

► Øksenelvane - Ingeniørgeologisk rapport - Forespørselsdokumenter bygg

Sammendrag/konklusjon

SFE Produksjon AS planlegger å bygge Nye Øksenelvane kraftverk. Prosjektområdet ligger ved Ålfoten i Bremanger kommune i Vestland. Kraftverket skal utnytte ca. 385 m fallhøyde. Rapporten tar for seg ingeniørgeologiske forhold. Anlegget omfatter driving av ny adkomsttunnel med ca. 450 m lengde, omtrent parallell og like lang utløpstunnel og kraftstasjon i berghall. Tilløpstunnelen, ca. 2,1 km lang, skal drives fra konusområde med stigning 1:6 mot et nytt inntak som etableres på tørt ved nedtapping i eksisterende magasing, Storevatnet.

Opplysninger i denne rapporten er kun veiledende og må ses i sammenheng med hvilket grunnlag denne er utarbeidet på. Avvik så som antall registrerte svakhetssoner, sprekkeretninger, bergartsgrenser mm. må regnes med.

Rapporten er utarbeidet på bakgrunn av: tilgjengelig grunnlagsmateriale og befarung i området i mai 2023.

Generelt består berggrunnen i prosjektområdet av kompetente sedimentære bergarter, i hovedsak sandstein og konglomerat. Det antas at disse bergartene vil gi brukbare til gode driveforhold for tunneler og kraftstasjonshall. Tunnelene vil krysse flere terreng-lineamenter og tilsvarende forventes tunnelen å krysse soner med økt grad av oppsprekking og mindre svakhetssoner, noe som vil kunne gi mer krevende driveforhold.

Registrerte svakhetssoner og sprekkeretninger er tegnet på ingeniørgeologisk tegning G-100 i vedlegg 1.

B01	2023-08-25	For kommentarer hos SFE	Eirikur Freyr Einarsson	Håkon Walter Bjørnsrud	Mats Breien Haugen
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. 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.

Innhold

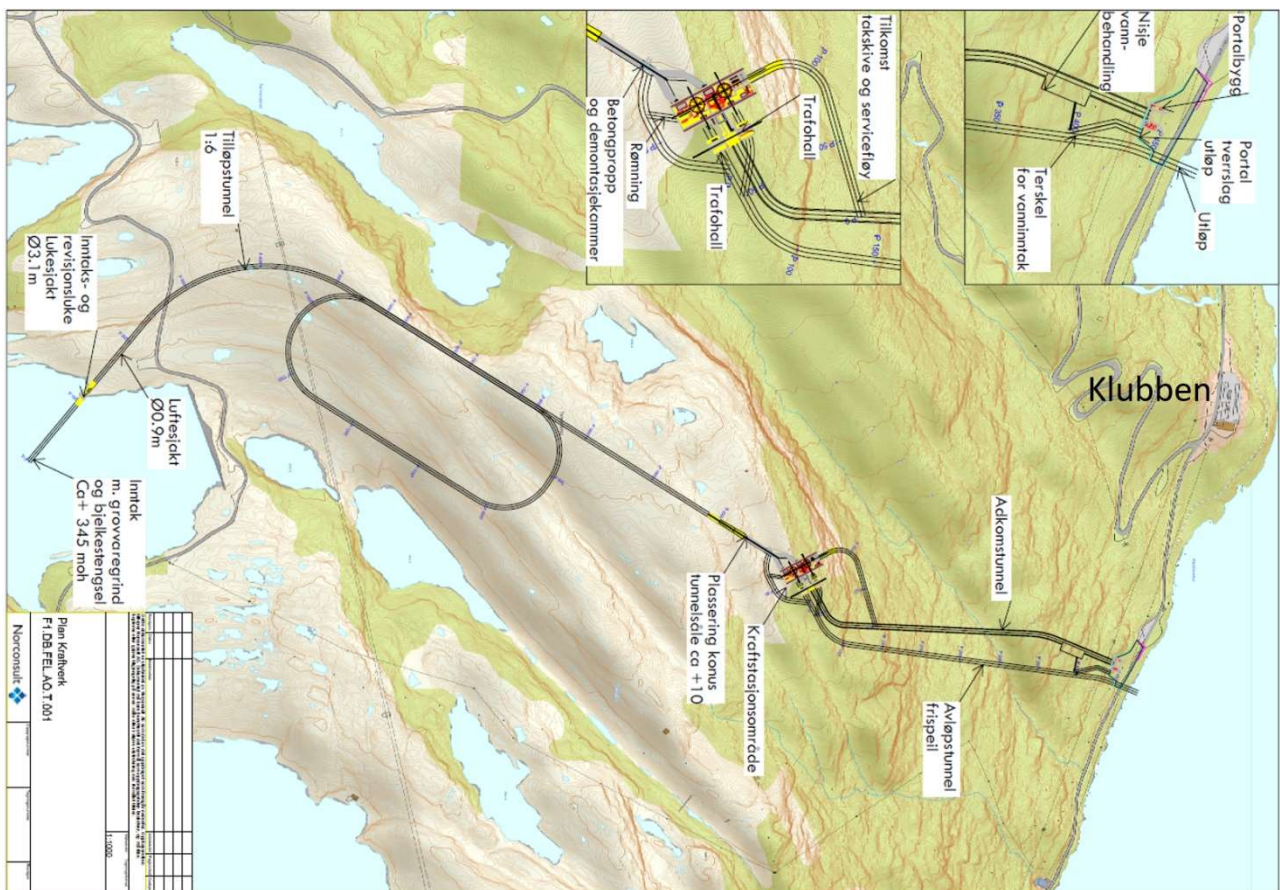
1	Innledning	3
2	Prosjekteringsunderlag	4
3	Grunnforhold (observasjoner og kartgrunnlag)	5
3.1	Topografi, løsmasser og vegetasjon	5
3.2	Regionalgeologi	6
3.3	Bergarter og detaljoppsprekking	7
3.3.1	Påhugg for adkomsttunnel:	7
3.3.2	Ved magasinet (Storevatnet)	8
3.4	Svakhetssoner/sprekkesoner	11
3.5	Grunnvannsforhold	13
3.6	Innlekkasjer	13
3.7	Bergspenninger	13
3.8	Fjellbrønner	13
3.9	Skredfare, registrerte hendelser og aktsomhetsområde	13
4	Ingeniørgeologiske vurderinger (tolkningsdel)	16
4.1	Bergmasse langs tunnelsystemet	16
4.2	Bergspenningsnivå	16
4.3	Bergsikring og stabilitet	16
4.4	Innlekkasje og injeksjon	17
4.5	Adkomsttunnel	17
4.6	Utløp	18
4.7	Avløpstunnel	18
4.8	Bergspenningsmålinger og plassering av konus	18
4.9	Kraftstasjonsområde	19
4.10	Tilløpstunnel/trykktunnel	19
4.11	Inntak og lukesjakt	19
4.12	Skredfare	20
5	Referanser	20

1 Innledning

SFE Produksjon AS planlegger å bygge Nye Øksnelvane kraftverk. Prosjektområdet ligger ved Ålfoten i Bremanger kommune i Vestland. Kraftverket skal utnytte ca. 385 m fallhøyde. Eksisterende kraftverket ble satt i drift i 1953 og er eid av SFE.

For skisse av tunnelsystemet, se Figur 1. Adkomsttunnel skal drives fra et påhugg like øst for Klubben og vil ha en lengde på ca. 450 m inn til kraftstasjon i berg. Avløpstunnelen skal ligge parallelt med adkomsttunnel og er omtrent like lang. Tilløpstunnelen skal drives med stigning 1:6 fra konus (ca. 10 moh) og opp mot inntaket som ligger ca. 345 moh, noe som gir en total lengde på litt over 2 km.

Denne rapporten gir en ingeniørgeologisk beskrivelse og vurdering av grunnforholdene ved påhuggsområder, utløp, inntak, revisjonsluker samt tunneler og bergrom.



Figur 1. Oversiktskart over tunnelsystem ved Nye Øksnelvane Kraftverk

2 Prosjekteringsunderlag

Det foreligger et forprosjekt med to ingeniørgeologiske notater, som begge er utarbeidet av Sweco i 2021:

- Ref. [1], vurdering av stabilitet i eksisterende kraftstasjon
- Ref. [2], vurderinger for nytt anlegg

Norconsult utførte ingeniørgeologisk befaring v/ Eirikur Freyr Einarsson den 9. mai 2023 (undertegnede) sammen med senioringeniør, prosjekt Per Egil Eide (SFE-bygg). Hensikten med befaringen var generell ingeniørgeologisk kartlegging og verifikasjon av tidligere kartlegging og vurderinger. Under befaringen var magasinet (Storevatnet) nedtappet (til ca. 341 moh). Samme dag ble det utført prøvegraving ved planlagt inntak, for resultater se Figur 7 og Figur 8 og avsnitt 4.11.

GeoPhysix har gjennomført refraksjonsseismiske undersøkelser i sjø for kartlegging av løsmassetykkelse og fjellkvalitet for deponering av masser i sjø, ref. [3]. Resultatene omtales kort i avsnitt 3.1.

I tillegg til befaringen og notater referert til over ble det benyttet diverse nettbaserte informasjon og kartgrunnlag. Det refererer spesielt til følgende plattformer:

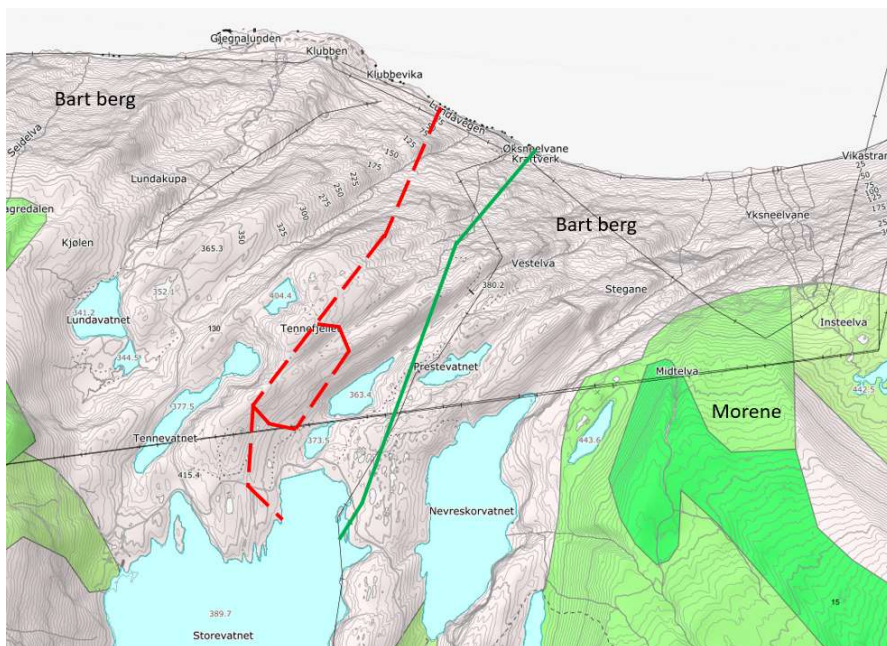
- *NGU sine kart* (www.ngu.no) for diverse geologiske kart
- *NVE Atlas* (atlas.nve.no) for naturfarekartlegging, aktsomhetskart, skredhistorikk og terrenginformasjon.
- *Høydedata* (www.hoydedata.no) for vurdering av terrengformasjon
- *Norgeskart* (www.norgeskart.no) for kartgrunnlag
- *Finn* (www.finn.no) for kart og flere «historiske» flyfoto

3 Grunnforhold (observasjoner og kartgrunnlag)

3.1 Topografi, løsmasser og vegetasjon

Anlegget skal etableres i en bratt fjellside med omtrent 40° fall mot NNØ, se Figur 2. Fjellsiden blir gradvis brattere mot øst, i retning mot eksisterende kraftverk. Fra fjorden og opp mot ca. 250 moh. er terrenget hovedsakelig dekket med busker, trær og annen vegetasjon. På fjellet er det stort sett bart berg i dagen og svaberg ved de tallrike innsjøene. Dalsiden stiger med ganske jevn helning opp mot 350-400 moh. og videre oppover flater terrenget ut og blir småkupert.

Figur 2 er utklipp fra løsmassekart. Generelt er det lite løsmasser i prosjektområdet. Terrenget er formet av istidens erosjon som gjør at strukturene i bergmassen blir markante. Terrengformer med gjel i dalsiden og lave rygger på fjellet med retning NØ til NNØ gjenspeiler det dominerende sprekkesettet / lagdelingen i bergmassen.

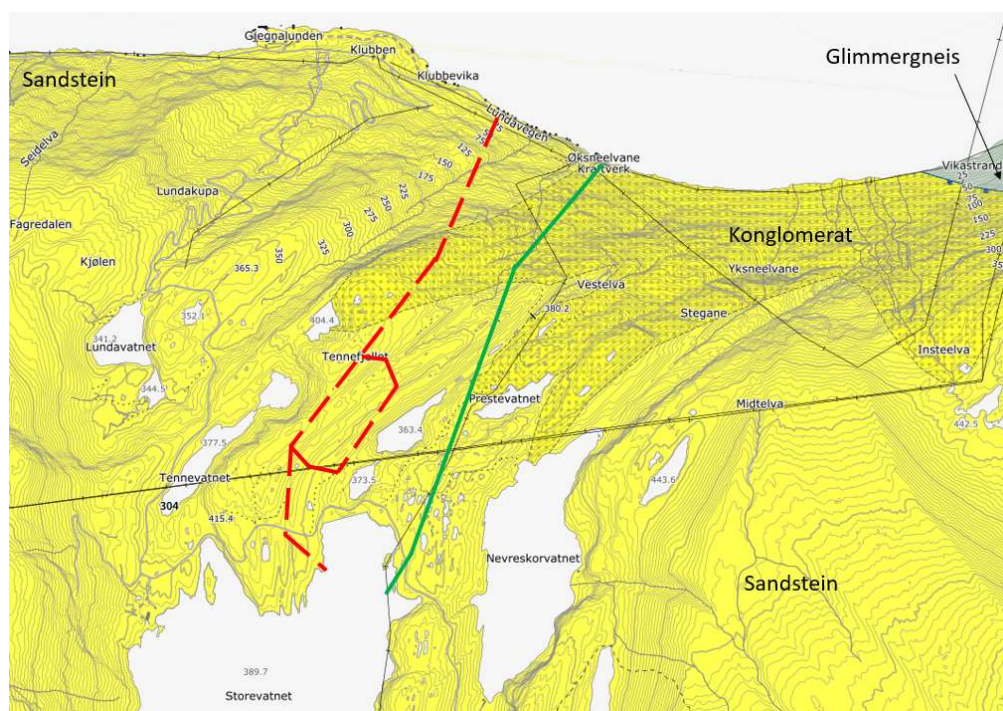


Figur 2. Løsmassekart fra NGUs nettside. Tunnelsystem for planlagt anlegg grovt skissert med rødt og eksisterende anlegg med grønt.

Øst for Klubbekvika er det planlagt å deponere masser i sjø. Seismiske undersøkelser på havbunnen i området fra land og ca. 100 m ut ble utført våren 2023, ref. [3]. Resultatene viser at generelt heller havbunnen ganske jevnt mellom 30 til 35°. I området ble det registrert løsmassedecke over fast berg. Løsmassene har generelt relativt høy lydshastighet, antakelig morene eller tilsvarende. Mektighet løsmasser varierer noe men generelt øker den gradvis mot øst, retning eksisterende kraftverk. Mot Klubbekvika ble det registrert beskjedent med løsmasser. Det registreres fra 2-17 m masser i siste profil, i østre del av undersøkelsesområdet.

3.2 Regionalgeologi

Figur 3 viser utklipp fra berggrunnskart. Generelt består berggrunnen i prosjektområdet ved Øksnelvane av kompetente sedimentære bergarter. Bergartsformasjonen er en del av et skyvedekke som ligger over eldre gneisbergarter (vises lengst til høyre i figuren). De sedimentære bergartene består hovedsakelig av sandstein [2], men i nedre deler ved eksisterende kraftverk og ved planlagt påhugg for adkomsttunnel er det observert konglomerat.

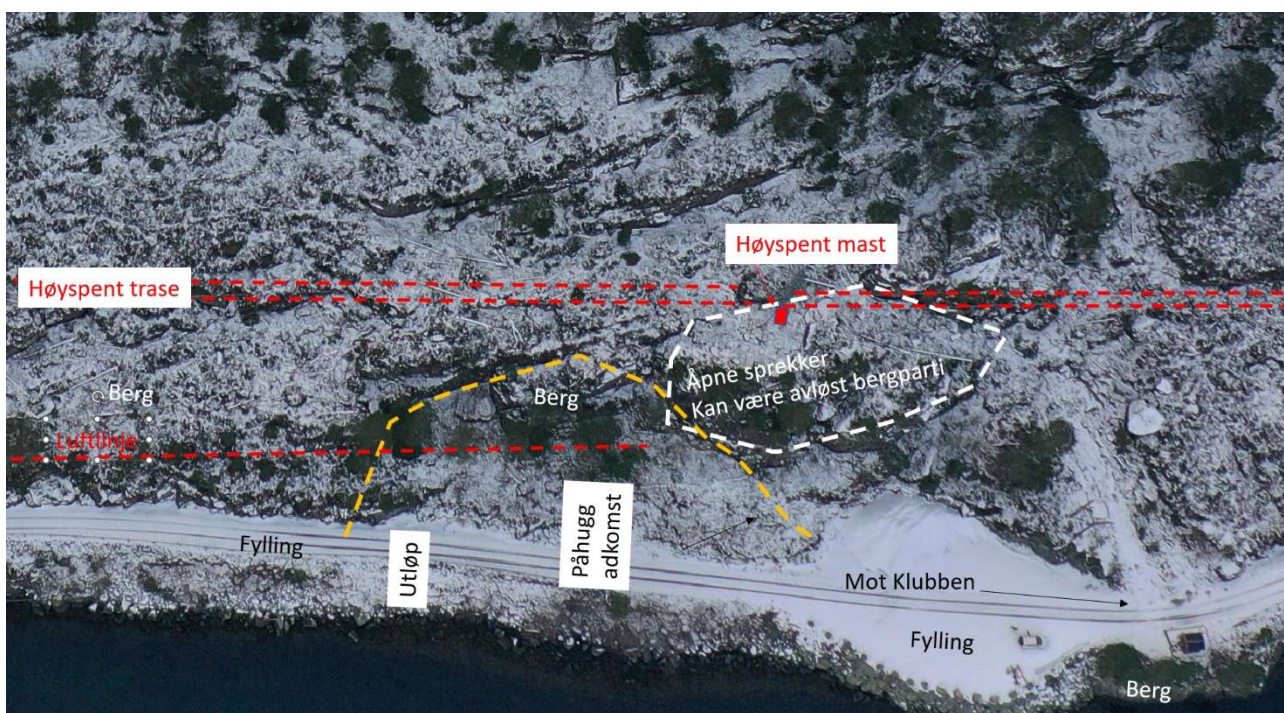


Figur 3. Berggrunnskart fra NGUs nettside, målestokk 1:250 000. Tunnelsystem for planlagt tunnelsystem er grovt skissert med rødt og eksisterende anlegg i grønt.

3.3 Bergarter og detaljoppsprekking

3.3.1 Påhugg for adkomsttunnel:

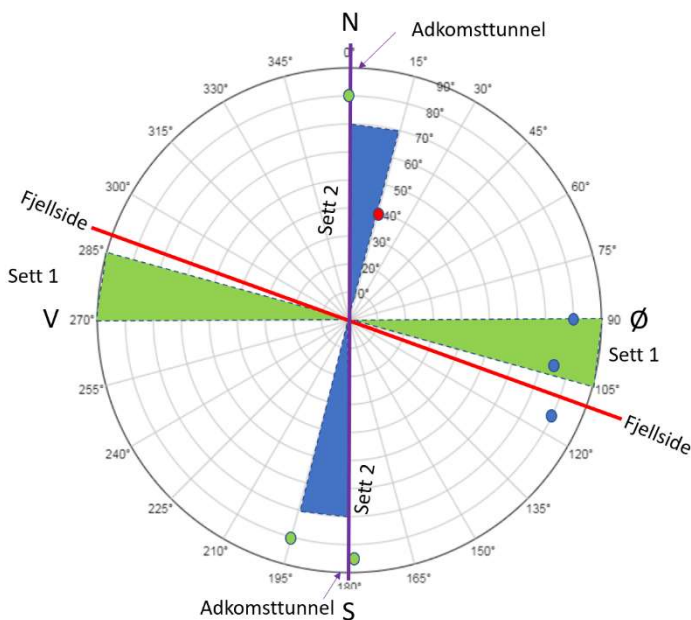
Dronebilde for påhuggsområdet vises i Figur 4. Konglomerat bergart i nedre deler av prosjektområdet fremstår som mer kompetent og mindre oppsprukket, der lagdelingen ikke er like fremtredende. Berget er generelt moderat til lite oppsprukket med 2 dominerende sprekkesett, samt noe villsprekker. Typisk er sprekkenes steile og både bølgete og ru. Sprekkeavstand er typisk 1-5 m, men tettere lokalt.



Figur 4. Dronebilde, situasjon ved påhugg og utløp. Den oransje stiplede linje viser omtrentlig uttak (fotavtrykk).

Berget fremstår som meget solid og er antatt å ha høy styrke. Figur 5 og beskrivelsen under gir oversikt over detaljoppsprekking:

- **Sett 1 (grønn);** Steile gjennomgående sprekker med orientering omtrent langs fjellsiden (Ø-V). Faller typisk 80-90°, enten mot fjorden (N) eller innover i fjellet (S).
- **Sett 2 (blå);** Steile gjennomgående sprekker med orientering omtrent normalt fjellsiden (N-S). Faller typisk 75-90° grader mot øst.



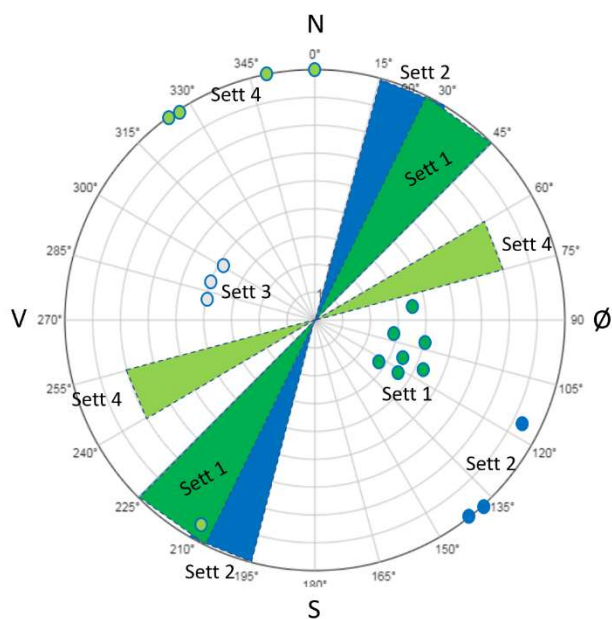
Figur 5. Sprekkerose/stereonet som demonstrerer trend til sprekker (grønn og blå) i området ved planlagt påhugg. Ringene (grønn og blå) angir fallretning og fall til respektive sett. Omtrentlig retning til fjellsiden vises med rød (omtrent 40° fall m NNØ) og traseen til planlagt adkomsttunnel med lilla.

3.3.2 Ved magasinet (Storevatnet)

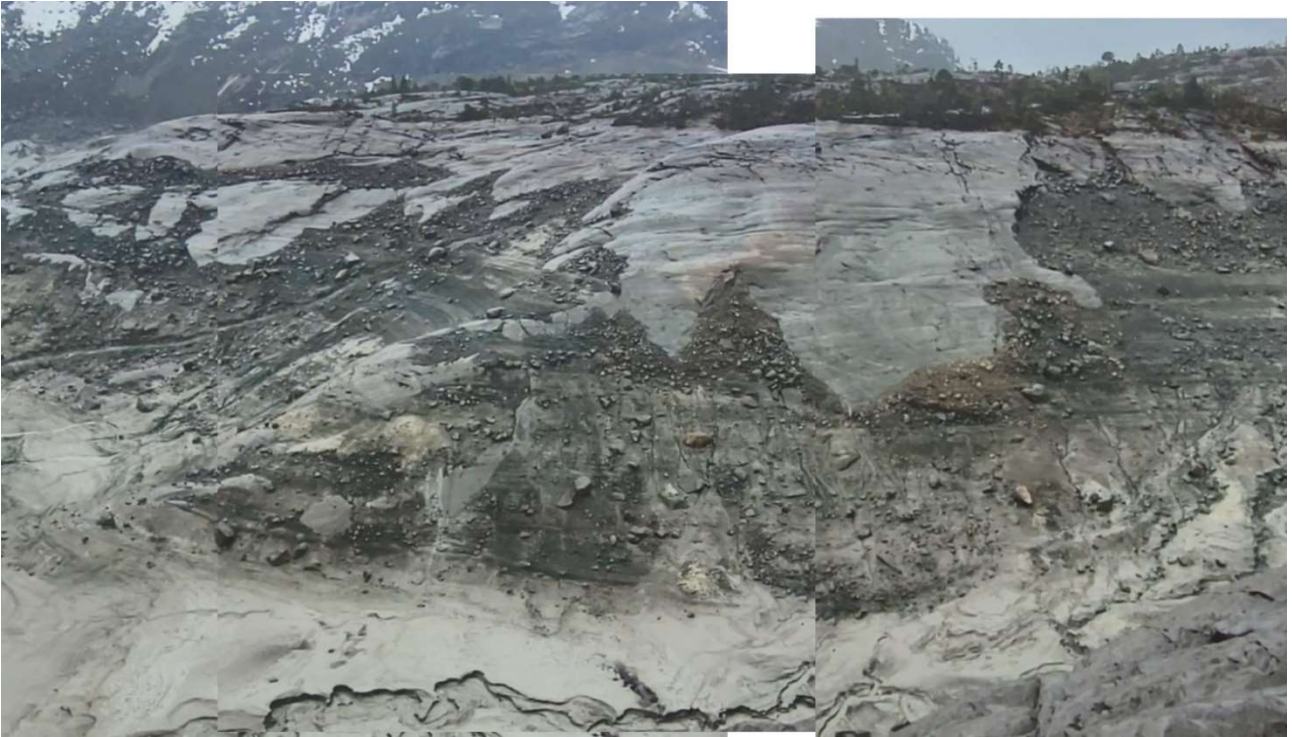
Ved Magasinet er det lagdelt sandstein og oppsprekking langs lagdelingen er den dominerende sprekeretningen med strøk mot NNØ og fall 25-50° mot øst. I tillegg er det registrert flere sprekkese, noe som gir en typisk oppsprekking med firkantede blokker. Dette kan blant annet sees i bergskjæringene langs vegen til kraftstasjonen som følger fjorden. SFE opplyser at berget i dagen relativt lett går i oppløsning/løsner ved pigging, blant annet grunnet tett oppsprekking.

Sandsteinen har tilsynelatende høy styrke, men er moderat og stedvis tett oppsprukket med en fremtredende lagdeling. Det er registrerte tre til fire dominerende sprekkese. Sprekkeavstand er typisk 0,5-3 m, men lokalt tettere. Sprekkene er typisk bølgete og glatte. Figur 6 gir oversikt over detaljoppsprekking:

- **Sett 1 (grønn)**; Oppsprekking langs lagdeling. Ved magasinet faller sprekke med 25-50° omtrent mot øst (N80-90°Ø). Lengre mot nor, over tilløp og kraftstasjon, er fallet omtrent mot NØ (stemmer overens med ref. [2]).
- **Sett 2 (blå)**; Steile gjennomgående sprekker med orientering omtrent NNØ-SSV. Faller typisk 80-90° grader mot øst.
- **Sett 3 (grå)**; Steile gjennomgående sprekker med orientering omtrent langs fjellsiden (Ø-V). Faller typisk 80-90°, enten mot fjorden (N) eller innover i fjellet (S).
- **Sett 4 (lyse grønn)**; Steile gjennomgående sprekker med orientering omtrent normalt fjellsiden (N-S). Faller typisk 75-90° grader mot øst.



Figur 6. Sprekkerose/stereonet som demonstrerer trend til sprekker i øvre del av prosjektområdet. Ringene (grønn og blå) angir fallretning og fall til respektive sett.



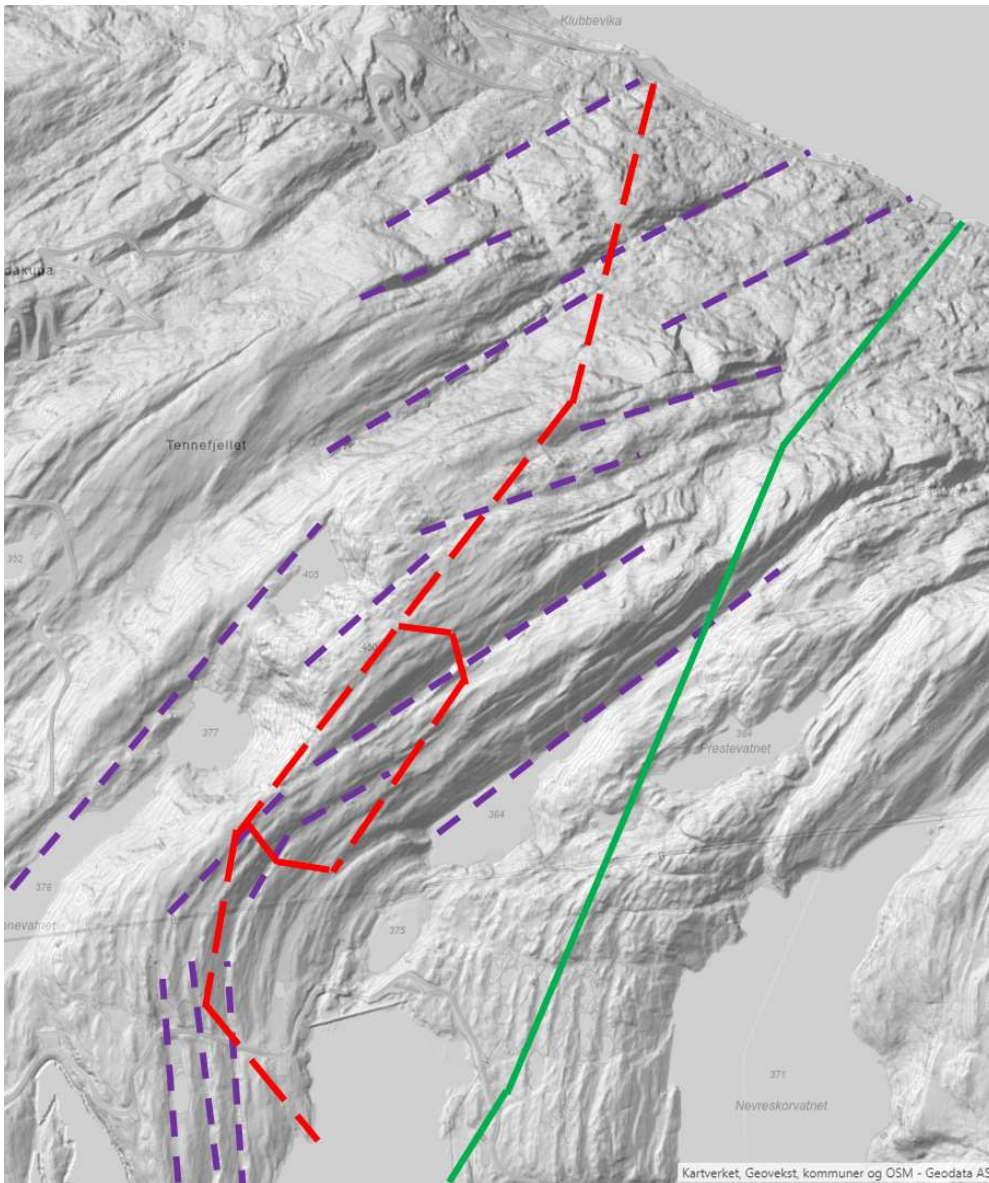
Figur 7. S sammensatt bilde tatt fra det gamle inntaket mot det nye (retning vest). Magasinet var nedtappet under befaringen. Gjennomslag mot magasin er planlagt i bergryggen nederst til venstre i bildet.



Figur 8. S sammensatt bilde, prøvegraving ved inntaket.

3.4 Svakhetssoner/sprekkesoner

Siden berget er stort sett bart i dagen kommer de geologiske strukturene tydelig frem i terrengoverflaten. Som vist i Figur 9, er det flere parallelle og markerte lineament i sandsteinen og i konglomerateten som er orientert med fall mot sørøst. Mot inntaket snur fallretningen omtrent mot øst.

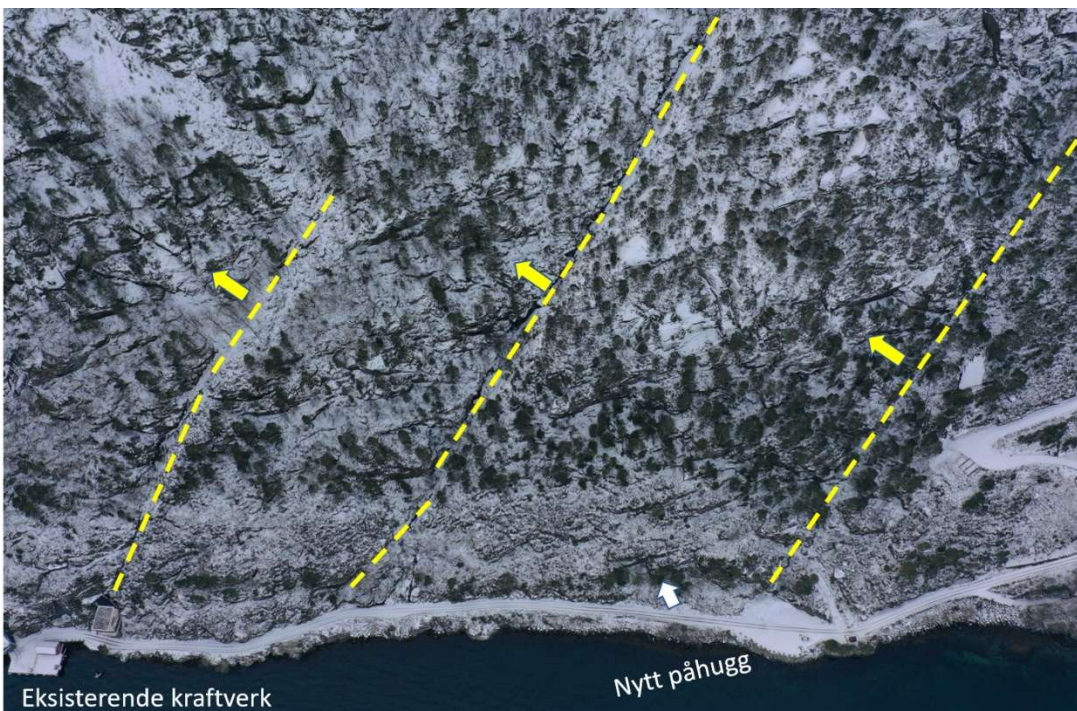


Figur 9. Hovedlineamenter med lilla stiplet linje. Nytt tunnelsystem skissert med rød strek. Eksisterende tunnelsystem markert med grønn strek.

Sweco har utført kartlegging av utvalgte av disse sonene i terrenget, ref. [2]. Fallet er 35-45° mot SØ, omtrent parallelt med lagdeling i sandsteinen. Sonene består typisk av tett oppsprukket bergmasse, typisk fire til fem sprekkesett. Med bakgrunn i dette kan «hovedlineamenter» kategoriseres som sprekkesoner. Figur 10 og Figur 11 viser bilder av sprekkesoner i dagen.



Figur 10. Sprekkesone ved eksisterende dam. Hovedsprekkesettet faller ca. 40° mot øst.



Figur 11. Dronebilde som demonstrerer antatte sprekkesoner i fjellsiden over planlagt påhugg. Fallretning mot SØ vises med gule pil.

3.5 Grunnvannsforhold

I den delen av terrenget som ikke har naturlig avrenning er det flere innsjøer, noe som indikerer at vannstanden ligger relativt høyt i terrenget.

3.6 Innlekkasjer

Under befaringen var det regn og generelt mye vann i fjellsidene grunnet snøsmelting. Eksisterende kraftstasjon fremstod under befaringen som tilnærmet tørr, kun med spredt drypp. Det er en del drypp i høyspentavdelingen/ trafohallen. Det er kort veg ut til dagen her og sprekkene mates av vann fra overflaten.

I kabeltunnelen nærmest dagen var det en del innlekkasjer. I deler av tunnelen har det blitt montert bølgejern bak hvelvet for vannsikring. Det er kort veg ut i dagen her og sprekkene mates av vann fra overflaten.

Den eksisterende trykksjakten er drevet med ca. 45° mot en propp ved ca. 300 moh. SFE opplyser at det er tilnærmet tørt i hele trykksjakta, men at det er en liten lekkasje i proppen i toppen av sjakt.

3.7 Bergspenninger

Under befaringen ble det ikke observert eksfoliasjon eller andre tegn til spesielt høye bergspenninger. Eksfoliasjon er overflateparallell oppsprekking /avskaling av berg. Samtidig kan det ikke utelukkes at høye spenninger med sprakefjellproblematikk vil kunne forekomme i deler planlagt anlegg.

3.8 Fjellbrønner

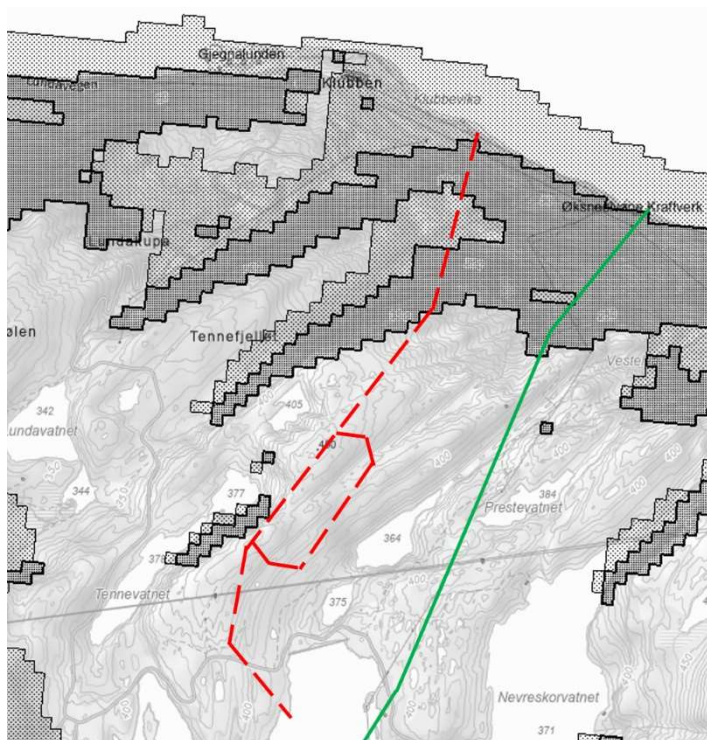
Det refereres til Nasjonal grunnvannsdatabase GRANADA på NGUs nettside. Det er ikke registrert grunnvanns- eller energibrønner i nærheten av Øksnelvane som kan bli påvirket av tunneldrivingen eller i driftsfasen. Den nærmeste brønnen som er registrert der er ved Klubben, like over Lundavegen, omtrent 350-400 m vest for planlagt påhugg for adkomst.

3.9 Skredfare, registrerte hendelser og aktsomhetsområde

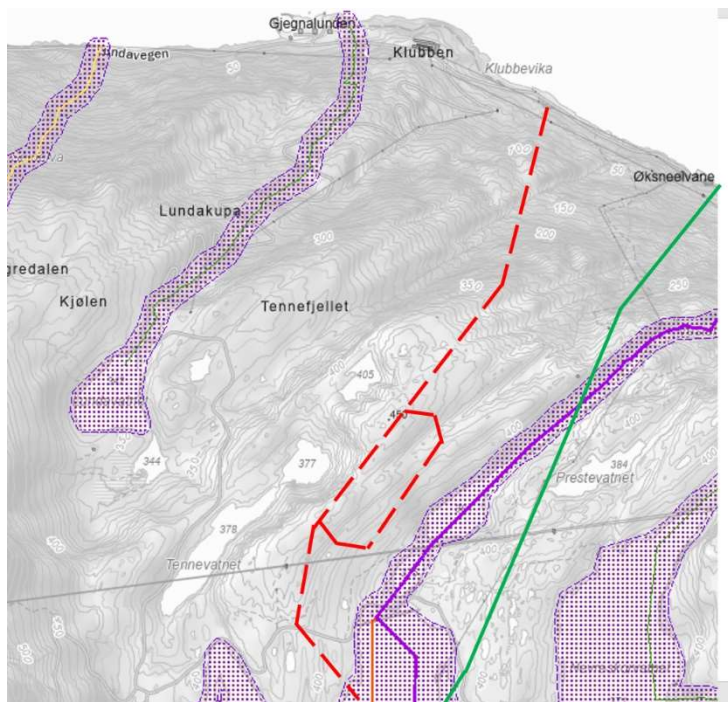
NVE Atlas viser at det ikke er registrert skredhendelser i prosjektområdet.

Aktsomhetskart fra NVE angir områder med mulig rasfare. Kartene for steinsprang, flom og snøskred har blitt gjennomgått. Aktsomhetskartene for disse tre skredtypene i prosjektområdet er vist i Figur 12, Figur 13 og Figur 14. Mer detaljerte vurderinger for hver lokalitet omtales i respektive delkapitler i avsnitt 4.12. Anleggsområder som ligger utenfor aktsomhetsområder for skred er ikke omtalt spesielt.

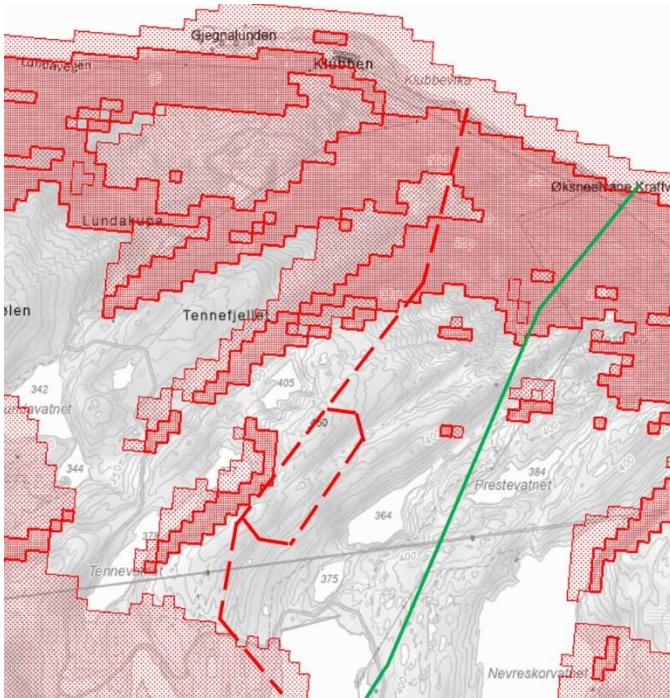
Det presiseres at aktsomhetskartene baserer seg på teoretiske betraktninger med utgangspunkt i terrengets helningsvinkel, vassdrag og løsmasser. Kartene gir dermed kun en indikasjon på potensielle for rashendelse. Aktsomhetskartene kan dermed brukes til å identifisere område der en nærmere vurdering av rasfare bør utføres. Etersom terrenget i området preges av dype daler med bratte fjellsider, blir en stor del av området automatisk klassifisert som skredfarlig selv ved lokaliteter hvor det aldri er registrert skredhendelser, eller hvor andre forhold (eksempelvis tett vegetasjon/skog) tilsier at skred er usannsynlig.



Figur 12. NVEs aktsomhetskart for steinsprang over utbyggingsområdet med inntegnet tunneltrasé. Tett skravur symboliserer potensielle løснеområder, lett skravur mulige utløpsområder.



Figur 13. NVEs aktsomhetskart for steinsprang over utbyggingsområdet med inntegnet tunneltrasé. Tett skravur symboliserer potensielle løснеområder, lett skravur mulige utløpsområder.



Figur 14. NVEs aktsomhetskart for snøskred over utbyggingsområdet med inntegnet tunneltrasé. Tett skravur symboliserer potensielle løснеområder, lett skravur mulige utløpsområder.

4 Ingeniørgeologiske vurderinger (tolkningsdel)

4.1 Bergmasse langs tunnelsystemet

Det er ikke utført noen laboratoriske undersøkelser på bergartene i området. Vurderingene under baserer seg på observasjoner fra befaring og erfaringer fra tilsvarende bergarter.

Den dominerende bergarten i området er sandstein som observeres å være lagdelt og med høy styrke. Det er observert å være flere sprekkesett som gir typisk firkantede eller trapesformede blokker. Lagdelingen har strøk som ligger parallelt (NNØ og Ø) i forhold til store deler av trykktunnelen og deler av adkomsttunnelen, noe som kan føre til boravik under driving. Sandsteinen forventes å være moderat til tett oppsprukket. Tunnelene vil krysse flere terreng-lineamenter og tilsvarende forventes tunnelen å krysse soner med økt grad av oppsprekking og mindre svakhetssoner (2-10 m), stedvis i kombinasjon med vannlekkasje.

Konglomerat som er observert ved planlagt påhugg for adkomsttunnelen er noe mindre oppsprukket enn sandsteinen og uten påfallende lagdeling. I de sedimentære bergartene kan det forventes relativt høyt kvartsinhold, noe som erfaringsmessig er knyttet til høy boreslitasje og hardt å bore i (lav borbarhet).

Det kan forekomme omvendte svakhetssoner med knust berg som er helt eller delvis omvandlet til leir. Svelleleir kan også forekomme i slike soner.

Det antas at sprengstein fra tunneler drevet igjennom sandstein og konglomerat vil kunne brukes til fyllinger og anleggsvei. Ved eventuell bruk til kvalitetsmasser må sprengsteinen testes på laboratorium for å avdekke om steinen er egnet for det formålet.

4.2 Bergspenningsnivå

Høyde og helning på dalsiden over planlagt adkomsttunnel og kraftstasjon antas å gi moderate topografiske bergspenninger i tunnelanlegget. Det er ikke vurdert å være fare for skvising av bergarter i noen av tunnelene.

4.3 Bergsikring og stabilitet

Bergsikring i tunnelene ventes i hovedsak å bli utført ved rensk, samt spredt til systematisk bolting supplert med sprøytebetong oppsprukne partier.

Ved eventuelle slepper og soner med svelleleire vil isolering av sonen for å gi mulighet for deformasjoner kunne bli aktuelt. I kraftstasjonshall og transformatorhall ventes heng og vegger å kunne sikres med systematisk bolting og sprøytebetong. Det er lagt opp til å bruke i hovedsak «kombinasjonsbolter».

På grunn av ferdsel og tekniske installasjoner i permanente adkomsttunneler ventes behov for bergsikring med bolter og sprøytebetong i heng og vegger i hele tunnelen.

Sikringsstrategien for tunneler og sjakter i vannveien er at det ikke skal forekomme ras som kan true overføringskapasiteten. I de deler som ikke er påvirket av svakhetssoner eller tettere oppsprukket berg antas

det at arbeidssikringen i stor grad vil være tilstrekkelig som permanent sikring. I spesielle områder vil det kunne være aktuelt med tyngre sikring.

Permanent bergsikring ved eventuell kryssing av større svakhetssoner må vurderes ut fra sonenes mektighet og karakter. Aktuell sikring kan være fra kombinasjon av sprøytebetong og systematisk bolting og forbolting til bruk av sprøytebetongbuer, eventuelt med armert sålestøp om sonene er mektige og inneholder svelleleire.

Ved eventuelt sprakefjell eller annen form av bergtrykksproblematikk vil det være aktuelt med systematisk bolting og fiberarmert sprøytebetong i heng og vederlag, stedvis også i vegger.

4.4 Innlekkasje og injeksjon

Generelt vurderes berggrunnen å være lite permeabel og grunnvannsnivået forventes som regel å stå langt over tunneler og bergrom nærmere terrengnivå. Innlekkasjer og vannproblematikk er generelt vanskelig å forutsi. Erfaringen fra nærliggende anlegg vurderes å gi best grunnlag for vurdering av innlekkasje, ref. avsnitt 3.6. Vannlekkasjer i tunneler og bergrom forventes hovedsakelig å opptre langs sprekke- og svakhetssoner, men det kan ikke utelukkes at det vil også forekomme lekkasjer gjennom generelt oppsprukket bergmasse.

Åpne og vannførende soner kan stedvis forårsake betydelige vannlekkasjer i tunnelene. Vanntrykket er avhengig av grunnvannsnivå som ofte er nært relatert til vertikaloverdekningen og egenskaper til sonene. Det anbefales at det under driving av tunnelene utføres sonderboring hvor det er mistanke om svakhetssoner.

For driving av adkomsttunnelen og kraftstasjonsområdet mot pumpesump anbefales det sonderboring og behovsprøvd forinjeksjon med hensikt å unngå for store vannpumping i driftsfasen, for å redusere innlekkasjer hvor folk skal ferdes og der det er installasjoner. Det anbefales at opplegget tilpasses erfaring som danner seg under driving og den aktuelle lokasjon.

For den øvrige vannveien vil innlekkasje trolig ha mindre betydning for den permanente driften, men det er viktig at entreprenøren ivaretar kontroll med total innlekkasje av hensyn til anleggtekniske forhold i byggetiden. Ved driving av avløpstunnelen fra adkomsttunnel er det kritisk at ikke overskride pumpekapasiteten. Generelt for driving av tunneler på synk må entreprenøren vurdere sonderboring og behovsprøvd forinjeksjon for å unngå problematisk vanninntrengning og pumping.

4.5 Adkomsttunnel

Adkomsttunnelen til kraftstasjonsområdet er planlagt med påhugg like ved Lundavegen, omtrent 350 m øst for anlegget ved Klubben. Tunnelen drives i utgangspunktet omtrent 450 m med beskjeden stigning inn mot kraftstasjon og vil ha et tverrsnitt på ca. 35 m².

Ved påhugget er det strømlinje (lavspent) som må avvikles før oppstart, se Figur 4. Omtrent rett over påhugget og langs fjellsiden krysser det en høyspentledning. Sørvest for påhugget er det et mastefundament, avstand 20 m fra topp forskjæring. Det stilles vibrasjonskrav til strømmasten og må derfor forventes forsiktig sprenging for å unngå å påvirke mast ved etablering av påhugget og driving av adkomsttunnelen.

Over påhugget er det berg i dagen eller tynt dekke løsmasser. Det kan ventes behov for noe rensk og boltesikring for nærstående bergparti, over påhugg og riggeplass.

Fra påhugg blir tunnelen drevet i hovedsakelig i kompetent konglomerat, som går over i sandstein når tunnelen nærmer seg kraftstasjon. Med bakgrunn av befaring og terrengmodellen antas det at tunnelen kan krysse flere relativt steile slepper og eller knusningssoner med strøkretning omtrent Ø-V. Like nedenfor høyspentmasten ble en av disse strukturer observert. I terrengmodellen over adkomsttunnelen forekommer det ca. to strukturer av den typen per 100 m tunnel. Sleppene kan være vannførende og behovsprøvd forinjeksjon må vurderes.

Omtrent 250-300 m inne i tunnelen krysser den diagonalt en av hoved-lineamentene i terrenget og tilsvarende kan det forventes oppknust sone, med mulig vanninntrenging..

Terreng og bergoverdekning stiger raskt langs tunnelen mot kraftstasjonen.

4.6 Utløp

Utløpet er plassert på nedsiden av Lundavegen, ute ved fjorden. Per i dag er området dekket med løsmasser, dvs. veifylling og erosjonssikring (steinblokker), se Figur 4. Her er det, under løsmassene, ventelig samme type bergmasse som ble beskrevet for påhugg adkomsttunnel, dvs. kompetent konglomerat. På havbunnen mot land i påhuggsområdet generelt registrerer seismiske undersøkelser [3] fra 5-12 m med løsmasser.

Utløpet er planlagt etablere på tørt fra en grop i dagen, bak en fangdam før gjennomslag i avløpstunnel. Det gjenstår å kontrollere beliggenhet av bergoverflate og detaljere plan for utslag. Ved eventuelle arbeider i dagen ved utløp kan det bli behov for sikring av bergskråningen over utløpet i form av spettrensk, bolting og nett for å hindre steinfall og eller sig av jordmasser.

4.7 Avløpstunnel

Avløpstunnelen drives i hovedsak fra tverrslag fra Lundavegen, med påhugg ved siden av påhugg Adkomsttunnel og utløp. Tverrslaget er kort og drives på synk og deretter drives tunnelen omtrent horisontalt innover mot sugerør. Adkomsttunnel og avløpstunnel blir drevet nokså parallelt (avstand varierer fra 25-50 m) og her ventes det også tilsvarende forhold som i adkomsttunnelen. Avløpstunnelen vil ha tverrsnitt på ca. 32 m². Bergartene i utløpstunnelen er konglomerat og sandstein og tunnelen vil krysse de samme lineamenter og svakhetssoner som adkomsttunnelen. Terreng og bergoverdekning stiger raskt langs tunnelen mot kraftstasjonen.

4.8 Bergspenningsmålinger og plassering av konus

Prosjektet plassering av konus i konkurransegrunlaget er basert på en «teoretisk likevektsbetraktning» og ikke direkte målinger av bergspenninger. Hensikten med teoretisk likevektsbetraktning er å vurdere tilstrekkelig overdekning for plassering av konus. Denne type vurdering er vanlig å bruke i forbindelse med kontrakt eller i tidlige faser. Prinsippet forutsetter at konus kan flyttes, dersom målingene viser for lave spenninger, og flytting vil gi vesentlig høyere overdekning og dermed ventelig høyere spenninger. For Øksnelvane kraftverk er dette tilfellet.

Under driving av adkomsttunnelen, nær fronten, skal bergspenninger måles i minimum to omganger og flere om nødvendig. Det skal utføres hydraulisk splitting målinger ved pel 250 til 300 i adkomsttunnelen. Det må forventes at kraftstasjon og konus vil måtte flyttes innover dersom minste hovedspenning viser seg å være lavere enn forventet. Endelig plassering av konus bekreftes ved spenningsmålinger i konusområdet.

4.9 Kraftstasjonsområde

Det er noe usikkert hvor grensen mellom konglomerat og sandstein går under bakken. Kraftstasjonsområdet med tilhørende tunneler, bergrom, sjakter og adkomsttunneler til vannvei forventes å ligge i sandstein eller konglomerat. Uansett forventes bergmassekvaliteten å være brukbar til god. Det er ikke observert tegn til svakhetssoner i kraftstasjonsområdet, det kan dog ikke utelukkes at tunneler og bergrom i dette område påtreffer svakhetssoner eller svakere berglag.

Bergsikring i kraftstasjonshall og transformatorhall ventes i hovedsak å bli utført ved hjelp av bolter med 4 - 8 m lengde og fiberarmert sprøytebetong.

Også her kan vannførende sprekker kunne bli påtruffet.

4.10 Tilløpstunnel/trykktunnel

Tilløpstunnelen drives fra konus til inntak med stigning 1:6 og lengde ca. 2,1 km. Tunnelen vil ha tversnitt på ca. 26 eller 32 m². Det ventes at tilløpstunnelen hovedsak bli drevet gjennom sandstein. Tunnelen krysser under fire til fem lineamenter oppe i terrenget og tilsvarende forventes at tunnelen vil krysse like mange soner i berget hvor det forventes mer småfallen og muligens delvis knust sandstein, se Figur 9. Kryssing av svakhetssonene kan i verste fall medføre noe nedsatt fremdrift, samt behov for økt stabilitetssikring. Foreløpig er karakter og forløp av de sonene noe usikker, men sannsynligvis representerer de lineamentene som sagt ikke noe alvorlige svakheter. Når beliggenhet og karakter av sonene er bedre kjent, fra tunneldrivingen, kan det vurderes muligheter for å optimalisere traseen mtp. bergforhold (for å prøve å unngå å krysse de samme svakhetssonene 2-3 ganger f. eks.).

En stor del av tilløpstunnelen ligger tilnærmet parallelt strøk-retning til foliasjon og dermed med liten vinkel til foliasjonssprekker. Vegger i tilløpstunnelen kan derfor bli utsatte for plan og ev. kile utglidninger i store deler av tilløpstunnelen (spesielt venstre side ift. Strømretning).

4.11 Inntak og lukesjakt

Utslag i inntaksområdet skal etableres på tørt, dvs. med magasin nedtappet. Inntaksområdet har blitt befart når magasinet var nedtappet, se Figur 7 og Figur 8. I magasinet mellom lukehus og inntak er det hovedsakelig kompetent berg i dagen. Det er registrert solid berg i dagen langs hele bergskråningen. Som bildet viser er det noe løsmasser som dekker bergoverflaten ved LRV. I inntaksområdet er det fra 0 til 2 m av slam og morene, mektigheten øker mot LRV nederst i skråningen. Ved tunneldriving av siste meterne mot inntaket ventes det behov for sonderboring fra stoff for å kartlegge bergoverflate og terreng ved utslag. Forskjæring og påhugg bør med fordel etableres og sikres fra dagen før gjennomslag.

4.12 Skredfare

Påhugg adkomsttunnel og mulig sjødeponi

Ved påhugget er det registrert berg i dagen under tynt usammenhengende dekke av vegetasjon og løsmasser.

Basert på befaring og vurdering i terrenget anses det relativt liten fare for steinsprang fra fjellsiden over påhugget. Sprekkekartleggingen av berget tyder ikke på at stein skal kunne løsne i særlig grad ettersom sprekkeplaner er enten steilere enn terrenget og eller med fall innover i fjellsiden. Helningen i fjellsiden varierer, og det forekommer noe bratte partier som er avgrenset av flate partier. Fangevnen i de flatere partiene og skog vil ventelig være betydelig.

Snøskred starter vanligvis i terreng som er brattere en 30° som ikke er dekket av skog. Fjellsiden er generelt dekket med vegetasjon og skog. Ved befaring og analyse av flyfoto ble det ikke observert tegn etter nylige snøskred. Det anses lite sannsynlig at snøskred kan løsne i området.

Klubben til Lundavatnet

Den bratte og svingete veien opp mot Lundevatnet (341 moh) er ifølge aktsomhetskart utsatt for steinsprang, flom og snøskred. Denne problemstillingen bør vurderes og hensyntas ved planlagt ferdsel på veien. Med tanke på fare for store nedbørsmengde skal fare for flom og oversvømmelser vurderes hensyntas. Snøskred anses som lite aktuell problemstilling ettersom terrenget generelt er slakere enn 30 grader eller brattere enn 60 grader (i bratt terreng blir ikke store snømengder akkumulert). Steinsprang fra fjellveggen på venstre side, sett mot fjellet, kan ikke utelukkes.

Storevatnet

Øvre deler av anleggsområdet er generelt flatt eller småkupert og skred er derfor lite aktuelt problem. Ifølge aktsomhetskart snøskred er området ved Storevatnet innenfor utløpsområde for snøskred fra høyt stående løsneområder fra fjellskråningen lengre mot vest. Denne problemstillingen bør vurderes og hensyntas under driving av anlegget dersom arbeider skal utføres på fjellet når vær og snøforhold tilsier at det kan være fare for snøskred.

5 Referanser

- [1] Sweco, «Øksnelvane kraftverk - Ingeniørgeologisk vurdering av stabilitet i kraftstasjon,» 18.08.2021.
- [2] Sweco, «Øksnelvane kraftverk - Ingeniørgeologiske vurderinger for nytt anlegg,» 02.07.2021.
- [3] GeoPhysix, «Refraksjonsseismiske undersøkelser ved Klubben i Ålfoten for Nye Øksnelvane kraftverk i Bremanger kommune. Dok. nr. GPX-23161-rapport,» 2023.