noe kobberutfelling i to soner. Sonene er smale (< 40 cm) og anses ikke representative for bergmassen. Krystaller av svovelkis/pyritt er vanlig i prosjektområdet. Krystallene er mindre enn 1 mm i diameter og opptrer i ulik konsentrasjon både spredt i bergmassen og lokalisert til soner. Krystallene fremstår uforvitrede selv på eksponerte bergflater, og det vurderes derfor at de trolig ikke er reaktive. Feltnotater knyttet til hver prøvetakingslokalitet er vist i Tabell 4-1.

Tabell 4-1: Oversikt over innsamlede bergprøver med mineralogi, utfelling, forvitring og hvorvidt berget ved gitt lokalitet er representativ for bergmassen i prosjektområdet. Se kart i Figur 3 for posisjonen av lokaliteter for innsamlede bergprøver.

Berg-prøve	Kommentar	For-vitring	Representativ for bergmassen
659	Biotitt, Amfibol med synlig Pyritt < 1 mm, relativt mye Pyritt konsentrert i soner	Nei	Ja
660	Kvarts, Feltspat (kali+plag), Muskovitt ved Epidot dekket glideplan, ingen synlig Pyritt	Nei	Ja
661	Kvarts/Feltspat (kali+plag) "øyer", Biotitt, Muskovitt, ingen synlig Pyritt	Nei	Ja
662	Kvarts/Feltspat (kali+plag) "øyer", Biotitt, Muskovitt, grovkrystallinsk-pegmatittisk m/muskovitt < 30 mm, ingen synlig Pyritt	Nei	Ja
663	Muskovittrik sone parallell med hovedfoliasjon, synlig Pyritt < 1 mm spredt	Nei	Ja
664	Kvarts, Feltspat (kali+plag), ingen synlig Pyritt	Nei	Ja
665	Biotitt, Amfibol med synlig Pyritt < 1 mm, relativt mye Pyritt konsentrert i soner	Nei	Ja
667	Kobberholdig sone < 400 mm lengde-< 100 mm høyde parallell med hovedfoliasjon, Kalifeltspat krystaller, ingen synlig Pyritt	Ja	Nei
666	Kobberutfelling i mineralisert sone parallell med hovedfoliasjon, ingen Kalifeltspat krystaller, ingen synlig Pyritt	Ja	Nei
668	Plagioklasrik sone, Muskovittrik, ingen synlig Pyritt	Nei	Ja
669	Muskovittrik sone parallell med hovedfoliasjon, synlig Pyritt < 1 mm spredt	Nei	Ja
670	Muskovitt-Biotittholdig sone parallell med hovedfoliasjon, synlig Pyritt < 1 mm spredt, relativt lite	Nei	Ja
671	Muskovitt-Biotittholdig sone parallell med hovedfoliasjon, synlig Pyritt < 1 mm spredt, relativt mye	Nei	Ja
672	Biotittholdig sone parallell med hovedfoliasjon, synlig Pyritt < 1 mm spredt, relativt lite	Nei	Ja
673	Muskovitt-Biotittholdig sone parallell med hovedfoliasjon, synlig Pyritt < 1 mm spredt, relativt lite	Nei	Ja
674	Muskovitt-Biotittholdig sone parallell med hovedfoliasjon, synlig Pyritt < 1 mm spredt, relativt lite	Nei	Ja

5 Analyseresultat

Bergprøvene tatt langs Fv.615 mellom Sandane og Storebrua er analysert av Vannlaboratoriet AS. Analyseresultatene blir presentert i tabeller og tolket ut fra veilederen «Retningslinjer for tiltak i områder med syredannende gneis» fra Prosjektgruppen for kontroll på svovelholdig avrenning i Agder [3].

5.1 Veileder for tolkning av analyseresultat

Det foreligger to veiledere for å undersøke bergets syredannende potensiale. Veilederen for syredannende metamorfe bergarter på Sørlandet er godt egnet for bergarten i prosjektområdet fordi bergarten er fattig på kalsiumkarbonat (CaCO_3) [3]. Innhold av kalsiumkarbonat er et kriterie for at NGIs veileder skal brukes [4]. Følgelig benyttes ikke NGIs veileder i dette prosjektet.

Klassifisering av syredannende gneis etter veilederen for syredannende metamorfe bergarter på Sørlandet baseres på tre parametere: Forvitringsgrad, svovelinnhold og hydrogenperoksidtest [3]. Veilederen gir grenseverdier for de ulike parameterne.

Forvitringsgrad er en skjønnsmessig vurdering som foretas av geolog. Feltundersøkelser av berget i prosjektområdet vil kunne bestemme forvitringsgrad. Forvitrede soner er ofte lett gjenkjennelige, med rustdanning og utfelte sekundærmineraler. Sulfidmineraler oksideres til sulfater i kontakt med oksygen. Sulfatene er lettforvitrede og gir vanligvis økt syredanningspotensiale. Bergets mekaniske styrke kan også indikere forvitringsgrad, der økende grad av forvitring samsvarer med lavere knusemotstand. Ved vurdert høy forvitringsgrad kan sulfidholdig bergmasse defineres som syredannende. Ved middels og lav forvitringsgrad utføres i tillegg målinger av svovelinnhold og hydrogenperoksidtest for å klassifisere syredanningspotensialet.

Svovelinnhold måles i ppm og % ved hjelp av stasjonær XRF (røntgendiffraktometer). Testene utføres på borestøv eller knust steinmateriale. Det er viktig at testene utføres på friskt berg. Forvitret berg på overflaten eller i sprekker kan gi kunstig høye svovelverdier dersom det er utfelt sekundærmineraler på overflaten. Svakheten med svovelinnhold som indikator er at det ikke nødvendigvis korrelerer med syredanningsevne. Noen svovelholdige mineraler kan forvitte sakte og har derfor lavt syredanningspotensiale.

Hydrogenperoksidtest er en test som skal gi indikasjon på hvor reaktiv bergarten er, og dermed hvilket potensiale den har for sur avrenning. Den ble utviklet for prosjektet E18 Grimstad-Kristiansand for å ha en rask test under anleggsarbeidene som kunne identifisere pyritt som sulfidmineral, og samtidig berggrunnen sitt potensiale for å gi sur avrenning. Veilederen er senere optimalisert. Knust steinmateriale eller borestøvsprøver blir blandet med 7% hydrogenperoksidløsning. Den kjemiske reaksjonen frigjør varme, og temperaturen i blandingen måles ved start og etter 25 minutter. Ved en temperaturøkning større enn $0,7^{\circ}\text{C}$ blir materialet klassifisert som en bergart som kan gi sur avrenning. Det er viktig at testen utføres på friskt bergmateriale. Sekundærmineraler kan ha høyt potensiale for forurensing uten at testen viser

dette [3]. Siden svovel kan opptre i andre former enn sulfider kan testen også gi misvisende resultat.

Grenseverdiene for de ulike kategoriene syredannende potensiale er hentet fra veilederen og vist i Figur 4.

Faktor	Kategorier		
Forvittringsgrad	Lav	Middels	Høy
Innhold av svovel	<0,15 %	0,15 – 0,8 %	>0,8 %
Hydrogenperoksidtest	<0,7 C°	>0,7 C° - <1,2 C°	>1,2 C°

Figur 4: Grenseverdier for kategorier av syredanningspotensiale [3].

Ved middels og lav forvittringsgrad klassifiseres bergets syredanningsevne etter matrisen i Figur 5.

Klassifisering av potensielt syredannende steinmasser med **middels** og **lav forvittringsgrad**

Innhold av svovel (Avsnitt 5.4)	Hydrogenperoksidtest (Avsnitt 5.5)		
	Lavt syredanningspotensial	Middels syredanningspotensial	Høyt syredanningspotensial
Lavt svovelinnhold	ikke-syredannende	ikke-syredannende	Syredannende
Middels svovelinnhold	ikke-syredannende	Syredannende	Syredannende
Høyt svovelinnhold	Syredannende	Syredannende	Syredannende

Figur 5: Klassifisering av potensielt syredannende berg med middels og lav forvittringsgrad [3].

5.2 Analyseresultat og tolkning av syredanningspotensiale

Bergmassen i tiltaksområdet er prøvetatt av COWI og undersøkt for svovelinnhold med XRF og for reaktivitet med hydrogenperoksidtest hos Vannlaboratoriet AS. Analyseresultatene er vist i Tabell 5-1. Prøve 666 er ikke analysert, da prøve 667 er vurdert representativ for lokaliteten. Forvittringsgraden er lav, slik at Figur 5 kan benyttes til klassifisering. De fleste prøvene har resultater som faller inn i kategoriene *Lavt svovelinnhold* etter XRF svovelanalyse og *Lavt syredanningspotensial* etter hydrogenperoksidtest, slik disse kategoriene er definert i *Retningslinjer for tiltak i områder med syredannende gneis* av Prosjektgruppen for kontroll på svovelholdig avrenning i Agder [3]. Prøve 665, 671 og 672 har middels innhold av svovel. Hydrogenperoksidtest av disse prøvene gir derimot lavt syredanningspotensial. Det konkluderes med at samtlige analyserte prøver klassifiseres som ikke syredannende.

Tabell 5-1: Resultater fra XRF svovelanalyse og hydrogenperoksidtest.

Prøve merket	XRF svovelanalyse		Hydrogenperoksidtest		
	Resultat ppm	Resultat %	Temperatur start ° C	Temperatur slutt ° C	Temperatur diff. ° C
659	762,00	0,08	21,7	22,2	0,5
660	260,00	0,03	21,7	21,7	0,0
661	487,00	0,05	21,7	21,7	0,0
662	209,00	0,02	21,7	21,7	0,0
663	488,00	0,05	21,7	21,7	0,0
664	436,00	0,04	21,7	21,7	0,0
665	2459,00	0,25	21,7	21,7	0,0
667	574,00	0,06	21,7	21,7	0,0
668	209,00	0,02	21,9	21,9	0,0
669	651,00	0,07	21,9	21,9	0,0
670	454,00	0,05	21,9	21,9	0,0
671	3030,00	0,30	21,9	21,9	0,0
672	1815,00	0,18	21,9	21,9	0,0
673	419,00	0,04	21,9	21,9	0,0
674	441,00	0,04	21,9	21,9	0,0

6 Konklusjon

16 bergprøver er innsamlet på en slik måte at prøvematerialet representerer bergmassen langs FV. 615 mellom Sandane og Storebrua. Berget i området er gneis, og gneisens syredanningspotensiale er undersøkt etter veilederen *Retningslinjer for tiltak i områder med syredannende gneis* av Prosjektgruppen for kontroll på svovelholdig avrenning i Agder [3]. Samtlige analyserte bergprøver klassifiseres som ikke syredannende. Følgelig antas det ikke er potensial for sur avrenning fra utsprengt berg i prosjektområdet.

7 Referanser

- [1] NGU, «Berggrunn,» [Internett]. Available: https://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/. [Funnet 02 01 2024].
- [2] T. N. Dietler, A. G. Koestler og A. G. Milnes, «A preliminary structural profile through the Western Gneiss Complex, Sognefjord, southwestern,» *Norsk Geologisk Tidsskrift*, vol. 65, pp. 233-235, 1985.
- [3] Prosjektgruppen for kontroll på svovelholdig avrenning i Agder, «Retningslinjer for tiltak i områder med syredannende gneis, versjon 2,4,» Prosjektgruppen for kontroll på svovelholdig avrenning i Agder, 2021.
- [4] NGI, «Identifisering og karakterisering av syredannende bergarter - Veileder for miljødirektoratet,» NGI, Oslo, 2015.