

NOTAT

Oppdragsnavn **Sulfidundersøkelser Lauvåsen**
Prosjekt nr. **1350055974**
Kunde **Kristiansand kommune**
Notat nr. **M not-001**
Versjon **1**
Til **Kristiansand kommune**
Fra **Rambøll Norge AS**
Kopi

Utført av **AKTE og SDEKRS**
Kontrollert av **SAVG, KSOOSL**
Godkjent av **SDEKRS**

Sulfidundersøkelser Lauvåsen, Kristiansand kommune

Dato 7. juni 2023

1 Innledning

Rambøll har fått i oppdrag av Kristiansand kommune å utføre sulfidundersøkelser i forbindelse med regulering av tomt for barnehage og ungdomsskole med idrettshall på Lauvåsen, øst for Topdalsfjorden. Figur 1 viser området i et utdrag fra reguleringsplanen. Tiltaket innebærer terrenginngrep i et område hvor det foreligger mistanke om sulfidholdige bergarter.

Når sulfidholdig berg kommer i kontakt med vann og oksygen dannes svovelsyre og avrenning med lav pH og høye konsentrasjoner av løste tungmetaller, jern, aluminium og uran, som kan føre til store miljøskader. Av den grunn må sulfidholdige bergarter håndteres på riktig måte når påvist i aktuelle områder eller under terrenginngrep¹.

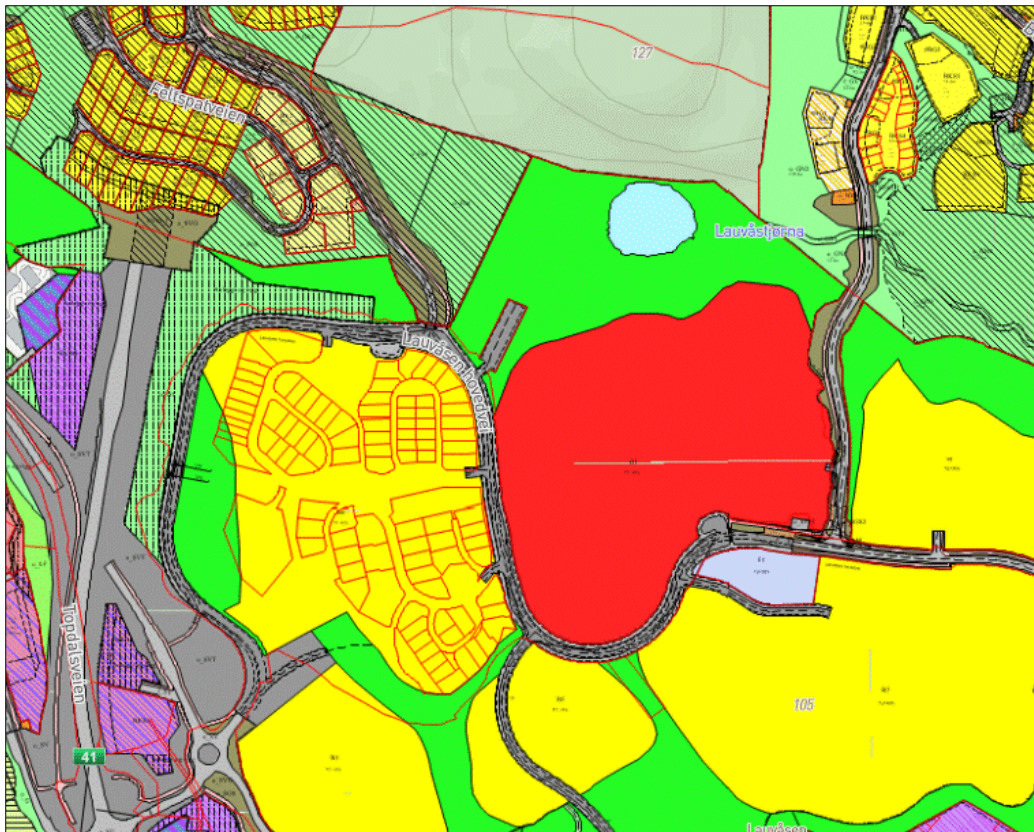
Befaring med innsamling av overflatesteinprøver ble utført av Rambøll den 30. mai 2023. Det ble samlet inn 8 overflatesteinprøver fra områdene hvor terrenginngrepet er planlagt.

Videre planlegges det ytterligere undersøkelser av området, med uttak av borestøprøver. Prøvetakingsplan for denne undersøkelsen er vist i kapittel 2.1.

Rambøll
Henrik Wergelandsgt. 29
Pb 116
N-4662 Kristiansand

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

¹ Forskrift om begrensning av forurensning kapittel 2 har til formål å sikre at områder med forurenset grunn ikke skal medføre uakseptabel helse- og miljørisiko i omgivelsene. I henhold til forskriftens § 2-3, defineres grunn som danner syre i kontakt med vann eller luft, herunder berggrunn med ulike svovelforbindelser, som forurenset grunn.

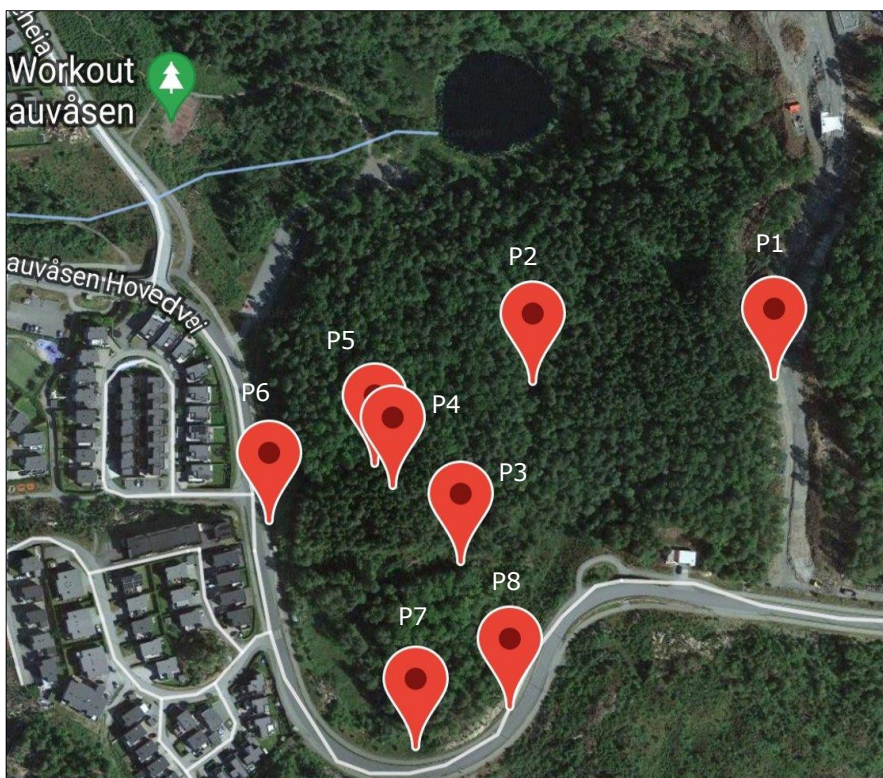


Figur 1 Lauvåsen, Kristiansand kommune. Rødfarget område viser areal som er under regulering for utbygging av barnehage og ungdomsskole med idrettshall. Referanse: [Plankart \(kommunekart.com\)](http://Plankart.kommunekart.com)

2 Prøvetakning

For området som berøres av terrenginngrepet er det vurdert som tilstrekkelig med uttak av 8 steinprøver fra overflaten. Prøvetakingen ble gjort slik at alle relevante bergartene er representert. Innsamling av representative prøver ble utført den 30. mai ved rådgivere Sanja Varga og Stefan Degelmann. Plassering av prøvepunkter er vist i Figur 2 og Tabell 1.

Steinprøvene ble tatt ved å slå stykker av berg fra synlig bergoverflate. I hovedsak bør det tas prøver av berg med minst mulig synlig forvitningspåvirkning, men det var ikke mulig å gjøre i dette tilfellet da kun den forvitrede overflaten var tilgjengelig i denne fasen av prosjektet.



Figur 2 Kartoversikt med markerte prøvepunkter for overflatesteinprøver. Nøyaktighet av prøvetakingsposisjonene er ± 5 meter. Referanse kartgrunnlag: norgeskart.no

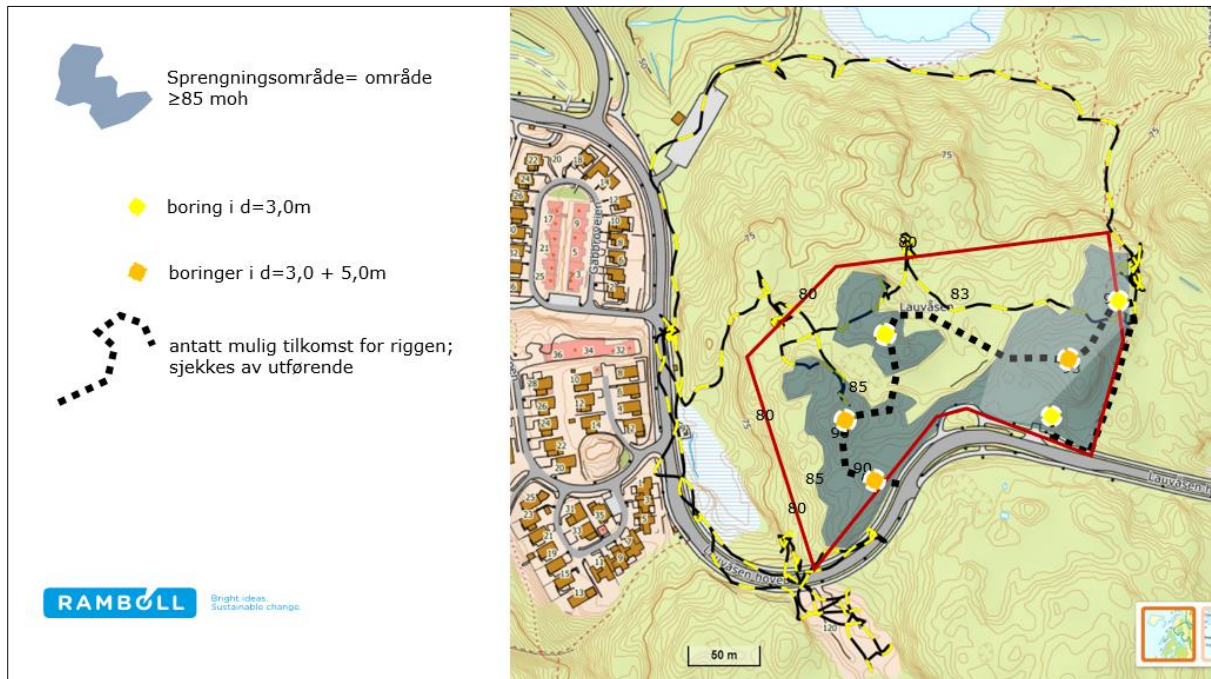
Tabell 1 Koordinater (UTM-sone 32) til prøvepunkter for overflatesteinprøver. Nøyaktighet av prøvetakingsposisjonene er ± 5 meter.

Prøve	Koordinater nord (UTM-sone 32)	Koordinater øst (UTM-sone 32)
1	6449455	447633
2	6449454	447485
3	6449344	447439
4	6449391	447398
5	6449405	447387
6	6449370	447321
7	6449230	447410
8	6449254	447468

2.1 Planlagt omfang av ytterligere undersøkelser

Ytterligere undersøkelser omfatter innsamling av borestøprøver. Formålet med analyse av borestøprøver er å avdekke potensielle sulfidholdige bergarter i dypere lag av berget. Per dags dato er ikke sprengingsdybde avklart, men prosjektlederen i Kristiansand kommune har angitt at det antas sprenging ned til kote 85.

Basert på nåværende tilgjengelig informasjon er det vurdert som tilstrekkelig med uttak av 9 borestøprøver i 6 prøvepunkter. I tre av punktene skal det tas borestøprøver ved 3 meters dybde, og de resterende tre punktene skal det tas borestøprøver ved 3 og 5 meters dybde. Figur 3 viser forslag til prøvetakingsplan for denne undersøkelsen.



Figur 3 Kartoversikt over boringsplan for innsamling av borestøvprøver.

3 Resultater

3.1 Mikroskopianalyse

Mikroskopianalyse 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 fremstilt i fargene gul, oransje og rød etter lav, middels og høyt skadepotensiale. Grønn farge indikerer at bergart er «ikke – syredannende». Tabell 2 sammenstiller prøvebeskrivelsene og tolkningene.

Tabell 2 Prøvebeskrivelse og mineralogisk tolkning.

Prøve-nummer	Bergart	Farge	Struktur	Mekanisk styrke	Forvittrings-grad	Mineraler	Mineralogisk tolkning
1	Migmatitt med øyegneis-strukturer	middels gr	middels- til grovkornet	høy	lav	kvarts 35 %, biotitt 30 %, plagioklas 25 %, hornblende 5 %, pyritt 1 %.	ikke-syredannende
2	Båndgneis	brungrå	middelskornet	middels	moderat	alkalifeltspat 40 %, kvarts 30 %, hornblende 20-25 %, plagioklas <5 %, biotitt <5 %.	ikke-syredannende
3	Biotittgneiss	grå	finkornet	middels	middels	biotitt 35 %, kvarts 30 %, alkalifeltspat 15 %, plagioklas 15 %.	ikke-syredannende
4	Amfibolittisk gneiss	mørkegrå	mittels- til finkornet	middels	moderat	plagioklas 35-40 %, biotitt 25-30 %, kvarts 20 %, hornblende 10 %, alkalifeltspat <5 %.	ikke-syredannende
5	Amfibolitt-gneiss	grønlig mørkegrå	mittelskornet	middels høy	lav til moderat	plagioklas 35 %, hornblende 25-30 %, kvarts 15 %, biotitt 10-15 %.	ikke-syredannende
6	Migmatitt/øyegneiss	grå	mittelskornet	høy	lav	kvarts 35 %, plagioklas 25 %, hornblende 20 %, biotitt 15 %, pyritt <1 %.	ikke-syredannende
7	Båndgneis	grå til mørkegrå	fin- til middelskornet	middels	moderat	biotitt 30 %, kvarts 25 %, plagioklas 25 %, hornblende 15 %, granat ca. 1 %.	ikke-syredannende
8	Grano-diorittisk gneiss	mørkegrå	fin- til mittelskornet, lagvis grovkornet	høy	lav	plagioklas 30-35 %, hornblende 20-25 %, kvarts 20 %, alkalifeltspat 15 %, biotitt 5-10 %, epidot < 5 %.	ikke-syredannende

3.2 Kjemiske analyser

Steinprøvene ble levert til Vannlaboratoriet AS i Kristiansand etter at de ble kontrollert for sulfider under mikroskop hos Rambøll Norge AS Kristiansand. I tillegg ble borestøvsprøvene undersøkt hos Vannlaboratoriet AS i Kristiansand. Vannlaboratoriet ble bedt om å utføre analyser på svovelinhold med XRF svovelanalyse, og oksidasjonspotensial ved bruk av «peroksidmetoden» av stein- og borestøvsprøvene.

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]. Den geologiske analysen er i veilederen definert som en del av klassifiseringen ved at forvittringsnivået i prøven defineres som lav, middels eller høy (viser til kapittel 3.1).

XRF svovelanalyse er basert på røntgenfluorescens og benyttes til å bestemme den kjemiske sammensetningen til en pulverisert prøve. Grenseverdien for svovelinhold etter veilederen er 0,15 % i ikke syredannende steinmasser. Prøveresultater mellom 0,15 og 0,8 % svovel regnes som middels syredannende potensial, og alle resultater høyere enn dette betegnes som høyt syredannende potensial.

I tillegg er prøvene undersøkt 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.

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 3 sammenstiller prøveresultater og tolker de både med farge og med kort tekst. Grønne felt tilsier ren stein (lavt svovelinnhold; lavt syredanningspotensial), oransje felt tilsier middels svovelinnhold; middels syredanningspotensial. Røde felt tilsier høyt svovelinnhold; høyt syredanningspotensial.

Tabell 3 Resultater for utførte kjemiske analyser og klassifisering av prøver etter syredanningspotensialet.

Prøve nummer	Total svovel resultat %	H ₂ O ₂ reaksjon diff. ° C	Klassifisering
1	0,063	0,1	Ikke syredannende
2	0,047	0,1	Ikke syredannende
3	0,023	0,2	Ikke syredannende
4	0,026	0,2	Ikke syredannende
5	0,041	0,2	Ikke syredannende
6	0,020	0,1	Ikke syredannende
7	0,012	0,1	Ikke syredannende
8	0,024	0,1	Ikke syredannende

4 Konklusjon

Resultatene fra mikroskopanalysen og de kjemiske analysene viser at overflatesteinprøvene ikke har syredannende potensial. Det konkluderes derfor med at de prøvetatte bergartene ikke er syredannende.

Grunnet planlagt relevant sprenging, er det behov for å gjennomføre borestøvprøvetaking i området. Analyse av borestøvprøver skal bidra til å minimere risiko for uoppdagede sulfidholdige bergarter i dypere lag av berget, som ikke er avdekket med denne undersøkelsen. Behov for en tiltaksplan vurderes deretter.

Vurdering er gitt basert på dagens tilgjengelige informasjon om omfang av planlagt terrenginngrep. I tilfelle eventuelle endringer, må en ny vurdering foretas, og denne rapporten henholdsvis revideres.

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

Vedlegg 2: Bilder av prøvetatte berg og bergprøver (overflatesteinprøver)

Vedlegg 1

Oppdragsgiver:		Rambøll AS v/ Stefan Degelmann				
Prøver mottatt:		31.05.2023				
Prøvested:		Lauvåsen				
XRF svovelanalyser				Peroksyd metode		
Labnr	Prøve merket	Resultat	Resultat	Temperatur	Temperatur	Temperatur
		ppm	%	start ° C	slutt ° C	diff. ° C
1268	1	628	0,063	23,7	23,8	0,1
1269	2	469	0,047	23,7	23,8	0,1
1270	3	227	0,023	23,7	23,9	0,2
1271	4	259	0,026	23,7	23,9	0,2
1272	5	411	0,041	23,7	23,9	0,2
1273	6	203	0,020	23,7	23,8	0,1
1274	7	122	0,012	23,7	23,8	0,1
1275	8	240	0,024	23,7	23,8	0,1

Vedlegg 2, PRØVE 1



Vedlegg 2, PRØVE 2



Vedlegg 2, PRØVE 3



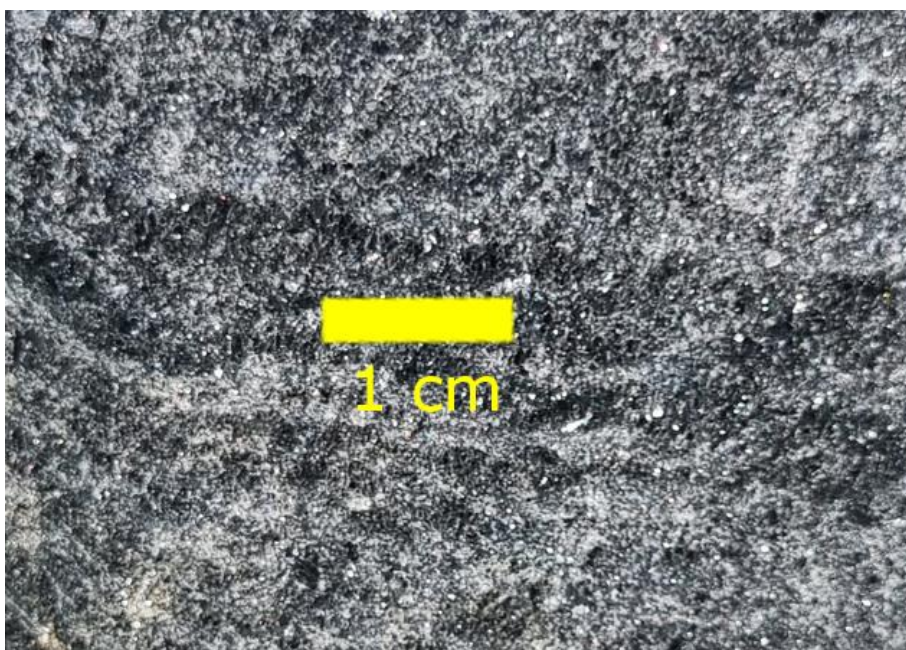
Vedlegg 2, PRØVE 4



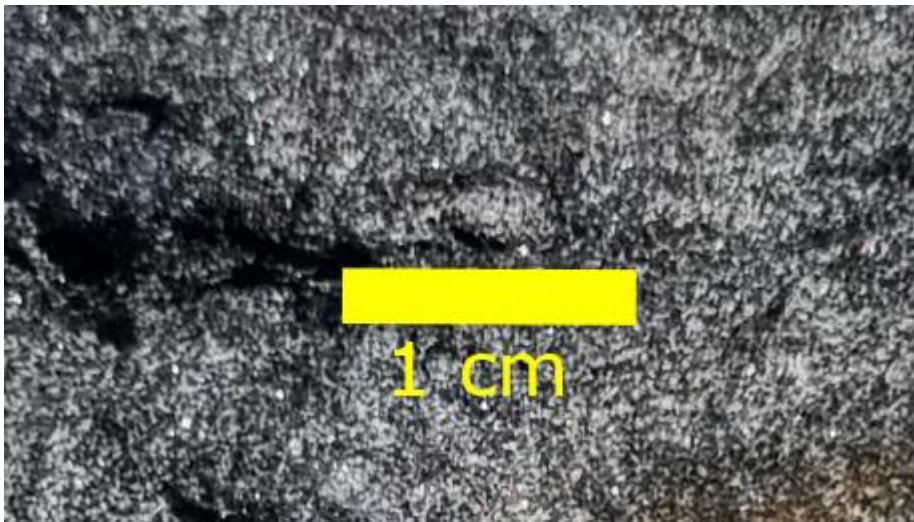
Vedlegg 2, PRØVE 5



Vedlegg 2, PRØVE 6



Vedlegg 2, PRØVE 7



Vedlegg 2, PRØVE 8

