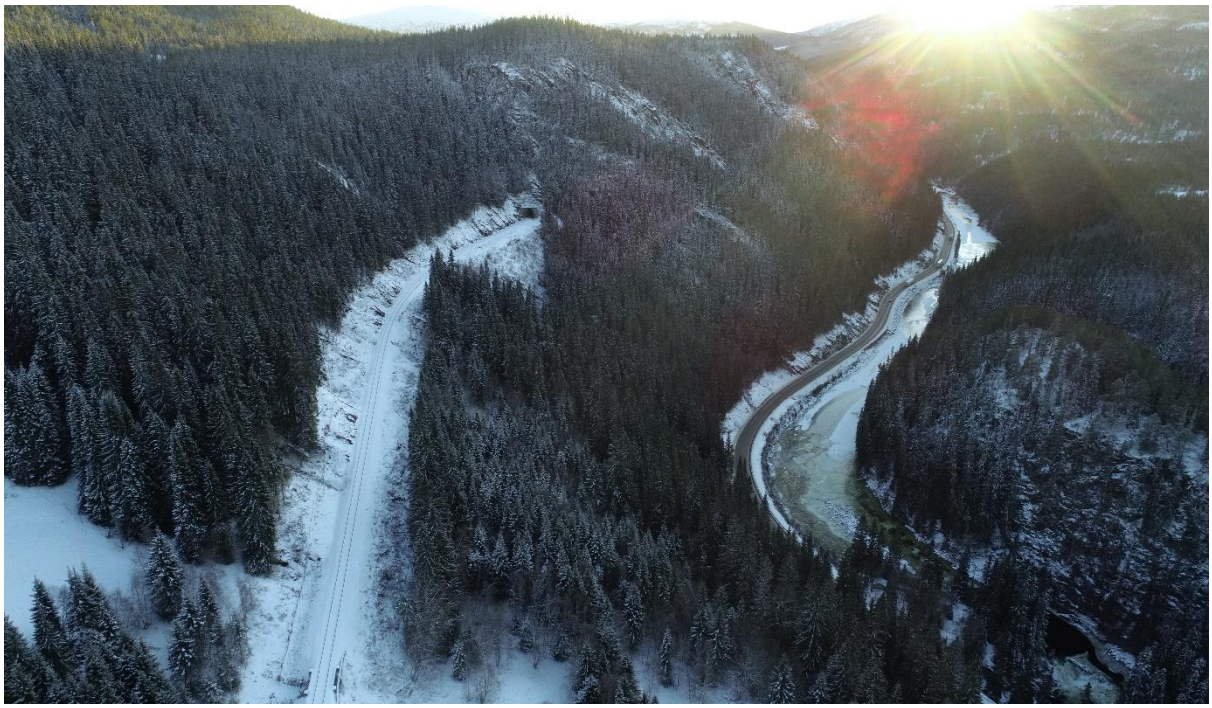
RAPPORT 10227321-RIGBERG-R01

Fv. 30 Svølgja

Ingeniørgeologisk rapport til reguleringsplan



Kunde:	Trøndelag fylkeskommune		
Prosjekt:	Detaljregulering fv. 30 Svølgja		
Prosjektnummer:	10227321		
Dokumentnummer:	10227321-RIGBERG-R01	Rev.:	01
Dato:	01.06.2022		

Sammendrag:

Trøndelag fylkeskommune planlegger omlegging av en vegstrekning langs fylkesveg 30 på Svølgja i Holtålen kommune. Vegstrekningen er ca. 3,4 km og omfatter en tunnel, Tamlagstunnelen, på ca. 2,2 km. Foreliggende ingeniørgeologiske rapport er skrevet til reguleringsplan og omhandler Tamlagstunnelen med forskjæringer samt utvidelse av bergskjæring langs eksisterende fv. 30 sør for tunnelen. Tunnelen planlegges med tunnelprofil T9,5, fartsgrense 80 km/h og dimensjoneres etter tunnelklasse B.

Tunnelen er planlagt på østsiden av dalføret, Gauldalen og vil drives i glimmerskifer. Et anslag på fordeling av bergmasseklasser gir ca. 80 % av tunnelen i bergmasseklasse A til D (sikringsklasse I til III). Stabilitetssikring i tunnel vil omfatte bolter, fiberarmert sprøytebetong og armerte sprøytebetongbuer. Beregnet sikringsomfang omfatter blant annet ca. 6,7 bolt og 3,4 m^3 sprøytebetong per løpemeter tunnel. Det er spredt bebyggelse i påhuggsområder og over nordlig del av tunnelen. Rørosbanen følger parallelt med vegstrekningen og ligger i terrenget over tunnelen. Bortsett fra noen jordbruksarealer og mindre myrområder er terrenget stort sett dekket av skog. Innlekkasjekrav er på bakgrunn av dette satt til mellom 10 og 30 l/min x 100 m.

Tunnelen er vurdert å tilhøre geoteknisk kategori (GK) 3. Forskjæringer med høyde > 10 m er gitt GK 3. På grunn av glimmerskiferens syredannende potensiale og nærhet til eksisterende fv. 30 er også bergskjæringen sør for tunnelen med høyde inntil 10 m gitt GK 3. Bergskjæringer over 10 m er planlagt etablert med hylle. Stabilitetssikring i bergskjæringer vil omfatte bolter, steinsprangnett, sprøytebetong og isnett.

For påhugg sør og bergskjæring sør for tunnelen er det angitt skredfare på aktsomhetskart fra NVE. Med anbefalte tiltak er det vurdert at samlet årlig sannsynlighet for skred vil være lavere enn 1/50 som er gjeldende krav for strekningen.

Rapporteringsstatus:

☒ Endelig
☐ Oversendelse for kommentar/uavhengig kontroll
☐ Utkast

Utarbeidet av: Asgeir S. Gylland/Runa Berstad Frengen/Margrete Øie Langåker	**Sign.:** Margrete Øie Langåker Digitally signed by Margrete Øie Langåker DN: cn=Margrete Øie Langåker, c=NO, o=Sweco Norge AS, email=margreteoie.langaker@sweco.no Date: 2022.06.01 14:23:06 +02'00'
Kontrollert av: Kine W.Jacobsen	**Sign.:** Kine W Jacobsen Digitally signed by Kine Wenberg Jacobsen Date: 2022.06.01 14:10:26 +02'00'
Prosjektleder: Erik Sivertsen	**Prosjekteier:** Geir Hoff

Revisjonshistorikk:

01	01.06.2022	Revidert etter uavhengig kontroll	nomarg	nojaco
00	26.04.2022	Til uavhengig/utvidet kontroll	nomarg norufn noasgy	nojaco
Rev.	**Dato**	**Beskrivelse**	**Utarbeidet av**	**Kontrollert av**

Sweco
Sluppenvegen 19

NO-7037 Trondheim, Norge
Telefon +47 73 83 35 00

www.sweco.no

Sweco Norge AS
Organisasjonsnr. 967032271
Hovedkontor: Oslo

Margrete Øie Langåker
Siv.ing. ingeniørgeologi
Region Trondheim

Mobil +47 918 80 134
Margreteoie.langaker@sweco.no

Innholdsfortegnelse

1 Innledning 6
1.1 Bakgrunn 6
1.2 Linjeføring og tunneltverrsnitt 8
1.3 Oversikt bergskjæringer og geometri 8
1.3.1 Forskjæring nord 8
1.3.2 Forskjæring sør 9
1.3.3 Utvidelse av eksisterende skjæringer i sør 9
1.4 Krav til prosjektering, geoteknisk kategori og kontroll 10
1.4.1 Prosjekteringsmetoder 10
1.4.2 Geoteknisk kategori 10
1.4.3 Kontroll 11
1.5 Styrende dokumenter 12
1.6 Kartgrunnlag og terrengmodell 12
2 Faktadel 13
2.1 Topografi og landskap 13
2.2 Ingeniørgeologisk kartlegging 13
2.3 Grunnundersøkelser 14
2.3.1 Grunnboringer 14
2.4 Analyser 14
2.4.1 Borbarhet 15
2.4.2 Egnethet til vegformål 16
2.4.3 Syredannende bergarter 16
2.5 Kvartærgeologisk beskrivelse 17
2.6 Bergartsbeskrivelse 17
2.7 Bergmassebeskrivelse 18
2.7.1 Oppsprekking 18
2.7.2 Lineamenter 19
2.7.3 Bergmassens konduktivitet og karst 21
2.8 Omgivelser 21
2.8.1 Bebyggelse 21
2.8.2 Infrastruktur 21
2.8.3 Brønner, bekker og myrer 21
2.8.4 Ytre miljø 23
2.9 Nærliggende tunneler og bergskjæringer 24
2.9.1 Tamlagstunnelen (Jernbanetunnel) 24
2.9.2 Fv. 30 Svølgjatunnelen 25

2.9.3 Fv. 30 Eksisterende bergskjæringer ... 25
3 Tolkningsdel, ingeniørgeologiske vurderinger ... 26
3.1 Bergarter ... 26
3.2 Tunnel ... 26
3.2.1 Stabilitet ... 26
3.2.2 Svakhetssoner ... 26
3.2.3 Bergspenninger ... 27
3.2.4 Påhugg ... 27
3.2.5 Sikringsbehov tunnel ... 28
3.3 Bergskjæringer ... 30
3.3.1 Skjæringsstabilitet ... 30
3.3.2 Utforming av skjæringsprofil ... 30
3.3.3 Sikring ved topp av skjæring ... 30
3.3.4 Stabilitetssikring av bergskjæringer ... 31
3.4 Hydrogeologiske forhold ... 32
3.4.1 Influensområde ... 32
3.4.2 Sårbare områder ... 33
3.4.3 Innlekkasjekrav ... 34
3.4.4 Innlekkasje av vann under driving ... 35
3.4.5 Bergskjæringer ... 36
3.5 Borbarhet og sprengbarhet ... 36
3.6 Anvendelse av steinmateriale ... 37
3.6.1 Forsterkningslag til veg ... 37
3.6.2 Bærelag til veg ... 37
3.6.3 Delmaterialer til asfalt ... 37
3.6.4 Grusdekker ... 37
3.7 Syredannende bergarter ... 37
3.8 Vibrasjoner og støt ... 38
4 Naturfare ... 40
4.1 Forutsetninger ... 40
4.2 Aktsomhetsområder ... 40
4.3 Terreng og vegetasjon ... 42
4.4 Vurdering av skredfare ... 45
4.4.1 Påhugg nord ... 45
4.4.2 Påhugg sør ... 45
4.4.3 Trase sør for påhugg sør ... 45
5 Usikkerheter ... 46
6 Videre arbeider ... 46

6.1 Oppfølging i byggefase 46
7 Referanser 47

Vedlegg

Vedlegg 1 Bilder fra befaring

Vedlegg 2 Ingeniørgeologiske kart - tunnel og bergskjæring

Vedlegg 3 Berggrunnskart

Vedlegg 4 Kvartærgeologisk kart

Vedlegg 5 Sprekkerose og stereoplott

Vedlegg 6 Vurdering av syredannende bergarter

Vedlegg 7 Veidekke, prøvingsrapport LA og MD

Vedlegg 8 SINTEF, prøvingsrapport mekaniske egenskaper

Vedlegg 9 Tverrprofiler

Vedlegg 10 Beregnet grenseverdi for rystelser iht. NS 8141

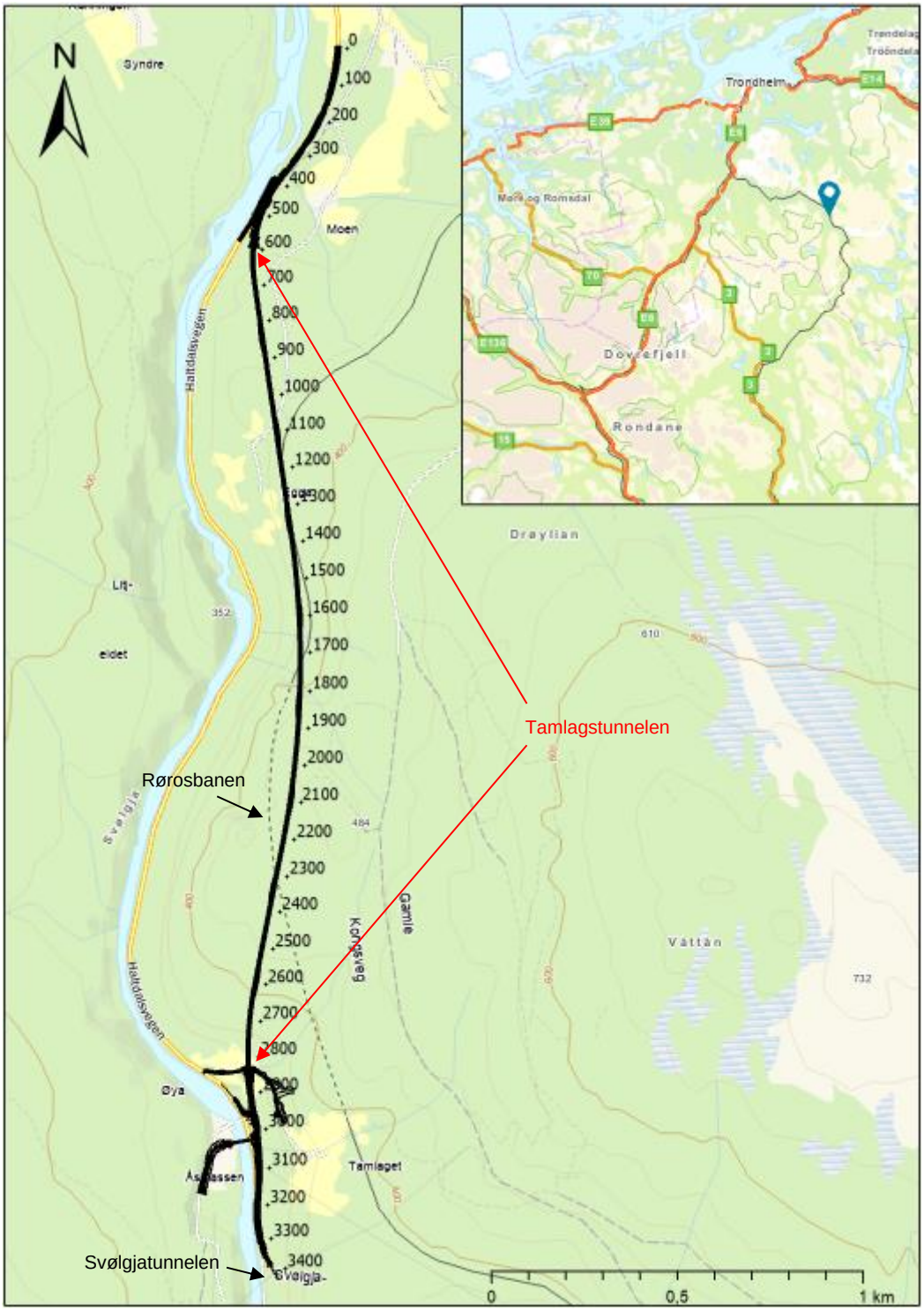
1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Trøndelag fylkeskommune planlegger utbedring av utvalgte vegstrekninger langs fv.30 i kommunene Midtre Gauldal, Holtålen og Røros. En av disse delstrekningene er Svølgja, mellom Haltdalen og Ålen i Holtålen kommune. Dagens veg er svært rasutsatt, til dels smal, og svingete med dårlig siktforhold. Strekningen er skredutsatt, og det er registrert 20 skredhendelser de siste 20 årene i NVEs skreddatabase [1].

På grunn av nærheten til elva Gaula og det sidebratte terrenget, er det planlagt ny vegtrasé langs fv. 30 Svølgja. Total lengde er ca. 3,4 km. Som del av strekningen planlegges det ny tunnel, Tamlagstunnelen, fra Moen i nord til Øya/Tamlaget i sør, med lengde ca. 2,2 km. Se oversiktskart i *figur 1*. Som konsekvens av planforslaget vil dagens fylkesveg bli nedklassifisert til turveg.

Sweco Norge AS er engasjert av Trøndelag fylkeskommune for å utføre detaljregulering av ny vegtrasé langs fv. 30 Svølgja. Foreliggende ingeniørgeologiske rapport er skrevet til reguleringsplan og omhandler Tamlagstunnelen med forskjæringer samt utvidelse av bergskjæring langs eksisterende fv. 30 sør for tunnelen.



Figur 1: Oversiktskart ny vegstrekning. Prosjektområdet er markert med en blå pin i oversiktskartet øverst til høyre.

1.2 Linjeføring og tunneltverrsnitt

Dagens ÅDT på strekningen er 1600 med en tungtrafikkandel på 13% (2020-tall fra NVDB [2]). Tamlagstunnelen planlegges med tunnelprofil T9,5, fartsgrense 80 km/h og dimensjoneres etter tunnelklasse B. I påhugg nord vil det som følge av siktkrav og plassbehov til tunnelportal (traktform) være behov for utvidelse av tunnelprofilet inntil ca. 11 meters bredde. Utvidelsen tas gradvis over en lengde på 10 m.

Tunnelen er prosjektert med stigning 1% og kurveradius inni tunnelen er R = 2500.

Håndbok N500 [3] stiller krav til at havarinisjer etableres for hver 500 m for tunneler tilhørende klasse B. Start av første nisje knyttet til inngående trafikk skal være maksimalt 250 m fra tunnelmunning. Tekniske rom etableres i forbindelse med havarinisjer, tverrstilt på tunnelløpet. Endelig løsning for plassering av tekniske rom vil detaljeres i neste planfase.

Tunnelen inkludert bergsikring skal dimensjoneres for en brukstid på 100 år i henhold til N500 [3].

1.3 Oversikt bergskjæringer og geometri

Det skal etableres bergskjæringer i forbindelse med forskjæringene inn mot Tamlagstunnelen og ved utvidelse av eksisterende vegskjæringer sør for tunnelen.

Bergskjæringer planlegges i henhold til krav i Håndbok N200 [4].

Bergskjæringer med høyde over 10 m er regulert med utgangspunkt i ca. 4 m bred hylle, pallhøyder på inntil 10 meter og fanggrøft. Bredden av fanggrøften vil avhenge av skjæringshøyde og vil også påvirkes av blant annet siktforhold og VA-anlegg. Videre detaljering og optimalisering er diskutert i kap. 3.3.

Et utvalg tverrprofiler er gitt i vedlegg 9. Følgende underkapittel gir en oversikt over skjæringshøydene i de ulike områdene. Skjæringshøyder er målt fra ferdig grøft.

1.3.1 Forskjæring nord

Forskjæring nord er tosidig over en begrenset lengde på ca. 10 m. Deretter fortsetter forskjæringen på østlig side og får en total lengde på ca. 180 m. Skjæringshøyder er oppsummert i tabell 1.

Tabell 1: Oppsummering skjæringshøyder, profil 420-600

Profil		Skjæringshøyde	
fra	**til**	**Østlig [m]**	**Vestlig [m]**
420	445	< 5	
445	570	5-10	
570	600	10-22	
590	593		< 5
593	600		5-10

1.3.2 Forskjæring sør

Forskjæring sør er tosidig i en lengde på ca. 40 m. Deretter fortsetter forskjæringen på østlig side og får en total lengde på ca. 70 m. Skjæringshøyder er oppsummert i tabell 2.

Tabell 2: Oppsummering skjæringshøyder, profil 2845-2912

Profil		Skjæringshøyde	
fra	**til**	**Østlig [m]**	**Vestlig [m]**
2845	2882	10-16	
2882	2900	5-10	
2900	2912	< 5	
2845	2850		10-12
2850	2870		5-10
2870	2888		< 5

1.3.3 Utvidelse av eksisterende skjæringer i sør

Utvidelse av eksisterende bergskjæringer er en fortsettelse av forskjæring sør på østlig side. Fra ca. profil 2912 til 2960 er vegskjæring planlagt med helning 1:1,5. Bergskjæringen fra ca. profil 2960 til 3205 vil få en høyde inntil 10 m og lengde på ca. 245 m. Skjæringshøyder er oppsummert i Tabell 3.

Tabell 3: Oppsummering skjæringshøyder, profil 2960-3205

Profil		Skjæringshøyde	
fra	**til**	**Østlig [m]**	**Vestlig [m]**
2960	2995	< 5	
2980	3192	5-10	
3192	3205	< 5	

For eksisterende skjæringer mellom profil 3205 og påhugg nord for Svølgjatunnelen er det i prosjektet lagt opp til å beholde dagens geometri. Behov for utvidelse av grøfter er tenkt tilpasset dagens forhold. Det er, i følge Fylkeskommunen, utført supplerende bergsikring i disse skjæringene i løpet av de 2-3 siste årene. Det må i neste planfase gjøres vurderinger av stabilitet av dagens skjæring og eventuelt behov for ytterligere bergsikring.

1.4 Krav til prosjektering, geoteknisk kategori og kontroll

1.4.1 Prosjekteringsmetoder

Eurokode 7 angir fire forskjellige prosjekteringsmetoder [5]:

- Geoteknisk prosjektering ved beregning
- Prosjektering ved konstruktive tiltak
- Prøvebelastning og modellprøving
- Observasjonsmetoden

I foreliggende rapport er det benyttet prosjektering ved beregning, prosjektering ved konstruktive tiltak og observasjonsmetoden. Erfaring, normal praksis og etablerte klassifiseringssystem benyttes for å oppnå tilfredsstillende stabilitet.

Prosjektering ved beregning er benyttet for å beregne behov for bergsikring, grenseverdier for vibrasjoner og tetthetskrav. Prosjektering ved konstruktive tiltak er gjennomført ved å benytte erfaring og normal praksis for å oppnå tilfredsstillende stabilitet. Observasjonsmetoden går i prinsipp ut på at forutsetninger og utført prosjektering verifiseres ved målinger og iakttakelser under bygging. Effektive mottiltak beskrives dersom foreskrevet akseptabel stabilitet ikke er tilfredsstilt under byggingen.

1.4.2 Geoteknisk kategori

Prosjektet klassifiseres i geoteknisk kategori (1, 2 og 3) ut fra kompleksitet og risiko og bestemmes i henhold til Eurokode 7 [5].

I utgangspunktet skal alle tunnelprosjekter ligge i geoteknisk kategori 3. For tunneler der forundersøkelsene viser godt og forutsigbart berg kan det være aktuelt å benytte geoteknisk kategori 2. Figur 2 viser tunnelstrekninger der geoteknisk kategori 3 skal beholdes.

Geoteknisk kategori 3	Merknad
Undersjøiske tunneler	
Tunnelpåhugg	
Tunneler/tunnelstrekninger i tettbygd strøk/byområder	Tunneltraseen ligger ikke nødvendigvis i de optimale grunnforholdene
Liten bergoverdekning, dvs. Strekninger der bergoverdekning ≤ tunneltverrsnittet (teoretisk sprengningsprofil)	
Tunnel/tunnelstrekninger der det forventes ugunstige grunn- og stabilitetsforhold, eller en kombinasjon av flere uheldige forhold	Eksempler: Nærhet til andre bygg, konstruksjoner og tunnelrom, strenge tetthetskrav, bergspenninger, etc. Også kombinasjoner som spesielle bergarter og/eller sprekkemønster og stor spennvidde

Figur 2: Utklipp fra N500 av tabell 2.1 Tunnelstrekninger der geoteknisk kategori 3 beholdes gjennom prosjektering og bygging [3].

De mest kompliserte og kritiske områdene ved driving av Tamlagstunnelen antas å være påhugg og kryssing av markerte lineament som antas å representere svakhetssoner. I deler av tunnelen er det anbefalt strenge tetthetskrav. På bakgrunn av dette er det vurdert at ingen deler av tunnelen er så forutsigbare at geoteknisk kategori 2 kan benyttes. Geoteknisk kategori 3 beholdes derfor for hele tunnelstrekningen inkludert påhuggsområder.

Jamfør håndbok N200 [4] skal følgende bergskjæringer plasseres i geoteknisk kategori 3.

- Bergskjæringer høyere enn 10 m (målt fra ferdig vei)
- Bergskjæringer der svakhetssoner/slepper vil kunne føre til større utglidninger
- Bergskjæringer i foten av høye skråninger/fjellsider der inngrep vil kunne føre til stabilitetsproblemer
- Bergskjæringer med skrående terreng over skjæring, hvor det er nødvendig å ivareta skredfare og stabilitet.
- Bergskjæringer der det er nødvnedig å ta hensyn til bygninger, konstruksjoner, infrastruktur o.l. i umiddelbar nærhet
- Bergskjæringer i bergarter som vil kunne gi forurensende avrenning

Forskjæringene inn mot tunnelpåhuggene har stedvis høyde over 10 m. Utvidelse av eksisterende bergskjæringer sør for tunnelen vil få høyde 8-9 meter (målt fra ferdig veg). Forskjæringer og bergskjæring sør for tunnelen har områder med skrående overliggende terreng hvor det er vurdert nødvendig å ivareta skredfare. Bergskjæringen sør for tunnelen har umiddelbar nærhet til eksisterende fv. 30. Bergarten i bergskjæringene har potensielt syredannende egenskaper, og vil kunne gi forurensende avrenning, som i følge N200 [4] medfører plassering i geoteknisk kategeori 3. Samlet sett er det vurdert at forskjæringer og bergskjæring sør for tunnelen plasseres i geoteknisk kategori 3.

1.4.3 Kontroll

For vegprosjekter skal kontrollklasser velges på bakgrunn av pålitelighetsklasser (RC) og geoteknisk kategori (GK). Sammenhengen mellom pålitelighetsklasse (RC), geoteknisk kategori (GK), prosjekterings-kontrollklasse (PKK) og utførelseskontrollklase (UKK) for tunneler er gitt i tabell 4 og for bergskjæringer i tabell 5. Det kan velges høyere kontrollklasser enn gitt i tabellene. Krav til kontrollform er gitt i tabell 6. For CC/RC 3 stiller PKK3 krav til egenkontroll, intern systematisk kontroll og utvidet kontroll.

Tabell 4: Sammenheng mellom geoteknisk kategori og kontrollklasse for tunnel [6].

Geoteknisk kategori	Konsekvensklasse	Pålitelighetsklasse	Prosjekterings-kontrollklasse	Utførelses-kontrollklasse
3	CC3	RC3(/RC4)	PKK3	UKK3
2	CC2	RC2	PKK2	UKK2

Tabell 5: Valg av prosjekterings- og utførelseskontrollklasse for bergskjæringer [4].

Geoteknisk kategori	Pålitelighetsklasse	Prosjekterings-kontrollklasse	Utførelses-kontrollklasse
1	RC1	PKK1	UKK1
2	RC2	PKK2	UKK2
3	RC3	PKK3	UKK3

Tabell 6: Valg av prosjekteringskontrollklasse og krav til kontrollform ved prosjektering, tabell NA-A1(902) i Eurokode 0 [7].

Valg av prosjekteringskontroll-klasse		**Krav til kontrollform**		
Pålitelighets-klasse	**Minste prosjekterings-kontrollklasse**	**Egenkontroll**	**Intern systematisk kontroll**	**Utvidet kontroll**
1	PKK1	Kreves	Kreves ikke	Kreves ikke
2	PKK2	Kreves	Kreves	Kreves
3	**PKK3**	**Kreves**	**Kreves**	**Kreves**
4	Skal spesifiseres	Kreves	Kreves	Kreves

1.5 Styrende dokumenter

Følgende styrende dokumenter er lagt til grunn ved utarbeidelse av denne rapporten, listen er ikke uttømmende.

- Eurokode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 [7].
- Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering – Del 1 Allmenne regler NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020 [5].
- Statens vegvesen Håndbok N200 Vegbygging [4].
- Statens vegvesen Håndbok V225 Bergskjæringer [8].
- Statens vegvesen Håndbok N500 Vegtunneler [3].
- Statens vegvesen Håndbok V520 Tunnelveiledning [6].
- Statens vegvesen Håndbok R760 Styring av vegprosjekter [9].
- Statens vegvesen Håndbok R761 Prosesskode 1 Standard beskrivelsestekster for vegkontrakter [10].
- NS 8141:2001 Vibrasjoner og støt. Måling av svingehastighet og beregning av veiledende grenseverdier for å unngå skade på byggverk [11].
- NGI, Bruk av Q-systemet, Bergmasseklassifisering og bergforsterkning [12]
- NGI, «M-310 Identifisering og karakterisering av syredannende bergarter,» Veileder for miljødirektoratet. Dok. Nr. 20120842-01-R, 2015 [13]

1.6 Kartgrunnlag og terrengmodell

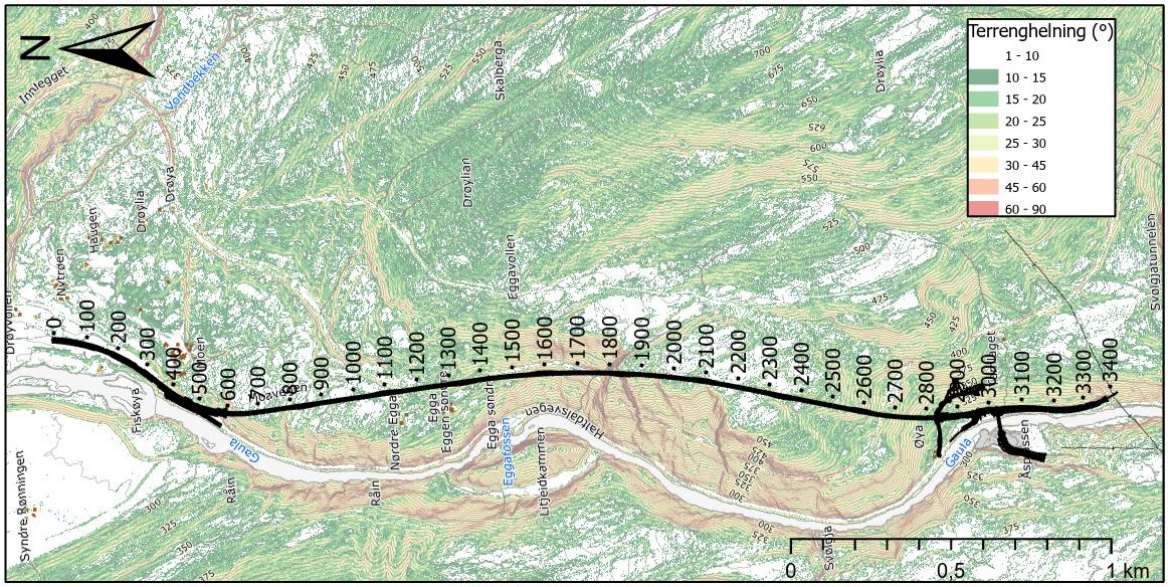
Følgende grunnlagsmateriale er benyttet til forberedelse av feltarbeid og utforming av ingeniørgeologisk rapport:

- Berggrunnskart fra NGU, 1:250 000 [14].
- Kvartærgeologisk kart med marin grense fra NGU, 1:250 000 [15].
- Grus- og pukkdatabasen fra NGU [16].
- Grunnvannsdatabase GRANADA fra NGU [17]
- Naturbase kart fra Miljødirektoratet [18]
- Skredhendelser og aktsomhetskart fra NVE [1]
- Digital terrengmodell (DTM) med 1 m oppløsning fra Høydedata [19].
- Nettbasert kartverktøy: «Norgeibilder», «Norgei3D» og «Norgeskart».
- Gjeldende vegmodell i prosjektets Quadrimodell.

2 Faktadel

2.1 Topografi og landskap

Prosjektområde ligger i dalføret, Gauldalen. Tamlagstunnelen skal drives på østsiden av dalføret, fra Moen i nord til Tamlaget i sør med lengdeakse i retning nord-sør. Terrenget langs tunneltraseen faller bratt ned mot elva Gaula i vest og flater ut mot øst, se helningskart i figur 3.



Figur 3: Helningskart over prosjektområdet.

Tunnelsålen ligger på ca. kote +278 i påhugg sør og går på ca 1% stigning til påhugg nord ved ca. kote +300. Terrenget ovenfor påhugg nord har en bratt helning på 30-45° og er vegetert med barskog foruten noen mindre, bratte skrenter. Ved ca. profilnummer 660 og ca. kote +320 flater terrenget ut over tunnelen før det får en ny stigning ved ca. profil 1800 opp til kote +470. Terrenget består av barskog, noen mindre myrområder og noe jordbruksarealer i forbindelse med Eggen gård. De siste 400 m før påhugg sør har terrenget en jevn helning på 20-30° ned mot påhugget. Terrenget er stort sett dekket av barskog, men i påhuggsområde er det områder med naturbeitemark.

Sør for tunnelen er det planlagt utvidelse av eksisterende bergskjæringer på østsiden av vegen, frem til ca. profil 3200. Dagens skjæringshøyde er typisk 5-8 meter. Sideterreng mot øst har jevn helning på 20-30°.

2.2 Ingeniørgeologisk kartlegging

Ingeniørgeologisk kartlegging er utført av ingeniørgeologene Asgeir Samstad Gylland (ASG) og Runa Berstad Frengen (RBF). Kartleggingen er gjennomført i forbindelse med følgende befaringer i prosjektområdet:

1. desember 2021: Generell geologisk kartlegging av bergblotninger og svakhetssoner ved påhuggsområdene og nordlig del av traseen. Utført av ASG og RBF.

7. desember 2021: Fellesbefaring med Trøndelag fylkeskommune.Utført av ASG.

26. januar 2022: Befaring med innhenting av bergprøver til testing. Utført av ASG og RBF.

Befaringene ble utført på vinteren og store deler av prosjektområde var dekket av snø. Ingeniørgeologisk kartlegging i felt ble derfor avgrenset til påhuggsområdene og i bergskjæringer langs eksisterende fv. 30.

Observasjoner i felt omfatter bergartsfordeling, oppsprekking av bergmassen, svakhetssoner, hydrogeologiske forhold, spenningsforhold, påhuggsmuligheter, skredfare og behov for supplerende grunnundersøkelser. Det er benyttet drone for oversikt og fotografering på enkelte lokaliteter. Se et utvalg bilder fra befaringene i vedlegg 1.

2.3 Grunnundersøkelser

2.3.1 Grunnboringer

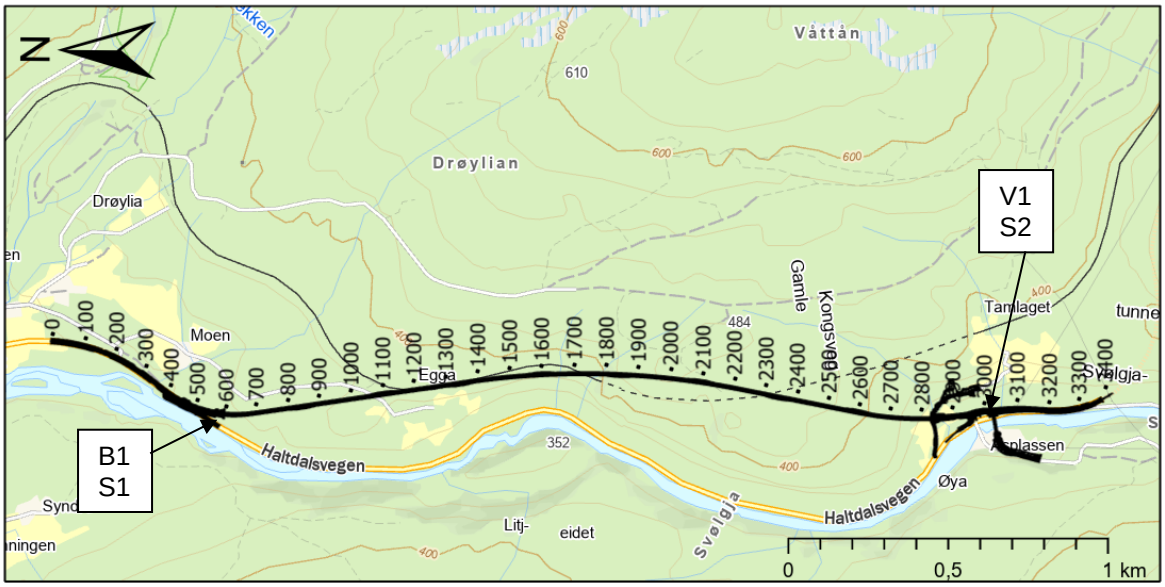
I reguleringsplanfasen er det utført grunnundersøkelser i påhuggsområder av Swecos feltenhet februar-mars 2022. Detaljer fra grunnundersøkelsene er gitt i geoteknisk datarapport [20]. Resultat fra grunnundersøkelser er vist på ingeniørgeologiske kart i vedlegg 2. Sweco er ikke kjent med at det er utført grunnundersøkelser i tidligere planfaser i prosjektområdet. I geoteknisk rapport er noen grunnundersøkelser utenfor prosjektområdet beskrevet ved hjelp av nasjonal database for grunnundersøkelser (NADAG) [21].

2.4 Analyser

Følgende analyser på bergartsprøver fra prosjektområdet er utført i reguleringsplanfasen:

1. Borbarhet (B1)
2. Egnethet til vegformål (V1)
3. Syredannende egenskaper (S1 og S2)

Prøvelokaliteter er vist på Figur 4. Prøvene er hentet fra bergskjeringer langs eksisterende veg. Alle prøvelokaliteter ligger i samme geologiske formasjon og bergart (glimmerskifer) som den planlagte tunnelen. Nærmere beskrivelse av lokalitet og bergprøver er beskrevet i avsnittene under.



Figur 4: Oversikt prøvelokaliteter.

2.4.1 Borbarhet

For analyse av borbarhet er det utført test av borsynkindeks (DRI) og borslitasjeindeks (BWI) hos SINTEF. Analysene og testverdier er presentert i detalj i prøvingsrapporten fra SINTEF (vedlegg 8). Figur 5 viser innsendt prøve fra prøvelokalitet B1. Resultat fra analysen for borbarhet fremgår av tabell 7.

Figur 5: Innsendt prøve for borbarhet.

Tabell 7: Resultater fra analyse for borbarhet.

Mekanisk egenskap	Prøve 1
Borsynkindeks (DRI)	60 (høy)
Borslitasjeindeks (BWI)	24 (lav)

2.4.2 Egnethet til vegformål

Det er utført tester for vurdering av steinmaterialets egnethet til vegformål for bergartsprøve V1. Levert steinmateriale ble vasket og knust ned til riktig fraksjon i laboratoriet og testet for motstand mot slitasje (Micro-deval koeffisient) og motstand mot knusing (Los Angeles-verdien). Resultater fremgår av tabell 8. Laboratoriearbeidene er utført av Veidekke Industri AS. Se vedlegg 7 for fullstendig rapport.

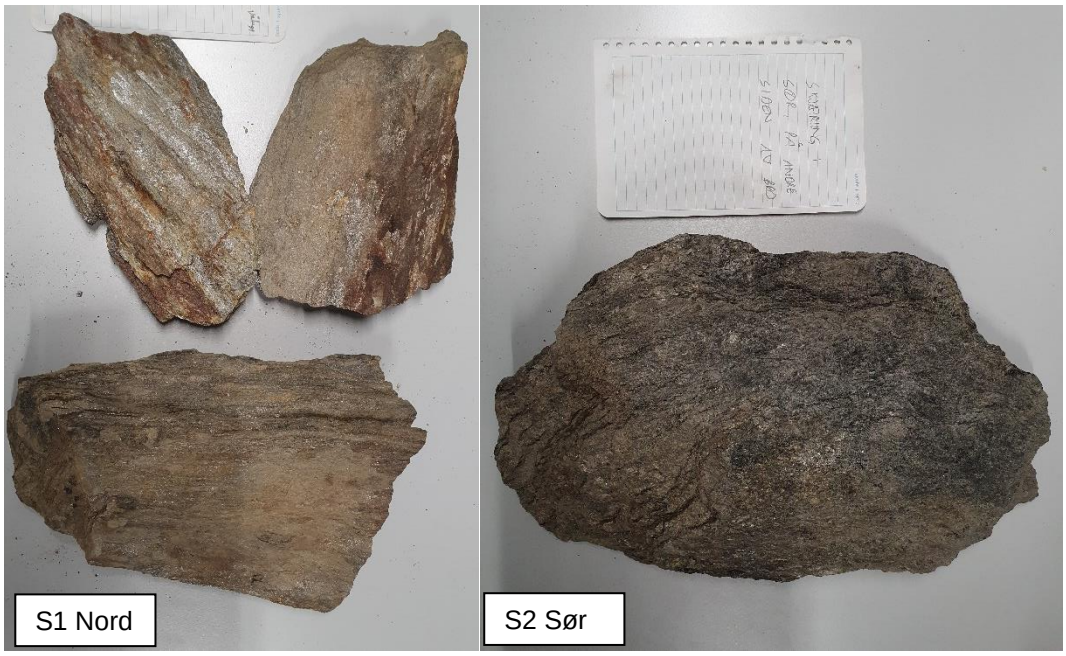
Tabell 8: Resultater fra testing av steinmaterialets egnethet til vegformål.

Mekanisk egenskap	Prøve
Los Angeles- verdi	55
Mikro Deval koeffisient	78

2.4.3 Syredannende bergarter

Det er utført analyse av to bergartsprøver (Figur 6) i prosjektområdet for vurdering av syredannende potensiale.

Analysene er utført av Eurofins. For detaljerte resultater og beregninger henvises til Sweco notat *10227321-N01-A00 - Vurdering av syredannende bergarter*, se vedlegg 6.



Figur 6: Bergartsprøver som er analysert for syredannende potensiale.

En oversikt over prøvene fremgår av tabell 9.

Tabell 9: Oversikt over analyserte prøver.

Prøve	Lokalitet	Bergart
S1	Lomme inntil E6 ved nordre påhugg	Glimmerskifer
S2	Skjæring langs vegen sør for påhugget	Glimmerskifer

2.5 Kvartærgeologisk beskrivelse

Jamfør kvartærgeologisk kart fra NGU (1:250 000), se vedlegg 4, ligger prosjektområdet i sin helhet over marin grense. Løsmassene i området består av morenelag av ulik mektighet og forvitringsmateriale. Ved nordlig påhugg er det angitt morenemateriale med «*usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen*» og er beskrevet som «*grunnlendte moreneavsetninger/hyppige fjellblotninger. Tykkelsen på avsetningene er normalt mindre enn 0,5 m, men den kan helt lokalt være noe mer*». Ved påhugget i sør er morenelaget karakterisert som «*sammenhengende dekke, stedvis med stor mektighet*» og har en nærmere beskrivelse *«med tykkelse fra 0,5 m til flere ti-talls meter. Det er få eller ingen blotninger i området*». I terrenget over tunneltraseen er det angitt tynn morene og forvitringsmateriale beskrevet som «*usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen».* I område for utvidelse av bergskjæringer i sør er det angitt «*Bart fjell, stedvis tynt dekke».*

Ved det nordre påhugget er det registert flere bergblotninger. Grunnundersøkelser i veglommen vest for påhuggsområdet angir en løsmassemektighet på ca. 3 m, se vedlegg 2.

Ved det søndre påhugget er det observert blotninger langs lokalvegen opp til Tamlaget som indikerer at morenelaget er relativt tynt. Dette samsvarer med resultat fra grunnboringer ved påhugg nord som viser liten løsmassemektighet, fra ca. 0,5-1,7 m, se vedlegg 2.

Resultater fra grunnundersøkelser i prosjektområdet viser at løsmassene består av friksjonsmasser som sand, grus og morene og stedvis torv. For ytterligere detaljer vedrørende løsmasseforholdene i prosjektområdet henvises det til geotekniske fagrapporter [20], [21].

2.6 Bergartsbeskrivelse

Berggrunnen i prosjektområdet tilhører Åsliformasjonen i Guladekket som er en del av Trondheimsdekkekompleks som ble dannet under den kaledonske fjellkjedefoldingen. Åsliformasjonen består av metamorfe bergarter og domineres av svart-grå fyllitt, som nordover går over i biotittskifer og aluminium-silikatskifer/-gneis [22].

Berggrunnskart med målestokk 1:250 000 fra NGU, angir glimmerskifer langs tunneltraseen, se vedlegg 3. Bergarten følger et belte i nordøst-sørvestlig retning med grense mot grønnstein i sørøst og fyllitt i nordvest. Innad i bergarten er det flere intrusjoner av trondhjemitt og amfibolitt. Bergartsgrensen mot fyllitt og leirskifer mot vest er angitt ca. 1 km øst for sørlig påhugg. Det er ikke registrert bergartsgrenser i prosjektområdet.

Glimmerskifer er en metamorf bergart som er dannet ved regionalmetamorfose av leirskifer, som først er omdannet til fyllitt og ved høyere temperatur omdannes til glimmerskifer. Bergarten glimmerskifer har godt utviklet skifrighet og består hovedsakelig av grove korn av glimmermineraler (muskovitt og/eller biotitt) og kvarts. Harde mineraler som granat, staurolitt eller kyanitt forekommer ofte i glimmerskifer [22].

Blotninger i prosjektområdet viser glimmerskifer med varierende grad av skifrighet, se eksempel bilder av bergartsprøver i figur 5 og figur 6.

2.7 Bergmassebeskrivelse

2.7.1 Oppsprekking

Registreringer av bergmassens oppsprekking er gjort i påhuggsområder og i eksisterende bergskjæringer langs fv. 30. Resultat av sprekkemålinger antyder 2-3 hovedsprekkesett i tillegg til sporadiske sprekker, der foliasjonen er det dominerende sprekkesettet, se figur 7. Bergmassen er preget av varierende grad av skifrighet og en skifrighet som folder seg, derav variasjon i orientering og fall.

Figur 7: Bergskjæring langs fv. 30. Foliasjonsplanet (blått) heller ned mot vegen (sørvest). I tillegg er det registrert et kryssende sprekkesett (rødt) i tillegg er det et tredje sprekkesett som ikke synes like gjennomsettende (oransje).

Følgende hovedsprekkesett er kartlagt (strøk/fall):

1. N125-150°Ø/25-50°SV (foliasjon)

Gjennomsettende sprekker. Typisk sprekkeavstand 0,01-0,2 meter.

2. N30-50°Ø/80°SØ-80°NV

Typisk sprekkeavstand 0,5-2,0 meter.

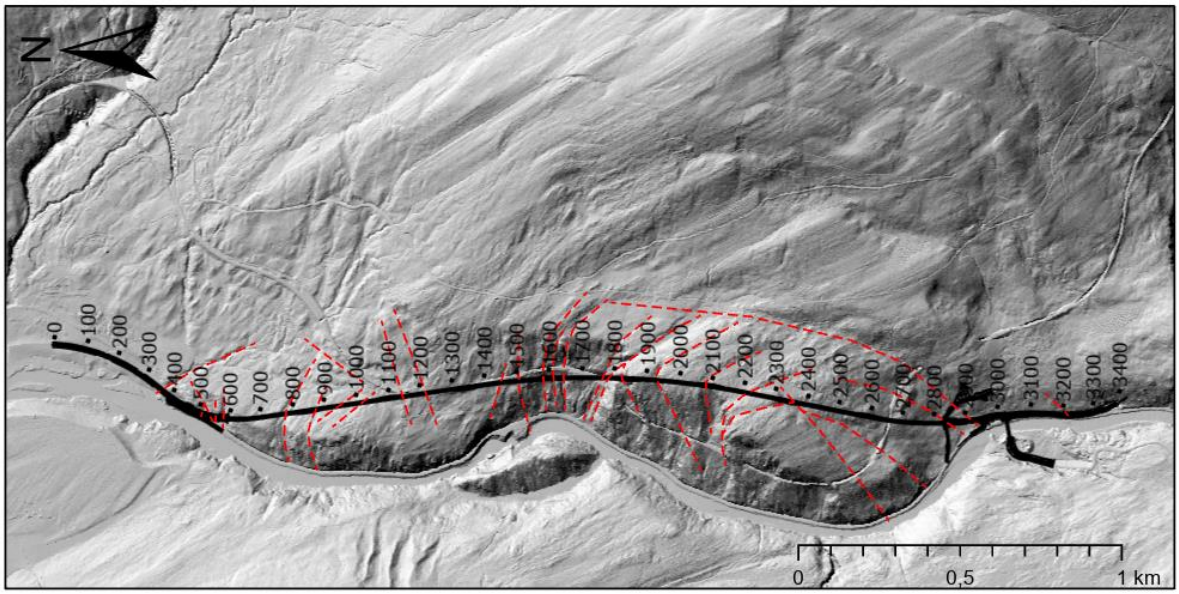
Bilder fra eksisterende bergskjæringer viser et tredje sprekkesett som er orientert NNV-SSØ og har steilt fall mot NØ. Det er ikke gjort sprekkemålinger av dette og det bør utføres i neste fase. Sprekkesettet synes ikke å være like gjennomsettende som sprekkesett 1 og 2.

Sprekker i glimmerskifer er typisk *ru* i liten skala *og bølget* i stor skala. Sprekkeflater er stedvis preget av overflateforvitring. Se vedlegg 5 for sprekkerose og stereoplott.

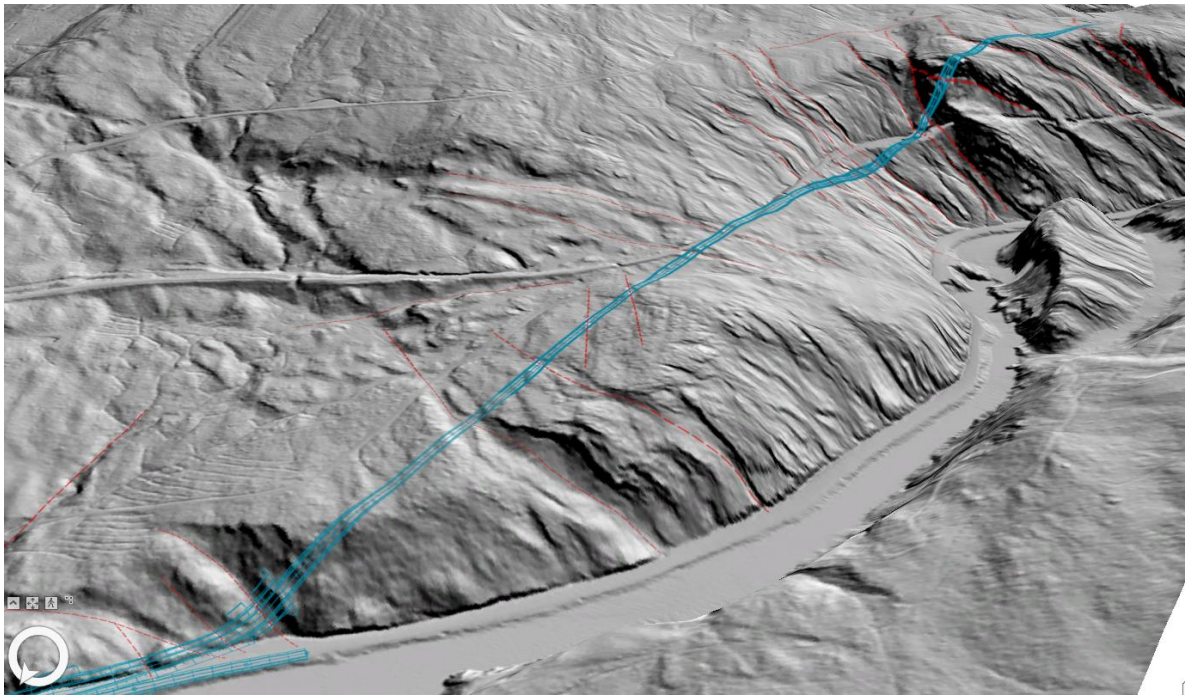
2.7.2 Lineamenter

Lineamenter er søkk og depresjoner i terrenget med en gitt utstrekning. Identifisering av linemaneter er utført ved hjelp av topografiske kart og fjellskyggekart. Det er generelt lite løsmasser over tunnelen, noe som gjør at lineamentene blir godt eksponert i terrenget. Det er identifisert 25 lineamenter med nærhet til traseen og med en størrelse som tilsier at de vil kunne påvirke bergmassekvaliteten i tunnelen eller bergskjæringer. Lineamentenes orientering varierer, men de fleste krysser tunnelen relativt vinkelrett, se figur 8. I figur 9 og figur 10 er lineamentene skissert i 3D visning for henholdvis nordre del og søndre del.

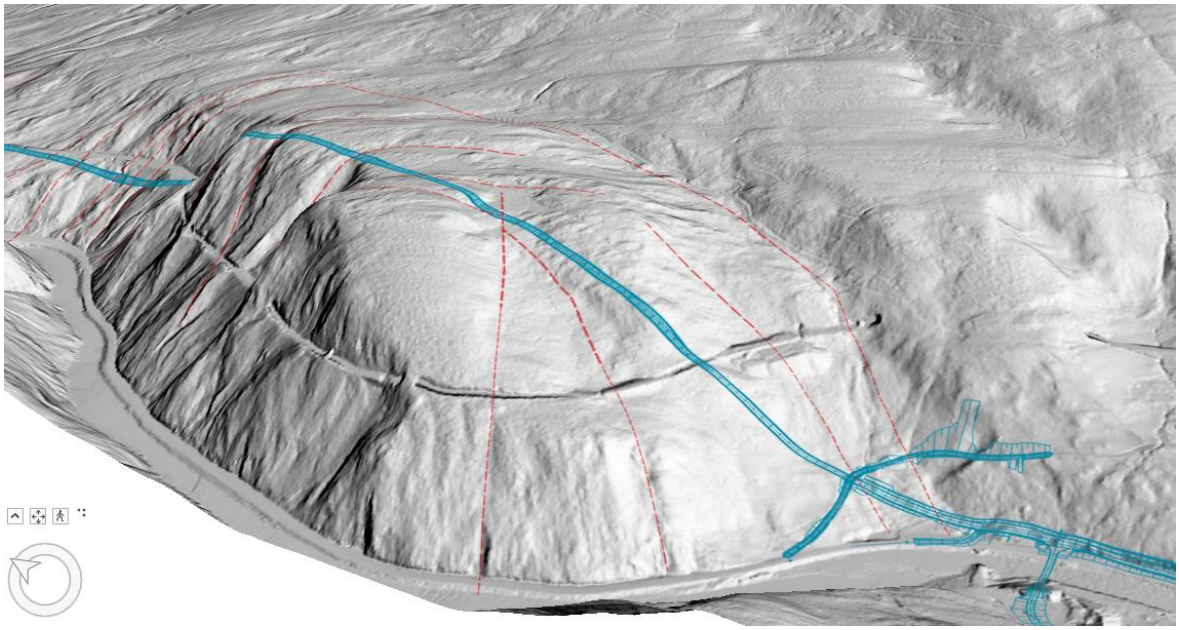
Lineamentene er nummerert og angitt med tolket fall i ingeniørgeologisk kart (vedlegg 2). Ytterligere informasjon om lineamentene og tolkning av svakhetssoner er beskrevet i kap. 3.2.2.



Figur 8: Fjellskyggekart med inntegnede lineamenter i røde, stiplede linjer.



Figur 9: 3D visning av lineament (rød) skissert i terrenget og veglinje (blå) drapert på terrenget for nordre del av tunnelen.



Figur 10: 3D visning av lineament (rød) i terrenget og veglinje (blå) drapert på terrenget for søndre del av tunnel.

2.7.3 Bergmassens konduktivitet og karst

Bergmassens konduktivitet

Det er ikke utført kjerneboringer med tilhørende vanntapsmålinger, i Svølga. Det er heller ikke boret grunnvannsbrønner langs traseen. Det foreligger derfor ingen informasjon om bergmassens konduktivitet i området.

Den aktuelle bergarten er en glimmerskifer. Enkeltbrønner boret i tilsvarende bergart langs Gaula nord og sør for tunnelen viser varierende kapasitet fra <50 l/t til >1000 l/t [17].

Kalk og karstdannelse

Det er ikke påvist karst eller karststrukturer i området. Det er heller ikke registrert kalk eller kalkbrudd i mineralressursdatabasen ved NGU [23].

2.8 Omgivelser

2.8.1 Bebyggelse

Nærmeste bebyggelse til påhugg nord er et gårdsbruk med adresse Moavegen 19 og gnr/bnr 217/1. Avstanden fra påhuggsflaten til nærmeste bygg på eiendommen er ca. 160 m og minste avstand til bergskjæring er 60 m, ca. profil 420 . Dette bygget ligger langs Moabekken og ble ved befaring registrert som fraflyttet.

På Egga, som ligger midt over tunnelen, er det to eiendommer, Egga nordre gnr/bnr 218/1 og Egga søndre gnr/bnr 218/2 med adresse Moavegen 115. Nærmeste bygg på Egga søndre har en avstand på ca. 90 m ned til tunnelen. Nærmeste bygg på Egga nordre (SEFRAK bygg) har en avstand på ca. 100 m ned tunnelen ved profilnummer 1300.

Nærmeste bebyggelse til påhugg sør ligger ved eksisterende fv. 30 med adresse Haltdalsvegen 57 og gnr/bnr 219/3. og har en avstand på ca. 90 m til påhuggsflaten. Sør for søndre påhugg ligger Tamlaget med tilhørende adresse Haltdalsvegen 41 og Gnr/Bnr 219/1. Nærmeste bygg (SEFRAK bygg) ligger ca. 160 m fra planlagt utvidelse av bergskjæring langs eksisterende fv. 30, ca. profil 3030.

2.8.2 Infrastruktur

I nord er den nye vegtraseen planlagt langs den eksisterende fv. 30 fram til ca. profil 400. Deretter drar den nye vegen av mot vest og vil kobles på eksisterende fv. 30 ved ca. profil 3200 og følge denne fram til Svølgjatunnelen i sør. Påhugg nord ligger ca. 20 m øst for eksisterende fv. 30. Påhugg sør ligger ca. 60 m øst for eksisterende fv. 30.

Tamlagstunnelen (jernbanetunnel) langs Rørosbanen ligger øst for søndre del av planlagt tunnel og krysser over tunnelen ved ca. profil 2330, se figur 1. Minste avstand til tunnelen er ca. 80 m. Detaljer fremgår av kapittel 2.9.1.

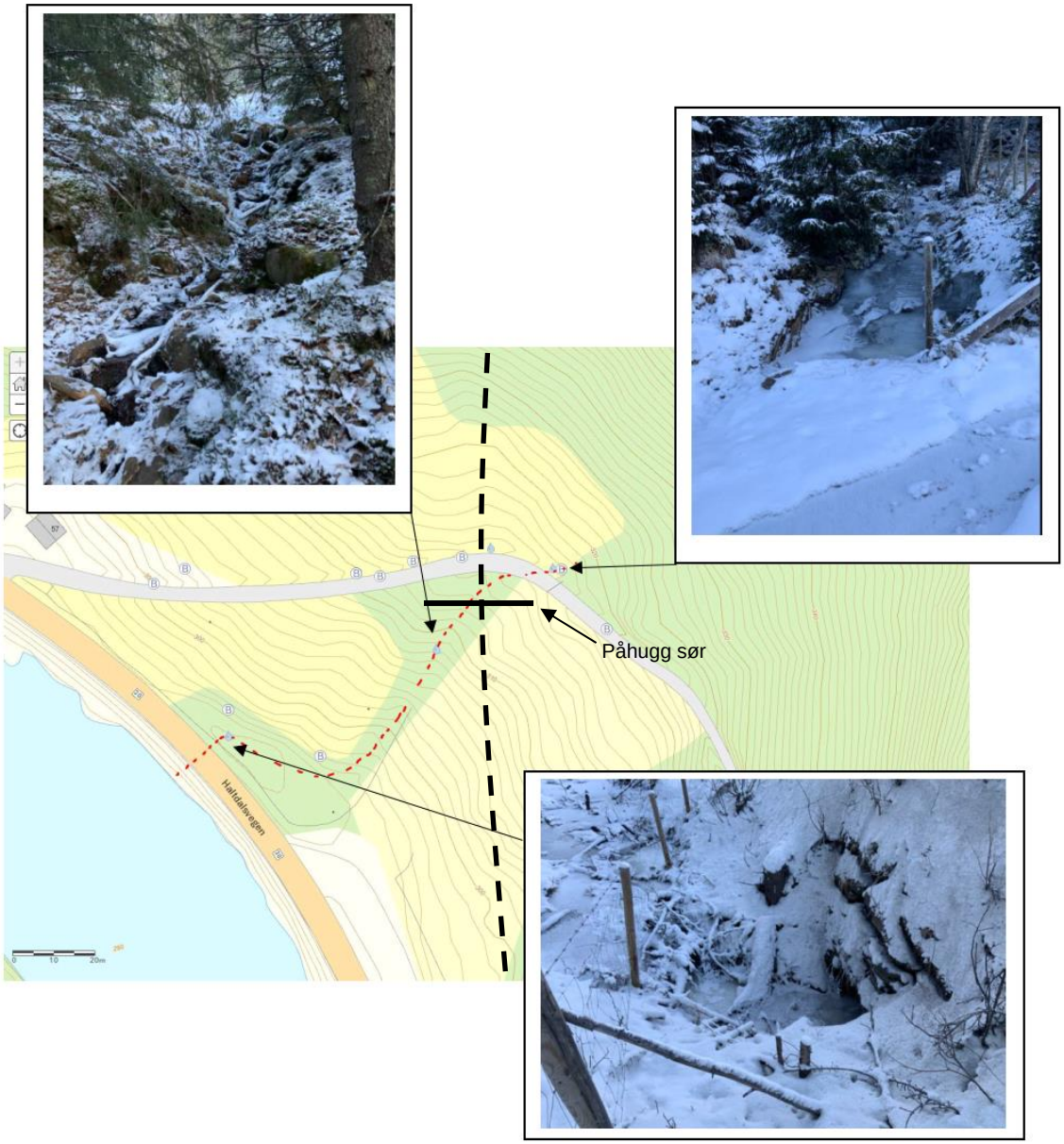
I søndre påhuggsområde ligger lokalvegen, Haltdalsvegen, som går opp til Tamlaget og vil krysse over påhugg sør. Det er ikke planlagt inngrep i lokalvegen som har tilstand som traktorveg/kjerreveg, se figur 5 og 6 i vedlegg 1.

2.8.3 Brønner, bekker og myrer

Det er verken registrert brønner eller oppkommer som ligger i nærheten av tunnelen i GRANADA (den nasjonale grunnvannsdatabasen) [17]. Prosjektet har fått informasjon om at det ligger en brønn ca. 5 m sør for bebyggelsen på Søndre Egga, gnr/bnr 218/2. Dybde av brønn er ikke kjent.

Tunneltraseen ligger i nærheten av elva Gaula som er et vernet vassdrag. Ved hjelp av kartverktøy er det registrert et bekkeløp uten navn som krysser tunnelen i dagen ved ca. profil 1780. Bekken følger et markert lineament i terrenget og ser ut til å ha sitt utspring fra et mindre myrområde øst for tunneltraseen. Naturbase kart fra miljødirektoratet [18] i figur 12 viser to områder øst for tunnelen med *nyttbar myr*. Torvdybden er angitt som *grunn myr*. Tamlagsbekken i søndre del av traseen krysser bergskjæringer ved ca. profil 3045.

Ved befaring ble det registrert et mindre bekkeløp som krysser over tunneltrasén ved ca. profil 780 og følger et markert lineament i terrenget. I tillegg ble det registrert et bekkeløp ved påhugg sør, se skissert forløp i figur 11.

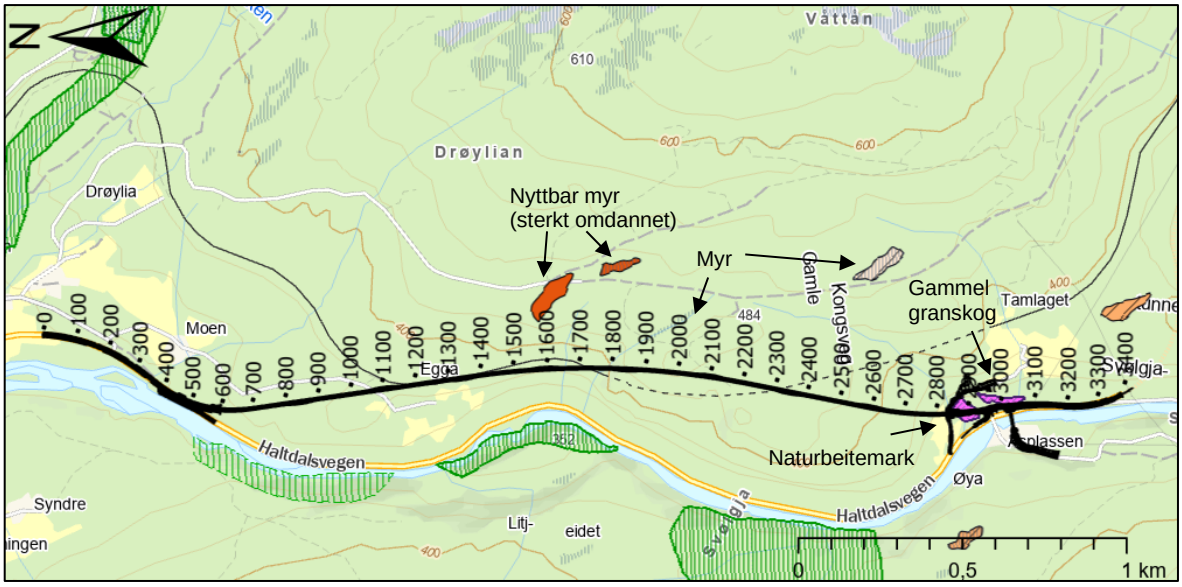


Figur 11: Skissert bekkeløp ved påhugg sør med bilder fra befaring. Veglinje er omtrentlig inntegnet med svart stiplet linje.

2.8.4 Ytre miljø

I tidligere fase er det utført registrering av naturmangfold ved to planområder langs fv. 30 Svølgja, Fiskøya og Tamlaget, tilsvarende påhuggsområder. Det henvises til fagnotat fra Rambøll med registrering av naturmangfold [24]. På Tamlaget ved påhugg sør er det registrert to naturtyper, *naturbeitemark* og *gammel granskog med liggende død ved,* se figur 12. Området på Tamlaget benyttes for eksempel av turgåere, da det går en sti til Stormuren krigsminnemerke i Drøyliene.

Det er ikke utført miljøundersøkelser i terrenget over tunnelen.



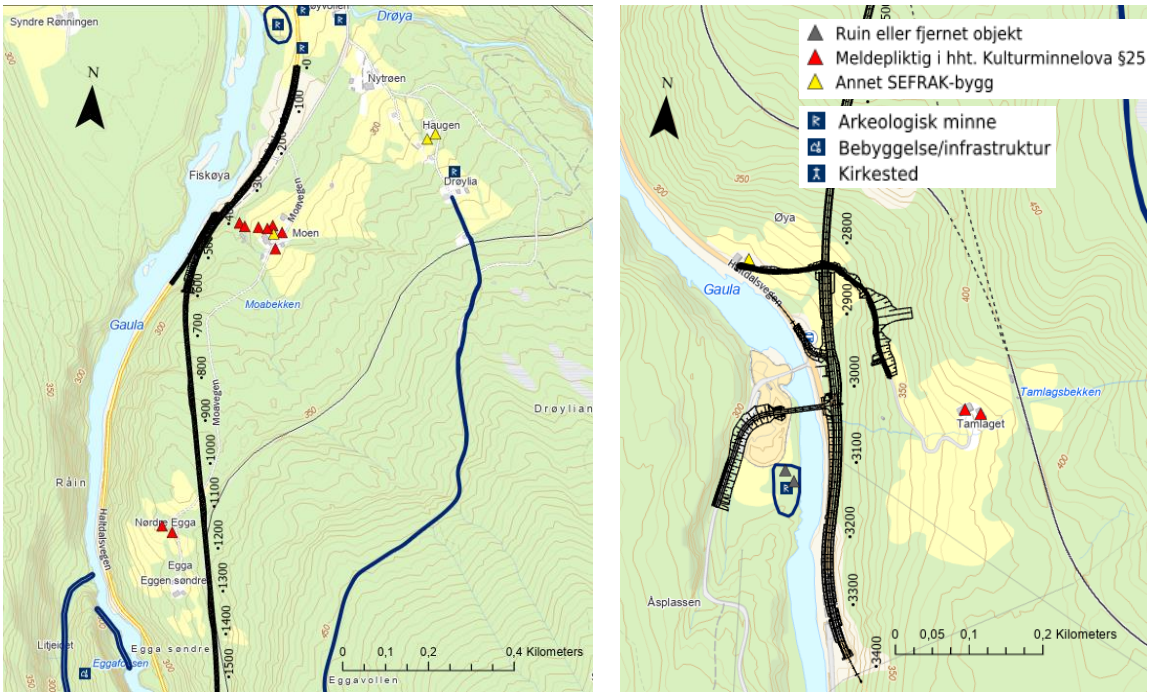
Figur 12: Naturtyper fra naturbase kart fra Miljødirektoratet [18].

Jordbruksareal

I figur 12 er det angitt jordbruksarealer på Moen, Egga og Tamlaget.

Kulturminner

I henhold til naturbase kart fra Miljødirektoratet er det registrert flere kulturminner i prosjektområdet, se figur 13 [18]. Dette gjelder hovedsakelig SEFRAK bygg, som er bygninger fra før år 1900. Øst for tunnelen ligger kulturminnet, Drøyliene som er en viktig del av Kongeveien mellom Trondheim og Røros. I tillegg er det et arkeologisk minne på Åsen vest for Tamlaget på vestsiden av Gaula.



Figur 13: Kulturminner i henholdsvis nordre og søndre del av prosjektområdet.

2.9 Nærliggende tunneler og bergskjæringer

2.9.1 Tamlagstunnelen (Jernbanetunnel)

Tamlagstunnelen (jernbanetunnel) langs Rørosbanen ligger parallelt med planlagt vegtunnel. Påhugg sør ligger øst for ny vegtrasé og påhugg nord ligger litt vest for traseen, ved ca. profil 1800. Jernbanetunnelen krysser over ny vegtunnel ved ved profil 2330 i dagen. Nord for jernbanetunnelen ligger jernbanetraseen i dagen og mer eller mindre direkte over ny vegtunnel frem til profil ca. 1100 når jernbanen drar mot nordøst.

Tunnelen er ca. 1200 meter lang og ble bygd for ca. 70 år siden. I 2009/2010 ble det utført omfattende rehabilitering av tunnelen, i form av stablitetssikring med bolter og sprøytebetong samt vann- og frostsikring med PE-skum (brannsikret med sprøytebetong). I forkant av disse arbeidene ble det utført to inspeksjoner i henholdsvis 2002 og 2007. Følgende gir en oppsummering av ingeniørgeologiske forhold beskrevet i inspeksjonsdokumentene [25], [26].

«Bergarten i Tamlagstunnelen er glimmerskifer som er forvitret og har tett oppsprekking parallelt skifrigheten. I de første 600 meterne fra sørlige portal går tunnelen parallelt med bergartens strøkretning, og det er mye løse fragmenter og små bergflak i hele profilet. Partier er til dels svært forvitret, med høyt glimmerinnhold. I nordlige ca. 600 meter av tunnelen, er bergmassekvaliteten bedre, og tunnelen krysser skifrighetsplanet med en større vinkel.»

I notat fra inspeksjon i 2007 [26], ble det bemerket at det må ha skjedd en betydelig forverring av stabilitetsforholdene siden sist befaring i 2002 [25].

2.9.2 Fv. 30 Svølgjatunnelen

Svølgjatunnelen ligger langs fv.30 ca. 500 meter sør for den planlagte Tamlagstunnelen. Svølgjatunnelen ble åpnet i 1994, har ett løp og er 726 meter lang. Sammen med fylkeskommunen er det søkt etter dokumenter fra planleggingen og byggingen av tunnelen, uten at dette er funnet.

Hovedpunktene fra tunnelinspeksjon i 2018 er beskrevet under [27]:

- Ifølge rapport fra inspeksjon i 2009 ble det utført ingeniørgeologisk kartlegging og utarbeidet rapport før byggingen, men rapporten er ikke funnet i arkivet; kun en tidligere rapport fra 1979. Under bygging var det noe oppfølging av geolog.
- Det er veggelementer av betong langs hele tunnelen, untatt i portalene der det er støp. I hengen er det vann-/ og frostsikring i form av PE-skum brannsikret med sprøytebetong i drøyt 77% av tunnellengden.
- Bergsikring består dels av sprøytebetong og bolter, dels kun av bolter.

2.9.3 Fv. 30 Eksisterende bergskjæringer

Langs store deler av eksisterende fv. 30 på Svølgja er det ensidige bergskjæringer på østsiden av vegen, se bilder i vedlegg 1. Bergskjæringene har en varierende skjæringshøyde opp mot 10 m og relativt bratt sideterreng rundt 20-40°. Bergmassen i skjæringene er skifrig, forvitret og sterkt preget av etablerte foliasjonsplan. Det er registrert 2-3 sprekkesett i tillegg til sporadiske sprekker. Bergart er glimmerskifer med klaster av kvarts. I nordre del av prosjektområdet er det registrert gule felter i bergskjæringen, antatt svovel. Det er registrert mindre utfall etter planutglidning. Bergskjæringer ved Eggafossen med overliggende bratt terreng er sikret med sprøytebetong, steinsprangnett og bolter. I tillegg er det et område ved Eggafossen som er sikret med fanggjerde. For resten av strekningen er bergskjæringer stort sett usikret. bortsett fra noen områder med sporadisk bolting.

Befaring av eksisterende bergskjæringer ble utført i vinterhalvåret og det ble registert flere områder med isdannelse. Det påpekes at både snø og is på skjæringsflatene ved befaring begrenser muligheter for gode observasjoner, og det kan være strukturer som ikke har vært synlige. Dette understreker behovet for supplerende ingeniørgeologisk kartlegging i neste planfase.

3 Tolkningsdel, ingeniørgeologiske vurderinger

3.1 Bergarter

Basert på kartlegging av bergmassen ved påhugg og i bergskjæringer langs fv. 30 og data fra Tamlagstunnelen (Jernbanetunnel), forventes tunnelen og bergskjæringer å ligge i glimmerskifer. Mindre intrusjoner av trondhjemitt og amfibolitt kan forekomme lokalt.

3.2 Tunnel

3.2.1 Stabilitet

Bergmassenes oppsprekking er vurdert til å variere fra *svært dårlig* til *middels* (13 - >27 sprekker per m^3 i henhold til oppsprekkingstallet (RQD-verdi) [12]. Bergmassen som er registrert i dagen viser varierende grad av overflateforvitring og det er antatt at bergmassen i tunnelen vil ha noe lavere grad av oppsprekking utenom svakhetssoner/sprekkesoner.

Det er registrert 2-3 hovedsprekkesett i tillegg til sporadiske sprekker. Oppsprekking langs foliasjonen til bergarten er dominerende. Sprekkesettet langs foliasjonen har en spiss vinkel til tunnelen og et subhorisontalt fall som kan føre til stabilitetsproblemer i heng og vederlag. Dette samsvarer med registreringer i søndre del av jernbanetunnelen som ligger i samme bergmassiv og har noe tilsvarende orientering som nordre del av prosjektert vegtunnel. Det subvertikale sprekkesettet har også spiss vinkel til tunnelen og kan sammen med foliasjonen og det steile sprekkesettet gi potensiale for plan- og kileutglidning.

3.2.2 Svakhetssoner

Lineamenter som tolkes å representere svakhetssoner som kan påvirke bergmassekvaliteten ved tunnelnivå eller i forskjæringer er beskrevet i tabell 10. Fallretning mot dypet og mektighet er vurdert basert på kartlegging i felt og tolkning av utgående i dagen ved bruk av kartdataverktøy. Generelt lite løsmasser i området gjør at lineamentene er godt eksponert og enkle å lokalisere på topografisk kart.

Tabell 10: Antatte svakhetssoner over Tamlagstunnelen.

Nr.	Antatt fall [°]	Antatt mektighet [m]	Utgående i dagen ca. profilnummer	Krysser tunnel ved ca. profilnummer	Kommentar
1	90	5	515		Forskjæring
2	80	5	544		Forskjæring
3	90	5	561		Forskjæring
4	90	5-10	585		Forskjæring
5	80	>10	780	790	
6	80	5-10	872	872	
7	90	5	950	950	
8	90	5	1020	1020	
9	90	5	1145	1145	
10	90	5	1217	1217	
11	90	5	1450	1450	
12	80	5-10	1503	1515	
13	80	5-10	1582	1595	

Nr.	Antatt fall [°]	Antatt mektighet [m]	Utgående i dagen ca. profilnummer	Krysser tunnel ved ca. profilnummer	Kommentar
14	80	5	1612	1622	
15	80	5-10	1646	1656	
16	80	5-10	1767	1780	
17	80	5-10	1785	1800	Bekkeløp
18	60	5	1827	1906	
19	60	>10	1936	2030	
20	60	5-10	2085	2180	
21	60	5-10	2220	2368	
22	60	5-10	2365	2537	
23	90	>10	2365	2365	
24	80	5	2850	2854	
25	80	5-10	2920		Forskjæring

Hovedandelen av lineamentene har en gunstig orientering og krysser tunnelen tilnærmet vinkelrett i planet. I søndre del av tunnelen krysser noen svakhetssoner med en spissere vinkel i planet og vil potensielt kunne følge tunnelen over lengre strekninger. Som eksempel vil en ca. 5 meter bred og steil sone som krysser tunnelen med 40° vinkel i planet, kunne følge tunnelen over en strekning på opp mot 20 meter. Dette er hensyntatt i anslag på bergmasseklassefordeling og sikringsmengder.

3.2.3 Bergspenninger

I områder med daler og fjell vil topografien kunne ha betydelig innvirkning på spenningsbildet. Spenningene vil i slike tilfeller kunne konsentrere seg langs dalsiden og i bunn av dalen. Dette påvirker dermed både spenningsnivå, -retning og -anisotropi. For tunneler som drives langs en dalside kan man derfor erfare høyere bergspenninger med sprak og bergslag, til tross for at den vertikale overdekningen ikke skulle tilsi dette [28].

Tamlagstunnelen ligger parallelt den østlige siden av Gauldalen. Det er ikke observert tegn til bergspenningsytringer som eksfoliasjonssprekker/dalsideparallell oppsprekking i dalsiden. Vertikal overdekningen øker raskt ved begge påhugg og varierer mellom 50-70 meter i nordre del og 100-180 meter i søndre del. Tunnelen ligger nærmest dalsiden fra profil 1500-1700 der sideoverdekningen er minimum 45 m.

Erfaringer Sweco har fra eksisterende Tamlagstunnel (jernbanetunnel) er at det ikke er observert ytringer i bergmassen som skulle tilsi høye bergspenninger.

I påhuggsområdene, der bergoverdekningen er begrenset, må det forventes redusert innspenning av bergmassen. Den vertikale overdekningen tilsvarer normale spenningsforhold, men der hvor tunnelen ligger nærmest dalsiden kan det forekomme større spenningskonsentrasjon. Lokale variasjoner kan også forekomme i forbindelse med svakhetssoner.

3.2.4 Påhugg

Generelt er påhugg prosjektert der det oppnås minimum 5 m bergoverdekning. Påhuggsplassering er optimalisert for å unngå lengre betongportal enn nødvendig. Endelig påhuggsplassering må bestemmes på stedet etter at bergoverflaten er avdekket. Av hensyn til skred/fare for nedfall på veg fra forskjæring eller sideterreng vurderes det som tilstrekkelig med 7 m lengde portal, målt i senterlinje på topp (se kapittel 4 om naturfarevurderinger). Dette gjelder begge påhugg.

I påhuggsområdene er det lav bergoverdekning og bergmassen ligger i dagfjellsonen, som erfaringsmessig har noe økt oppsprekking og kan være forvitret. Dette kan føre til redusert innspenning de første 10-20 meter av tunnelen. Ved påhugg sør er det i tillegg registrert et lineament som kan representere svakhet i bergmassen.

Det kan være aktuelt med forbolter ved etablering av påhugget. Under driving bør det benyttets forsiktig sprengning, eventuelt også reduserte salvelengder til dagfjellsonen er passert, bergoverdekningen har økt og bergmassen er bedre innspent.

3.2.5 Sikringsbehov tunnel

Bergmassekvaliteten er klassifisert etter Q-systemet og det er gjort et grovt anslag på forventet fordeling av bergmasseklasser langs tunneltraseen. Til grunn for anslaget ligger kartlagte bergblotninger og bergskjæringer og tolket fall og mektighet på antatte svakhetssoner. Det er antatt at glimmerskifer utenfor sprekkesonene/svakhetssonene typisk er klassifisert med Q-verdi 2-10 som representerer bergmasse av *dårlig* til *middels kvalitet* [12].

Q-verdi i svakhetssoner er antatt 0,01-1 som representerer *ekstremt dårlig* til *veldig dårlig* bergmassse. I beregningene er det tatt hensyn til at soner som krysser tunnelen med skrå vinkel, vil påvirke tunnelen over en lengre strekning enn antatt bredde av sonen. Erfaringsmessig gir svakhetssoner ustabile forhold i sideberget, derfor er tilstøtende bergmasse til sonene klassifisert med noe lavere Q-verdi enn bergmassen for øvrig.

Bergmasseklassene korresponderer med sikringsklasser beskrevet i håndbok N500 [3]. Antatt fordeling av bergmassekvalitet er gitt av lengdeprofil i vedlegg 2 og oppsummert i tabell 11.

Tabell 11: Grovt anslag på forventet fordeling av bergmasse- og sikringsklasser i Tamlagstunnelen

Bergmasse-klasse	Q-verdi	Betegnelse	Sikrings-klasse	Andel av tunnelen [%]
A/B	10-100	Veldig god/god	I	12
C	4-10	Middels	II	40
D	1-4	Dårlig	III	27
E	0,1-1	Veldig dårlig	IV	12
F	0,01-0,1	Ekstremt dårlig	V	8
G	<0,1	Eksepsjonelt dårlig	VI	0

For beregning av sikringsmengder er tabell 6.1 fra håndbok N500 lagt til grunn [3]. Denne er gjengitt i tabell 12.

Tabell 12: Tabell 6.1 fra håndbok N500. Sammenheng mellom bergmasseklasser og sikringsklasser [3].

Bergmasse klasse	Bergforhold Q-verdi (sprengt berg)	Sikringsklasse Permanent sikring
A/B	Lite oppsprukket bergmasse. Midlere sprekkeavstand > 1m. Q = 100 – 10	Sikringsklasse I - Spredt bolting - Sprøytebetong B35 E700, tykkelse 80 mm
C	Moderat oppsprukket bergmasse. Midlere sprekkeavstand 0,3 – 1 m Q = 10 – 4	Sikringsklasse II - Sprøytebetong B35 E700, tykkelse 80 mm - Systematisk bolting c/c 2 m
D	Tett oppsprukket bergmasse eller lagdelt skifrig bergmasse. Midlere sprekkeavstand < 0,3 m. Q = 4 - 1	Sikringsklasse III - Sprøytebetong B35 E1000, tykkelse 100 mm - Systematisk bolting c/c 1,75 m
E	Svært dårlig bergmasse. Q = 1 - 0,2 ---------- Q = 0,2 - 0,1	Sikringsklasse IV - Sprøytebetong B35 E1000, tykkelse 150 mm - Systematisk bolting, c/c 1,5 m ---------- - Sprøytebetong B35 E1000, tykkelse 150 mm - Systematisk bolting, c/c 1,5 m - Armerte sprøytebetongbuer. Buedimensjon E30/6 ø20 mm, c/c buer 2–3 m, Buene boltes systematisk, c/c bolt = 1,5 m, boltelengde 3–4 m - Sålestøp vurderes
F	Ekstremt dårlig bergmasse. Q = 0,1 - 0,01	Sikringsklasse V - Sprøytebetong B35 E1000, tykkelse 150–250 mm - Systematisk bolting, c/c 1,0 – 1,5 m - Armerte sprøytebetongbuer Buedimensjon D60/6+4, ø20 mm, c/c buer 1,5– 2 m Buene boltes systematisk, c/c 1,0 m, boltelengde 3–6 m Doble buer kan erstattes med gitterbuer. - Armert sålestøp, pilhøyde min. 10 % av tunnelbredden
G	Eksepsjonelt dårlig bergmasse, stort sett løsmasse, Q < 0,01	Sikringsklasse VI - Driving og permanent sikring dimensjoneres spesielt

Stabilitetssikringen baserer seg på bruk av bolter, fiberarmert sprøytebetong og armerte sprøytebetongbuer. For Q-verdier over 0,2 benyttes en kombinasjon av bolter og fiberarmert sprøytebetong. Boltemønster og sprøytebetongtykkelse varierer med sikringsklassene. Sprøytebetong skal i henhold til N500 påføres ned til minimum kjørebanenivå. I sikringsklasse I kan behovet for systematisk bruk av sprøytebetong vurderes.

Boltelengder for en tunnel med tverrsnitt T9,5 bør være minimum 4 meter fra vederlag til vederlag og 3 m i vegger. I forbindelse med breddeutvidelser og nisjer kan det være aktuelt med 5 og 6 meter lange bolter i hengen. Lengre bolter enn anbefalt i Q-diagrammet må vurderes ved lokal og ugunstig sprekkegeometri eller ugunstig spenningsanisotropi i tunnelen.

I påhugg og ved kryssing av svakhetssoner må det påregnes at det kan bli behov for forbolting, injeksjon, reduserte salvelengder og sikring med sprøytebetongbuer. Hvis det påtreffes større leirsoner under driving bør det utføres laboratorietester for å undersøke leirens egenskaper, som blant annet aktiv svelling og svelletrykk. Armert sålestøp og gitterbuer kan være aktuelt i forbindelse med kryssing av svært krevende svakhetssoner. Reduserte salvelengder skal ifølge N500 benyttes senest fra og med sikringsklasse IV (Q<1).

Estimerte sikringsmengder for Tamlagstunnelen er oppsummert i tabell 13. Breddeutvidelser for nisjer er medberegnet.

Tabell 13: Estimerte sikringsmengder for Tamlagstunnelen.

Sikringsmiddel	Anslått mengde
Bolter [stk]	15 000
Sprøytebetong E700 og E1000 [m^3]	7 700
Armerte sprøytebetongbuer [stk]	140
Forankringsbolter til sprøytebetongbuer [stk]	2 300
Forbolter [stk]	4 000

Forbolter regnes som arbeidssikring. Mengder er imidlertid inkludert i prognosen. Det er forutsatt bruk av forbolter i sikringsklasse V i kombinasjon med armerte sprøytebetongbuer installert på stuff. I sikringsklasse V er antall forbolter beregnet med c/c 0,25 m, salvelengde 2,5 m og forbolting i 50 % av profilet. I beregningene er det lag til grunn et antatt behov for to raster forbolter fra vederlag til vederlag ved begge påhugg.

3.3 Bergskjæringer

3.3.1 Skjæringsstabilitet

Glimmerskifer i området for bergskjæringer har varierende grad av skifrighet, er foldet og forvitrert. Bergmassen er stedvis gjennomsatt av utholdende sprekker, noe som har gitt utfall og ujevn skjæringskontur i eksisterende bergskjæringer langs fv. 30. Det er registrert to hovedsprekkesett i tillegg til sporadiske sprekker, der oppsprekking langs foliasjonen til bergarten er dominerende.

Sprekkesettenes orientering gir potensiale for plan utglidning i østlige bergskjæring. Det er registrert tilfeller av plan utglidning i eksisterende bergskjæringer langs østsiden av fv.30. For vestlige bergskjæringer vil det være potensiale for utvelting.

3.3.2 Utforming av skjæringsprofil

Bergskjæringer planlegges i henhold til krav i Håndbok N200 [4]:

- Bergoverflaten avdekkes til minst 2 m bak fra prosjektert skjæringstopp.
- Skjæring etableres med helning 10:1.

Bergskjæringer med høyde over 10 m er regulert med utgangspunkt i ca. 4 m bred hylle, pallhøyder på inntil 10 meter og fanggrøft. Bredden av fanggrøften vil avhenge av skjæringshøyde og vil også påvirkes av blant annet siktforhold og VA-anlegg.

Endelig utforming av skjæringsutforming må vurderes basert på stedlige forhold som topografi, bergmassekvalitet og oppsprekking. Dette vil kunne gi andre skjæringsutforminger enn det som er lagt til grunn i denne rapporten.

3.3.3 Sikring ved topp av skjæring

Etter krav i håndbok N200 [4] skal bergoverflaten avdekkes til minst 2 m bak prosjektert skjæringstopp. I enkelte områder vil det også være aktuelt å avdekke lengre enn de 2 meterne som er kravet. Dette må vurderes på stedet basert på blant annet topografi, løsmassemektighet og stabiliteten til løsmassene.

Det forventes generelt liten løsmassemektighet ved skjæringstopp, typisk < 1,0 meter. Evt. løsmasser på topp skjæring utformes med stabil vinkel eller sikres (f.eks. med sognemur) for å unngå erosjon og utglidning.

3.3.4 Stabilitetssikring av bergskjæringer

Stabilitetssikring av bergskjæringer planlegges utført i henhold til krav i håndbok N200 [4]:

- Stabilitetssikring av skjæringer skal dimensjoneres slik at det ikke er fare for nedfall av stein og is på veg. Det skal ikke være nødvendig med supplerende sikring i løpet av de første 20 år etter ferdigstillelse. Det samme gjelder eventuelle tiltak på topp skjæring, for eksempel sognemur.
- Skjæringer skal sikres mot nedfall av is og iskjøving.

For å sikre god kontroll med stabiliteten i skjæringene bør følgende punkter følges under sprengningsarbeidene:

- Geoteknisk vurdering av stabiliteten til løsmasser i overkant av skjæringen. Se geoteknisk rapport [21].
- Kartlegging og registrering av gjennomgående sprekker som kan påvirker totalstabiliteten til bergmassen.
- Vurdere om skjæringen bør utformes etter foliasjon eller andre svake plan i bergmassen.
- Vurdere behov for vertikale forbolter som settes inn før sprengning.
- Pallhøyde må vurderes ut fra bergmassekvalitet og oppsprekking og slik at boravvik blir begrenset. Pallhøyde høyere enn 10 m vil bli benyttet der dette gir god totalstabilitet.
- Ekstra tiltak for å bevare skjæringskontur, for eksempel i form av sømboring eller redusert hullavstand i kontur kan bli aktuelt i deler av bergskjæringene. Dette vil være aktuelt for eksempel ved påhuggsflater.
- Utføre bergsikring suksessivt og fortløpende fra toppen.

Typiske bergsikringstiltak i skjæringene vil være:

Rensk: Det bør utføres maskinell rensk av samtlige bergskjæringer. Dette arbeidet må utføres uten å rive opp fjellet unødig. Dette vil øke faren for utfall og gi økt sikringsomfang. Ved rensk av låseblokker kan dette føre til ytterligere nedfall av overliggende bergmasse. I tillegg til maskinell rensk bør det utføres manuell rensk som del av sluttgjennomgang. Spylrensk vil være et alternativ for eksempel der det er mye løst berg i skjæringen.

Bolting: Det forventes behov for spredt til systematisk bolting av skjæringene. Det skal benyttes fullt innstøpte sikringsbolter, typisk med lengde 3-6 meter. Hvis det er fare for større utglidninger kan vertikale fordyblingsbolter/forbolter benyttes som sikring før sprengning. Lengde inntil 8 m avhengig av skjæringshøyde. Forbolter skal være fullt innstøpte.

I områder hvor dårlig bergmassekvalitet vanskeliggjør installasjon av vanlige bergbolter eller i forbindelse med større avløste områder/blokker, vil selvborende stag kunne bli nødvendig.

Nett og sprøytebetong: I områder med svært oppsprukket berg og fare for mye smått nedfall, må steinsprangnett vurderes. Et alternativ til nett i forbindelse med oppknust berg er bruk av sprøytebetong. I bergskjæringer skal det benyttes sprøytebetong av typen B35 og E1000. Sprøytebetongen må bolteforankres og det må bores korte dreneringshull for å unngå oppbygging av vanntrykk og frostsprengning bak betongen.

Vann: I områder hvor vann renner langs skjæringsveggen, vil dette kunne føre til isskjøvingsproblematikk. Aktuelle tiltak der vann kommer ned konsentrert, vil være å kontrollere

nedføringen ved utsprengning av nisjer i skjæringsveggen. For å hindre at vann kommer ut over skjæringskanten over lange strekninger, kan avskjæring og omlegging av bekkeløp benyttes. Isnett må benyttes der vann likevel kommer ut og kan fryse. Dreneringshull (svakt stigende, Ø ca. 75 mm, lengde min. 8 m) kan bli benyttet både for stabilitetsforbedring og for å lede vann kontrollert ut av en bergskjæring.

Estimerte sikringsmengder for skjæringene er oppsummert i Tabell 15 . Mengder for sikring ved topp skjæringer (f.eks sognemur) er ikke medtatt i estimatet. Bolteanslaget omfatter ulike boltelengder og -typer, også selvborende stag. Mengdene er beregnet basert på areal av skjæringsvegg og forutsetningene listet opp i Tabell 14. Forutsetningene er vurdert basert på forventet bergmassekvalitet og forventede stabilitetsutfordringer.

Tabell 14: Forutsetninger sikringsestimat

Sikring	Glimmerskifer
Antall m^2 skjæring per bolt [m^2]	15
Andel skjæring med forbolter [% av lengde skjæring]	10
Andel skjæring med steinsprangnett [% av areal]	30
Andel skjæring med isnett [% av areal]	20
Andel skjæring med sprøytebetong [% av areal]	10
Andel skjæring med dreneringshull c/c 5,0m [% av areal]	10

Tabell 15: Estimerte sikringsmengder bergskjæringer

Sikringsmiddel	Anslått mengde
Sikringsbolter [stk]	300
Vertikale forbolter [stk]	35
Steinsprangnett [m^2]	1200
Isnett [m^2]	800
Sprøytebetong E1000 [m^3]	60
Dreneringshull [stk]	35

Endelig beskrivelse og omfang av stabilitetssikring må vurderes underveis i anleggsperioden av ingeniørgeolog i forbindelse med kartlegging av de faktiske geologiske forholdene.

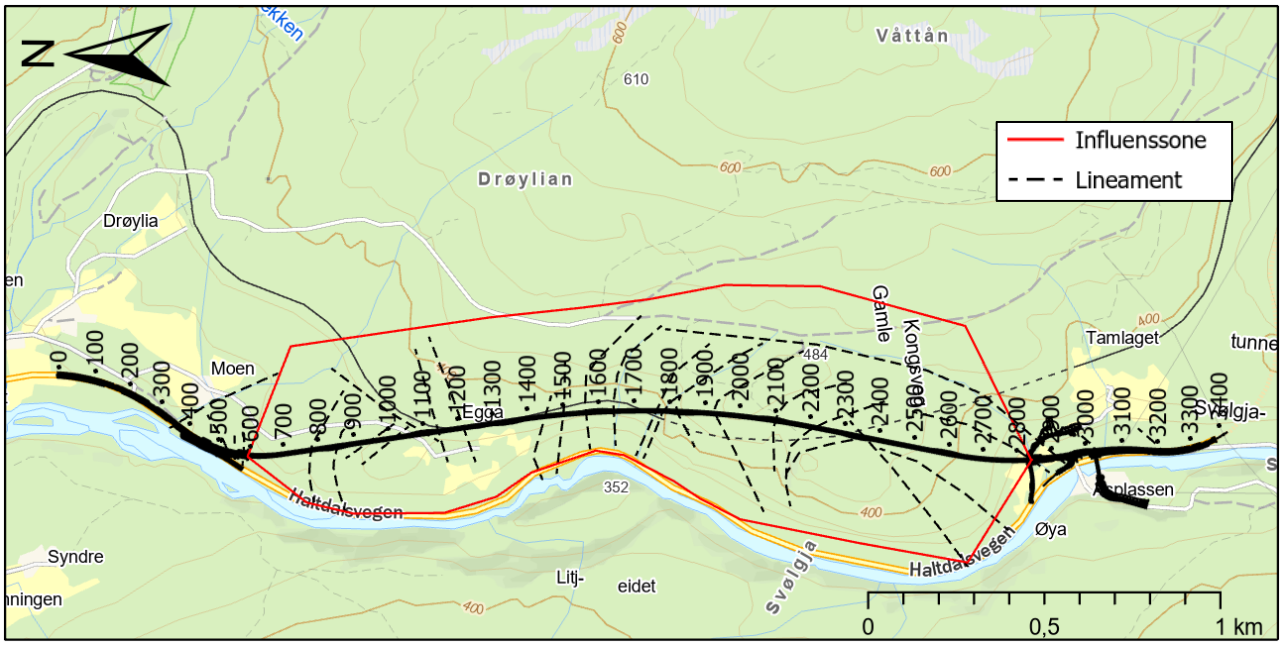
3.4 Hydrogeologiske forhold

3.4.1 Influensområde

Influensområde, definert langs tunnelen med avstand ut fra tunnelen, er avhengig av topografi, type løsmasser og permeabilitet i berggrunn og sprekkesoner og den mengde vann som tillates å drenere inn i tunnelen (innlekkasje). I henhold til NFF håndbok nr. 6 vil en innlekkasje i tunnelen lik 20 l/min/100 meter ha et potensielt influensområde på 250-500 m [29]. Erfaringer fra studier av grunnvannssenking knyttet til tunneldrift i Norge viser at det sjelden observeres endringer i grunnvannsnivå i avstander mer enn 200-300 m fra tunnelanlegg [30].

Influenssonen for tunnelen langs fv. 30 Svølgja er valgt på bakgrunn av topografi, overdekning og lineamenter. På vestsiden av tunnelen varierer influenssonene fra 100-300 m og følger stort sett

elva, Gaula. På østsiden er influenssonen satt til 300 m fra profil 600-1800 og opptil 400 m fra profil 1800-2845 på grunn av overdekning. Influenssonen er inntegnet i figur 14.



Figur 14: Influenssone for Tamlagstunnelen. Influensområdet er satt opptil 300 m på vestsiden og opptil 400 m på østsiden.

3.4.2 Sårbare områder

Konsekvenser av innlekkasje som er av mest betydning for et tunnelanlegg med tanke på det ytre miljøet er [30]:

- En reduksjon i grunnvannsnivå eller vanntilførsel til vannkrevende flora og fauna. Det gjelder for eksempel myområder der grunnvannsspeilet ligger generelt høyt eller jordbruksarealer som er vannavhengige.
- Reduksjon i vannstand og/eller vannstandsreduksjoner i tjern og vann.
- Reduksjon i grunnvannsnivå som påvirker grunnvannsbrønner innenfor influensområdet.
- Poretrykkreduksjon som kan gi setningsskader.

Med sårbare områder menes områder som kan bli negativt påvirket dersom grunnvannsnivået senkes som følge av for store innlekkasjer til tunnelen. Bortsatt fra et område med naturbeitemark ved påhugg sør er resten av traseen er stort sett dekket av skog og løsmassene er angitt som tynn morene og forvitringsmateriale med *usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen* [15]. Grunnboringer i påhuggsområdene viser løsmassetykkelese opp mot ca. 3 m i nord og ca. 1,7 m i sør og løsmassene består av friksjonsmasser som sand, grus og morene [21].

På vestsiden av tunnelen mellom profil 1100-1300 ligger Egga søndre med bebyggelse, brønn og landbruksareal. Brønnen på Egga søndre ligger innenfor tunnelens influenssone. Korteste avstand mellom tunnel og bebyggelse på eiendommen er i planet 60-80 m. Dybde av og tilstanden til brønnen må kartlegges ytterligere i neste planfase. Dette er potensielt sårbare områder med tanke på setningsskader.

Fra kartstudie er det identifisert et lite myområde innenfor influensområdet som drenerer mot nordvest og ned i et bekkefar. Bekken følger en svakhetssone med orientering NV-SØ og krysser terrenget over tunnelen ved ca. profil 1780. Det er vurdert at dette området kan påvirkes av tunnelen. Da det ikke er utført kartlegging tilknyttet ytre miljø i terrenget over tunnelen, er det usikkert om dette området er sårbart for grunnvannssenking. I tillegg er det registrert et bekkeløp ved påhugg sør og et bekkeløp som krysser tunnelen i dagen ved ca. profil 780.

3.4.3 Innlekkasjekrav

Glimmerskifer har lav permeabilitet og regnes som tett. Eventuelle lekkasjer forventes derfor å være knyttet til sprekker og svakhetssoner i bergmassen. Permeabiliteten til sprekkene vil videre være avhengig av utholdenhet, eventuelt sprekkefylling og størrelse.

NGU gjennomførte i 2009 et prosjekt der de utarbeidet kumulative frekvensfordelinger over vanngiverevnen for de ulike hovedbergartene i Norge basert på N250 berggrunnskart [31]. Gjennomsnittskapasiteten (50% percentilen) for brønner boret i glimmerskifer i Trøndelag er ca. 400 l/time og varierer fra < 50 l/time (10 % percentil) til > 1000 l/time (90% percentil). Dette samsvarer med enkeltbrønner boret i tilsvarende bergart langs Gaula nord og sør for tunnelen som viser varierende kapasitet fra <50 l/t til >1000 l/t [17].

Tunneldrivingen kan påvirke grunnvannstanden i grunnen over tunnelen. Avhengig av type grunn, sårbar fauna, brønner og nærliggende bygg, er det fastsatt innlekkasjekrav for å redusere sannsynligheten for endringer som vil kunne føre til skade. Kravet er definert som maksimal tillatt innlekkasje per 100 m av tunnelen. Det er usikkert om bebyggelse over tunnelen ligger på setningsømfintlige løsmasser. Sannsynligheten for påvirkning av myområdet midt over tunnelen er vurdert som liten.

Innlekkasjekrav for Tamlagstunnlen er angitt i tabell 16.

Tabell 16: Innlekkasjekrav for Tamlagstunnelen.

Strekning	**Innlekkasjekrav (l/min per 100 m)**	**Kommentar**
Påhugg profil 600 til 1100	30	Ingen bygg, lite sårbart terreng. Lokal innlekkasje < 15 l/min.
Profil 1100 til 1400	10	Egga søndre og nordre
Profil 1400 til 1750	30	Ingen bygg, lite sårbart terreng. Lokal innlekkasje < 15 l/min.
Profil 1750 til 1800	25	Kryssende bekk over tunnel og antatt mindre myområde. Lokal innlekkasje < 15 l/min.
Profil 1800 til 2800	30	Ingen bygg og lite sårbart terreng. Lokal innlekkasje < 15 l/min.
Profil 2800 til 2845	15	Naturbeitemark og kryssende bekk.

I tillegg til innlekkasjekrav i tabell 16 settes det krav til at ingen lokal lekkasje er større enn 15 l/min. En lokal lekkasje defineres som et parti der lekkasjene kommer fra samme kilde, f.eks. en

svakhetssone. Lengde i tunnelretning kan da være alt fra mindre enn 1 m til en bred sone på omtrent 10 m mektighet.

Det er kontrollert at innlekkasjekravene er fornuftig i forhold til vurdert influensområde. Dersom man konservativt antar at 20 % av årsnedbøren infiltreres til grunnvannsakviferen innenfor influensområdet, utgjøre dette 161.144 m^3/år. Dette tilsvarer en innlekkasje på ca. 13 l/min x 100 m for hele tunnelen på ca. 2,2 km.

Innlekkasjekravet må revurderes i neste planfase, når det foreligger ytterligere informasjon om brønner og eventuelle sårbare områder over tunnelen.

3.4.4 Innlekkasje av vann under driving

Bergoverdekningen i nordre del av tunnelen varierer mellom 50-70 meter og 100-180 meter i søndre del. Det er dermed et betydelig bergvolum som kan gi mating av vann inn mot tunnelen dersom sprekkene er vannførende. Stor overdekning kan gi stort sprekkevanntrykk i tunnelnivå. Vanntrykket kan være høyt der lekkasjen påtreffes, men kan antas å avta i trykk og kapasitet over tid.

Erfaringsmessig er glimmerskifer nær impermeabel og innlekkasje er hovedsakelig knyttet til sprekkesoner/svakhetssoner. Som det fremgår av ingeniørgeologisk kart i vedlegg 2 er sonene i nordre del av tunnelen orientert vinkelrett på tunnelen. I søndre del skjærer sonene med en spissere vinkel til tunnelen og eventuell lekkasjene fra sonene vil kunne følge tunnelen over en lengre strekning. Det kan derfor være behov for flere injeksjonsskjermer for å tette én sone.

Tunnelen vil være selvdrenerende i driftssituasjonen og selv vannmengder på i størrelse 50 l/min x 100 m for alle deler av tunnelen, vil være uproblematisk både under driving og i driftssituasjonen.

Ut fra antatt innlekkasje i de forskjellige bergartene og i partier med større oppsprekking, er behovet for sonderboring og forinjeksjon vurdert, se tabell 17. Det er antatt at de fleste sonene som passeres vil gi behov for forinjeksjon. Kriterier for når forinjeksjon skal utføres, vil bli vurdert i neste planfase. Sonderboring forventes å bli nødvendig i ca. 700 m av tunnelen.

Sonderboring utføres typisk med to hull på 20-30 m lengde. Forinjeksjon har til hensikt å redusere innlekkasjen til akseptable nivåer. Ved store innlekkasjer kan det bli nødvendig med flere injeksjonsskjermer.

Tabell 17: Forventet omfang av sonderboring og forinjeksjon

Strekning	Antatt sonderboring[1]	Antatt forinjeksjon[2]
Påhugg profil 600 til 900	200 m	2 skjermer
Profil 1100 til 1400	Systematisk	2 skjermer
Profil 1500 til 1700	400 m	Ikke forventet behov
Profil 1750 til 1850	200 m	2 skjermer
Profil 1950 til 2200	200 m	4 skjermer
Profil 2350 til 2400	200 m	Ikke forventet behov
Profil 2500 til 2550	100 m	Ikke forventet behov
Profil 2750 til påhugg 2845	Systematisk	2 skjermer

1 2 hull på 24 m, 9 m overlapp.

2 Enkel skjerm: 16 + 4 hull, lengde 24 m, 9 m overlapp. Sementforbruk per hull: 500 kg.

Det er antatt et forbruk på ca. 10 tonn sement per injeksjonsomgang. Med totalt 12 skjermer gir det et forbruk på 120 tonn. Prognosen er usikker både med hensyn til antall injeksjonsomganger og forbruk per runde.

3.4.5 Bergskjæringer

Skjæringene skal etableres i områder der sideterrenget er hellende og der det generelt forventes liten løsmassemektighet. Tamlagsbekken i søndre del av traseen krysser eksisterende bergskjæringer og det ble registrert mye isdannelse ved befaring (se figur 7 i vedlegg 1). I tillegg er det registrert et bekkeløp ved påhugg sør som potensielt vil krysse forskjæringeen til tunnelen. Bilder i vedlegg 1 viser at det generelt er registrert betydelig isdannelse i bergskjæringer langs fv. 30.

Aktuelle tiltak der Tamlagsbekken krysser bergskjæring ved ca. profil 3045 vil være å kontrollere nedføringen ved utsprengning av nisjer i skjæringsveggen. I områder med mye sigevann fra torvlaget som kommer inn i skjæringene eller ved kryssende bekkeløp er det potensiale for iskjøving, og det må forventes behov for isnett.

Fjerning av torv og tynt løsmassedekke vil kunne synligjøre flere og andre sig enn det en ser i terrenget i dag. Behov for og prosjektering av tiltak i slike områder, for eksempel i form av avskjærende grøfter, må vurderes i anleggsfasen.

Det vurderes at etablering av skjæringene ikke vil føre til grunnvannssenkning som vil kunne ha betydning for omgivelsene.

3.5 Borbarhet og sprengbarhet

Bergmassens bore- og sprengbarhet kan variere fra bergart til bergart, men også innenfor samme bergartstype. Geologiske forhold som påvirker sprengbarheten er blant annet strekkstyrke, anisotropiforhold og oppsprekkingsgrad.

Glimmerskifer er en anisotrop bergart og er erfaringsmessig en svak bergart med høyt glimmerinnhold. Anisotrope bergarter vil ha ulike materialtekniske egenskaper i ulike retninger, noe som kan virke negativt på bergartens sprengbarhet. Dette vil være avhengig av skifrighetens orientering i forhold til tunnelen, der sprengbarheten er best med driving på tvers av skifrigheten. Deler av Tamlagstunnelen skal drives med spiss vinkel til skifrigheten, noe som kan påvirke sprengbarheten negativt.

I bergmasse med høy oppsprekking eller dårlig stabilitet kan det inntreffe bore- og ladevansker, og spesielt under forhold med mye leire og vann. Dette kan være aktuelt i forbindelse med driving gjennom enkelte svakhetssoner i tunnelen.

SINTEF har utført testing for borbarhet for en bergprøve av glimmerkifer fra påhugg nord. Testene er generelt utført på tvers av skifrigheten.

Borslitasjeindeks (BWI) er en indeks som beskriver forventet borslitasje, og benyttes til å estimere levetid for blant annet borkroner. For bergprøven i glimmerskifer er borslitasjeindeks målt til 24 og klassifiseres som *lav*.

Borsynkindeksen (DRI) beregnes ut fra bergartens sprøhetstall (S20) og Sievers' J-verdi (SJ) og beskriver forventet borsynk. DRI kan beskrives som bergartens sprøhetstall korrigert for overflatehardhet. For bergprøven i glimmerskifer er borsynkindeks målt til 60 og klassifiseres som *høy*.

Resultater vurderes å være representativ for Tamlagastunnelen og bergskjæringer i prosjektområdet, da dette ligger i samme bergart. Variasjoner kan likevel forekomme.

3.6 Anvendelse av steinmateriale

Det er utført undersøkelser av Los Angeles verdi (LA) og Micro-Deval (MD) for én prøve av glimmerskifer fra påhugg sør. Resultatene viser LA 55 og MD 78.

I de følgende kapitlene vurderes resultatene opp mot kravene i håndbok N200 for bruk til vegbygging.

3.6.1 Forsterkningslag til veg

Krav til mekaniske egenskaper for steinmateriale som skal benyttes i forsterkningslag fremgår av kapittel 4.5 i håndbok N200 [4]. Resultatene tilsier at prøven ikke tilfredsstiller kravene til bruk i forsterkningslag.

I tillegg stilles krav til renhet, korngradering og knusningsgrad.

3.6.2 Bærelag til veg

Krav til mekaniske egenskaper for steinmateriale som skal benyttes i bærelag til veg fremgår av kapittel 4.6 i håndbok N200 [4]. Utførte analyser omfatter fastsettelse av Los Angeles-verdi og Micro Deval-koeffisient. Resultatene viser at prøvene ikke tilfredsstiller kravene til bruk i bærelag.

I tillegg stilles krav til steinmaterialets flisighetsindeks, humusinnhold, masseprosent av knuste og fullstendig rundete korn, korngradering, maksimal kornstørrelse og maksimum finstoffinnhold.

3.6.3 Delmaterialer til asfalt

Krav til mekaniske egenskaper for steinmateriale som skal benyttes som delmaterialer til asfalt fremgår av kapittel 4.7 i håndbok N200 [4].

Utførte analyser omfatter fastsettelse av Los Angeles-verdi og Micro Deval-koeffisient og viser at prøvene ikke tilfredsstiller kravene til bruk som tilslag i asfalt.

I tillegg stilles krav til steinmaterialets flisighetsindeks, mølleverdi, knusningsgrad og humusinnhold.

3.6.4 Grusdekker

Krav til mekaniske egenskaper for steinmateriale som skal benyttes i grusdekker fremgår av kapittel 4.8 i håndbok N200 [4]. Utførte analyser omfatter fastsettelse av Los Angeles-verdi og Micro Deval-koeffisient og viser at prøvene ikke tilfredsstiller kravene til bruk i grusdekker.

3.7 Syredannende bergarter

Eurofins Norge AS har utført analyse av syredannende to bergprøver av glimmerskifer fra prosjektområdet. Vurderinger av syredannende bergarter for fv. 30 Svølgja er utført i eget notat i vedlegg 6 [32]. Kort oppsummert er det vurdert at bergprøven fra påhugg nord er syredannende og bergprøven fra bergskjæring i sør er ikke-syredannende.

Med tanke på deponering av uttatt berg, er det nødvendig med en mer detaljert kartlegging og klassifisering av bergarten for å sikre rett håndtering av bergmassene etter uttak. Det bør samtidig vurderes om deponering sammen med kalkholdige masser kan være en mulighet for nøytralisere bergartens syredannende potensiale.

Bergarten har et lavt innhold av uran og klassifiseres ikke som radioaktivt avfall ved uttak.

3.8 Vibrasjoner og støt

I forbindelse med sprengningsarbeider vil det oppstå sprengningsinduserte vibrasjoner og støt som kan påvirke nærliggende byggverk, infrastruktur og kvikkleireforekomster. For byggverk og infrastruktur skal vibrasjoner og støt fra arbeidene ikke overskride grenseverdier bestemt av kravene i NS8141:2001 [11].

For påhugg nord er det en eiendom med bebyggelse som ligger innenfor en avstand på ca. 200 meter fra tunnelen og forskjæringer. Dette gjelder bygg tilhørende adresse Moavegen 19 og gnr/bnr 217/1. Avstanden fra påhuggsflaten til nærmeste bygg på eiendommen er ca. 160 m og minste avstand til bergskjæring er 60 m. Dette bygget ligger langs Moabekken og ble ved befaring registrert som fraflyttet.

Midt over tunnelen ligger to eiendommer, Egga nordre gnr/bnr 218/1 og Egga søndre gnr/bnr 218/2 med adresse Moavegen 115. Nærmeste bygg på Egga søndre har en avstand på ca. 100 m ned til tunnelen. Nærmeste bygg på Egga nordre (SEFRAK bygg) er ca. 90 m i dagen ved profilnummer 1300.

For påhugg sør og bergskjæringer i sørlig del av traseen er det to eiendommer med bebyggelse innnefor en avstand på ca. 200 meter fra tunnel og bergskjæringer. Nærmeste bebyggelse til påhugg sør ligger ved eksisterende fv. 30 med adresse Haltdalsvegen 57 og gnr/bnr 219/3 og har en avstand på ca. 90 m til påhuggsflaten. Sør for søndre påhugg ligger Tamlaget med tilhørende adresse Haltdalsvegen 41 og gnr/bnr 219/1. Nærmeste bygg (SEFRAK bygg) ligger ca. 160 m fra planlagt utvidelse av bergskjæring langs eksisterende fv. 30.

Det er ikke utført bygningsbesiktigelse av bygninger i prosjektområdet, dette anbefales utført i neste fase. Det er derfor gjort konservative valg for fastsettelse av input for beregning av rystelseskrav etter NS8141 [11], se tabell 18. Valgte inputparametere og beregninger av grenseverdier fremgår av vedlegg 10.

Tabell 18: Beregnede grenseverdier for rystelser fra sprengning i tunnel og forskjæring.

Lokasjon	Adresse og Gnr/Bnr	Antatt fundamenterings-forhold	Korteste avstand til tunnel/bergskjæring [m]	Foreløpig beregnet grenseverdi
Forskjæring nord	Moavegen 115 Gnr/Bnr 217/1	Løsmasse	60	15,6
Tunnel	Egga nordre Gnr/Bnr 218/1	Løsmasse	100	14,2
Tunnel	Egga søndre Gnr/Bnr 218/2	Løsmasse	90	14,5
Påhugg sør	Haltdalsvegen 57	Løsmasse	90	14,5

	Gnr/Bnr 219/3			
Bergskjæring sør	Haltdalsvegen 41 Gnr/Bnr 219/1	Løsmasse	160	13

Det anbefales at det monteres rystelsesmålere på bygninger angitt i tabell 18 for å kunne måle og følge opp vibrasjoner kontinuerlig under anleggsperioden. Måleren festes til fundament eller til bærende konstruksjoner nær fundamentet.

Tiltak for å redusere vibrasjoner kan være reduserte ladninger og salvestørrelser. Ved sprengning av forskjæringer kan sprengning med alternativ kontur (tettere konturhullavstand eller sømboring) være aktuelle tiltak.

Det må avklares med BaneNOR om det er installasjoner langs Rørosbanen, i tunnelen eller terrenget over tunnelen, som er sensitive for rystelser. Dette kan for eksempel være signalanlegg.

4 Naturfare

4.1 Forutsetninger

Skredfarevurdering av strekningen er gjennomført med utgangspunkt i sikkerhetskrav for skredsannsynlighet på veg i henhold til tabell 1.12 i håndbok N200 [4], se tabell 19. Tabellen angir samlet skredsannsynlighet per km og år avhengig av dimensjonerende trafikkmengde. Sikkerhetsnivået for skred på veg angir hvilken sannsynlighet for skred på veg (restrisiko) som aksepteres.

Tabell 19: Sikkerhetskrav for skredsannsynlighet på veg, iht tabell 1.12 i håndbok N200 [4].

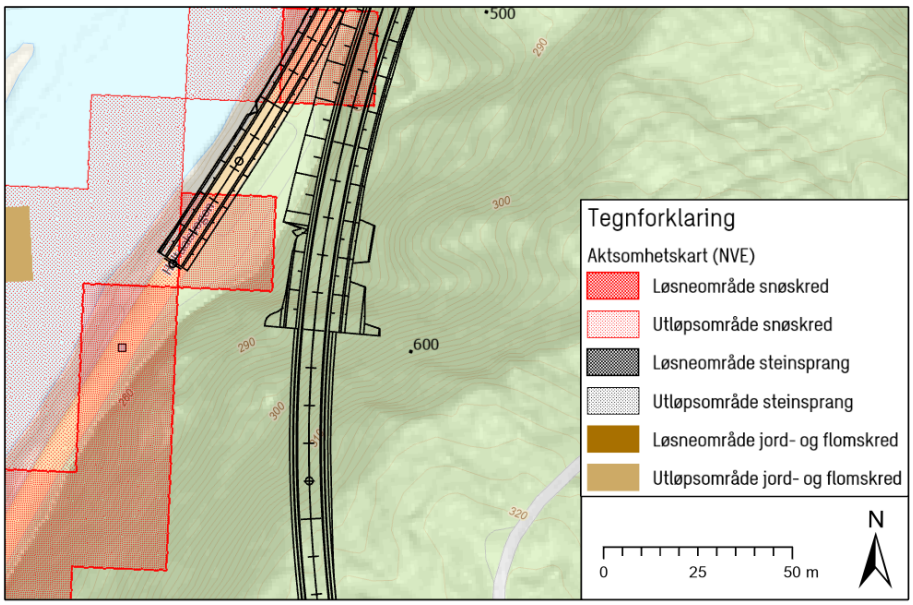
Dimensjonerende trafikkmengde	Samlet skredsannsynlighet per km og år
< 500	1/20
500 – 3999	1/50
4000 – 5999	1/100
6000-11999	1/300
≥ 12000	1/1000

Beregnet ÅDT for 2050 er på i underkant av 2300 kjøretøy per dag [33]. For påhuggsområdene tilknyttet tunnelen og vegstrekningen sør for tunnelen innebærer dette at samlet sannsynlighet for skred bør være lavere enn 1/50 (ett skred hvert femtiende år og km).

4.2 Aktsomhetsområder

<u>Påhugg nord:</u>

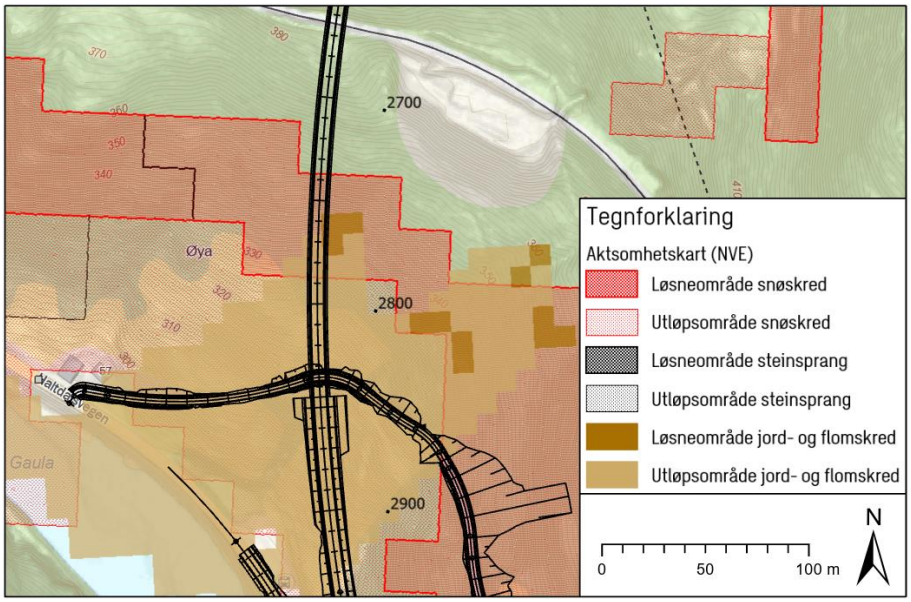
I henhold til NVEs aktsomhetskart for steinsprang, snøskred og jordskred er det ikke angitt fare for disse skredtypene i området. Det er angitt én steinspranghendelse (2014) nært påhugget, se figur 15 [1]. Det er ikke angitt om denne kommer fra terrenget eller bergskjæringen, men det er antatt av den kommer fra bergskjæringen ettersom det ikke er noen tydelige skrenter i terrenget.



Figur 15: Utsnitt av aktsomhetskart i påhuggsområdet i nord. Grå firkant viser en steinspranghendelse i området.

Påhugg sør:

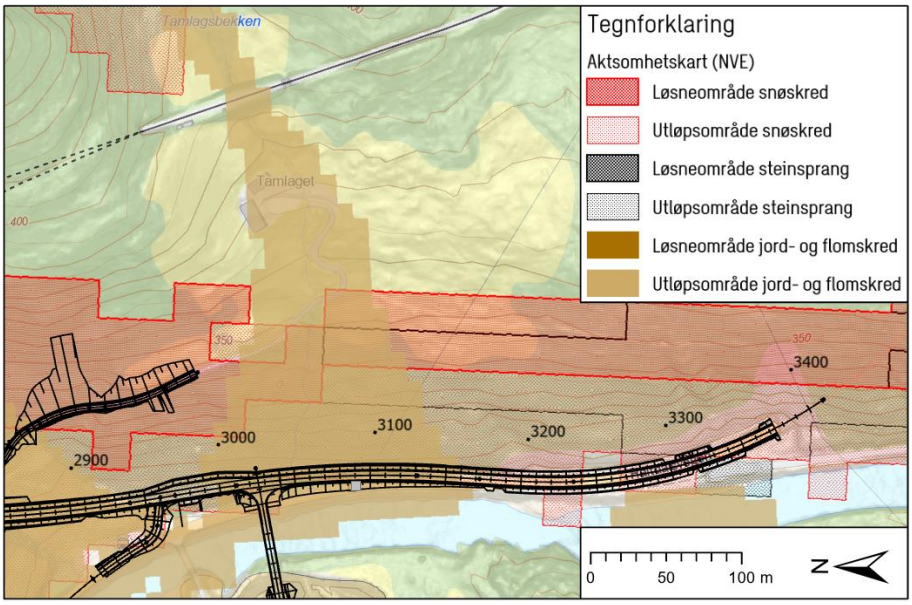
I henhold til NVEs aktsomhetskart for steinsprang, snøskred og jordskred er det for påhugg sør angitt utløpsområde for snøskred og jord- og flomskred, se figur 16 [1].



Figur 16: Utsnitt av aktsomhetskart i påhuggsområdet i sør.

Trase sør for påhugg sør:

I henhold til NVE's aktsomhetskart for steinsprang, snøskred og jordskred er samtlige skredtyper angitt i området. NVE's hendelseskart viser også en steinsprangshendelse (2015) på vegen, se figur 17 [1]. Det er ikke angitt om denne kommer fra terrenget eller bergskjæringen, men det er antatt av den kommer fra bergskjæringen ettersom det ikke er noen tydelige skrenter i terrenget.



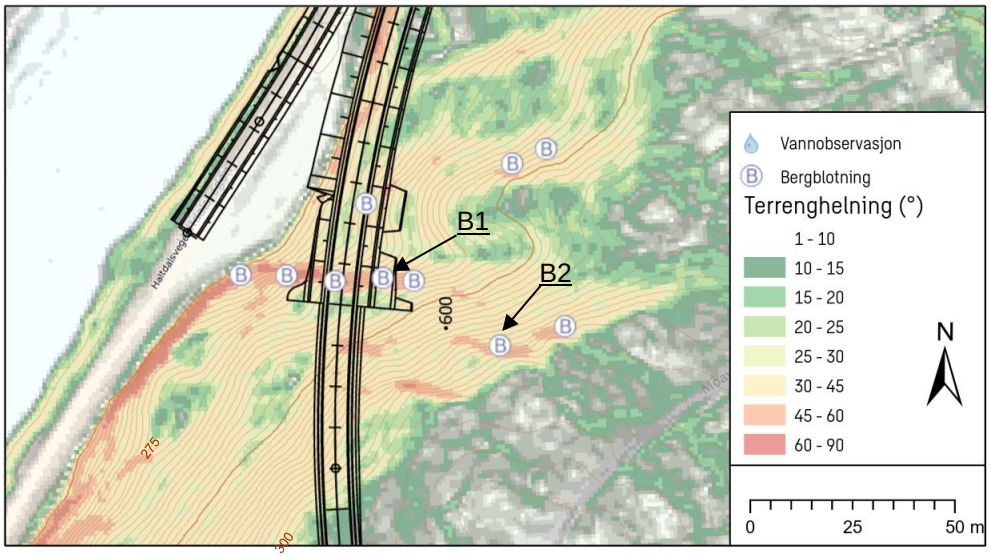
Figur 17: Aktsomhetsområder langs strekningen sør for tunnelen. Den grå firkanten viser en tidligere steinspranghendelse.

4.3 Terreng og vegetasjon

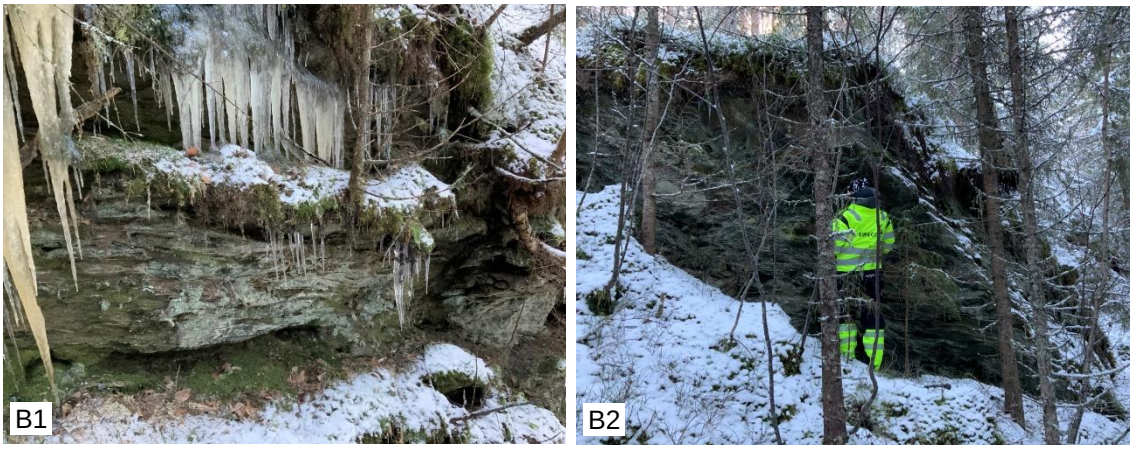
Østlig dalside i Gauldalen er dominert av dalsideparallelle skråninger med stedvis svært bratt terreng.

Påhugg nord:

Ovenfor påhugget i nord er terrenget bratt med en helning på 30-45° avbrutt av noen mindre skrenter med 45-60° helning, se figur 18. Figur 19 viser bilder av slike skrenter. Terrenget flater ut ved ca. kote +320. Løsmassedekket i området er angitt som *tynn morenejord < 0,5 m* [15]. Sett bort fra skrentene er terrenget dekket av barskog. Det er ikke observert rennende vann ovenfor påhugget, verken i terrenget eller på studert kartmateriale.



Figur 18: Terrenghelning ved påhugg nord.

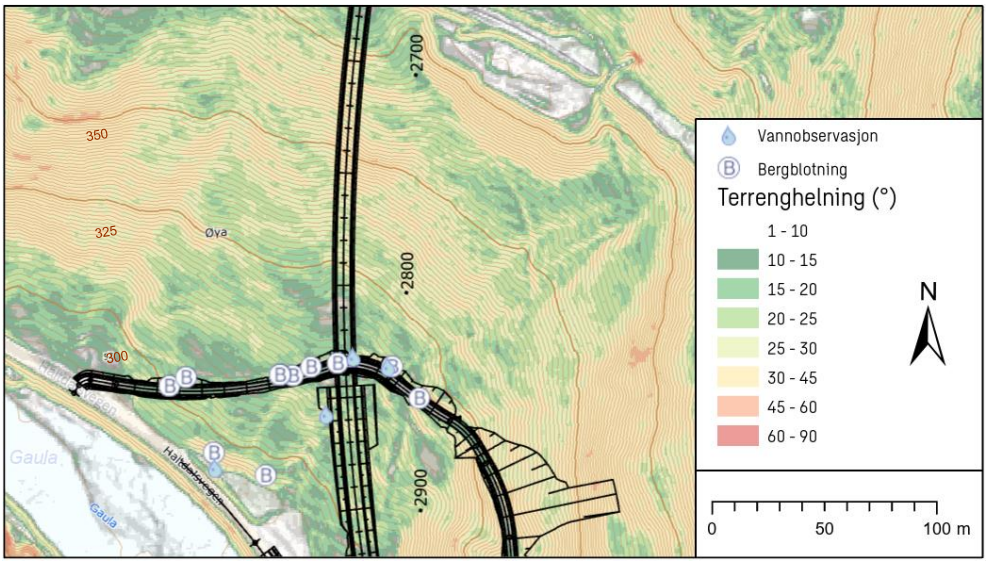


Figur 19: Skrenter ovenfor påhugg nord.

<u>Påhugg sør:</u>

Påhugget i sør er plassert i en skråning med helning på 10-25°, se figur 20. I dette områder er terrenget åpent. Ovenfor påhugget øker terrenghelningen til 20-45° og terrenget består av barskog.

I påhuggsområdet krysser veglinjen en bekk. Vannføringen i bekken er usikker, da vannet var frosset ved befaring. Befaring langs vegen opp til Tamlaget og langs bekkeløpet viser at morenedekket er tynt < 0,5 m med synlige bergblotninger. Grunnboringer i påhuggsområdet viser liten løsmassemektighet fra ca. 0,7-1,7 m.

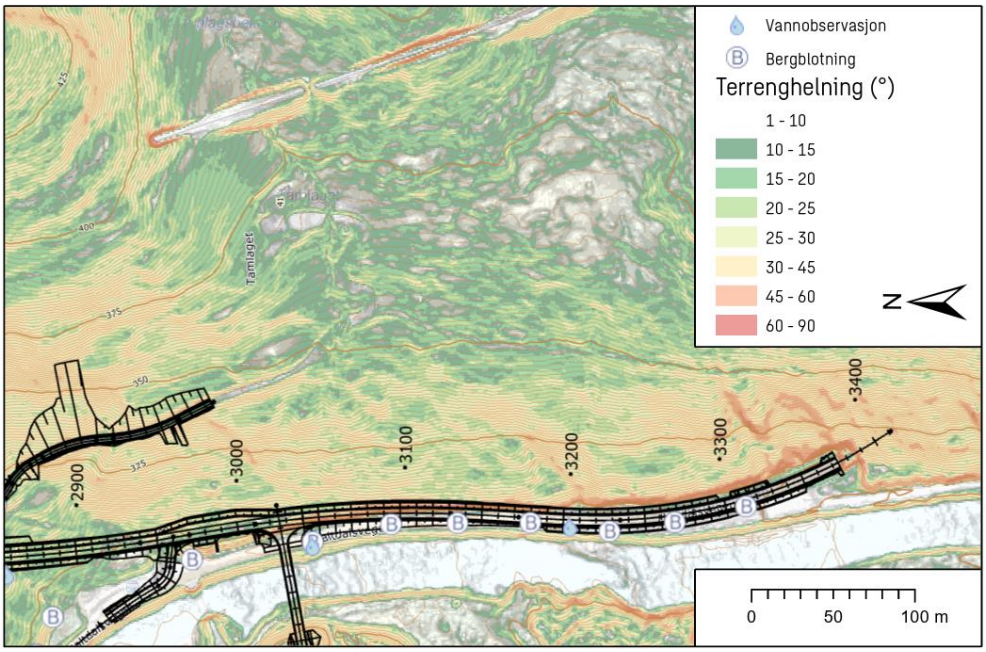


Figur 20: Terrenghelning ved påhugg sør.

<u>Trase sør for påhugg sør:</u>

Traseen følger elva Gaula fra påhugget i sør mot Svølgjatunnelen. Den nye traseen vil ligge noe lengre inn i terrenget sammenliknet med dagens veglinje, se figur 21, frem til profil 3210. Ovenfor bergskjæringen har terrenget en jevn helning på 25-45° opp til kote +350 hvor terrenget flater ut. Skråningen er dekket av barskog og flaten består av jordbruksarealer. Tamlagsbekken renner ned skråningen og krysser vegen omtrent ved pel 3045.

I henhold til NGUs løsmassekart består området av bart fjell [15]. På grunn av vegetasjonsdekket er det antatt at det er et tynt løsmassedekke i området. Det påpekes at området ikke er befart til fots.



Figur 21: Terrenghelning langs linjen sør for tunnelen.

4.4 Vurdering av skredfare

4.4.1 Påhugg nord

Området ligger i utgangspunktet utenfor aktsomhetssoner for skred. Terrenghelningen og observasjoner fra befaring antyder likevel at det kan være fare for steinsprang fra de identifiserte lokale skrentene i overkant av påhugget.

Med tanke på vegetasjonsdekket er snøskred og jord- og flomskred ikke aktuelle skredtyper. Snø vil ikke kunne ansamles i større mengder i området og vegetasjonen vil ha en stabiliserende effekt på både jordsmonn og eventuell snø. Dersom vegetasjonen fjernes i overkant av påhugget vil jordmonnet være mer labilt og mindre utglidninger kan forekomme.

Aktuelle tiltak:

- Fjernes trær rett over påhugget, må løsmassene også fjernes.
- Rensk og muligens bolting i bergskrenter.
- Sognemur ovenfor påhugg for å fange opp mindre nedfall.

Årlig sannsynligheten for steinsprang etter aktuelle tiltak er vurdert og utført vil være lavere enn 1/50.

4.4.2 Påhugg sør

Området ligger innenfor aktsomhetsområde for snøskred og jord- og flomskred.

Terrenghelningen i vegetasjonsfrie områder er lavere enn 25°. Snøskred fra disse områdene er derfor antatt å ha lavere årlig sannsynlighet enn 1/50 [34]. Der det er vegetasjon er snøskred og jordskred ikke aktuelle skredtyper.

Helningen i skogkledde områder er i hovedsak 20-30° med mindre områder hvor helningen er opp mot 45°. Jordskredfaren med dagens vegetasjon er antatt å være lavere enn årlig sannsynlighet 1/50. Dersom skogen fjernes vil sannsynligheten for jordskred øke.

Aktuelle tiltak:

- Fjernes trær rett over påhugget, må løsmassene også fjernes.
- Vannføringen i bekken må vurderes og ledes vekk fra påhugget på en god måte.

Årlig sannsynligheten for snøskred og jord- og flomskred etter aktuelle tiltak er vurdert og utført vil være lavere enn 1/50.

4.4.3 Trase sør for påhugg sør

Området ligger innenfor aktsomhetsområde for steinsprang, snøskred og jord- og flomskred. Ovenfor området hvor bergskjæringen skal utvides er terrenghelningen lavere enn 45°. Faren for steinsprang vurderes derfor som liten. På grunn av vegetasjonen i området anses også fare for snøskred og jord- og flomskred som lav.

Aktuelle tiltak:

- Ved rensk av vegetasjon må løsmasser også fjernes.
- Fjerne eventuelle løse blokker i terrenget.
- Rensk og muligens bolting av eventuelle lokale bergskrenter.

Årlig sannsynligheten for steinsprang, snøskred og jord- og flomskred etter aktuelle tiltak er vurdert og utført vil være lavere enn 1/50.

5 Usikkerheter

Usikkerhetene på dette tidspunktet er i all hovedsak knyttet til vurderinger av bergmassekvalitet, omfang av innlekkasje til tunnelen og mengder knyttet til nødvendig stabilitetssikring og injeksjon.

Ingeniørgeologisk kartlegging i felt ble utført på vinteren og snø og is i eksisterende bergskjæringer og bergblotninger har gitt begrenset mulighet for gode observasjoner.

Det er verken utført miljøundersøkelser, grunnundersøkelser eller bygningsbesiktigelser i terrenget over tunnelen. Det er derfor usikkerheter rundt innlekkasjekrav og beregnede grenseverdier for rystelser.

Det er ikke utført befaring til fots sør for søndre påhuggsområde, fra ca. profil 3000-3370, verken langs bergskjæringer eller i sideterrenget. Det er derfor usikkerheter rundt vurdering av sikringsomfang og eventuell steinsprangfare fra lokale bergskrenter i sideterrenget.

6 Videre arbeider

På grunn av begrensninger i utførelse av ingeniørgeologisk kartlegging som ble utført på vinterstid, anbefales utførelse av supplerende ingeniørgeologisk kartlegging i neste fase.

I neste fase av prosjektet skal anslag for sikringsmengder oppdateres og detaljeres. Det vil bli utarbeidet tegninger som viser sikring for de forskjellige sikringsklassene og opplegg for sonderboring og forinjeksjon. Det må også gjøres en vurdering av stabiliteteten til eksisterende bergskjæring fra ca. profil 3205 og frem til påhugg for eksisterende Svølgjatunnelen og vurdere om det er behov for supplerende sikring.

Effekten av innlekkasje kan påvirke både vannmengde og vannkvalitet i lokale brønner. Den private drikkevannsbrønnen på Egga søndre bør derfor utredes videre med tanke på plassering, vannmengde og vannkvalitet. Det må også undersøkes om det er andre lokale brønner innen influensområdet til Tamlagstunnelen, eksempelvis på nordre Egga.

Innlekkasjekrav for tunnelen er satt med tanke på å unngå skade på nærliggende byggverk som følge av en eventuell grunnvannssenkning. Det er likevel mulighet for prosjektet å gjøre vurderinger av disse, for eksempel med bakgrunn i en nytte/kost-analyse. Et innlekkasjekrav på 10 l/min/m er konservativt, og kan gi behov for systematisk forinjeksjon. Ytterligere undersøkelser av grunnforhold på Egga kan trolig medføre et mindre strengt innlekkasjekrav.

Det anbefales at det utføres bygningsbesiktigelse av bygg og undersøkelse av grunnforhold til byggene i en avstand på 50 meter for bygninger fundamentert på berg og innenfor en avstand på 100 m for bygninger fundamentert på løsmasse fra sprengningsarbeider jamfør NS 8141 [11]. Endelig fastsettelse av grenseverdier for rystelser etter NS 8141 kan så utføres i henhold til dokumentasjon fra besiktigelsen.

Uttaksmetode av bergskjæringer og påhugg med hensyn til eksisterende fv. 30 må planlegges i neste fase.

6.1 Oppfølging i byggefase

Det skal i henhold til håndbok R760 [9] sørges for at prosjektet har tilstrekkelig bemanning, med nødvendig kompetanse ut fra forventede geologiske utfordringer. Ansvarlig ingeniørgeolog for prosjektet bør utnevnes før byggefasen. Denne ingeniørgeolog anbefales å inneha minimum 5 års

relevant erfaring fra tunnel og bergskjæring. Det anbefales at kompetansen bør omfatte erfaring med ingeniørgeologisk kartlegging etter Q-metoden, erfaring med relevante metoder for bergsikring i tunneler og bergskjæringer, kunnskap om ingeniørgeologiske forundersøkelser og laboratorieanalyser av stein- og løsmasseprøver, god kjennskap til innhold i ingeniørgeologisk rapport, kunnskap om innhold i relevante styrende dokumenter, kjennskap til prosjektets ROS-analyse og erfaring med og kunnskap om injeksjon i tunnel. Ansvarlig ingeniørgeolog skal ha overordnet faglig ansvar for permanentsikringen og sørge for:

- kvalitetssikringssystem for geologisk kartlegging, sikring og dokumentasjon
- kartlegging for å bestemme omfang og metode for permanent sikring
- registrering og dokumentasjon av geologi og utført sikring iht. gjeldende krav
- utarbeidelse av ingeniørgeologisk sluttrapport med angivelse av fremtidig inspeksjonsbehov og fremtidig vedlikehold (leveres innen 3 mnd. etter overlevert prosjekt)
- rapportering og begrunnelse av eventuelle avvik i sikringsomfang og sikringsmetoder i forhold til det som var forutsatt i konkurransegrunnlaget.

I henhold til HB N500 skal det utføres geologisk kartlegging på stuff før påføring av sprøytebetong i hele tunnelens lengde som grunnlag for bestemmelse og senere dokumentasjon av geologi og utført sikring [3]. Det innebærer at det i byggefasen skal avsettes tilstrekkelig tid til geologisk kartlegging. Kartleggingen skal utføres etter at salven er utlastet, og etter at det er utført forsvarlig driftsrensk. Der berget ikke blir innsprøytet/tildekket etter hver salve, kan kartleggingen omfatte flere salver. Geologisk kartlegging bør omfatte kartlegging av bergartsfordeling, bergmassekvalitet (Q-verdi), strukturer, sprekkeorientering og svakhetssoners orientering og karakteristikk. Spenningsforhold og vannlekkasjer skal også kartlegges.

I henhold til HB N200 skal bergmassen i bergskjæringer fortløpende kartlegges, og stabilitetsforholdene skal vurderes slik at uttaksmetoder, helningsvinkel og metode og omfang av permanentsikring vil kunne bestemmes og utføres på forsvarlig vis [4].

7 Referanser

[1] NVE, «Karttjenester,» [Internett]. Available: https://www.nve.no/karttjenester/.

[2] Statens vegvesen, «Nasjonal vegdatabank (NVDB),» [Internett]. Available: https://vegkart.atlas.vegvesen.no/.

[3] Statens vegvesen, «Håndbok N500 Vegtunneler,» 2021.

[4] Statens vegvesen, «Håndbok N200 Vegbygging,» 2021.

[5] Norsk standard, «NS-EN 1997-1:2004+A1:2003+NA:2020: Eurokode 7 Geoteknisk prosjektering».

[6] Statens vegvesen, «Håndbok V520 Tunnelveiledning,» 2021.

[7] Norsk standard, «Eurokode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner NS-EN 1990:2002+A1_2005+NA:2016».

[8] Statens vegvesen, «Håndbok V225 Bergskjæringer,» 2020.

[9] Statens vegvesen, «Håndbok R760 Styring av vegprosjekter,» 2019.

[10] Statens vegvesen, «Håndbok R761 Prosesskode 1 Standardbeskrivelse for vegkontrakter,» 2014.

[11] Norsk Standard, «NS 8141:2001 Vibrasjoner og støt,» 2001.

[12] NGI, «Bruk av Q-systemet (Håndbok),» Norges Geotekniske Institutt, Oslo, 2015.

[13] NGI, «Identifisering og karakterisering av syredannende bergarter, Veileder for Miljødirektoratet,» 2015.

[14] NGU, «Berggrunnskart (1:250 000),» [Internett]. Available: https://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/.

[15] NGU, «Løsmasser og marin grense,» [Internett]. Available: http://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/.

[16] NGU, «Temakart: Grus- og pukkforekomster».

[17] NGU, «GRANADA - Nasjonal grunnvanndatabase,» [Internett]. Available: http://geo.ngu.no/kart/granada_mobil/.

[18] Miljødirektoratet, «Naturbase kart,» [Internett]. Available: https://geocortex01.miljodirektoratet.no/Html5Viewer/?viewer=naturbase.

[19] Kartverket, «Høydedata,» 2022. [Internett]. Available: https://hoydedata.no/LaserInnsyn/.

[20] Sweco Norge AS, «10227321-RIG-R01 Datarapport grunnundersøkelser,» 2022.

[21] Sweco Norge AS, «10227321-RIG-R02-A00 Geotekniske prosjekteringsforutsetninger,» 2022.

[22] NGU, «ngu.no,» [Internett]. Available: https://www.ngu.no/emne/glimmerskifer.

[23] NGU, «Temakart: Mineralressurser - Industreimineraler, naturstein og metaller,» [Internett]. Available: http://geo.ngu.no/kart/mineralressurser_mobil/.

[24] Rambøll, «Fv. 30 Svølgja - Gjennomgang av eksisterende informasjon om naturmangfold,» 2021.

[25] O.T. Blindheim, «Notat Rassikring Rørosbanen-Gauldal og Koppang. Befaring september 2002, oppdrag 2498, datert 11.10.2002,» 2002.

[26] Sweco Grøner AS, «Notat 571051-01 Tunnelinspeksjon Rørosbanen. Befaring juni 2007, datert 18.09.2007,» 2007.

[27] Statens vegvesen, «C15317 Fv.30 Svølgatunnelen. Hovedinspeksjon berg og bergsikring 2018, datert 23.09.2021,» 2021.

[28] B. o. B. E. Nilsen, Ingeniørgeologi berg grunnkurskompendium, Institutt for geologi og bergteknikk NTNU, 2009.

[29] NFF, Håndbok nr. 6 - Praktisk berginjeksjon for underjordsanlegg, 2010.

[30] Statens vegvesen Teknologiavdelingen, Publikasjon 103 - Undersøkelser og krav til innlekkasje for å ivareta ytre miljø, Oslo, 2003.

[31] P. o. B. H. d. Gundersen, «Statistisk vanngiverevne i forskjellige bergarter. ForForUT deloppgave 3. Statusrapport 2009. NGU rapport 2009.066,» 2009.

[32] Sweco Norge AS, «10227321-N01-A00 Syredannende bergarter,» 2022.

[33] Trøndelag fylkeskommune, «Forprosjekt fv. 30 Svølgja,» 2021.

[34] NVE, «Veileder for utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng,» [Internett]. Available: https://www.nve.no/veileder-skredfareutredning-bratt-terreng.

[35] NVE, «Temakart Skredhendelser,» [Internett]. Available: https://temakart.nve.no/link/?link=skredhendelser.

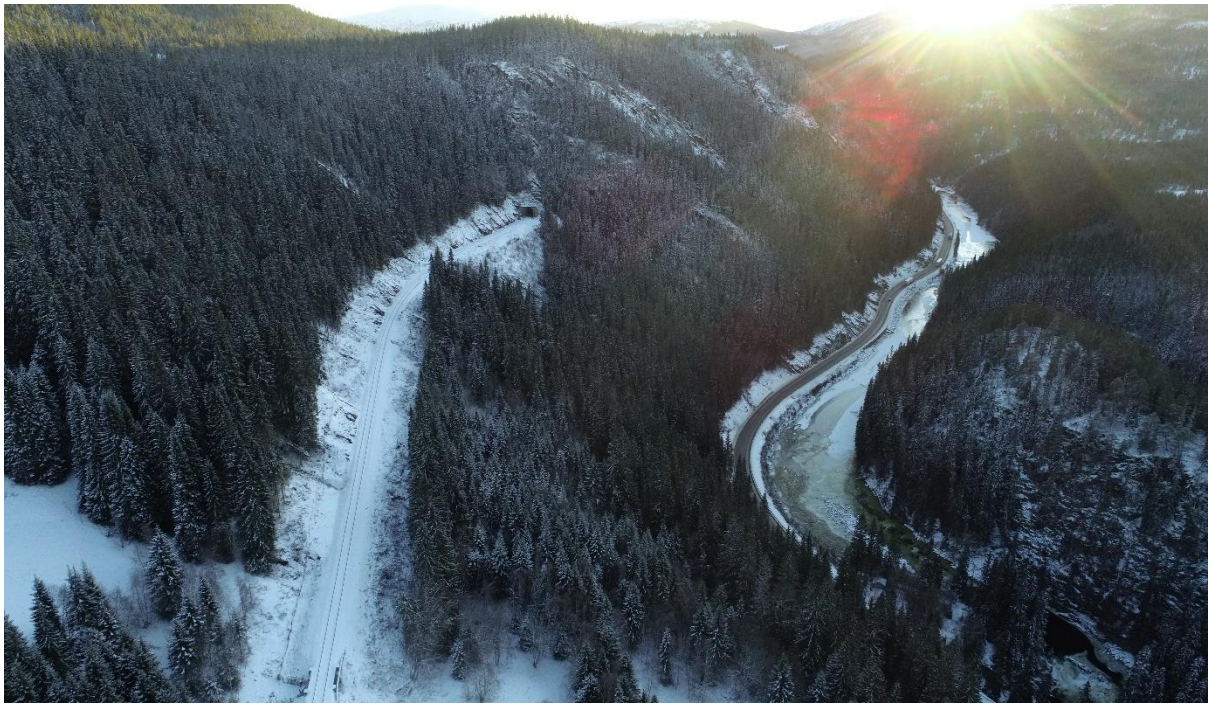
[36] Norsk Bergmekanikkgruppe, «Veileder for bruk av Eurokode 7 til bergteknisk prosjektering,» 2011.

[37] NGI, «Veileder M-2105 Håndtering av potensielt syredannende svartskifer,» 2022.

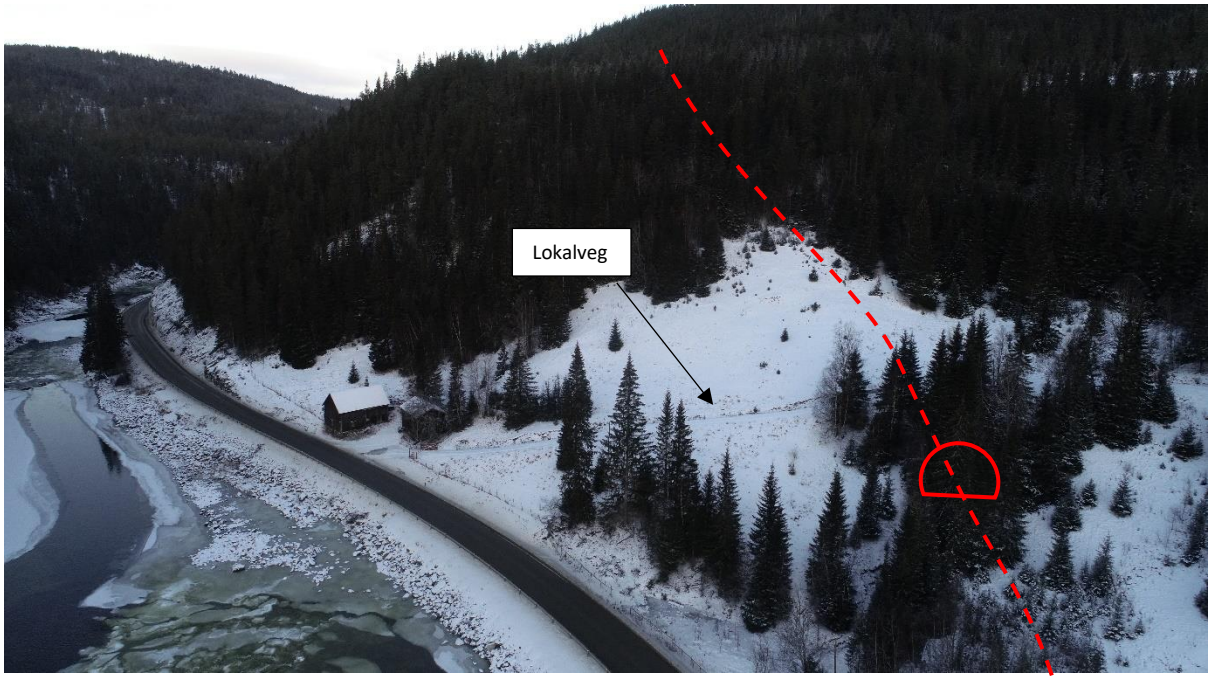
Figur 1: Nordlig påhuggsområde. Omtrentlig plassering av påhugg nord og ny vegtrase er skissert i rødt.

Figur 2: Eksisterende bergskjæring i nærheten av forskjæring til påhugg nord. Bergmassen har varierende grad av skifrighet som bølger seg. I dette området er det registrert klaster av kvarts og gule felter (antatt svovel) i bergmassen.

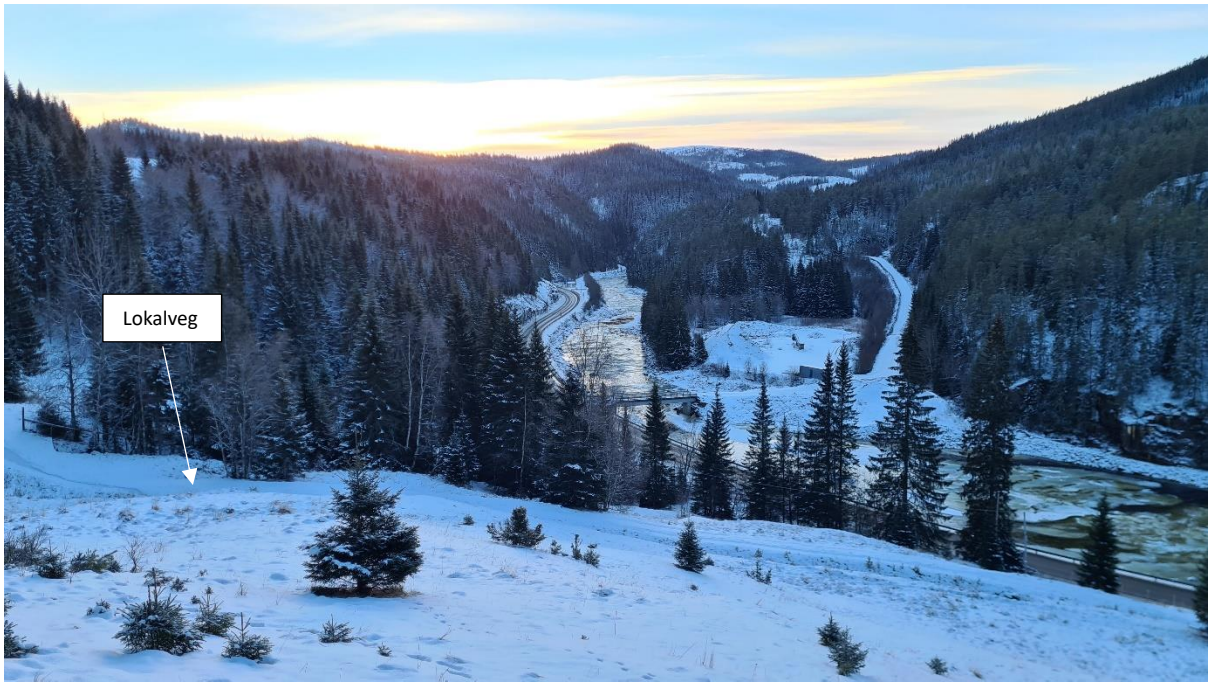
Figur 3: Eksisterende bergskjæringer i området ved forskjæring til påhugg nord viser tydelig skifrighet med fall ut mot vegen. Bildet er tatt mot sør. Det er registrert dannelse av is i store deler av eksisterende skjæringer langs traseen.



Figur 4: Dronebilde som er tatt mot sør og viser Rørosbanenbanen og nordlig påhugg av eksisterende Tamlagstunnel (jernbanetunnelen) som ligger i terrenget ovenfor prosjektområde.



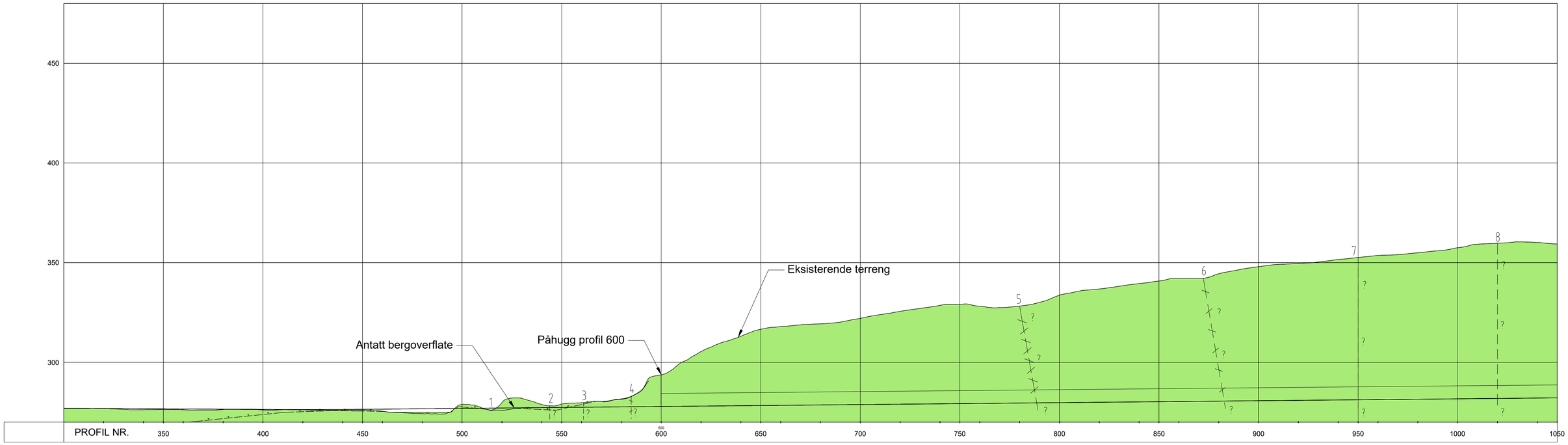
Figur 5: Dronebilde tatt mot nord og viser sørlig påhuggsområde. Langs lokalvegen markert med blå pil er det blotninger i grøften i overkant av vegen. Omtrentlig plassering av påhugg sør og ny vegtrasé er skissert i rødt.

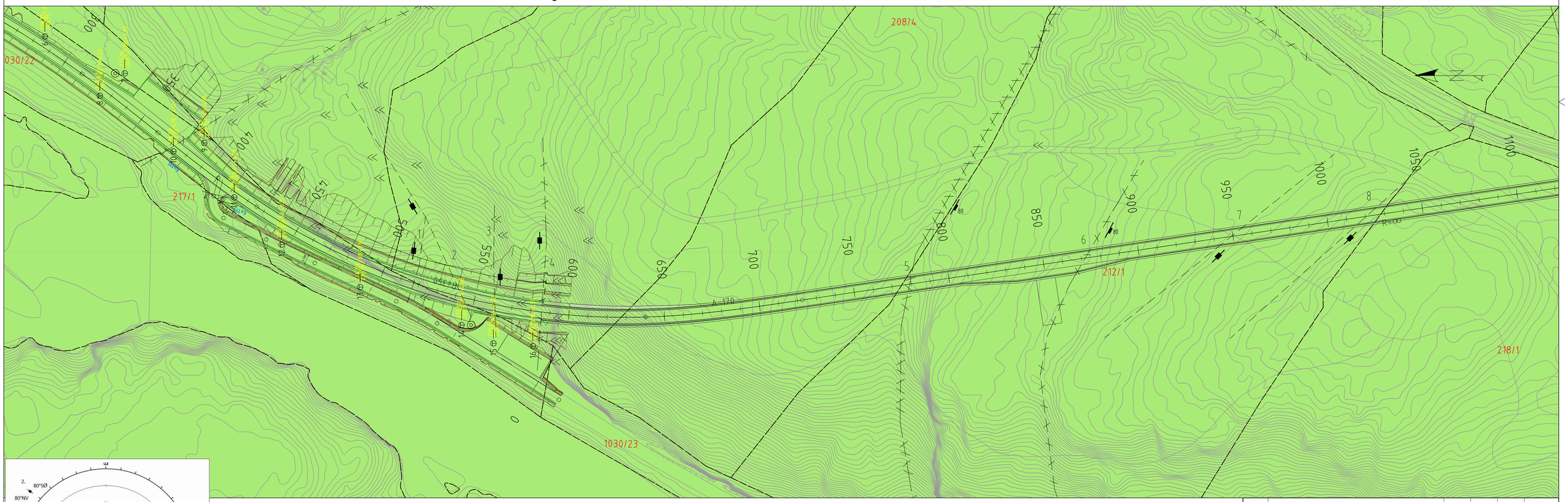


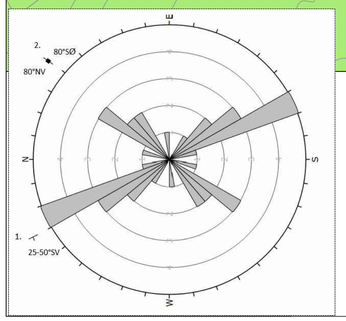
Figur 6: Bildet er tatt mot sør og viser lokalveg og overliggende terreng for påhugg sør.

Figur 7: Eksisterende bergskjæringer sør for påhugg sør.

Figur 8: Fortsettelse av eksisterende bergskjæring i sørlig del av prosjektområde. Til høyre i bilde er nordlige påhugg til den eksisterende Svølgjatunnelen.







Tegnforklaring

- Bergblotning
- Sprekk/svakhetssone (fall [°])
- Vertikal sprekk/svakhetssone
- Foliasjon
- Antatt svakhetssone < 5m
- Antatt svakhetssone 5-10m
- Antatt svakhetssone > 10m

Totalsondering

Navn — Terreng / Berg — Boret-løsmasse + Boret-berg

Bergmasseklasser

- B - God
- C - Middels
- D - Dårlig
- E - Veldig dårlig
- F - Ekstremt dårlig

Berggrunnskart NGU

- Glimmerskifer

Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato

Trøndelag fylkeskommune — SWECO

Fylkesvei 30

Svølgja

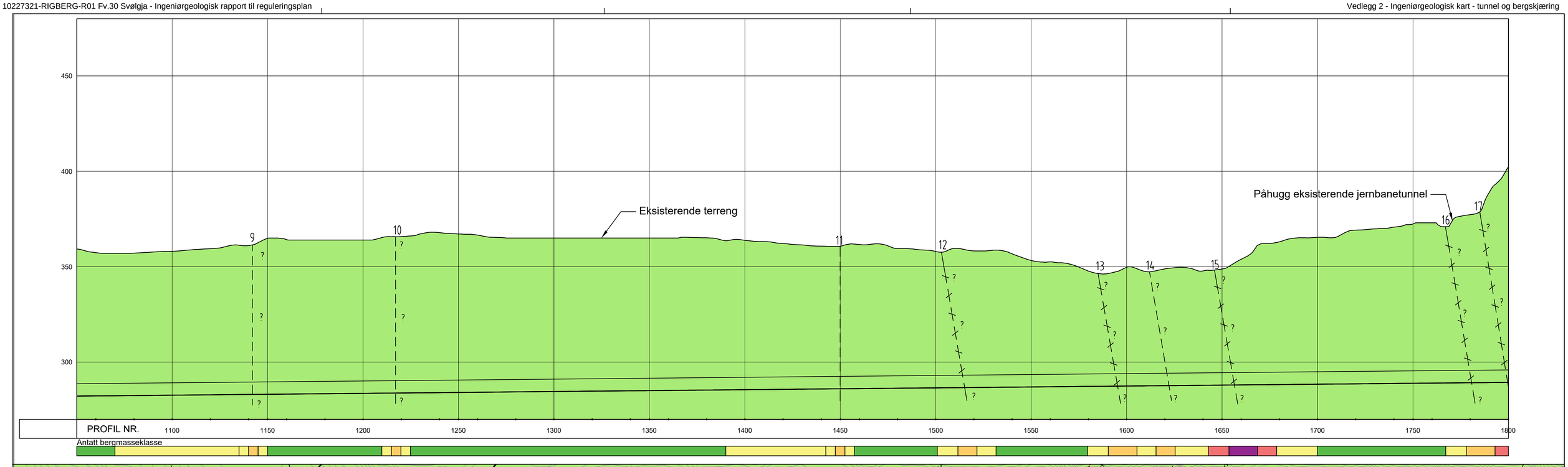
Geologisk kart og lengdeprofil Tamlagstunnelen

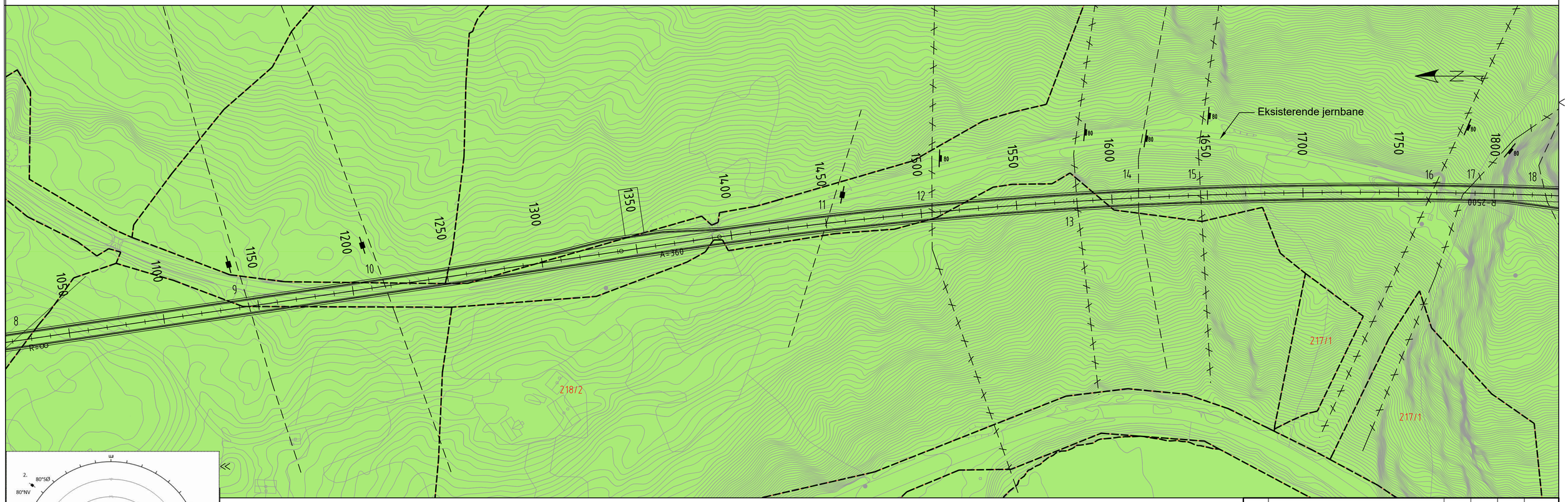
Profil 300-1050

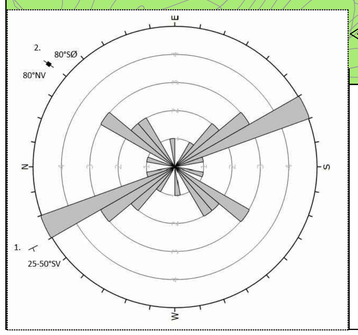
Teknisk plan til reguleringsplan

Tegningsdato	01.06.2022
Bestiller	
Produsert for	Trøndelag Fylkeskommune
Produsert av	Sweco Norge AS
Prosjektnummer	
Prosjektfasenummer	
Arkivreferanse	
Målestokk A1-format	1:1000
Koordinatsystem	EUREF89NTM/NN2000
Tegningsnummer / revisjonsbokstav	V001

Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv
NOMARG	NOJACO	NOSIER	10227321







Tegnforklaring

- Bergblotning
- Sprekk/svakhetssone (fall [°])
- Vertikal sprekk/svakhetssone
- Foliasjon
- Antatt svakhetssone < 5m
- Antatt svakhetssone 5-10m
- Antatt svakhetssone > 10m

Totalsondering

Navn — Terreng / Berg — Boret-løsmasse + Boret-berg

Bergmasseklasser

- B - God
- C - Middels
- D - Dårlig
- E - Veldig dårlig
- F - Ekstremt dårlig

Berggrunnskart NGU

- Glimmerskifer

Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato

Trøndelag fylkeskommune — SWECO

Fylkesvei 30

Svølgja

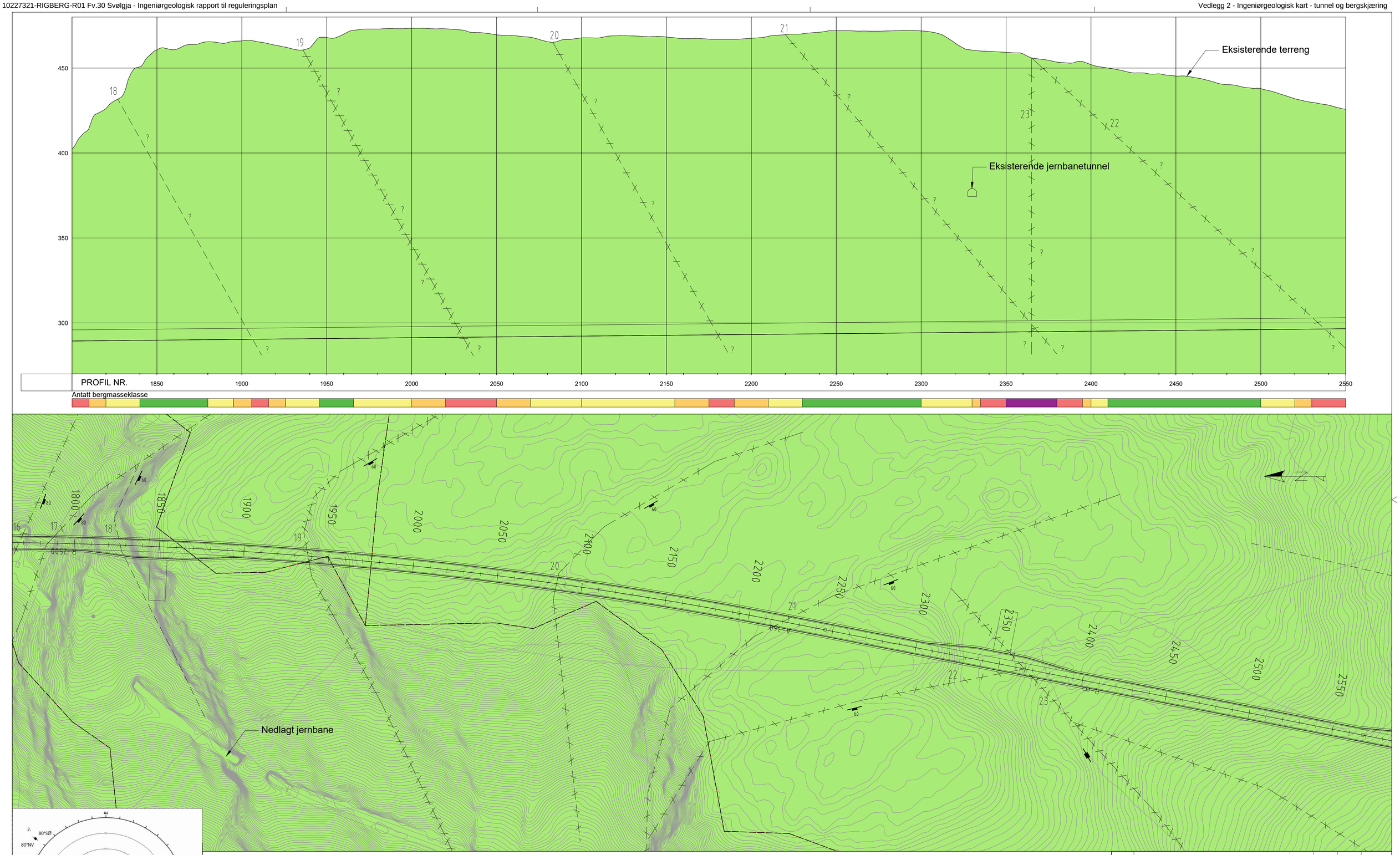
Geologisk kart og lengdeprofil Tamlagstunnelen

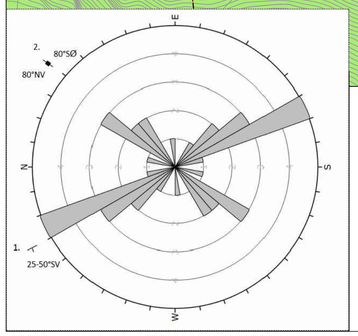
Profil 1050-1800

Teknisk plan til reguleringsplan

Tegningsdato	01.06.2022
Bestiller	
Produsert for	Trøndelag Fylkeskommune
Produsert av	Sweco Norge AS
Prosjektnummer	
Prosjektfasenummer	
Arkivreferanse	
Målestokk A1-format	1:1000
Koordinatsystem	EUREF89NTM/NN2000
Tegningsnummer / revisjonsbokstav	V002

Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv
NOMARG	NOJACO	NOSIER	10227321





Tegnforklaring

- Bergblotning
- Sprekk/svakhetssone (fall [°])
- Vertikal sprekk/svakhetssone
- Foliasjon

- Antatt svakhetssone < 5m
- Antatt svakhetssone 5-10m
- Antatt svakhetssone > 10m

Totalsondering

Navn Terreng / Berg Boret-løsmasse + Boret-berg

Bergmasseklasser

- B - God
- C - Middels
- D - Dårlig
- E - Veldig dårlig
- F - Ekstremt dårlig

Berggrunnskart NGU

- Glimmerskifer

Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato

Trøndelag fylkeskommune

SWECO

Fylkesvei 30

Svølgja

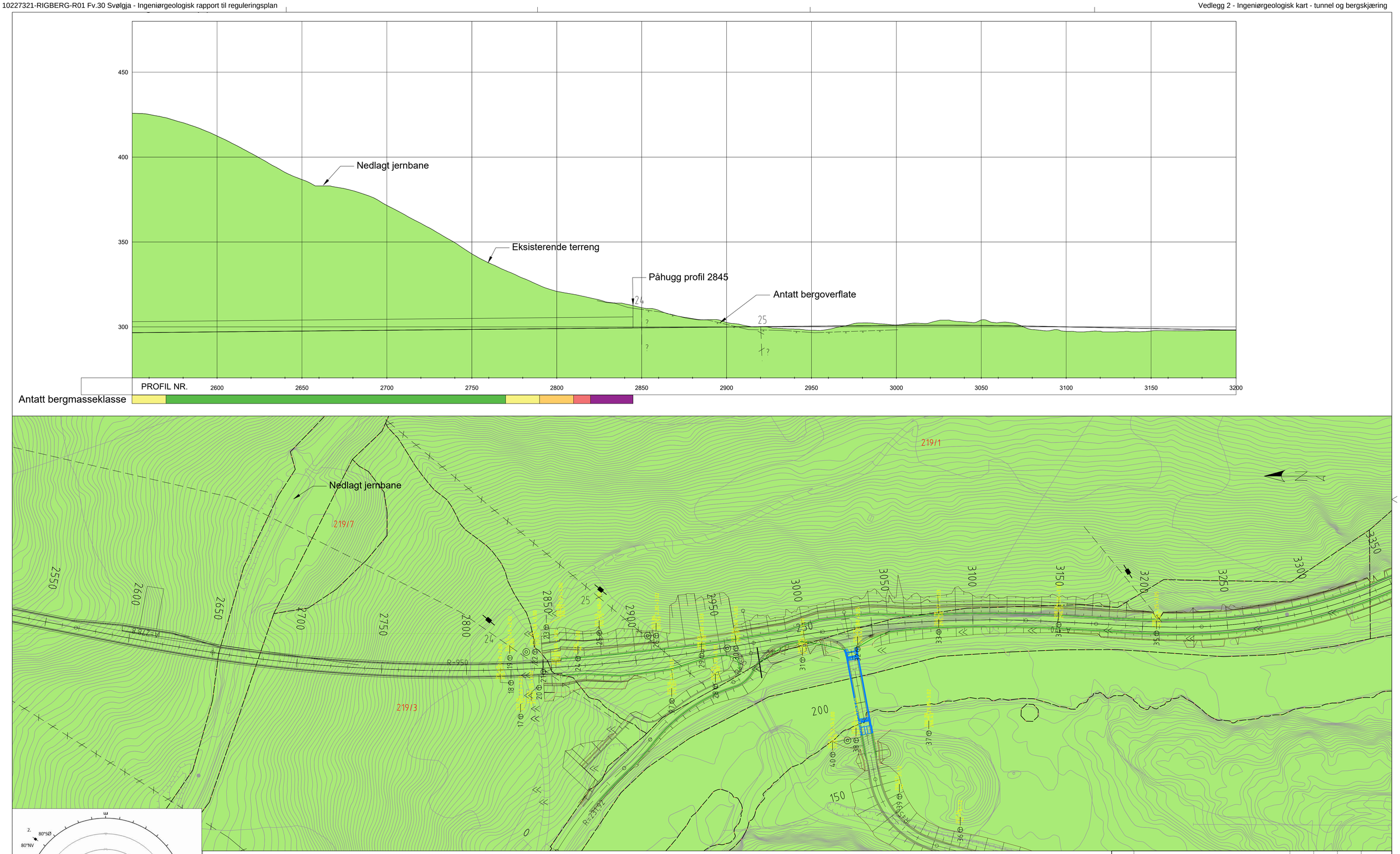
Geologisk kart og lengdeprofil Tamlagstunnelen

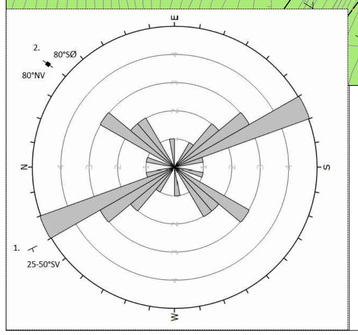
Profil 1800-2550

Teknisk plan til reguleringsplan

Tegningsdato	01.06.2022
Bestiller	
Produsert for	Trøndelag Fylkeskommune
Produsert av	Sweco Norge AS
Prosjektnummer	
Prosjektfasenummer	
Arkivreferanse	
Målestokk A1-format	1:1000
Koordinatsystem	EUREF89NTM/NN2000
Tegningsnummer / revisjonsbokstav	V003

Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv
NOMARG	NOJACO	NOSIER	10227321





Tegnforklaring

- Bergblotning
- Sprekk/svakhetssone (fall [°])
- Vertikal sprekk/svakhetssone
- Foliasjon

- Antatt svakhetssone < 5m
- Antatt svakhetssone 5-10m
- Antatt svakhetssone > 10m

Totalsondering

Navn — Terreng / Berg — Boret-løsmasse + Boret-berg

Bergmasseklasser

- B - God
- C - Middels
- D - Dårlig
- E - Veldig dårlig
- F - Ekstremt dårlig

Berggrunnskart NGU

- Glimmerskifer

Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato

Trøndelag fylkeskommune — SWECO

Fylkesvei 30

Svølgja

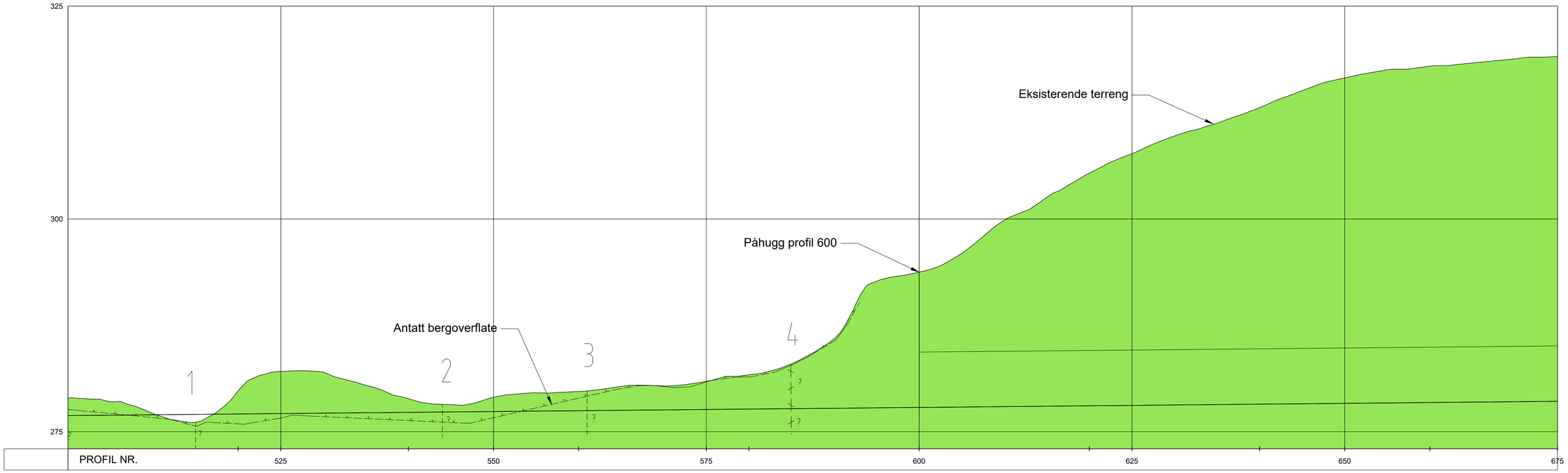
Geologisk kart og lengdeprofil Tamlagstunnelen

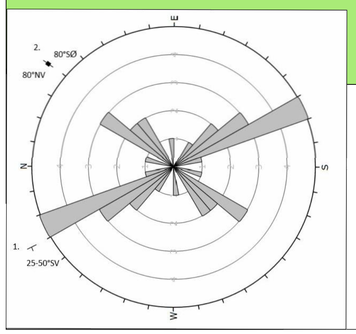
Profil 2550-3200

Teknisk plan til reguleringsplan

Tegningsdato	01.06.2022
Bestiller	
Produsert for	Trøndelag Fylkeskommune
Produsert av	Sweco Norge AS
Prosjektnummer	
Prosjektfasenummer	
Arkivreferanse	
Målestokk A1-format	1:1000
Koordinatsystem	EUREF89NTM/NN2000
Tegningsnummer / revisjonsbokstav	V004

Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv
NOMARG	NOJACO	NOSIER	10227321





Tegnforklaring

- Bergblotning
- Sprekk/svakhetssone (fall [°])
- Vertikal sprekk/svakhetssone
- Foliasjon
- Antatt svakhetssone < 5m
- Antatt svakhetssone 5-10m
- Antatt svakhetssone > 10m

Totalsondering

Navn — Terreng / Berg — Boret-løsmasse + Boret-berg

Berggrunnskart NGU

- Glimmerskifer

Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato

Trøndelag fylkeskommune — SWECO

Fylkesvei 30

Svølgja

Geologisk kart og lengdeprofil Tamlagstunnelen

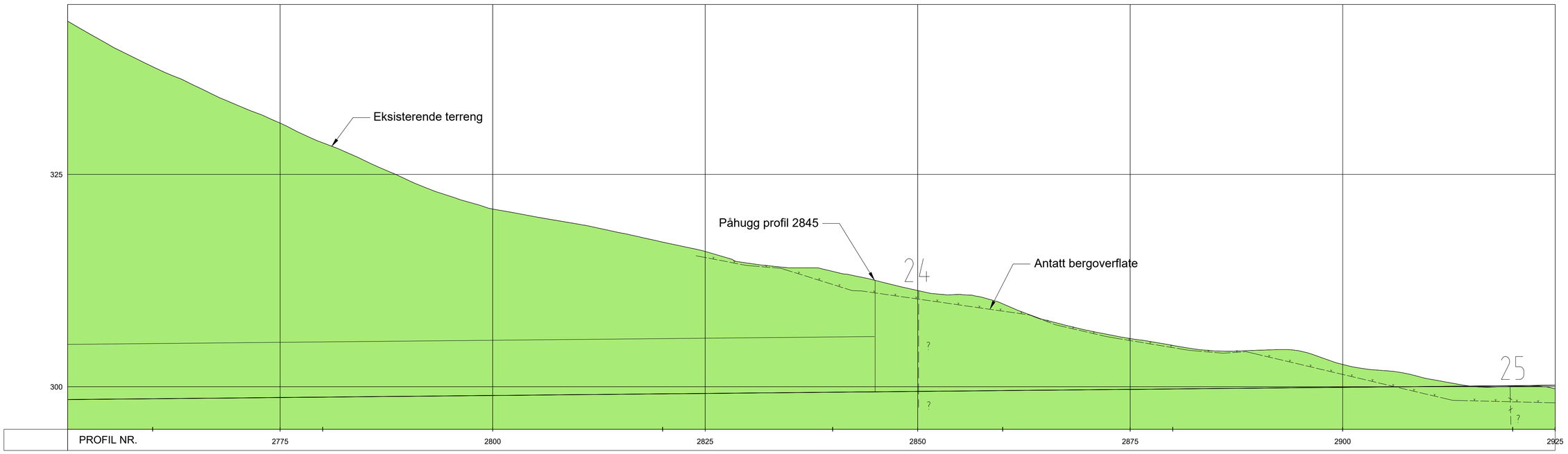
Påhugg nord

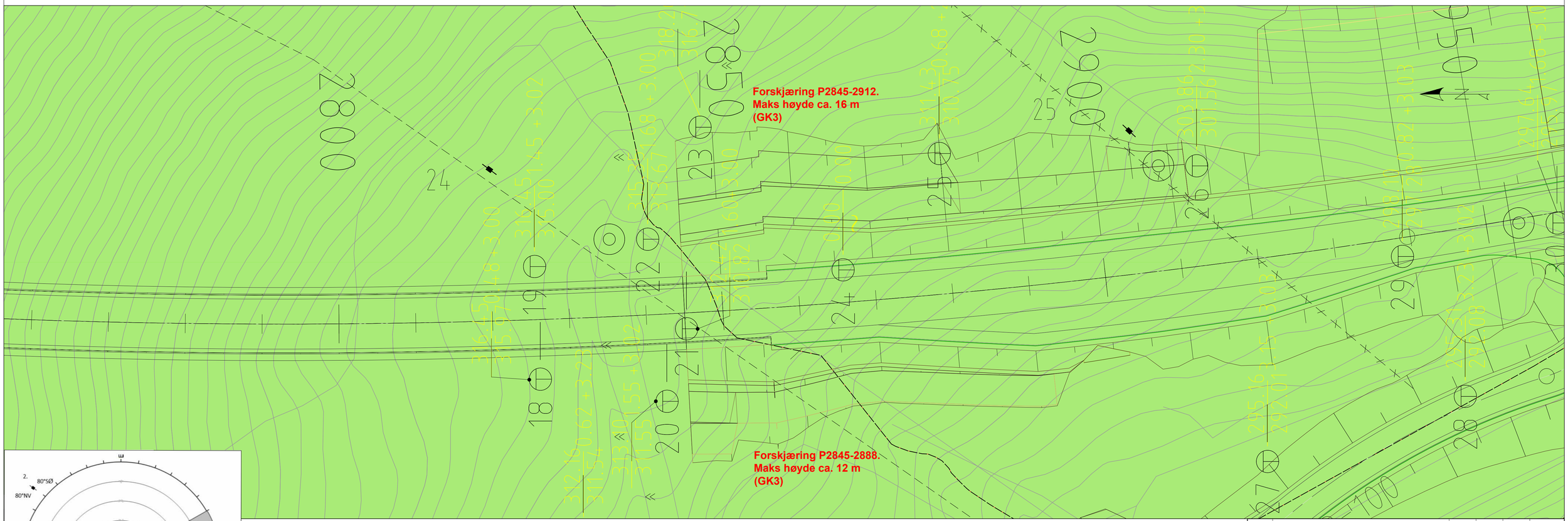
Teknisk plan til reguleringsplan

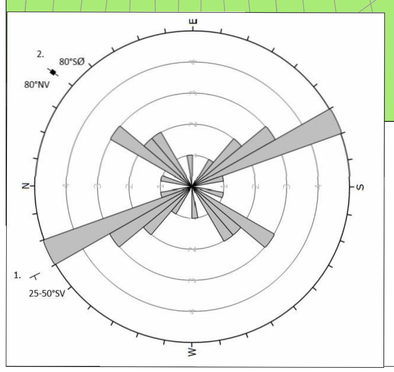
Tegningsdato	01.06.2022
Bestiller	
Produsert for	Trøndelag Fylkeskommune
Produsert av	Sweco Norge AS
Prosjektnummer	
Prosjektfasenummer	
Arkivreferanse	
Målestokk A1-format	1:250
Koordinatsystem	EUREF89NTM/NN2000
Tegningsnummer / revisjonsbokstav	V005

Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv
NOMARG	NOJACO	NOSIER	10227321

Alignment - (1)







Tegnforklaring

- Bergblotning
- Sprekk/svakhetssone (fall [°])
- Vertikal sprekk/svakhetssone
- Foliasjon

- Antatt svakhetssone < 5m
- Antatt svakhetssone 5-10m
- Antatt svakhetssone > 10m

Totalsondering

Navn Terreng / Berg Boret-løsmasse + Boret-berg

Berggrunnskart NGU

Glimmerskifer

Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato

Trøndelag fylkeskommune

SWECO

Fylkesvei 30

Svølgja

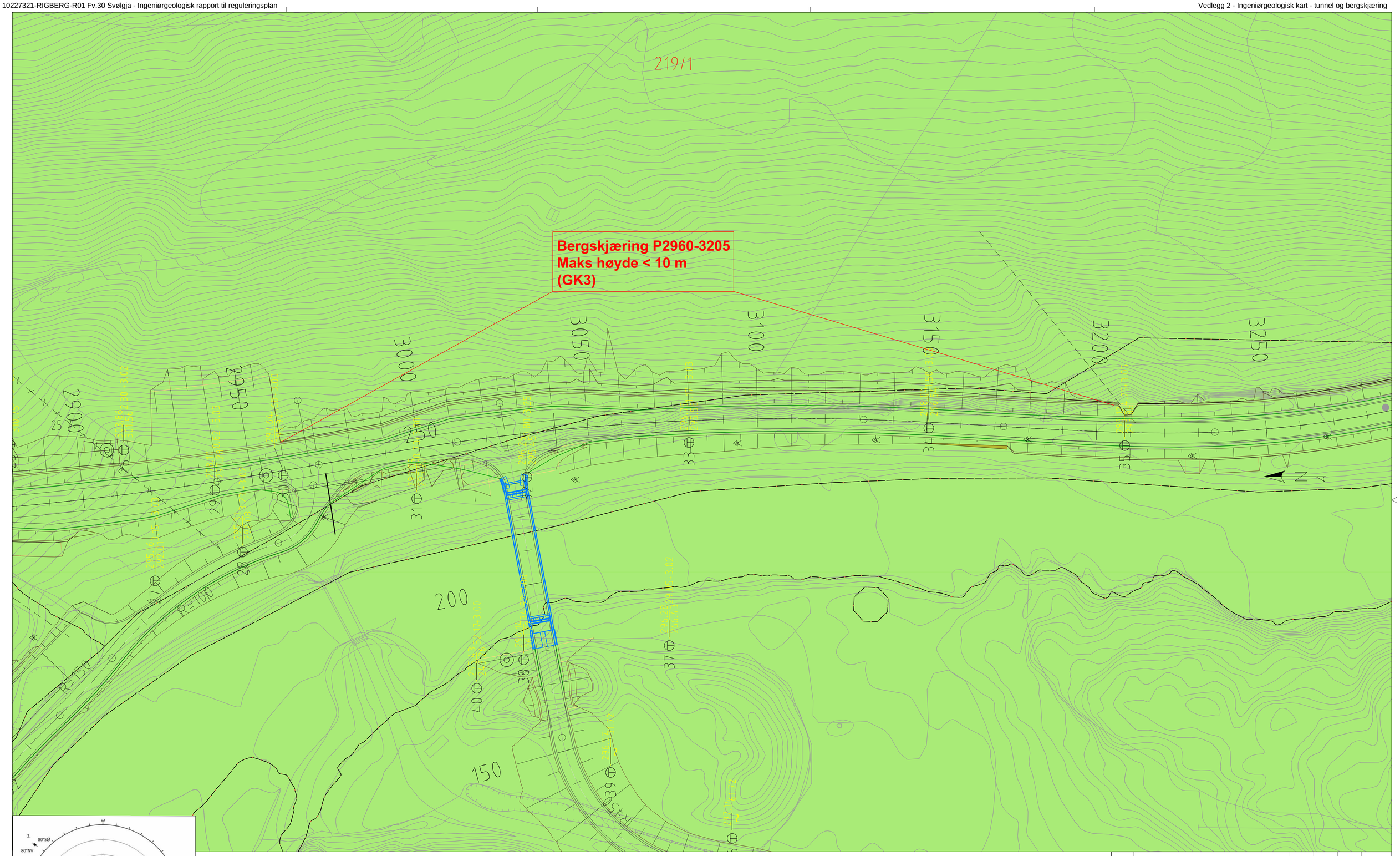
Geologisk kart og lengdeprofil Tamlagstunnelen

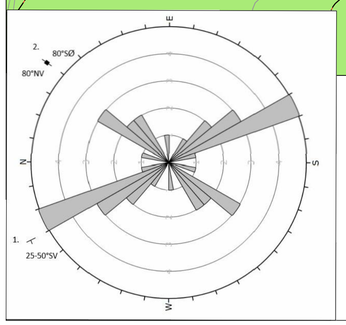
Påhugg sør

Teknisk plan til reguleringsplan

Tegningsdato	01.06.2022
Bestiller	
Produsert for	Trøndelag Fylkeskommune
Produsert av	Sweco Norge AS
Prosjektnummer	
Prosjektfasenummer	
Arkivreferanse	
Målestokk A1-format	1:250
Koordinatsystem	EUREF89NTM/NN2000
Tegningsnummer / revisjonsbokstav	V006

Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv
NOMARG	NOJACO	NOSIER	10227321





Tegnforklaring

- Bergblotning
- Sprekk/svakhetssone (fall [°])
- Vertikal sprekk/svakhetssone
- Foliasjon

- Antatt svakhetssone < 5m
- Antatt svakhetssone 5-10m
- Antatt svakhetssone > 10m

Totalsondering

Navn — Terreng / Berg — Boret-løsmasse + Boret-berg

Berggrunnskart NGU

- Glimmerskifer

Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato

Trøndelag fylkeskommune — SWECO

Fylkesvei 30

Svølgja

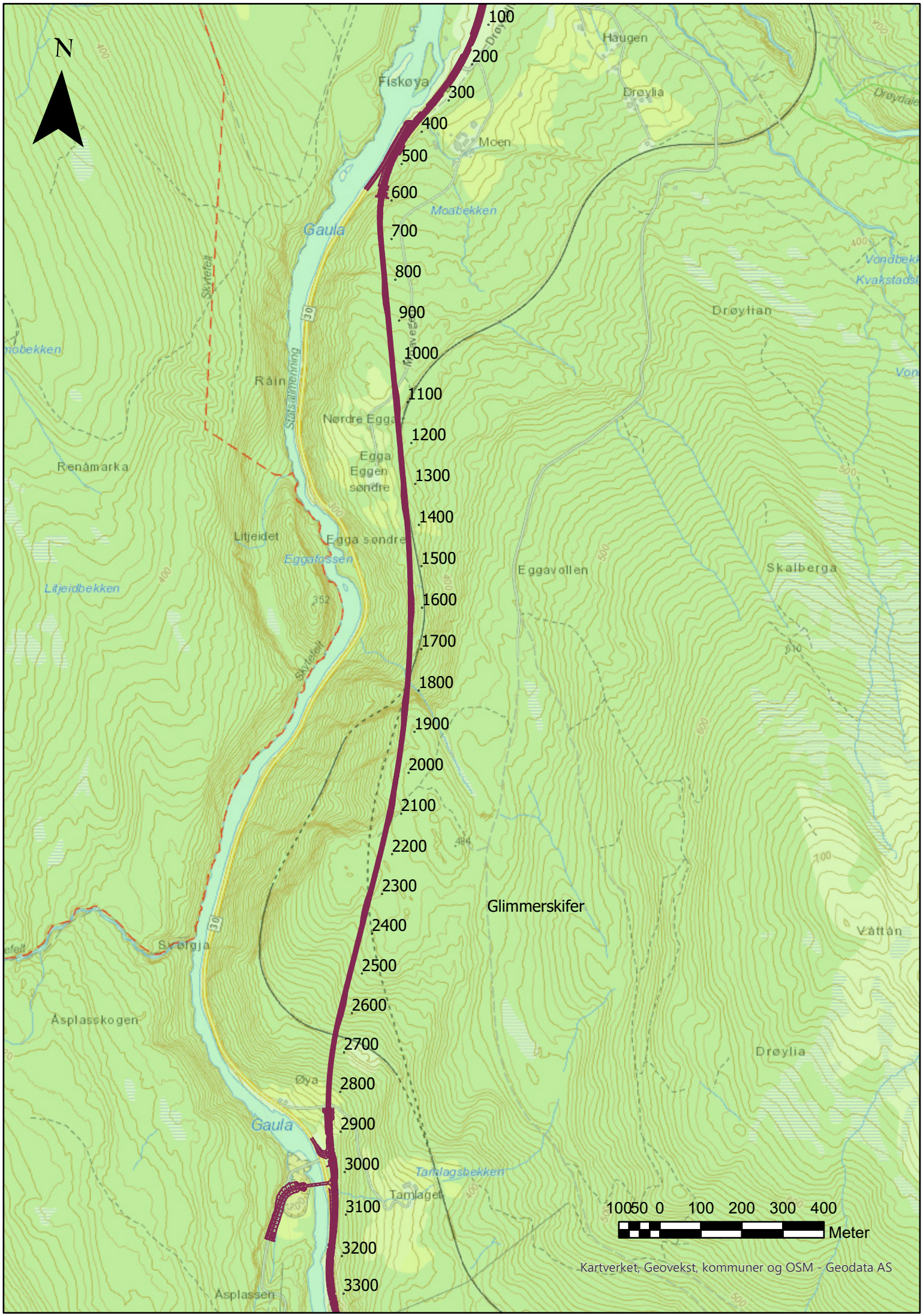
Geologisk kart bergskjæring

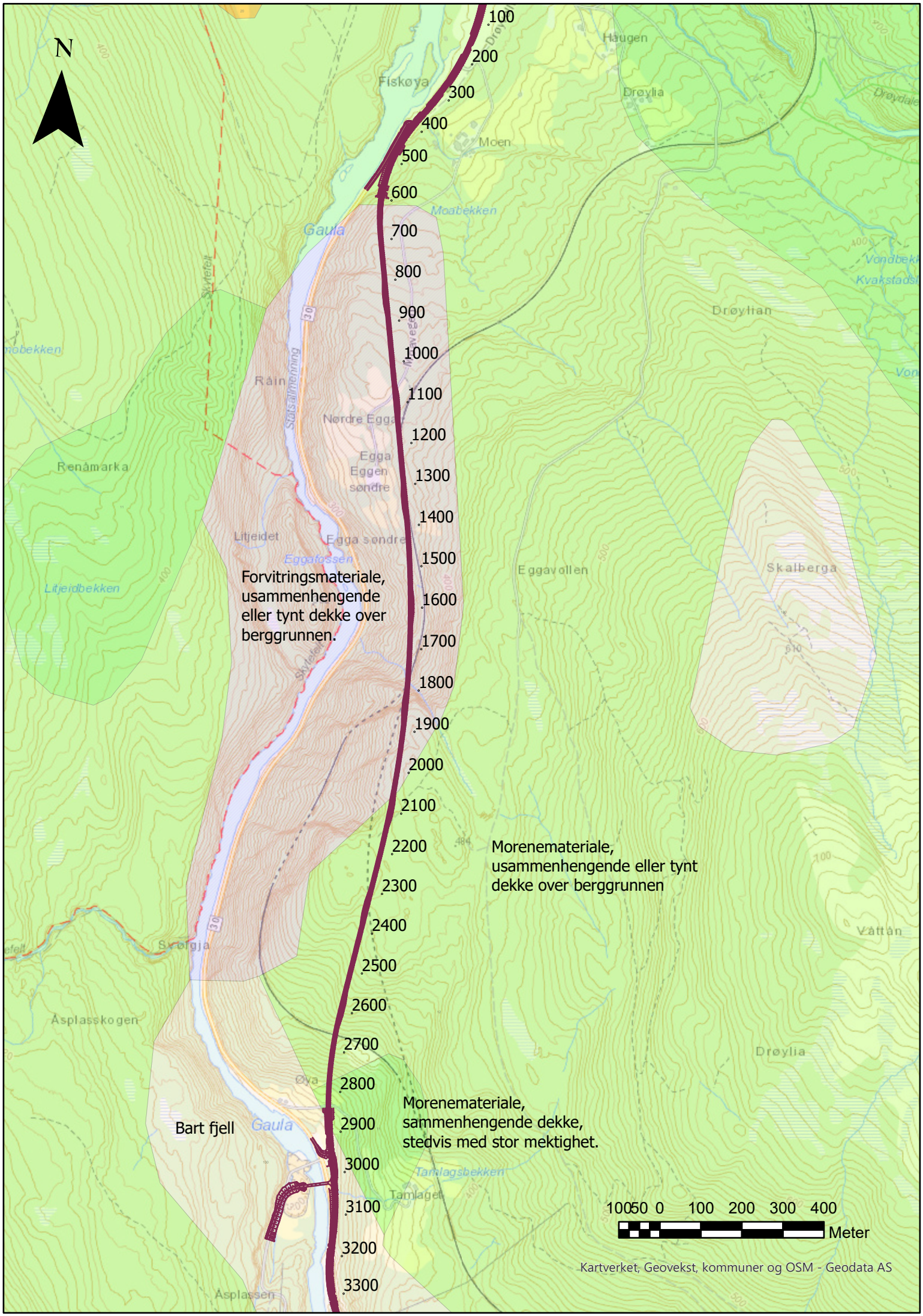
Profil 2900-3250

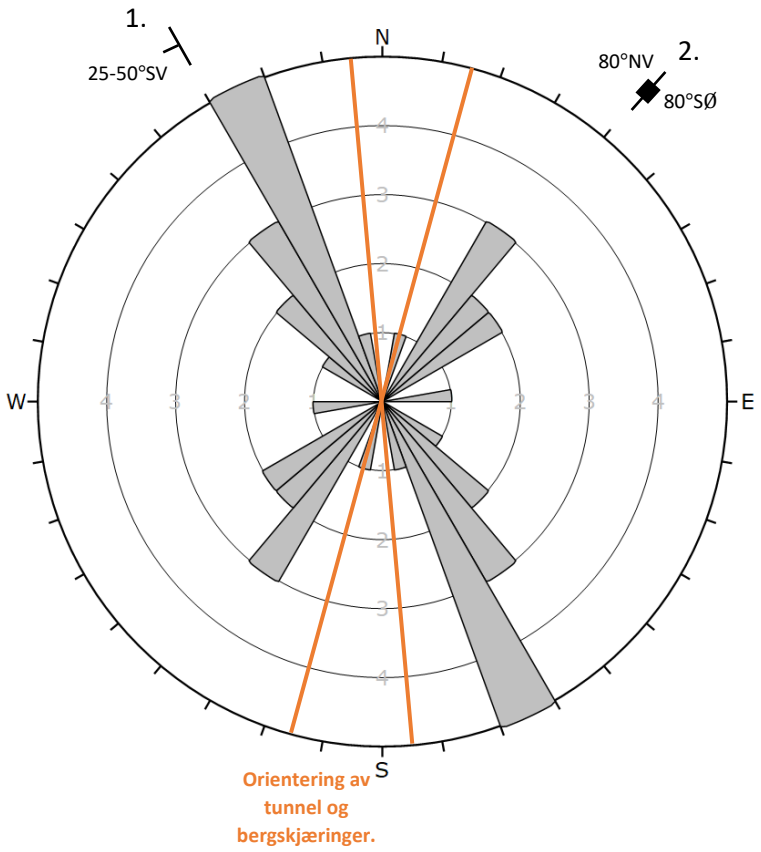
Teknisk plan til reguleringsplan

Tegningsdato	01.06.2022
Bestiller	
Produsert for	Trøndelag Fylkeskommune
Produsert av	Sweco Norge AS
Prosjektnummer	
Prosjektfasenummer	
Arkivreferanse	
Målestokk A1-format	1:500
Koordinatsystem	EUREF89NTM/NN2000
Tegningsnummer / revisjonsbokstav	V007

Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv
NOMARG	NOJACO	NOSIER	10227321

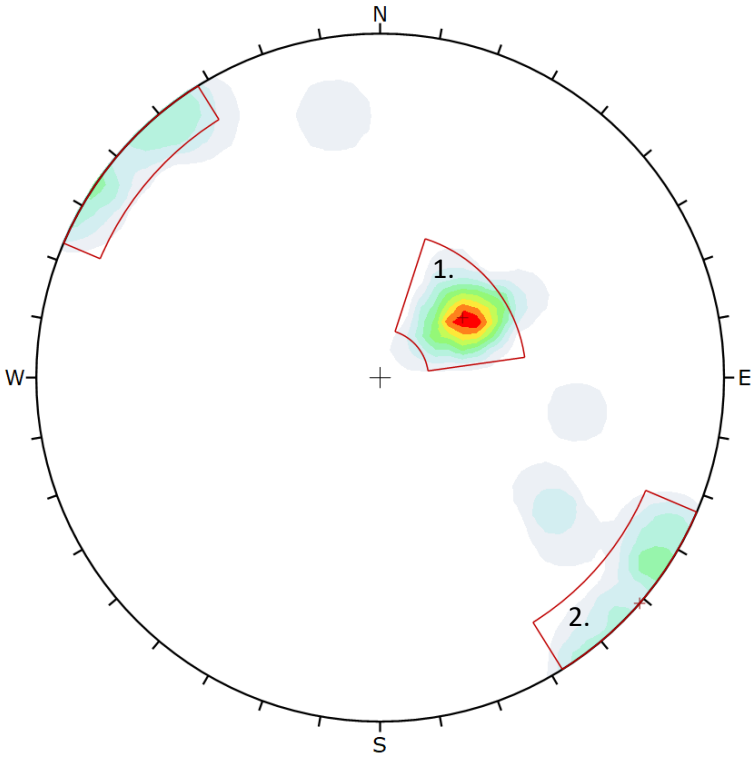

N
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
1100
1200
1300
1400
1500
1600
1700
1800
1900
2000
2100
2200
2300
2400
2500
2600
2700
2800
2900
3000
3100
3200
3300
Glimmerskifer
Fiskøya
Haugen
Drøylia
Moen
Moabekken
Gaula
Drøylian
Råin
Statsallmenning
Nørdre Egga
Egga
Eggen
søndre
Renåmarka
Litjeidet
Egga søndre
Eggafossen
Litjeidbekken
Eggavollen
Skalberga
Svølgja
Vattån
Åsplasskogen
Drøylia
Øya
Gaula
Tamlagsbekken
Tamlagen
Åsplassen
10050 0 100 200 300 400
Meter
Kartverket, Geovekst, kommuner og OSM - Geodata AS


N
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
1100
1200
1300
1400
1500
1600
1700
1800
1900
2000
2100
2200
2300
2400
2500
2600
2700
2800
2900
3000
3100
3200
3300
Fiskøya
Haugen
Drøylia
Moen
Moabekken
Gaula
Drøylian
Råin
Statsallmenning
Nørdre Egga
Egga
Eggen
søndre
Renåmarka
Litjeidet
Egga søndre
Eggafossen
Litjeidbekken
Forvitringsmateriale, usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen.
Eggavollen
Skalberga
Morenemateriale, usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen
Svølgja
Vattån
Åsplasskogen
Drøylia
Øya
Bart fjell
Gaula
Morenemateriale, sammenhengende dekke, stedvis med stor mektighet.
Tamlagsbekken
Tamlagen
Åsplassen
100 50 0 100 200 300 400
Meter
Kartverket, Geovekst, kommuner og OSM - Geodata AS



Plot Mode	Rosette
Plot Data	Apparent Strike
Face Normal Trend	0.0
Face Normal Plunge	90.0
Bin Size	10°
Outer Circle	5 planes per arc
Planes Plotted	21
Minimum Angle To Plot	0.0°
Maximum Angle To Plot	90.0°

Sprekkerose



Color	Density Concentrations
	0.00 - 2.60
	2.60 - 5.20
	5.20 - 7.80
	7.80 - 10.40
	10.40 - 13.00
	13.00 - 15.60
	15.60 - 18.20
	18.20 - 20.80
	20.80 - 23.40
	23.40 - 26.00

Contour Data	Pole Vectors
Maximum Density	25.67%
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	21 (21 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle

Stereoplott

Fv. 30 Svølgja

Vurdering av syredannende bergarter

SWECO

Revisjonshistorikk

Rev:	Dato:	Beskrivelse av endringen	Utarbeidet av	Kontrollert av
A00	06.04.2022	Første utgave	nosylv Sylvi Gaut Digitally signed by Sylvi Gaut Date: 2022.04.06 08:54:32 +02'00'	nokmrl Kim Rudolph-Lund Digitally signed by Kim Rudolph-Lund DN: cn=Kim Rudolph-Lund, c=NO, o=Sweco, ou=Anlegg og Miljø, email=krl@sweco.no Date: 2022.04.06 09:02:59 +02'00'

Prosjekt:	Detaljregulering Fv30 Svølgja
Prosjektnummer:	10227321
Kunde:	Trøndelag Fylkeskommune
Rev:	A00
Dato:	06.04.2022
Opprettet av:	Sylvi Gaut

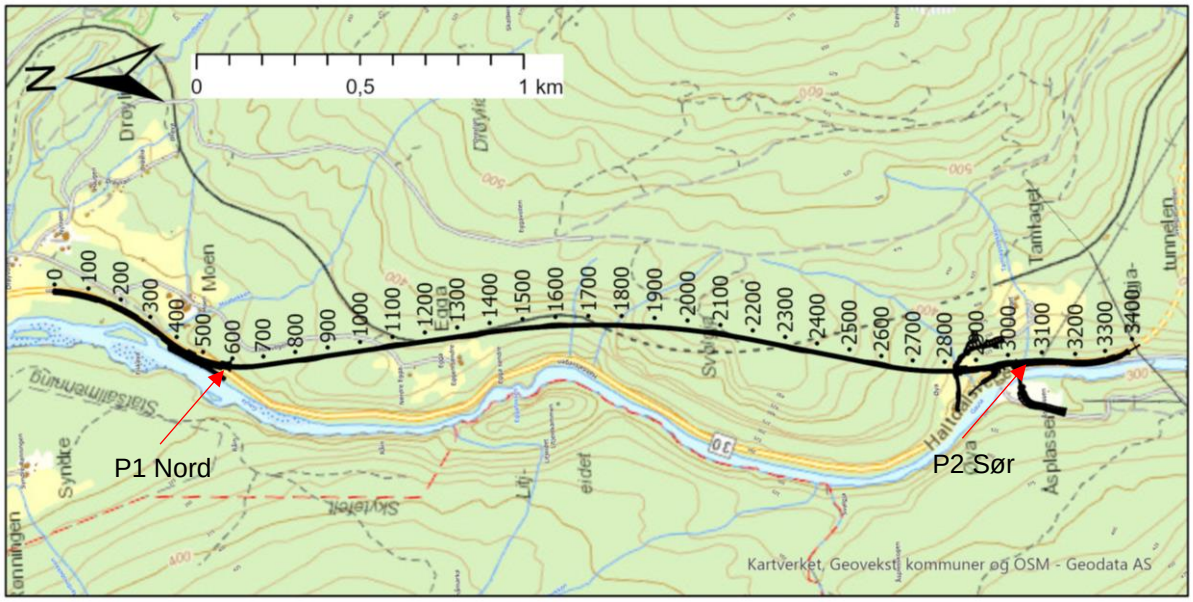
Innholdsfortegnelse

1 Innledning 4
2 Vurderingsgrunnlag 4
3 Prøvematerialet 5
4 Resultater 5
5 Beregninger 7
6 Radioaktiv stråling 8
7 Oppsummering 8
8 Vedlegg 9
9 Referanser 9

1 Innledning

I forbindelse med detaljregulering av Fv. 30 Svølgja, har det blitt gjennomført analyse av bergartsprøver for å gjøre vurderinger av potensielt syredannende bergarter. Vurderinger er gjort i henhold til veileder M-2105 *Håndtering av potensielt syredannende svartskifer* [1].

Prøvene som er analysert, er tatt fra to forskjellige lokaliteter i tilknytning til prosjektet (Figur 1). Prøvematerialet er klassifisert som glimmerskifer.



Figur 1: Plassering av prøvelokalitetene.

2 Vurderingsgrunnlag

Beregninger av syredanningspotensialet i bergarten er utført etter metoden presentert i Miljø-direktoratets veileder M-2105, utarbeidet av NGI [1]. Metoden baserer seg på en beregning av forholdet mellom nøytraliserende potensiale (NP) og syredannende potensiale (AP). Dette forholdet avgjør om bergarten er syredannende eller ikke (tabell 1). Dette beregnes ut ifra konsentrasjonene av TIC (totalt uorganisk karbon) og S (svovel). Konsentrasjonene regnes om til kalsiumkarbonat-ekvivalenter ($CaCO_3$) i kg/tonn som foreligger i bergarten. Denne verdien tilsvarer mengden kalsiumkarbonat som er nødvendig for å nøytralisere den potensielle mengden syre som kan dannes.

Beregninger av NP og AP gjøres etter:

$$NP = 83{,}33 \cdot TIC$$

$$AP = 31{,}25 \cdot \%\, sulfider$$

Det antas at $\%\, sulfider \approx \%\, svovel$. Altså beregnes dette som $\frac{mg}{kg} svovel \cdot 10^{-4}$.

Tabell 1: Vurdering av syredanningspotensiale iht. M-2105.

NP:AP > 3:1	3:1 > NP:AP > 1:1	NP:AP < 1:1
Ikke syredannende	Usikker	Syredannende

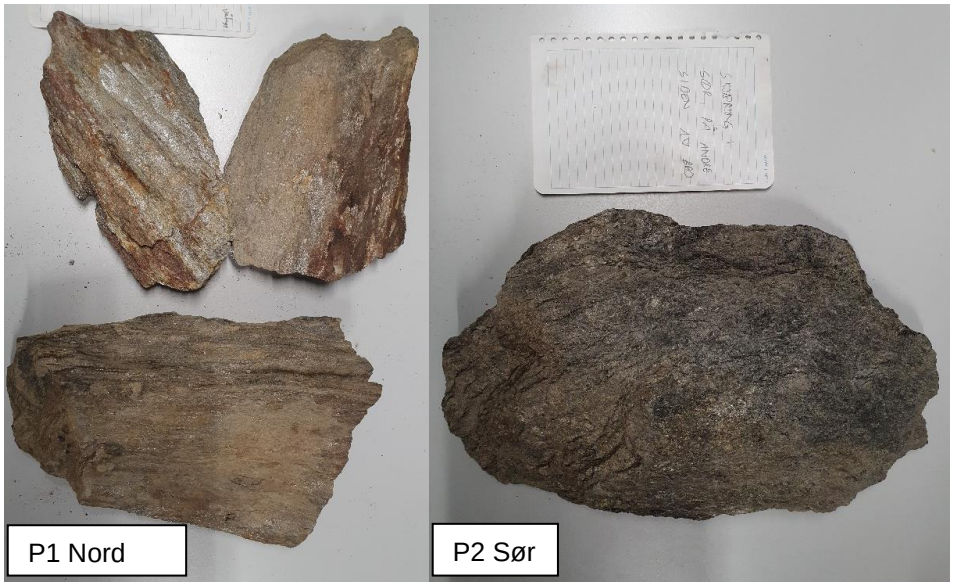
Bruken av totalt svovel for å estimere AP er en forenkling. Dersom man kan dokumentere at svovel ikke foreligger som sulfider, skal ikke massene klassifiseres som syredannende.

3 Prøvematerialet

Prøvene som er analysert, er hentet fra blotninger langs dagens veiskjæringer (Figur 1). En oversikt over prøvene er vist i tabell 2, mens foto av prøvene er vist i figur 2

Tabell 2: Oversikt over analyserte prøver.

Prøve	Lokalitet	Bergart
P1 Nord	Lomme ved nordre påhugg	Glimmerskifer
P2 Sør	Skjæring langs vegen sør for påhugget	Glimmerskifer



Figur 2 Foto av bergartsprøvene sendt til kjemisk analyse.

4 Resultater

Analyser er utført av Eurofins Norge AS. Resultater fra analysene er presentert i tabell 3. Original analyserapport er presentert som vedlegg 1.

Tabell 3: Resultater fra analyse av syredannende bergarter for to prøver langs veistrekningen. TIC og TOC er akkrediterte analyser. De resterende parameterne er ikke akkreditert, da analysen er utført på bergartsprøve.

Analyse	P1 Nord	P2 Sør	Enhet
Syredannende bergarter, komplett	----------	----------	-
Total tørrstoff (105 °C)	99,4	100	%
Totalt uorganisk karbon (TIC)	<0,15	<0,15	% tv
Totalt organisk karbon (TOC)	0,77	<0,50	% tv
Totalt karbon (TC) – tørr prøve	0,76	<0,50	% tv
Glødetap (550°C)	1,9	0,4	% tv
Fe:S	2,5	350	-
Vanadium (V)	120	140	mg/kg TS
Silisium (Si)	170000	160000	mg/kg TS
Aluminium (Al)	74000	77000	mg/kg TS
Kalsium (Ca)	7500	2400	mg/kg TS
Jern (Fe)	43000	60000	mg/kg TS
Magnesium (Mg)	26000	32000	mg/kg TS
Natrium (Na)	11000	7800	mg/kg TS
Kalium (K)	27000	29000	mg/kg TS
Titan (Ti)	2300	5100	mg/kg TS
Mangan (Mn)	330	290	mg/kg TS
Totalt fosfor (P)	380	460	mg/kg TS
Arsen (As)	0,56	<0,20	mg/kg TS
Barium (Ba)	430	350	mg/kg TS
Beryllium (Be)	2,1	1,5	mg/kg TS
Kadmium (Cd)	0,31	<0,05	mg/kg TS
Kobolt (Co)	24	29	mg/kg TS
Krom (Cr)	180	220	mg/kg TS
Kobber (Cu)	40	30	mg/kg TS
Kvikksølv (Hg)	<0,080	<0,080	mg/kg TS
Molybden (Mo)	5,4	<0,2	mg/kg TS
Niob (Nb)	0,89	11	mg/kg TS
Nikkel (Ni)	140	200	mg/kg TS
Bly (Pb)	16	14	mg/kg TS
Svovel (S)	10000	98	mg/kg TS
Scandium (Sc)	17	18	mg/kg TS
Tinn (Sn)	1,9	3	mg/kg TS
Strontium (Sr)	79	88	mg/kg TS
Wolfram (W)	<0,20	0,27	mg/kg TS
Yttrium (Y)	3,1	7,5	mg/kg TS
Sink (Zn)	93	36	mg/kg TS
Zirkonium (Zr)	88	74	mg/kg TS
Uran (U)	2,7	1,8	mg/kg TS
Thorium (Th)	11	11	mg/kg TS

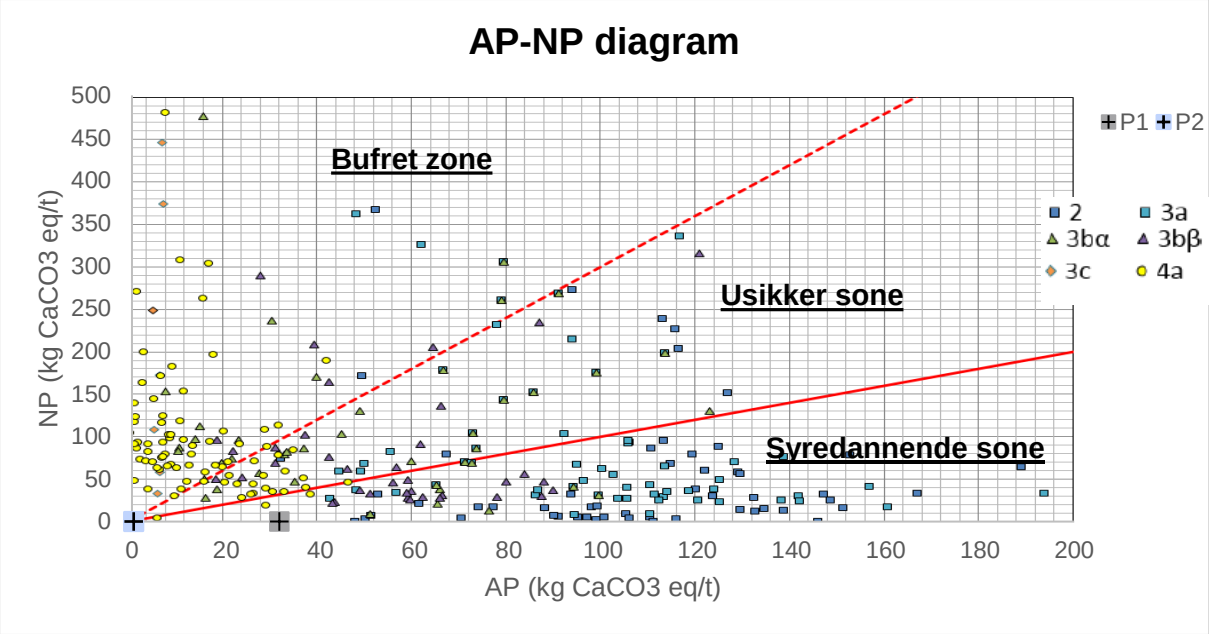
5 Beregninger

Beregninger av NP:AP-forholdet basert på analyseresultatene er vist i tabell 4. Da det nøytraliserende potensialet (NP) er < 0,15 for begge prøver, er det ikke mulig å få et tall på forholdet NP:AP.

Tabell 4: Beregning av NP/AP-forholdet og forholdet mellom jern (Fe) og svovel (S) i bergartsprøvene. nd = ikke detekterbart. Analyserapporten er vist i vedlegg 1.

Beregning	P1 Nord	P2 Sør
Nøytraliserende potensiale (NP)	nd	nd
Syredannende potensiale (AP)	31	0,31
NP/AP	nd	nd
Fe:S	2,5	350

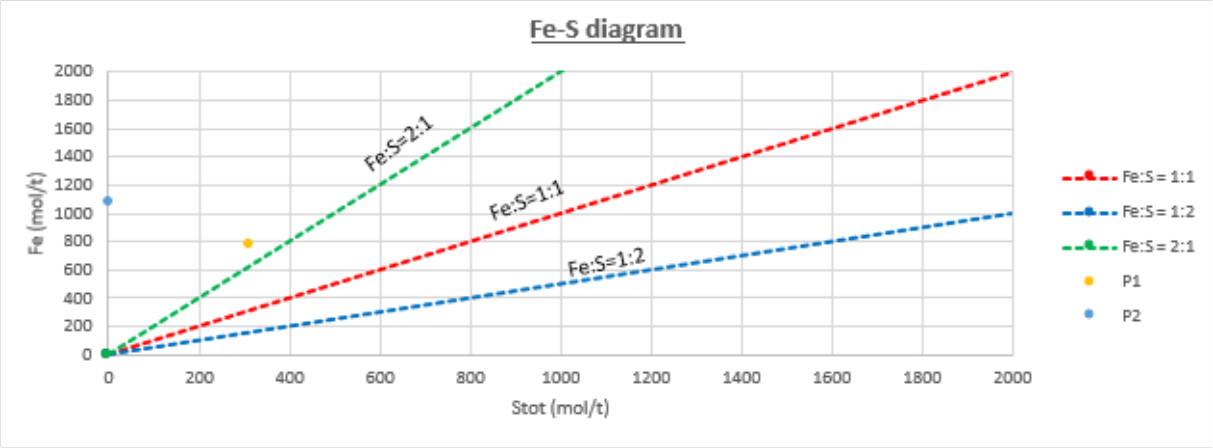
Det syredannende potensialet er også plottet i et diagram sammen med referanseprøver fra ulike svartskifre. Her plotter prøve P1 Nord innenfor den syredannende sonen, mens prøve P2 Sør, plotter omtrent i origo. I henhold til M-2105 kan man for enkelhetsskyld anta at en bergart der det syredannende potensialet (AP) er > 30 vil være syredannende. Dette er i så fall tilfelle for prøve P1 Nord.



Figur 3 NA-AP diagram med referanseprøver fra ulike svarskifre. Kilde: M-2105. Prøve P1Nord er vist som grå firkant med kryss, mens prøve P2 er vist som blå firkant med kryss.

I henhold til RIFs veileder for *Bygging på alunskifer og andre svarte og grå leirskifre* [2] er det en nedre grense for mg/kg svovel. Dersom bergarten inneholder mindre enn 10 000 mg/kg svovel, vil det ikke kunne utvikles «et akselerert forvitringsmiljø med lav pH». Prøve P2 Sør har svovelinnhold på 98 mg/kg, mens prøve P1 Nord har et svovelinnhold på 10 000 mg/kg.

Det er gjort en beregning av forholdet mellom jern (Fe) og svovel (S) i bergartsprøvene. Forholdet mellom jern (Fe) og svovel (S) i bergarten indikerer hvor lett sporstoffer kan frigjøres, samt sannsynligheten for at en svartskifer er syredannende. Glimmerskiferens Fe:S forhold er angitt tabell 4 og plottet i figur 4. Begge prøvene plotter i området for Fe:S > 2:1. Dette indikerer at Fe og sporstoffer er bundet i silikater og oksider, og vil være mindre tilgjengelige enn slike grunnstoffer bundet i sulfider. Prøve P1 plotter nær grensen for Fe:S = 2:1. Basert på bergartens syredannende potensial, svovelinnholdet og hvor bergarten plotter i AP-NP diagrammet (Figur 3), er det sannsynlig at bergarten er syredannende. Prøve P2 Sør har derimot et Fe:S innhold > 2:1 som indikerer at bergarten ikke er syredannende.



Figur 4 Forholdet mellom Fe og S i bergarten. Figuren indikerer i hvilke grupper av mineraler, jern og svovel er bundet.

6 Radioaktiv stråling

I veileder M-2105 oppgis det at et uraninnhold på over 80 mg/kg kan gi stråling over 1 Bq/g (som er grensen for radioaktivt avfall). Uraninnholdet ligger godt under dette i begge prøvene.

Innholdet av uran er også < 12 mg/kg, som ansees som grenseverdien for bruk av bergmassen under bygninger med tanke på radon i inneluft.

7 Oppsummering

To prøver er analysert for vurdering av syredannende potensiale. Begge prøver er klassifisert som glimmerskifer.

Basert på resultatene fra analyse av bergartsprøvene vurderes det slik at prøve P1 Nord er syredannende, mens prøve P2 Sør ikke er syredannende.

Med tanke på deponering av uttatt berg, er det nødvendig med en mer detaljert kartlegging og klassifisering av bergarten for å sikre rett håndtering av bergmassene etter uttak. Det bør samtidig vurderes om deponering sammen med kalkholdige masser kan være en mulighet for nøytralisere bergartens syredannende potensiale

Bergarten har et lavt innhold av uran og klassifiseres ikke som radioaktivt avfall ved uttak.

8 Vedlegg

Vedlegg 1 Original analyserapport fra Eurofins (6 sider)

9 Referanser

[1] NGI, *Håndtering av potensielt syredannende svartskifer. Veileder M-2105, utgitt 05.01.2022*.

[2] E. Endre, «Bygging på alunskifer og andre svarte og grå leirskifre,» Rådgivende Ingeniørers Forening (RIF), 2019.

Eurofins Environment Testing Norway AS (Moss)
F. reg. NO9 651 416 18
Møllebakken 50
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
miljo@eurofins.no

Sweco Norge AS
Sluppenvegen 19
7037 TRONDHEIM
Attn: Sylvi Gaut

10227321-N01-A00
Vedlegg 1

AR-22-MM-013530-01

EUNOMO-00322216

Prøvemottak: 31.01.2022
Temperatur:
Analyseperiode: 31.01.2022-17.02.2022

Referanse: 10227321 Fv. 30 Svølgja

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	**439-2022-01310335**	Prøvetakingsdato:	01.12.2021
Prøvetype:	Jord	Prøvetaker:	Runa B. Frengen
Prøvemerking:	P1 Nord Fv.30 Svølgja	Analysestartdato:	31.01.2022

	Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
*	Fe:S	2.5				Kalkulering
a)*	**Mikrobølgeoppslutting - HNO3/HCl/HF**					
a)*	Microwave decomposition	Utført				SFS-EN 13656:2003
*	Nøytraliserende potensiale (NP)	nd				Kalkulering
*	**NP:AP**					
*	NP / AP	nd				Kalkulering
*	Syredannende potensiale (AP)	31				Kalkulering
a)*	Vanadium (V)	120	mg/kg TS	0.2	21	SFS-EN ISO 17294-2:2016, SFS-EN 13656:2003
a)*	**Tørrstoff (105°C)**					
a)*	Total tørrstoff	99.4	%	0.2	2.0	SFS-EN 15934:2012
a)	**Totalt Uorganisk Karbon (TIC), tørr prøve**					
a)	Totalt uorganisk karbon (TIC)	<0.15	% tv	0.15		SFS-EN 13137:2001
a)	**Totalt Organisk karbon (TOC), tørr prøve**					
a)	Totalt organisk karbon	0.77	% tv	0.5	0.30	SFS-EN 13137:2001
a)*	Glødetap (550°C)	1.9	% tv	0.2	0.2	SFS-EN 15169:2007
a)*	Silisium (Si)	170000	mg/kg TS	400	43000	SFS-EN ISO 11885:2009, SFS-EN 13656:2003
a)*	Aluminium (Al)	74000	mg/kg TS	100	11000	SFS-EN ISO 11885:2009, SFS-EN 13656:2003
a)*	Kalsium (Ca)	7500	mg/kg TS	50	1400	SFS-EN ISO 11885:2009, SFS-EN 13656:2003
a)*	Jern (Fe)	43000	mg/kg TS	30	5500	SFS-EN ISO 11885:2009, SFS-EN 13656:2003
a)*	Magnesium (Mg)	26000	mg/kg TS	20	3200	SFS-EN ISO 11885:2009, SFS-EN 13656:2003
a)*	Natrium (Na)	11000	mg/kg TS	50	1800	SFS-EN ISO 11885:2009, SFS-EN 13656:2003

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1,<50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Måleusikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/ -området.
For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.
Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjennelse. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).
Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

AR-22-MM-013530-01

eurofins

EUNOMO-00322216

a)*	Kalium (K)	27000	mg/kg TS	200	4400	SFS-EN ISO 11885:2009, SFS-EN 13656:2003
a)*	Titan (Ti)	2300	mg/kg TS	50	270	SFS-EN ISO 11885:2009, SFS-EN 13656:2003
a)*	Mangan (Mn)	330	mg/kg TS	5	56	SFS-EN ISO 11885:2009, SFS-EN 13656:2003
a)*	Totalt fosfor (P)	380	mg/kg TS	20	54	SFS-EN ISO 11885:2009, SFS-EN 13656:2003
a)*	Arsen (As)	0.56	mg/kg TS	0.2	0.20	SFS-EN ISO 17294-2:2016, SFS-EN 13656:2003
a)*	Barium (Ba)	430	mg/kg TS	1	64	SFS-EN ISO 11885:2009, SFS-EN 13656:2003
a)*	Beryllium (Be)	2.1	mg/kg TS	0.2	0.52	SFS-EN ISO 17294-2:2016, SFS-EN 13656:2003
a)*	Kadmium (Cd)	0.31	mg/kg TS	0.1	0.063	SFS-EN ISO 17294-2:2016, SFS-EN 13656:2003
a)*	Kobolt (Co)	24	mg/kg TS	0.1	6.0	SFS-EN ISO 17294-2:2016, SFS-EN 13656:2003
a)*	Krom (Cr)	180	mg/kg TS	1	44	SFS-EN ISO 17294-2:2016, SFS-EN 13656:2003
a)*	Kobber (Cu)	40	mg/kg TS	2	10	SFS-EN ISO 17294-2:2016, SFS-EN 13656:2003
a)*	Kvikksølv (Hg)	<0.080	mg/kg TS	0.08		SFS-EN ISO 17294-2:2016, SFS-EN 13656:2003
a)*	Molybden (Mo)	5.4	mg/kg TS	0.2	1.1	SFS-EN ISO 17294-2:2016, SFS-EN 13656:2003
a)*	Niob (Nb)	0.89	mg/kg TS	0.1	0.13	SFS-EN ISO 17294-2:2016, SFS-EN 13656:2003
a)*	Nikkel (Ni)	140	mg/kg TS	0.5	33	SFS-EN ISO 17294-2:2016, SFS-EN 13656:2003
a)*	Bly (Pb)	16	mg/kg TS	0.2	3.5	SFS-EN ISO 17294-2:2016, SFS-EN 13656:2003
a)*	Svovel (S)	10000	mg/kg TS	50	1500	SFS-EN ISO 11885:2009, SFS-EN 13656:2003
a)*	Scandium (Sc)	17	mg/kg TS	0.4	3.5	SFS-EN ISO 17294-2:2016, SFS-EN 13656:2003
a)*	Tinn (Sn)	1.9	mg/kg TS	0.5	0.50	SFS-EN ISO 17294-2:2016, SFS-EN 13656:2003
a)*	Strontium (Sr)	79	mg/kg TS	2	16	SFS-EN ISO

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet

<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1,<50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Måleusikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/ -området.
For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.
Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjennelse. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).
Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

AR-001 v 166

AR-22-MM-013530-01

EUNOMO-00322216

						17294-2:2016, SFS-EN 13656:2003
a)*	Wolfram (W)	<0.20	mg/kg TS	0.2		SFS-EN ISO 17294-2:2016, SFS-EN 13656:2003
a)*	Yttrium (Y)	3.1	mg/kg TS	0.2	0.68	SFS-EN ISO 17294-2:2016, SFS-EN 13656:2003
a)*	Sink (Zn)	93	mg/kg TS	3	17	SFS-EN ISO 17294-2:2016, SFS-EN 13656:2003
a)*	Zirkonium (Zr)	88	mg/kg TS	1	21	SFS-EN ISO 17294-2:2016, SFS-EN 13656:2003
a)*	Uran (U)	2.7	mg/kg TS	0.04	0.62	SFS-EN ISO 17294-2:2016, SFS-EN 13656:2003
a)*	Thorium (Th)	11	mg/kg TS	0.1	2.6	SFS-EN ISO 17294-2:2016, SFS-EN 13656:2003
a)	**Total karbon (TC), tørr prøve**					
a)	Totalt karbon (TC)	0.76	% tv	0.5	0.27	SFS-EN 13137:2001
a)*	**Knusing**					
a)*	Kjeveknuser	Tehty				Knusing [MT00073 - Mekanisk/fysisk prøveprep - knusing]

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a)* Eurofins Ahma - Oulu, Nuottasaarentie 17, 90400, Oulu

a) Eurofins Ahma - Oulu, Nuottasaarentie 17, 90400, Oulu SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 FINAS T131,

Kopi til:

Tonje Fagertun Benden (tonjefagertun.benden@sweco.no)

Moss 17.02.2022

Kjetil Sjaastad

Kjetil Sjaastad

Analytical Service Manager

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet

<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1,<50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Måleusikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/ -området.
For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.
Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjennelse. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).
Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

AR-001 v 166

Eurofins Environment Testing Norway AS (Moss)
F. reg. NO9 651 416 18
Møllebakken 50
NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
miljo@eurofins.no

Sweco Norge AS
Sluppenvegen 19
7037 TRONDHEIM
Attn: Sylvi Gaut

AR-22-MM-013531-01

EUNOMO-00322216

Prøvemottak: 31.01.2022
Temperatur:
Analyseperiode: 31.01.2022-17.02.2022

Referanse: 10227321 Fv. 30 Svølgja

ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	**439-2022-01310336**	Prøvetakingsdato:	01.12.2021
Prøvetype:	Jord	Prøvetaker:	Runa B. Frengen
Prøvemerking:	P2 Sør Fv.30 Svølgja	Analysestartdato:	31.01.2022

	Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
*	Fe:S	350				Kalkulering
a)*	**Mikrobølgeoppslutting - HNO3/HCl/HF**					
a)*	Microwave decomposition	Utført				SFS-EN 13656:2003
*	Nøytraliserende potensiale (NP)	nd				Kalkulering
*****	**NP:AP**					
*	NP / AP	nd				Kalkulering
*	Syredannende potensiale (AP)	0.31				Kalkulering
a)*	Vanadium (V)	140	mg/kg TS	0.2	25	SFS-EN ISO 17294-2:2016, SFS-EN 13656:2003
a)*	**Tørrstoff (105°C)**					
a)*	Total tørrstoff	100.0	%	0.2	2.0	SFS-EN 15934:2012
a)	**Totalt Uorganisk Karbon (TIC), tørr prøve**					
a)	Totalt uorganisk karbon (TIC)	<0.15	% tv	0.15		SFS-EN 13137:2001
a)	**Totalt Organisk karbon (TOC), tørr prøve**					
a)	Totalt organisk karbon	<0.50	% tv	0.5		SFS-EN 13137:2001
a)*	Glødetap (550°C)	0.4	% tv	0.2	0.2	SFS-EN 15169:2007
a)*	Silisium (Si)	160000	mg/kg TS	400	40000	SFS-EN ISO 11885:2009, SFS-EN 13656:2003
a)*	Aluminium (Al)	77000	mg/kg TS	100	12000	SFS-EN ISO 11885:2009, SFS-EN 13656:2003
a)*	Kalsium (Ca)	2400	mg/kg TS	50	440	SFS-EN ISO 11885:2009, SFS-EN 13656:2003
a)*	Jern (Fe)	60000	mg/kg TS	30	7700	SFS-EN ISO 11885:2009, SFS-EN 13656:2003
a)*	Magnesium (Mg)	32000	mg/kg TS	20	3900	SFS-EN ISO 11885:2009, SFS-EN 13656:2003
a)*	Natrium (Na)	7800	mg/kg TS	50	1300	SFS-EN ISO 11885:2009, SFS-EN 13656:2003

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet
<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1,<50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Måleusikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/ -området.
For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.
Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjennelse. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).
Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

AR-22-MM-013531-01

eurofins

EUNOMO-00322216

a)*	Kalium (K)	29000	mg/kg TS	200	4600	SFS-EN ISO 11885:2009, SFS-EN 13656:2003
a)*	Titan (Ti)	5100	mg/kg TS	50	620	SFS-EN ISO 11885:2009, SFS-EN 13656:2003
a)*	Mangan (Mn)	290	mg/kg TS	5	50	SFS-EN ISO 11885:2009, SFS-EN 13656:2003
a)*	Totalt fosfor (P)	460	mg/kg TS	20	65	SFS-EN ISO 11885:2009, SFS-EN 13656:2003
a)*	Arsen (As)	<0.20	mg/kg TS	0.2		SFS-EN ISO 17294-2:2016, SFS-EN 13656:2003
a)*	Barium (Ba)	350	mg/kg TS	1	52	SFS-EN ISO 11885:2009, SFS-EN 13656:2003
a)*	Beryllium (Be)	1.5	mg/kg TS	0.2	0.38	SFS-EN ISO 17294-2:2016, SFS-EN 13656:2003
a)*	Kadmium (Cd)	<0.05	mg/kg TS	0.1		SFS-EN ISO 17294-2:2016, SFS-EN 13656:2003
a)*	Kobolt (Co)	29	mg/kg TS	0.1	7.3	SFS-EN ISO 17294-2:2016, SFS-EN 13656:2003
a)*	Krom (Cr)	220	mg/kg TS	1	52	SFS-EN ISO 17294-2:2016, SFS-EN 13656:2003
a)*	Kobber (Cu)	30	mg/kg TS	2	7.6	SFS-EN ISO 17294-2:2016, SFS-EN 13656:2003
a)*	Kvikksølv (Hg)	<0.080	mg/kg TS	0.08		SFS-EN ISO 17294-2:2016, SFS-EN 13656:2003
a)*	Molybden (Mo)	<0.2	mg/kg TS	0.2		SFS-EN ISO 17294-2:2016, SFS-EN 13656:2003
a)*	Niob (Nb)	11	mg/kg TS	0.1	1.7	SFS-EN ISO 17294-2:2016, SFS-EN 13656:2003
a)*	Nikkel (Ni)	200	mg/kg TS	0.5	47	SFS-EN ISO 17294-2:2016, SFS-EN 13656:2003
a)*	Bly (Pb)	14	mg/kg TS	0.2	3.1	SFS-EN ISO 17294-2:2016, SFS-EN 13656:2003
a)*	Svovel (S)	98	mg/kg TS	50	45	SFS-EN ISO 11885:2009, SFS-EN 13656:2003
a)*	Scandium (Sc)	18	mg/kg TS	0.4	3.8	SFS-EN ISO 17294-2:2016, SFS-EN 13656:2003
a)*	Tinn (Sn)	3.0	mg/kg TS	0.5	0.74	SFS-EN ISO 17294-2:2016, SFS-EN 13656:2003
a)*	Strontium (Sr)	88	mg/kg TS	2	18	SFS-EN ISO

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet

<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1,<50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Måleusikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/ -området.
For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.
Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjennelse. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).
Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

AR-001 v 166

eurofins

EUNOMO-00322216

						17294-2:2016, SFS-EN 13656:2003
a)*	Wolfram (W)	0.27	mg/kg TS	0.2	0.20	SFS-EN ISO 17294-2:2016, SFS-EN 13656:2003
a)*	Yttrium (Y)	7.5	mg/kg TS	0.2	1.6	SFS-EN ISO 17294-2:2016, SFS-EN 13656:2003
a)*	Sink (Zn)	36	mg/kg TS	3	6.5	SFS-EN ISO 17294-2:2016, SFS-EN 13656:2003
a)*	Zirkonium (Zr)	74	mg/kg TS	1	18	SFS-EN ISO 17294-2:2016, SFS-EN 13656:2003
a)*	Uran (U)	1.8	mg/kg TS	0.04	0.42	SFS-EN ISO 17294-2:2016, SFS-EN 13656:2003
a)*	Thorium (Th)	11	mg/kg TS	0.1	2.5	SFS-EN ISO 17294-2:2016, SFS-EN 13656:2003
a)	**Total karbon (TC), tørr prøve**					
a)	Totalt karbon (TC)	<0.50	% tv	0.5		SFS-EN 13137:2001
a)*	**Knusing**					
a)*	Kjeveknuser	Tehty				Knusing [MT00073 - Mekanisk/fysisk prøveprep - knusing]

Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a)* Eurofins Ahma - Oulu, Nuottasaarentie 17, 90400, Oulu

a) Eurofins Ahma - Oulu, Nuottasaarentie 17, 90400, Oulu SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 FINAS T131,

Kopi til:

Tonje Fagertun Benden (tonjefagertun.benden@sweco.no)

Moss 17.02.2022

Kjetil Sjaastad

Kjetil Sjaastad

Analytical Service Manager

Tegnforklaring:

* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet

<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist. Bakteriologiske resultater angitt som <1,<50 e.l. betyr 'ikke påvist'.

Måleusikkerhet er angitt med dekningsfaktor k=2. Måleusikkerhet er ikke tatt hensyn til ved vurdering av om resultatet er utenfor grenseverdi/ -området.
For mikrobiologiske analyser oppgis konfidensintervallet. Ytterligere opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.
Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjennelse. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).
Resultater gjelder prøven slik den ble mottatt hos laboratoriet.

AR-001 v 166

Veidekke Industri AS

Kompetansesenteret

Besøksadresse:

Sluppenveien 19
7037 Trondheim

TESTRAPPORT

OPPDRAGSGIVER

Sweco Norge AS
Postboks 80, Skøyen
0212 Oslo

RAPPORTNAVN

Mekanisk Større stein Sweco P1 Fv30 Svølgja v. skjæring sør

RAPPORTNR. 2022-R-002	OPPDRAGSGIVERS REF. runaberstad.frengen@sweco.no
MOTTAKSNR. TR220010	UTFØRT AV (NAVN, SIGN.) Knut Andreas Li
DATO 03.02.2022	GODKJENT AV (NAVN, SIGN.) Bjørn Ove Lerfald

OPPSUMMERING

Kompetansesenteret ved Veidekke Industri AS mottok den 28.01.2022 prøvemateriale fra P1 Fv30 Svølgja v. skjæring sør for mekanisk testing ved Los Angeles og micro-Deval metoden. Materialet ble knust ned til håndstykker med slegge før det ble knust i laboratoriet 2 ganger i henhold til håndbok R210 Laboratorieundersøkelser fra SVV. Materialet ble vasket og siktet ut til riktige fraksjoner for videre testing.

P1 Fv30 Svølgja v. skjæring sør:

Los Angeles: 55
micro-Deval: 78

Utførte analyser
Knusing av materiale i lab
Los Angeles
micro-Deval

Standarder og krav
Håndbok R210 Statens Vegvesen, laboratorieknusing
NS-EN 1097-2:2010
NS-EN 1097-1:2011

Prøvemateriale
Større stein

Resultater

LOS ANGELES

NS-EN 1097-2 (2008)

Dato utført: 02.02.2022

Utført av: Knut Andreas Li

Forekomst:	Sweco	Prøvenummer:	TR220010
Dato uttak:		Dato mottatt:	28.01.2022
Merknader:	P1 Fv30 Svølgja v. skjæring sør		

Gradering	10.0 - 14.0 mm

Fraksjoner	Vekt (g)
10.0 - 12,5 mm	3250,2
12.5 - 14,0 mm	1751,4
Sum	5001,6

Vekt etter forsøk	
> 1.6 mm (g)	2243,2
< 1.6 mm (g)	2758,4

Los Angeles verdi	**55**

Datakatalog: C:\Users\knuli\OneDrive - Veidekke\Desktop\

micro-Deval

NS-EN 1097-1 / NS-EN 1097-1 Annex A

Dato utført: 02.02.2022

Utført av: Knut Andreas Li

Forekomst:	Sweco	Prøvenummer:	TR220010
Dato uttak:		Dato mottatt:	28.01.2022
Merknader:	P1 Fv30 Svølgja v. skjæring sør		

Gradering	10.0 - 14.0 mm

Fraksjoner	Prøve 1	Prøve 2
10.0 - 12,5 mm (g)	325,7	325,0
12.5 - 14,0 mm (g)	175,6	175,4
Sum (g)	501,3	500,4

Vekt etter forsøk	Prøve 1	Prøve 2
> 1.6 mm (g)	121,3	100,8
< 1.6 mm (g)	380,0	399,6

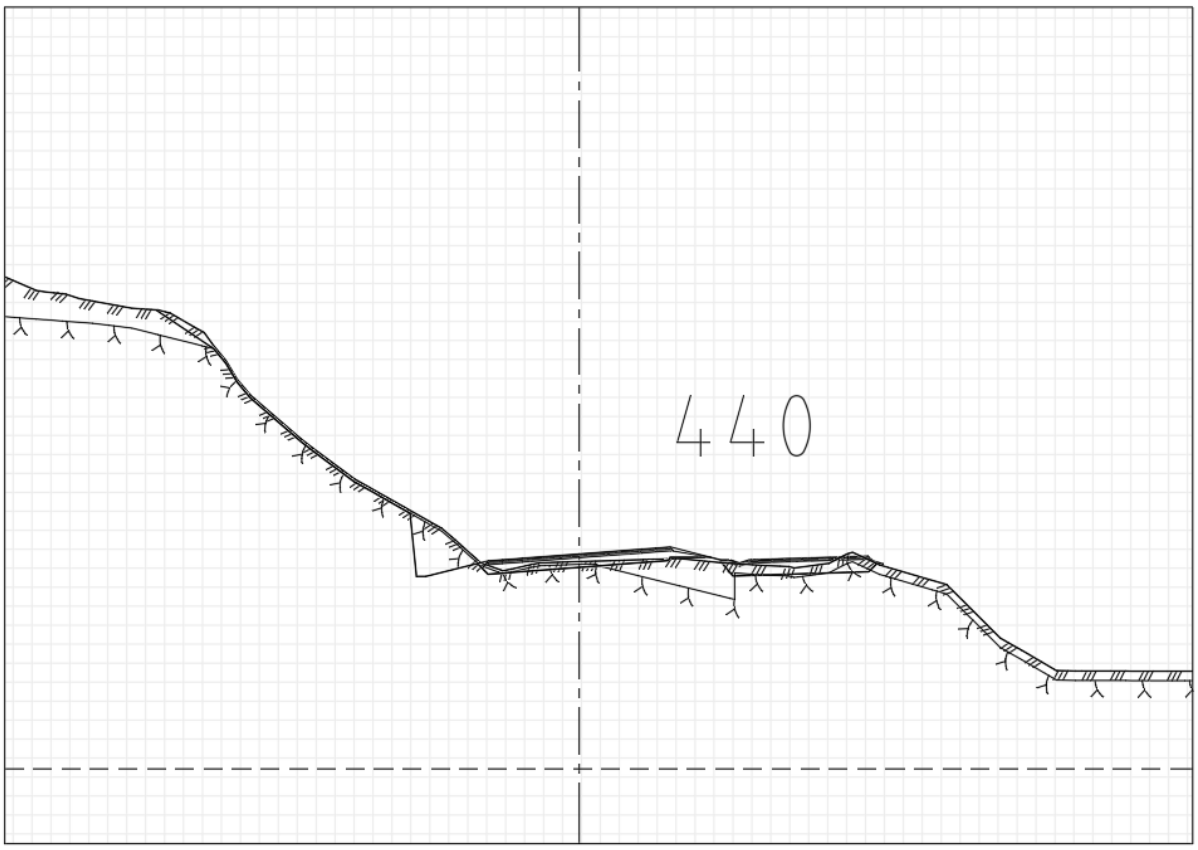
micro-Deval verdi	75,7	79,8
Midlere micro-Deval verdi	**78**	

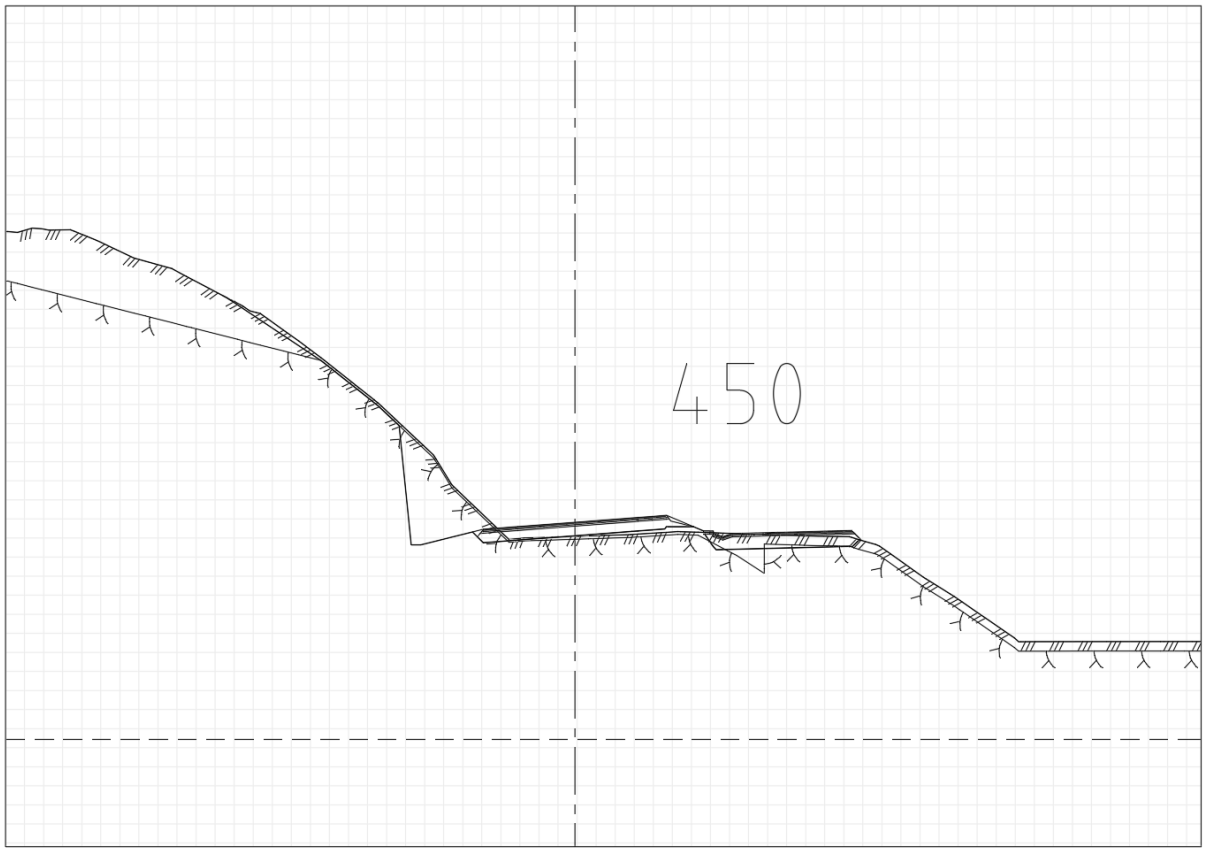
Datakatalog: C:\Users\knuli\OneDrive - Veidekke\Desktop\

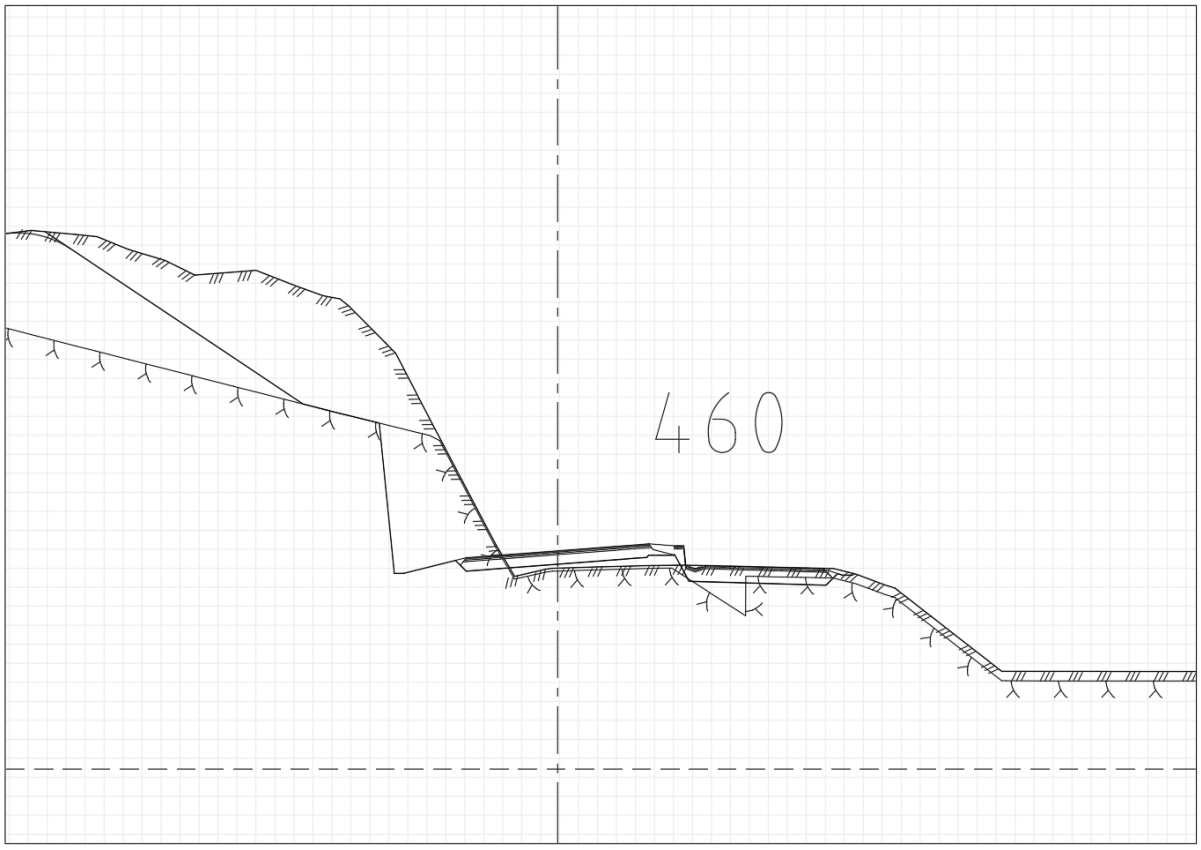
Vedlegg 8 - SINTEF, prøvingsrapport mekaniske egenskaper (18 sider)

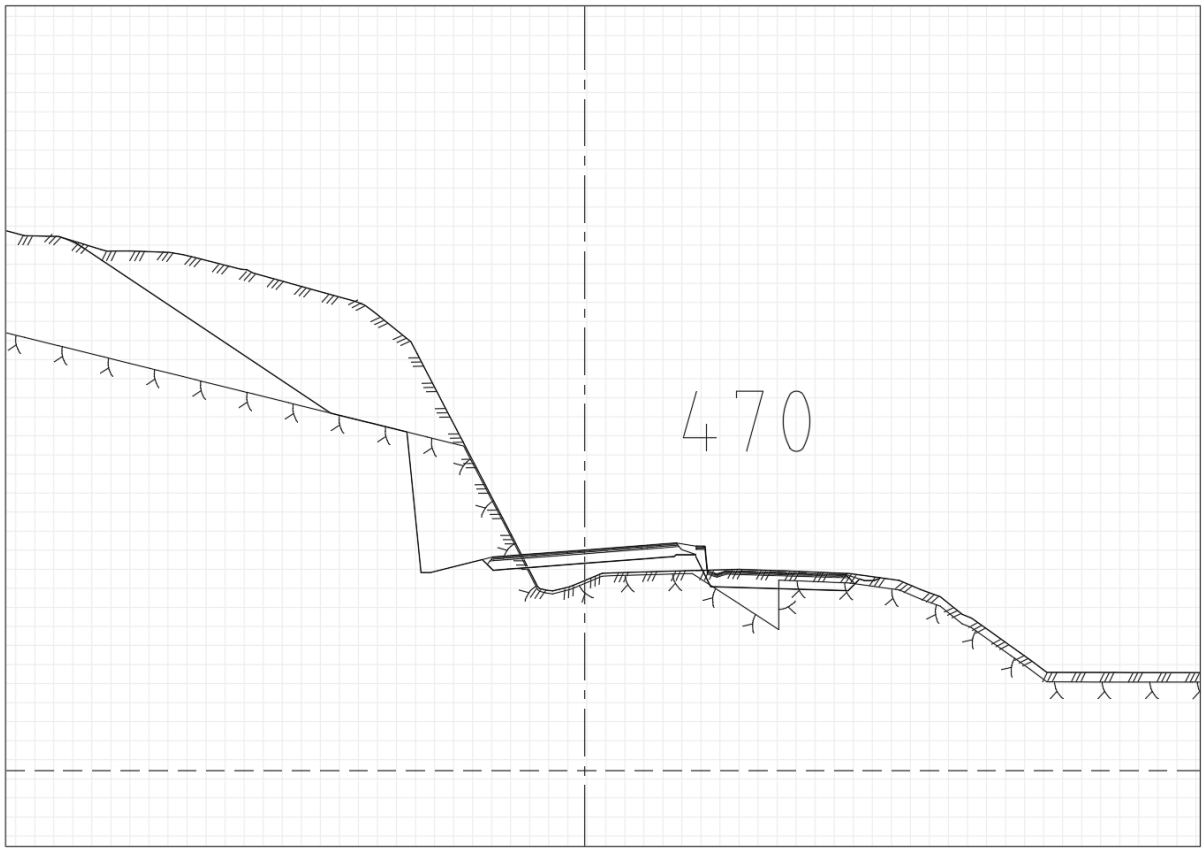
100227321-RIGBERG-R01 Fv. 30 Svølgja – Ingeniørgeologisk rapport til reguleringsplan

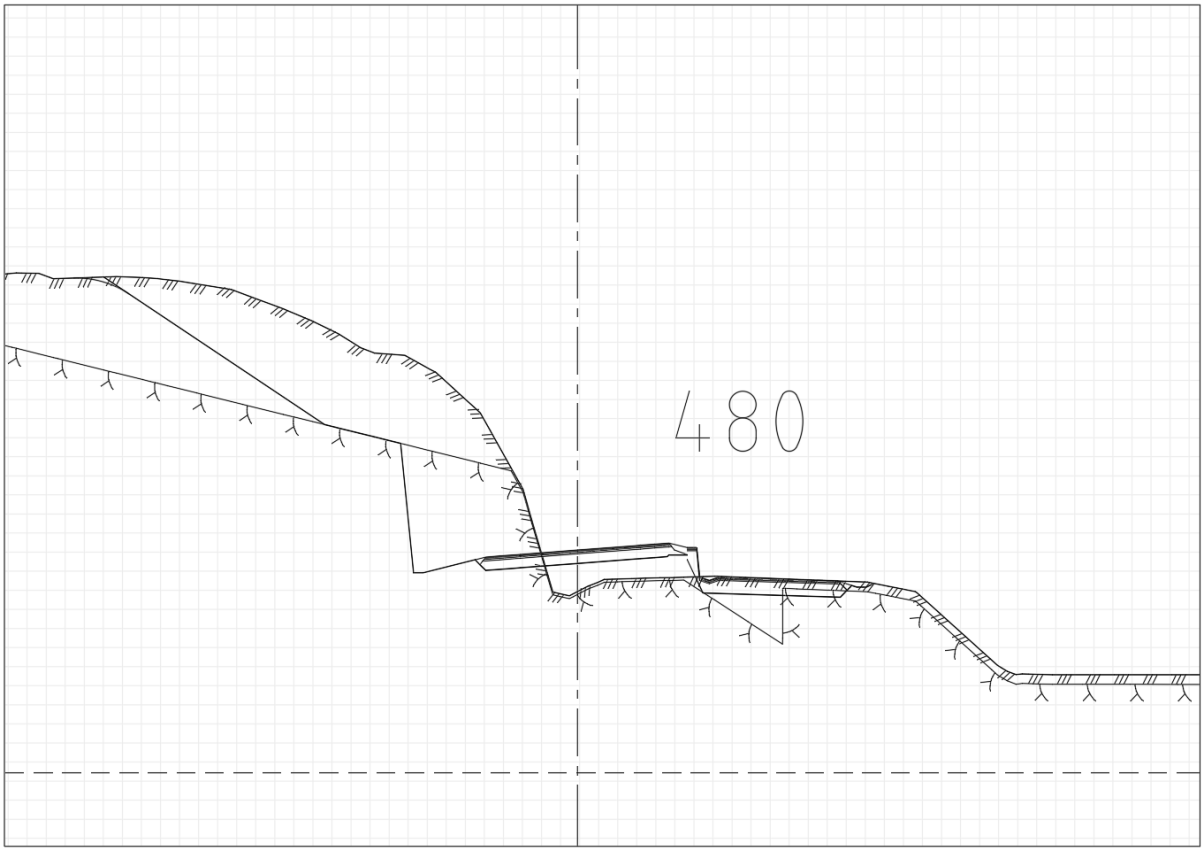
Tverrprofiler er vist med rutenett 1,0 x 1,0 meter.

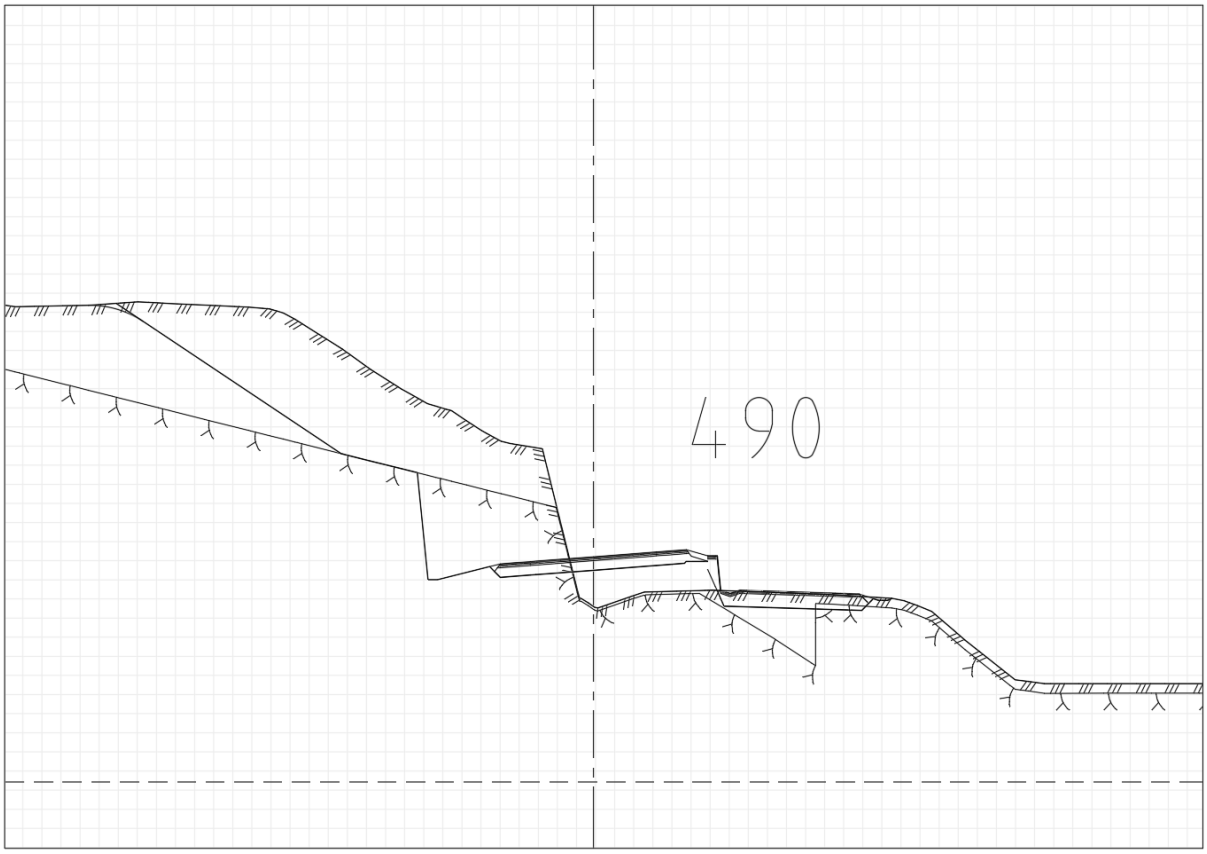


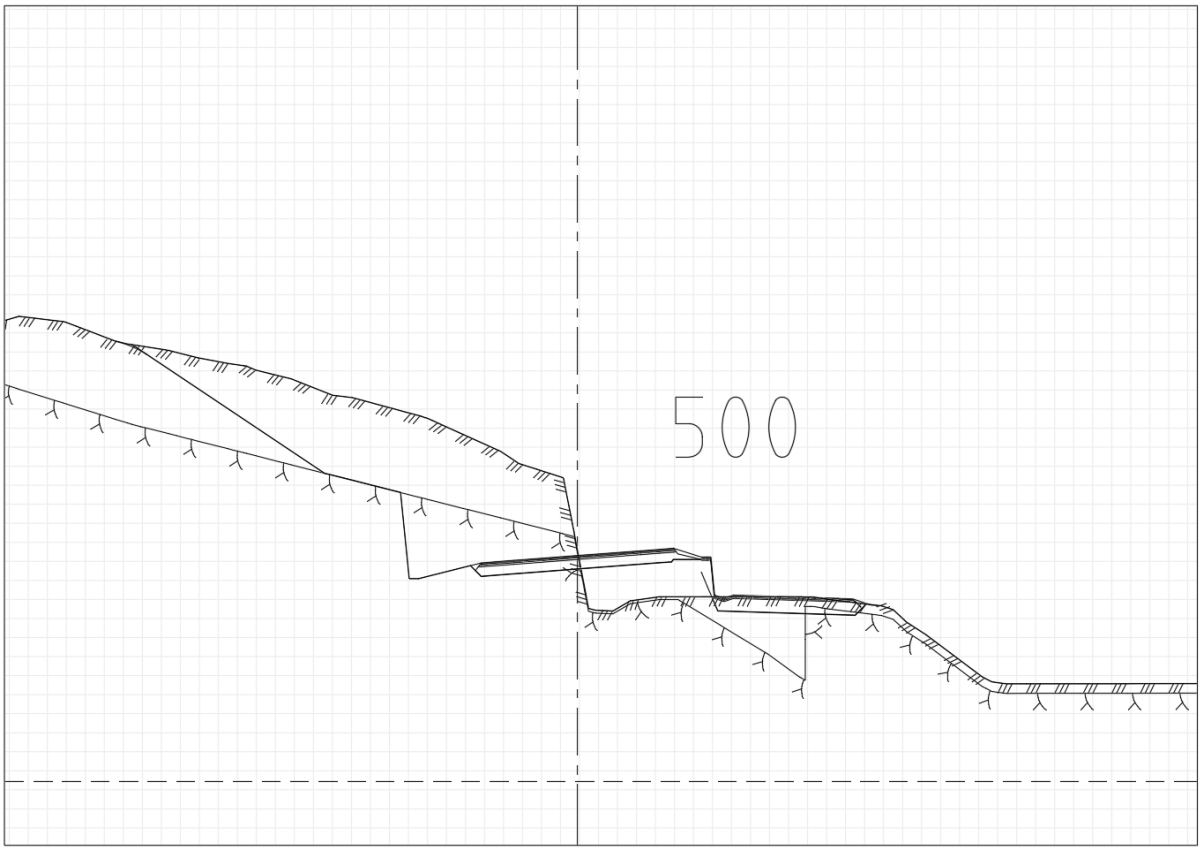


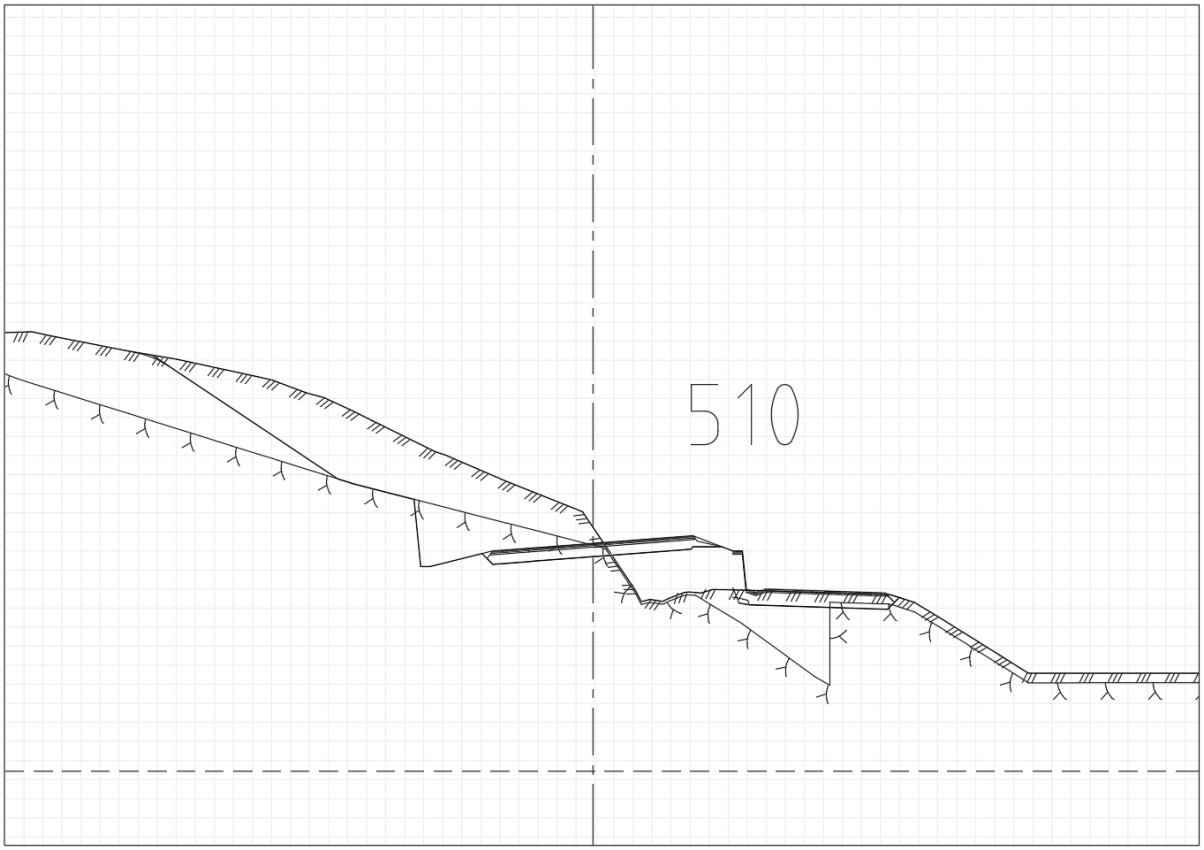

460

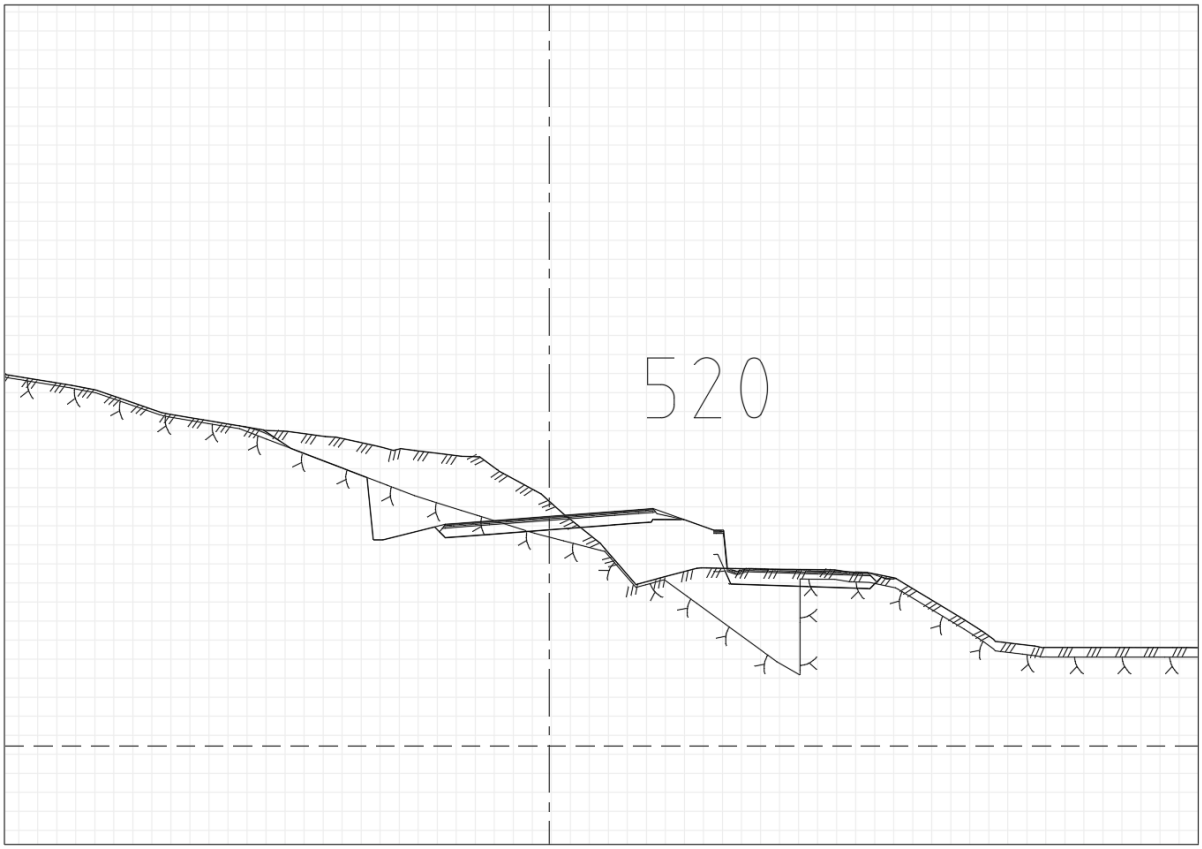

470

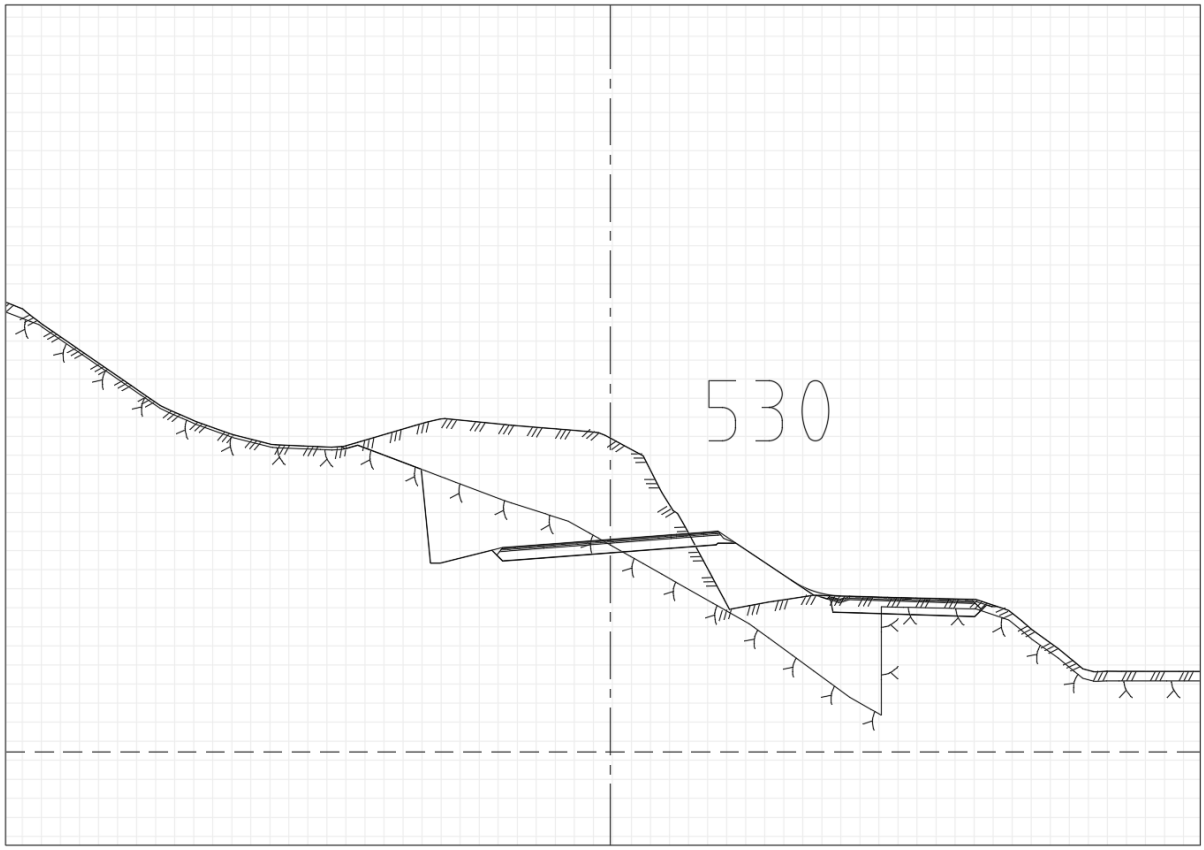

480

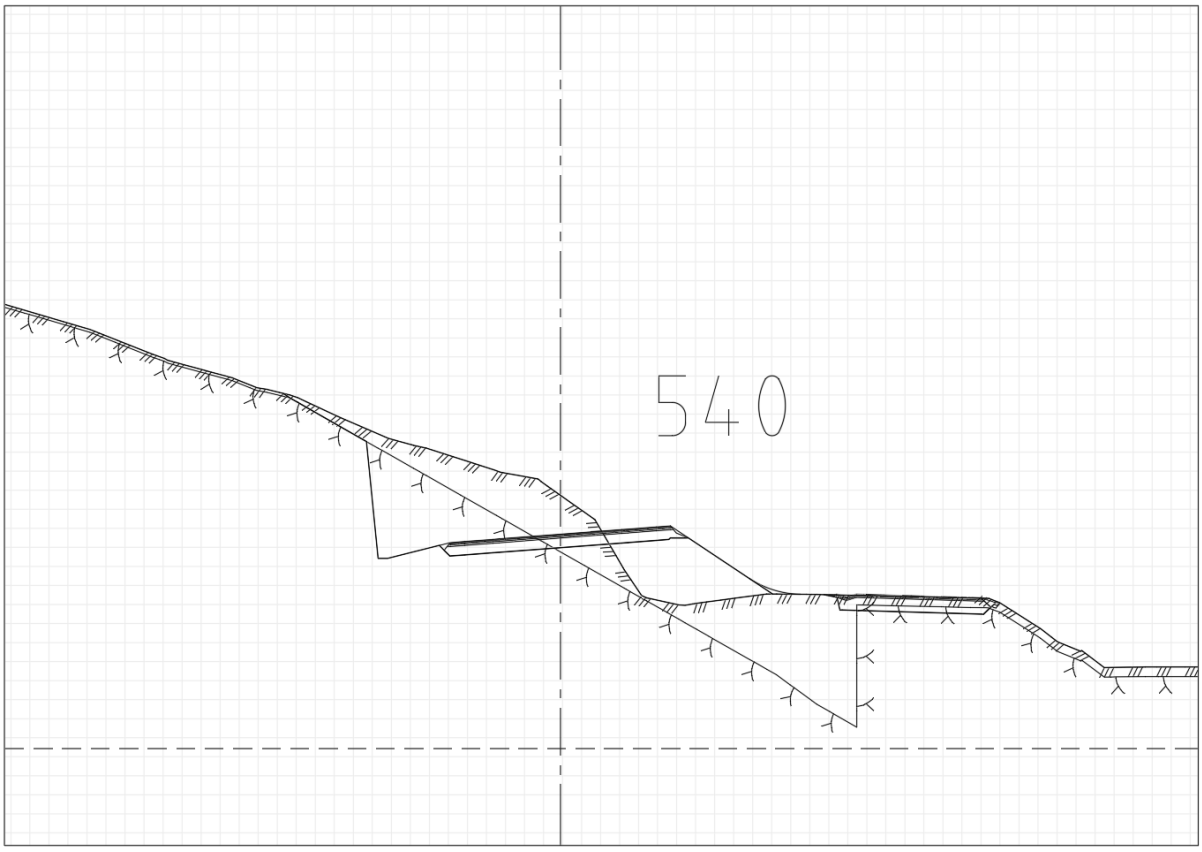

490

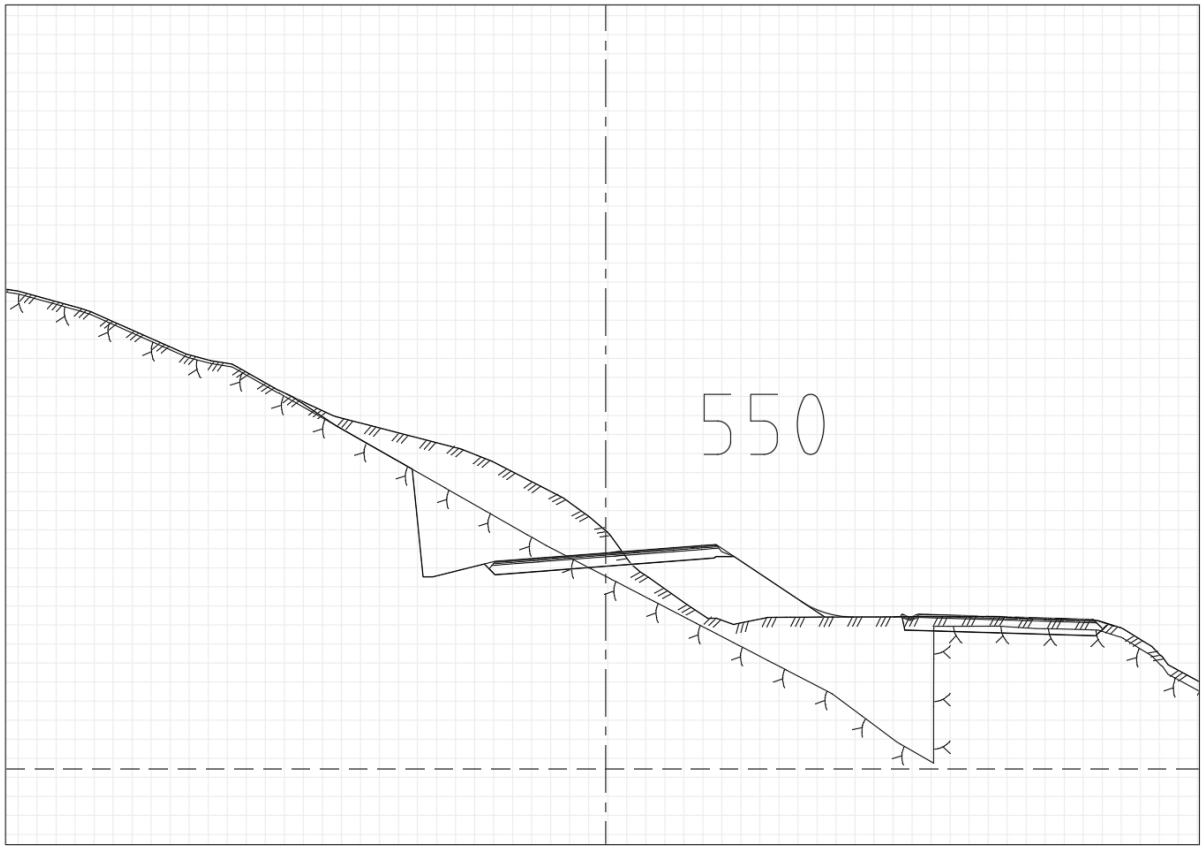

500

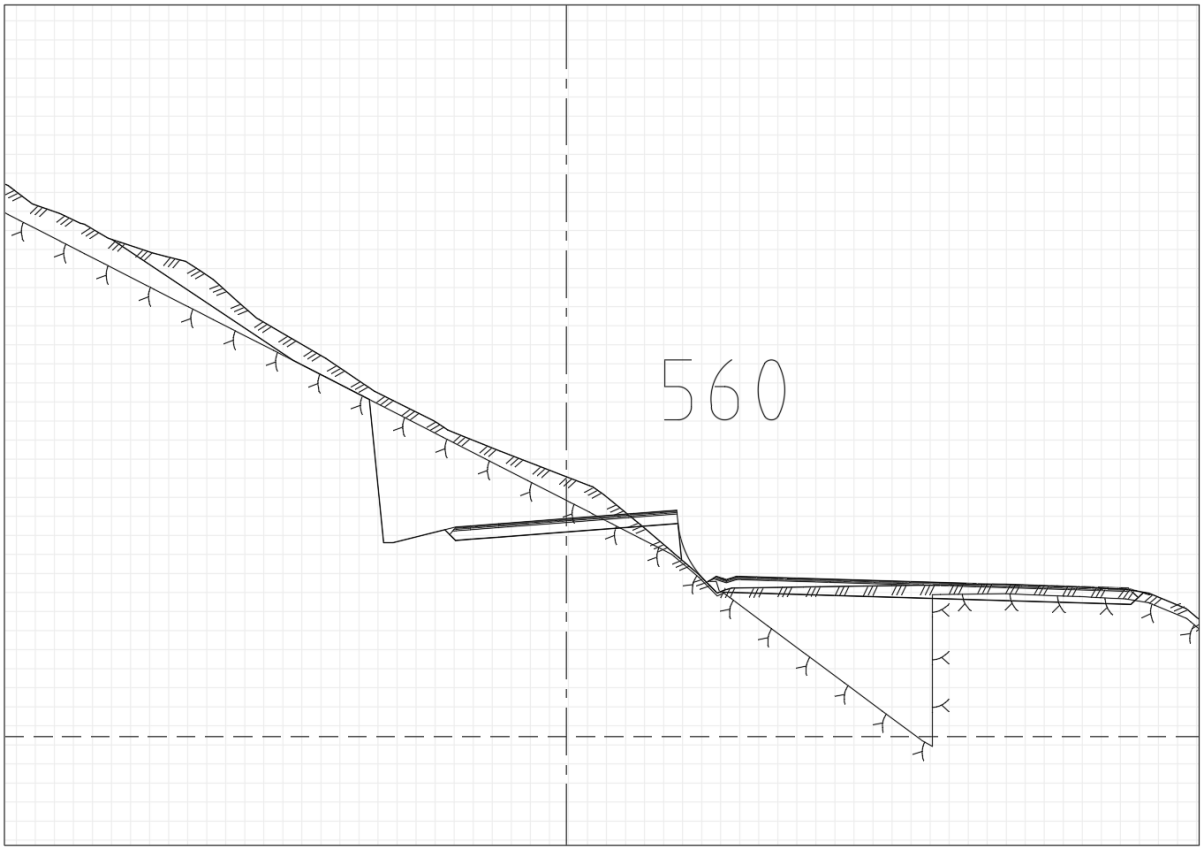

510


520

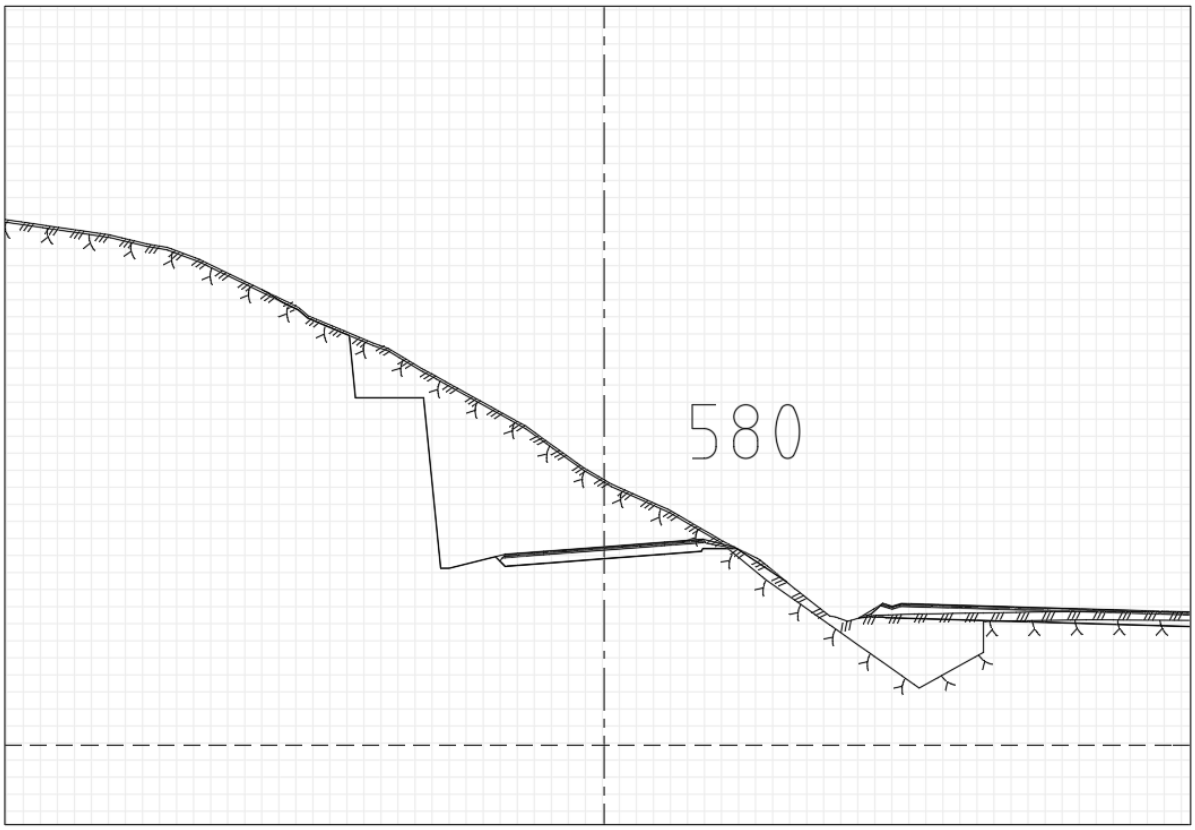

530


540

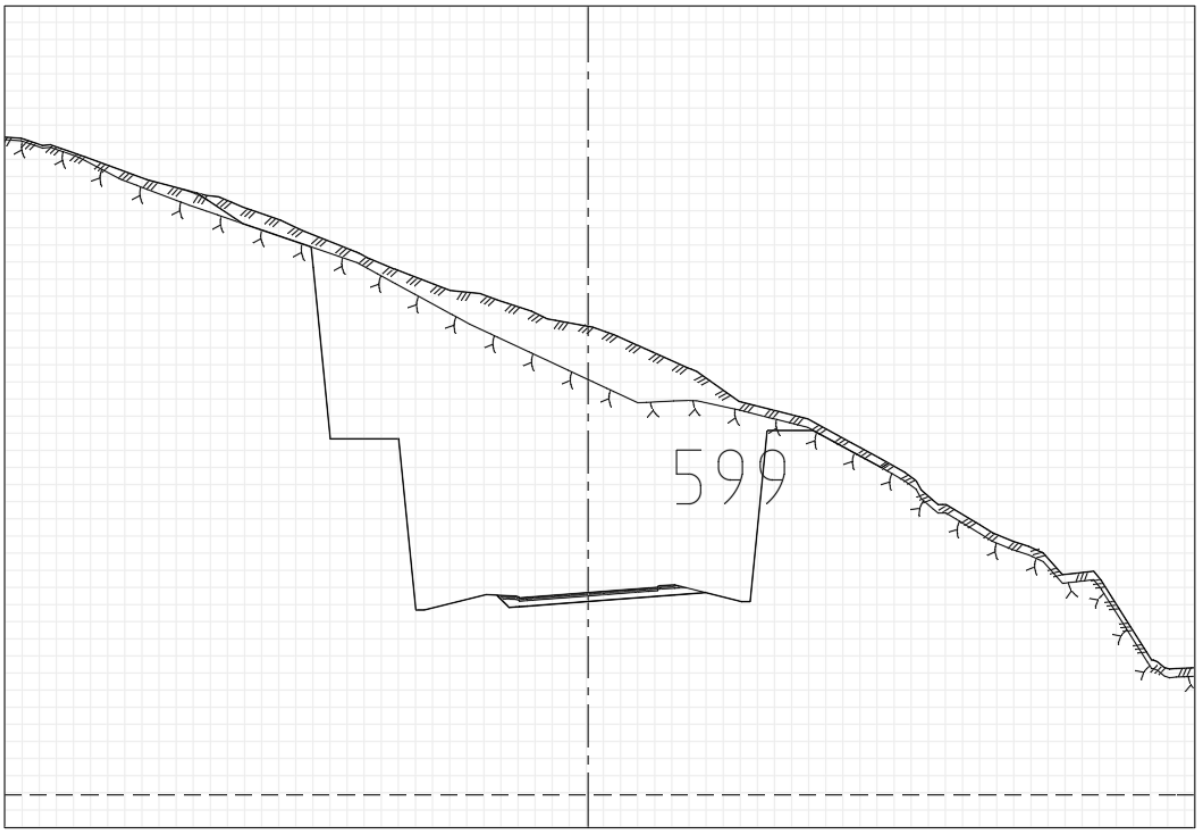

550

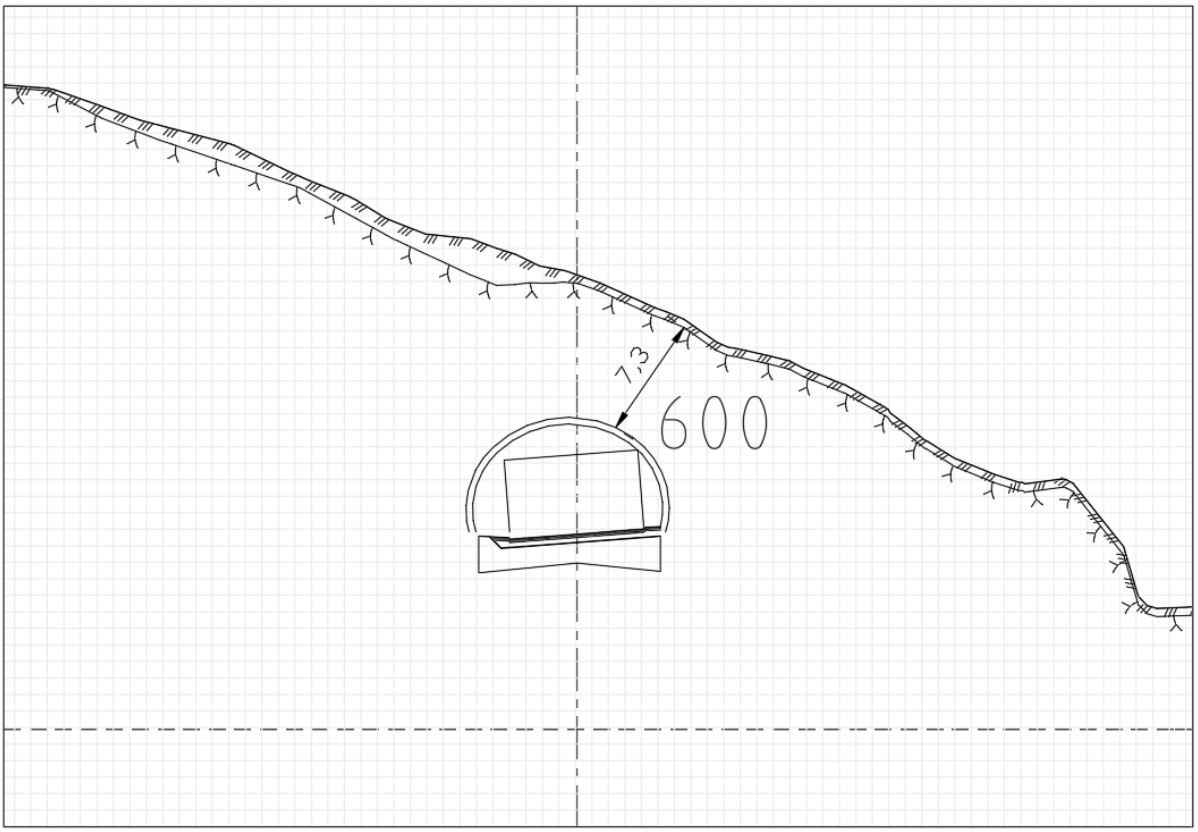

560

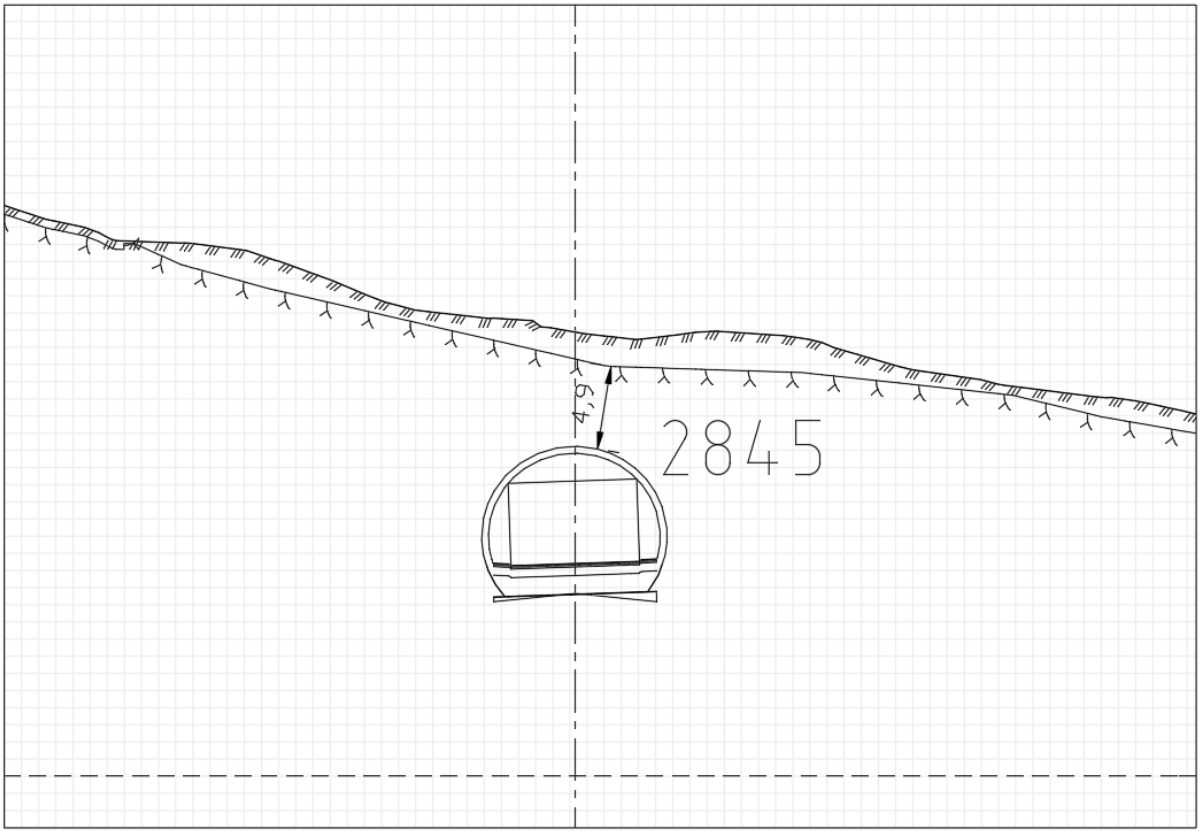
570

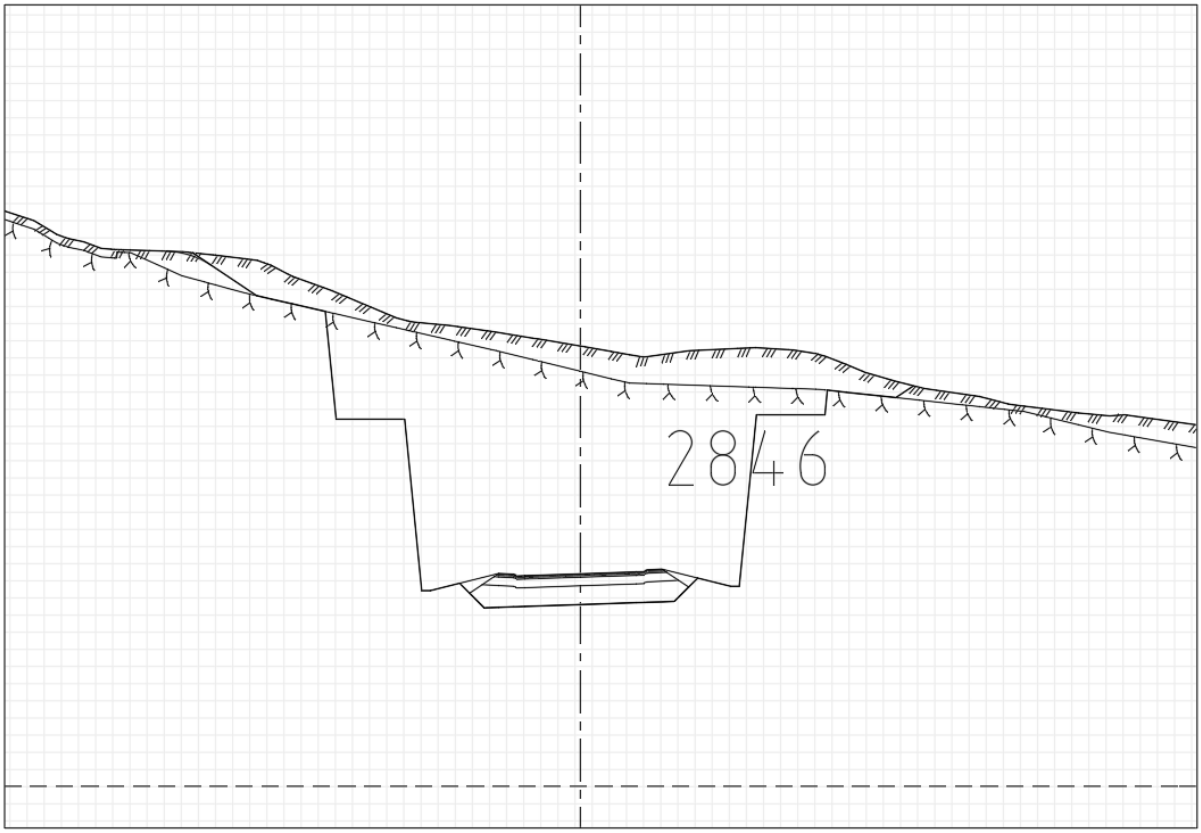

580

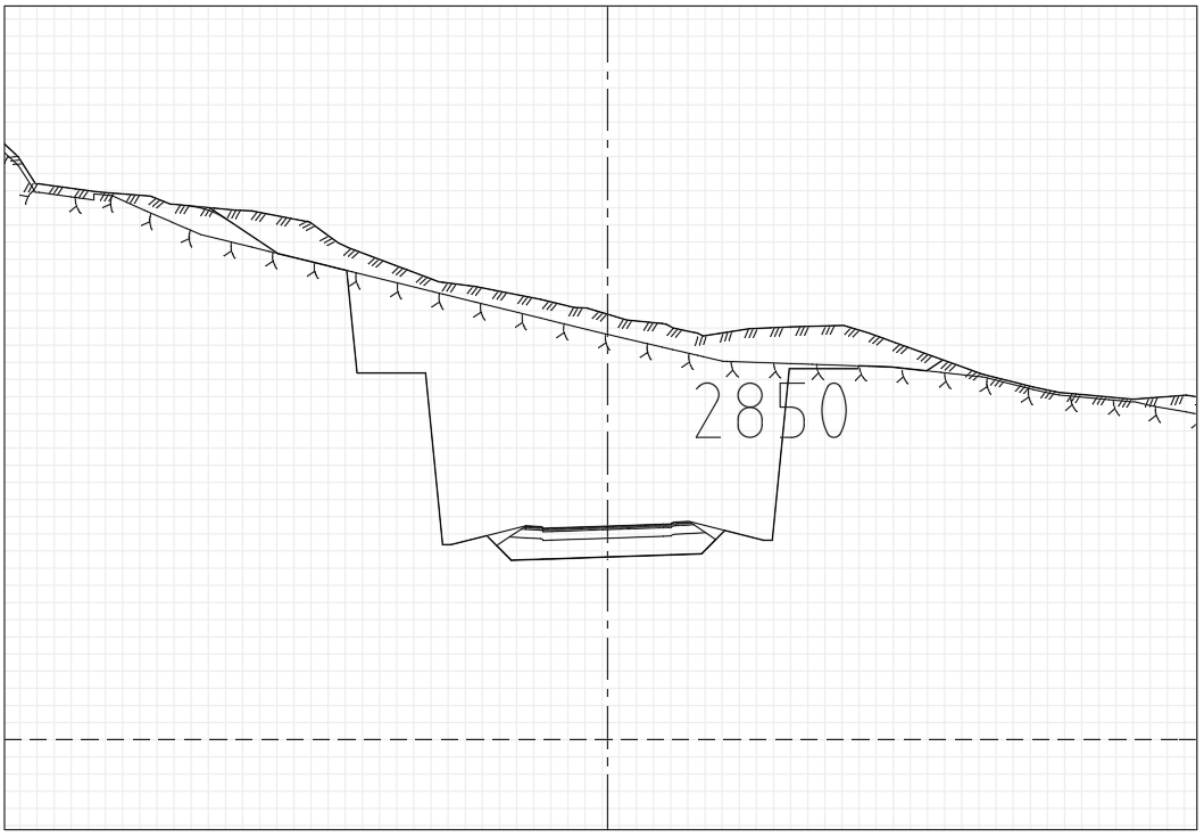
590

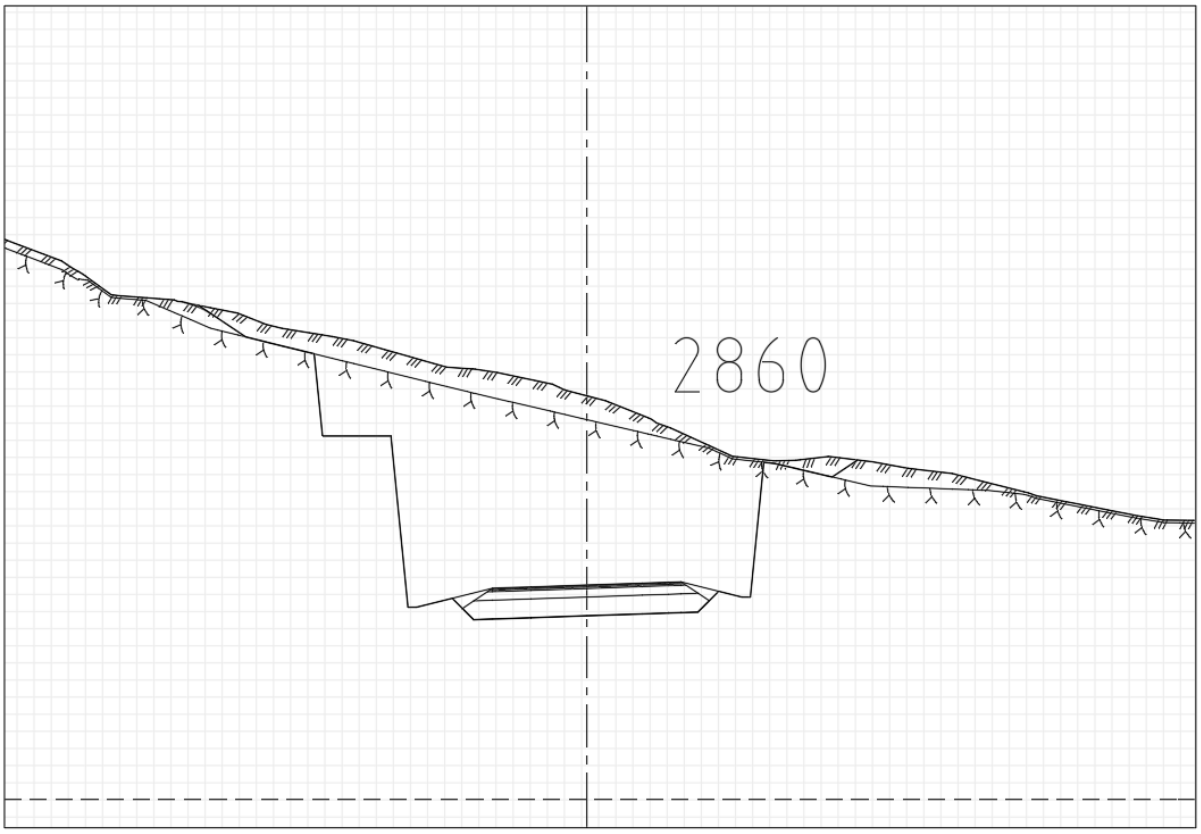

599

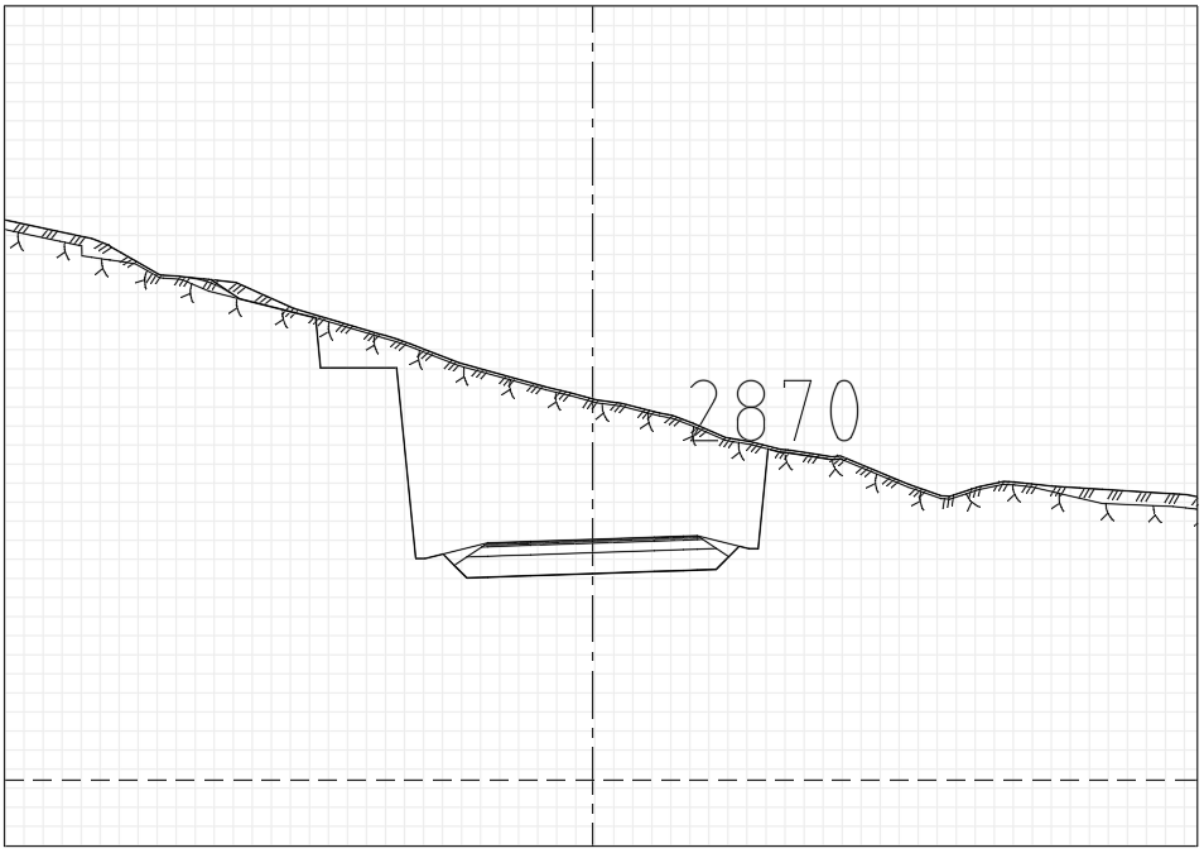

7,3
600

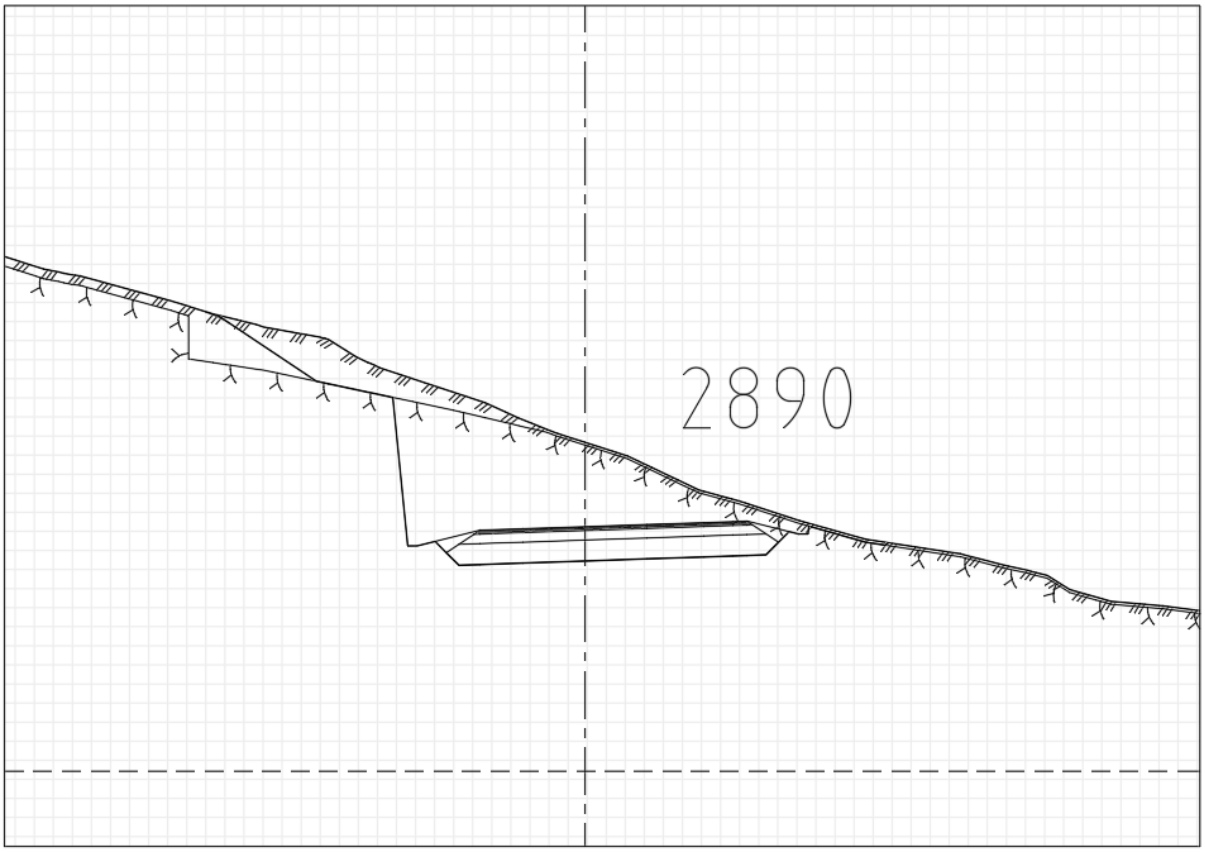

4,9
2845

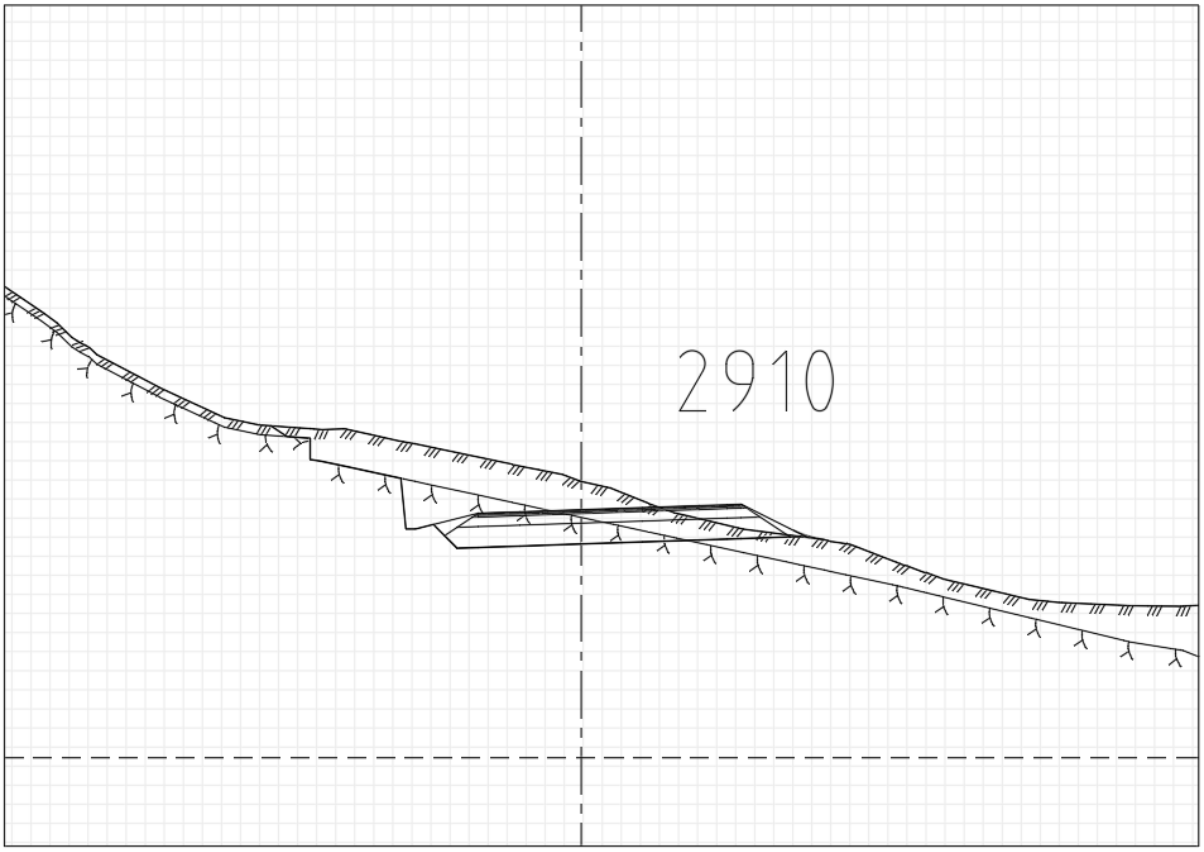

2846

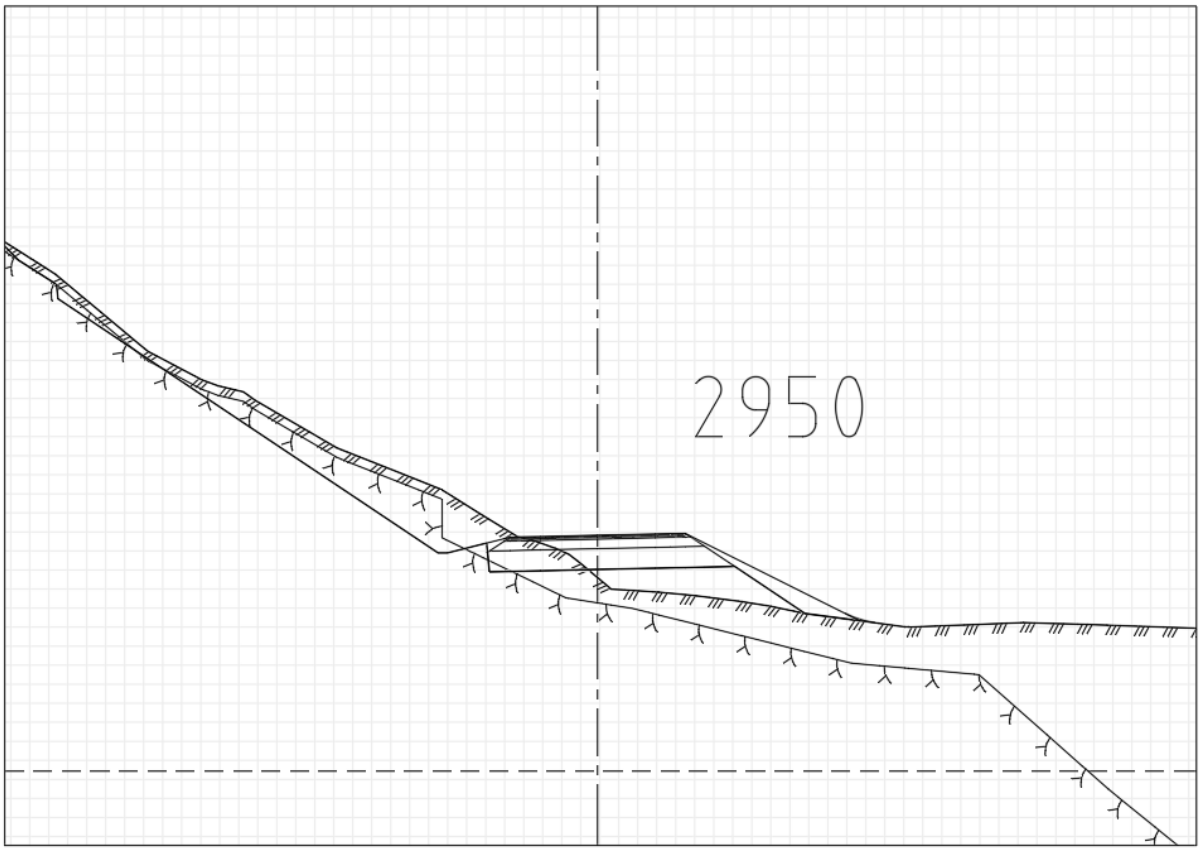

2850


2860

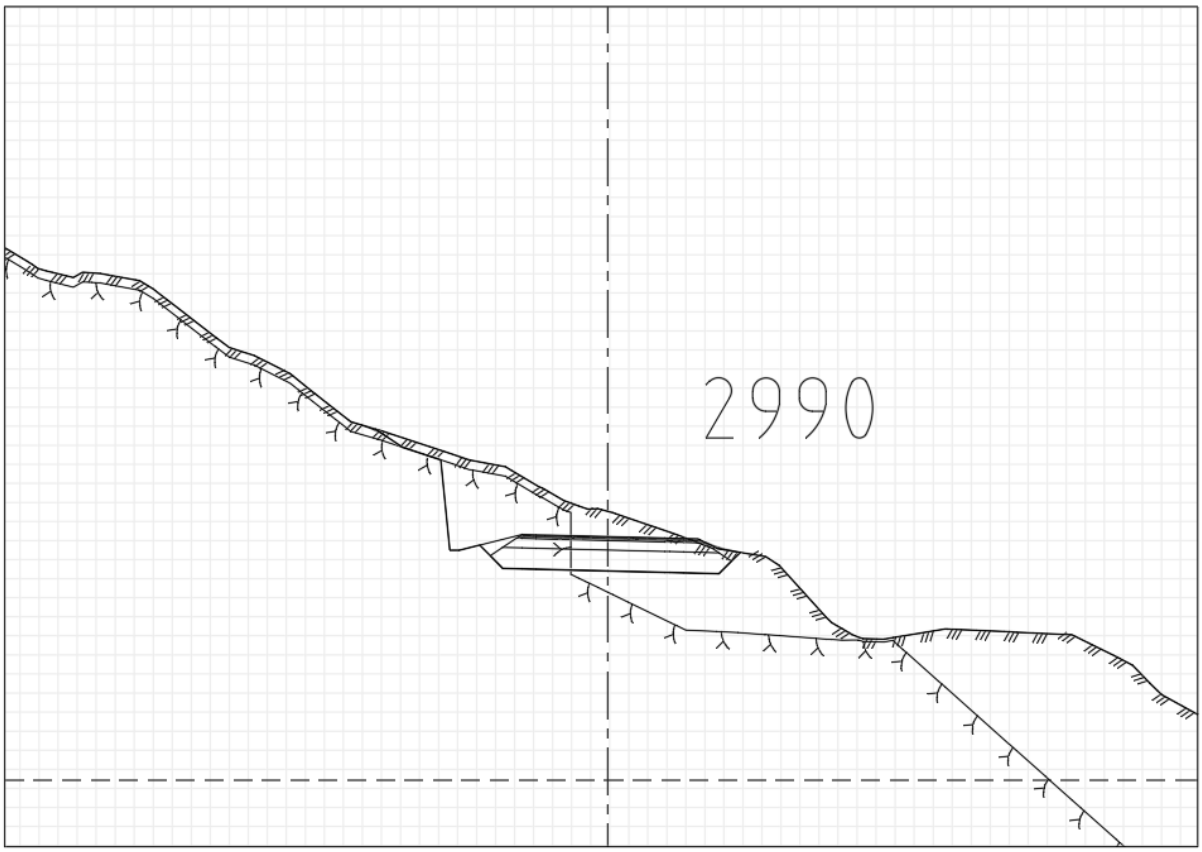

2870

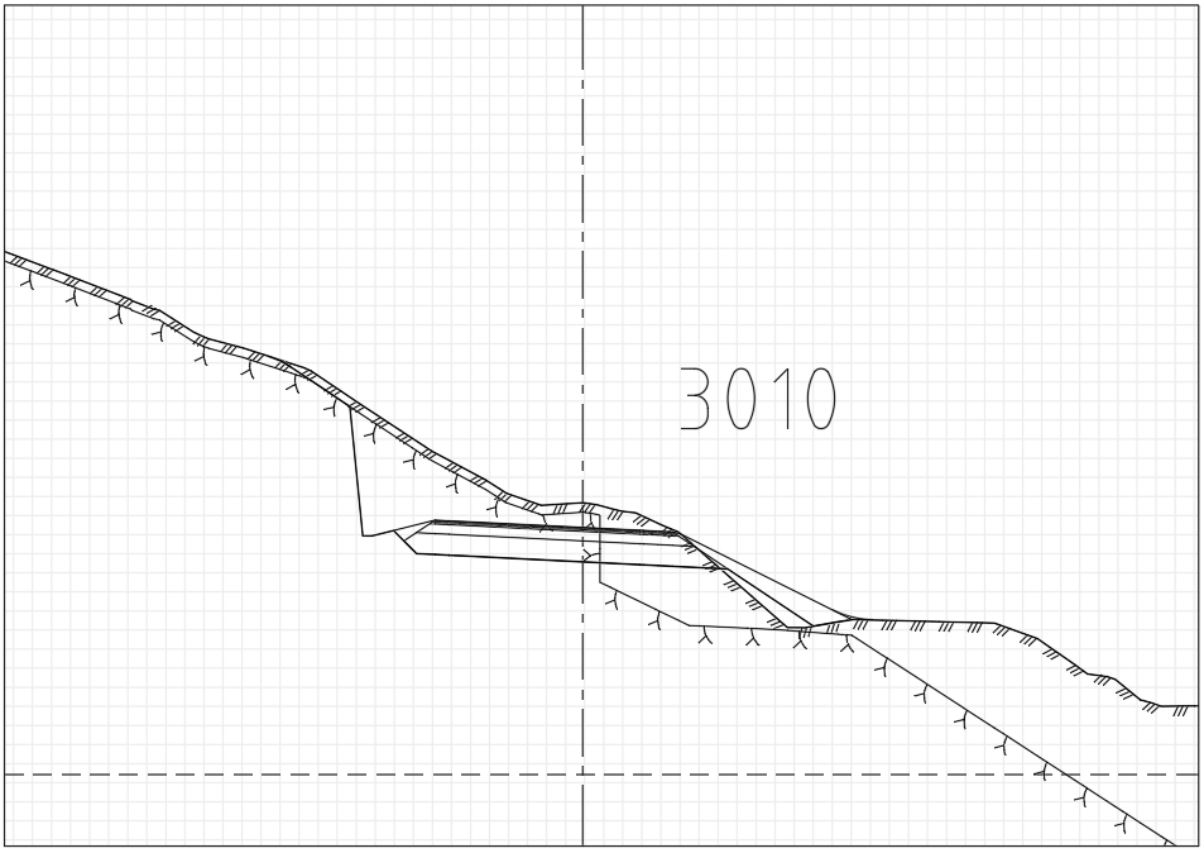

2890


2910

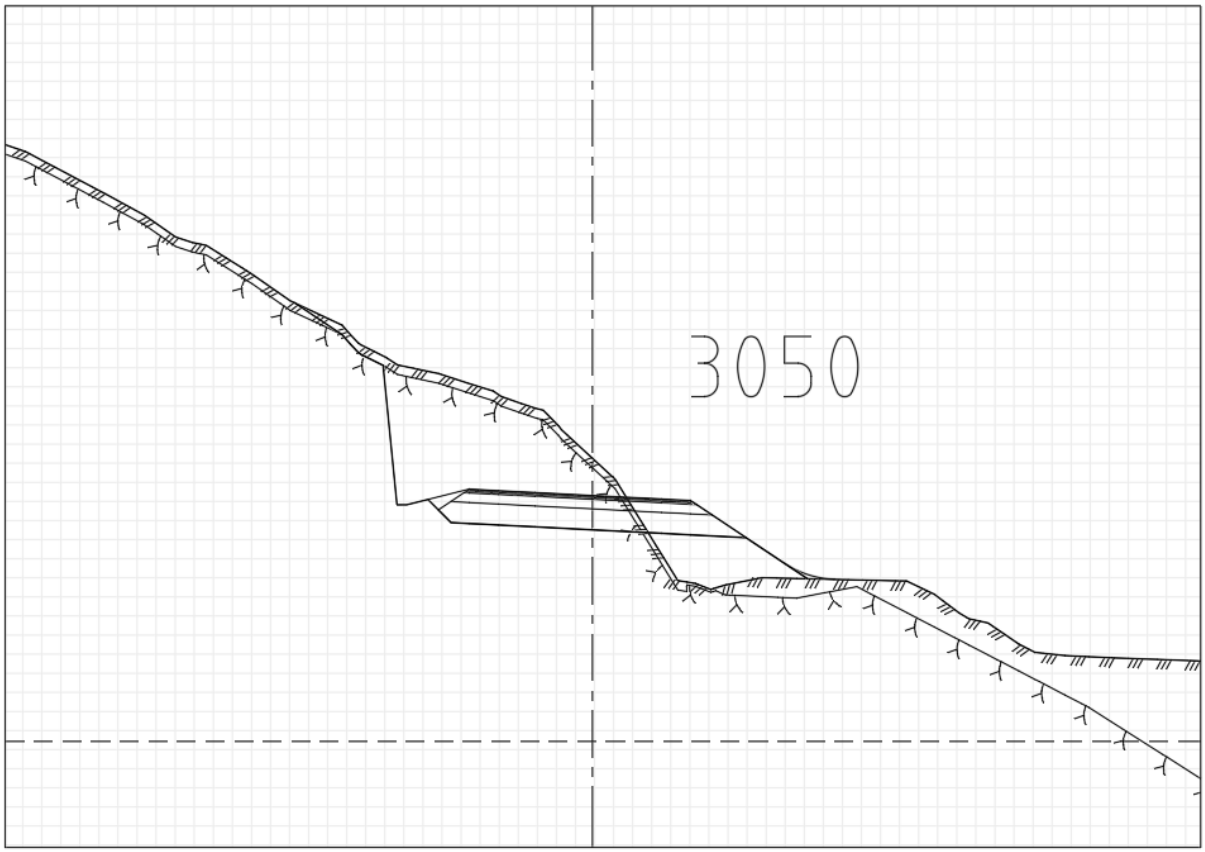

2950

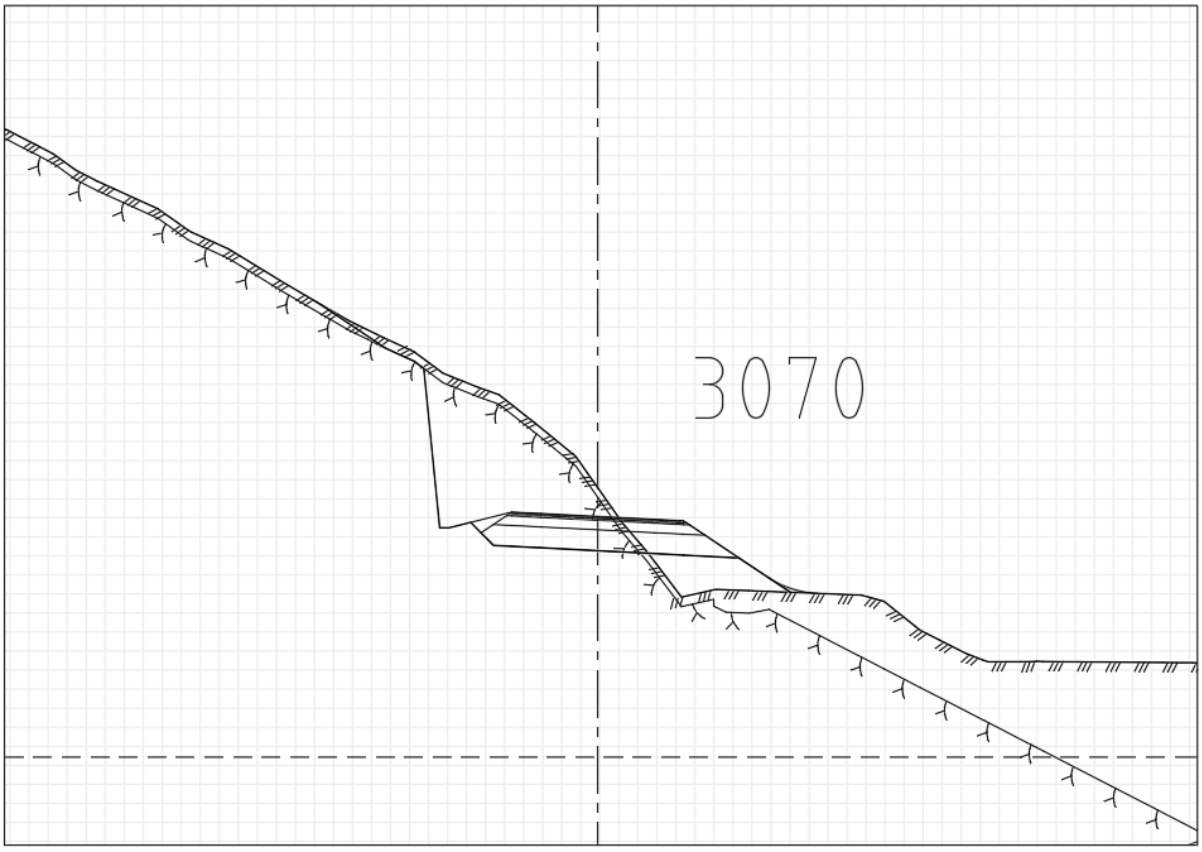
2970


2990

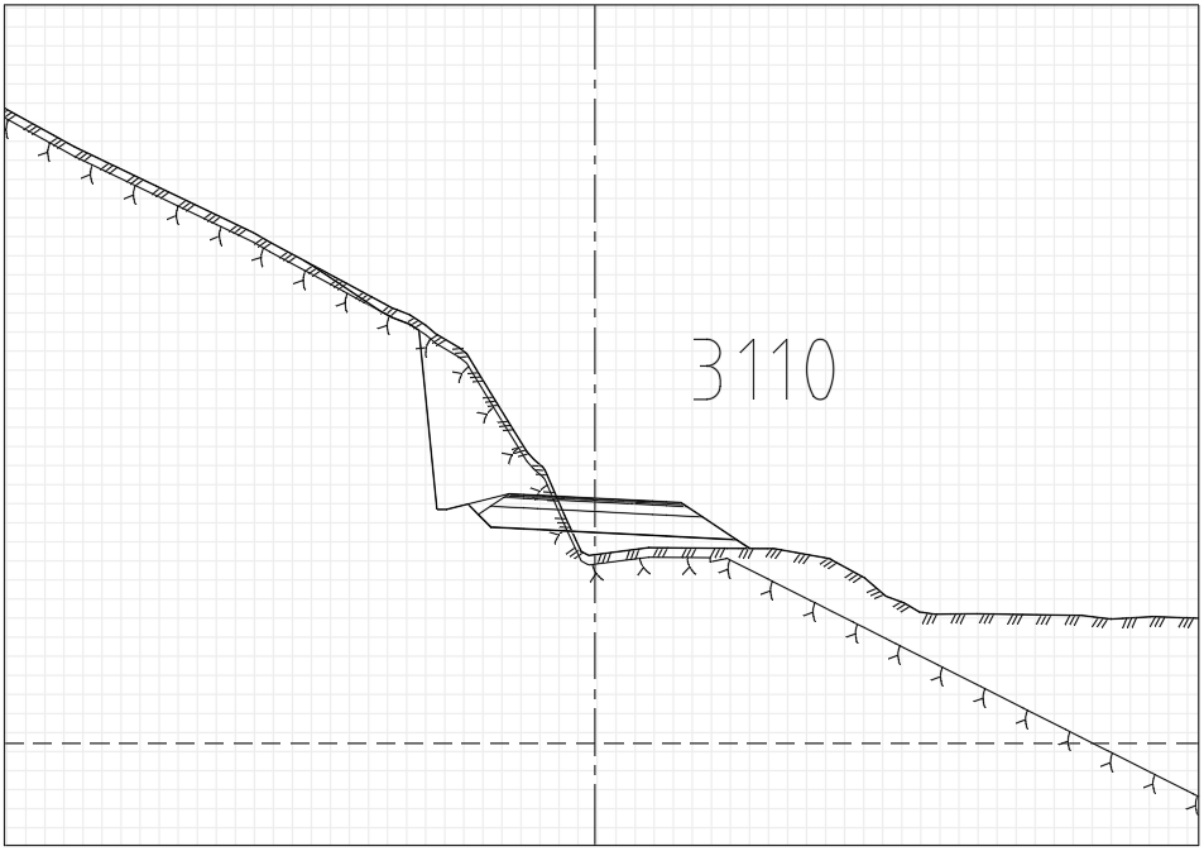

3010

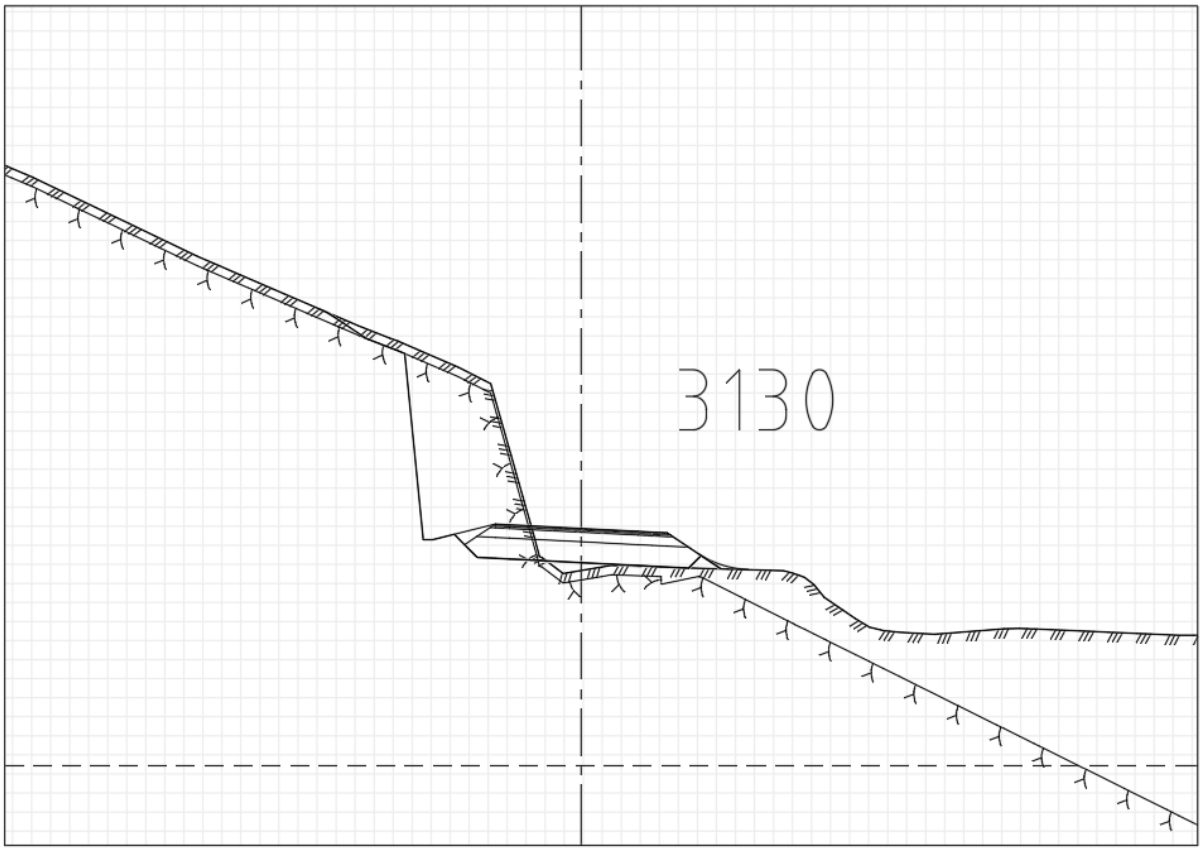
3030

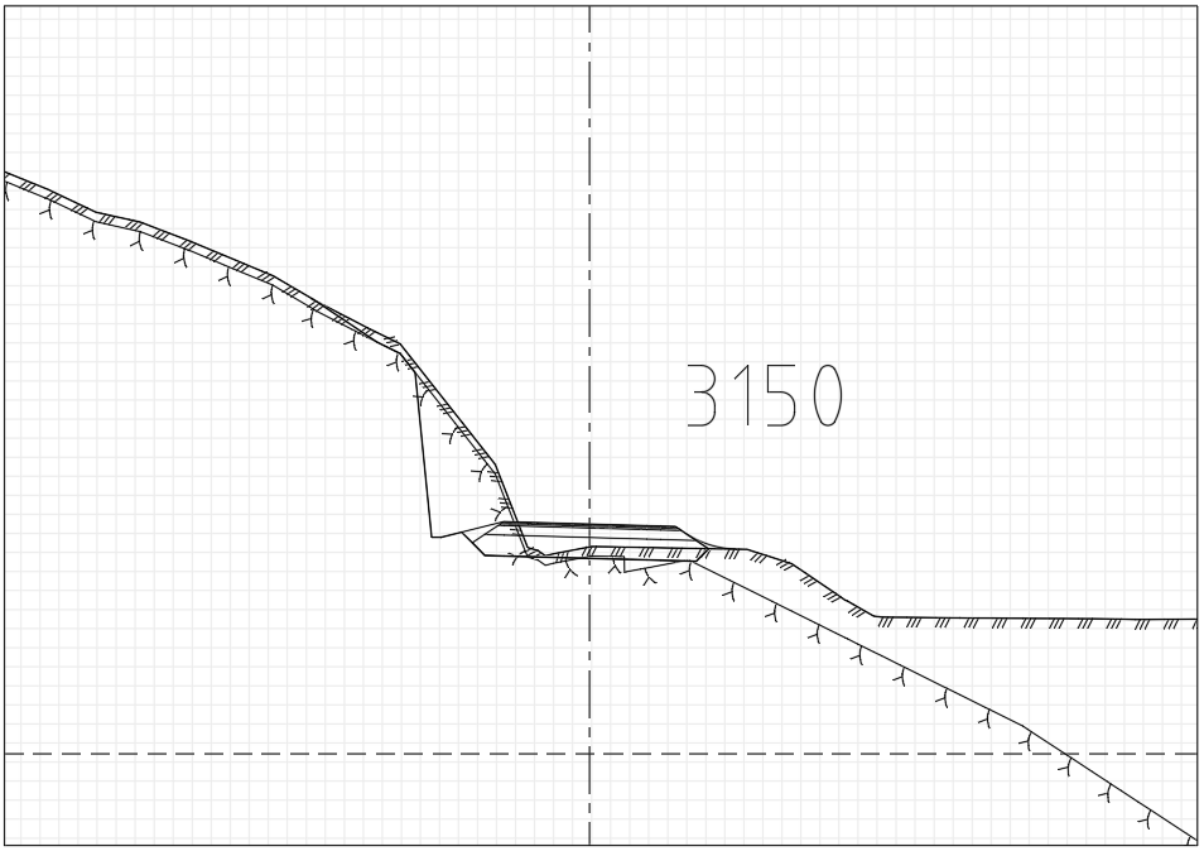

3050

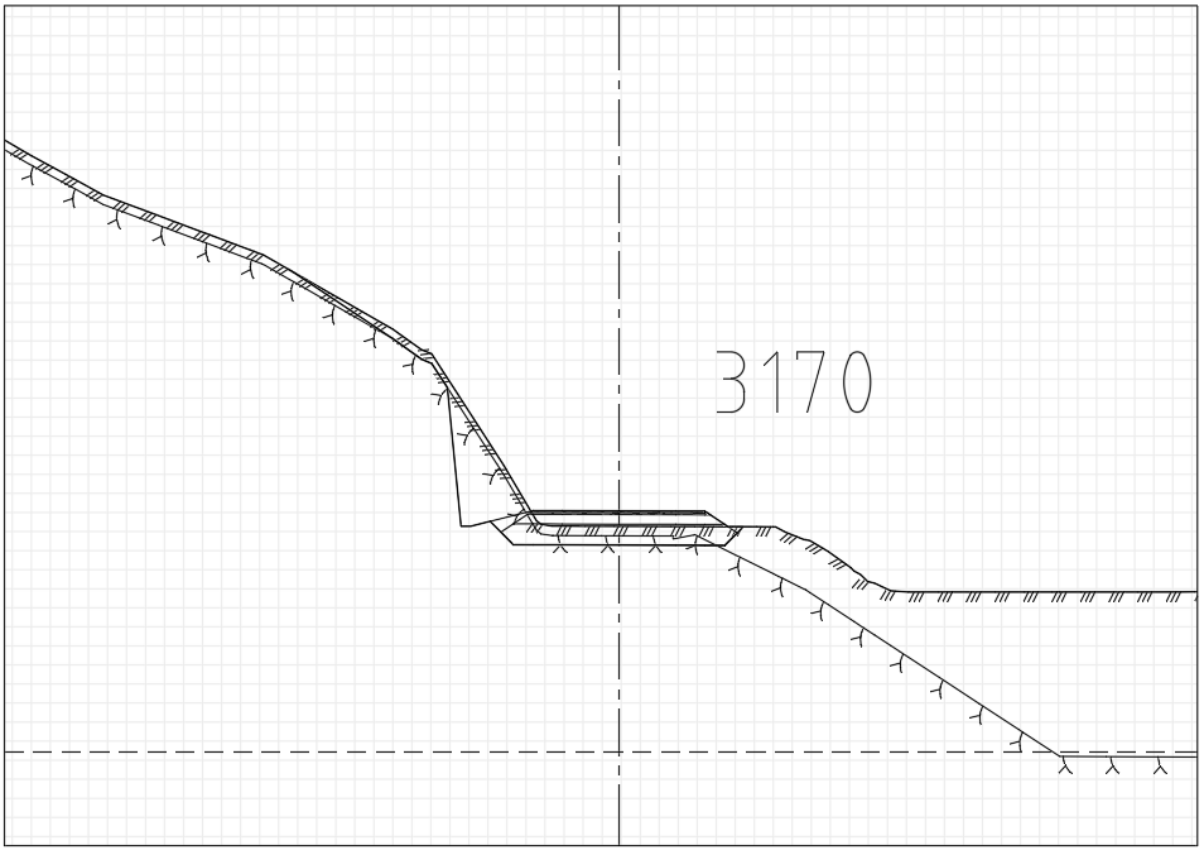

3070

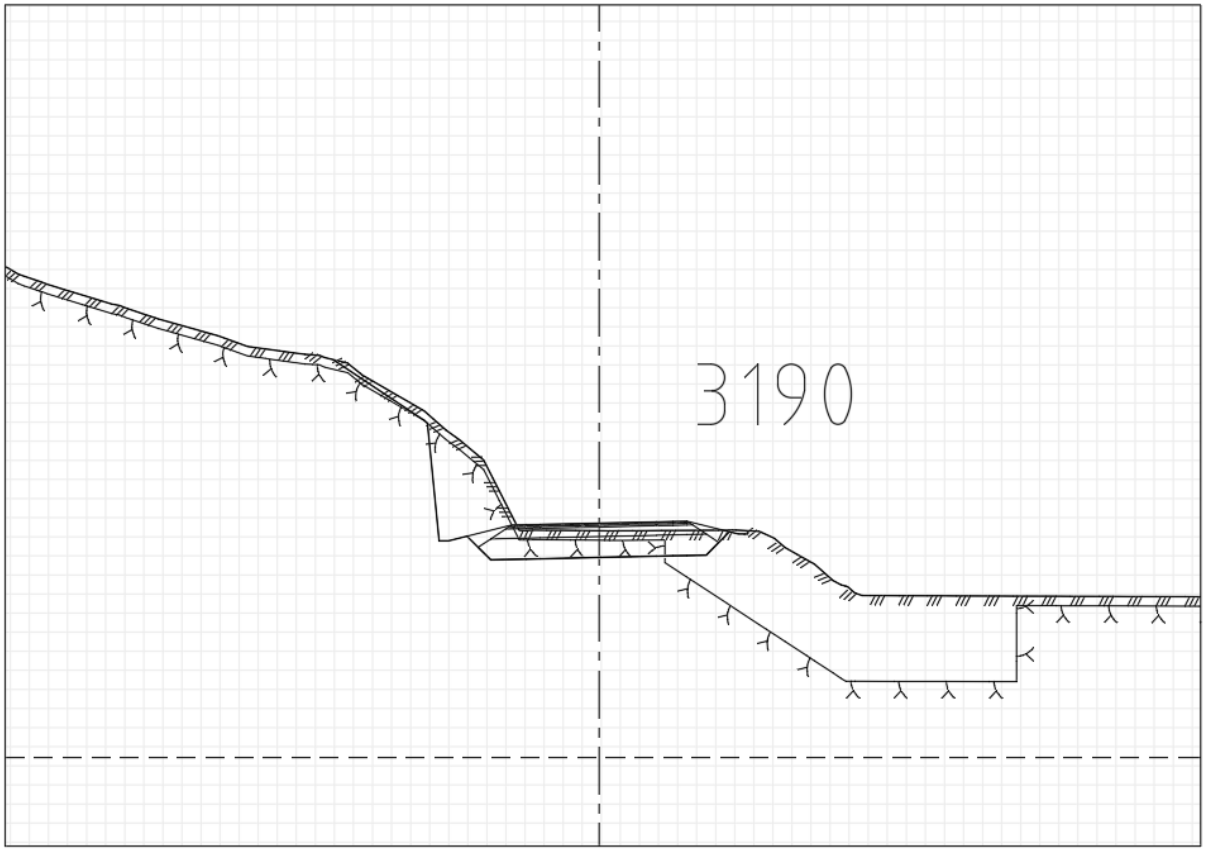
3090


3110


3130


3150


3170


3190

Grenseverdi for vertikal svingehastighet etter NS 8141:2001

Prosjektnr.:	10227321	**Dato :**	25.04.2022
Prosjekt:	Fv. 30 Svølgja	**Init.:**	nomarg
Kommentar:	Gnr/Bnr 217/1 Moavegen 115	**Side.:**	1

Beregning etter NS 8141:2001
"Vibrasjoner og støt, måling av svingehastighet og beregning av veiledende grenseverdier for å unngå skade på byggverk"

Beregningsformel for grenseverdien, v

$v = v_0 \cdot F_g \cdot F_b \cdot F_d \cdot F_k$

Hvor:

$v_0 = 20$ mm/s

F_g - Grunnforholdsfaktor

F_b - Byggverksfaktor, $F_b = k_b \cdot k_m \cdot k_f$

- k_b - Byggverksklasse
- k_m - Materialfaktor
- k_f - Fundamenteringsfaktor

F_d - Avstandsfaktor

F_k - Kildefaktor

Kan redigeres av bruker

Grunnforholdsfaktor, F_g

Hovedgruppe			Løsmasser
Undergruppe			Fast lagret morene, fylling med komprimert sprengstein
Grunnforholdsfaktor	F_g	=	**1,8**

Byggverksfaktor, F_b

Byggfaktor, k_b

Type byggverk			Vanlige boliger
Byggfaktor	k_b	=	1,0

Materialfaktor, k_m

Hovedmateriale			Uarmert betong, betonghullstein, murverk, lettklinkerbetong og lignende
Materialfaktor	k_m	=	1,0

Fundamenteringsfaktor, k_f

Fundamenteringsmåte			Bankett, veggskive, søylefundament
Fundamenteringsfaktor	k_f	=	0,7

Byggverksfaktor, $F_b = k_b \cdot k_m \cdot k_f$	F_b	=	**0,7**

Avstandsfaktor, F_d

Avstand til vibrasjonskilde i m	d	=	60
Vibrasjonskilde			Sprengning
Avstandsfaktor	F_d	=	**0,62**

Kildefaktor, F_k

Vibrasjonskilde			Sprengning
Grunnforholdsfaktor	F_g	=	**1,0**

Grenseverdi for maksimal vertikal svingehastighet, v

Grenseverdi	**v**	=	**15,6**	**mm/s**

Grenseverdi for vertikal svingehastighet etter NS 8141:2001

Prosjektnr.:	10227321	**Dato :**	25.04.2022
Prosjekt:	Fv. 30 Svølgja	**Init.:**	nomarg
Kommentar:	Gnr/Bnr 218/1 Egga nordre	**Side.:**	1

Beregning etter NS 8141:2001
"Vibrasjoner og støt, måling av svingehastighet og beregning av veiledende grenseverdier for å unngå skade på byggverk"

Beregningsformel for grenseverdien, v

$v = v_0 \cdot F_g \cdot F_b \cdot F_d \cdot F_k$

Hvor:

$v_0 = 20$ mm/s

F_g - Grunnforholdsfaktor

F_b - Byggverksfaktor, $F_b = k_b \cdot k_m \cdot k_f$

- k_b - Byggverksklasse
- k_m - Materialfaktor
- k_f - Fundamenteringsfaktor

F_d - Avstandsfaktor

F_k - Kildefaktor

Kan redigeres av bruker

Grunnforholdsfaktor, F_g

Hovedgruppe			Løsmasser
Undergruppe			Fast lagret morene, fylling med komprimert sprengstein
Grunnforholdsfaktor	F_g	=	**1,8**

Byggverksfaktor, F_b

Byggfaktor, k_b

Type byggverk			Vanlige boliger
Byggfaktor	k_b	=	1,0

Materialfaktor, k_m

Hovedmateriale			Uarmert betong, betonghullstein, murverk, lettklinkerbetong og lignende
Materialfaktor	k_m	=	1,0

Fundamenteringsfaktor, k_f

Fundamenteringsmåte			Bankett, veggskive, søylefundament
Fundamenteringsfaktor	k_f	=	0,7

Byggverksfaktor, $F_b = k_b \cdot k_m \cdot k_f$	F_b	=	**0,7**

Avstandsfaktor, F_d

Avstand til vibrasjonskilde i m	d	=	100
Vibrasjonskilde			Sprengning
Avstandsfaktor	F_d	=	**0,56**

Kildefaktor, F_k

Vibrasjonskilde			Sprengning
Grunnforholdsfaktor	F_g	=	**1,0**

Grenseverdi for maksimal vertikal svingehastighet, v

Grenseverdi	**v**	=	**14,2**	**mm/s**

Grenseverdi for vertikal svingehastighet etter NS 8141:2001

Prosjektnr.:	10227321	**Dato :**	25.04.2022
Prosjekt:	Fv. 30 Svølgja	**Init.:**	nomarg
Kommentar:	Gnr/Bnr 218/2 Egga søndre	**Side.:**	1

Beregning etter NS 8141:2001
"Vibrasjoner og støt, måling av svingehastighet og beregning av veiledende grenseverdier for å unngå skade på byggverk"

Beregningsformel for grenseverdien, v

$v = v_0 \cdot F_g \cdot F_b \cdot F_d \cdot F_k$

Hvor:

$v_0 = 20$ mm/s

F_g - Grunnforholdsfaktor

F_b - Byggverksfaktor, $F_b = k_b \cdot k_m \cdot k_f$

- k_b - Byggverksklasse
- k_m - Materialfaktor
- k_f - Fundamenteringsfaktor

F_d - Avstandsfaktor

F_k - Kildefaktor

Kan redigeres av bruker

Grunnforholdsfaktor, F_g

Hovedgruppe			Løsmasser
Undergruppe			Fast lagret morene, fylling med komprimert sprengstein
Grunnforholdsfaktor	F_g	=	**1,8**

Byggverksfaktor, F_b

Byggfaktor, k_b

Type byggverk			Vanlige boliger
Byggfaktor	k_b	=	1,0

Materialfaktor, k_m

Hovedmateriale			Uarmert betong, betonghullstein, murverk, lettklinkerbetong og lignende
Materialfaktor	k_m	=	1,0

Fundamenteringsfaktor, k_f

Fundamenteringsmåte			Bankett, veggskive, søylefundament
Fundamenteringsfaktor	k_f	=	0,7

Byggverksfaktor, $F_b = k_b \cdot k_m \cdot k_f$	F_b	=	**0,7**

Avstandsfaktor, F_d

Avstand til vibrasjonskilde i m	d	=	90
Vibrasjonskilde			Sprengning
Avstandsfaktor	F_d	=	**0,57**

Kildefaktor, F_k

Vibrasjonskilde			Sprengning
Grunnforholdsfaktor	F_g	=	**1,0**

Grenseverdi for maksimal vertikal svingehastighet, v

Grenseverdi	**v**	=	**14,5**	**mm/s**

Grenseverdi for vertikal svingehastighet etter NS 8141:2001

Prosjektnr.:	10227321	**Dato :**	25.04.2022
Prosjekt:	Fv. 30 Svølgja	**Init.:**	nomarg
Kommentar:	Gnr/Bnr 219/3 Haltdalsvegen 57	**Side.:**	1

Beregning etter NS 8141:2001
"Vibrasjoner og støt, måling av svingehastighet og beregning av veiledende grenseverdier for å unngå skade på byggverk"

Beregningsformel for grenseverdien, v

$v = v_0 \cdot F_g \cdot F_b \cdot F_d \cdot F_k$

Hvor:

$v_0 = 20$ mm/s

F_g - Grunnforholdsfaktor

F_b - Byggverksfaktor, $F_b = k_b \cdot k_m \cdot k_f$

- k_b - Byggverksklasse
- k_m - Materialfaktor
- k_f - Fundamenteringsfaktor

F_d - Avstandsfaktor

F_k - Kildefaktor

Kan redigeres av bruker

Grunnforholdsfaktor, F_g

Hovedgruppe			Løsmasser
Undergruppe			Fast lagret morene, fylling med komprimert sprengstein
Grunnforholdsfaktor	F_g	=	**1,8**

Byggverksfaktor, F_b

Byggfaktor, k_b

Type byggverk			Vanlige boliger
Byggfaktor	k_b	=	1,0

Materialfaktor, k_m

Hovedmateriale			Uarmert betong, betonghullstein, murverk, lettklinkerbetong og lignende
Materialfaktor	k_m	=	1,0

Fundamenteringsfaktor, k_f

Fundamenteringsmåte			Bankett, veggskive, søylefundament
Fundamenteringsfaktor	k_f	=	0,7

Byggverksfaktor, $F_b = k_b \cdot k_m \cdot k_f$	F_b	=	**0,7**

Avstandsfaktor, F_d

Avstand til vibrasjonskilde i m	d	=	90
Vibrasjonskilde			Sprengning
Avstandsfaktor	F_d	=	**0,57**

Kildefaktor, F_k

Vibrasjonskilde			Sprengning
Grunnforholdsfaktor	F_g	=	**1,0**

Grenseverdi for maksimal vertikal svingehastighet, v

Grenseverdi	**v**	=	**14,5**	**mm/s**

Grenseverdi for vertikal svingehastighet etter NS 8141:2001

Prosjektnr.:	10227321	**Dato :**	25.04.2022
Prosjekt:	Fv. 30 Svølgja	**Init.:**	nomarg
Kommentar:	Gnr/Bnr 219/1 Haltdalsvegen 41	**Side.:**	1

Beregning etter NS 8141:2001
"Vibrasjoner og støt, måling av svingehastighet og beregning av veiledende grenseverdier for å unngå skade på byggverk"

Beregningsformel for grenseverdien, v

$v = v_0 \cdot F_g \cdot F_b \cdot F_d \cdot F_k$

Hvor:

$v_0 = 20$ mm/s

F_g - Grunnforholdsfaktor

F_b - Byggverksfaktor, $F_b = k_b \cdot k_m \cdot k_f$

- k_b - Byggverksklasse
- k_m - Materialfaktor
- k_f - Fundamenteringsfaktor

F_d - Avstandsfaktor

F_k - Kildefaktor

Kan redigeres av bruker

Grunnforholdsfaktor, F_g

Hovedgruppe			Løsmasser
Undergruppe			Fast lagret morene, fylling med komprimert sprengstein
Grunnforholdsfaktor	F_g	=	**1,8**

Byggverksfaktor, F_b

Byggfaktor, k_b

Type byggverk			Vanlige boliger
Byggfaktor	k_b	=	1,0

Materialfaktor, k_m

Hovedmateriale			Uarmert betong, betonghullstein, murverk, lettklinkerbetong og lignende
Materialfaktor	k_m	=	1,0

Fundamenteringsfaktor, k_f

Fundamenteringsmåte			Bankett, veggskive, søylefundament
Fundamenteringsfaktor	k_f	=	0,7

Byggverksfaktor, $F_b = k_b \cdot k_m \cdot k_f$	F_b	=	**0,7**

Avstandsfaktor, F_d

Avstand til vibrasjonskilde i m	d	=	160
Vibrasjonskilde			Sprengning
Avstandsfaktor	F_d	=	**0,51**

Kildefaktor, F_k

Vibrasjonskilde			Sprengning
Grunnforholdsfaktor	F_g	=	**1,0**

Grenseverdi for maksimal vertikal svingehastighet, v

Grenseverdi	**v**	=	**13,0**	**mm/s**