

NOTAT

Oppdragsnavn **Arendal kommune Rammeavtale - Revekroken 36, Sulfidundersøkelse**
Prosjekt nr. **1350049221_Conv-004**
Kunde **Arendal kommune**
Notat nr. **G-not 02**
Versjon **1**
Til **Henning Larsen v/ Smári Stav**
Fra **Rambøll Norge AS**
Kopi

Utført av **SDEKRS**
Kontrollert av **APRY**
Godkjent av **SDEKRS**

15.2.2024

Sulfidundersøkelser Arendal kommune Revekroken 36

1 Innledning

Rambøll har fått i oppdrag av Arendal kommune å utføre sulfidundersøkelser i forbindelse med et planlagt boligfelt på Revekroken i Arendal kommune. Den planlagte plasseringen er vist i Figur 1. Figur 2 viser tenkt utforming til boligbebyggelse. Tiltakene innebærer terrenginngrep maksimalt antatt 5 meters dybde i ett område med en kolle. Resultatene for overflateprøvetaking av berg er presentert i notat G-not 01. Dette notatet (G-not 02) viser resultatene av borestøvprøvetaking og konkluderer foreløpig for både overflateprøvetaking og borestøvprøvetaking.

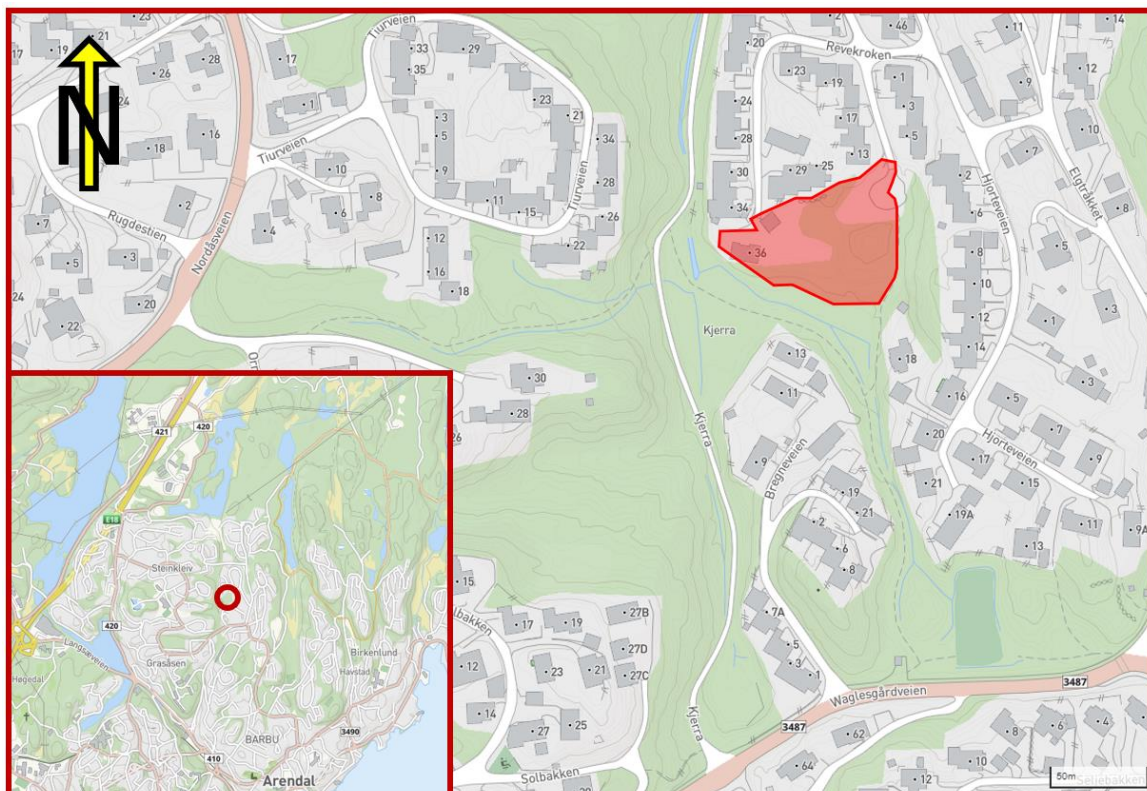
Når sulfidholdig berg kommer i kontakt med vann og oksygen dannes svovelsyre. Dette fører til avrenning med lav pH og høye konsentrasjoner av løste tungmetaller som blant annet jern, aluminium og uran. Dette kan igjen føre til store miljøskader. Av den grunn må sulfidholdige bergarter håndteres på riktig måte dersom de er påvist i aktuelle områder eller under terrenginngrep.

Analysene ble utført og vurdert i tråd med følgende veileder (videre kalt «veilederen»): Prosjektgruppen for kontroll på svovelholdige avrenning i Agder; Retningslinjer for tiltak i områder med syredannende gneis, versjon 2.4, mars 2021 [1].

Befaring med innsamling av overflatesteinprøver ble utført av Rambøll den 19. oktober 2023. Det ble samlet inn 4 overflatesteinprøver i området nærmest mulig det planlagte boligfeltet. Notat G-not 01 konkluderer med lav risiko for sur avrenning men anbefaler i tråd med statsforvalterens kjent holdning at det bør tas borestøvprøver for å kunne utrede risikoen for dybden. Borestøvprøvene ble tatt i februar 2024 og resultatene ble levert av Vannlaboratoriet i Kristiansand den 5.2.2024.

Rambøll
Vestre Strandgate 67
4612 Kristiansand
(Quadrum, 4. etg.)

T+47 99 42 81 00
F+47 38 12 81 01
<https://no.ramboll.com>



Figur 1. Planlagt boligfelt er vist i rødt i kartet. Den røde sirkelen viser samme område i oversiktskartet. Referanse kartgrunnlag: kommune kart.com.



Figur 2. Plankartet med foreløpig løsning for boligbebyggelsen på Revekroken.

2 Prøvetakning

I vårt notat G-not 01 ble det rapportert for overflateprøvetaking. Det ble tatt fire steinprøver. Dette anses som et tilstrekkelig antall for overflateprøvetaking. Plassering av prøvepunkter er vist i Figur 3.

Bergblotningene ved og i prosjektområdet viser stort sett plagioklasrike gneisbergarter av tonalittisk sammensetning.



Figur 3. Kartoversikt med markerte prøvepunkter for steinprøver. Nøyaktighet av prøvetakingsposisjonene er ± 5 meter. Referanse kartgrunnlag: norgeskart.no

Det ble anbefalt borestøvprøvetaking fra kollen i midten av området, umiddelbart vest for punkt 3 i figur 3. Prøvene ble tatt av boreentreprenør og levert direkte til Vannlaboratoriet AS i Kristiansand der prøvene ble undersøkt som beskrevet i kapittel 3.2.

3 Resultater

Mikroskopanalysen fra G-not 01 blir gjentatt fullstendig her. Dette for å gjøre det enklere å forstå sammenheng mellom undersøkelsene.

3.1 Mikroskopanalyse

Mikroskopanalyse vurderer steinprøver visuelt etter farge, struktur, mekanisk styrke, tegn på forvitring og mineralinnhold og tolker sulfidrisiko etter det. Undersøkelsen ble utført på enkel måte fra ubearbeidede steinprøver med bruk av vanlig stereomikroskop. Resultater er etter veilederen tenkt fremstilt i fargene gul, oransje og rød etter lav, middels og høy forvitringsgrad. Grønn farge under «mineralogisk tolkning» i Tabell 2, definerer bergartsprøven som «ikke-syredannende», mens oransje farge definerer bergartsprøven som syredannende.

Veilederen anbefaler å anse prøver med moderat til middels forvitringsgrad som syredannede. Den mineralogiske tolkningen baserer seg på mineralinnholdet som er registrert under mikroskop og ettersom det ikke ble påvist sulfider ved mikroskopanalyse er det lite sannsynlighet for syredannelse og prøvene 2 og 4 kan derfor "friskmeldes" og klassifiseres som ikke-syredannende basert på mineralogisk sammensetning.

Tabell 1. Prøvebeskrivelse og mineralogisk tolkning.

Prøve-nummer	Bergart	Farge	Struktur	Mekanisk styrke	Forvitrings-grad	Mineraler	Mineralogisk tolkning
1	Tonalittisk gneis	brungrå	grov- til middels-kornet	høy	moderat	kvarts 20 %, plagioklas 70 %, hornblende <5 %, biotitt 10 %, magnetitt <5 %.	ikke-syredannende
2	Kvartsdiorittisk gneis	gråbrun	fin- til middels-kornet	lav til middels	middels	kvarts 10 %, plagioklas 70 %, hornblende <5 %, biotitt 5 - 10 %, magnetitt <5 %, limonitt på forvitrings-overflatene.	ikke-syredannende
3	Kvartsdiorittisk gneis	mørkegr	middels-kornet	middels til høy	moderat	kvarts 10 - 15 %, plagioklas 70 %, hornblende aksessorisk, biotitt 5 %.	ikke-syredannende
4	Kvartsdiorittisk gneis	brun og grå	middels-til grov-kornet	middels	moderat til middels	kvarts 10 - 15 %, plagioklas 75 %, hornblende aksessorisk, biotitt <5 %, magnetitt <2 %, limonitt på forvitrings-overflatene.	ikke-syredannende

3.2 Kjemiske analyser

Borestøvprøvene ble levert til Vannlaboratoriet AS i Kristiansand av entreprenøren.

Vannlaboratoriet ble bedt om å utføre analyser på svovelinnhold med XRF svovelanalyse, og oksidasjonspotensial ved bruk av «peroksidmetoden». Dette i tråd med veilederen.

Prøvene 1, 2, 3 samt borestøvprøvene ble i tillegg undersøkt for pH endring under en ristetest. For prøvene 1, 2 og 3 ble dette valgt fordi resultatet etter peroksidmetoden hang ikke på grep med utgangspunkt i lavt svovelinnhold målt med XRF-testen. For borestøvprøvene ble dette gjort for å redusere usikkerheten ved kjent fare for falske positive resultater etter de andre to prøvemethodene. Ristetsten gjennomføres på finknust materialet ved å blande det med deionisert vann. Blandingen står i noen timer før det måles pH.

XRF svovelanalyse er basert på røntgenfluorescens og benyttes til å måle svovel innhold i en pulverisert prøve. Grenseverdien for svovelinnhold etter veilederen er 0,15 % i ikke syredannende steinmasser. Berg med svovelinnhold på mellom 0,15 og 0,8 % regnes som mulig syredannende, og bergarter med svovelinnhold høyere enn 0,8 % betegnes som syredannende.

Veilederen anbefaler i tillegg prøveundersøkelser etter peroksidmetoden, en undersøkelse som måler temperaturøkning i prøven når sulfidmineraler reagerer med hydrogenperoksid (H₂O₂). Metoden ble utarbeidet og først benyttet i anleggsfasen av prosjektet E18 Grimstad-Kristiansand. Resultater av peroksidmetoden vurderes etter veilederen i tre grupper: <0,7 grader er lav temperaturøkning, 0,7 til 1,2 grader er middels og >1,2 graders temperaturøkning er høye verdier.

Tabell 2 sammenstiller prøveresultater og tolker de både med farge og med kort tekst. Blanke felt tilsier ren stein (lavt svovelinnhold; lavt syredanningspotensial), gule felt tilsier middels svovelinnhold; middels syredanningspotensial. Røde felt tilsier høyt svovelinnhold; høyt syredanningspotensial.

Tabell 2. Resultater for utførte kjemiske analyser og klassifisering av prøver etter syredanningspotensialet.

Prøve nummer	Bergart	Mineralogisk vurdering	Total svovel resultat %	H2O2 reaksjon diff. °C	Klassifisering
1	Tonalittisk gneis	Ikke syredannede	0,010	0,7	syredannende
2	Kvarts-diorittisk gneis	Ikke syredannede	0,017	1,7	syredannende
3	Kvarts-diorittisk gneis	Ikke syredannede	0,009	0,9	syredannende
B-1 – 2 m	borestøvprøve		0,093	0,2	Ikke syredannende
B-1 – 4 m	borestøvprøve		0,022	0,2	Ikke syredannende
4	Kvarts-diorittisk gneis	Ikke syredannede	0,010	0,1	Ikke syredannende

PH-resultatene for de utvalgte prøvene var følgende:

- Steinprøve 1: pH 7,4,
- Steinprøve 2: pH 8,0.
- Steinprøve 3: pH 9,0.
- Borestøvprøve B-1 2,0 m under bakken: pH 9,1.
- Borestøvprøve B-1 4,0 m under bakken: pH 8,8.

4 Konklusjon

Resultatene fra mikroskopanalysen gir ingen indikasjon på at noen av prøvene inneholder sulfidminerale eller har syredannende potensial. Det som er åpenbart er at alle prøver har en viss andel av jernminerale, mest tydelig magnetitt (Fe_2O_3), men også minerale som inneholder treverdige jern (FeIII), som er kjemisk mindre stabile enn magnetitt.

Røntgenundersøkelsen (XRF-metoden) bekrefter mineralogisk undersøkelse ved at det ikke finnes relevant andel svovelminerale i prøvene. Peroksidtesten varsler fare for syredannende berg på tre av fire steinprøver, ved at resultatene ligger over grenseverdien til middels reaktivitet, i ett tilfelle over grenseverdien til høy reaktivitet. Fenomenet er kjent i Arendalsfeltet. Mistanken er at redoksreaksjonen og dermed temperaturøkningen kan stamme fra oksidasjon av toverdige jern (FeII) til treverdige jern (FeIII), muligens sammen med andre reaksjoner av ulike metaller. Dette kan produsere falske positive indikasjoner på syredannende potensial ved bruk av hydrogenperoksid metoden.

En ristetest viser under avsluttende måling at prøvene ikke er faktisk syredannende, men tvert imot inneholder mye bufrende basepotensial.

Resultatene av utførte laboratorieundersøkelser, samt føringer i nasjonal berggrunnsdatabasen og mineralogiske undersøkelser, sett i sammenheng, viser derfor minimal fare for dannelse av sur avrenning fra bergarter i tiltaksområdet.

På grunnlag av mineralogisk undersøkelse og laboratoriums resultatene anbefales det å godkjenne utbygging som uproblematisk med tanke på fare for sur avrenning.

For å få dekket den resterende usikkerheten kan det i forhold til faktisk risiko for miljøskader i området kartlegges data fra resipienter samt at det kartlegges vannveier og deres bakgrunnsverdier for metallinnhold i området. Dette gir svar for sårbarheten av vann-miljøet. Direkte resipient for tiltaket vil være en bekk sør for tiltaksområdet (ikke navngitt i VannNett databasen), som løper ut i Jovatnet (vannforekomstID: 019-10640-L). Jovatnet er en moderat kalkrik innsjø med god kjemisk og god økologisk tilstand. Mulige avbøtende tiltak for avrenning i anleggsfasen bør vurderes best på stedet. Og dersom det er lite sannsynlighet for negativ påvirkning på resipienter ved tiltak, må dette i så fall dokumenteres godt. Dette kan best styres gjennom en tiltaksplan.

5 Referanser

1. Prosjektgruppen for kontroll på svovelholdige avrenning i Agder; Retningslinjer for tiltak i områder med syredannende gneis, versjon 2.4. mars 2021.

Vedlegg:

Vedlegg 1: Resultater for kjemiske analyser av steinprøver fra Vannlaboratoriet i Kristiansand (1 side)

Vedlegg 1 – Resultater for kjemiske analyser av steinprøver fra Vannlaboratoriet i Kristiansand: side 1/1

Oppdragsgiver:		Rambøll AS v/ Stefan Degelmann					
Prøver mottatt:		23.10.2023					
Prøvested:		Revekroken					
XRF svovelanalyser steinprøver				Peroksyd metode			
Labnr	Prøve merket	Resultat	Resultat	Temperatur	Temperatur	Temperatur	
		ppm	%	start ° C	slutt ° C	diff. ° C	pH
2403	1	97	0,010	22,2	22,9	0,7	7,4
2404	2	173	0,017	22,2	23,9	1,7	8,0
2405	3	88	0,009	21,6	22,5	0,9	9,0
2406	4	100	0,010	21,6	21,7	0,1	
Prøver mottatt:		02.02.2024					
Prøvested:		Bevekroken 36Arendal eiendom					
XRF svovelanalyser borestøpvrøver				Peroksyd metode			
Labnr	Prøve merket	Resultat	Resultat	Temperatur	Temperatur	Temperatur	pH
		ppm	%	start ° C	slutt ° C	diff ° C	
109	Rød 2m	926	0,093	22,6	22,8	0,2	9,1
110	Blå 4m	216	0,022	22,6	22,8	0,2	8,8