

# Ingeniørgeologisk rapport

Ny adkomsttunnel til nytt lukekammer og luker for  
tappetunnel Slettedalsvatnet



## Dokumentinformasjon

Oppdragsgjevar:	AS Saudefaldene
Tittel på rapport:	Ingeniørgeologiske vurderingar tappeluker og tappetunnel Slettedalsvatnet
Oppdragsnamn:	Tappeluker og omløpstunnel Slettedalsvatnet
Oppdragsnummer:	649878-01
Utarbeidd av:	Tonje Eidset
Oppdragsleiar:	Leif Egil Friestad
Tilgjenge:	Open

## Samandrag

Asplan Viak er engasjert av AS Saudefaldene til å gjere ei ingeniørgeologisk vurdering av plassering av nye luker med tilhøyrande lukekammer og adkomst- og tverrslagstunnel for eksisterande tappetunnel ved Slettedalsvatnet.

Påhogget er lokalisert ved parkeringsplass, på sørvestsida av lokal kolle. Adkomsttunnelen fell innleiingsvis mot NA, før den svingar rundt og under kollen på ny, og møter eksisterande tunnel nær vinkelrett frå SV. På strekninga ca. P10-P170 er bergoverdekninga tilnærma lik, ca. 14 meter. Etter at tunnelen har svinga av mot vest lengst nord mot Slettedalsvatnet aukar bergoverdekninga. Ved ca. P300-330 går tunnelen under eit lineament som er tolka som potensiell svakheitssone i dagen. Overdekninga i området er god (>40 meter), og kryssinga skjer med stor vinkel som er vurdert å vere gunstig med omsyn til stabilitet. Vidare er det ikkje avdekka tilhøve i eksisterande tunnel som indikerer at svakheitssona er framtreddande på tunnelnivå.

---

01	19. des. 2025	Nytt dokument	TME	LEF
Ver	Dato	Beskriving	Utarb. av	KS

Påhogg ved parkeringsplass vurderast gjennomførbart med omsyn til bergoverdekning og trasé ned til eksisterande tunnel. Planlagt plassering av luke har tilstrekkeleg med bergover- og sidedekning mtp. vasstrykk.

Naudsynt bergsikring i adkomsttunnelen vurderast å primært ville være boltesikring med endeforankra boltar. Aktuelle boltelengder er 3-4 meter. Ved lukekammer er sprøytebetong aktuelt. Grunna frostinntrenging ventast det behov for vedlikehaldssikring og/eller -reinsk over tid. Forboltar er aktuelt ved påhogg og ved lukeetablering mellom adkomsttunnel og eksisterande tunnel for å bevare kontur.

Det er ikkje observert større innlekkasjar av vatn i eksisterande tappetunnel. Noko mindre innlekkasje må likevel påreknast i tunneldrivinga.

Drikkevass-brønner ved eigedom gnr./bnr. 42/102 må handterast, med kapasitetstest før og etter tunneldriving. Det må påreknast å erstatte brønnane. I tillegg må vibrasjonskrav etter NS8141 må overhaldast. Grenseverdiar justerast etter tilsyn. Det er mogleg behov med sprengningstekniske tiltak når ein nærmar seg sjakt til eksisterande lukekammer. Denne sjakta er sikra med boltar og nett.

Det vert tilrådd injeksjon av berget ved lukeplassering for å redusere omfanget innlekkasje til nytt lukekammer. Injeksjonen bør utførast før lukekammer er utsprengt for å få tilstrekkeleg bergmasse å injisere mot. Injeksjonen bør tilpassast eit bergvolum som er minimum 10 meter ut frå eksisterande tappetunnel.

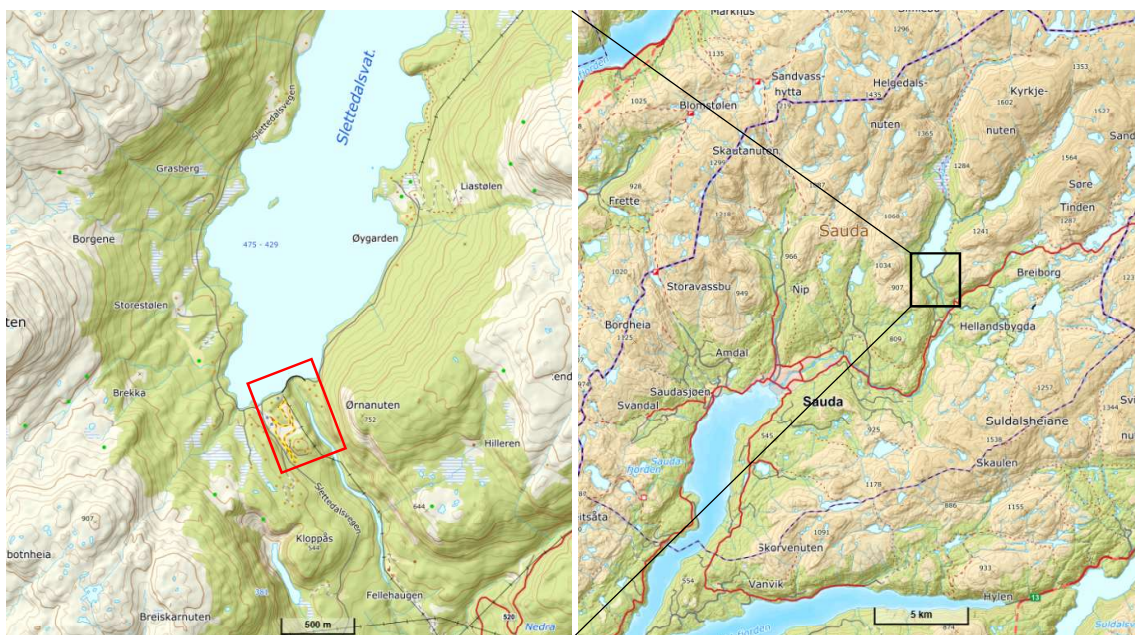
# Innhold

1. Innleiing	5
1.1. Dagens løysing	6
1.2. Tidlegare vurderte løysingar	8
1.3. Vurdert løysing i føreliggande rapport	9
1.4. Atterhald og avgrensingar	11
2. Grunnlag	12
2.1. Kotehøgder	12
2.2. Tidlegare grunnundersøkingar	12
2.3. Tidlegare ingeniørgeologiske vurderingar	13
2.4. Utførte arbeider i denne planfasen	15
2.5. Tunnelverrsnitt	21
3. Faktadel	23
3.1. Topografi	23
3.2. Berggrunn	25
3.3. Lausmassar	28
3.4. Spesielle lokale omsyn - infrastruktur	29
3.5. Aktsemdsonar for skred	31
4. Tolkningsdel	32
4.1. Geologiske tilhøve langs tunneltraseen	32
4.2. Bergoverdekning	33
4.3. Naudsynt bergoverdekning lukekammer	36
4.4. Bergmasseklassifisering	39
4.5. Lausmassar og geotekniske forhold	41
4.6. Skredfare	41
4.7. Hydrologiske tilhøve - brønner	41
4.8. Vannforhold i berggrunn og tunnel	41
4.9. Injeksjonsarbeid	42
4.10. Bergmassen sine mekaniske eigenskapar	45

4.11. Bergspenningar	46
4.12. Vibrasjonsgrenser	46
4.13. Berguttak	49
4.14. Bergsikring og stabilitet	51
5. SHA	54
6. Konklusjon	55
7. Referanser	56

# 1. Innleiing

Asplan Viak er engasjert av AS Saudefaldene til å gjere ei ingeniørgeologisk vurdering av plassering av nye tappeluker med tilhøyrande lukekammer og adkomsttunnel. I tillegg skal det etablerast ein tverrslagstunnel ned til eksisterande tappetunnel ved Slettedalsvatnet. Prosjektområdet ligg i Sauda kommune, Rogaland, der Slettedalsvatnet er inntaksmagasin for Storlivatn kraftverk.



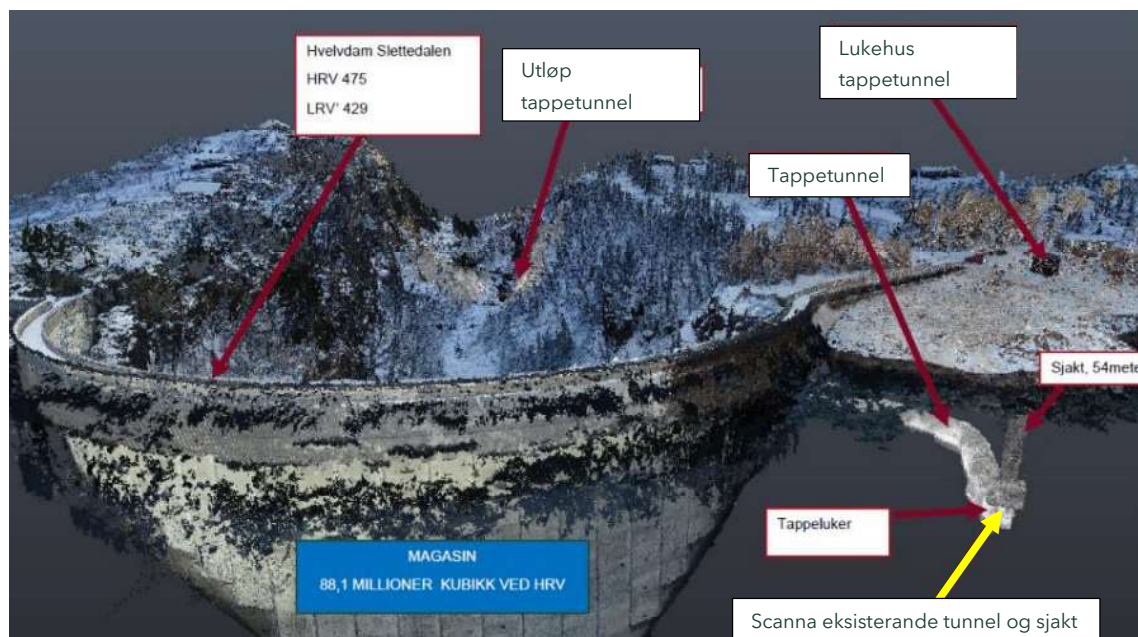
Figur 1-1: Oversiktskart som viser plassering av Slettedalsvatnet. Prosjektområdet er vist i rødt.

Vurderinga omfattar ingeniørgeologiske vurderingar tilknytt etablering av ny adkomsttunnel til lukekammer, lukekammer, plassering av luker og tverrslag ned til eksisterande tappetunnel. Rapporten er utarbeidd på bakgrunn av tilgjengeleg grunnlagsmateriale og synfaring. Synfaring vart utført 25.08.2025. Terrenget i dagen, eksisterande sjakt og tappetunnel vart synfart.

Dagens lukeløysing har nådd sin tekniske levealder og oppfyller ikkje myndigheitskrav [1]. Bakgrunnen for nytt tiltak er naudsynt rehabilitering av tappeluker. Nytt anlegg omfattar adkomsttunnel og nye luker.

## 1.1. Dagens løysing

Dagens lukeløysing omfattast av 2 stk. oppsveiste glideluker i pakkboksutføring [2]. Figur 1-2 viser viktige element i dagens løysing [1].



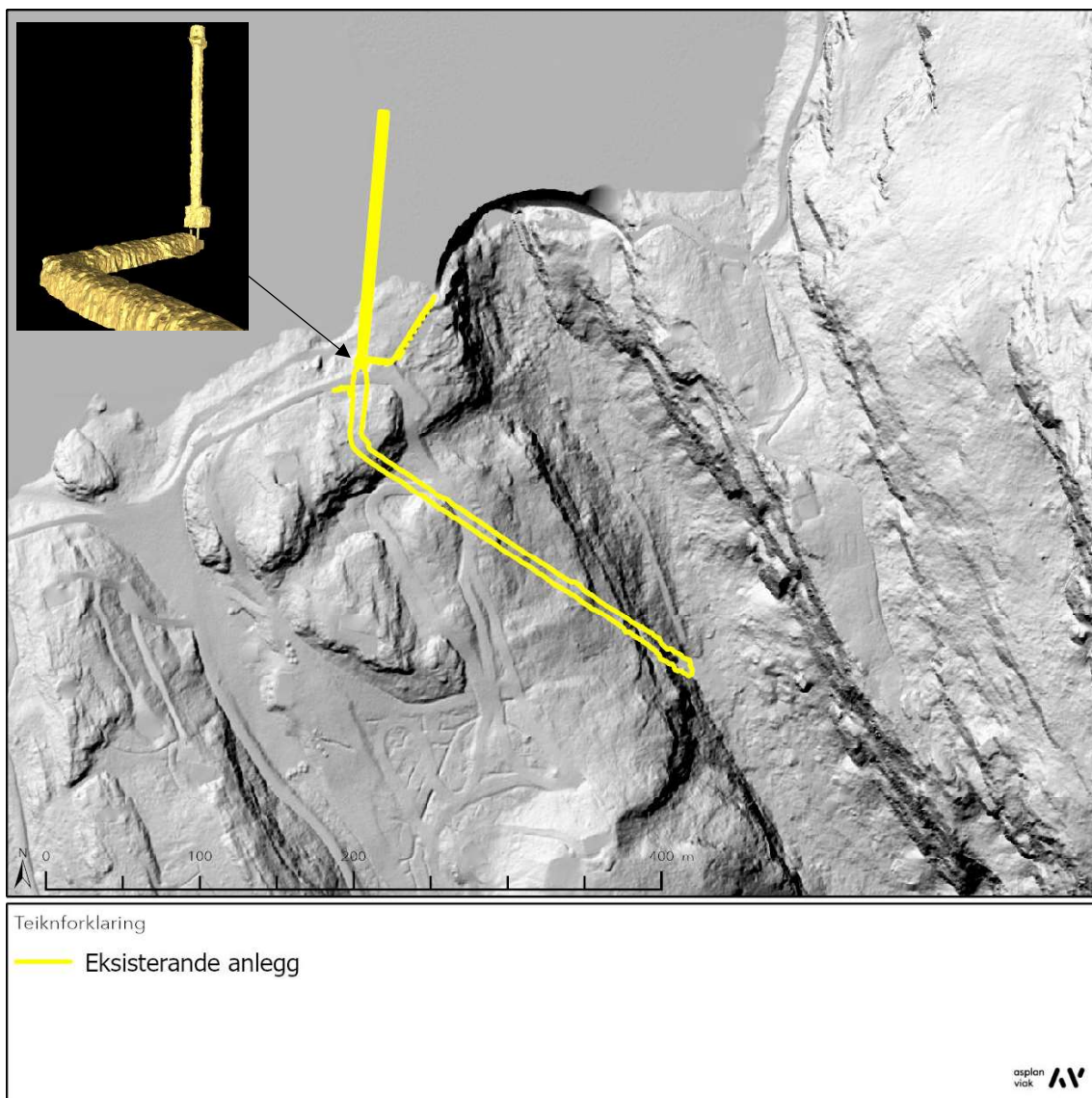
Figur 1-2: Oversikt over dagens situasjon ved demninga [1]. Innsynsretning er mot sørøst.

### 1.1.1. Eksisterande tappetunnel

Tabell 1 presenterer informasjon om eksisterande tappetunnel.

Tabell 1: Informasjon om eksisterande tappetunnel [3]

<b>Tverrsnitt tappetunnel</b>	27 m <sup>3</sup>
<b>Lengde tappetunnel</b>	462 m
<b>Dimensjonar lukesjakt</b>	2 x 2 m
<b>Høgde lukesjakt</b>	54 m



Figur 1-3: Eksisterende tunnel. Plassering av lukehus og sjakt er vist med svart pil. Det er også vist eit utsnitt frå modell med innsynsvinkel mot NV for å vise utforming av eksisterende tunnel, lukehus og sjakt i 3D.

## 1.2. Tidlegare vurderte løysingar

AS Saundefaldene har utført eit moglegheitsstudie frå 2025 (rev. 03) [1].

Moglegheitsstudiet tek føre seg fem ulike alternativ for rehabilitering/ombygging av tappeluker i tappetunnel til Slettedalsvatnet; A-E, sjå Tabell 2.

Tabell 2: Oversikt alternative løysingar vurdert i AS Saundefaldene sitt moglegheitsstudie.

Alt.	Kort skildring av alternativ
A	Monterer nye luker bak bjelkestengsel
B	Montere nye luker bak dykka revisjonsstengsel
C	Nye luker plassert like nedstraums eksisterande luker - Utstrossing av lukekammer
D	Nye luker plassert nedstraums eksisterande luker - Drive tunnel/sjakt eller vegbygging
E	Drive nytt tverrslag ned mot tappetunnel, drive ein by-pass tunnel parallelt med eksisterande tappetunnel og etablere nye luker i by-pass

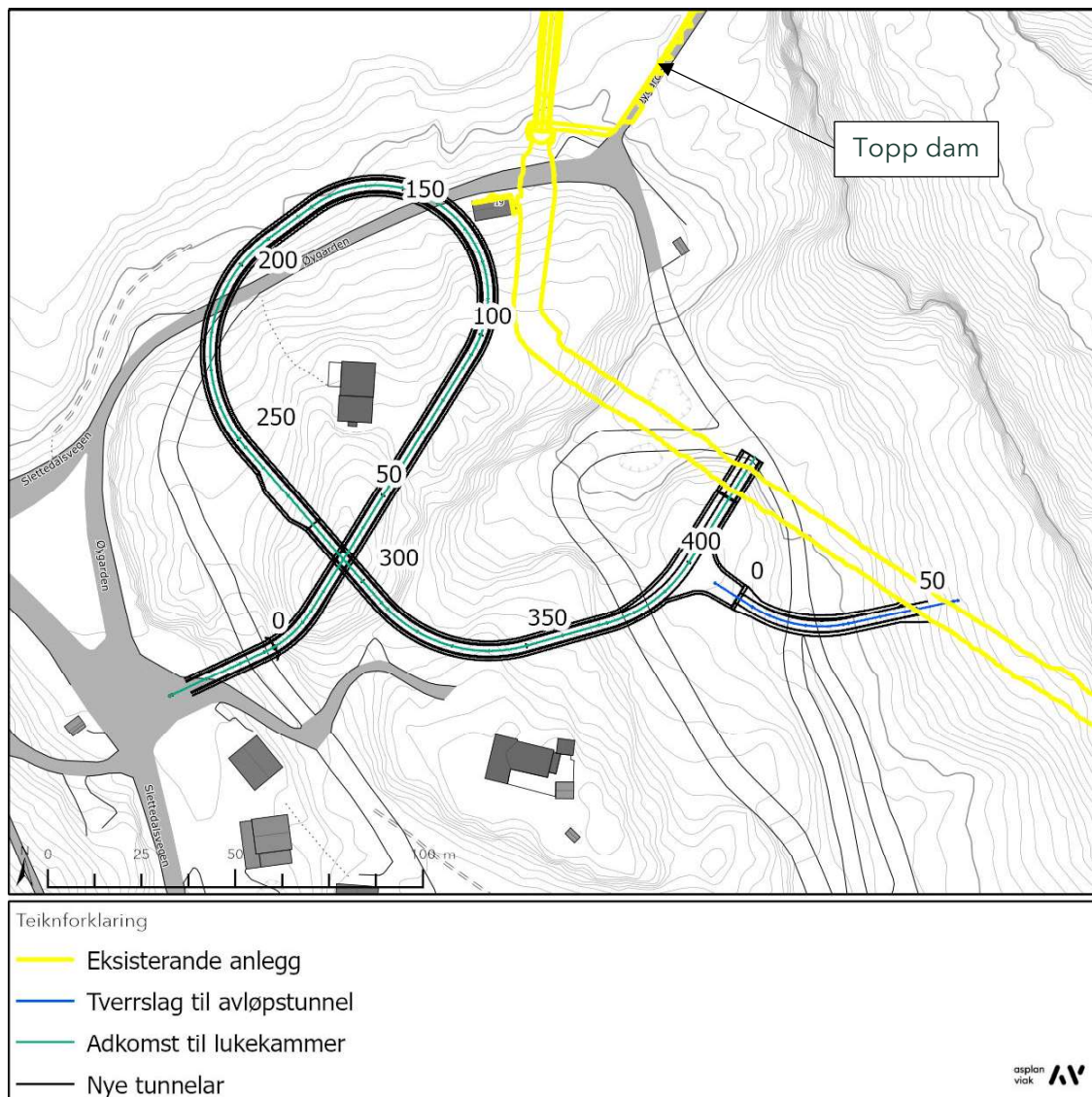
Det vart i moglegheitsstudiet anbefalt å gå vidare med alternativ E inn i detaljeringsfasen. Alternativet omfatta å etablere nytt tverrslag med bypass rundt eksisterande luker, som skulle nyttast som ny vassveg. Det vart vidare anbefalt å etablere 2 pakkboks-luker i serie. Alternativet vart omtala å gi god HMS i utføring- og driftsfase, samstundes som ein fekk etablert god adkomst for montering av platekasse, luker og betongarbeid og ivaretok framtidig vedlikehald. Det at ein kan unngå å tappe ned Slettedalsvatnet, og fråver av inntekstap knytt til nedtapping, vart vektlagt i studiet, saman med risiko, HMS og logistikk.

Vidare arbeid med prosjektet etter moglegheitsstudiet viser at det anleggsteknisk er utfordrande å gjennomføre alternativ E. Alternativ E, med nytt tverrslag, driving av ein by-pass tunnel (ny vassveg) rundt eksisterande luker og etablering av nye luker i by-pass tunnel, er på bakgrunn av dette ikkje vurdert ytterlegare.

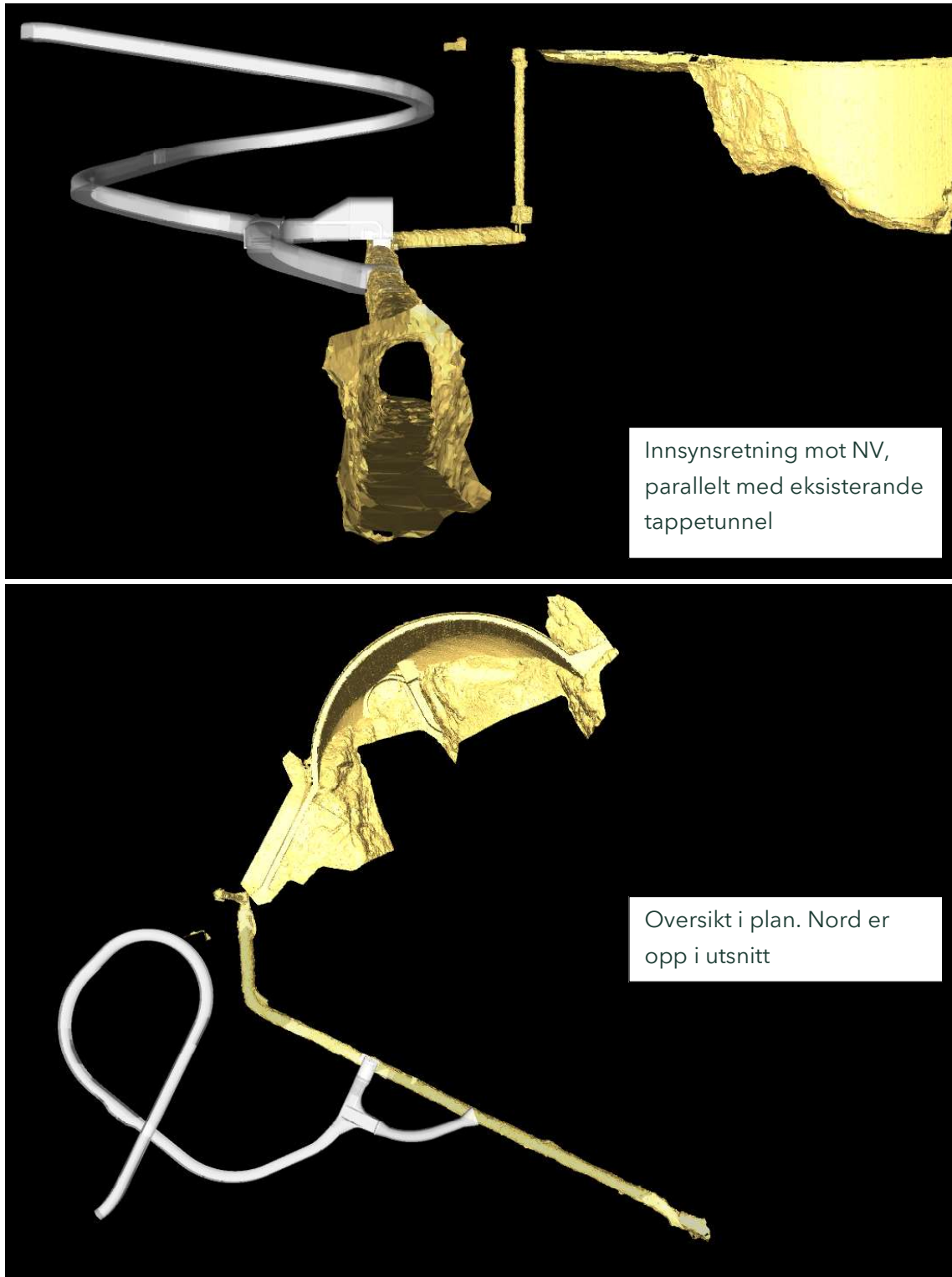
### 1.3. Vurdert løysing i føreliggande rapport

I denne rapporten er ny adkomsttunnel til nytt lukekammer med nytt tverrslag ned til eksisterande tappetunnel, og etablering av nye luker i eksisterande tappetunnel vurdert.

Planlagt bergarbeid omfattar etablering av ny adkomsttunnel med lukekammer og tverrslag til eksisterande tappetunnel, samt nye luker i eksisterande tappetunnel. Sjå Figur 1-4 for planlagt løysing i horisontalplanet og Figur 1-5 for utsnitt frå 3D-modell.



Figur 1-4: Planlagt løysing for nye tunnelar ved Slettedalsvatnet.



Figur 1-5: Utsnitt frå modell.

Tunnelen som skal drivast er ein adkomsttunnel til lukekammer. Det er lagt til grunn eit T5 profil med varierende breiddeutvidingar for å tilfredsstille sporingskurve for lastebil/betongbil gjennom tunnelane, samt lagt til ei nisje for passering av bilar. Ved ca. P400 skal det etablerast eit tverrslag mellom adkomsttunnelen og eksisterande tappetunnel.

På enden av adkomsttunnelen skal det etablerast eit lukekammer som har noko større tverrsnitt enn adkomsttunnelen. Mellom lukekammeret og eksisterande tappetunnel skal det etablerast ei vertikal sjakt. I denne sjakta skal lukeføringane plasserast, sjå Figur 4-15.

#### 1.4. Atterhald og avgrensingar

Vurderingane er utført på bakgrunn av tilgjengeleg grunnlag og synfaringsobservasjonar frå 25.08.2025.

Det kan vere tekniske komponentar i eksisterande anlegg som har strengare vibrasjonskrav enn bergmassen/tunnelrommet. Asplan Viak har ikkje kjennskap til desse. Dette må framskaffast før oppstart tunneldriving.

## 2. Grunnlag

Følgande bakgrunnsmateriale er nytta i vurderinga;

- Digital terrengmodell frå Statens kartverk sin nettstad høydedata.no [4]
- Historiske skredhendingar frå NVE sin kartressurs NVE Atlas [5], og SVV sitt vegkart [6]
- Aktsemdkart (skred) frå NVE sin kartressurs NVE Atlas [5]
- Berggrunnskart frå NGU sitt nettkart Berggrunn - Nasjonal berggrunnsdatabase [7]
- Lausmassekart frå NGU sitt nettkart Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase [8]
- Flyfoto frå Statens kartverk, Geovekst og kommunane sin nettressurs Norge i bilder [9]
- Tidlegare vurderingar frå AS Saudefaldene [1], Lunde [10], Multiconsult [11]

### 2.1. Kotehøgder

Tabell 3 viser gjeldande kotehøgder for prosjektet.

Tabell 3: Kotehøgder

Parameter	Merknad	Kotehøgder [moh]
DFV	Dimensjonerande flaumvasstand	479
HRV	Høgaste regulerte vasstand	475
Luketerskel	Verdi gjeldande frå 14.11.25	416
Maksimal energihøgde i tunnelen nedstraums lukene - oppstuvingstrykk	Berekna av Multiconsult [12]	425,3

### 2.2. Tidlegare grunnundersøkingar

AV er ikkje kjend med tidlegare grunnundersøkingar for planlagt tiltak.

## 2.3. Tidlegare ingeniørgeologiske vurderingar

I dette delkapitelet er relevante opplysningar frå ingeniørgeologiske vurderingar ved Slettedalsvatnet presentert.

### 2.3.1. Slettedalen dam

Masteroppgåva til Lunde (2013) omfattar ei ingeniørgeologisk vurdering av Slettedalen dam [10]. Tre steile sprekkesett med strøk N-S, NV-SA og NA-SV vart identifisert i vederlaga, skildra som særskilte plane, litt ru og tette. Foliaasjonsplana er skildra som subhorisontale og svakt undulerande [10]. Kinematisk analyse er utført, og plan utglidning er vurdert ikkje aktuelt grunna for slakt fall på foliasjon. Det er heller ikkje kilar som kan gli ut [10], medan utvelting er identifisert som mogleg brotmekanisme. Grunna steile sprekker er det konkludert med at utvelting ikkje vil kunne førekome i stor skala [10], då blokker ikkje vil kunne velte ut pga. eiga tyngde, medan ytre faktorar likevel kan skyve ut enkeltblokker.

Tabell 4: Sprekkesett ved Slettedalen dam. Utsnitt frå Lunde (2013) [10].

	Sprekkesett 1	Sprekkesett 2	Sprekkesett 3	Foliasjon
Strøk/fall	044/90	151/90	001/90	118/12*
Ruhet	litt ru	litt ru	litt ru	undulerende, glatt
Åpning	< 0,2 mm	< 0,2 mm	< 0,2 mm	< 0,2 mm
Trykkstyrke**	65-70	65-70	-	10-70
Utholdenhet	2-20 m	1-15 m	1-7 m	-
Frekvens	1-3/m	1-5/m	1-2/m	1-40/m

\* Strøk og fall varier, de fleste målinger viser fallretning mellom nord og øst

\*\* Grøner (1987).

### 2.3.2. Alternative løysingar

Multiconsult (2024) [11] har utarbeidd eit notat som tek føre seg innleiande vurderingar av bergkvalitet med omsyn til tunneldriving, påhoggsmoglegheiter, naudsynt overdekning og kostnader for tunneldriving for tre av alternativa identifisert i Saudefaldenes si moglegheitsstudie [11]. Rapporten omtalar også moglegheita for å installere ny luke nedstraums eksisterande luke, med adkomst frå same sjakt. Vurderte alternativ er C1, C2 og D1, sjå Tabell 5.

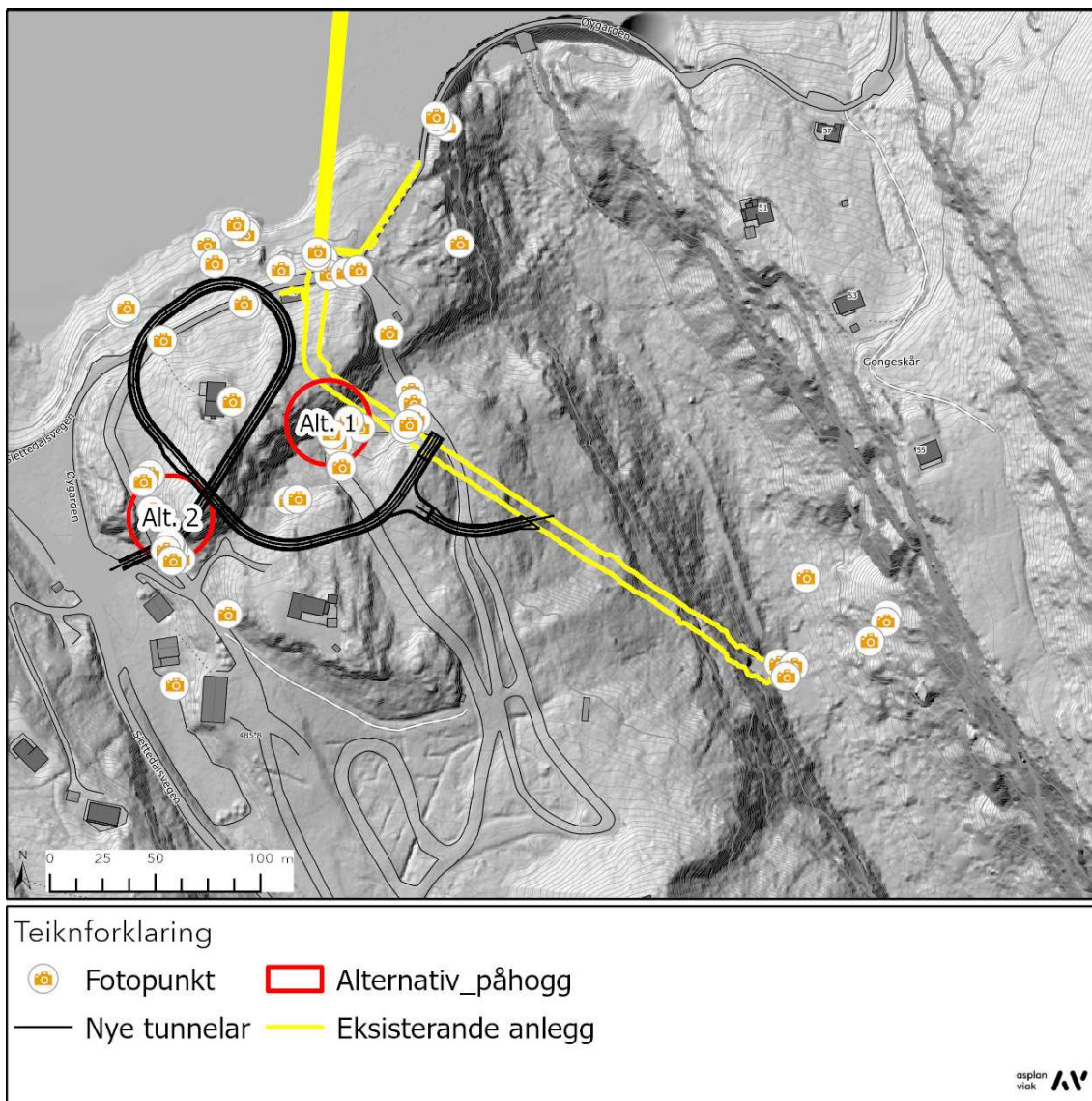
Det er teke atterhald om at for endeleg plassering av propp naudsynt med meir nøyaktig innmåling og kartlegging av berg, evt. også spenningsmålingar.

Tabell 5: Oppsummering av Multiconsult (2024) sine vurderingar.

Alt.	Generell info	Bergsikrings- behov	Plassering propp (tryggleiksfa ktor 1,4)	Avgrensingar/ ekstraarbeid
C1:	Nye sluker plassert i utløp av tappetunnel. Luker opererast vertikalt frå toppen over påhogg.	I påhoggs-flate og i tunnel opp til propp	Naudsynt sideoverdekking ca. 34 meter. Oppnåast først ca. 100 meter inn frå påhogg.	Behov for adkomst i form av anleggsveg til topp påhogg. Anleggsveg i elvedalen.
C2:	Nye luker plassert i ny sjakt nedstraums eksisterande luker. Driving av sjakt på ca. 15 m <sup>2</sup>  Ved/nær blottlagt berg av god kvalitet (gunstig mtp. gjennomførbarheit) Kort avstand til veg. Lite naturinngrep.	I sjakt og eksisterande tunnel	Overdekning og sidedekning er ca. 50 m ved veg, som er vurdert tilstrekkeleg.	To av føreslegne plasseringar ligg særst nær luftlinje med høgspent. Behov for avstenging eller omlegging. Tredje føreslegne plassering ligg særst nær bygg. Behov for bygging av anleggsveg sør for bygg. Behov for å flytte maskineri for masseforflytting ned til påhogg. Mogleg behov for helikoptertransport. Kan bli behov for å drive inn eigen adkomstveg nord for eksisterande tunnelpåhogg (ca. 60-80 m). Aktuelt om luker ikkje kan stemplast av og tettast på forsvarleg vis Forventa omfattande forskjering. Gir auka behov for bergsikring.
D1:	Ny tappetunnel m/ny tappeluke. Behov for klart større tunnelverrsnitt enn eksisterande for å ha synergi med damoverløp	Sikring av tunnel og sjakt.		Plassering i høve eksisterande tunnelen, sjakt/luker og overløp/dam vil vere utfordrande. Må sjaast på spesielt. Naudsynt med anleggsveg til påhogg. Mogleg behov for å tappe ned magasin før driving under det.

## 2.4. Utførte arbeider i denne planfasen

Synfaring vart utført 25.08.2025 av ingeniørgeologane Tonje Mek Eidset og Leif Egil Friestad frå Asplan Viak. Frå AS Saudefaldene deltok Karl Anders Fløgstad og Helge Nilsen. Terrengnet i dagen, eksisterande sjakt og tappetunnel vart synfart. Figur 2-1 viser oversiktsfigur med fotopunkt frå synfaring. Utført sprekkkartlegging framgår av 3.2.1.



Figur 2-1: Observasjonar i området.

Synfaringa fokuserte på to ulike alternativ for påhogg, omtala som Alt. 1 og Alt. 2. Alt. 1 er lokalisert i botn av bakke ved skiløype, der påhogg leggst så lågt som råd i terrenng. Alt. 2 er ved parkeringsplass, der veggeometri leggst på same nivå som parkeringsplass. Sjå Figur 2-2 for påhoggsalternativ.

Rapporten tek føre seg alternativ Alt. 2 for påhogg, Det er i samråd med Saudefaldene valt å berre gå vidare med påhoggsalternativ Alt. 2. Påhogg Alt. 1 omtalast ikkje vidare.



Figur 2-2: Påhoggsalternativ for adkomsttunnel.

#### 2.4.1. Observasjonar av plassering påhogg og innleiande orientering tunnel

Sjå Figur 2-3 og Figur 2-4 for oversiktsfoto tunnelpåhogg.



Figur 2-3: Oversiktsfoto påhoggsalternativ 2. Kvit, stipla linje viser omtrentleg trase, medan raud pil viser ca. plassering av påhogg.



Figur 2-4: Bergblotning ved påhoggsalternativ nr. 2.

#### 2.4.2. Observasjoner av terreng over planlagt adkomsttunnel

Figur 2-5 viser oversiktsfoto teke med drone for terreng over planlagt adkomsttunnel med påhogg (Alt. 2) markert med gul sirkel.



Figur 2-5: Oversiktsfoto teke med drone som viser påhoggs plassering for Alt. 2.

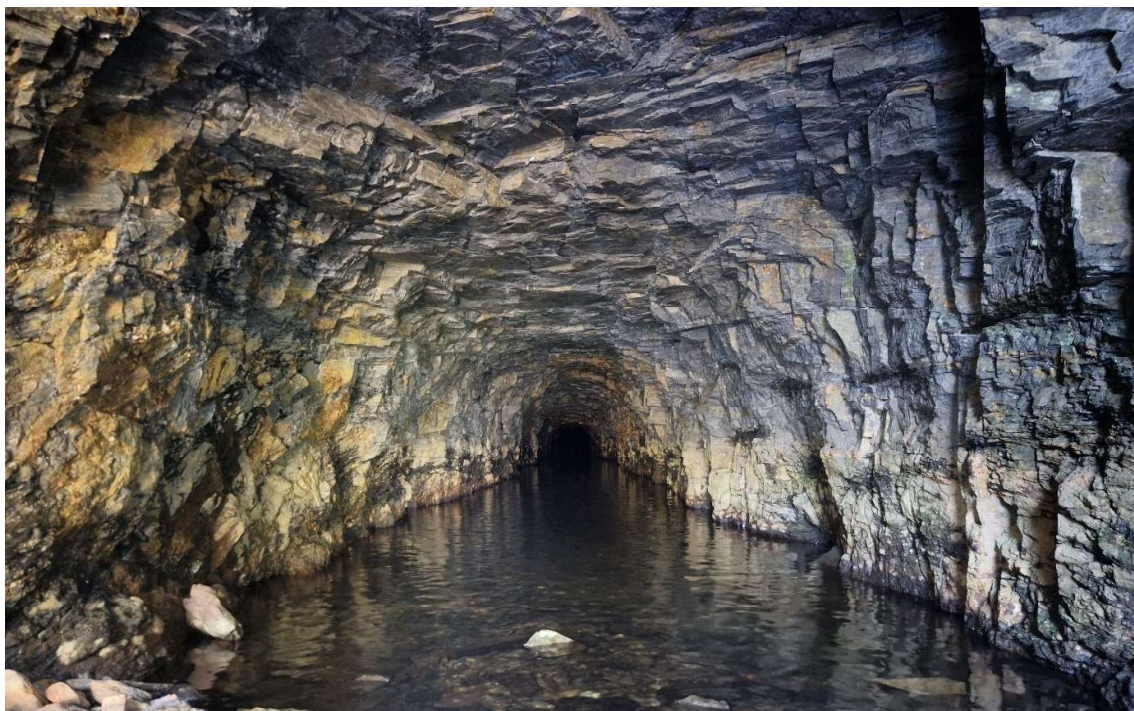
#### 2.4.3. Observasjoner i eksisterende sjakt, lukekammer og tappetunnel

Figur 2-6 og Figur 2-7 viser oversiktsfoto fra eksisterende tappetunnel. Figur 2-8 frå påhogg i terrengsøkk (utløp eksisterende tunnel).

Observasjonar frå eksisterande tunnel stadfestar to steile og eit slakt sprekkesett, sjå Figur 2-6 og Figur 2-7. Det er lokalt observert noko tettare oppsprekkingsgrad sporadisk i tunnelen, men det er ikkje registrert sprekketryll eller svakheitssonar i tunnelnivå under ANA-VSV orientert søkk som ligg på tvers av tunnelen i dagen (oransje, stipla linje Figur 4-1). Tunnelen er usikra, medan det er montert steinsprangnett i eksisterande sjakt og lukekammer for handtering av mindre fragment. Med omsyn til vatn er det stadvis observert fukt, men det er ikkje registreringar av drypp eller større innlekkasjar. Det står att ein bergterskel ytst mot elva som gjer at vatnet i tunnelen ikkje blir fullt drenert, sjå Figur 2-7 og Figur 2-8. Terskelen ligg i same nivå som elv utanfor tappetunnel. Vassnivået i tappetunnelen står kring 1 - 1,5 meter over sålen.



*Figur 2-6: Observasjonar av bergmassen i eksisterande tunnel. Øvst til venstre foto teke i retning eksisterande luker og sjakt. Øvst til høgre teke nedstraums sving og tilbake mot luker. Nedst viser parti med høgare oppsprekkingsgrad i eksisterande tunne sett mot utløp, estimert omlag. 50 meter frå utløp.*



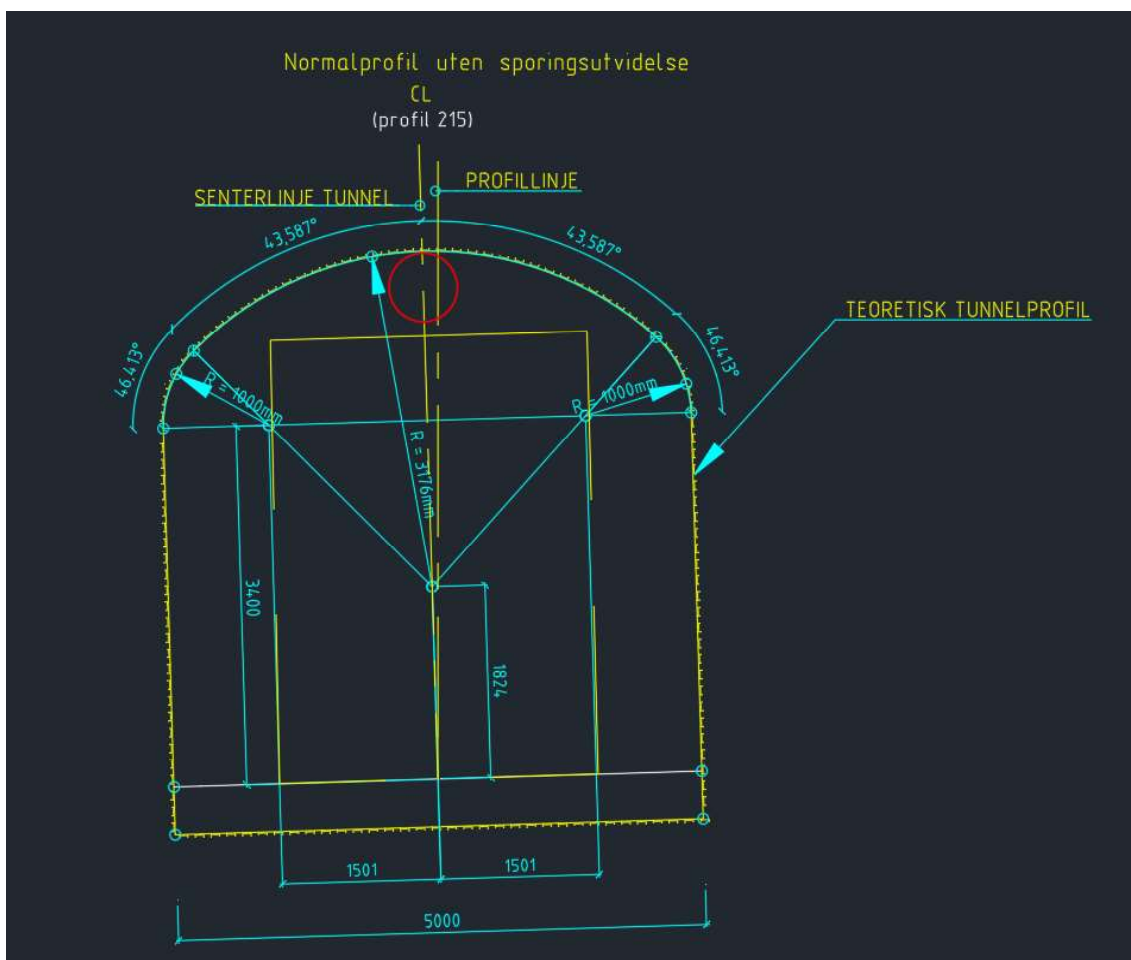
*Figur 2-7: Observasjonar av bergmassen i eksisterande tunnel. Sett utanfrå og inn nær utløp i bekk. Synleg bergterskel i utløp gjer at alt vatnet ikkje drenerer ut.*



*Figur 2-8: Observasjonar ved utløp eksisterande tunnel.*

## 2.5. Tunneltverrsnitt

Tunnelen som skal drivast er ein adkomsttunnel til lukekammer. Det er lagt til grunn eit T5 profil med varierende breiddeutvidingar for å tilfredsstille sporingskurve for lastebil/betongbil gjennom tunnelane, samt lagt til ei nisje for passering av bilar. Figur 2-9 viser normalprofil utan sporingsutviding. Ved ca. P400 skal det etablerast eit tverrslag mellom adkomsttunnelen og eksisterande tappetunnel.

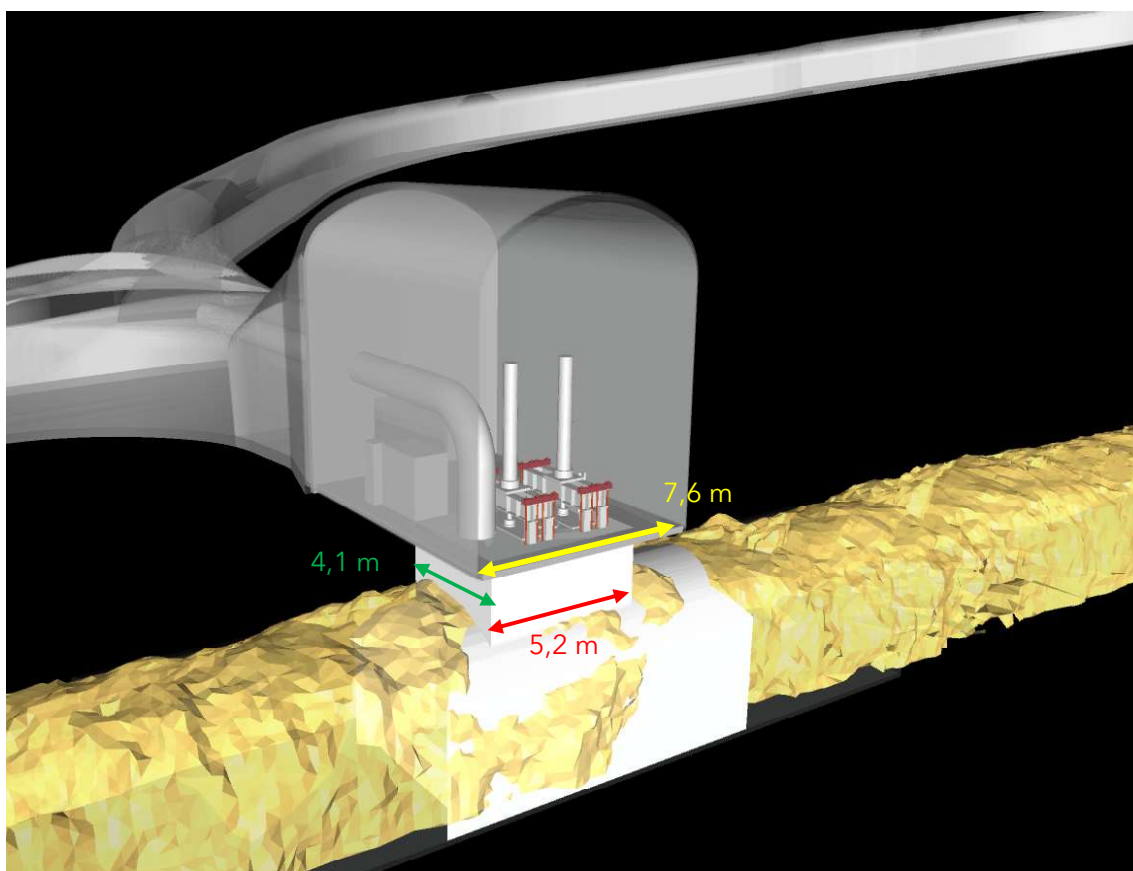


Figur 2-9: Normalprofil utan sporingsutviding.

På enden av adkomsttunnelen skal det etablerast eit lukekammer som har noko større tverrsnitt enn adkomsttunnelen. Mellom lukekammeret og eksisterande tappetunnel skal det etablerast ei vertikal sjakt. I denne sjakta skal lukeføringane plasserast, sjå Figur 4-15.

Tabell 6: Informasjon om planlagde tunneler

Tunnel	Tverrsnitt	Lengde [m]	Merknad
Adkomsttunnel til lukekammer	Ca. 25 - 37	418	T5 profil med varierende breiddeutvidingar for å tilfredsstille sporingskurve for lastebil/betongbil. Areal utan sporutviding ca. 25,5 m <sup>2</sup> , med nisje 37 m <sup>2</sup> .
Bergrom i enden av adkomsttunnel til lukekammer (ved luke-plassering)	Ca. 55	11	Større høyde for å muliggjøre lukeetablering.
Tverrslag avløpstunnel	Ca. 25	50	Adkomst frå adkomsttunnel til eksisterande tunnel for injeksjonsarbeid og XX
Lukekammer	Ca. 40	2	Tilstrekkeleg stort for å huse luka

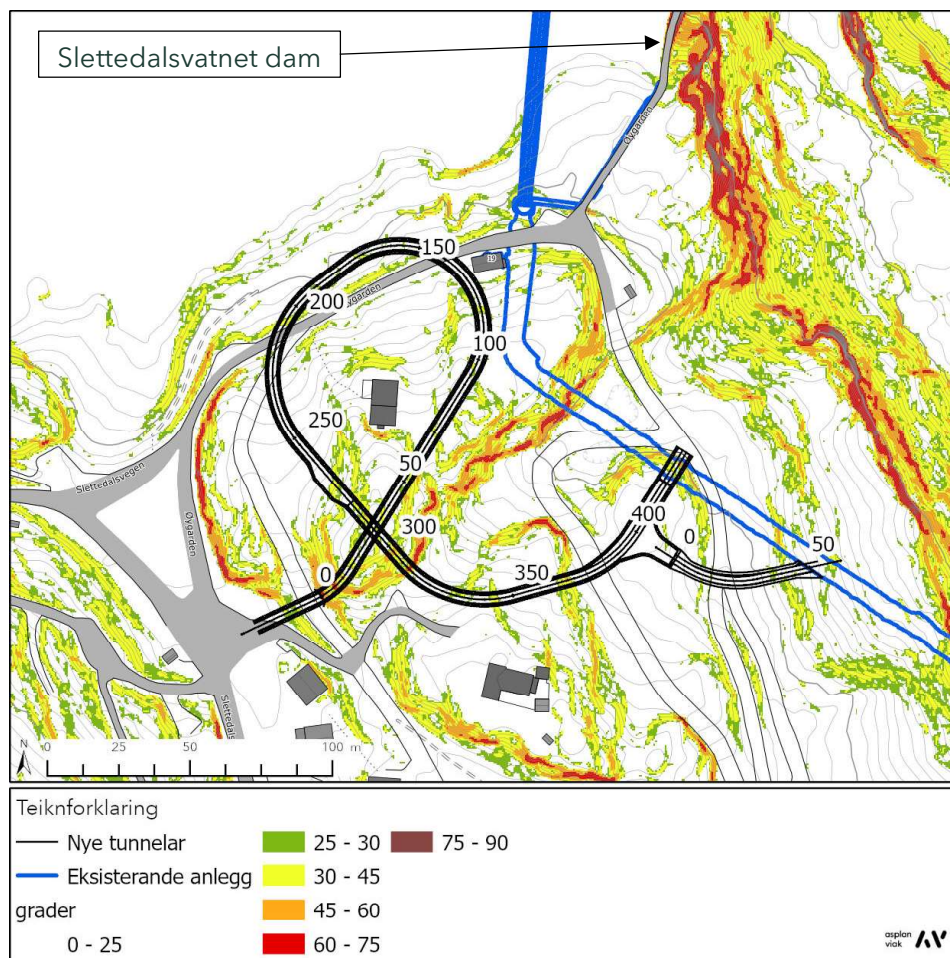


Figur 2-10: Dimensjoner lukekammer. Nord er ned til høyre i utsnittet.

### 3. Faktadel

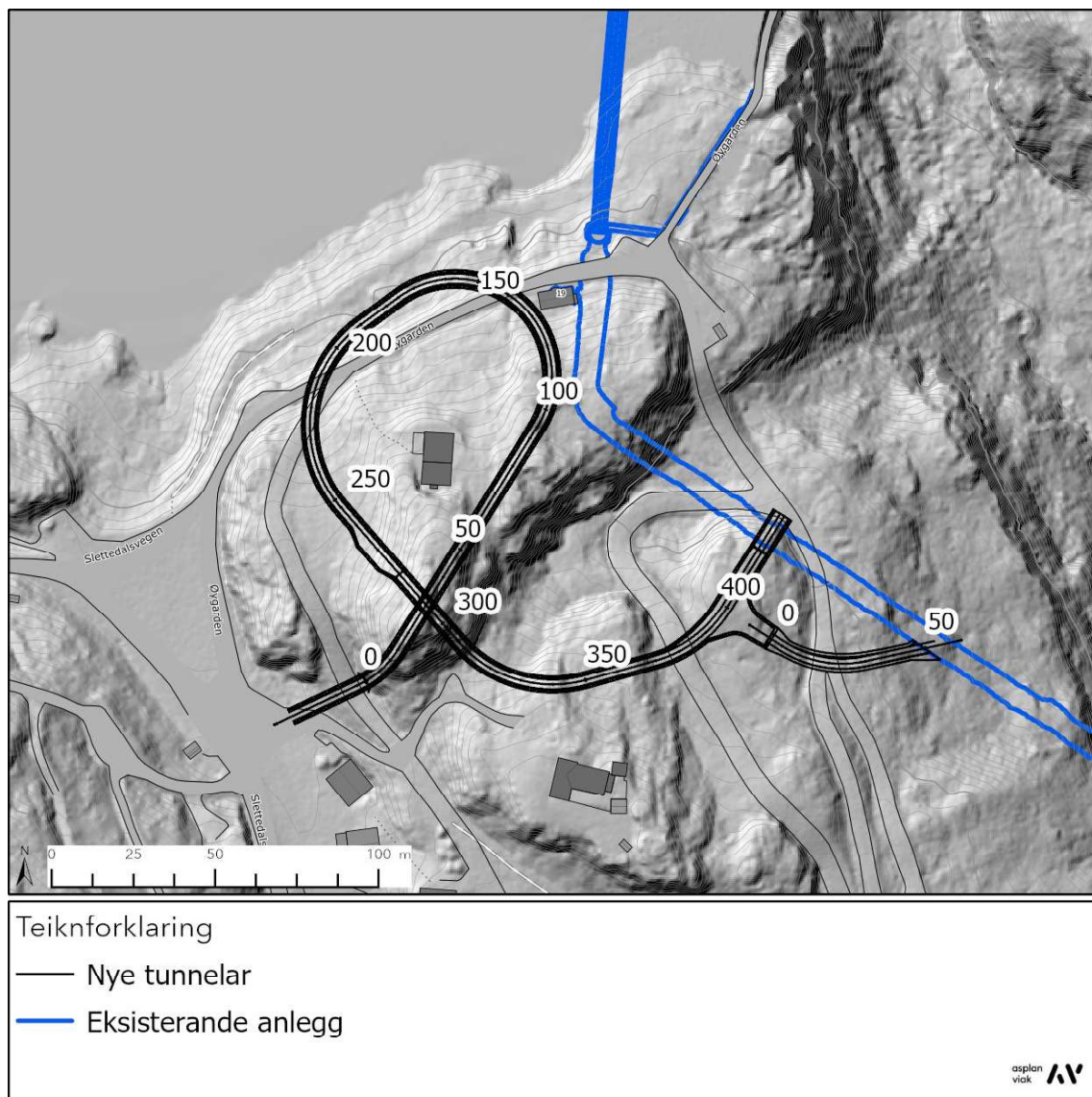
#### 3.1. Topografi

Slettedalsvatnet dam ligg i sørleg ende av Slettedalsvatnet (475 - 429 moh.), ved utløpet til Slettedalselva som drenerer mot SA i retning mot Storlivatnet (253-241 moh.). Botnen av Slettedalsvatnet er ikkje innmålt. Dammen er dobbeltkrumma, har ei kronelengde på 180 meter og er om lag 73 meter høg [10]. Vederlaga til demninga ligg i sidekantane til eit markert søkk i terrenget, som følger sprekkesett med strøkretning SØ-NV, tydeleg framtreddande gjennom terrenghyller opp mot Ørnanuten (751,4 moh). Brattskrentane er steile, gjennomgåande brattare enn 75 grader, sjå Figur 3-1.



Figur 3-1: Terrenghellingskart for terreng i søkk ved Slettedalsvatnet dam.

Tunnelen ligg innleiingsvis under ein kolle i terrenget, lokalisert vest for særleg markert NNV-SSA-orientert terrengsøkk i området. Ved profil ca. 300 - 330 kryssar tunnelen under sørleg avgrensing av kollen, definert av eit markert SV-NA orientert lineament i skyggerelieff. Generelt stig terrenget herifrå mot aust forbi planlagt lukeplassering. Lenger ut mot søkket NNV-SSA fell terrenget brått mot elvebotn.



Figur 3-2: Skuggerelieff

## 3.2. Berggrunn

Frå tidlegare synfaringar i området [11], er det omtala registrert gneis av god kvalitet. Med referanse til rapport frå byggeperioden 1956 - 1957, er det skildra [11] gneis med enkelte soner av fylitt. Det er framheva to markerte svakheitssonar, derav sona som følgjer elvedalen er angitt med størst mektigheit [11]. Berget på vestsida av elva er omtala som svakt, knytt til truleg tilknytning til svakheitssone [11] orientert med steil vinkel på elvedalen, sjå Figur 3-3.



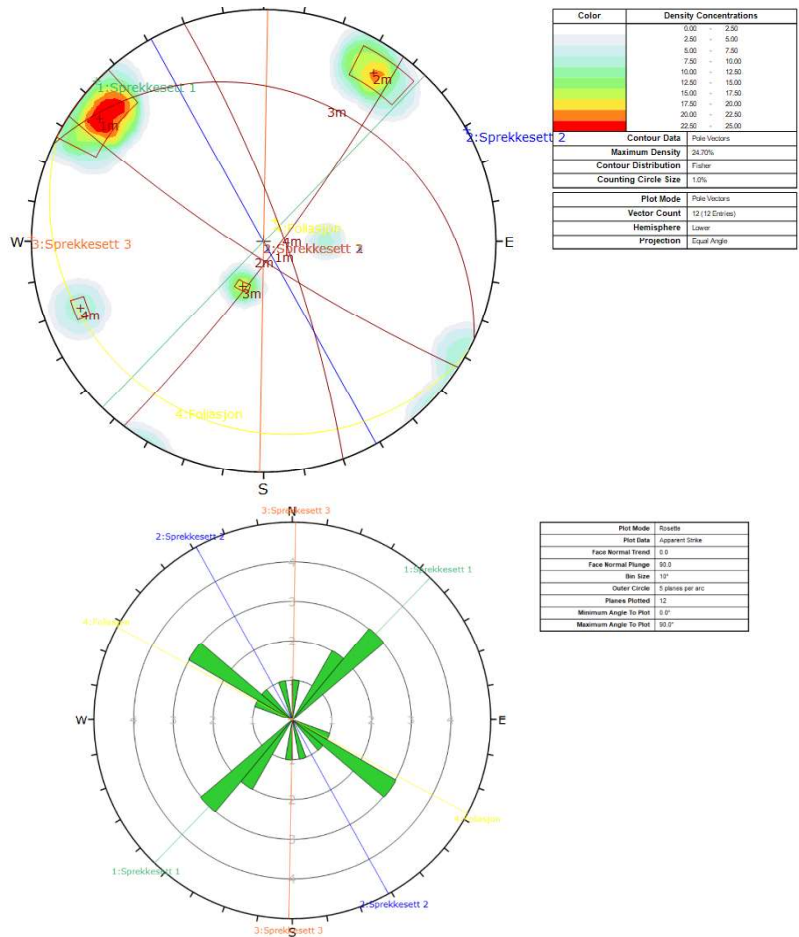
Figur 3-3: Oversiktsfigur utarbeidd av Multiconsult (2024). Framhevar registrert [11] svakt berg på vestsida elva.

Eigne synfaringsoversetjingar, både i dagen og i tunnel, viser samsvar med tidlegare skildringar. NGUs berggrunnskart (1:250 000) angir granittisk gneis i området. Den granittiske gneisen har fleire registrerte foldeaksar og lineasjonar, i hovudsak orientert med strøking NA-SV og NV-SØ. Berggrunnskartet har ikkje variasjon i bergart i prosjektområdet, og det er difor ikkje presentert eige kartutsnitt.

### 3.2.1. Oppsprekking

Sjå 2.3 for tidlegare utført sprekkemåling i området. Sprekkesett 1 viser særleg godt samsvar med eigne målingar i felt. Sjå Figur 3-4 for stereogram og sprekkerose. Det er ikkje registrert sprekketryll, sprekker har generelt bergkontakt og framstår generelt som ru,

plane. Det er ikkje registrert vatn i tilknytning til sprekker i dagen. På tunnelnivå er det observert noko fukt.



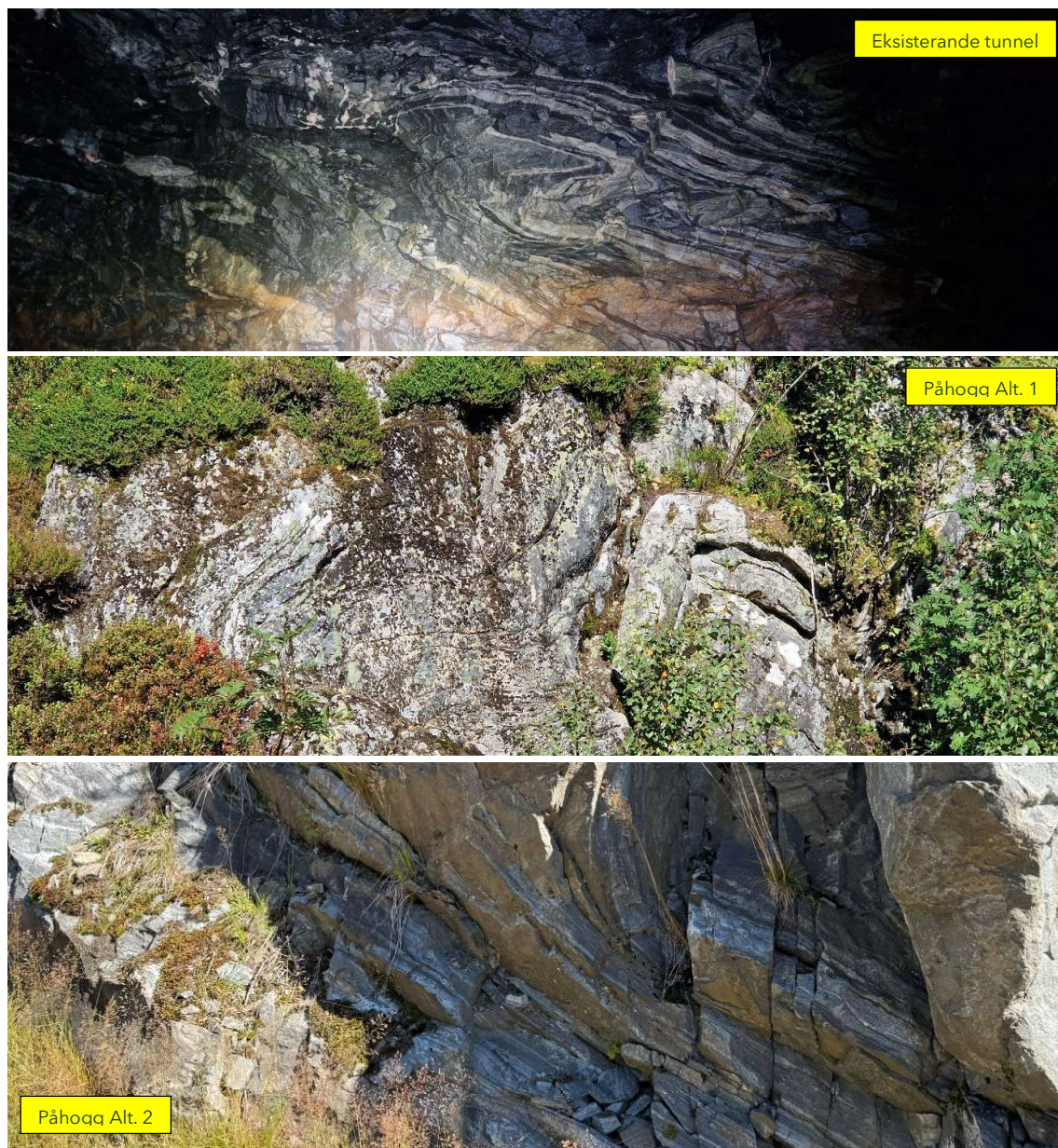
Figur 3-4: Kartlagt oppsprekking av bergmassen frå synfaring. Angitte sprekkeseitt med trendlinjer utgjør tidlegare registrerte sprekkplan (grønn, blå, lys oransje, gul). Mørkeraude linjer viser plan generert frå eigne sprekkemålingar.

Tabell 7: Registrert oppsprekking.

Sprekkeseitt	Strøk/Fall	Ruhet	Sprekkeåpning	Sprekkefyll	Vatn
S1	035-045/80-85	Ru, plane	Bergkontakt	Ikkje observert	Ikkje observert i dagen
S2	335-355/80-85				
S3	120-125/80-90				
Foliasjon	290-305/20-30				

### 3.2.2. Folding

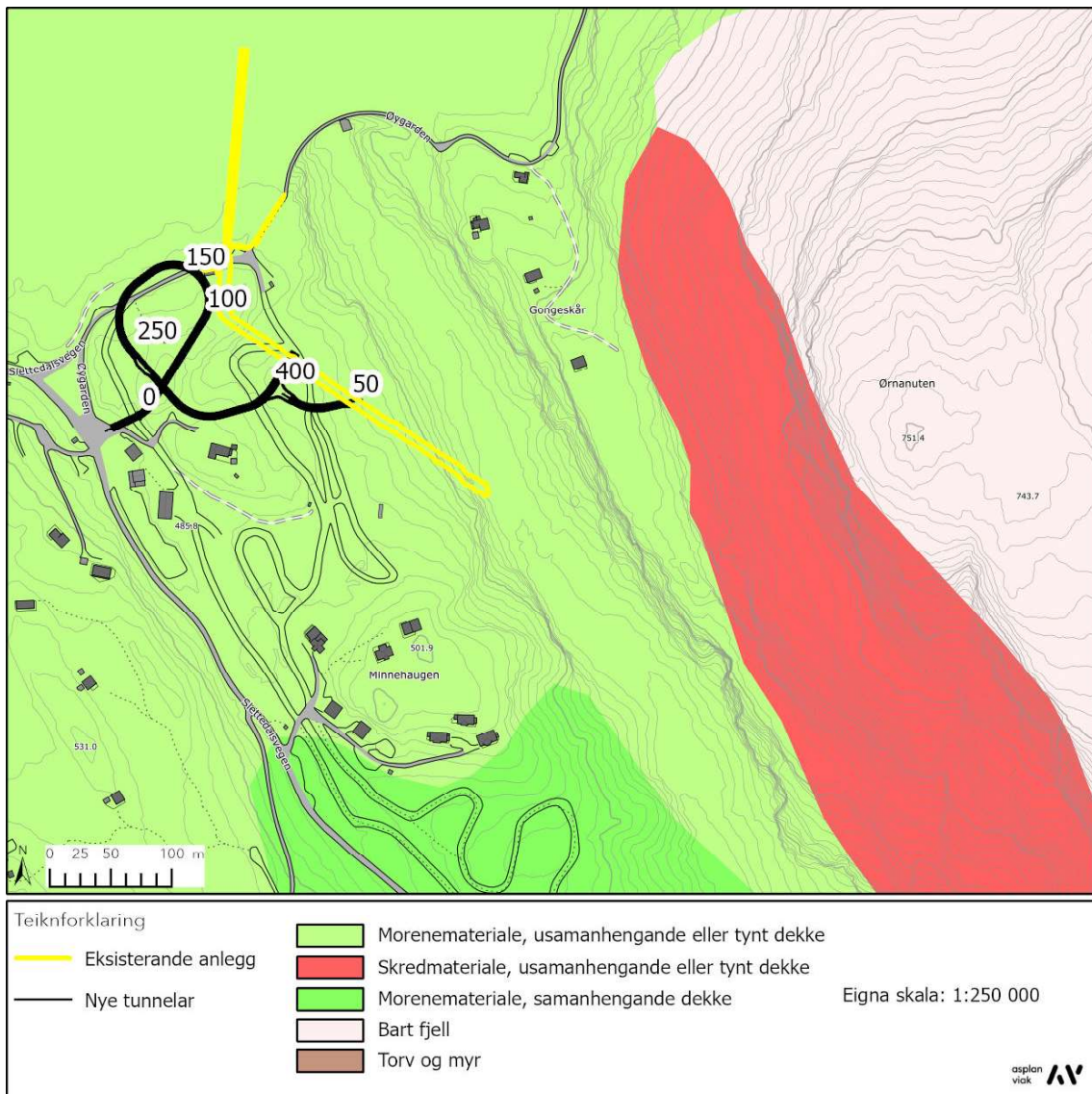
Det er observert folding av bergmassen både i eksisterende tunnel og begge påhoggsalternativ, sjå Figur 3-5.



Figur 3-5: Observert folding av bergmassen.

### 3.3. Lausmassar

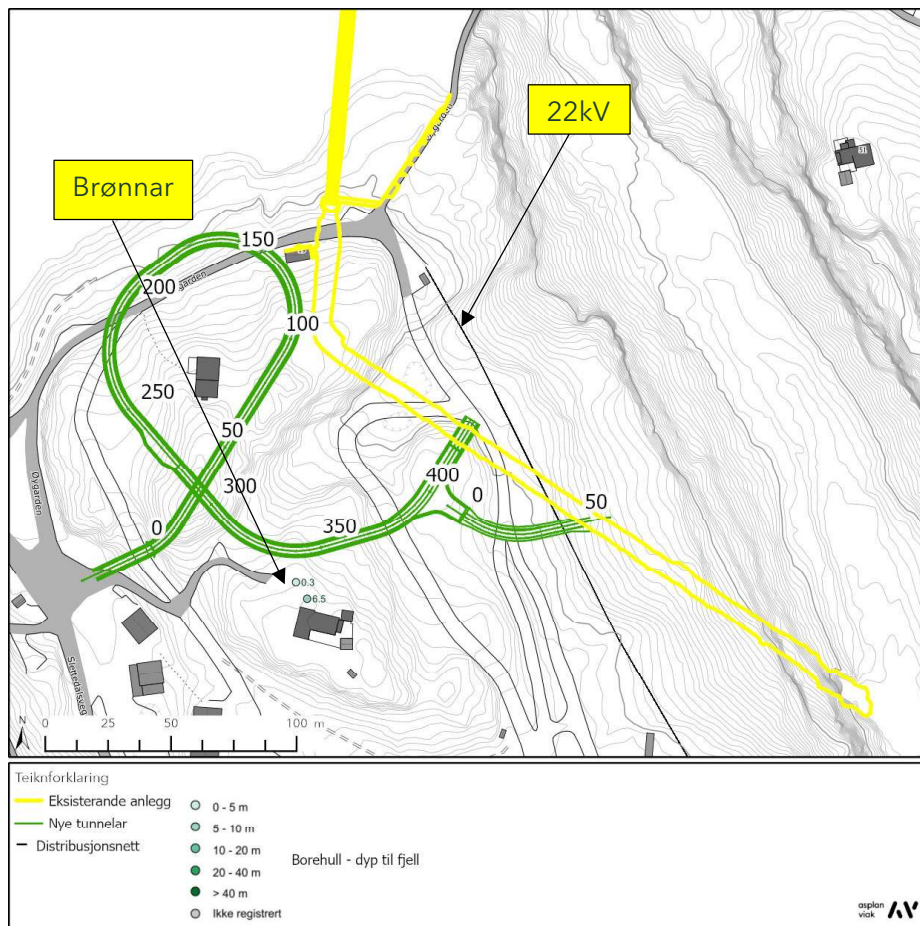
NGU sitt lausmasekart angir primært tynn (usamanhengande) morene i området, sjå Figur 3-6. Eigne synfaringsobservasjonar stadfestar at lausmasedekket er skrint. Det er kartlagt berg i dagen ved demning, langs Slettedalsvatnet, kring hytter og i skrentar/skjeringar langs veg. Det er generelt lite lausmassar i prosjektområdet, og strukturane bergmassen er markante.



### 3.4. Spesielle lokale omsyn - infrastruktur

Det er eksisterende anlegg i fjell i området, sjå 1.1.1. Elles er det også diverse infrastruktur i området, sjå Figur 3-7 og punktlista under:

- Hyttefelt
- Adkomstveg til demning, hytte og på vintertid skiløypetrasé i området
- 22kV-høgspenlinje: Haugaland kraft nett AS si høgspenlinje for distribusjon er orientert nær parallelt med terrengsøkket.
- Fjellbrønner: Dei to fjellbrønnane ligg nord for bygg på eigedom gnr./bnr. 42/102. Sjå Tabell 8.
- Trykktunnel til kraftstasjon, som går på austsida av dammen.



Figur 3-7: Oversikt infrastruktur.

Tabell 8: Oversikt fjellbrønner

Brønn nr.	Bruksområde	Type brønn	Bora lengde	Lausmasse- mektighet	Gardsnr- /bruksnr.
60152	Vassforsyning	Fjellbrønn	90 m (loddrett)	0,3 m	42/9
60164			90 m (loddrett)	6,5 m	42/102

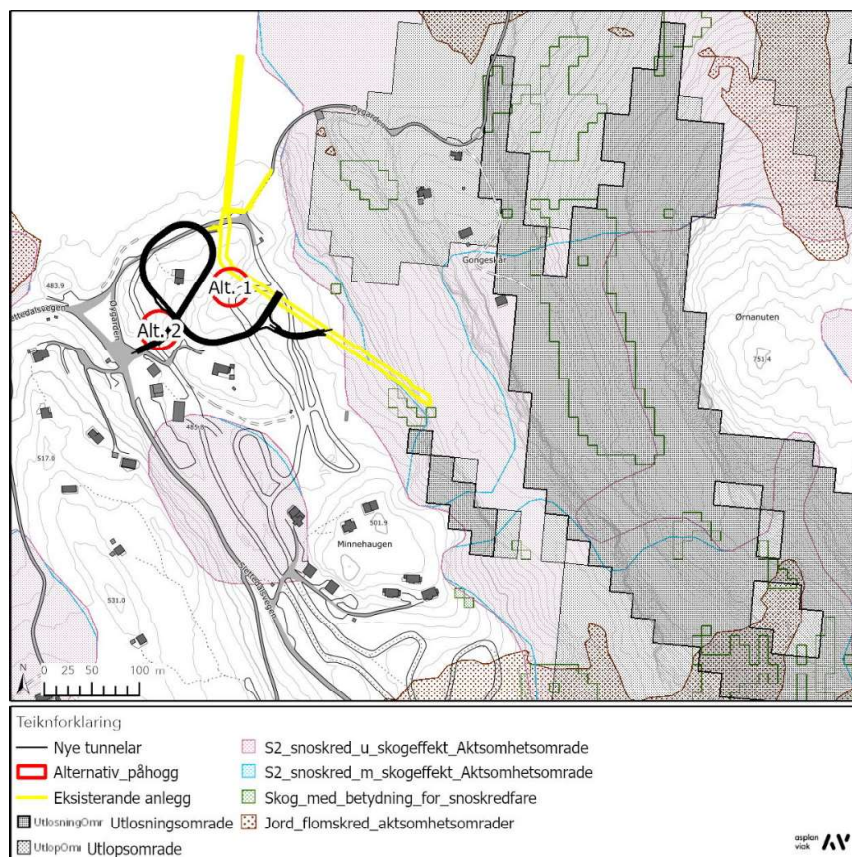
Brønn nr. 60164 er registrert med informasjon om vassinnslag, sjå Figur 3-8. Det er registrert <50 l/time i det nivået planlagt tunnel vert liggande.

BRØNNLAG (FJELLBRØNN)					
Dyp fra overflaten (meter)					
FRA	TIL	EVT. VANNINNSLAG	SLAMFARGE	BERGART	ANDRE OPPLYSNINGER
0.00	6.50	50-500 l/time			Løsmasse: Sand og stein
6.50	9.00				Innboring
9.00	43.00	<50 l/time			Svart fjell.
43.00	90.00				Svart fjell.

Figur 3-8: Utsnitt frå rapport for fjellbrønn nr. 60164.

### 3.5. Aktsemdsonar for skred

Påhogget (Alt. 2) ligg ikkje innanfor aktsemdsonar for snøskred, steinsprang eller jord- og flaumskred. Figur 3-9 syner aktsemdsonar for skred i bratt terreng i området.



Figur 3-9: Aktsemdsoner for skred i bratt terreng.

Det er ikkje registrert skredhendingar i området.

## 4. Tolkningsdel

### 4.1. Geologiske tilhøve langs tunneltraseen

#### 4.1.1. Bergartar

Kartgrunnlag viser ikkje bergartsgrenser langs tunneltraseen, medan det i rapport frå byggeperioden 1956 - 1957, er skildra [11] gneis med enkelte soner av fyllitt. Det er under feltarbeid verken i eksisterande tunnel eller i dagen over planlagt adkomsttunnel, kartlagt bergartsgrenser som vurderast å påverke tunneldrivinga. Ny adkomsttunnel, lukekammer og tverrslag ned til eksisterande tappetunnel vert vurdert å gå hovudsakleg i granittisk gneis, men tynne linser med fyllitt.

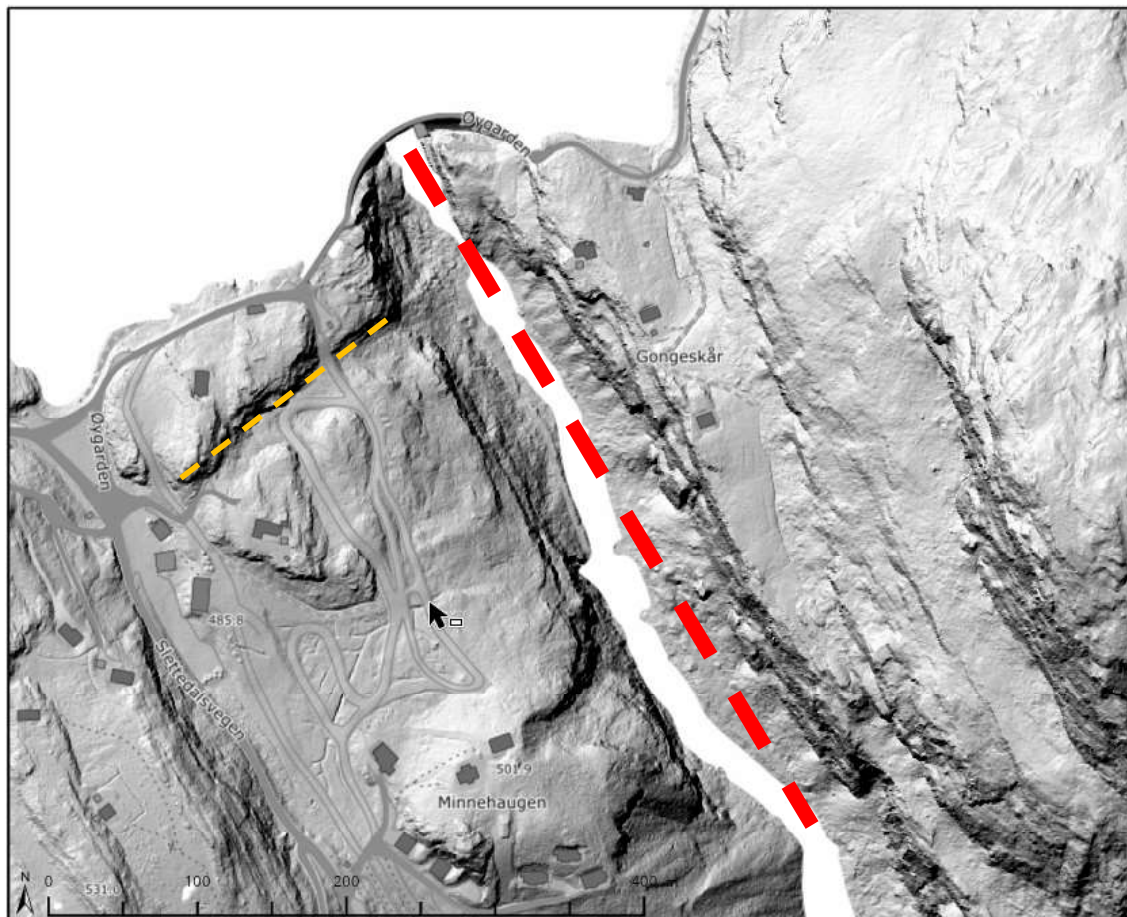
#### 4.1.2. Svakheitssoner/sprekkesoner

Geologiske strukturar godt fram i terrengoverflata. Tolking av skuggerelieffkart viser samsvar med tolka svakheitssoner av Multiconsult (2024) [2]. Brattskrentar med strøkoriering SA-NV er mest framtrédande i terrenget, sjå raud, stipla linje i Figur 4-1. I tillegg er det identifisert eit ANA-VSV orientert lineament i terrenget sørvest for dammen. Lineamentet er tydeleg framtrédande på vestsida av Slettedalselva, men er lite framtrédande på austsida. Ein ser derimot mindre stikk i bergskrentar med tilsvarande orientering.

Asplan Viak har utført kartlegging av dei aktuelle sonene i terrenget. Lineament SA-NV er sær framtrédande (Figur 4-1, raud stipla linje), og vurderast å vere ei svakheitssone med stor mektigheit og utstrekning. Planlagde nye tunnelar kjem ikkje i konflikt med denne svakheitssona, og sidedekninga ut mot terrengsøkket er gjennomgåande god.

Vegetasjon gjer det vanskeleg å sjå utstrekninga til lineament ANA-VSV (oransj, stipla linje i Figur 4-1) på vestsida av søkket i dagen. Det er derimot eit tydeleg relieff i dagen i form av bergskrentar nord for lineamentet. Observasjonar på austsida av terrengsøkket viser sprekkeseitt med tilsvarande orientering, men ikkje tydeleg teikn til svakheitssone (Figur 4-1). Denne potensielle svakheitssona i dagen, med steilt fall primært mot sør, er ikkje observert i eksisterande tappetunnel, men det er registrert sprekkeseitt i tappetunnelen som har tilsvarande orientering (sjå kapittel 2.4). Adkomsttunnelen kryssar lineamentet ved ca. profil 300 - 330. Overdekninga i området er god (>40 meter), og kryssinga skjer med stor vinkel som er vurdert å vere gunstig med omsyn til stabilitet. Påtreffing av den

evt. sona på tunnelnivå vurderast handterbart, evt. ved bruk av forboltar for å bevare profil.

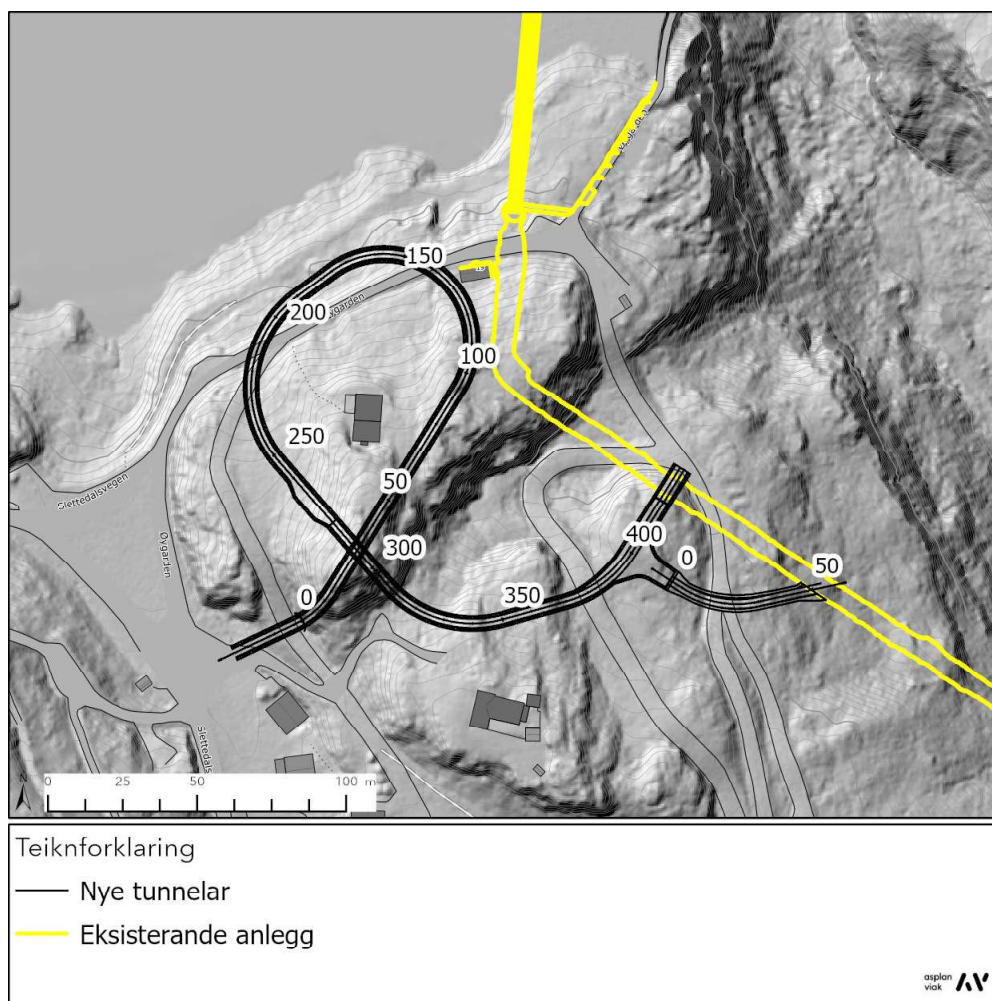


Figur 4-1: Skuggereleiff. Markerte lineament i terrenget særleg framheva med stipla linjer. Raud linje viser svakheitssone. Oransje linje indikerer potensiell svakheitssone, som ikkje er observert i eksisterande tappetunnel.

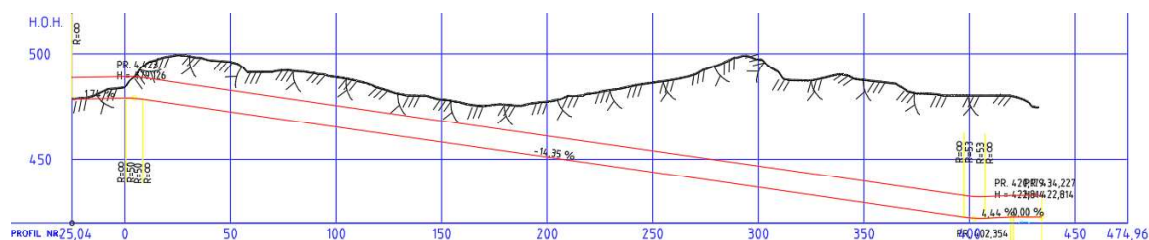
## 4.2. Bergoverdekning

### 4.2.1. Adkomsttunnel

Figur 4-2 viser oversiktfigur av adkomsttunnelen i plan visning, medan Figur 4-3 viser tverrprofil.



Figur 4-2: Tunneltraseen i plan visning.



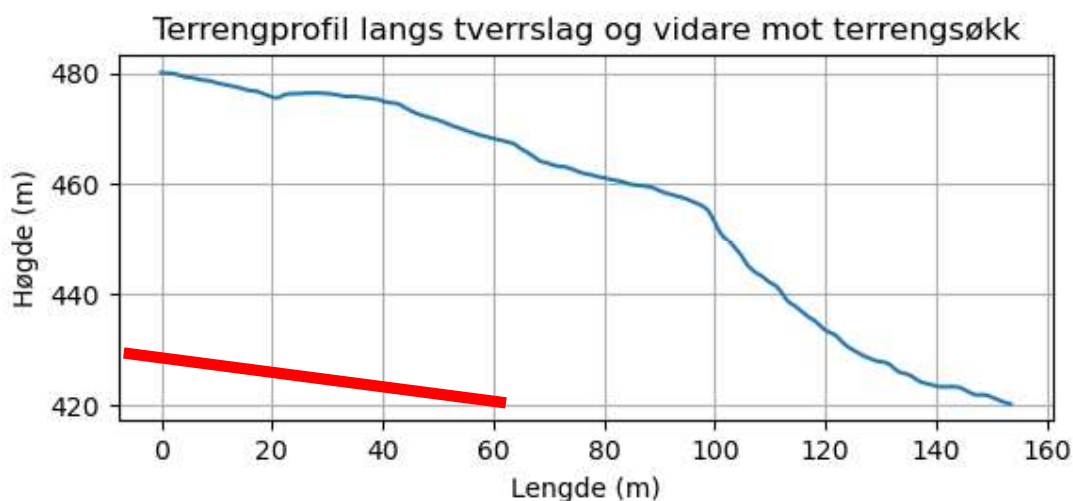
Figur 4-3: Terrengprofil. Nedre røde linje angir sålen på adkomsttunnelen, medan øvre om lag hengen i tunnelen.

Nær overflata er bergoverdekninga avgrensa og ein går i dagberg. På strekninga ca. P10-P170 er bergoverdekninga tilnærma lik, grunna fall på både adkomsttunnel og terrengoverflate mot nordaust. Overdekning til terreng er ca. 15 meter. Den første delen av tunnelen ligg nær parallelt bergrygg med fall mot SA på SA-sida av terrengkollen, og såleis også med avgrensa sidedekning (inntil ca. P90). Høgdeskilnaden mellom terreng sidevegs for og i botn terrengsøkk er avgrensa. Det er lite lausmassar i området og difor er truleg ikkje meir enn 1 meter skilnad på overdekning og bergoverdekning.

Etter at tunnelen har svinga av mot vest lengst nord mot Slettedalsvatnet (sjå Figur 4-2), stig terrenget ettersom ein går tilbake under kollen, samstundes som adkomsttunnelen går med fall (1:7, ca. 14%), og bergoverdekninga aukar. Herifrå og vidare nedover er det noko variasjon i overdekning grunna variasjonar i terrengoverflata. Overdekninga aukar til i overkant av 50 meter ved lukekammeret.

#### 4.2.2. Lukekammer og tverrslagstunnel

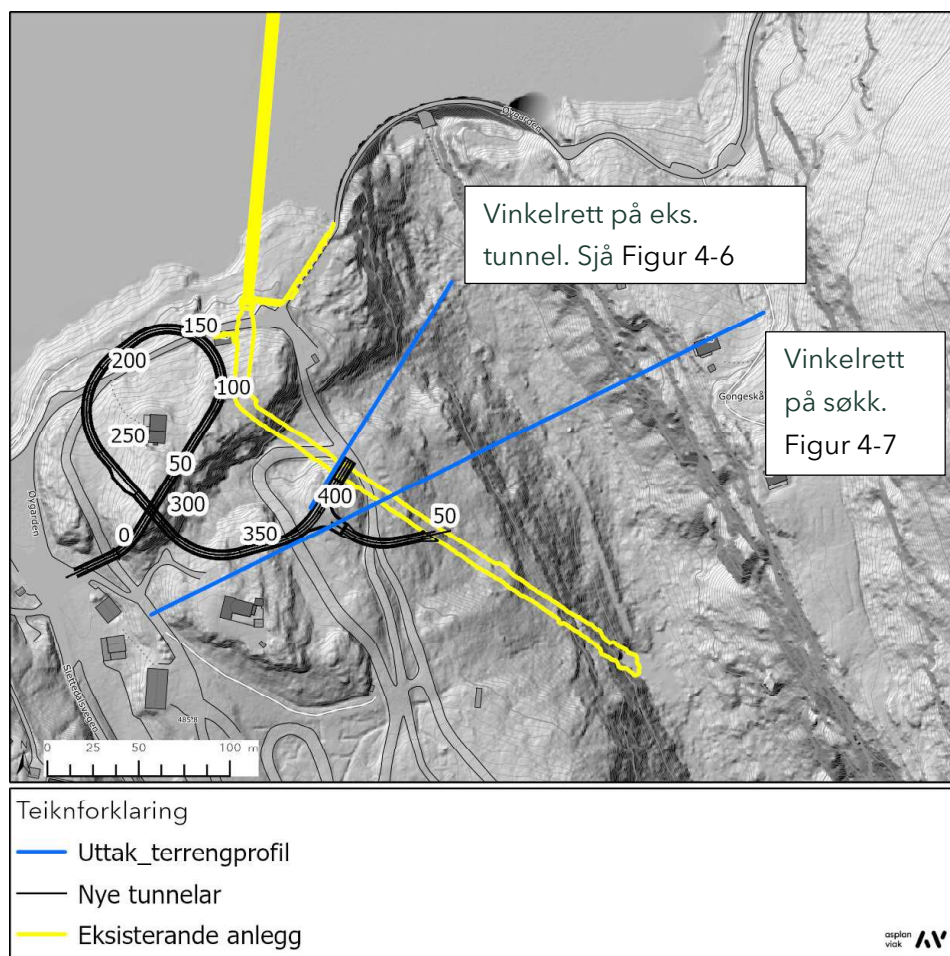
Overdekninga er i overkant av 50 meter ved lukekammeret. Sidedekninga mot søkket i aust er god for alt bergrom som skal sprengast. For adkomsttunnelen er avstanden over 60 meter på det næraste, sjå Figur 4-6, medan den for tverrslagstunnelen er mellom 25-30 meter (Figur 4-4). Overdekninga er lågare her, fordi terrengoverflata fell mot aust.



Figur 4-4: Skisse terreng langs tverrslagstunnel og vidare til terrengsøkk. Raud linje indikerer heng tunnel.

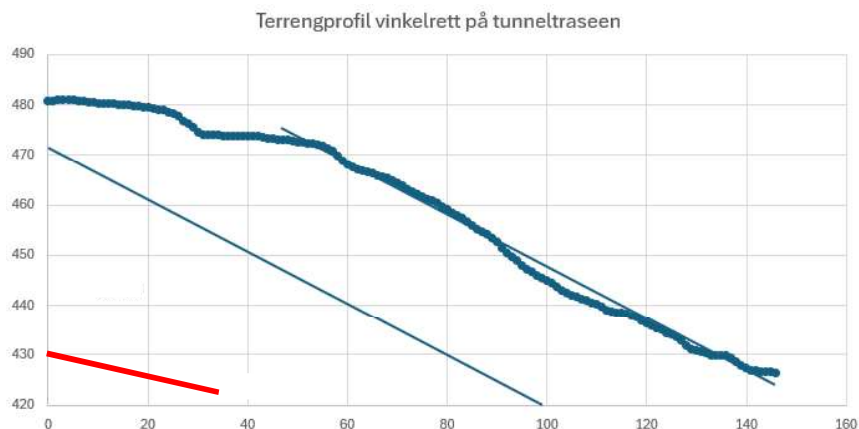
### 4.3. Naudsynt bergoverdekning lukekammer

Nye luker skal etablerast i eksisterande tunnelsystem, og plasseringa er såleis låst i vertikalplanet. Eksisterande tunnel går innleingsvis mot S, før den svingar av mot SØ. Sjå Figur 4-5 for eksisterande og planlagde tunnelar og sjakter.



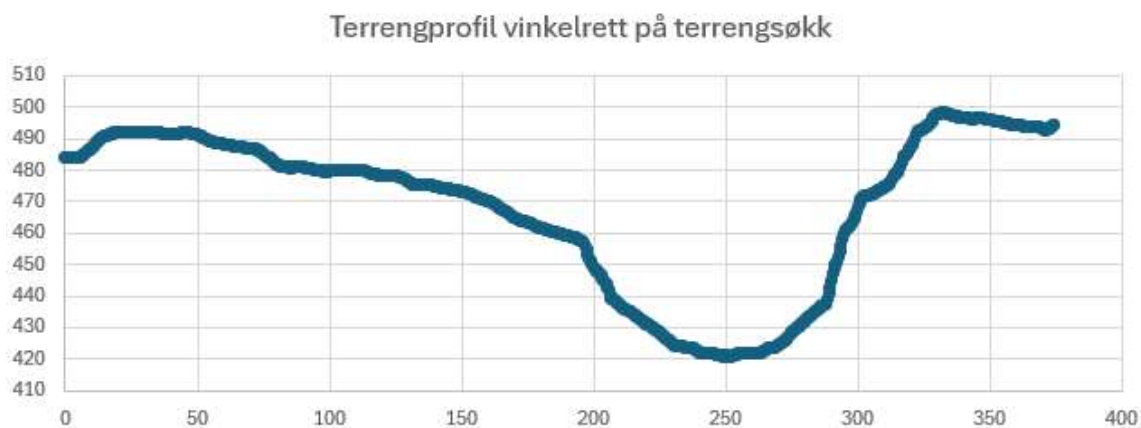
Figur 4-5: Orientering av terrengprofil.

På bakgrunn av at luke må plasserast i eksisterande tunnel er det teke ut terrengprofil vinkelrett på tunnelorienteringa til tunnelen. I vidare uttak av terrenghelling for sjekk av overdekning er det berre teke utgangspunkt i den overordna trenden i terrenghelling i bratte parti i skråninga, men utan å ta omsyn til brattskrentane i deler av skråninga, sjå Figur 4-6.



Figur 4-6: Døme terreghelling vinkelrett på tunneltraseen. Rød linje viser planlagt adkomsttunnel og plassering av luke. Raud linje indikerer såle på tunnel.

Ved Slettedalsvatnet er det generelt flatt terreng over tappetunnelen, medan det går bratt ned mot søkket i A. Dette framgår av tverrprofil av terrenget i Figur 4-7.



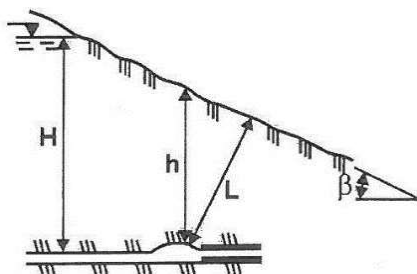
Figur 4-7: Døme terreghelning vinkelrett på terrengsøkk. Sjå Figur 4-5.

I berekningane leggst det til grunn at tettleiken til bergmassen er  $2700 \text{ kg/m}^3$ , tettleiken til vatn er  $1000 \text{ kg/m}^3$ , heng tunnel ved propp ligg ved kote +420 moh, DVF er 479 moh. Terrenggrunnlaget nytta for uttak terrengprofil er NDH Suldalsheiane 2pkt 2019-dtm. Det er ikkje medteke trykkstøt, ei heller spenningstilhøve i bergmassen som er resultat av geologisk historie (eks. tektonikk, topografiske tilhøve). Førstnemnde bør takast omsyn til i seinare likevektsvurderingar når verdiane er sett.

Likninga for likevektsvurdering legg til grunn at last frå overliggende bergmasse skal overstige krafta vasstrykket påfører tunnelveggen. Avstanden L, og såleis også h, er målt i høve ei justert terrenglinje frå basert på høgder og lengder i terrengprofilen. Dette

medfører at det ikkje er teke omsyn til terrengryggar og/eller -søkk i terrengprofilen, verken sidevegs eller i fallretninga til terrenget. Sjå døme i Figur 4-6. .

Viste berekningar gjeld ein tryggleiksfaktor (SF) 1,0. For plassering av propp tilrår Asplan Viak bruk av SF=1,4. Det er lagt til eiga kolonne for dette i Tabell 9.



Figur 4-8: Prinsippkisse som viser parameterar for vurdering av bergoverdekking for ufora trykktunnelar [13].

Utrekning av naudsynt bergoverdekking

$$\gamma f \cdot L \cdot \cos\beta > H \cdot \gamma w \quad 1$$

Frå trigonometri, har ein følgande forhold:

$$L = h \cdot \cos\beta \quad 2$$

$$\gamma f \cdot h \cdot \cos^2\beta > H \cdot \gamma w \quad 3$$

$H$ ,  $\gamma f$  og  $\gamma w$  er konstantar for prosjektet, på høvesvis. 59 meter, 2700 kg/m<sup>3</sup> og 1000 kg/m<sup>3</sup>.  $\beta$  bereknast frå eksportert terrengprofil. Verdien  $h$  er med dette einaste ukjende i formelen, og kan bereknast.

$$h > H \cdot \frac{\gamma w}{\gamma f \cdot \cos^2\beta} \quad 4$$

Tabell 9: Berekning av naudsynt overdekking.

Profil	$\beta$ [°]	$\cos\beta$	$\cos^2\beta$	$h > [m]$	$h > [m]$	$h > (SF = 1,4) [m]$	$L > [m]$	Tilstrekkelig ved tunnel
Hoved	28,68	0,877	0,770	0,48*H	28,32	39	34,5	Ja

Kontrollberegningar viser at overdekking og sidedekking er tilstrekkeleg ved skissert plassering av propp. Verdiane er tilsvarande dei berekna av Multiconsult (2024) [11].



Figur 4-9: Oversiktsfoto som viser kolle lokalisert ca. 70 meter frå sving i tunnel.

Tilrådd plassering

#### 4.4. Bergmasseklassifisering

Basert på observasjonar i eksisterande tunnel ventast det at bergmassen er moderat oppsprukken. Tidlegare arbeid har identifisert tre steile sprekesett (fall 90 grader) [10]. Eigne observasjonar har avdekket to steile og eit subhorisontalt sprekesett i eksisterande tappetunnel, sjå Figur 2-6, Figur 2-7 og Figur 2-8. I dagen er det subhorisontale sprekesettet (foliasjonen) observert med folding, og variasjonar i fall. I høve Q-metoden ventast parameterverdiar for  $J_n$  å primært ligge mellom 9-12. I høve Q-metoden skal det for tunnelpåhogg og tunnelkryss nyttast høgare verdiar for  $J_n$ . Oppsprekkingsmønsteret vurderast å kunne gi hakkete utforming i vederlag med mogleg sikringsbehov under driving.

Registrerte sprekker i eksisterande tunnel framstår generelt primært ru og plane. Dette gjeld særleg steile sprekker. Foliasjonen, som fleire stadar viser folding viser noko større variasjon. I høve Q-metoden ventast parameterverdi for  $J_r$  å primært ligge på 1,5.

Det er ikkje registrert sprekkefyll for sprekker, og det er generelt bergkontakt. I høve Q-metoden ventast parameterverdi for  $J_a$  å primært å ha verdi 1.

Det er under synfaring av eksisterande tappetunnel ikkje registrert punkter med innlekkasje. Det er områder med fukt, men ikkje større innsig. Det er ikkje myrområder over tunnelnivå og heller ikkje store lausmassemektigheiter. I høve Q-metoden ventast parameterverdi for  $J_w$  å primært ligge med verdi 1, men varierer ned mot 0,67 lokalt.

Med omsyn til spenningsfaktor, indikerer observasjonar av bergmassen i området generelt kompetent berg. Nærast påhugget ventast låge spenningsforhold grunna lita bergoverdekning og dagfjell. Vidare, kan ein ved profil ca. 300 - 330 i adkomsstunnelen få større oppsprekingsgrad. Elles vurderast spenningsforholda å generelt vere gunstige i tunnel basert på over- og sidedekning i forhold til avgrensa spenn på tunnel. I høve Q-metoden ventast parameterverdi for SRF primært å vere 1, lokalt 2,5.

Estimerte Q-verdier er presentert i Tabell 10.

Tabell 10: Estimert bergmassekvalitet

Profil start	Profil slutt	RQD	$J_n$	$J_r$	$J_a$	$J_w$	SRF	Q-verdi
0	10	50-80	9-18	1,5	1	0,67	2,5	1,1 - 8,9
10	300	60-90	9	1,5	1	0,67-1	1	6,7 - 15
300	330	50-70	9	1,5	1-4	0,67-1	1	1,4 - 11,6
330	380	60-90	9	1,5	1	0,67-1	1	6,7 - 15
380	420	60-90	9-18	1,5	1	0,67-1	1	3,35 - 15

Tabell 11: Oppsummering av bergmasseklassifiseringa ved adkomsttunnelen. Merk at det er uvisse knytt til disse verdiane, og at kartlegging på stoff vil vere naudsynt under driving.

Q-verdi	Bergmasse-klasse	Skildring av bergmassen	Sikrings-klasse	Antal meter	%-andel
10-100	A/B	Lite oppsprukken	I	340	80
4-10	C	Moderat oppsprukken	II	70	17
1-4	D	Tett oppsprukken	III	10	3
0,1-1	E	Særs dårleg	IV	0	0
0,01-0,1	F	Ekstremt dårleg	V	0	0
< 0,01	G	Eksepsjonelt dårleg	VI	0	0
SUM				420	100

## 4.5. Lausmassar og geotekniske forhold

Det er lite lausmassar i terreng over planlagte tunnelar, og området ligg over marin grense. Det er ikkje avdekkja særlege forhold med omsyn til lausmassar/geoteknikk som må særleg omsyntakast i prosjektet.

I forskjering er det også generelt lite lausmassar. Det er potensielt noko fyllmassar i området som har vorte tilført i samband med skiløype. Estimert lausmasseuttak for etablering av forskjering er 100 m<sup>3</sup>.

## 4.6. Skredfare

Skredfare er omtala i eigen rapport. Rapporten konkluderer med at kartleggingsområdet nærast Slettedalsvatnet, aktuelt for foreliggende rapport, tilfredsstillir krav til tryggleik mot skredfare for tryggleiksklasse S1. Losnesannsynet for naturlege steinsprang er vurdert lågare enn 1/100 [14].

## 4.7. Hydrologiske tilhøve - brønner

Skissert trase kjem i konflikt med eller nært inntil drikkevassbrønner ved eigedom gnr./bnr. 42/102, sjå Figur 3-7 og Tabell 8. Dette vil truleg medføre behov for å legge til rette for ny vassforsyning. Brønnane må kapasitetstestast før oppstart tunnelarbeid, og mellombels vassforsyning må etablerast. Etter at tunnelarbeid er ferdig må brønnane kapasitetstestast på nytt og basert på dette resultatet vurderast om ny permanent forsyning må etablerast.

I samband med injeksjonsarbeider bør installasjonar i brønnane fjernast.

## 4.8. Vannforhold i berggrunn og tunnel

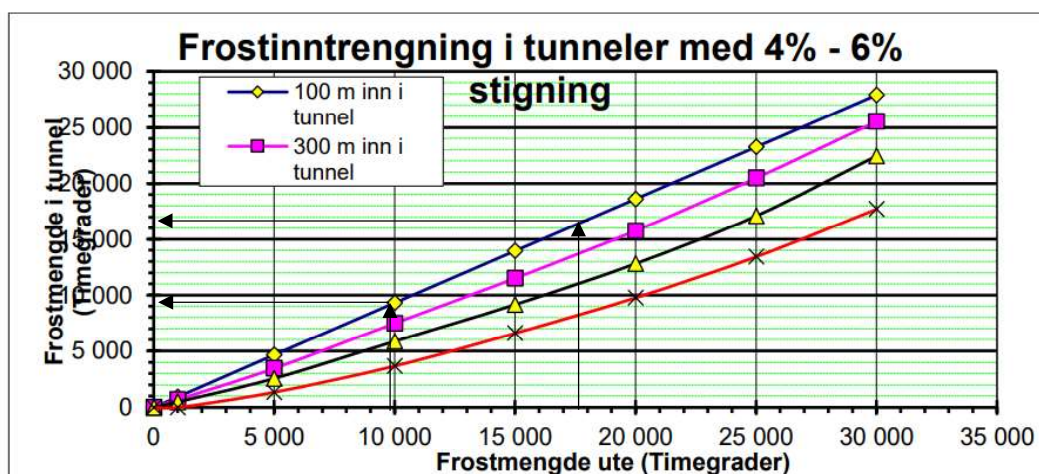
### 4.8.1. Innlekkasje

Det er ikkje observert større innlekkasjar av vatn i eksisterande tappetunnel. Noko mindre innlekkasje må likevel påreknast i tunneldrivinga.

#### 4.8.2. Frostmengder og -inntrenging

Med omsyn til frostinntrenging takast det utgangspunkt i karakteristisk frostmengdeprofil for tunnelar med 4-6% stigning for estimering frå påhogget, då denne vurderast mest representativ. Det leggst til grunn F10 lik 9900 på bakgrunn av kilometergridd i SVVs ArcGIS-løysing [15]. Vegtunnelar har frostsikring nå F10 er høgare enn 8000. Frostinntrenging i dette tilfelle er vurdert å vera inntil 300 meter inn i tunnel.

Komm.	NAVN	Fylke	normal [°C]	Frostmengde i kommunesenter				Korreksjonsfaktor for min og max	
				F2	F5	F10	F100	Kmin	Kmax
1135	Sauda	Rogaland	6,4	3000	5000	7000	13000	0,88	2,46



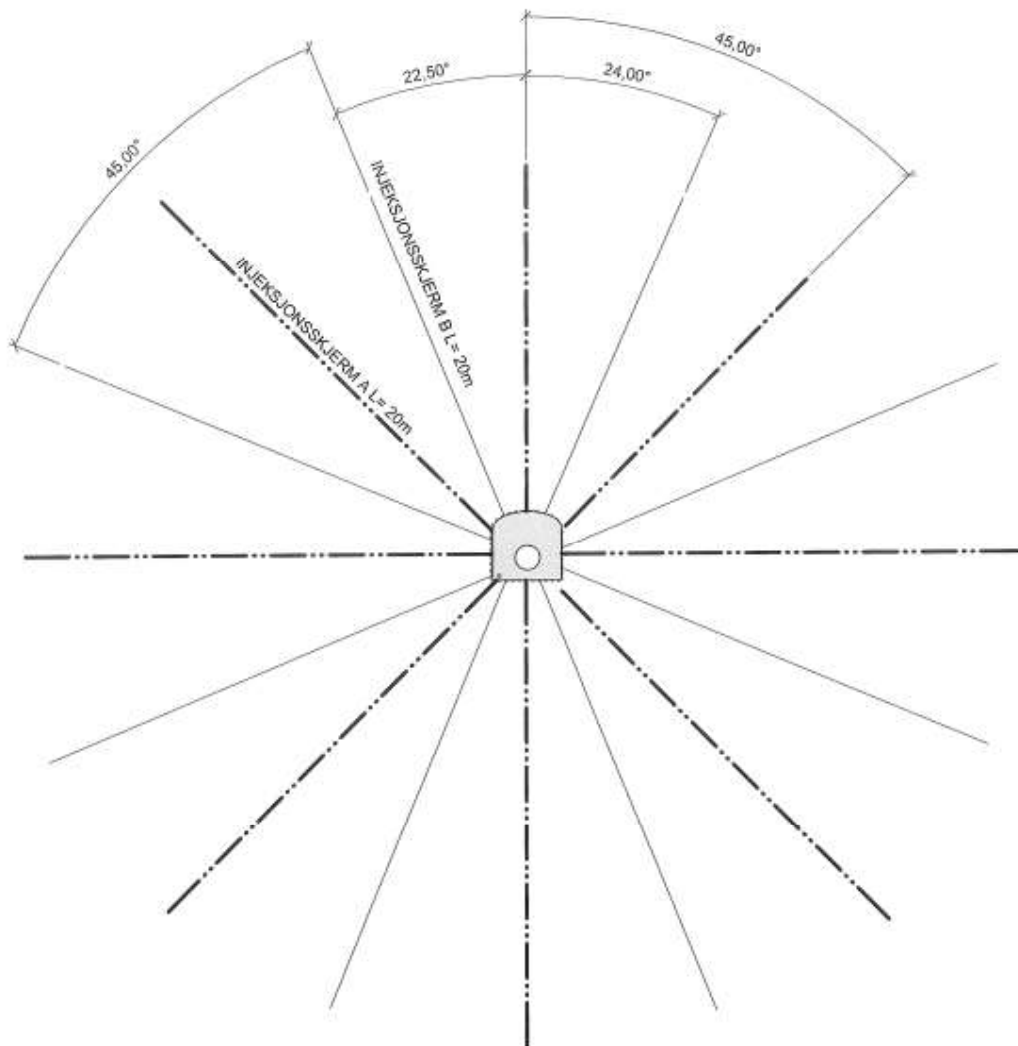
Figur 8.3 Frostinntrenging i tunnelar med 4 % - 6 % stigning [89]

Figur 4-10: Frostinntrenging.

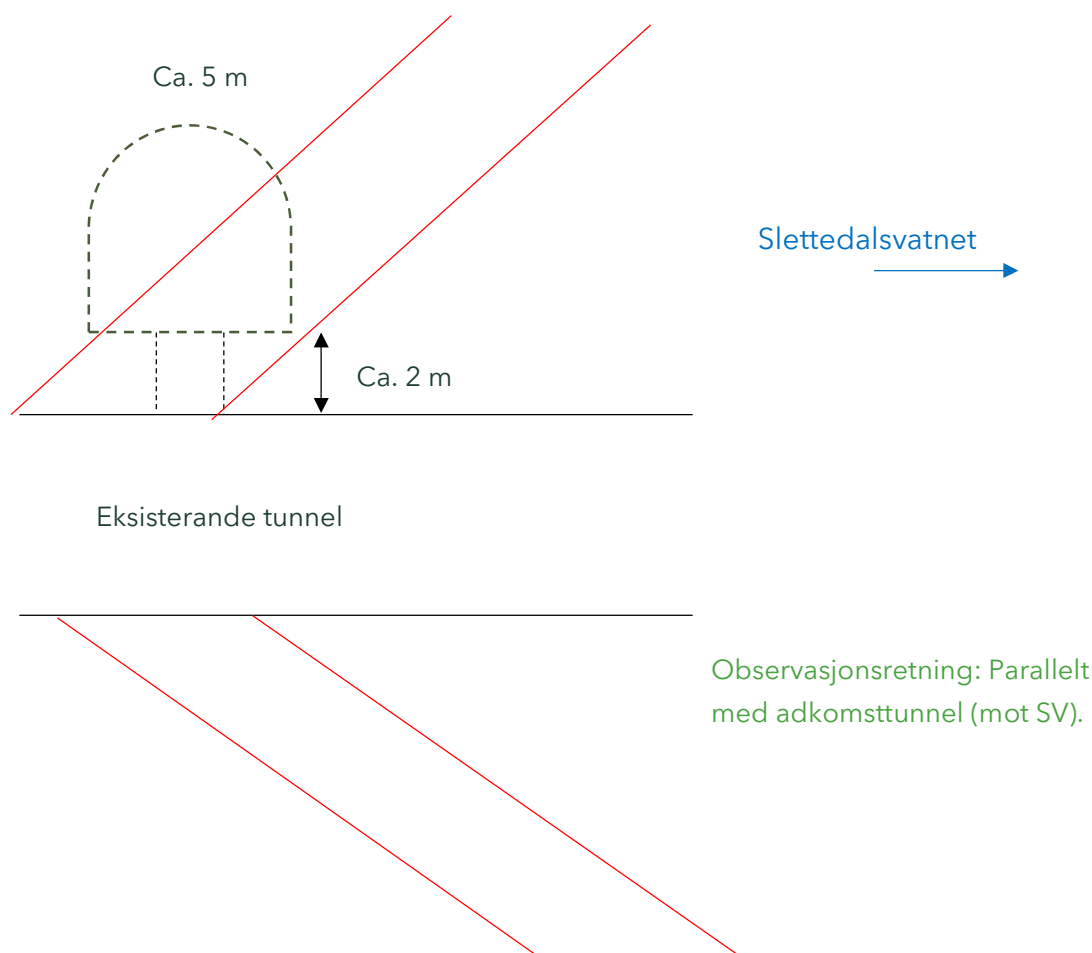
#### 4.9. Injeksjonsarbeid

Det er truleg ikkje utført berginjeksjon i samband med eksisterande luker. Det vert likevel tilrådd injeksjon av berget ved lukeplassering for å redusere omfanget innlekkasje til nytt lukekammer. Injeksjonen bør tilpassast eit bergvolum som er minimum 10 meter ut frå eksisterande tappetunnel. Injeksjonen bør også utførast før lukekammer er utsprengt for å få tilstrekkeleg bergmasse å injisere mot. Grunna trengt profil og truleg utfordringar ved å bore injeksjonsskjerm radielt bør det tilretteleggast med to skjermar med eksempelvis 5 meter avstand. Første skjerm borast i bakkant av propp og andre skjerm i fremste del av propp. Skjermgeometrien kan eksempelvis vere senteravstand ca. 2 meter på kvart hol, og forskyvd geometri for dei to skjermene. Stikning på hola er truleg kring 45 - 60 grader ut

frå tunnel, aktuell lengde på hola er 15 - 20 meter. Sjå skisser i Figur 4-11 og Figur 4-12 for skjermgeometri. Endeleg skjermgeometri avgjerast i byggefasen.



Figur 4-11: Eksempel på geometri injeksjonsskjerm.



Figur 4-12: Enkel prinsippskisse injeksjon.

#### 4.9.1. Vann- og frostsikring

Det ventast å vere behov for å etablere vassikring i lukekammer for betre klima for dei tekniske installasjonane. Dette kan løysast med duk. Elles i tunnelen vurderast det å ikkje vere naudsynt med vassikring, utanom dersom ein har drypp i vegbanen. Dette bør leiast til tunnelvegg.

## 4.10. Bergmassen sine mekaniske eigenskapar

Kapittelet omtalar tilhøve med innverknad på boring og sprenging.

### 4.10.1.1 Bore- og sprengbarheit

Det er ikkje utført laboratorieundersøkingar av bergartane i området. Næraste prøvepunkt for bergartseininga i grovt berggrunnskart (1:250 000) ligg ved Vanvik, i overkant av 20 km frå Slettedalsvatnet. Kvartsinnhaldet her ligg på ca. 25% i høve analyser.

Gneis har typisk middels til lav borbarhet. Fyllitt har generelt god borbarhet.

Gneis har typisk medium sprengbarheit. Fyllitt har generelt middels til dårlig sprengbarhet.

Det vert forventa hovudsakleg granittisk gneis som bergmasse i nye tunnelar.

### 4.10.1.2 Borravvik

Den dominerande bergarten i området er gneis. Det er registrert sprekkeseitt som typisk gir rektangulære blokker. Fallet på foliasjonen varierer og er stadvis folda. Driving parallelt med sprekkeseitt kan medføre boreavvik ved driving.

I fyllitt er det særleg potensial for boreavvik, avhengig av kva retning ein treff foliasjonsretninga med. I registrert bergmasse hovudsakleg med gneis er det forventa moderat boravvik, men ved boring parallelt med sprekkeseitt kan ein få noko boravvik. I samband med boring av lengre injeksjonshol bør det nyttast styrestang for å redusere boravvik.

### 4.10.1.3 Eignaheit til bruk av sprengssteinsmassar

Sprengstein frå tunnelar vil kunne brukast i fylling, og truleg også anleggsveg. Dersom massar ønskast brukt til kvalitetsmasar, er det naudsynt å fastsette eigenskapane til sprengsteinen gjennom laboratorietestar.

Frå driving av tappestunnelen er massar skildra iblanda grafittskifer (fyllitt), og ikkje brukbar til betong. Frå driving av driftstunnel er gneisen skildra brukbar til puk (1956-57) [3].

## 4.11. Bergspenningar

Det forventast låge spenningar nær overflata, der bergoverdekkinga er avgrensa og ein går i dagberg.

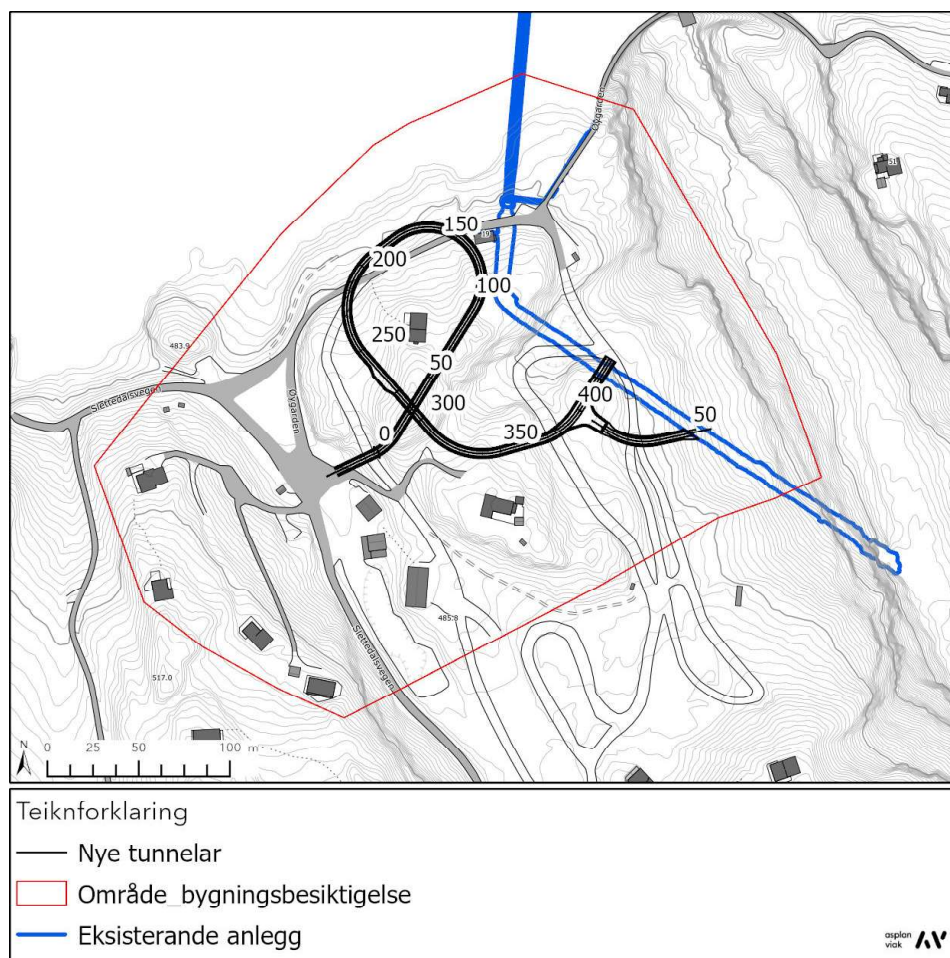
Det ventast ikkje sprakefjell i tunnelane, grunna låg til moderat overdekning.

## 4.12. Vibrasjonsgrenser

Tabell 12 viser utrekna vibrasjonsverdier.

Før oppstart bør det utførast tilsyn av bygg og tilstandskontroll konstruksjonar (Figur 4-13). Utrekna vibrasjonsgrenser oppdaterast i samsvar med ein slik kontroll.

Målar bør plasserast ved konstruksjonane. Det vert tilrådd å måle vibrasjonar triaksialt ved sensitivt utstyr og ved sprenging nærare enn 10 meter. Ved målingar av vibrasjonar skal givar festast i berg eller i betongkonstruksjon i direkte kontakt med berget, og monteringspunktet må kontrollerast plassert i fast berg heller enn laus blokk.

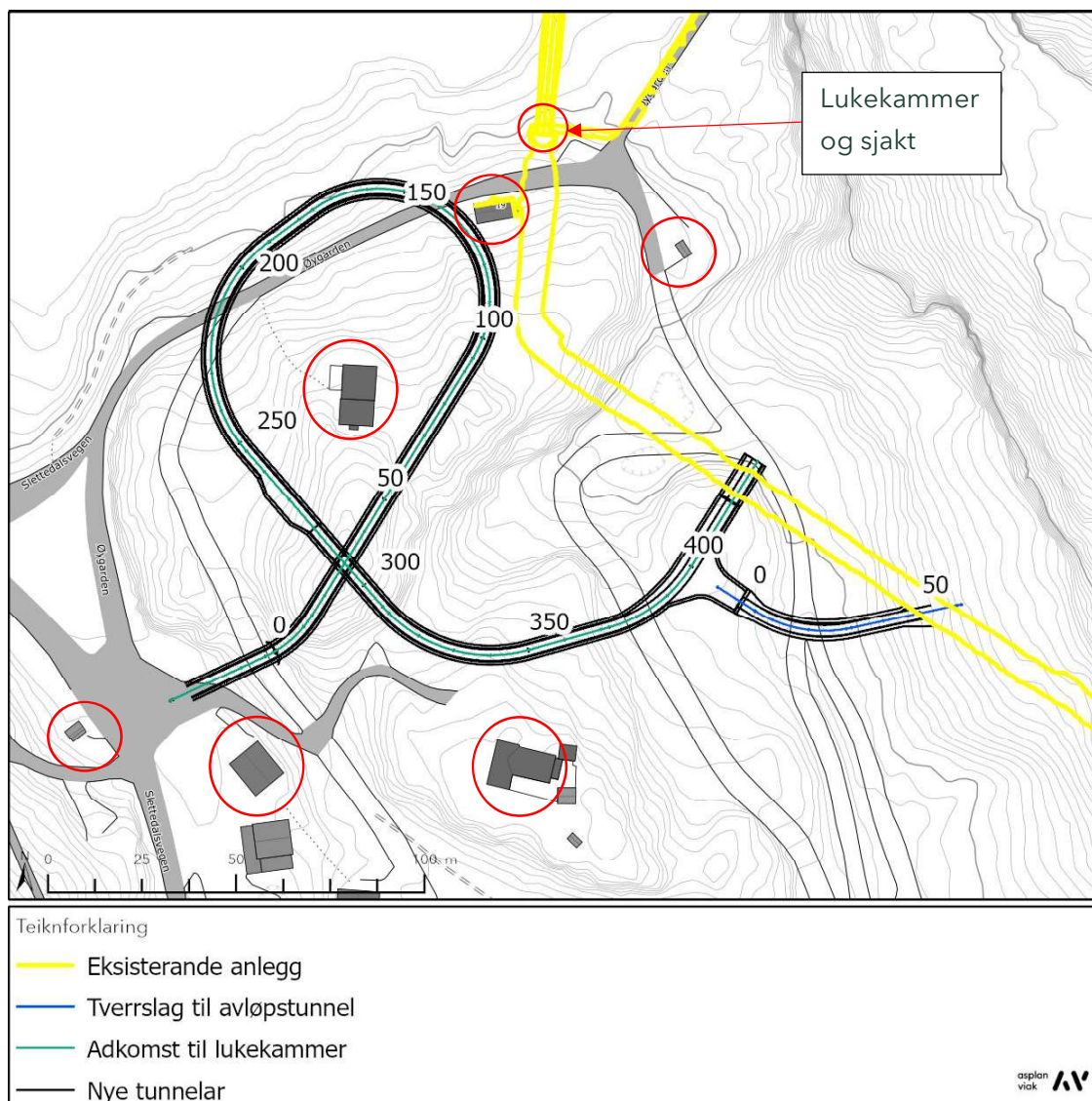


Figur 4-13: Område for bygningsbesiktigelse

Tabell 12: Oversikt vibrasjonsverdier.

Konstruksjon	Merknad	Utrekna verdi (mm/s)	
		Pigging,	Sprenging
Lukehus	Som vanlig bygg, men sensitivt utstyr: Lukestyring / PLS. Utstyr for nedbørsmåling/ temperatur og	7	20
Sjakt	Godt berg, spreidd bolting.	16	50
Lukekammer	Godt berg, spreidd bolting. Trykkcelle for vannmål	7	20
Fordelingskiosk	Leverandør kan ha eigne vibrasjonskrav.	7	20
Bygg (hytter, garasjar osv.)	v0 20 mm/s, Fg 2.5, Fb 1, Fm 1.2, Ff 1, Fd 1, og Fk 0,3-1.	18	60

Asplan Viak er ikkje kjend med toleransen for evt. annet teknisk utstyr i tunnelen som kan vere styrande for grenseverdien for vibrasjonar. Leverandør kan ha eigne vibrasjonskrav.



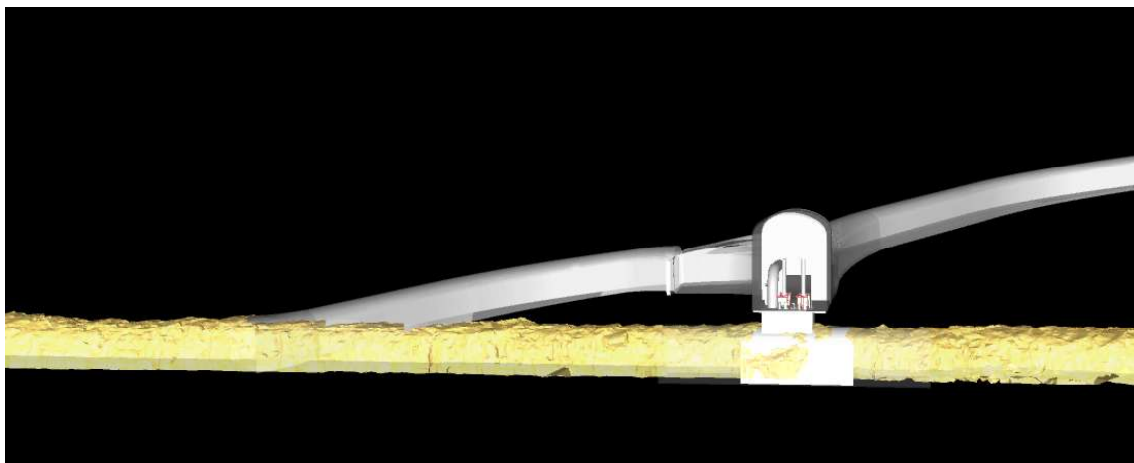
Figur 4-14: Planlagt løysing for nye tunnelar ved Slettedalsvatnet. Vibrasjonsmålarar plasserast ved eksisterande lukekammer og sjakt, samt ved byggverk i dagen.

### 4.13. Berguttak

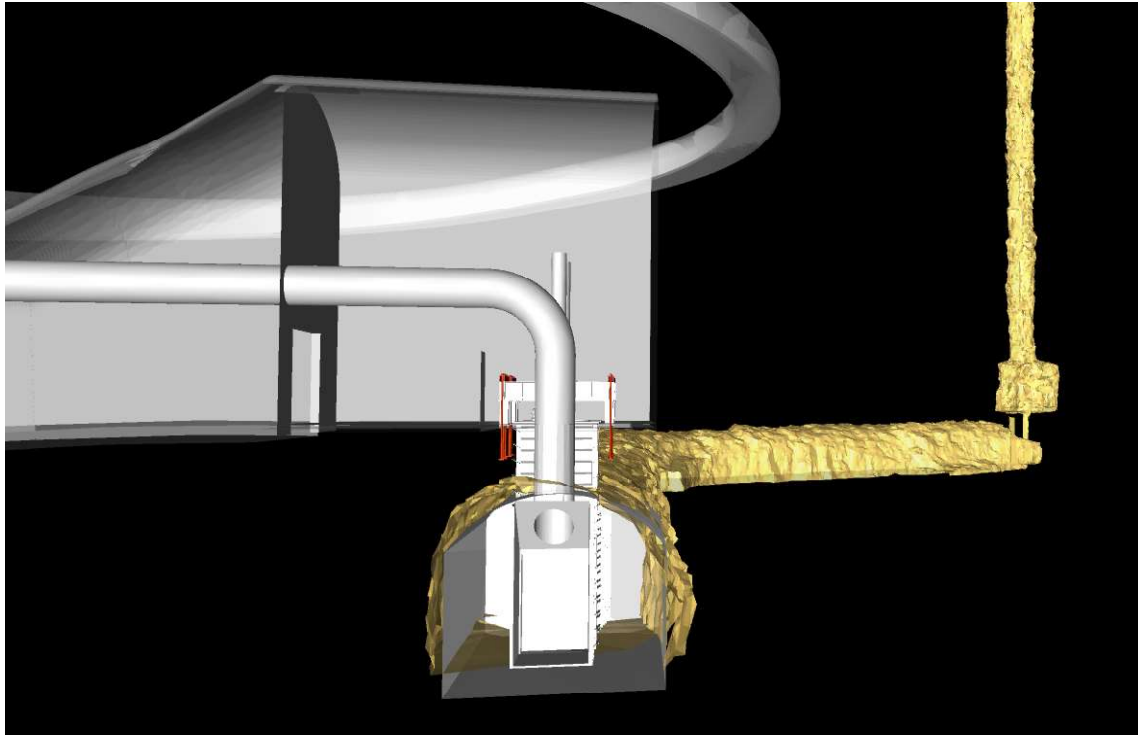
Tverrslaget ned til eksisterande tappetunnel bør prioriterast først, slik at ein kan spare noko fjell for å tette berget kring planlagt propp/luker. Når ein er nærare enn 10 meter frå eksisterande tunnel bør berguttaket utførast skånsamt, eksempelvis delte salver, redusert lengde, eller redusert einheitsladning.

Dette prinsippet gjeld også inn mot lukekammeret og lukekammeret. Dette for å redusere omfanget sprengingsinduserte sprekker i bergmassen.

Uttak av berg ved ny lukeplassering og nytt lukekammer bør gjerast forsiktig for å minske påverknaden på bergmassen. Det anbefalast saumboring for å bevare kontur.



*Figur 4-15: Utsnitt modell. Tappetunnel er gul. Adkomsttunnelen sjåast til høgre i utsnitt, medan tverrslagstunnelen sjåast ca. midt i figuren. Innsynsretninga er frå NA til SV.*



Figur 4-16: Utsnitt 3D modell. Gul tunnel er eksisterende. Adkomsttunnelen sjåast øvst i utsnitt. Innsynsretninga er mot NV.

#### 4.13.1.1 Mengder

Tabell 13 viser oversikt over tunnelar som er del av lukeetableringa, med omtrentlege dimensjonar.

Tabell 13: Informasjon om planlagde tunnelar

Tunnel	Tverrsnitt	Ca. høgde	Ca. breidde	Ca. lengde	Merknad
Adkomsttunnel til lukekammer	Ca. 25 - 37	5	5	418	T5 profil med varierende breiddeutvidingar for å tilfredsstille sporingskurve for lastebil/betongbil
Lukekammer	Ca. 72	9,5	6	11	Større høgde for å muliggjøre lukeetablering.
Tverrslag tappetunnel	Ca. 25	5	5	50	Adkomst frå adkomsttunnel til eksisterande tunnel for injeksjonsarbeid
Lukesjakt	Ca. 25	2	4,5 x 5,5	2	Tilstrekkeleg stort for å huse luka
Forskjering		4	9	10	Estimert volum berg

Tabell 14: Mengder for berguttak. Lausmasseuttak i dagsone kjem i tillegg.

Tunnel	Ca. mengde [m <sup>3</sup> ]
Adkomsttunnel til lukekammer	12 600
Lukekammer	780
Tverrslag tappetunnel	1450
Lukesjakt	50
<b>Sum tunnel</b>	<b>14 880 pfm<sup>3</sup></b>
Estimert berguttak i dagen	400
<b>Totalt bergvolum</b>	<b>15 300 pfm<sup>3</sup></b>

#### 4.14. Bergsikring og stabilitet

Berget i dagen bør sikrast med fullt innstøpte boltar for å ha best mogleg levetid. Det bør minimerast omfanget bruk av sprøytebetong i dagen. Dersom sprøytebetong blir nytta bør drenshol vurderast.

Tunnelen som skal drivast er ein adkomsttunnel, og det skal ikkje vere permanente konstruksjonar og/eller stå utstyr i tunnelen etter ferdigstilling av arbeid med tappeluker. Med berre adkomstbehov for sporadiske inspeksjonar i tunnelen etter ferdigstilling, antakast det at arbeidssikringa i stor grad vil vere tilstrekkeleg som permanentsikring.

Forventa bergsikringsbehov i adkomsttunnelen vurderast å truleg vere reinsk, samt spreidd til systematisk bolting. Endeforankra boltar på 3 meter vurderast eigna i tunnelen. Det kan vere aktuelt med lenger boltar i kryss (4 meter).

I lukekammer bør ein nytte sprøytebetong som permanentsikring. Der det er høgare oppsprekkingsgrad kan det også verte aktuelt med sprøytebetong, men omfanget estimerast å generelt vere lite. Dette er basert på observasjonar av bergmassen i eksisterande tunnel og i dagen.

Det kan og bli for behov for sprøytebetong ved påhoggsområder, der overdekkinga er låg og ein har dagfjell. I første del av tunnelen ved påhogg er det også aktuelt med forboltar for å bevare tunnelkonturen.

Observasjonsgrunnlag tilseier at lineament med strøkretning ANA-VSV truleg er mindre framtredd nedover i berget enn skuggerelieff gir inntrykk av. Dersom ein likevel treff på ei svakheitssone i tilknytning til lineamentet, må sikring vurderast ut frå mektigheit og karakter på sona. Truleg er forbolting i kombinasjon med radiell bolting tilstrekkeleg for dette.

For å sikre konturen av sjakta mellom adkomsttunnelen og eksisterande tunnel kan det bli aktuelt å bruke vertikale forboltar.

Ein vil få frostinntrenging inn i tunnelen, sjå 4.8, slik at ein må pårekne noko vedlikehaldssikring og -reinsk i tunnelane.

I forskjering vil det bli behov for spreidd boltesikring som arbeidssikring. Portal skal etablerast, og skiløype skal reetablerast over portal. Det vil difor vere lite synleg forskjering i permanent situasjon, sjå Figur 4-17.



Figur 4-17: Illustrasjonsfoto portalområde i permanentfase.

## 5. SHA

Risikoutsette arbeidsoperasjonar skal identifiserast i byggeplanlegginga og inngå i konkurransegrunnlag og SHA-plan for prosjektet. Entreprenøren for dei risikoutsette arbeidsoperasjonane skal gjennomføre sikker jobb analyse (SJA) i høve byggherrens overordna risikovurdering. For dette prosjektet påpeikast følgande mogleg risikoutsette tilhøve (lista er ikkje uttømmmande):

- Sprenging ved trafikkert veg
- Sprenging i hytteområde
- Sprenging nær eksisterande berganlegg
- Tilstrekkeleg reinsk i topp bergskjering/forskjering
- Reinsk etter salver
- Kwartstøv

## 6. Konklusjon

Påhogg ved parkeringsplass, vurderast gjennomførbar basert vurdering av bergskrent, terrengetilhøve langs planlagt tunnel og synfaringsobservasjonar i området.

Berekna naudsynt bergoverdekning med tilrådd tryggleiksfaktor på 1,4 for plassering av propp/luker er omtrentleg 40 meter. Planlagt plassering av luke har tilstrekkeleg med over- og sidedekning. Bergoverdekning er om lag 50 meter.

Naudsynt bergsikring vurderast å primært ville være boltesikring med endeforankra boltar med lengde 3 meter. Det skal ingen permanente konstruksjonar inn i adkomsttunnelen etter ferdigstilling av luker, og arbeidssikring vil truleg vere tilstrekkeleg som permanentsikring. Systematisk bolting vurderast ikkje å vere aktuelt, men sikringsbehov må vurderast på staden. Forboltar er aktuelt ved påhogg og ved lukeetablering mellom adkomsttunnel og eksisterande tunnel for å bevare kontur.

Injeksjon ved propp/luker bør truleg utførast i to skjermar grunna redusert moglegheit for radiell boring. Skjermgeometrien bør tilpassast minimum 10 meter utanfor eksisterande tappetunnel.

Det er berekna forventa grenseverdier for vibrasjonar for bygg. Det må gjennomførast tilsyn av bygg og luke før oppstart sprenging for kontroll av inngangsparameterar. Vibrasjonsmålar bør plasserast ved eksisterande luke og ved næraste hytter.

Det er drikkevassbrønner ved eigedom gnr./bnr. 42/102. Adkomsttunnelen kjem i konflikt eller nærføring til desse. Det må påreknast behov for å tilrettelegge for ny vassforsyning.

## 7. Referanser

[ AS Saundefaldene , «Mulighetsstudie Tappeluker og omløpstunell Slettedalsvatnet  
1 Prosjekt: 95-14714,» 2025.

]

[ Multiconsult, *Revurdering 2013 Tappeluker Dam Slettedalen*, 2013.

2

]

[ Aktieselskabet Saundefaldene, «Dam Slettedalen - Rapport vedr. arbeider utført i 1956  
3 og 1957,» 1958.

]

[ Statens kartverk, «Høydedata,» [Internett]. Available: [www.hoydedata.no](http://www.hoydedata.no).

4

]

[ NVE, «NVE Atlas,» [Internett]. Available: <https://atlas.nve.no/>. [Funnen 01 2025].

5

]

[ Statens vegvesen, «Vegkart,» [Internett]. Available: <https://vegkart.atlas.vegvesen.no/>.

6

]

[ NGU, «Berggrunn - Nasjonal berggrunnsdatabase,» [Internett]. Available:  
7 [https://geo.ngu.no/kart/berggrunn\\_mobil/](https://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/). [Funnen 2025].

]

[ NGU, «Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase,» [Internett]. Available:  
8 [https://geo.ngu.no/kart/losmasse\\_mobil/](https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/).

]

[ Statens kartverk, Geovekst og kommunene, «Norge i bilder,» [Internett]. Available:  
9 <https://www.norgeibilder.no>.

]

[ M. Lunde, «Vurdering av ingeniørgeologiske forhold og stabilitet ved norske  
1 hvelvdammer (masteroppgave),» 2013.

0

]

[ Multiconsult, «10251273-01-RIGberg-NOT-001 Rehabilitering luker Slettedalen og  
1 Helgedalen Utbedring av omløpsluker Minnehaugen. Bergtekniske forhold.

1 Kostnader.,» 2024.

]

[ Multiconsult, «10266435-01-RIVass-NOT-001 Tappekapasitet Slettedalsvatnet,» 2025.

1

2

]

[ Bergh-Christensen og Dannevig, «Engineering geological evaluations of the unlined  
1 pressure shaft at the Mauranger hydropower plant,,» 1971.

3

]

[ Asplan Vlak, «649878-03-SKRED-01 Skredfarevurdering Slettedalsvatnet,» 2025.

1

4

]

[ SVV, «Frostmengder 1991 - 2020,» 2025. [Internett]. Available:

1 <https://kart.vegvesen.no/portal/apps/webappviewer/index.html?id=99d497b7a0c5438559a260e24ca50b5c8&marker=22222.9156281541%2C6649691.5780368075%2C25833%2C%2C%2C&markertemplate=%7B%22title%22%3A272135%2C%22x%22%3A2222.9156281541%2C%22y%22%3A6649691.57803680.> [Funnen 24 11 2025].



asplan viak