



Karakterisering av syredannende bergarter: behov for oppdatering av veiledere

November, 2024



Senter for
forskningsdrevet
innovasjon

Karakterisering av syredannende bergarter: behov for oppdatering av veiledere

earthresQue Note no. 3

ISBN: 978-82-575-2988-8

RCN project 310042

Illustration front cover, header and end page: earthresQue

Publisher: NMBU – Norwegian University of Life Sciences

earthresQue,

Rescue of earth materials and wastes in the circular economy,

Centre for Research-based Innovation

www.earthresQue.no

www.earthresQue.com

Ved elektronisk overføring kan ikke konfidensialiteten eller autentisiteten av dette dokumentet garanteres. Adressaten bør vurdere denne risikoen og ta fullt ansvar for bruk av dette dokumentet.

Dokumentet skal ikke benyttes i utdrag eller til andre formål enn det dokumentet omhandler. Dokumentet må ikke endres uten samtykke fra earthresQue.

Notatbeskrivelse

Notat-tittel:	Karakterisering av syredannende bergarter: behov for oppdatering av veiledere
earthresQue Note no.:	3
ISBN:	978-82-575-2988-8]
Dato:	2024-11
Rev.nr./ Rev.dato:	0
Utarbeidet av:	Gabrielle Dublet-Adli, Jan Marten Huizenga, Gudny Okkenhaug, Helen French

Forskning



Privat sektor



Offentlig sektor



Sammendrag

Bergarter kan som følge av deres dannelsesmiljø og historie, inneholde, sulfidmineraler inkludert redusert jern og svovel, og ulike metaller. Når disse bergartene knuses, og fersk bergoverflate eksponeres for oksygen og vann vil sulfidmineralene reagere med vann og oksygen, og det dannes syre som sammen med metaller transporteres ut i vassdrag. Menneskelige aktiviteter som graving eller sprenging, øker bergoverflaten og kan føre til økt vannforurensning. Norsk veiledningsmateriale for identifisering og håndtering av syredannende berg i byggeprosjekter er kun relevant for svartskifer. Det finnes også en egen veileder for håndtering av syredannende gneis i Agder-regionen. Flere års erfaringer med veilederen for sør Norge viser flere utfordringer, bl.a. med feil bestemmelser på syredannende potensial. Det er derfor stort behov for forbedring av veiledningsmateriale.

Gjennom forskningsprosjektet earthresQue, er det avdekket nøkkelutfordringer knyttet til kvalitet på karakteriseringen og håndteringen av potensielt syredannende berg. Det er identifisert sentrale kunnskapshull og behov for endringer i retningslinjene. Et av målene i earthresQue er å utarbeide kunnskap om forvitring av svartskifer og gneis, samt forbedre metoder for karakterisering og håndtering.

Det finnes også andre bergarter i Norge som kan være syredannende. For å sikre at disse blir analysert og håndtert på riktig måte, bør det gjennomføres en bredere kartlegging av bergarter med syredannende potensiale, med tilhørende nøkkelegenskaper. En forbedret veileder vil kunne føre til en bedre karakterisering og håndtering av potensielt syredannende materiale.

Det anbefales å bruke dagens tilgjengelige kunnskap som grunnlag for å utarbeide reviderte retningslinjer for flere typer bergarter, disse kan være basert på standardiserte karakteriseringsmetoder som gjør det enklere å tas i bruk.

Innhold

1	Bergarter som dagens veiledere gjelder for	5
2	Behov for representativ prøvetaking	6
3	Karakteriseringsmetoder for magmatiske bergarter.....	6
3.1	Tolkning av ristetester	7
3.2	NAG-pH istedenfor temperatur økning ved H ₂ O ₂ tilsetning	7
4	Kartgrunnlag som gir indikasjoner om hvor jarositt eller forvitret bergarter oppstår	10
5	Flytskjema som gjelder flere situasjoner.....	10
6	Kurs for innføring i veiledere.....	11

1 Bergarter som dagens veiledere gjelder for

Veiledere henvist til av Miljødirektoratet for identifisering og karakterisering av syredannende bergarter har fokus på svartskifer (NGI, 2015; NGI 2021), og veiledere brukt i Agder fylke og Sørlandskommuner (senere omtalt som *Agder veiledere*) har fokus på gneis (Prosjektgruppen for kontroll på svovelholdig avrenning i Agder, 2021). Grunnen til at disse veilederne fokuserer på disse spesifikke bergartene, er at de er kjent for ha høy sannsynlighet for å føre til sur avrenning. Prosjekter i Rogaland og andre steder, viser at andre typer bergformasjoner også kan inneholde betydelige mengder sulfider, spesielt i Oslofeltet (Figur 1).

Basert på den geologiske historien til Oslofeltet kan man forvente tre generasjoner av sulfider. 1) sedimentær pyritt dannet under diagenesen av sedimentene (f.eks. pyritt i lagdelingsplanet i svartskiferen) i Olso Rift. 2) den kaledonsk deformasjon, som resulterte i forkastninger, folding og lavgradig metamorfose, samt remobilisering av pyritt med metamorfe vannholdige væsker. Som et resultat kan det forventes pyrittkonsentrasjoner langs forkastningsplanene og i foldenes hengselssoner. 3) etterfølgende rifting gjentatt remobilisering av pyritt ved hjelp av magmatiske hydrotermale væsker som siver gjennom skiferen. I tillegg kan man ikke utelukke at magmatisk sulfidmineralisering kan ha forekommet. Tilstedeværelsen av ulike pyrittgenerasjoner som følge av den geologiske historien gjør det komplisert å forutsi sur avrenning. Dette betyr at flere bergarter enn det som i dag ansees som syredannende, som svartskifer og sulfidholdig gneis, også er sulfidholdige og kan gi sur avrenning.



Figur 1: Prekambrisk grunnfjellsgneis overlagret av svart alunskifer fra nedre kambrium, som igjen er overlagret av en Oslo rift-relatert trakytt laggang (også kalt maenitt laggang) rett under trærne. Legg merke til at alle tre bergartstypene inneholder pyritt og viser sur avrenning. Lokalitet: Slemmestad.

Det finnes i dag veiledere for karakterisering av potentielle syredannende bergarter, som brukes i gruveindustrien (for eksempel MEND, 2009; JRC Science for Policy report, 2018). Disse inneholder relevante metoder, men er i praksis vanskelige å ta i bruk av aktører i byutviklingsprosjekter for eksempel, fordi de er basert på generelle hensyn og er vanskelige å bruke i små prosjekter.

Utbyggere, entreprenører og myndigheter har behov for veiledere som både er tilpasset lokale forhold, og dekker flere norske bergarter.

2 Behov for representativ prøvetaking

Agder-retningslinjene gir ikke tilstrekkelig veiledning for hvordan det skal prøvetas (prøvetakingsstrategier). Dette er viktig med hensyn på uttak av representative prøver. Dette gjelder spesielt:

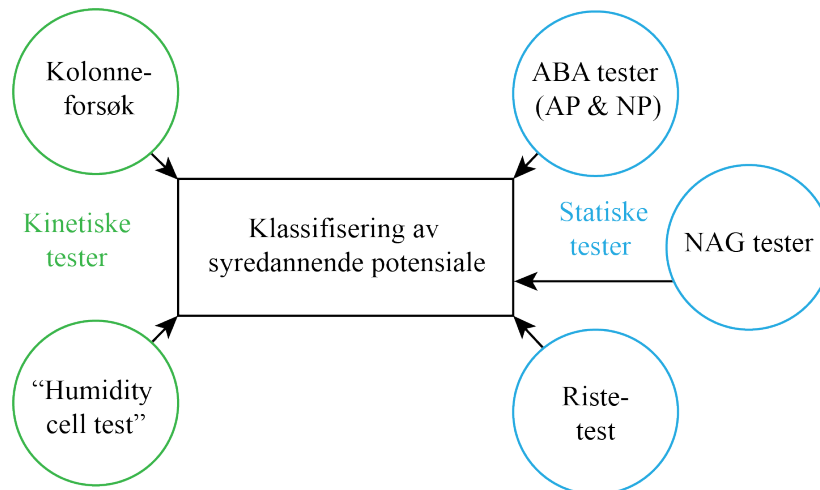
- Romlige heterogeniteter,
- Sulfidholdige ganger,
- Antall prøver i forbindelse med heterogene formasjoner

Selv om retningslinjene henviser til Statens Vegvesens (SVV) håndbøker, som også beskriver disse faktorene, tar konsulenter ofte ikke tilstrekkelig hensyn til representativ prøvetaking.

3 Karakteriseringsmetoder for magmatiske bergarter

Internasjonalt er det utviklet flere retningslinjer og metoder for å forutsi det syredannende potensiale til overskuddsmasser. Eksempler er AMIRA (Smart et al., 2002) eller veileder for *Global Acid Rock Drainage (GARD)* utarbeidet av *International network for acid prevention (INAP)* (GARD, 2014). Figur 2 viser vanlige karakteriseringsmetoder som deles inn i statiske og kinetiske tester. Kinetiske tester vurderer det syredannende potensialet ved å se på reaktiviteten til prøvemateriale over tid, dette er langvarige tester som vanligvis varer fra måneder til år. Statiske tester varer typisk fra noen timer til dager. Disse testene er kostnadseffektive og karakteriserer syredannende versus syrenøytraliserende potensiale i massene. ABA (Acid Base Accounting) tester er basert på sammenligning av svovel innhold, tilknyttet syredannelsespotensial, mot karbonat innhold, tilknyttet bufrende potensial. ABA tester allerede er i bruk for karakterisering av svartskifer, mens for gneisbergarter er det foreløpig kun påkrevd å måle totalt svovel innhold.

Basert på arbeider i earthresQue, anbefales det å inkludere to ulike statiske tester i testmetodene for karakterisering av syredannende magmatiske bergarter (e.g., gneis). Dette omfatter *rinse* pH test og NAG-pH test som er beskrevet i mer detaljer i følgende kapitler. De to testene er standardiserte, kan gjennomføres hos kommersielle laboratorier og er allerede i bruk i gruveindustri.



Figur 2 Vanlige metoder for å karakterisere det syredannende potensiale til overskuddsmasser. Figuren er inspirert fra Maest et al. (2005).

Usikkerheter i tolkning av resultater fra statistiske eller kinetiske tester kan reduseres ved å gjennomføre en kombinasjon av disse testene (Maest et al., 2005), og ved å identifisere S- og Fe- holdige faser (for eksempel ved bruk av røntgendiffraksjon (XRD), electron probe microanalyzer (EPMA) eller Scanning Electron Microscopy (SEM)), eller ved å karakterisere teksturen (for eksempel ved bruk av mikroskopi) (Dold, 2017). Dette er relativt avanserte og dyre metoder, som ikke vil kunne kreves i små prosjekter. Det anbefales imidlertid å inkludere en beskrivelse av metodene i veiledningsmaterialet da disse vil redusere usikkerheten ved karakterisering av syredannelsespotensialet.

3.1 Tolkning av ristetester

Agder-retningslinjene foreslår at det utføres en utlekkingsstest og pH-måling av materialet, men det gis ingen retningslinjer for hvordan disse testene skal tolkes. Videre er resultat av ristetest ikke brukt i tolkningsdiagrammene. Foreløpig (med dagens praksis) brukes ikke ristetest for klassifisering av gneisbergarter. Testen er relevant i for karakterisering av forvitret syredannende bergarter der jern- og/eller sulfat-utfellinger kontrollerer pH på kort sikt. SFI-earthresQue anbefaler at en paste-pH- eller Rinse-pH-test utføres for å identifisere bergarter med potensial for rask syredannelse, som de jarosittrike bergartene i Lillesand eller Oslofeltområdet.

Rinse-pH er en test som viser den umiddelbare pH og ledningsevnen (EC) til prøvematerialet. Endringen i pH og ledningsevne er en funksjon av løselige bestanddeler og ikke direkte av oksidasjon. Rinse-pH gjennomføres på uknust prøvemateriale siktet til < 2 mm (MEND, 2009).

3.2 NAG-pH istedenfor temperatur økning ved H₂O₂ tilsetting

Agder-retningslinjene er i stor grad basert på en test som tilsetter H₂O₂ og måler temperaturøkning. Testen er ikke standardisert og er basert på en tommelfingerregel utviklet av COWI under E18 Grimstad-Kristiansand prosjektet (2006-2009). Denne testen er uegnet for

mange bergarter. SFI-earthresQue partner Lindum sammenlignet pH i utlekking fra ulike prøver fra Sørlandet overvåket i 22 til 40 uker, med temperaturøkning ved reaksjon med H₂O₂ som beskrevet i Agder-retningslinjene. Forsøket viste at H₂O₂ testen som beskrevet i Agder veilederen førte til en betydelig andel falske positive (temperatur økte mer terskelen ved reaksjon med H₂O₂ men pH i utlekking var ikke sur) og falske negative resultater (temperatur økte ikke over terskelen ved reaksjon med H₂O₂ men pH i utlekking var sur). Dette kan ha betydelige kostnads- og miljømessige konsekvenser da avfallsmasser som ikke er syredannende bruker opp kapasiteten på deponi, og syredannende bergarter brukes i fyllinger utenfor deponi. Skønborgs (2023) observerte også ulike konklusjoner fra H₂O₂ testen, som beskrevet i Agder veilederen og kolonne (Tabell 2).

Et eksempel på en slik feilkarakterisering, er et prosjekt gjennomført av Arendal eiendom KF, hvor det i første omgang ble gjennomført en H₂O₂ test med temperaturmåling. På grunn av mistanke om feilkarakterisering og betydelige økonomiske konsekvenser ble materialet i tillegg testet med rinse-pH test (se seksjon 3.1) og NAG-pH (Tabell 1).

NAG-pH er en metode for å vurdere det syredannende potensialet til bergarter, utarbeidet av AMIRA International (Smart et al., 2002). Denne metoden undersøker potensiale for syredannelse gjennom pH-målinger (NAGpH) etter fullstendig oksidasjon av sulfider ved bruk av hydrogenperoksid og fungerer som en direkte indikator på syre produsert fra prøvematerialet. Etter prøven har reagert ferdig med hydrogenperoksid, er NAG (*Net Acid Generation* eller netto syredannelse) beregnet ut fra volumet NaOH som må tilsettes for å oppnå pH = 4,5 og pH = 7,0. Grenseverdier for klassifisering av det syredannende potensiale i henhold til AMIRA metoden er oppsummert i Tabell 1. Imidlertid burde tolkningen til NAG-pH resultater tolkes med hensyn til sted-spesifikke forhold, som forklart av Barnes et al. (2021).

Tabell 1 Grenseverdier for NAGpH og NAG for klassifisering av syredannende potensiale i henhold til AMIRA metoden. Grønn farge indikerer at prøven ikke er syredannende, oransje farge indikerer at prøven har lavere kapasitet for syredannelse, og rød farge indikerer at prøven er potensielt syredannende.

Geokjemisk klassifisering	NAGpH	NAG (kg H ₂ SO ₄ /t)
Ikke-syredannende	≥ 4,5	0
Potensielt syredannende – lavere kapasitet	< 4,5	≤ 5
Potensielt syredannende	< 4,5	> 5

Resultatene fra karakterisering av bergarter fra Arendal eiendom KF viser at H₂O₂ testen gjennomført i henhold til Agder-veilederen og NAG-pH gjennomført i henhold til AMIRA metoden ga ulike resultater ved vurdering av det syredannende potensiale (Tabell 2). Alle prøvene ble kategorisert som syredannende ifølge Agder metoden, mens NAG-pH metoden antyder at de tre utvalgte prøvene antageligvis ikke er syredannende.

Tabell 2 Temperaturøkning i peroksidtesten i henhold til Agder metoden sammenstilt med rinse-pH, NAGpH og NAG fra peroksidtestene i henhold til AMIRA metoden, utført av NGI desember

2023. Rød/oransje farge indikerer at prøven er vurdert til å være syredannende, grønn farge indikerer at bergarten er vurdert til å være ikke-syredannende.

Prøve	Agder metoden			AMIRA metoden			
	Total svovel %	H ₂ O ₂ ΔT °C (25 min)	Syre-dannende	rinse-pH _{1:2}	NAGpH	NAG (kg H ₂ SO ₄ /t)	Syre-dannende
B-2-2m	0,100	1,4	Ja	7,9	7,2	0,00	Nei
B-8-2m	0,064	1,3	Ja	7,1	6,8	0,35	Nei
B-9-2m	0,038	0,8	Ja	6,8	6,7	0,43	Nei

Resultatene i tabell 2 er i samsvar med resultater fra masterarbeidet gjennomført av Skjønberg (2023). Her ble NAG-test og Agder-metoden sammenlignet med kolonnetester gjennomført på samme materiale, hvor NAG-resultatene var mer i samsvar med kolonnetestene (se tabell 3). Kolonnetester er antatt å gi et bedre og mer realistisk bilde på syredannelsespotensialet.

Tabell 3 Oppsummering av resultater fra Skjønberg (2023) med ulike metoder og retningslinjer for karakterisering av syrepotensial (NPR, NAPP= netto syreproduksjonspotensial), nøytraliseringspotensial (NPP), og syredannende potensial (ARD = acid rock drainage). Grønn farge viser resultat tilsvarende «lav syredanningsevne» eller «non acid-forming» (NAF) mens oransje farge viser resultatene tilsvarende «potentially acid forming» (PAF) eller «høy syredanningsevne» og lys oransje viser resultater tilsvarende «middels syredanningsevne».

Sample ID	Guideliens									Mineralogy	Leaching experiment	Final classification
	Classification by NS-EN 15875:2011 and elemental combustion 5%			"Agder guidelines"			Single addition NAG test			Mineralogical ARD prediction by a modified ARDI		
	NPR	NPP (kg CaCO ₃ /t)	ARD potential	Elemental combustion 5%	ΔT °C (Mean)	ARD potential	NAGpH (mean)	NAPP (Kg H ₂ SO ₄ /t)	ARD potential	ARD potential		
Gjerdemyra	0,00	0,00	NAF	0,00	0,6	NAF	6,87	0,00	NAF	NAF		NAF
Sannidal	0,00	0,00	NAF	0,00	0,2	NAF	6,11	0,00	NAF	NAF		NAF
Birkeland	0,00	-21,91	PAF	0,70	5,5	PAF	2,83	21,46	PAF	PAF	4,11	PAF
Blåbæråsen	0,33	-26,63	PAF	1,28	2,6	PAF	2,59	26,07	PAF	PAF	5,17	PAF
Sangereid tjørna	0,00	-39,51	PAF	1,26	1,1	PAF	2,52	38,69	PAF	PAF		PAF
Vallesverdveien	0,00	-43,49	PAF	1,39	0,5	PAF	2,53	42,58	PAF	PAF		PAF
Tingsaker	0,00	0,00	NAF	0,00	0,1	NAF	5,69	0,00	NAF	NAF	6,00	NAF
PRF1	0,00	-71,36	PAF	2,28	7,1	PAF	2,26	69,87	PAF	PAF	4,88	PAF
H03-16m	0,00	-15,16	PAF/UC	0,49	0,9	PAF	6,96	14,84	UC	No thin sections were obtained		UC
H06-49m	0,05	-28,86	PAF	0,98	3,2	PAF	3,14	28,25	PAF-LC			PAF
H07-4m	0,00	-37,22	PAF	1,19	5,5	PAF	2,61	36,45	PAF			PAF
H10-4m	0,56	-6,47	PAF/UC	0,47	0,2	NAF	5,90	6,33	UC			NAF?
H11-12m	0,06	-13,87	PAF/UC	0,47	3,2	PAF	7,56	13,59	UC		8,64	NAF
H14-16m	0,00	-17,33	PAF/UC	0,55	2,3	PAF	5,55	16,97	UC			UC
H16-63m	0,54	-19,84	PAF/UC	1,38	3,7	PAF	2,50	19,41	PAF			PAF
H19-38m	0,35	-12,16	PAF/UC	0,60	2,4	PAF	8,16	11,90	UC			UC

I tillegg viser H₂O₂ tester gjennomført av NGI i henhold til Agder-veilederen, betydelige variasjoner i resultater som følge av varmetap avhengig av beholderen som brukes, nedbrytning av H₂O₂ på grunn av lys, osv. (data ikke vist).

H₂O₂ test som beskrevet i Agder veilederen er i dag den mest vanlige testen å bruke til karakterisering av syredannende bergarter på Sørlandet. Testen er basert på hypotesene at 1) syredannelsen skyldes sulfidoksidasjon; og 2) temperaturresponsen på H₂O₂ er relatert til

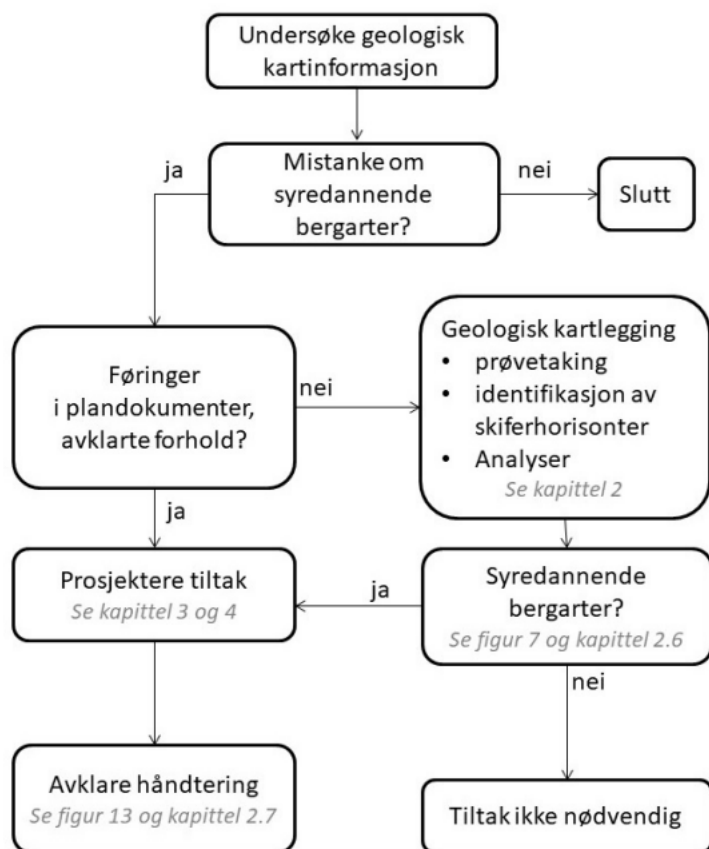
mengde sulfidmineraler. Imidlertid skyldes syredannelse også ikke-sulfidmineraler (f.eks. jarositt; Welch et al., 2008; Hagelia, 2023). Ulike sulfider kan også gi ulik temperaturrespons (Knoblauch et al., 2020). Videre kan H₂O₂ reagere med jern (oxyhydr)oksyder som hematitt, magnetitt, goethitt eller ferrihydritt (Molamahmood et al., 2022), noe som også ble observert i forbindelse med masterarbeidet til Karlsen (2023, data ikke vist) i regi av SFI-earthresQue.

4 Kartgrunnlag som gir indikasjoner om hvor jarositt eller forvitret bergarter oppstår

Første trinn for å identifisere sure bergarter er å samle informasjon fra geologiske kart. I et nylig gjennomført NGU-prosjekt, *Berggrunnsressurser og utfordringer i Kristiansand (BRUK)*, har Kristiansandsområdet blitt kartlagt med skala 1/50000 med fokus på identifisering av syredannende bergarter. I tillegg til et standard berggrunnskart, har foreløpig BRUK prosjektet som formål å lage tematiske kart med direkte relevans for infrastruktur og utbyggingsområder i Kristiansand kommune. Disse inkluderer aktsomhetskart over syredannende gneiser, svakhetssoner i berggrunnen, uraninnhold i berggrunnen, og kart over bergarters egnethet som ressurser. Andre norske kommuner har behov for slike kart, spesielt i områder under press fra byggevirksomhet. Kartlegging av bergartene vil også kunne informere om viktige observasjoner som forekomst av pyrittutfylling, jarositt, eller tilbøyelighet til forvitring.

5 Flytskjema som gjelder flere situasjoner

Per i dag mangler Agder veilederen, et flytskjema som oversetter anbefalingene i de innledende kapitlene og viser når man trenger ny geologisk kartlegging, hvor mange prøver man trenger å ta, hvilke tester burde gjennomføres, og om resultatene er tilstrekkelig for formålet eller om ytterligere karakterisering trengs. Et slikt flytskjema finnes i veiledningsmaterialet for svartskifere (Figur 3) og kunne utvides til å gjelde andre bergarter.



Figur 3 Flytskjema ved håndtering av syredannende bergarter i prosjekter, fra NGI, 2021

6 Kurs for innføring i veiledere

Ifølge SFI-earthresQue partner *Lindum* får de jevnlig forespørsler fra kunder om leveranse av avfall bestående av syredannende gneis. Enkelte konsulenter er godt kjent med metodene og krav til klassifikasjonsdokumentasjon før leveransene fra prosjektene kan leveres til deponi. Men ofte er de involverte konsulentene i prosjektet ukjent med retningslinjene, prøvetaking og klassifisering av syredannende gneis. Det hersker også usikkerhet om utførelse av testene hos utførende analyselaboratorium.

Erfaringen viser at det er behov for opplæring av både konsulenter, entreprenører og analyselaboratorium i karakterisering av syredannende bergarter. Etter en revisjon av gjeldende veileder anbefaler SFI-earthresQue at det gjennomføres kurs i veilederen slik at den lettere tas i bruk. Kursene kan eksempelvis tilbys gjennom Miljøringen, f.eks. inkludert i kursene om massehåndtering slik det gjøres per i dag for karakterisering og håndtering av svartskifermasser. [Kurs – Miljøringen \(miljoringen.no\)](https://miljoringen.no)

Referanser

Barnes, A., Pearce, S., Brookshaw, D., Roberts, M., & Mueller, S. Justification For Modification Of The NAG Test Method To Suit Varied Mining Waste Geochemical Characteristics On A Site-Specific Basis.

Hagelia Per, 2023. Sur avrenning frå rusta svovelførande gneiss, FoUI-prosjektet MilGRO 2022-2024, Statens Vegvesens Rapporter Nr. 9

Knobloch, M., & Lottermoser, B. G. (2020). Infrared Thermography: A Method to Visualise and Analyse Sulphide Oxidation. *Minerals*, 10(11), 933.

Maest, A. S., Kuipers, J. R., Travers, C. L., & Atkins, D. A. (2005) Predicting Water Quality at Hardrock Mines. *Methods and models, uncertainties and state-of-the-art*. Earthworks, Washington DC, USA.

MEND (2009). Prediction manual for drainage chemistry from sulphidic geological materials. MEND report 1.20.1.

Molamahmood, H. V., Geng, W., Wei, Y., Miao, J., Yu, S., Shahi, A., ... & Long, M. (2022). Catalyzed H₂O₂ decomposition over iron oxides and oxyhydroxides: Insights from oxygen production and organic degradation. *Chemosphere*, 291, 133037.

NGI, 2021. Rapport 20200680-01-R eller M-2105, Håndtering av potensielt syredannende svartskifer, Fagrapport til Miljødirektoratet

NGI, 2015. Rapport 20120842-01-R, Identifisering og karakterisering av syredannende bergarter, veileder for Miljødirektoratet

Prosjektgruppen for kontroll på svovelholdig avrenning i Agder, 2021. Retningslinjer for tiltak i områder med syredannende gneis.

Smart, R., Skinner, B., Levay, G., Gerson, A., Thomas, J., Sobieraj, H., Schumann, R., Weisener, C., & Weber, P. (2002). *ARD Test Handbook: Project P387A: Prediction and Kinetic Control of Acid Mine Drainage*. Environmental Geochemistry International Pty. Ltd., Ian Wark Research Institute.

Welch S. A., Kirste, D., Christy, A. G., Beavis, F. R., & Beavis, S. G. (2008). Jarosite dissolution II—Reaction kinetics, stoichiometry and acid flux. *Chemical Geology*, 254(1-2), 73-86.

Forskning



Privat sektor



Offentlig sektor



The earthresQue centre is a Centre for Research-based Innovation (SFI) funded by the Research Council of Norway. The centre will develop technologies and systems for sustainable handling and treatment of waste and surplus masses.



Senter for
forskningsdrevet
innovasjon

earthresQue