

Oppdragsgiver: **Stord Kommune**

Oppdragsnr.: **52408305** Dokumentnr.: **FOR-011**

Til: Stord Vatn og Avløp AS

Fra: Norconsult Norge AS

Dato 2026-01-30

► Ingeniørgeologisk premisskartlegging samt innledende geokjemiske undersøkelser

Innledning

Norconsult Norge AS er engasjert av Stord Vatn og Avløp AS i sammenheng med å etablere et nytt renseanlegg i det sørlige av Stord. I denne sammenheng er det plan om et fjelluttak til nytt renseanlegg rett vest for Skjersholmane Båthavn.

Dette notat presenterer den innledende geologiske kartlegging av området til videre planlegging av detaljene i forbindelse med å sprengne ut et anleggsareal.



Figur 1: Oversikt over kartleggingsområdet - fra www.norgeskart.no. Nord er opp i bildet

Områdebeskrivelse

Prosjektområdet i sørspissen av Stord rett vest for Skjersholmane fergekai og lystbåthavn. Området er i dag hovedsakelig planert og området brukes som øvelsesplass til trafikkskole(r). Eksisterende slamavskiller-anlegg er plassert i dette området i dag.

Mot sør- og øst dominerer en opp til 15m høy skjæring som er sprengt ut, hovedsakelig i fyllitt.

Den vestlige delen av området er underlagt grus og fremstår som i bruk til deponering av byggefirma.

Bak utsprenningen er det i hovedsak skogdekke.

Mot nord grenser området opp mot E39 som fører ned mot fergekai og lystbåthavn.



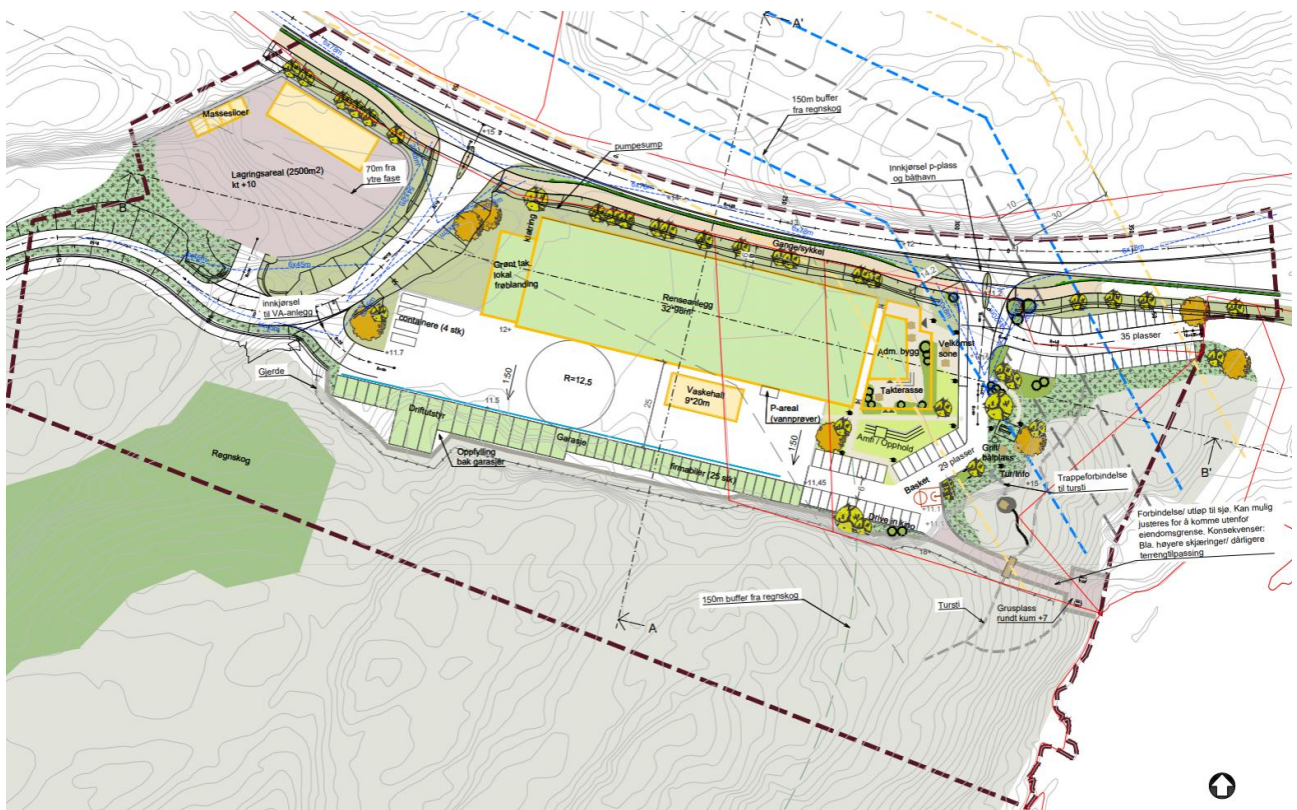
Figur 2: Høydeprofil av prosjektområdet - www.hoydedata.no. Nord er opp i bildet.

Planlagte tiltak

Utgående fra det planlagte anlegg vest for Skjersholmane Båthavn skal det etableres nytt renseanlegg med flere bygg, ledninger etc. (Fig. 3).

Det planlegges med berguttak og tilpasning av fjellsikringene til prosjektets endelige utforming. En av flere arbeidshypoteser er presentert i Fig 3. Den endelige dimensjoneringen og utforming er ikke ferdigprosjektert og det forventes optimalisering av konstruksjonenes endelige plassering og størrelse.

Det er i tillegg planer om å legge forskjellige ledninger fra prosjektområdet inn mot de andre tiltakene i prosjektet.

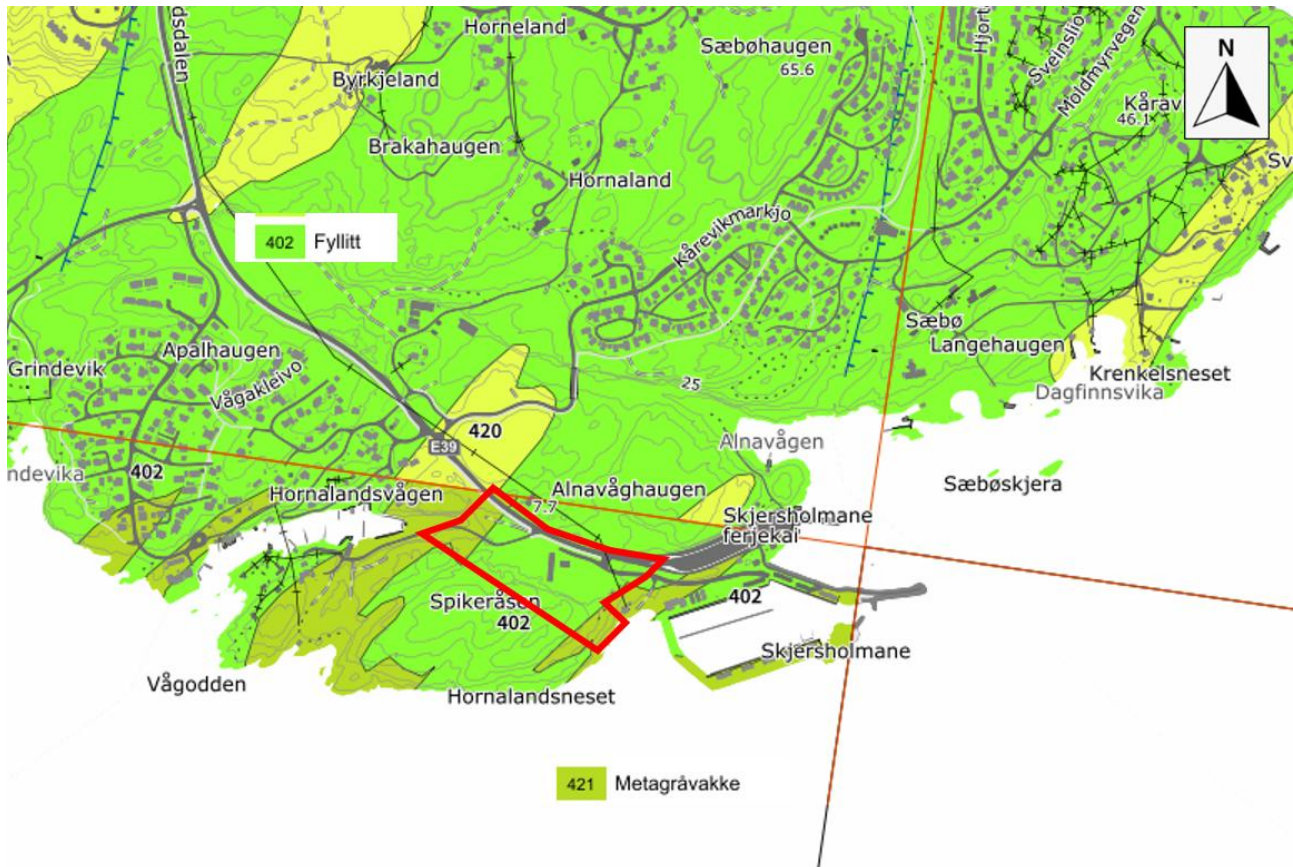


Figur 3: Utsnitt fra en iblant flere arbeidsmodeller - stand november 2025

Berguttak er på nåværende tidspunkt planlagt til mindre justeringer langs den eksisterende bergskjæringen (blå linje), planjusteringer til bygg til fundamentering og diverse grøfter til ledninger på tvers av prosjektet er mulige.

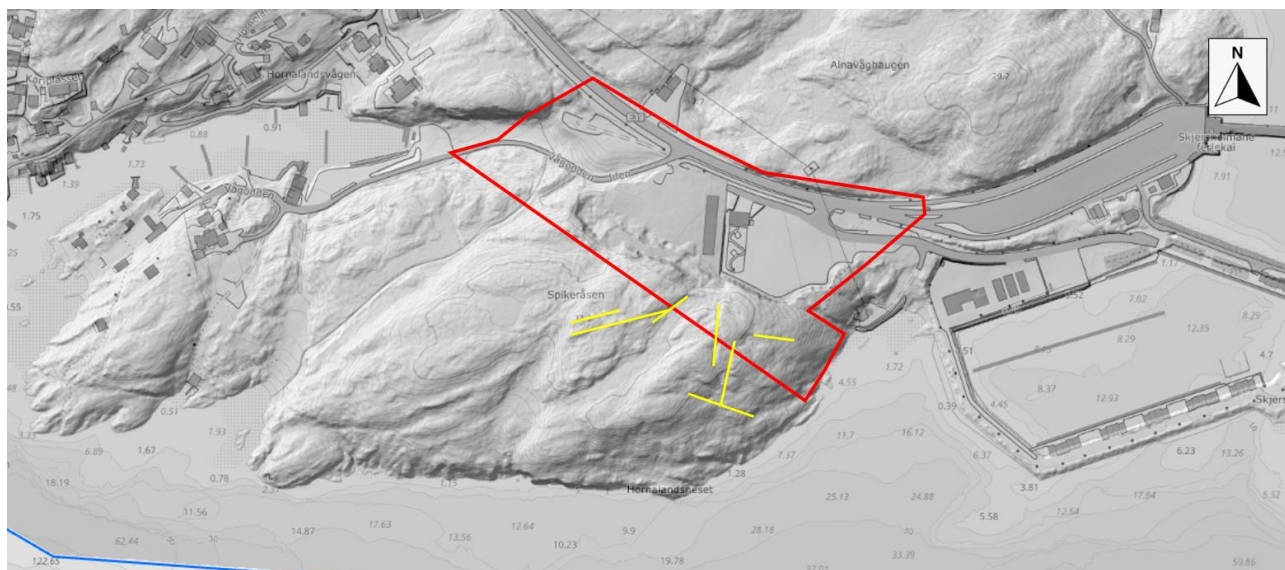
Geologi

Prosjektområdet er i NGUs berggrunnsdatabase kartlagt som fyllitt. I de vestlige og østlige ender av prosjekttomten fremstår kvartsrik metagråvakke, delvis med fyllittlag i veksel som fremtredende bergart (Fig. 4). Dette er i overenstemmelse med observasjoner fra prosjektområdet.



Figur 4: Utsnitt fra NGU sin berggrunnsdatabase i 1:50.000 - prosjektområdet markert med rødt omriss.

De dominerende geologiske strukturer i fyllitten, som er dominerende, viser tett til laminert sprekkestrukturer, og er nærmere beskrevet i avsnitt Observasjoner. En grov oversikt over sprekkenes orientering er vist i en grov interpretasjon fra områdets skyggerelieff (Fig. 5).



Figur 5: Grov strukturgeologisk interpretasjon på grunnlag av skyggerelieff fra området - www.hoydedata.no

Alt berguttak forventes å holde seg i den lokale fyllitten. Utakk i metagråvakken er det p.t. ingen konkrete planer om.

Fyllitt kan ha syredannende egenskaper, som kan føre til lav pH-verdi og forhøyde metallkonsentrasjoner i nedstrøms resipienter. For å undersøke fyllitten fra prosjektområdet nærmere, ble det utført geokjemiske analyser på representative prøver.

Observasjoner

Fyllitten som dominerer skjæringen fremstår i gjennomsnitt middelfast til massiv med lokalt relativt tynne, tette oppsprukne bånd i skjæringssoner. Foliasjonen er steilt stående og tett. Størstedels er sprekke, samt foliasjonen, lukket og det ble utover overflateforvitring ikke observert gjennomgående sprekkefyll innover i relevantt omfang.

Stedvis observeres folding i områder med sekundære kvartsbånd i fyllitten.

Det er en del jernoksid lokalt på fyllittens overflate, som henviser til geokjemisk forvitring (Fig. 6). I den sentrale delen fremstår fyllitten med overflatefarger i alle regnbuens nyanser, som minner om den kjemiske forvitring i alunskifer (Fig. 10).

I den sentrale delen av skjæringen er det over fyllitten en «utløper» av metagråvakke (Fig. 10 og 11). Samme metagråvakke dominerer den østlige delen av skjæringen. Folding og geokjemisk forvitring er ikke synlig i metagråvakken og holder seg utelukkende til fyllitten.

Oppdragsgiver: **Stord Kommune**

Oppdragsnr.: **52408305** Dokumentnr.: **FOR-011**



Figur 6: Steilstående (85°) foliasjon i fyllitten og tynnplattig nedfall i foten. Tydelig rustfarget jernoksid i deler – blikk mot sør.

Notat

Oppdragsgiver: **Stord Kommune**

Oppdragsnr.: **52408305** Dokumentnr.: **FOR-011**



Figur 7: Steil foliasjon i detalj - avflakking av mindre steinplater over tid vil fortsette.



Figur 8: Fylltitten står relativt massiv med steil foliasjon – forvittringsmasser i foten. Blikk i sør-sørøstlig retning.

Notat

Oppdragsgiver: **Stord Kommune**

Oppdragsnr.: **52408305** Dokumentnr.: **FOR-011**



Figur 9: Sekundær kvartsfylling er foldet og gir fyllitten fasthet flere steder



Figur 10: Ulike farger i fyllittens forvitring tyder på geokjemisk utskilling av ulike stoffer. Minner litt om alunskifer – se avsnitt omkring geokjemiske analyser – se også Figur 11.



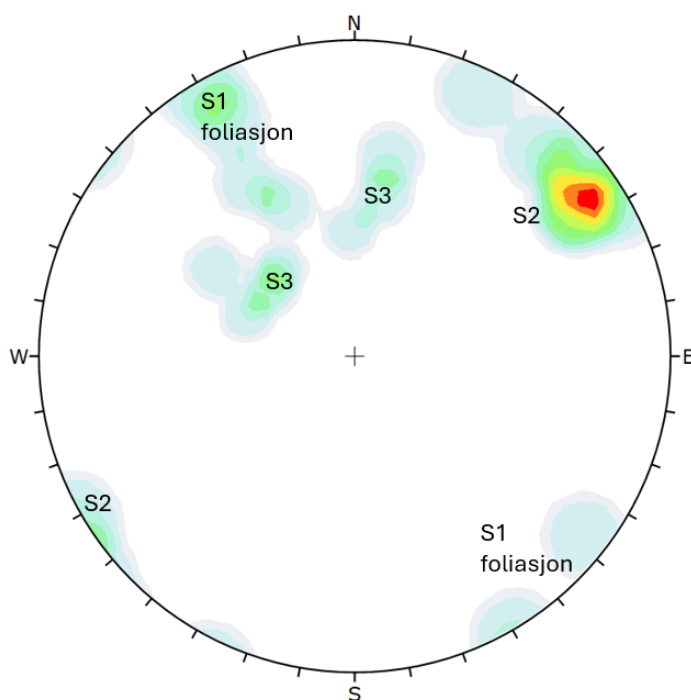
Figur 11: Mindre metagråvakke overlatt fyllitten i den sentrale delen av skjæringen – se også Figur 10.

Det er kartlagt tre ulike sprekkesystemer, hvorav den dominerende er dens steilstående foliasjon med gjennomsnittlig fall på 85° i sørøstlig retning (Figur 12). I tillegg kommer det sporadiske sprekker.

Sprekkene er generelt glatte og plan til bølgeformet. Det kunne fra yttersiden ikke identifiseres sprekkefyll av praktisk betydning på observerte sprekkeflater.

Hovedsprekkesett fra den store skjæringen mot sør (Figur 6)

| Sprekkesett | Orientering retning [grader] | Orientering fall [grader] |
|----------------|------------------------------|---------------------------|
| S1 - foliasjon | 150 | 85 |
| S2 | 281 | 70 |
| S3 | 019 | 85 |

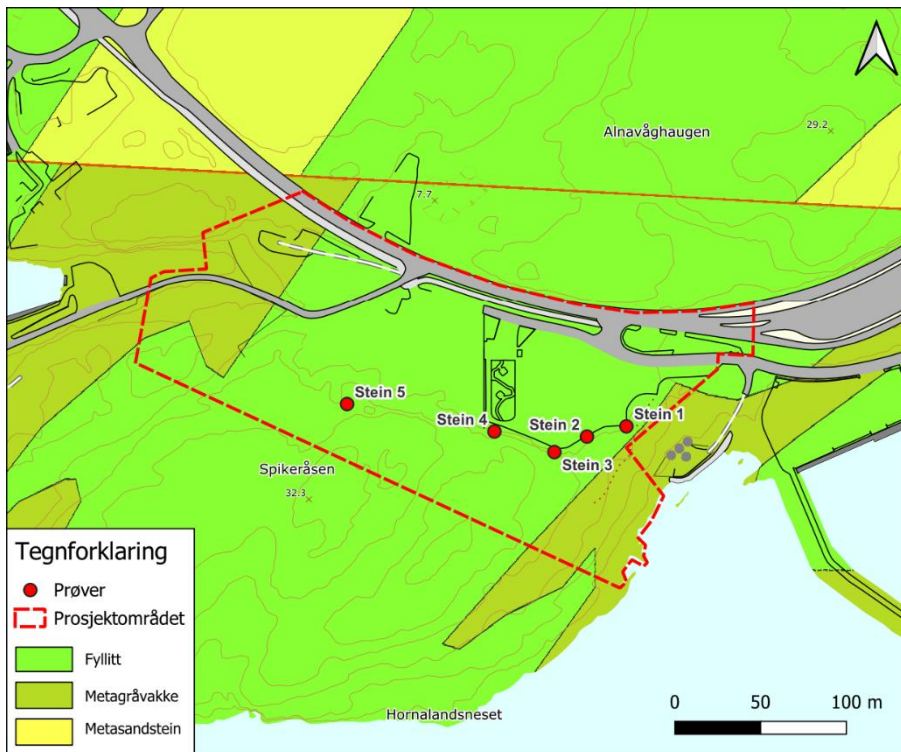


| Color | Density Concentrations |
|----------------------------------|------------------------|
| | 0.00 - 1.90 |
| | 1.90 - 3.80 |
| | 3.80 - 5.70 |
| | 5.70 - 7.60 |
| | 7.60 - 9.50 |
| | 9.50 - 11.40 |
| | 11.40 - 13.30 |
| | 13.30 - 15.20 |
| | 15.20 - 17.10 |
| | 17.10 - 19.00 |
| Contour Data Pole Vectors | |
| Maximum Density | 18.36% |
| Contour Distribution | Fisher |
| Counting Circle Size | 1.0% |
| Plot Mode Pole Vectors | |
| Vector Count | 18 (18 Entries) |
| Hemisphere | Lower |
| Projection | Equal Angle |

Figur 12: Sprekkeset fra fyllittskjæringen

Geokjemiske undersøkelser

Det ble den 30 juni 2025 tatt fem representative steinprøver fra fyllittskjæringen (se figur 13 for lokaliteter). Prøvene ble sendt til geokjemisk analyse for å få en innledende oversikt over fyllittens syredannende potensiale samt utlekkingspotensiale.



Figur 13: Prøvetakingslokaliteter.

Geokjemiske analyser av steinprøver ble utført hos ALS Laboratory Group Norway AS og bestemmelse av mineralogi ble utført hos X-ray Mineral Services Ltd. Tabell 1 viser en oversikt over prøver av kjerner og utførte geokjemiske analyser. For fullstendig analyserapport, se vedlegg 1.

Tabell 1: Oversikt over utførte kjemiske analyser.

| Prøvenavn | Totalkjemisk analyser | Klassifisering av syrepotensiale | Ristetest | Kolonnetest | Mineralogi |
|-----------|-----------------------|----------------------------------|-----------|-------------|------------|
| 1 Stein | X | X | | | X |
| 2 Stein | X | X | | | |
| 3 Stein | X | X | | | X |
| 4 Stein | X | X | | | |
| 5 Stein | X | X | | | X |
| 1-3-5* | | | X | X | |

*En blanding av materiale fra prøver 1 Stein, 3 Stein og 5 Stein.

Totalkjemiske analyser:

- «Alunskiferpakke» som måler det totale innholdet av 33 forskjellige grunnstoff inkludert svovel, karbon og uran.

Klassifisering av syrepotensiale

- NAGpH (NAG står for «net acid generation»)
- Paste pH

NAG-testen måler syredannelse etter at både syredannende og nøytraliserende reaksjoner er igangsatt samtidig. Testen utføres ved at hydrogenperoksid (H₂O₂) tilsettes prøvematerialet. Etter ca. 12 timer fjernes gjenværende H₂O₂ ved koking. Etter at væsken er avkjølt til romtemperatur måles pH (NAG pH) [1]. Paste pH er en analyse som gir en indikasjon på hvor lett tilgjengelig syrepotensialet er [2]. Dersom paste pH er over 6, er syrepotensialet vanskelig tilgjengelig, men kan utvikles over tid (ventetid) [3], [4]. Dersom paste pH er over 6 og NAGpH er over 4,5 er prøven klassifisert som ikke syredannende.

Utlekkingstester:

- Ristetest og kolonnetest iht. avfallsforskriften
- Analyse av eluatet for: arsen, antimon, selen, barium, kadmium, krom, kobber, kvikksølv, molybden, nikkel, bly, sink, klorid, fluorid, sulfat, pH, konduktivitet, løst organisk karbon (DOC) og suspendert stoff

Mineralogi og kjemisk sammensetning

Mineralogi av de tre analyserte prøvene er vist i tabell 2. Både mineralogi og kjemisk sammensetning (tabell 3) stemmer overens med det, som er forventet i en fyllitt. Sulfidholdige mineraler var påvist i en av tre prøver (pyritt i 5 Stein) og karbonatmineraler i to av tre (kalsitt i 1 Stein og 3 Stein).

Tabell 2: Mineralogi

| Prøve | Illitt+Mica | Kaolinitt | Kloritt | Kvarts | K-feltpat | Plagioklas | Kalsitt | Pyritt | Rutil |
|---------|-------------|-----------|---------|--------|-----------|------------|---------|--------|-------|
| 1 Stein | 29,9 | 0,0 | 20,2 | 33,8 | 0,0 | 14,5 | 0,5 | 0,0 | 1,1 |
| 3 Stein | 18,4 | 0,0 | 22,2 | 36,2 | 0,0 | 21,5 | 0,9 | 0,0 | 0,8 |
| 5 Stein | 33,3 | 0,0 | 18,4 | 26,9 | 0,0 | 18,9 | 0,0 | 0,7 | 1,8 |

Tabell 3: Innhold av hovedoksidier.

| Prøve | SiO ₂ (vekt %) | Al ₂ O ₃ (vekt %) | Fe ₂ O ₃ (vekt %) | CaO (vekt %) | Na ₂ O (vekt %) | K ₂ O (vekt %) | MgO (vekt %) | MnO (vekt %) | TiO ₂ (vekt %) | P ₂ O ₅ (vekt %) |
|----------|------------------------------|--|--|-----------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------|-----------------|------------------------------|---|
| 1 Stein | 62,2 | 14,8 | 7,02 | 0,204 | 2,59 | 2,78 | 3,61 | 0,156 | 0,764 | 0,102 |
| 2 Stein | 60,8 | 12,9 | 6,35 | 0,163 | 1,83 | 2,37 | 4,03 | 0,0868 | 0,746 | 0,0976 |
| 3 Stein | 60,5 | 14,4 | 6,49 | 1,21 | 2,05 | 2,76 | 3,98 | 0,142 | 0,811 | 0,123 |
| 4 Stein | 72,2 | 9,8 | 4,8 | 0,606 | 0,105 | 3,04 | 1,76 | 0,0677 | 0,519 | 0,074 |
| 5 Stein | 68,4 | 9,52 | 6,8 | <0,1 | 1,4 | 2,02 | 1,96 | 0,0451 | 0,7 | 0,0662 |
| Fyllitt* | 61,5±8,0 | 16,3±4,2 | 6,3±3,3 | 2,3±3,4 | 1,9±2,0 | 3,0±2,0 | 3,2±1,8 | 0,1±0,1 | 0,8±0,4 | 0,2±0,1 |

*Gjennomsnittlige konsentrasjoner hentet fra GeoRoc databasen [5]. Standardavvik er 1SD.

Vurdering av syrepotensiale

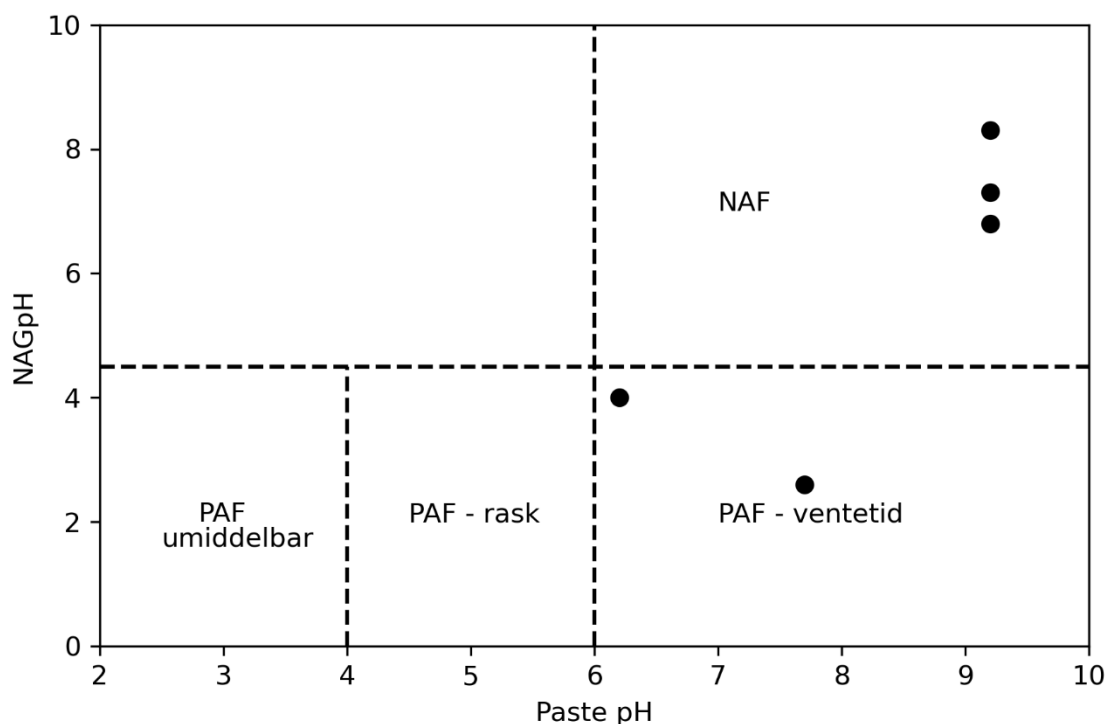
Resultater er vist i tabell 4. I henhold til klassifisering basert på NAGpH og paste pH foreslått av Weber et al. [3], er to av fem prøver klassifisert som ikke syredannende (NAF, figur 14). Disse tre prøvene hadde laveste svovelkonsentrasjoner, og det ble ikke påvist pyritt i mineralogi (tabell 2).

De andre to prøvene med høyere svovelkonsentrasjoner klassifiseres derimot som syredannende dog med ventetid. Dette betyr at sur avrenning tar tid til å utvikle seg og ikke skjer umiddelbart, når stein er eksponert til vann og oksygen. Prøve 4 *Stein* har en særlig høy konsentrasjon av svovel (20 900 mg/kg) og lav NAGpH (2,6). Urankonsentrasjonen er også høyere (11,3 mg/kg), men er fortsatt under grensen for stein som kan brukes som tilslag under bygg (12 mg/kg) [6]. Dessverre var mineralogien til denne prøven ikke undersøkt.

Resultatene viser at det er en stor variasjon i syrepotensiale i de undersøkte fyllittprøvene.

Tabell 4: Resultater av svovel, uran og NAG-testene. NAF betyr ikke syredannende og PAF betyr syredannende.

| Parameter | Enhet | Stein 1 | Stein 2 | Stein 3 | Stein 4 | Stein 5 |
|--------------------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Svovel | mg/kg | 1210 | 564 | 386 | 20900 | 3110 |
| Uran | mg/kg | 2,34 | 2,16 | 2,52 | 11,3 | 3,18 |
| NAGpH | - | 8,3 | 6,8 | 7,3 | 2,6 | 4,0 |
| Paste pH | - | 9,2 | 9,2 | 9,2 | 7,7 | 6,2 |
| ARD klassifisering | | NAF | NAF | NAF | PAF | PAF |



Figur 14: NAGpH mot paste pH [3]. NAF = ikke syredannende og PAF = potensielt syredannende.

Utlekkingstester

Vannforskriften definerer EQS-verdier (miljøkvalitetsstandard). For vann er det oppgitt to typer EQS-verdier: AA-EQS (årlig gjennomsnitt) og Mac-EQS (maksimal verdi). Mac-EQS er ment å gi beskyttelse for akutt eksponering mens AA-EQS er ment å gi beskyttelse for kronisk eksponering. For en konservativ vurdering er konsentrasjoner fra utlekkingsstester sammenlignet med AA-EQS.

- Av de åtte metallene som har grenseverdier i vannforskriften var arsen, kobber, nikkel og sink påvist i eluatet fra ristetester. Påviste konsentrasjoner var over AA-EQS.
- Arsen, kobber, nikkel, sink og kadmium ble påvist i eluatet fra kolonnetest. Arsen, sink og nikkel overskrider AA-EQS.
- Det kreves minst faktor 20 fortykning for å komme under AA-EQS verdiene for alle metallene.

I kontakt med en sjøresipient er det rimelig å forvente minst en faktor 10 fortykning, mer om resipienten er stor og eksponert. Merk at utlekkingsforsøk var gjennomført i deioniserte vann og utlekking kan være annerledes i sjøvann. Utlekkingstestene med sjøvann utført på fyllitt fra Stavangerområdet har også påvist utlekking av arsen, nikkel og sink. Merk også at resultatene ikke nødvendigvis er representative for bergpartier som prøve 4, hvor svovel konsentrasjon er høyere.

Tabell 5: Eluatkonsentrasjoner fra riste- og kolonnetest utført i deioniserte vann. Verdier over AA-EQS (kystvann) er fremhevet med fet skrift. For parametere hvor det er registrert en overskridelse av AA-EQS i minst en av prøvene er det beregnet hvilken fortykningsfaktor som må til for prøven med den høyeste konsentrasjonen for at konsentrasjonen ikke lenger overstiger AA-EQS.

| | Arsen | Bly | Kadmium | Kobber | Krom | Kvikksølv | Nikkel | Sink |
|-------------------|-------------|------|---------|------------|------|-----------|-------------|-------------|
| | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l | µg/l |
| Ristetest | 3,2 | <1 | <0,2 | 9,1 | <5 | <0,01 | 12,1 | 54,2 |
| Kolonnetest | 1,27 | <0,1 | 0,091 | 0,27 | <0,5 | <0,001 | 94,9 | 65,1 |
| AA-EQS | 0,6 | 1,3 | 0,2 | 2,6 | 3,4 | 0,047 | 8,6 | 3,4 |
| Fortynningsfaktor | 5,3 | - | - | 3,5 | - | - | 11,0 | 19,1 |

Ingeniørgeologiske vurderinger

Fyllitten langs skjæringen til mindre uttak fremstår fra massiv til tett oppsprukket. Sprekkeflatene er generelt glatte og plan til let bølgeformet, mest lukket og det ble ikke observert noen sprekkefyll utover lokalt mindre lag av jernoksider som del av den vanlige overflateforvitring fra yttersidene. RQD varierer fra massive >80% til RQD 0 i de tett oppsprukket tynne soner på tvers av skjæringen og den fritt tilgjengelige fyllitten over skjæringskanten i toppen. Samlet sett vurderes bergmassen å ha en middels kvalitet i størstedelen av skjæringen og forventes å være godt håndterbar ved sprengning eller pigging.

Sikringsbehovet av skjæringen forventes å være moderat etter uttak. Boltesikring og nettsikring må forventes. Mulig behov for sprøytebetong stedvis med systematisk bolting kan ikke utelukkes.

Det er ikke kjennskap til planlagte tiltak i metagråvakken. Dersom det blir aktuelt, vil situasjonen iht. planlagte tiltak og plassering av bygg og ledninger kunne vurderes i detalj.

Veiledende anmerkninger til Forprosjektfasen

I starten av neste fase skal det utarbeides en ingeniørgeologisk prosjektering til forprosjektfasen. Foreliggende notat kan legges til grunn for videre vurderinger herunder utforming av bergskjæringer og videre vurdering av aktuelle tiltak for permanent bergsikring. Det må regnes med behov for permanent sikring til de eksisterende og de planlagte bergskjæringer. For videre arbeider vil det også være viktig å

kartlegge tillatte grenseverdier for kritiske komponenter i eksisterende anlegg som grunnlag for vurdering av metodikk og gjennomførbarhet for uttak av bergmasse.

Ledningsgrøfter i begrenset dybder vurderes å kunne pigges eller sprenges uten større utfordringer. Men det vil være behov for dialog i neste fase med Statnett ift. rystelseskrav tilderes nettanlegg.

Geokjemiske vurderinger

Det er stor variasjon i syredannende potensiale i de undersøkte prøvene. Tre av fem klassifiserer som ikke syredannende med lavt svovelinnhold og ingen påviste sulfidmineraler, mens to av fem har betydelig høyere svovelkonsentrasjoner og klassifiseres som potensielt syredannende. I de to prøvene, hvor det var påvist syredannende berg, var det tegn til kjemisk forvitring med utfelling (se figur 6 og figur 10). Merk at resultatene representerer overflateprøver og er ikke nødvendigvis representative for berget som skal sprenges ut. Dette bør følges opp av fagkyndig i de videre prosjektfasene.

Syredannende berg er definert som forurenset grunn i henhold til forurensningsforskriften kapittel 2, og det er dermed krav om en godkjent tiltaksplan for forurenset grunn jf. § 2-6 før terrenginngrep kan starte.

Dersom forurensete overskuddsmasser skal mellomlagres og/eller disponeres utenfor tiltaksområdet, i stedet for å leveres til et lovlig avfallsanlegg, krever dette ytterligere søknad om unntak og tillatelser:

- **Mellomlagring og permanent disponering** av slike masser utenfor tiltaksområdet krever en tillatelse jf. forurensningsloven § 11.
- **Permanent disponering utenfor tiltaksområdet** krever også unntak fra forurensningsforskriften § 2-5.
- **Dersom disponeringen ikke er å anse som gjenvinning**, kreves i tillegg et unntak fra forurensningsloven § 32.

På generelt grunnlag bør ikke disponering av slike masser skje i nærhet av viktige naturverdier eller sårbare resipienter. Ved disponering av fyllitt som regnes som forurenset masse, må det gjennomføres tiltak for å hindre forurensning som er til skade eller ulempe for miljøet. Massene som disponeres på land bør kun disponeres i områder hvor berggrunnen er fyllitt.

Dersom sprengt stein skal brukes til utfylling i sjø, krever dette som hovedregel tillatelse etter forurensningsloven jf. § 11. Dette gjelder uavhengig om fyllittmassene defineres som forurenset eller ikke forurenset. Dersom det er aktuelt med utfylling av masser i sjø, bør det utføres spredningsmodellering for å bekrefte at det er nok fortynning (over faktor 20), for å hindre at metallkonsentrasjoner i resipient overskrider miljøkvalitetsstandard på grunn av utlekking. Utlekkingstestene bør også gjentas med lokalet sjøvann på uforvitret berg. Det kan være aktuelt å stille krav til overvåking i vann, og eventuelt barrierer mot sjø med rene masser.

Oppdragsgiver: **Stord Kommune**

Oppdragsnr.: **52408305** Dokumentnr.: **FOR-011**

Referanser

- [1] Ian Wark Research Institute og Environmental Geochemistry International, «ARD Test Handbook. Prediction & kinetic control of acid mine drainage». AMIRA International, 2002.
- [2] W. A. Price, «Prediction manual for drainage chemistry from sulphidic geologic materials. MEND Report 1.20.1». MEND Program, 2009.
- [3] P. A. Weber, J. B. Hughes, L. B. Conner, P. Lindsay, og R. S. C. Smart, «Short-term acid rock drainage characteristics determined by paste pH and kinetic NAG testing: Cypress Prospect, New Zealand», presentert på 7th International Conference on Acid Rock Drainage (ICARD), St. Louis, MO: American Society of Mining and Reclamation (ASMR), 2006, s. 2289–2310.
- [4] A. Parbhakar-Fox, N. Fox, R. Hill, T. Ferguson, og B. Maynard, «Improved mine waste characterisation through static blended test work», *Miner. Eng.*, bd. 116, s. 132–142, 2018.
- [5] Max Planck Institute for Chemistry, «GEOROC. Geochemistry of Rocks of the Oceans and Continents». [Online]. Tilgjengelig på: <http://georoc.mpch-mainz.gwdg.de/georoc/Start.asp>
- [6] NGU, «Radon fra pukk. Grenseverdier og prøvetaking». 2015.

Vedlegg

Vedlegg 1 – Analyserapport ALS Laboratory Group Norway AS

| | | | | | |
|----------------|-------------|--|-------------------|-----------------------|-----------------|
| J03 | 2026-01-30 | For bruk | | AneDam | Torstein Dalen |
| D02 | 2025-12-19 | Innledende geologisk og geokjemisk kartlegging | KlaChr, RutVin | AneDam | Torstein Dalen |
| Versjon | Dato | Beskrivelse | Utarbeidet | Fagkontrollert | Godkjent |

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.