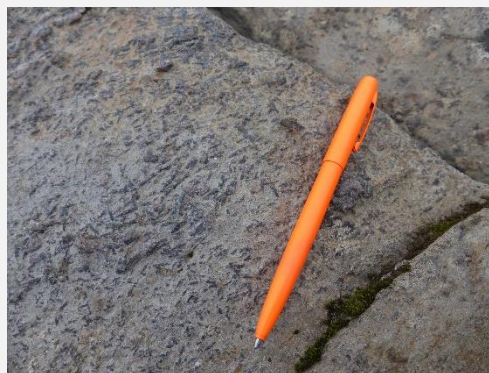
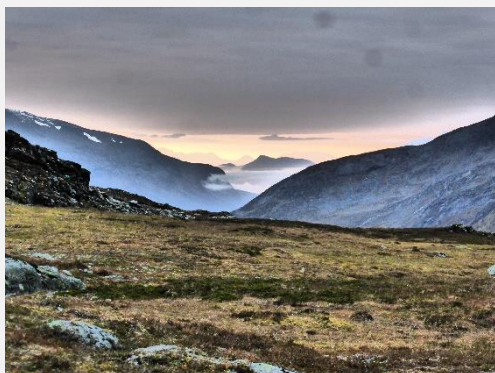


INGENIØRGEOLOGISK RAPPORT TIL REGULERINGSPLAN KVÆNANGSFJELLTUNNELEN

Denne rapporten beskriver geologiske forhold og
ingeniørgeologiske vurderinger for prosjektet

Dato: 10.02.2021
Versjon: 02



Dokumentinformasjon

Oppdragsgiver:	Nye Veier AS
Tittel på rapport:	Ingeniørgeologisk rapport til reguleringsplan Kvæangsfjelltunnelen
Oppdragsnavn:	E6 Kvæangsfjellet - Grunnundersøkelser og ing.geo
Oppdragsnummer:	618455-23
Utarbeidet av:	Anja Hammernes Pedersen
Oppdragsleder:	Torill Utheim
Tilgjengelighet:	Åpen

Kort sammendrag

I forbindelse med utbedringen av den værutsatte fjellovergangen over Kvæangsfjellet, planlegger Nye Veier AS ny trasé for E6 mellom Oksfjordhamn og Karvika, i hhv. Nordreisa kommune og Kvæangen kommune. Asplan Viak er engasjert for å utføre ingeniørgeologiske vurderinger og grunnundersøkelser for prosjektet som bl.a. omfatter Mettevolltunnelen og Kvæangsfjelltunnelen.

Denne rapporten tar for seg Kvæangsfjelltunnelen. Planlagt tunnel er 3320 m lang med tverrsnitt T9,5. Rapporten beskriver geologiske forhold og ingeniørgeologiske vurderinger i prosjektet for reguleringsplan.

Eksisterende veg på strekningen har en årsdøgnstrafikk på 700-850 kjøretøy/døgn. Tunge kjøretøy utgjør opp mot 1/3 av disse. Formålet med prosjektet er å sikre bedre og tryggere fremkommelighet på den eneste gjennomgående hovedforbindelsen mellom Tromsø og Alta.

Vestre påhugg er plassert i en bergrygg ca. 500 m sør for eksisterende E6. Påhugget er ikke innenfor aktsomhetsområder for skred, den største utfordringen vil være drivsnø og å unngå oppsamling av snø ved portalmunningen. Østre påhugg er plassert i en terrassert skråning, rett sørvest for Storsvingen ved eksisterende E6. Østre påhugg ligger innenfor utløpsområde for snøskred og det er kjent at det løsner mindre snøskred her innimellom. Påhugget må sikres mot snøskred både i anleggsfasen og på permanent basis. Vurderinger knyttet til skredfare ved påhuggsområder foreligger i egen rapport.

Ved påhugg vest er det registrert to mulig svakhetssoner som krysser tunnelen ved henholdsvis profil 9850 og 9870. På østsiden er det flere antatte svakhetssoner observert på skyggerelieff og i felt, i tillegg er det registrert mulige svakhetssoner basert på seismikk. Det må påregnes at det kan bli behov for tyngre sikring i forbindelse med svakhetssoner, eksempelvis forbolting og/eller sprøytebetongbuer. Det forventes normalt sikringsomfang for tunnelen. Tunnelen vurderes som gjennomførbar.

02	10.02.2021	Revisjon etter uavhengig kontroll	AHP	PN, TU
01	30.10.2020	Ingeniørgeologisk rapport til reguleringsplan Kvæangsfjelltunnelen	AHP, TME	PN
VERSJON	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KS

Innhold

1. INNLEDNING	6
1.1. Bakgrunn	6
1.2. Avgrensinger	6
1.3. Grunnlag.....	7
1.3.1. Innhentet grunnlagsmateriale	7
1.3.2. Tidligere undersøkelser	7
1.3.3. Utførte undersøkelser i denne planfasen.....	8
1.4. Linjeføring og tverrsnitt	11
1.5. Geoteknisk kategori	13
2. FAKTADEL	15
2.1. Topografi og løsmasser.....	15
2.2. Berggrunnsgeologi.....	16
2.2.1. Bergarter	16
2.2.2. Oppsprekking	17
2.2.3. Svakhetssoner	22
2.3. Hydrologi og hydrogeologi	22
2.3.1. Grunnvannsbrønner	24
2.4. Skred og andre naturfarer	25
2.4.1. Aktsomhetsområder.....	25
2.4.2. Andre naturfarer	26
3. INGENIØRGEOLOGISKE VURDERINGER	27
3.1. Strukturgeologi og bergartsgrenser	27
3.1.1. Svakhetssoner i tunnelen	27
3.1.2. Strukturers innvirkning på driving og sikring av tunnelen	28
3.2. Bergoverdekning	28
3.3. Skredfare	29
3.4. Bergmasseklassifisering.....	30
3.4.1. Q-verdier for berg i dagen	30
3.4.2. Vurdering av beregnede Q-verdier	31
3.5. Hydrologiske forhold	31
3.5.1. Vannforhold i berggrunn og tunnel	31
3.5.2. Influensområdet.....	32
3.5.3. Miljøhensyn	32
3.5.4. Injeksjonsarbeider og tetthetskrav.....	33
3.5.5. Vann og frostsikring	33
3.6. Bergspenninger	35
3.7. Metodikk for uttak av bergmasse.....	35
3.8. Klassifisering av bergmassen	35
3.8.1. Anvendelse av sprengsteinsmassene	35
3.8.2. Borbarhet, borslitasje og sprengbarhet	35
3.9. Vibrasjoner.....	36
3.10. Bergsikring.....	36
3.10.1. Forskjæringer og tunnelpåhugg.....	36
3.10.2. Portaler.....	37
3.10.3. Kinematisk analyse forskjæringer	37

3.10.4. Antatt sikringsbehov i forskjæringer	38
3.10.5. Tunnel.....	38
3.11. Aktuelle undersøkelser i byggefasen	40
3.11.1. Sonderboringer	40
3.12. Usikkerhet	41
4. RÅDGIVENDE DEL	42
4.1. Bemanning	42
4.2. Sikkerhet, helse og arbeidsmiljø (SHA)	42
4.3. Videre undersøkelser	42
REFERANSER/KILDER	43

VEDLEGG

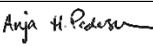
1. Observerte bergarter
2. Geologisk kart og lengdeprofil av traséen (1:1000)
3. Geologisk kart og lengdeprofil over påhuggsområder (1:500)
4. Tverrprofiler forskjæringer/påhugg (1:200)

Skjema: Valg av geoteknisk kategori, konsekvens-/pålitelighetsklasse, prosjekteringskontrollklasse.

Geoteknisk kategori	Konsekvens-/pålitelighetsklasse	Konsekvens-klasse	Beskrivelse
Geoteknisk kategori 1	CC1/RC1 <input type="checkbox"/>	CC1	Liten konsekvens i form av tap av menneskeliv, og små eller uvesentlige økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser
Geoteknisk kategori 2	CC2/RC2 <input checked="" type="checkbox"/>	CC2	Middels stor konsekvens i form av tap av menneskeliv, betydelige økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser
Geoteknisk kategori 3	CC3/RC3 <input checked="" type="checkbox"/>	CC3	Stor konsekvens i form av tap av menneskeliv eller svært store økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser

Kontrollklasse	Kategori	Omfang
PKK 1/UKK 1	1	Utføres av den som utførte prosjekteringen.
PKK 2/UKK 2	2	Kollegakontroll. Utføres av en annen person enn den som utførte prosjekteringen.
PKK 3/UKK 3	3	Uavhengig kontroll. Utføres av et annet firma enn det som utførte prosjekteringen.

Kategori/konsekvensklasse er fastsatt av

	Enhet/Navn	Signatur	Dato
Geoteknisk prosjekterende	Anja H. Pedersen		30.10.2020
Oppdragsgiver	Nye Veier AS		



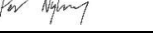
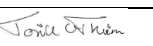
Kommentarer til valg av geoteknisk kategori/konsekvensklasse/pålitelighetsklasse

Det er krav om at Geoteknisk kategori 3 skal benyttes for tunnelpåhugg og for strekninger med liten bergoverdekning. Også for strekninger der det ventes ugunstige grunn- og stabilitetsforhold, eller en kombinasjon av flere uheldige forhold kreves geoteknisk kategori 3. Videre skal alle bergskjæringer over 10 m høyde i utgangspunktet plasseres i geoteknisk kategori 3.

Det er generelt lite løsmasser i påhuggsområdene og flere registrerte bergblotninger. Grunnforholdene vurderes i gjeldende planfase å medføre middels kompleksitet og vanskelighetsgrad for tunnelen. Tunnelen plasseres derfor i geoteknisk kategori 2.

For påhuggsområder og forskjæringer vurderes grunnforholdene å medføre høy kompleksitet og vanskelighetsgrad, grunnet høye bergskjæringer og stedvis meget tett oppsprekingsgrad av bergmassen. Påhuggsområder og forskjæringer plasseres derfor i geoteknisk kategori 3.

Prosjekteringskontroll

	Enhet/Navn	Signatur	Dato
Grunnleggende kontroll	Asplan Viak / Anja H. Pedersen		30.10.2020
Kollegakontroll	Asplan Viak / Tonje Mek Eidset		30.10.2020
Utvidet kollega-kontroll (U)	Asplan Viak / Per Nyberg		30.10.2020
Uavhengig kontroll (U)			
Godkjent	Asplan Viak / Torill Utheim		30.10.2020

Kontrollklasse	Kontrollform					
	Prosjektering			Utførelse		
	Egenkontroll	Intern, systematisk kontroll	Uavh. eller utvidet kontroll	Egenkontroll	Intern, systematisk kontroll	Uavh. eller utvidet kontroll
PKK 1/UKK 1	Kreves	Kreves ikke	Kreves ikke	Kreves	Kreves ikke	Kreves ikke
PKK 2/UKK 2	Kreves	Kreves	Kreves	Kreves	Kreves	Kreves*
PKK 3/UKK 3	Kreves	Kreves	Kreves	Kreves	Kreves	Kreves**

*Utvidet kontroll i prosjekterings- og utførelseskontrollklasse PKK2/UKK2 kan begrenses til en kontroll av at egenkontroll og intern systematisk kontroll (kollegakontroll) er gjennomført og dokumentert.

**Utvidet kontroll i prosjekterings- og utførelseskontrollklasse PKK3/UKK3 skal utføres som en faglig kontroll.

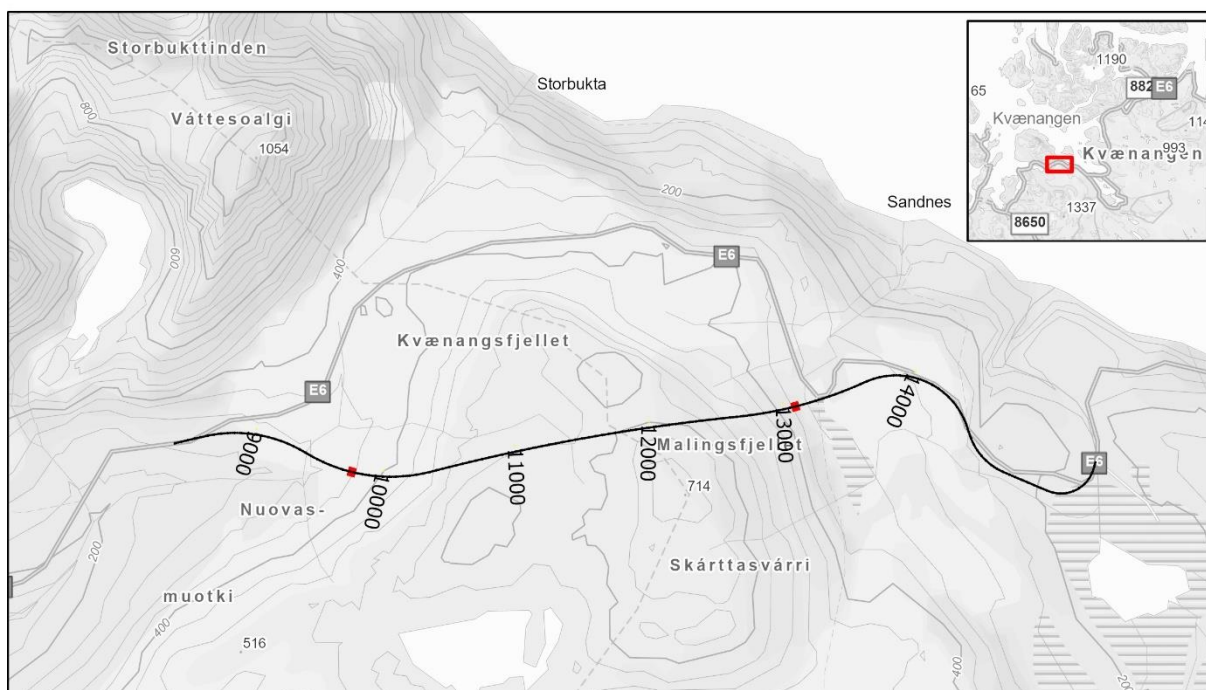
1. INNLEDNING

1.1. Bakgrunn

Nye Veier AS planlegger ny trasé for E6 mellom Oksfjordhamn og Karvika, i hhv. Nordreisa kommune og Kvænangen kommune (se Figur 1). Dagens E6 går over den værutsatte fjellovergangen Kvænangsfjellet, med utfordringer knyttet til skredfare og fokksnø på vinterstid. Dette, kombinert med bratt stigning og dårlig kurvatur, medfører også tilfeller der større kjøretøyer ikke kommer seg over fjellovergangen med stengning og kolonnekjøring som konsekvens.

Denne ingeniørgeologiske rapporten omtaler Kvænangsfjelltunnelen. Planlagt tunnel er 3320 m lang med tverrsnitt T9,5. Havarinisjer planlegges med tverrsnitt T12,5. På strekningen er det beskrevet at E6 er utsatt for drivsnø/fokksnø og bare i løpet av vinteren 2019/2020 har strekningen vært stengt over 70 ganger. Det foreligger en geologisk rapport for reguleringsplan som er utarbeidet av Statens vegvesen i 2016 [28]. Foreliggende rapport er utarbeidet for reguleringsplanfasen og omhandler tunnelen og dens forskjæringer. Håndbok N500 Vegtunneler [24] og N200 Vegbygging [25] er gjeldende for rapporten.

Alle referanser er i rapporten angitt med tall i klammerparantes som refererer til referanselisten bakerst i rapporten.



Figur 1: Oversiktskart som viser trasé for Kvænangsfjelltunnelen. Påhuggsområdene er markert med rødt i kartet.

1.2. Avgrensinger

Vurderingene avgrens seg til veglinjen som er presentert i reguleringsplanen. Hvis eventuelle justeringer knyttet til veglinjen gjøres, må rapporten revideres.

Vurderingene er basert på observasjoner fra befarig, kart og flyfoto, samt resultater fra grunnundersøkelser.

Skredfaren fra naturlig terreng er ikke vurdert i denne rapporten, og omtales spesielt i egen rapport [2].

1.3. Grunnlag

1.3.1. Innhentet grunnlagsmateriale

Tabell 1 oppsummerer informasjon tilknyttet grunnlagsmaterialet som er benyttet i forbindelse med den ingeniørgeologiske vurderingen for Kvæangsfjelltunnelen (dvs. type kilde, utgiver/eier og referanse). Som det går frem i tabellen, er det i hovedsak eksisterende topografiske og geologiske kart, flyfoto, skreddata, aktsomhetskart og arealinformasjon som er benyttet.

Tabell 1: Oversikt over grunnlagsmaterialet som er benyttet for den ingeniørgeologiske vurderingen. Relevante webadresser er oppgitt i referanselisten.

Type grunnlagsmateriale	Utgiver/Eier	Referanse
Arealinformasjon	Norsk institutt for Bioøkonomi (NIBIO)	[13]
Kart	Kartverket	[5]
Høydekart	Kartverket	[6]
Berggrunnskart, målestokk 1:50 000	Norges Geologiske Undersøkelse (NGU)	[8]
Løsmassekart i målestokk 1:50 000	NGU	[12]
Flyfoto/Ortofoto fra Norge i bilder	Statens vegvesen, NIBIO og Statens kartverk	[27]
Aktsomhetskart for skred	Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)	[13]
Registrerte skredhendelser	NVE	[21]
Bratthetskart for snøskred	NVE	[22]
Klimadata for Norge	NVE, Kartverket og Meteorologisk institutt	[23]
Grunnvannsdatabasen (GRANADA)	NGU	[18]
Grus-, pukk- og steintippdatabasen	NGU	[14]
Nasjonal database for grunnundersøkelser (NADAG)	NGU	[15]
E6 Kvæangsfjelltunnelen - Ingeiørgeologisk rapport til reguleringsplan	Statens vegvesen	[28]

1.3.2. Tidligere undersøkelser

Det er utført geofysiske undersøkelser og grunnboringer i planområdet tidligere. Geofysiske undersøkelser er utført av Norges Geologiske Undersøkelse (NGU) [16], mens grunnboringer er utført av Statens vegvesen [30].

Det ble i 2013 levert et forprosjekt for valg av løsning for bedring av regularitet over Kvæangsfjellet. Basert på dette er en silingsrapport levert i 2016 [28].

Det ble i 2014 utarbeidet en regulerings- og byggeplan for kortsiktige tiltak for økt regularitet over Kvæangsfjellet. Denne omfatter geologiske undersøkelser og rapport [29].

I forbindelse med Ingeiørgeologisk rapport til reguleringsplan fra 2016 [29] er det utført geologiske undersøkelser. Det er utført kartlegging av berggrunnen i påhuggsområdene samt langs

tunneltraséen. Det er også utført totalsonderinger ved påhuggsområde vest. Totalsonderingene viser løsmassemektheter på 1-3 m ved påhugget. Løsmasser er tidligere kartlagt av NGU og presentert i Kvartærgeologisk kart fra NGU.no [12].

1.3.2.1. Geofysiske undersøkelser

Planområdet dekkes av geofysiske undersøkelser utført av NGU i august-september 2015 som en del av MINN-prosjektet (Mineralressurser i Nord-Norge). Dette er et regjeringsinitiert program for å kartlegge mulighetene for å finne ulike mineraler i nord, deriblant gull.

Målinger er utført fra fly og helikopter. Resultat og vurderinger er presentert i NGUs rapport no. 2015.045 [16]. Avsnittet under oppsummerer kort resultatene fra kartleggingen. Merk at disse er avlest store kart som dekker et areal på over 850 km² og at avlesningsfeil derfor kan forekomme. Det vises til NGUs rapport for resultater [16].

1.3.2.2. Grunnboringer

Statens vegvesen (SVV) har tidligere utarbeidet en geoteknisk vurderingsrapport for Kvænangsfjellet, delstrekning 2 [30]. Informasjon om boringene fremgår også av nasjonal database for grunnundersøkelser (NADAG) [18]. Merk at grunnboringene i denne rapporten kun er gjort langs eksisterende E6.

Det er utført totalsonderinger for begge påhuggsområdene disse er beskrevet i Ingeniørgeologisk rapport til reguleringsplan fra 2016, men foreligger ikke i egen rapport [28]. Totalsonderingene viser 1,3 m til berg ved påhugg vest. Ved påhugg øst er det berg i dagen. Delstrekningen fra Tverrelva til Sandneselva ligger i høyfjellslandskap med små løsmassedybder, i hovedsak mindre enn 6 meter. Massene består av et tynt torvlag over løst lagret morene. Systematisk prøvetakning langs strekningen angir variasjon fra siltig sandig materiale til sandig grusig materiale. Overgangen til berg er stedvis utydelig på sonderingene og skyldes en svært forvitret dagsone på berget. Dette gjelder spesielt vest for Kvænangsfjelltunnelen.

1.3.3. Utførte undersøkelser i denne planfasen

I forbindelse med reguleringsplanarbeidet er det utført ingeniørgeologisk feltkartlegging, grunnboringer, refraksjonsseismikk og miljøgeologiske undersøkelser.

1.3.3.1. Ingeniørgeologisk feltkartlegging

Ingeniørgeologisk feltkartlegging ble gjennomført av ingeniørgeologene Tonje Mek Eidset og Anja H. Pedersen i perioden 3.-7. august og 1.-2. oktober 2020. Det var gode værforhold på befaringdagene.

Observasjoner i felt ble registrert i ArcGIS Collector og geologiske strukturer, da primært sprekker, ble kartlagt. Orienteringen på sprekker er målt ved begge påhuggsområder og ved bergblotninger langs traséen. Sprekkemålingene fra feltkartleggingen er illustrert grafisk i rosettplott og polplott. DIPS fra Rocscience er benyttet for å konstruere disse figurene.

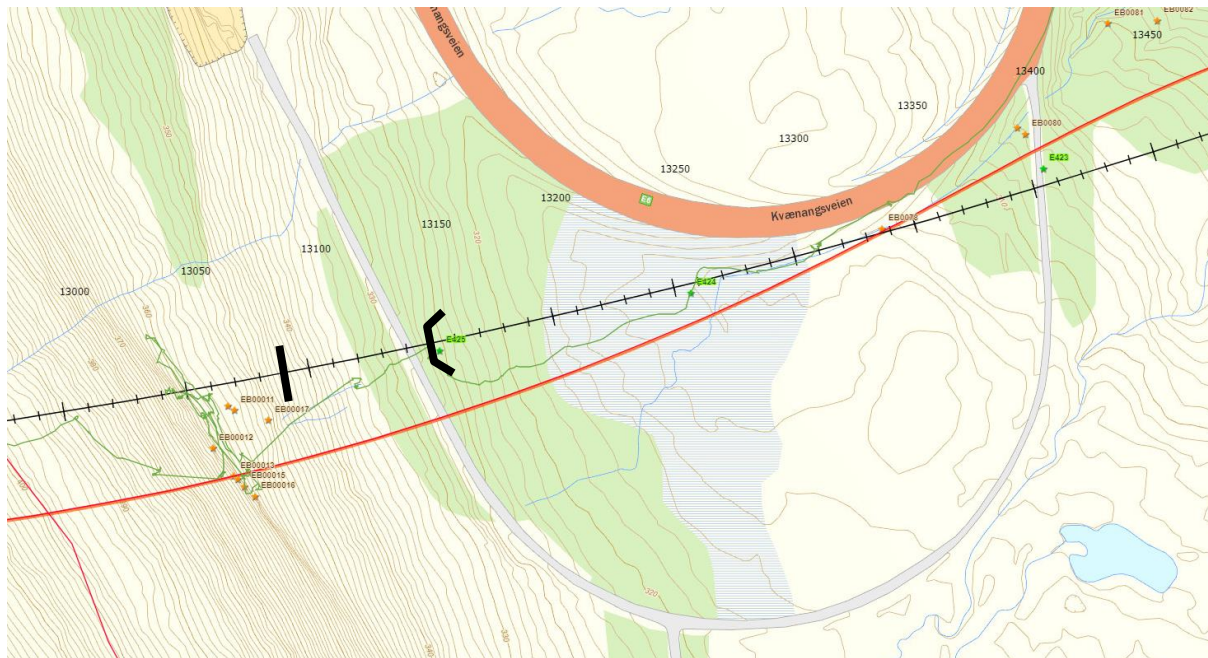
I forbindelse med feltkartleggingen ble det også utført målinger av pH-verdi og elektrisk ledningsevne i bekker og elver. Resultatene av disse fremgår av egen miljø- og hydrogeologisk rapport [1].

Ytterligere en kartlegging ble utført av Per Nyberg, Kristine Birkeli og Geir Kristoffer Godtland 20.08.2020. Under denne kartleggingen ble det i tillegg til ingeniørgeologiske vurderinger også utført fotografering av påhuggsområder og trasé med drone. Hovedfokus på denne befaringen var skred og bergskjæringer.

1.3.3.2. Grunnboringer

Lingen Grunnboring har utført grunnundersøkelser i påhuggsområde øst og i de delene av traséen som vil gå i dagen (Figur 2). Disse har inkludert totalsonderinger, enkle sonderinger og

prøvegravinger. Tabell 2 oppsummerer punktene som er undersøkt med hensyn til plassering, boret dybde, antagelser basert på resultater og metode benyttet. Der det ikke har vært adkomst eller behov for grunnundersøkelser er det gjort innmålinger av fjell i dagen. Registrert fjell i dagen fremgår av V-tegninger. På grunn av endret veglinje etter utførte grunnundersøkelser er det ikke foretatt grunnboringer av vestre påhuggsområde av Lingen Grunnboring.



Figur 2: Oversikt over utførte grunnundersøkelser og innmålinger ved påhugg øst (utklipp fra web-kart).

Tabell 2: Oversikt over utførte grunnundersøkelser (Kilde: Cosite, ERA Geo og Lingen Grunnboring).

Nr.	Sted	Profil	Boret dybde		Antagelser	Metode
			Løsmasse [m]	Berg [m]		
E423	Veg i dagen før østre påhugg	13410	1,43	3,07	Antatt berg på ca. 1,0 m.	Totalsondering
E424		13260	9,13	2,97	Står i bløt myr. Grått spylevann fra 3,6 m. Noe stein/grusknasing fra 1,5-4,5 m. Mulig sand fra ca. 4 m og ned. Kommer opp mye sand med spylevannet. Antatt berg på 9,2 m.	Totalsondering, enkel sondering og prøvetaking med naver.
E425		13150	7,18	3,0	Lagvis med steinknasing mellom 0,4-2,3 m. Gjennom boring av blokk fra 2,3-2,7 m. Sand/grusknasing fra 2,7 m og ned. Kommer opp mye sand med spylevannet. Antatt berg på 7 m.	Totalsondering

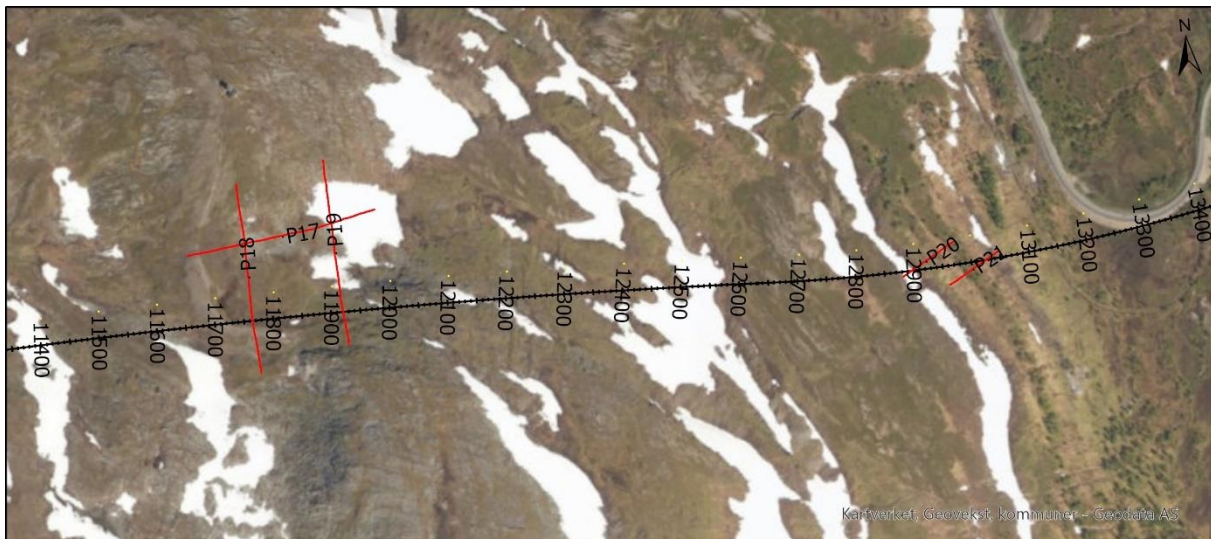
1.3.3.3. Refraksjonsseismikk

Refraksjonsseismikk har blitt utført med formål å undersøke løsmassemektigheter og mulige svakhetssoner ved Kvæangsfjelltunnelen. Refraksjonsseismiske målinger ble utført av Geomap Norge AS og resultatene er presentert som tolkede profiler fra inversjonsmodeller og fra Sjögrens ABC-metode i egen rapport [37].

Totalt er 9 utlegg á 115-335 m utført for 3 lokaliteter langs traséen. Det er lagt tre linjer á 355 m på Malingsfjellet, to linjer á 115 meter ved påhugg øst, samt fire linjer á 115 meter ved påhugg vest. Se oversiktsbilder i Figur 3 og Figur 4 for nøyaktig plassering av utleggene i forhold til tunneltraséen.



Figur 3: Påhuggsområde vest. Røde linjer angir utlegg for seismikkundersøkelser.



Figur 4: Antatt knusningszone og påhuggsområde øst. Røde linjer angir utlegg for seismikkundersøkelser.

Tabell 3: Oppsummering av resultater fra seismiske undersøkelser (Kilde: Geomap).

Profilnummer	Løsmasse- mektighet (m)	Berghastighet (m/s)	Kommentar
P13	<1-2,4	5400	Grunt til fjel langs hele profilet. Ingen svakhetssoner antydnet.
P14	<1-12	3600 til 5300	Variierende, opp mot 12,4 m til fjell i starten av profilet. De siste 62 m av profilet ca. 1 m til fjell. Mulig svakhetszone med hastighet ned mot 3600 m/s ved lengde 40 m.
P15	<1-1,5	4300 til 5500	Grunt til fjell langs hele profilet. Mulig svakhetszone med hastigheter ned mot 4300 m/s, ved lengde 40 /55 m. Antatt svakhetszone ved lengde 85 m.
P16	<1-2	4100 til 5600	Grunt til fjell. Mulig svakhetszone med hastighet ned mot 4100 m/s ved lengde 70 m. Antatte svakhetssoner både før og etter denne fra inversjonsmodellen.
P17	<1-6	4100 til 5100	Grunt til fjell langs mesteparten av profilet. Tre antatte svakhetssoner med hastigheter ned mot 4100 m/s.
P18	1-12	4500 til 4800	Ganske lave hastigheter langs hele profilet.
P19	<1-7	4600	Grunt til fjell langs mesteparten av profilet. Ganske lave hastigheter langs hele profilet
P20	1-4	4400	Grunt til fjell. To antatte svakhetssoner fra inversjonsmodellen.
P21	1-7	3600-5000	Svakhetszone med hastighet ned mot 3600 m/s ved lengde 30 m. Noe varierende løsmassemektighet.

1.3.3.4. Miljøgeologiske undersøkelser

Det er utført miljøgeologiske undersøkelser langs traséen til Kvæangsfjell tunnelen. Basert på observasjoner i felt og XRF-analyser av bergprøver vurderes risikoen for utlekking av tungmetaller fra skiferformasjonene langs tunneltraséen under Kvæangsfjellet å være lav. Ved behov for ytterligere vurderinger av berggrunnen under terrengoverflaten må det gjennomføres sonderboringer i forkant eller utvidet prøvetaking på stoff under tunneldrivingen. For å vurdere bergartenes syredannende og syrenøytraliserende egenskaper er det sendt inn fem prøver for laboratorieanalyser. Basert på observasjoner i felt og XRF-analyser forventes det syredannende potensialet å være lite til moderat. Se også avsnitt 3.5.3. For mer informasjon henvises det til miljøgeologisk rapport i sin helhet, «Kvæangsfjellet – Miljøgeologiske undersøkelser» [1].

1.4. Linjeføring og tverrsnitt

Tunneltraséen for Kvæangsfjell tunnelen er plassert ut fra hensyn til påhuggsområder utenfor skredfare og uten forventet drivsnøproblematikk, samtidig som det er etterstrebet kortest mulig tunnelengde.

Linjeføringen må detaljeres videre i detaljprosjekteringen.

Planlagt E6 svinger av mot øst ved Nuovasmuotki fra eksisterende E6 og går på fylling frem til profil 9770. Fyllingen blir lagt høyt i terreng med slake fyllingskråninger for å sikre mot drivsnø. Ved profil 9770 går vegen inn i Kvænangsfjelltunnelen, som blir 3320 m. Tunnelen kommer ut på ny fylling ca. ved profil 13090 ved Storsvingen.

Tabell 4: Oversikt over profilnummerering og lengder for forskjæringer, portaler og tunnel.

	Profilnr. start	Profilnr. slutt	Lengde (m)	Maks høyde [m]	Kommentarer
Forskjæring	9680	9770	90	17,7	Ensidig skjæring fra profil 9680- 9700. Tosidig skjæring fra 9700 og frem til tunnelpåhugg. Skjæring med høyde over 10 m fra profil 9730 (40 m). Det skal støpes portal i mesteparten av forskjæringens lengde. Eventuelt kan hele forskjæringen fjernes.
Portal	9695	9770	75	-	Pga. drivsnøproblematikk.
Tunnel	9770	13090	3320	-	Kvænangsfjelltunnelen
Portal	13090	13145	55	-	Snøskredfare. Portal kan kortes ned avhengig av hvilken arbeidssikring som etableres.
Forskjæring	13090	13150	60	20,6	Tosidig skjæring fra tunnelpåhugg og frem til profil 13160. Skjæring med høyde over 10 m fra tunnelpåhugg til profil 13120 (30 m). Det skal støpes portal i mesteparten av forskjæringens lengde.

Tunnel

Tunnelen går med 1,94% stigning frem til ca. profil 11285, deretter går tunnelen på synk med 2,64% frem til ca. profil 13090. Tunnelen er planlagt med tverrsnitt T9,5 og havarinisjer med T12,5. Det er antatt 6 stk havarinisjer. Dimensjonering av tunnelen er i henhold til Statens vegvesens håndbok N500.

På bakgrunn av en grovt beregnet forventet trafikkmengde på 1180 kjøretøy/døgn i 2045, plasseres tunnelen i klasse B, i samsvar med kap. 4.2 i Statens vegvesens N500. Tunnelklasse B gjelder på generelt grunnlag tunneler med ÅDT i intervallet 300 – 4000 kjøretøy/døgn. Fremskrevet ÅDT er beregnet med utgangspunkt i prognoser avledet fra tabeller i TØI-rapport 1362/2014, "Grunnprognoser for persontransport 2014-2050».

Forskjæringer

Planlagt forskjæring ved vestre påhugg vil få tosidig bergskjæring med høyde over 10 m i ca. 30 m lengde. Planlagt forskjæring ved østre påhugg vil få tosidig bergskjæring med høyde over 10 m i ca. 40 m lengde. Det vil være viktig å utforme forskjæringene slik at drivsnø/fokksnøproblematikken unngås i størst mulig grad. Det skal støpes portal i omtrent hele forskjæringenes lengde.

1.5. Geoteknisk kategori

I henhold til Eurokode 7 (NS-EN 1997-1:2004 + A1:2013 og NA 2016) og krav fastsatt i håndbok N200 skal konstruksjoner i berg defineres i geoteknisk kategori ut fra pålitelighetsklasse (CC/RC) og grunnforholdenes og prosjektets vanskelighetsgrad. Geoteknisk kategori blir vurdert ut fra prosjektets pålitelighetsklasse (konsekvens) og grunnforholdenes kompleksitet (se Tabell 5). For vegtunneler vil beskrivelser i Håndbok N500 Vegtunneler også legge føringer for valg av geoteknisk kategori.

Tabell 5: Klassifisering av geoteknisk kategori (NBG, 2011).

Pålitelighetsklasse	Vanskelighetsgrad		
	Lav	Middels	Høy
CC/RC 1	1	1	2
CC/RC 2	1	2	2/3
CC/RC 3	2	2/3	3
CC/RC 4	*	*	*

* Vurderes særskilt

Alle vegtunnelprosjekter skal i henhold til N500 i utgangspunktet ligge i geoteknisk kategori 3 (N500, s. 10). Kategorien kan variere for ulike deler av prosjektet (kategori 2 og 3), men geoteknisk kategori kan ikke være 1 for noen deler av tunnelen. Geoteknisk kategori 3 skal benyttes for tunnelpåhugg og områder med overdekning mindre enn tunneltverrsnitt.

I henhold til Statens vegvesens Håndbok N200 Vegbygging, skal alle bergskjæringer over 10 m høyde i utgangspunktet plasseres i geoteknisk kategori 3 med tilhørende krav til uavhengig kontroll. Ved tilfredsstillende bergstabilitet kan geoteknisk kategori nedjusteres til 2.

For reguleringsplanen vurderes det at ingeniørgeologien ligger i pålitelighets/konsekvensklasse CC/RC2 for tunnelen. Påhuggene og forskjæringene til Kvæangsfjelltunnelen plasseres i pålitelighets/konsekvensklasse CC/RC3 på bakgrunn av utfordringer med skredfare og fokksnø-/drivsnøproblematikk.

Grunnforholdene vurderes i gjeldende planfase å medføre middels kompleksitet og vanskelighetsgrad, primært grunnet mye bergblotninger som gir oversikt over fjellkvaliteten langs tunneltraséen. Norsk bergmekanikkgruppe (2011) beskriver middels vanskelighetsgrad som: «*Noe uoversiktlige eller vanskelige grunnforhold og et prosjekt som er påvirket av grunnforholdene. Grunnforholdene kan fastlegges med rimelig grad av nøyaktighet. Tilfredsstillende erfaringer fra tilsvarende grunnforhold og konstruksjoner kan dokumenteres.*»

På bakgrunn av ovenfornevnte forhold, vurderes vanskelighetsgraden for prosjektet å være middels til høy. Geoteknisk kategori settes til 3 for påhuggsområdene og forskjæringene. Tunnelen vurderes til geoteknisk kategori 2.

Kontrollform og kontrollkasser ved prosjektering og ved utførelse er gitt i håndbok N200, håndbok N500 og Eurokode 0, NS-EN 1990 Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner. For vegtunneler gir geoteknisk kategori 2 pålitelighetsklasse RC2, prosjekteringskontrollklasse PKK2 og utførelsesklasse UKK2. For tunnelpåhugg og forskjæringer gir geoteknisk kategori 3 pålitelighetsklasse RC3, prosjekterings-kontrollklasse PKK3 og utførelsesklasse UKK3.

Tabell 6: Oversikt som viser geoteknisk kategori.

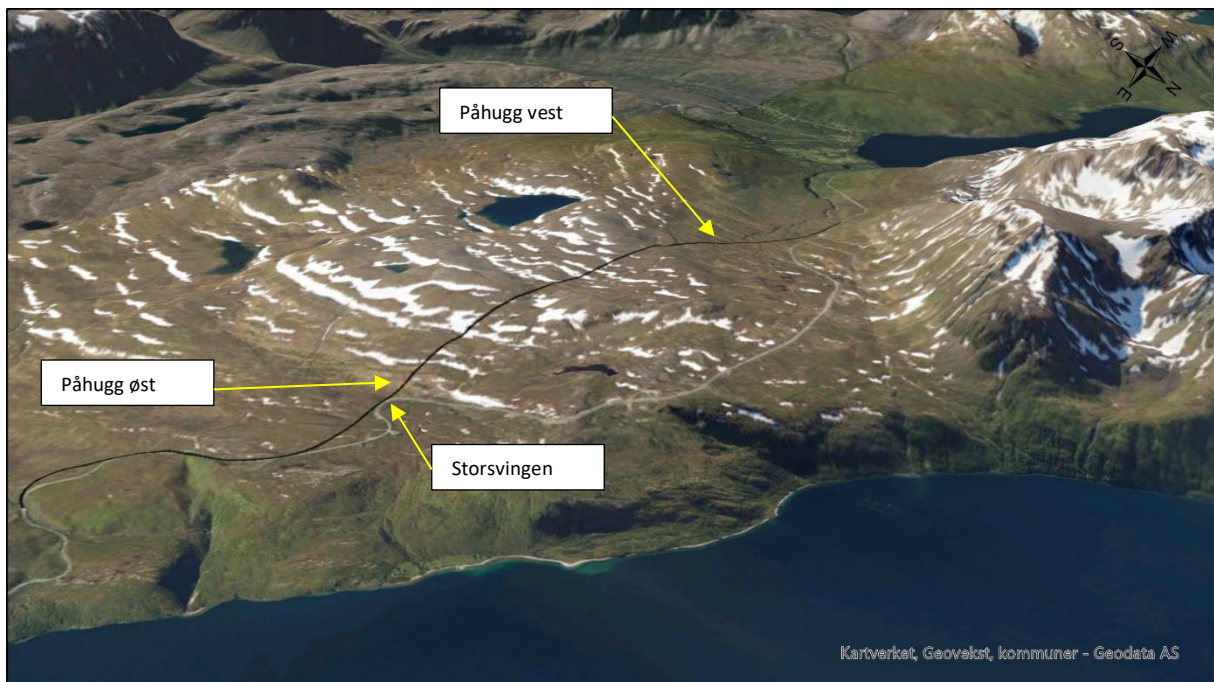
Hva	Profilnr. start	Profilnr. slutt	Lengde (m)	Maks høyde [m]	Geoteknisk kategori
Forskjæring vest	9680	9770	90	17,7	GK3
Forskjæring øst	13090	13150	60	20,6	GK3
Påhugg vest	9770	-	-	17,7	GK3
Påhugg øst	13090	-	-	20,6	GK3
Kvænangsfjelltunnelen	9770	13090	3320	-	GK2

2. FAKTADEL

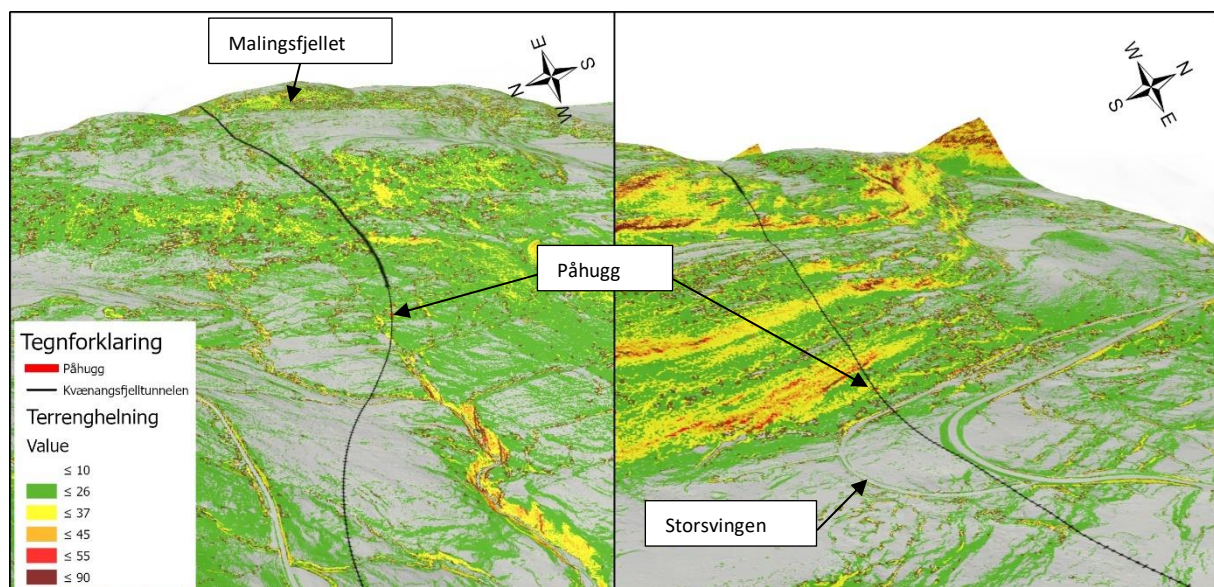
2.1. Topografi og løsmasser

Kvænangsfjelltunnelen går fra vest mot øst. Tunnelen passerer mellom Ráhpesvárri (632,9 moh.) og Malingsfjellet (714 moh.) og kommer ut ved Storsvingen i øst.

Vestre påhugg for Kvænangsfjelltunnelen er plassert i en bergrygg ca. 500 m sør for eksisterende E6. Påhuggsområdet er forholdsvis slakt med enkelte lokale skråninger med over 30° helning. Ved påhugg øst stiger terrenget mot vest ovenfor planlagt påhugg. Skråningen er terrassert, og det er 3 bratte partier med ca. 35° helning, se terrenghelningskart i Figur 6.



Figur 5: 3D-visning av terrenget ved Kvænangsfjellet. Traséen er vist med sort linje. Kilde:Kartverket.

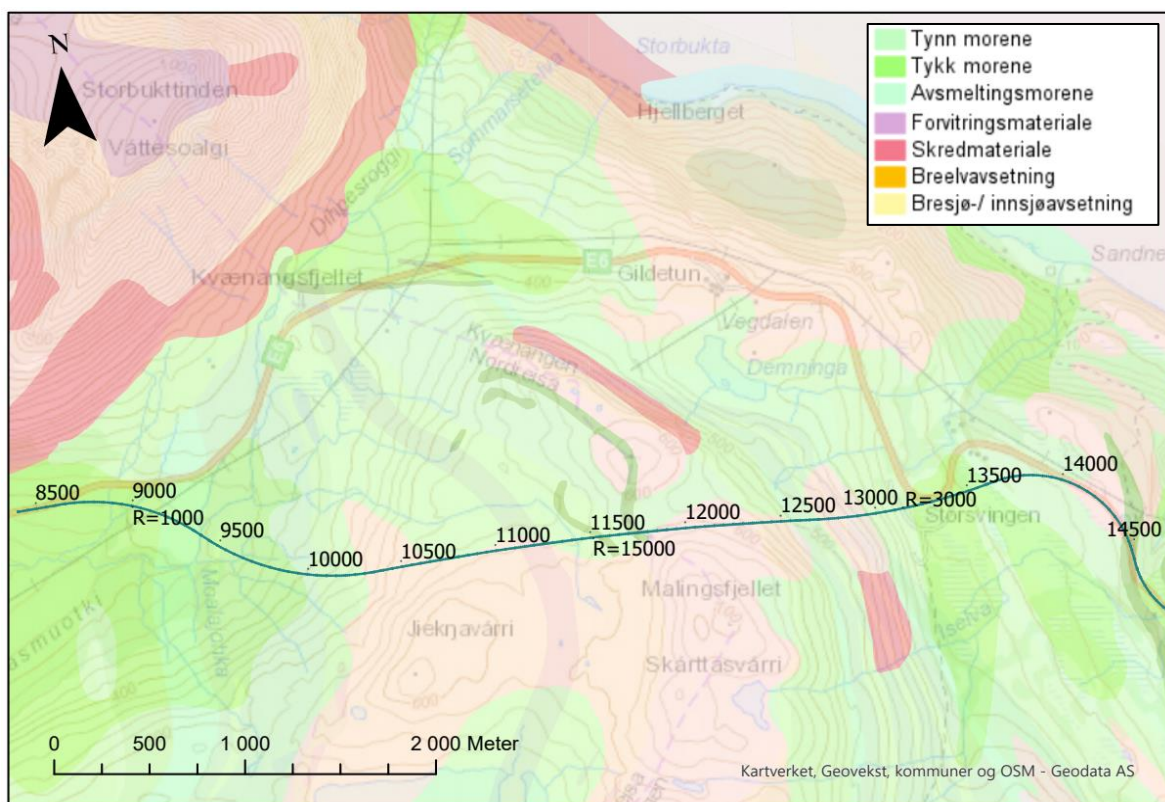


Figur 6: Terrenghelningskart i 3D lagt over skyggerelieff. Bilde til venstre er påhugg vest og bilde til høyre viser påhugg øst.

Det er noe variasjon i terrenget langs traséen. NGUs løsmassekart viser morenemateriale ved påhuggsområdet i vest. Nærmest eksisterende E6 beskrives morenematerialet som et sammenhengende dekke, stedvis med stor mektighet. Fra profil 9960 til 10300 beskrives morenematerialet som et usammenhengende eller tynt dekke.

Fra profil 10300 viser løsmassekartet primært bart fjell i terrengoverflaten helt til oversiden av østre påhugg ved profil ca. 12950. Unntaket er strekningen over profil ca. 11250 til 11850, hvor det er randmorene og usammenhengende morenemateriale. Ved østre påhugg og videre østover er det morenemateriale. Figur 7 viser et utsnitt fra NGUs løsmassekart.

Ved befaring er det observert bart fjell ved begge påhugg. Totalsonderinger viser 1-3 m til berg ved påhugg vest [29]. Løsmassene ved dette påhugget er tolket som siltig, sandig morene basert på dreietrykksondring. Grunnboringer utført av Lingen Grunnboring viser 7 m løsmassemektighet ved profil 13150 i forskjæring øst.

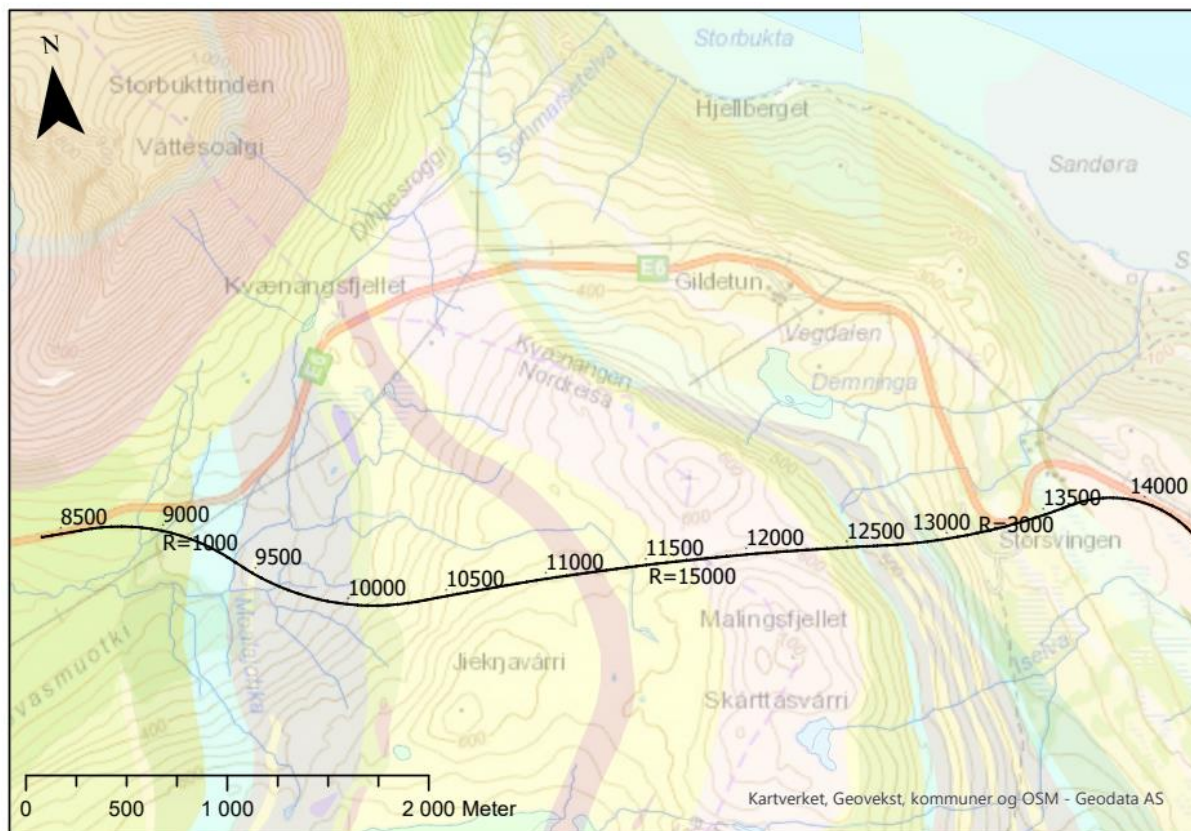


Figur 7: Løsmasser langs tunneltraséen.

2.2. Berggrunnsgeologi

2.2.1. Bergarter

NGUs berggrunnskart (målestokk 1:50 000) viser store variasjoner i bergarter i planområdet. Kvænangsfjellet består av skyvedekker som stammer fra den kaledonske fjellkjededannelsen. Langs tunneltraséen er det primært Vaddas-dekket som er representert [10], med unntak av vekslinger av metaarkose og glimmerskifer ved Storsvingen som tilhører Corrovarri-dekket. Vaddasdekket tilhører Reisadekkekomplekset, som består av ulike grupper med delvis omdannede sedimentære bergarter og en granittisk gneisformasjon.



Tegnforklaring			
	Fiolett kalkspat-amfibol-biotittskifer		Amfibolitt, metadiabas
	Granat-biotittskifer med rustsoner		Granittisk gneis (Rappasvarre)
	Kalkspatmarmor /-konglomerat		Granat-muskovittskifer
	Muskovittskifer, rustende, grafittholdig		Grafittskifer med kvartsittlag og amfibolittlinser
	Granat-muskovittskifer		Kvartsittlag
	Kvartsitt, hvit		Kalkglimmerskifer, amfibolholdig





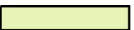

Figur 8: Berggrunnskart for området rundt Kvænangsfjelltunnelen (Kilde: NGU 1:50 000).

Under feltkartleggingen var det ikke mulig å identifisere alle bergartsgrensene som er beskrevet i NGUs berggrunnskart. Dette til tross for bruk av Collector-appen til ArcGIS som gjorde det mulig å se plassering i terrenget sett i forhold til berggrunnskartet. Basert på egen kartlegging, er det derfor valgt å dele berggrunnen inn i 6 ulike bergarter. Bergartene er oppsummert i Tabell 7, med tilsvarende fargeprofil som i V-tegninger.

2.2.2. Oppsprekking

Det er utført sprekkekartlegging langs tunneltraséen og i eksisterende bergskjæringer ved Gildetun. Det er valgt å dele sprekkemålingene etter bergart. En oversikt over sprekkesett er gitt i Tabell 7 under.

Tabell 7: Oppsummering av bergmassens oppsprekking.

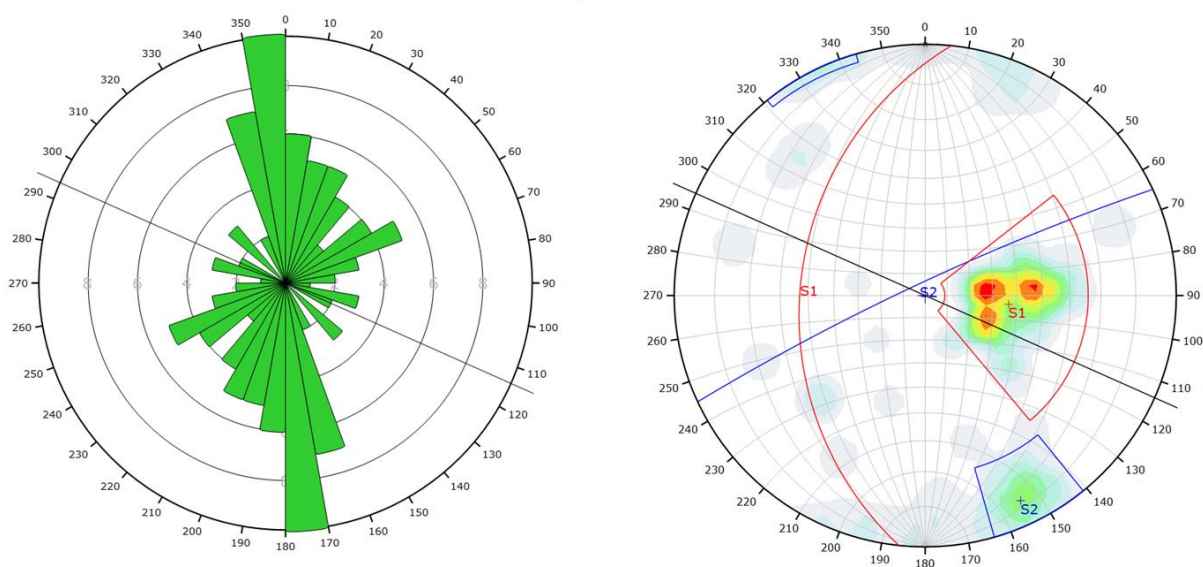
Bergartstype		Antall sprekesett	Kommentar
Muskovittskifer. Stedvis granittholdig. Stedvis rustende glimmerskifer. Granatglimmerskifer		2	Meget tett oppsprekking i lagdeling. Dagforvitret.
Kvartsitt med innslag av metaarkose og diabas.		3	
Granittisk gneis		3	
Amfibolitt/ metadiabas		2	Innslag av metadiabas og metaarkose
Glimmerskifer – vekslende lag av kvartsitt, granatglimmerskifer og glimmerskifer.		2	Variierende bergart, innslag av kvartsitt, marmor og granater.
Glimmerskifer/ metaarkose. Mulig granat.		3	Virker mer homogen enn glimmerskiferen lengre mot vest. Innslag av granater her også.

I det følgende oppsummeres registrert oppsprekking for bergartene. Merk at samtlige strukturer er beskrevet med utgangspunkt i høyrehåndsregelen. Dette betyr at fallet er ned mot høyre når det ses i strøkretningen.

2.2.2.1. Muskovittskifer

Tabell 8: Oppsummering av muskovittskiferens oppsprekking.

Sprekesett	Strøk	Fall []	Sprekkeavstand	Ruhet	Kommentar
S1	186	37-50	0,2-5 cm	Ru, ujevn, plan	Lagdeling
S2	245	84-88	40-120 cm	Ru, ujevn, plan	

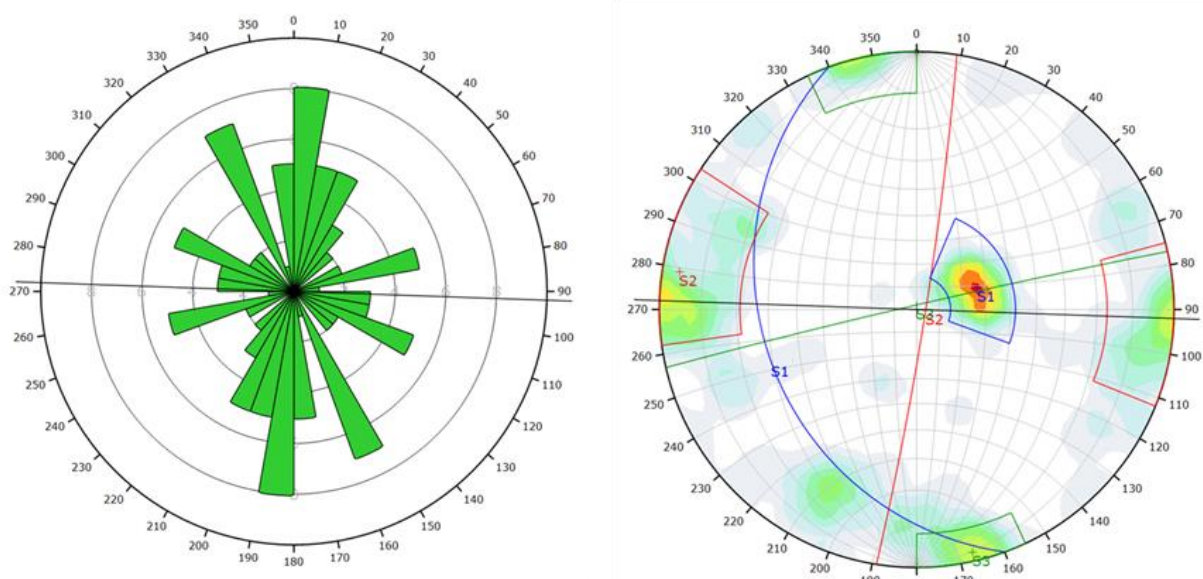


Figur 9: Sprekkerose og stereoplott for muskovittsifer ved påhugg vest. Tunnelorientering er vist med sort linje.

2.2.2.2. Kvartsitt

Tabell 9: Oppsummering av kvartsittens oppsprekking.

Sprekkesett	Strøk	Fall []	Sprekkeavstand	Ruhet	Kommentar
S1	160-177	12-27	30-100 cm	Ru, bølgete	
S2	009	75-90	10-50 cm	Ru, bølgete	
S3	256	75-90	80-200 cm	Ru, bølgete	

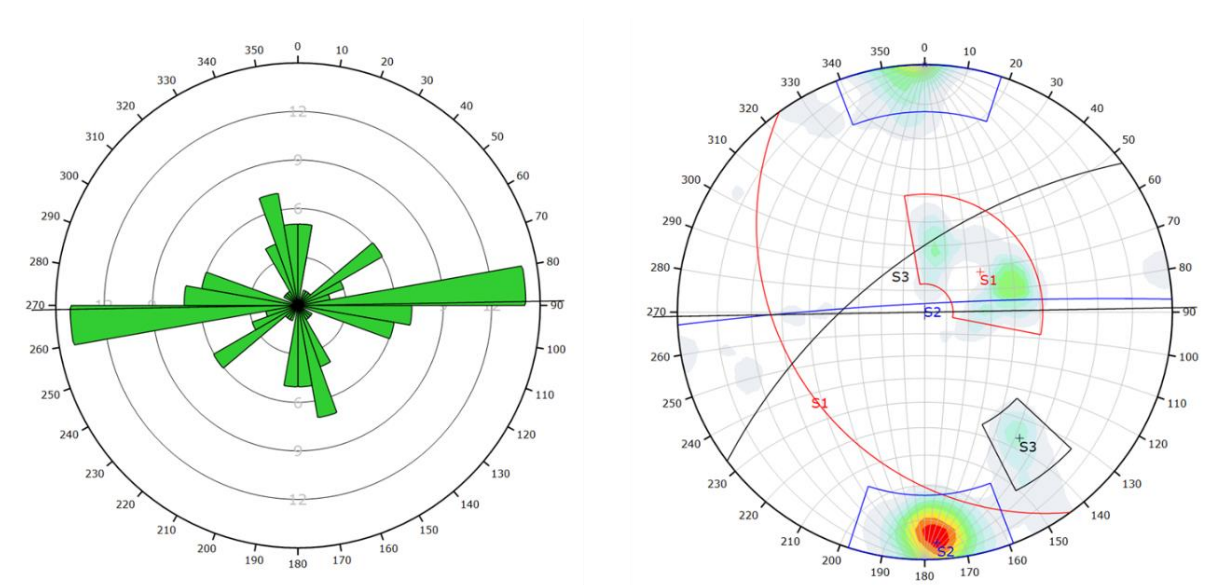


Figur 10: Sprekkerose og stereoplott for kvartsitt. Tunnelorientering er vist med sort linje.

2.2.2.3. Granittisk gneis

Tabell 10: Oppsummering av den granittiske gneisens oppsprekking.

Sprekkesett	Strøk	Fall []	Sprekkeavstand	Ruhet	Kommentar
S1	144	31	20-50 cm	Ru	
S2	267	86	100-200 cm	Ru	
S3	233	65	100 cm	Ru	

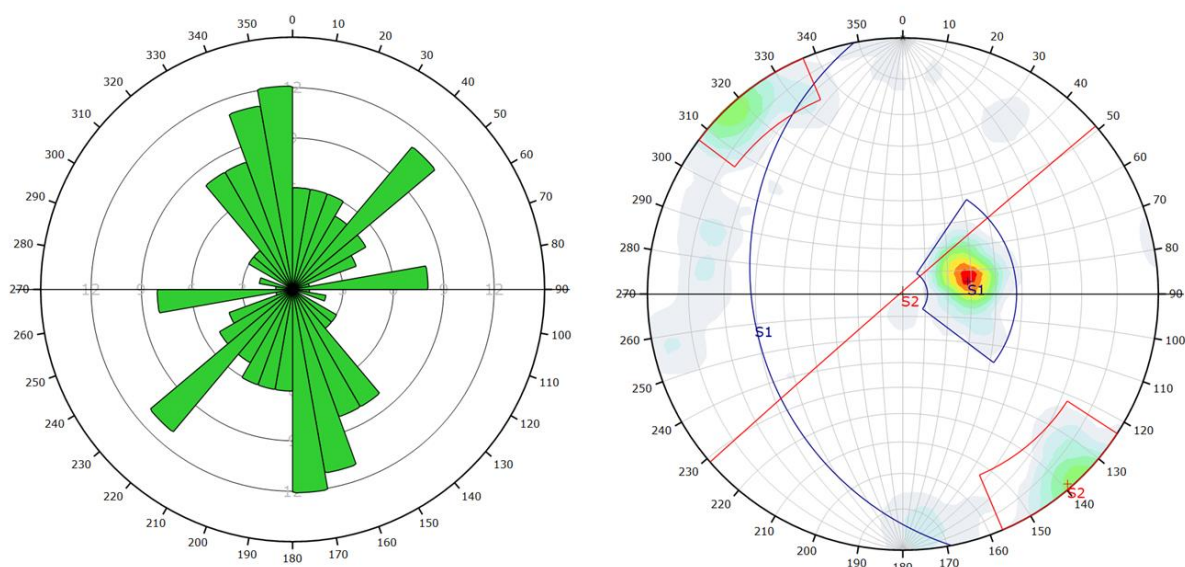


Figur 11: Sprekkerose og stereoplot for granittisk gneis. Tunnelorientering er vist med sort linje.

2.2.2.4. Amfibolitt/ metadiabas

Tabell 11: Oppsummering av amfibolitt-/metadiabasens oppsprekking.

Sprekkesett	Strøk	Fall []	Sprekkeavstand	Ruhet	Kommentar
S1	169	29	5-10 cm	Ru, bølgete	
S2	229	89	50-200 cm	Ru, bølgete	

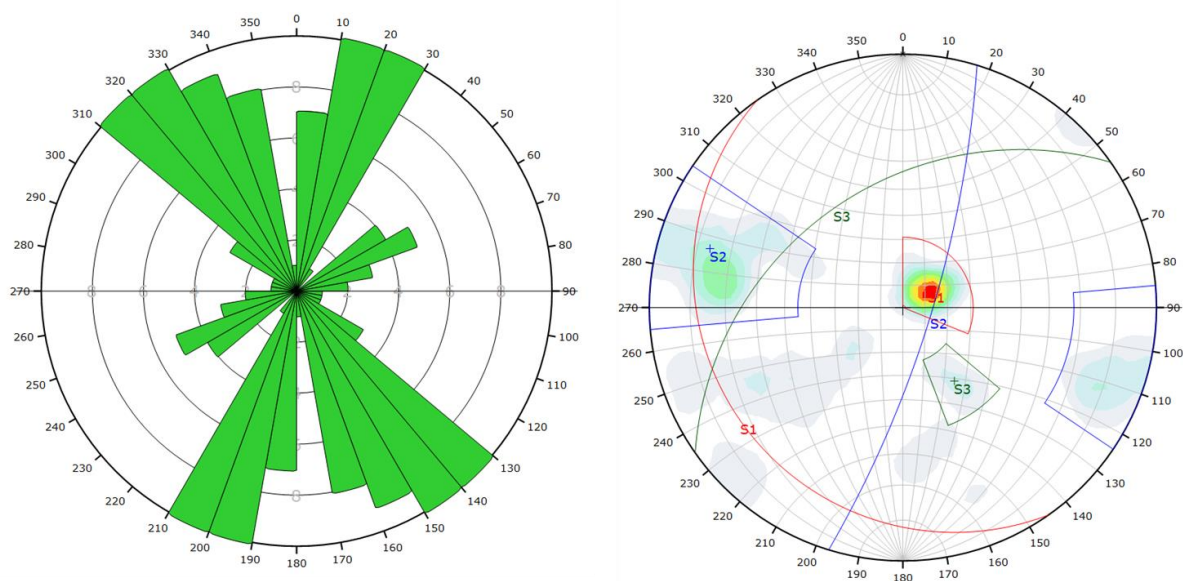


Figur 12: Sprekkerose og stereoplott for amfibolitt, metadiabas. Tunnelorientering er vist med sort linje.

2.2.2.5. Glimmerskifer og metaarkose

Tabell 12: Oppsummering av glimmerskiferens og metaarkosens oppsprekking.

Sprekkesett	Strøk	Fall []	Sprekkeavstand	Ruhet	Kommentar
S1	130-170	14	1-50 cm	Plan, ru/glatt bølgete	Lagdeling
S2	010-030	60-80	40-100 cm	Plan, ru /glatt, bølgete	Steilt sett
S3	235-260	30-45	10-75 cm	Glatt, bølgete	



Figur 13: Sprekkerose og stereoplott for glimmerskifer/metaarkose. Slått sammen for begge glimmerskiferene på østsiden av traséen.

2.2.3. Svakhetssoner

Svakhetssoner defineres gjerne som soner i berggrunnen der fastheten er lav sammenlignet med fastheten til den omkringliggende berggrunnen. Dette kan skyldes et svakere bergartslag eller en deformasjonssone i berggrunnen.

Skyggerelieffkart, ortofoto og feltkartlegging er benyttet til å identifisere trolige svakhetssoner i berggrunnen. Skyggerelieffkart fremhever terrengformer ved å filtrere bort trær og vegetasjon, slik at topografiske trekk og lineamenter blir mer synlige. Strukturer sees også på ortofoto, men er til sammenligning mindre fremtredende.

Fra seismiske undersøkelser fremgår det at det er flere trolige svakhetssoner langs tunneltraséen. Ved påhugg vest er det registrert to mulig svakhetssoner som krysser tunnelen ved henholdsvis profil 9850 og 9870. Seismikk har registrert lydshastigheter ned mot 4300 m/s.

I felt er det observert en forsenkning i terrenget ca. 30 m vest for påhugg vest, ved profil 9790.



Figur 14: Det er observert en forsenkning i terrenget like etter påhugget.

Det er observert et stort lineament som går tilnærmet parallelt med tunneltraséen. Seismikk har fastsatt sonen som en sone med generelt lave hastigheter (ned mot 4100-4300 m/s). Der seismikken krysser tunnelprofilen er det registrert noe høyere hastigheter på 4800 og 4600 m/s ved henholdsvis profil 11765 og 11920.

Vest for påhugg øst er det registrert to svakhetssoner ved henholdsvis profil 12900 og 12980 med hastigheter ned mot 3600 m/s.

2.3. Hydrologi og hydrogeologi

Planområdet inngår i to ulike vassdragsområder [19], Reisavassdraget mot vest og Kvænangsvassdraget mot øst. Skillelinjen mellom disse går over Malingsfjellet (714 moh) og Rahpesvarri (632 moh).

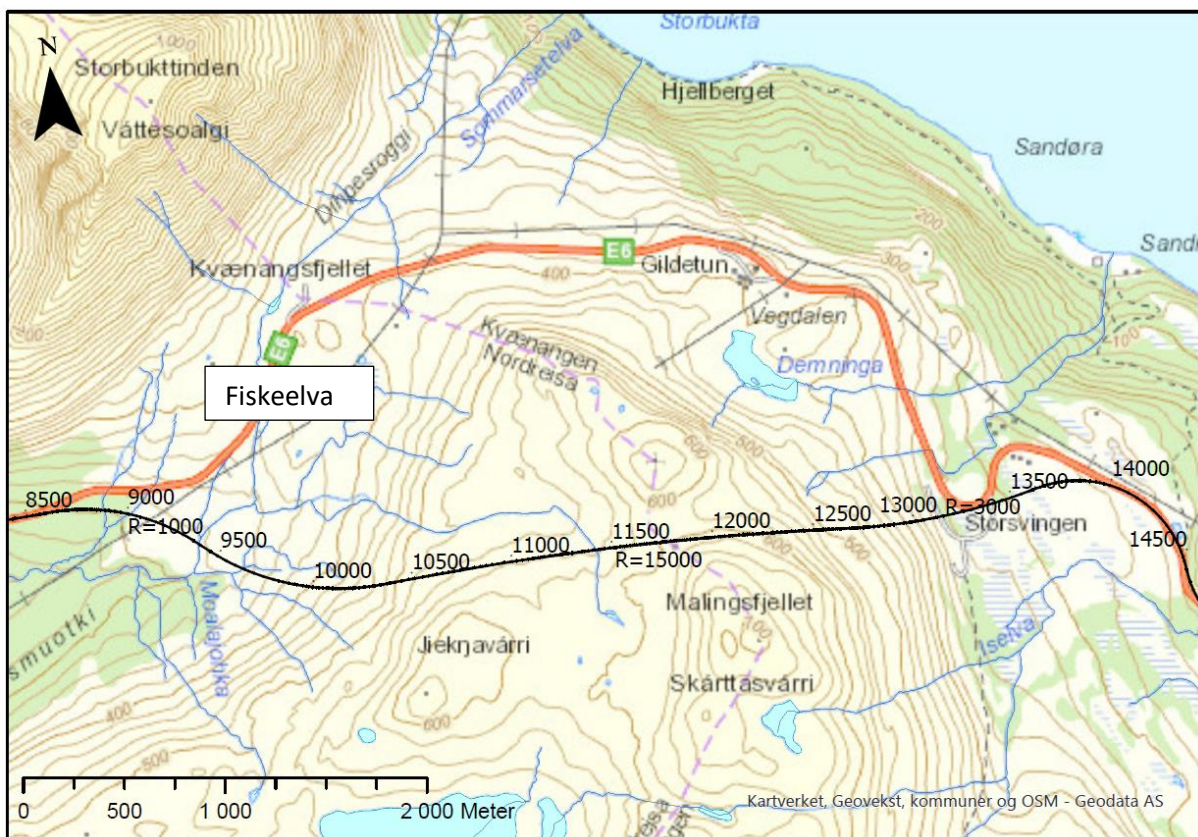
Det er ingen registrerte innsjøer over tunneltraséen. Nærmeste er Demninga (405 moh) med et areal på 52 600 m².

Elvehierarkiet Fiskeelva er godt representert på vestsiden av tunnelen, se Figur 16.

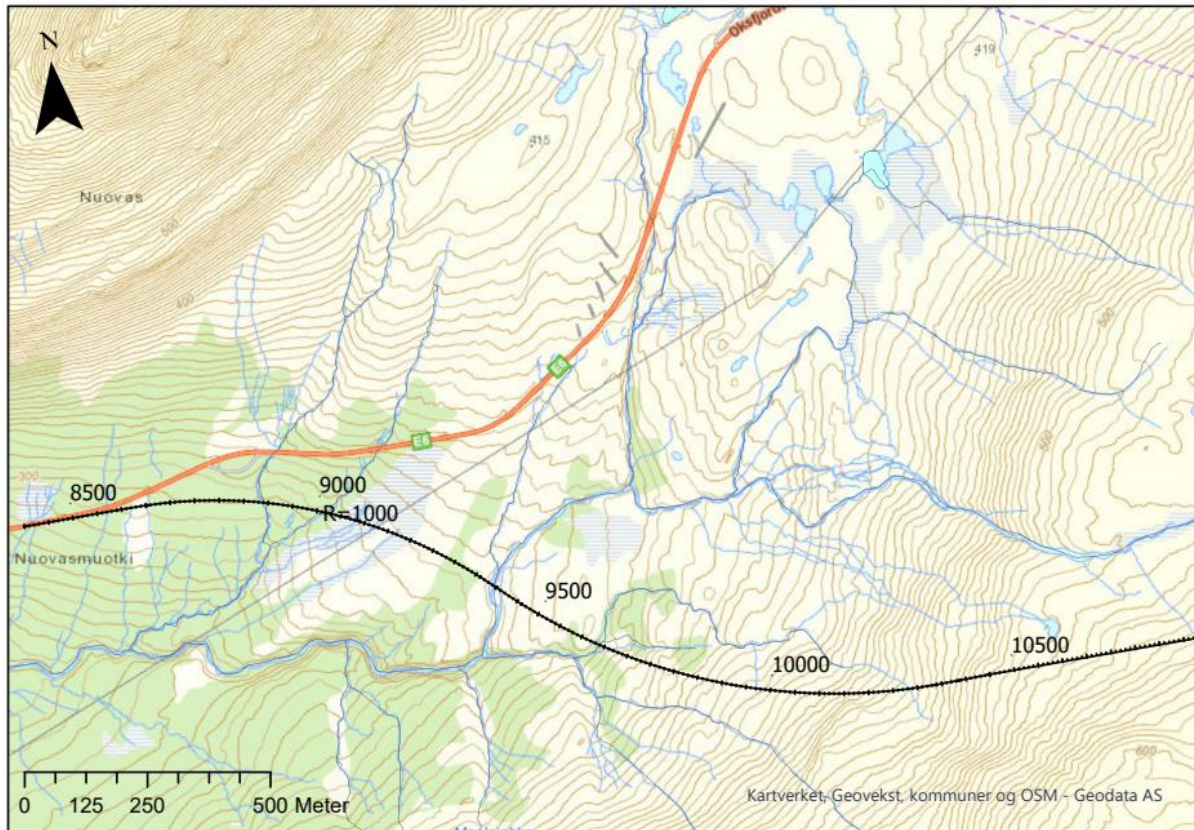
Under den ingeniørgeologiske feltkartleggingen ble det registrert myr ved profil 9650 og ved profil 9840.



Figur 15: Myr ved profil 9650.



Figur 16: Fiskeelva på vestsiden av traséen.

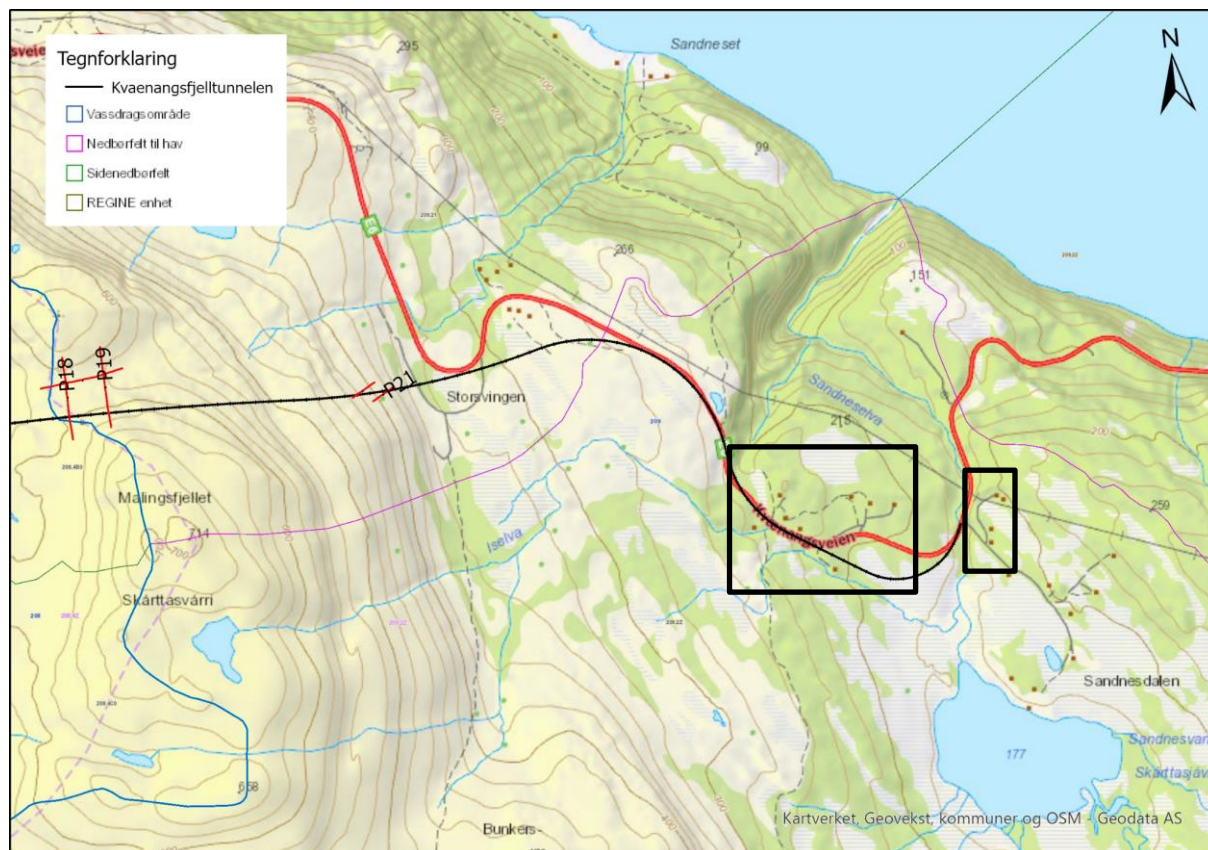


Figur 17: Utsnitt av kart ved vestre påhugg. Viser forplantningen til elvehierarkiet til Fiskeelva.

2.3.1. Grunnvannsbrønner

Den nasjonale grunnvannsdatabasen (Granada) administreres av NGU og inneholder informasjon om grunnvannsressurser og brønner. Det er ingen registrerte brønner i grunnvannsdatabasen i tilknytning til planlagt tunneltrasé. Det må merkes at det kan forekomme brønner som ikke er registrert i grunnvannsdatabasen. Dette gjelder særlig eldre brønner.

Befaring av drikkevannskilder viser at det er flere private brønner sørøst for Kvæangsfjelltunnelen, i området ved Sandnes. Enkelte fritidsboliger henter vann fra bekk. Det er også registrert brønner og pumper for vintervann. Alle brønner er lokalisert nedstrøms tunnelen og det er stor avstand til Kvæangsfjelltunnelen.



Figur 18: Kartet viser nedbørsfelt og områder med grunnvannsbrønner. Det er registrert drikkevannskilder innenfor de svarte rammene.

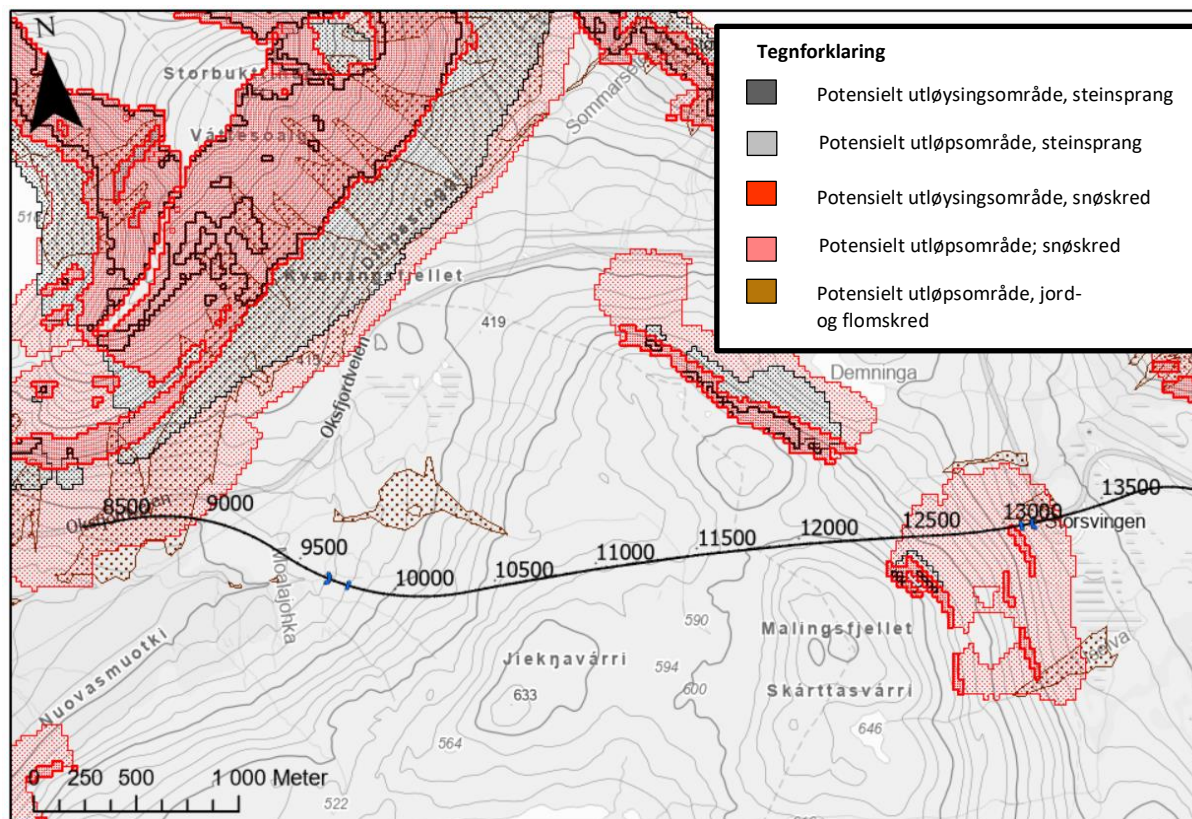
2.4. Skred og andre naturfarer

Den aktuelle vegstrekningen befinner seg innenfor flere aktsomhetsområder hvor det potensielt kan forekomme snøskred og jord- og flomskred. For detaljert beskrivelse av disse henvises det til egen skredfaglig rapport [2]. I det følgende oppsummeres kun aktsomhetsområdene.

Tidligere skredhendelser, tidligere omtaler/vurderinger og klimatiske forhold som kan virke inn på skredfaren omtales kun i skredfaglig rapport.

2.4.1. Aktsomhetsområder

Figur 19 viser aktsomhetsområder for skred i bratt terreng, med planlagt vegtrasé inntegnet. Påhugg vest er plassert utenfor aktsomhetssoner for skred, mens påhugget i øst ligger innenfor et aktsomhetsområde for snøskred. Påhuggsområdet i øst grenser også til et aktsomhetsområde for jord- og flomskred.



Figur 19: Aktsomhetsområder for skred i bratt terreng. (Kilde datagrunnlag: API og WMS fra NGU). Rød farge viser aktsomhetsområder for snøskred, sort/grå farge viser aktsomhetsområder for steinsprang og brun farge viser aktsomhetsområde for jord- og flomskred.

2.4.2. Andre naturfarer

Drivsnø, eller snøfokk, er snø som transporteres med vinden. Utfordring med drivsnø er størst i det åpne fjellandskapet over skoggrensen. Der er både vinden sterkest og det er store åpne flater der snøen blir ført med vinden. Kvænangsfjellet har vært stengt over 70 ganger i løpet av vinteren 2019/2020.

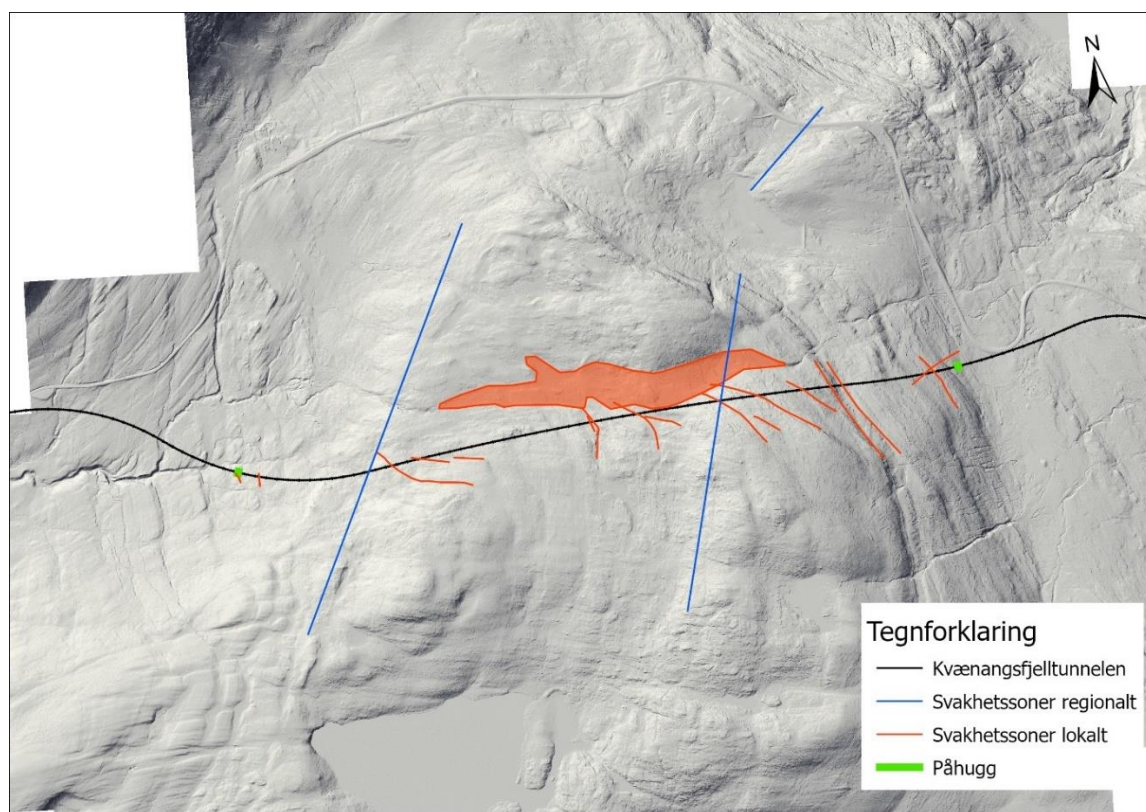
3. INGENIØRGEOLOGISKE VURDERINGER

3.1. Strukturgeologi og bergartsgrenser

Bergartsgrenser kan generelt være svakere enn omkringliggende fjell. Ifølge NGUs berggrunnskart krysser tunneltraséen mange bergartsgrenser. Der strukturelle målinger har gjort dette mulig, er orienteringen til bergartsgrensen anslått ned mot dypet (se V-tegning). Merk likevel at orienteringen av disse innehar usikkerhet. På østsiden av traséen er det hyppige bergartsgrenser, det er vekselvis glimmerskifer, granatglimmerskifer, kalkspatmarmor og kvartsitt.

3.1.1. Svakhetssoner i tunnelen

Antatte svakhetssoner som berører tunneltraséen er vist i Figur 20. Det forventes at svakhetssonene nærmes påhuggene vil ha størst påvirkning for tunnelen. Dette gjelder spesielt på østsiden av tunnelen hvor det er gjentatte bergartsgrenser i tillegg til avdekkede svakhetssoner fra seismikk.



Figur 20: Antatte svakhetssoner langs tunneltraséen.

Tabell 13 viser en antatt sammenheng mellom seismiske lydshastigheter og fjellkvalitet. Merk at for en bergart som i utgangspunktet har lav lydshastighet vil ikke tabellen stemme i like stor grad.

Tabell 13: Antatt sammenheng mellom seismiske hastigheter og fjellkvalitet [8].

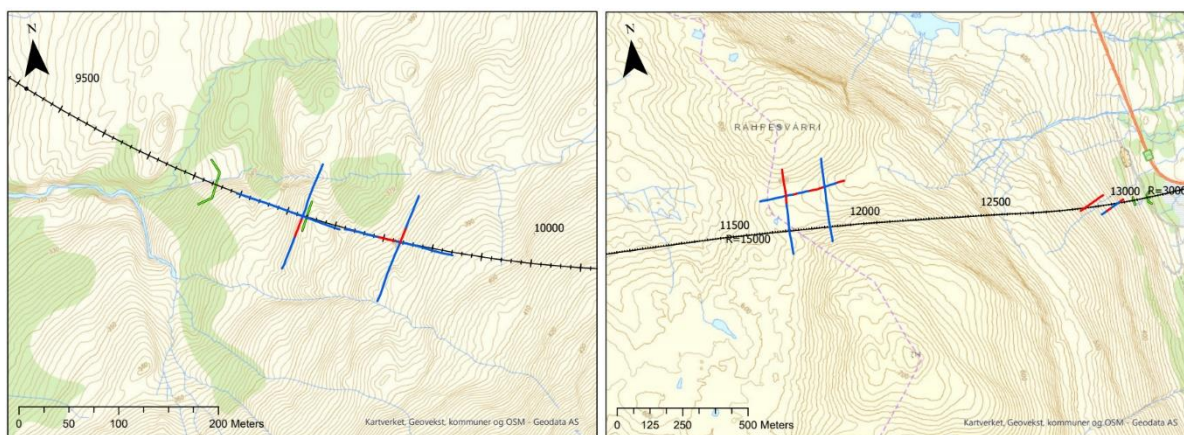
Seismisk hastighet	Antatt fjellkvalitet
>5000 m/s	Godt berg
4000-5000 m/s	Moderat oppsprekking
<4000 m/s	Svakhetszone, antatt svakhetszone
3500-4000 m/s	Knusningssone
<3000 m/s	Leirholdig knusningssone

Antatt svakhetssone registrert ved profil 9850 går parallelt med tunnelen (se Figur 21). Bergoverdekningen her er ca. 25 m. Lydhastigheten er målt til 4300 m/s, noe som ansees som moderat oppsprekingsgrad. Det forventes ikke større utfordringer ved passering av denne sonen. Antatt svakhetssone ved profil 9870 går på tvers av tunnelen og her er bergoverdekningen ca. 28 m. Lydhastigheten er målt til 4100 m/s, moderat oppsprekking. Det forventes ikke større utfordringer ved passering av denne sonen.

Det er antatt en mulig svakhetssone på østsiden av tunnelen, ca. profil 12070-12090. Dette er om lag 100 m inn i tunnelen fra påhugg øst. Det er forventet gjentatte svakhetssoner i skyvedekkene på østsiden inntil tunnelen går inn i den granittiske gneisen. Det forventes noe ekstra sikring ved passering av bergartsgrensene og de mulige svakhetssonene på denne delen av tunneltraséen.

Det anbefales systematisk sonderboring fra starten for å avdekke eventuelle svakhetssoner.

Polygon i Figur 20 viser en antatt større svakhetssone på nordsiden av tunneltraséen. Det forventes ikke at denne sonen påtreffes i tunnelen. Basert på registrering i felt og skjønnsmessig vurdering antas sonen å ha et fall mot nord. Det forventes dermed ikke store utfordringer med passering av denne sonen. Den seismiske hastigheten i berget indikerer granitt/gneis, noe som samsvarer godt med den granittiske gneisen observert i felt.



Figur 21: Antatte svakhetssoner fra seismikk er markert med rødt på utleggene i figuren.

3.1.2. Strukturers innvirkning på driving og sikring av tunnelen

Det er registrert flere antatte svakhetssoner langs traséen, men det er kun de svakhetssonene som er nærmest påhuggene, der overdekningen er minst, som er ventet å gi behov for tung sikring. Midtvegs på tunnelen, hvor overdekningen er > 50 m, vurderes at svakhetssonenes utholdenhet på tunnelnivået vil være mindre, og derfor forventes det ikke like stort behov for tung sikring her. Det anbefales likevel at det utføres sonderboring når det drives inn mot antatte svakhetssoner, slik at tung sikring kan etableres dersom det er behov.

Generelt er det slik at markerte svakhetssoner bør hensyntas ved en tunnels orientering og plassering. Steile, glatte sprekker og svakhetssoner bør ligge med størst mulig vinkel til tunneltraséen.

3.2. Bergoverdekning

Ved påhugg vest (profil 9770) er bergoverdekningen anslått til ca. 10-12 m, derfra stiger bergoverdekningen moderat mot øst. Grunnundersøkelser utført av Statens vegvesen (2016) viser 1-3 m løsmassetykkelse i dette området. Det er registrert bergblotninger i påhugget og i skråningen øst for påhugget. Noen små myrsøkk krysser traséen øst for påhugget. Mektigheten på disse er ikke kjent, men de antas å ikke være dypere enn 3 m basert på grunnundersøkelsene som er utført.

Ved påhugg øst er bergoverdekningen ca. 15 m og stiger raskt mot vest. Det er generelt god bergoverdekning langs traséen. Ved påhugget er det utført innmåling av berg i dagen. Fjellveggen som påhugget skal gå inn i, har en helning på ca. 1:2. Grunnboringer utført av Lingen Grunnboring (2020) viser en løsmassemektighet på 7 m øst for påhugget (ca. profil 1350).

Bergoverdekningen langs tunneltraséen er over 50 m mellom profil 10000 – 13015.



Figur 22: Påhugg vest er planlagt plassert i bergknaus markert med rødt omriss (omtrentlig plassering). Retning på traséen er angitt med rød pil.

3.3. Skredfare

Det er ikke avdekket sprøbruddmateriale eller kvikkleireegenskaper ved utførte grunnundersøkelser i påhuggsområdene. Løsmassene består av siltig, sandig morene. For mer detaljerte beskrivelser henvises det til geoteknisk datarapport ERA Geo (2020) og SVV (2015) Geoteknikk Kvænangsfjellet. Vurderingsrapport, reguleringsplan [4, 30].

Skredfarevurdering for påhugg fremgår av egen rapport [2]. Nedenfor er det gitt en oppsummering av konklusjonene for skredfare i påhuggsområdene. Det vises til skredfaglig rapport for detaljer [2].

Vestre påhugg og forskjæring

Kvænangsfjelllets vestre påhugg er vurdert til å ikke være utsatt for skredfare. Påhugget er ikke innenfor aktsomhetsområder, og det er forholdsvis slakt i området, med enkelte lokale skråninger som er brattere enn 30 grader. På bakgrunn av drivsnøproblematikk anbefales en portallengde på ca. 75 meter, inkludert 5 m kontaktstøp.

Østre påhugg og forskjæring

Det går ifølge skredsakkyndige hos Statens vegvesen, og tidligere skredfaglig notat små skred som løsner fra brattere partier i skråningen hvor påhugg øst er plassert. Østre påhugg er vurdert til å være utsatt for snøskredfare, og må sikres. Det vil være behov for skredsikringstiltak både i anleggsfasen

og på permanent basis. På bakgrunn av drivsnøproblematikk anbefales en portallengde på ca. 55 meter, inkludert 5 m kontaktstøp.

3.4. Bergmasseklassifisering

Q-verdier er vurdert fra bergblotninger langs tunneltraséen.

Generelt er det begrensinger knyttet til J_w og SFR når disse parameterene er bestemt på andre måter enn ved kartlegging i et bergrom (kap 7.1 i Håndbok N500) Det er også knyttet usikkerhet til J_a -verdien på grunn av at sprekkefyllinger ofte er vasket bort i bergblotninger ved overflaten og det på gjeldende tidspunkt ikke finnes informasjon fra tunnelnivå.

Bergmassen skal under driving kartlegges på stoff ved hjelp av Q-systemet, slik at endelig omfang av sikring kan bestemmes.

3.4.1. Q-verdier for berg i dagen

Ved estimering av Q-verdier er det tatt utgangspunkt en J_w -verdi på 1,0. Dette tilsvarer observasjoner av enkeltdråper med vann som drypper i et begrenset område [8]. SFR er satt til 1, tilsvarende moderate bergspenninger for størstedelen av tunnelen. Merk at J_w kan være lavere i tilknytning til svakhetssoner og at SRF gjerne settes høyere (2,5) ved liten bergoverdekning og liten innspenning, eksempelvis i tunnelpåhugg. Spenningsfaktoren SRF er derfor satt lik 2,5 ved beregning av Q-verdi i påhuggsområdene.

Tabell 14: Oversikt over benyttede parameterverdier til Q-systemet som grunnlag for estimat av sikringsomfanget i Kvæangsfjelltunnelen

Bergart	RQD	J_r	J_n	J_a	Strekning	Q-verdi	Bergmasse-klasse
Muskovittskifer	0-25	1,5	6	1-2	9770-9920	0,5-2,5	D
Glimmerskifer	20-27	1,5	4	1-2		1,85-7,5	C-D
Kvartsitt	75-95	2-3	9	0,75-1	9920-10605	7,5-11,3	B-C
Amfibolitt, metadiabas	50-75	2-3	9	1	10605-10740	4,4-10	C
Kvartsitt	75-95	2-3	9	0,75-1	10740-11120	7,5-11,3	B-C
Granittisk gneis	75-90	3	9	1	11120-11875	10-12	B
Vekslede lag av kvartsitt, granatglimmerskifer og glimmerskifer	30-50	2-3	6	1	11875-12140	4-10	C
Glimmerskifer	25-50	2	9	1	12140-13090	2,2-10	C-D

3.4.2. Vurdering av beregnede Q-verdier

Tabell 15: Oppsummering av bergmasseklassifiseringen ved Kvænangsfjelltunnelen. Merk at det er usikkerhet tilknyttet disse verdiene, og at kartlegging på stoff vil være nødvendig under driving.

Q-verdi	Bergmasse-klasse	Beskrivelse av bergmassen	Sikrings-klasse	Antall meter	% Andel
10 – 100	A/B	Lite oppsprukket	I	660	20
4 - 10	C	Moderat oppsprukket	II	2385	72
1 – 4	D	Tett oppsprukket	III	203	6
0.1 - 1	E	Svært dårlig	IV	36	1
0.01 – 0.1	F	Ekstremt dårlig	V	36	1
< 0.01	G	Eksepsjonelt dårlig	VI	0	0
			SUM meter	3320	100

3.5. Hydrologiske forhold

3.5.1. Vannforhold i berggrunn og tunnel

Skiferbergarter og lite oppsprukne eruptive og metamorfe bergarter, har generelt en lav hydraulisk konduktivitet på mindre enn $10^{-9} k$ [17], se også Figur 23 som viser åpen porøsitet i ulike bergarter.

Bergartene langs tunneltraséen i seg selv er relativt tette. Eventuelt vann vil dermed i stor grad forekomme langs sprekker i bergmassen. Ved Kvænangsfjellet har en for skiferbergartene både sprekker som følger lagdelingen, og sprekker som krysser disse. Resterende bergarter har generelt også tre sprekkesett.

Åpen porøsitet (%)	Meget lav	Lav	Middels	Høy	Meget høy
Steintype	< 0,5	0,5 - 2	2-5	5-20	> 20
Sandstein					
Kalkstein					
Leirskifer					
Marmor					
Fyllitt, glimmerskifer					
Kvartittskifer					
Serpentinitt					
Kleberstein					
Gneis					
Granitter o.l.					
Larvikitt					
Gabbro, dioritt, diabas etc.					

Figur 23: Skjerm bilde fra SINTEFs infoark «Materialdata for naturstein. Typiske verdier». Røde rektangler markerer aktuelle bergarter som det ventes å treffe langs traséen til Kvænangsfjelltunnelen.

Generelt forventes lekkasjer i tunnelen som små punktlekkasjer og spredte drypp. Der overdekningen er < 50 m og ved kryssing av svakhetssoner kan det forventes noe mer innlekkasje enn ellers i tunnelen. Det forventes likevel ikke at lekkasjene vil medføre anleggstekniske problemer

ved tunneldrivingen. lekkasjene kan variere med årstiden, og vil normalt være størst i perioder der det er mye nedbør og/eller snøsmelting.

3.5.2. Influensområdet

Med influensområdet til tunnelen menes det området som kan påvirkes av endringer med hensyn til grunnvannsforhold og overflatevann som følge av innlekkasje i tunnelen. Topografi, type løsmasser, type bergarter og innlekkasjekrav er alle faktorer som vil påvirke influensområdet.

Erfaringstall for influensastand i relasjon til lekkasjenivå, angir at en innlekkasje i tunnelen lik 15-25 l/min/100 meter ha et potensielt influensområde på ca. 250-500 m [23]. Studier viser at det sjelden observeres endringer i grunnvannsnivå i avstander mer enn 200-300 m fra tunnelanlegg [23]. På bakgrunn av dette settes influensområdet for grunnvannssenking til 300 meter til hver side av tunnelen.

3.5.2.1. Vurdering av setningsfare

Hele tunnelen går under naturområder uten bebyggelse. Nærmeste bebyggelse og konstruksjoner som eksempelvis broer ligger langt utenfor planområde.

Videre er det løsmasser av typen moreneavsetninger som dominerer i planområdet. Morene er generelt dårlig sortert og innehar stor variasjon i kornstørrelser. Morene er normalt lite setningsømfintlig, særlig der mektigheten er avgrenset.

Setninger anses ikke å være en aktuell problemstilling for Kvænangsfjelltunnelen.

3.5.3. Miljøhensyn

Utlekking av tungmetaller

Kartlegging av utbredelsen av grafittholdig skifer/svartskifer langs planlagt tunneltrasé er basert på observasjoner i felt og feltanalyser med håndholdt XRF. For å vurdere bergartenes syredannende og syrenøytraliserende egenskaper er det sendt inn fem prøver for laboratorieanalyser. Skiferens syredannende potensial vil beregnes basert på innholdet av svovel og uorganisk karbon (TIC) (AP-NP diagram) (NGI, 2015). Basert på observasjoner i felt og XRF-analyser forventes det syredannende potensialet å være lite til moderat.

I felt ble det observert skiferlag med vekslende innhold av glimmermineraler, granat, amfibolitt og enkelte lag med staurolitt mellom kvartsittlagene. Det ble ikke registrert skifer med svart strekfarge eller andre tegn på grafit eller svartskifer. Enkelte tynne lag (10 – 20 cm) i skiferen har gule utfellinger på forvitningsflater, noe som indikerer tilstedeværelsen av svovelforbindelser. På østsiden av Kvænangsfjellet ble det observert sterk rustfarge på kvartsittlagene. Rustfargen stammer fra oksydert jern, og kan tyde på innhold av jernsulfider.

Basert på observasjoner i felt og XRF-analyser av 23 bergprøver vurderes risikoen for utlekking av tungmetaller fra skiferformasjonene langs tunneltraséen under Kvænangsfjellet å være lav. Det er generelt funnet lave tungmetallkonsentrasjoner i skiferprøvene. I tillegg viser analyseresultatene et forhold mellom jern (Fe) og svovel (S) på > 2:1 i 19 av 23 prøver, noe som indikerer at en del jern og andre tungmetaller er bundet til silikater eller oksider. For mer informasjon henvises det til miljøgeologisk rapport i sin helhet, «Kvænangsfjellet – Miljøgeologiske undersøkelser, Asplan Viak AS» [1].

Grunnvann og vassdrag

Det er ikke registrert sårbar natur, grunnvannsressurser eller brønner som vurderes sårbare for grunnvannssenking. Det må påregnes restriksjoner med tanke på avrenning til nærliggende

vassdrag. Samtlige brønner er lokalisert nedstrøms tunnelen (se kapittel 2.3.1), mer enn 1,8 km fra planlagt tunnel.

3.5.4. Injeksjonsarbeider og tetthetskrav

Det er ikke registrert sårbare natur- eller grunnvannsressurser eller bebyggelse/ infrastruktur over planlagt tunneltrasé, og det er ingen setningsømfintlige bygninger eller konstruksjoner over planlagt tunneltrasé. Generelt forventes det kun drypplekkasjer under driving.

Registrert vanninntrengning på stoff i salveborehull og i eventuelle sonderingsborehull bør legges til grunn for en fortløpende vurdering av injeksjonsbehov undervegs i tunneldrivingen. Kartlegging foran stoff gjør det mulig å iverksette tiltak for å redusere driveproblemer. Eventuelt behov for injeksjon vil være på grunn av drive-/anleggstekniske forhold. Det forventes lav sannsynlighet for driveproblemer som følge av vanninnlekkasjer på stoff.

Merk at det er knyttet usikkerhet til svakhetssoners forløp i berggrunnen. Systematisk sonderboring bør utføres i området der det forventes at tunneltraséen krysser svakhetssoner og bergartsgrenser. Se også avsnitt 3.11.1 Sonderboringer.

På bakgrunn av nevnte forhold er det dermed vurdert som ikke relevant med tetthetskrav og liten sannsynlighet for at det er behov for injeksjonsarbeider i Kvænangsfjelltunnelen.

3.5.5. Vann og frostsikring

Frostisolasjonen for vann- og frostsikringshvelv skal i henhold til N500 dimensjoneres etter dimensjonerende frostmengde. Per definisjon er dimensjonerende frostmengde den frostmengden som statistisk sett overskrides en gang per 10. år, F_{10} ($h^{\circ}C$).

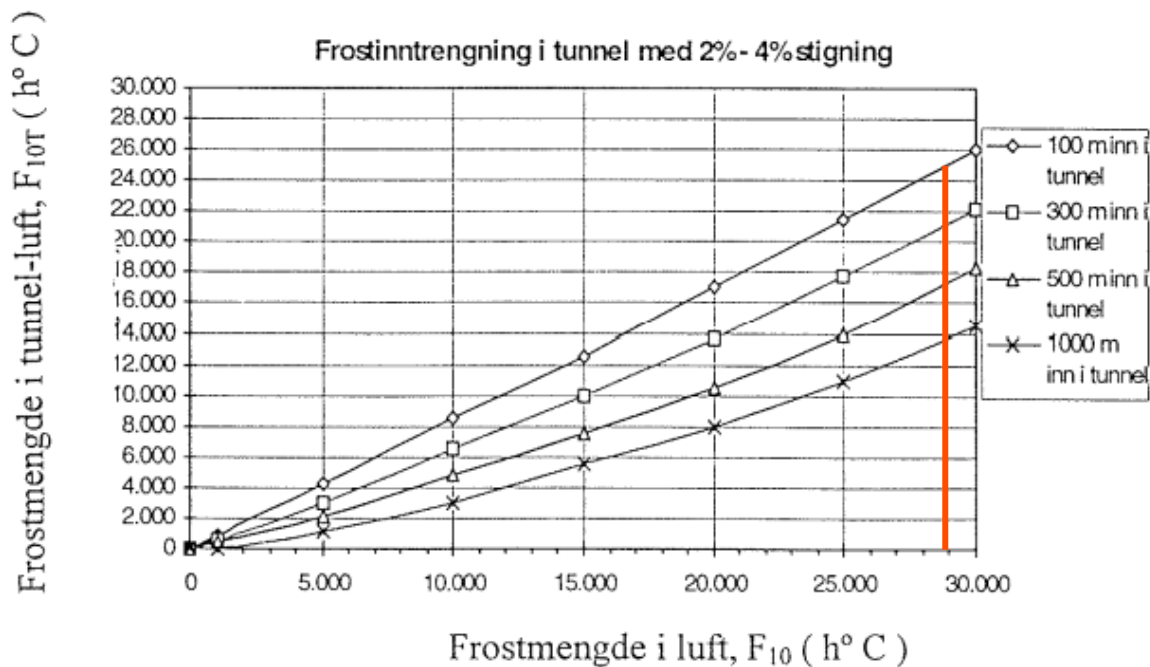
Karakteristiske frostmengdeprofiler for fire hovedgrupper vegtunneler er presentert i V520. Tunneler med stigning utgjør en hovedgruppe, og det er presentert diagrammer for tunneler med stigning 2-4% og 4-6%. Resterende hovedgrupper er horisontale tunneler, undersjøiske tunneler og tunneler med enveistrafikk.

Kvænangsfjelltunnelen er planlagt med høybrekk. Fra vestre påhugg til høybrekket vil stigningen være 1,94%. Fra høybrekket til østre påhugg vil fallet være 2,64%.

I tunneler med stigning i trekkretningen vil en «pipeeffekt» hovedsakelig være dominerende drivkraft for frostinntrengning, og dette skyldes temperaturforskjell mellom fjelloverflaten og tunnelluften. Frostinntrengningen vil primært skje fra den nedre enden, mens det vil være nesten ingen frostinntrengning fra den øvre åpningen [36]. I tunneler med høybrekk vil det dannes en «varmluftspropp» ved høybrekket. Denne «propper» kan vinterstid redusere eller stoppe luftstrømmen [36]. Pipeeffekten vil være avgjørende for luftstrømmen der det er høydeforskjell mellom tunnelåpningene, slik tilfellet er for Kvænangsfjelltunnelen.

N200 vedlegg 1 angir årsmiddeltemperatur og frostmengder ($h^{\circ}C$) for landets kommuner (per. 2018). Nordreisa kommune har en årsmiddeltemperatur på 1,5 °C og en frostmengde F_{10} på 29 000. Korreksjonsfaktorene er oppgitt som 0,63 og 2,18 for hhv. min. og maks. Kvæningen kommune har en frostmengde F_{10} på 21 000. Korreksjonsfaktorene er oppgitt som 0,5 og 1,50 for hhv. min. og maks.

Omregnet på bakgrunn av stigningen i tunnelen (se Figur 24), fås frostmengden i tunnel-luft som en funksjon av frostmengden i luft og hvor langt inn i tunnelen man er kommet.



Figur 24: Korreksjon av frostmengde på bakgrunn av tunnelens stigning.

Tabell 16: Frostmengder i tunnel-luft beregnet fra frostmengde i luft i Kvænangsfjelltunnelen.

Lengde inn i tunnel [m]	Frostmengde inn i tunnel [$h^{\circ}C$]
100	Ca. 25 000
300	Ca. 21 000
500	Ca. 15 500
1000	Ca. 14 000

I tunnelklasse B er det krav til en nedre føringskant av betong. Ifølge tabell 7.1 i N500 skal hvelv av sprøytebetong og PE-skum benyttes som hovedløsning for tunneler i tunnelklasse B og F_{10} er større eller lik 8000 ($h^{\circ}C$).

Det estimeres behov for vann- og frostsikring i hele tunnelens lengde. Anslaget på vann- og frostsikringens omfang (se Tabell 17) er basert på at PE-skummet monteres på knøl og føres ned til føringskanten, ca. 1 meter over vegbanen. Anslaget tar utgangspunkt i at tunnelprofilen T9,5 benyttes.

Tabell 17: Mengder PE-skum og sprøytebetong basert på frostmengder i tunnel-luft beregnet fra frostmengde i luft.

Parameter	Verdi
Lengde i tunnelen [m]	3320
Buelengde tunnel [m]	21,04
PE-skummets buelengde [m]	Ca. 19
Sprøytebetongens buelengde [m]	Ca. 18
Areal PE-skum [m^2]	Ca. 63 100
Areal sprøytebetong for brannsikring [m^2]	Ca. 59 800

Det merkes at det endelige omfanget av vann- og frostsikring må gjøres etter driving, når kartlegging av vannlekkasjer og drypp er utført. Kartleggingen bør utføres når det er forhold med mye nedbør og/eller snøsmelting.

3.6. Bergspenninger

Det er ikke utført bergspenningsmålinger i området.

Bergspenningene er vurdert ut ifra topografiske forhold. De gravitative spenningene er ikke så høye at det forventes at de vil gi utfordringer med for høye spenninger eksempelvis gjennom sprakeberg. Bergoverdekningen er mindre enn 500 m for hele tunnelen. Videre, er det ikke registrert overflate-/dalsideparallel oppsprekking i fjellsiden.

Det forventes ikke bergtrykksproblemer for Kvænangsfjelltunnelen.

3.7. Metodikk for uttak av bergmasse

Tunnelen planlegges drivet med konvensjonelle drivemetoder. Salvestørrelser avklares i anleggsfasen og vurderes opp mot geologi, sikringsbehov og rystelseskrav. Det må forventes bruk av reduserte salvelengder og evt. reduserte salvestørrelser i partier med liten overdekning, samt ved svakhetssoner.

3.8. Klassifisering av bergmassen

3.8.1. Anvendelse av sprengsteinsmassene

Styrkeegenskaper, glimmerinnhold, kornform og kornfordeling avgjør hvor godt bergarten er egnet til vegbyggingsformål. Statens vegvesens håndbok N200 angir gjeldende krav for tilslag til bruk i vegdekke, bærelag og forsterkningslag. Kravene er gitt med hensyn til fremskrevet årsdøgnstrafikk (ÅDT). I kravene er det gitt maksimalverdier for flisighetsindeks, Los-Angeles verdi, Micro-Deval koeffisient og mølleverdi.

Generelt kan ikke glimmerskifer eller bergarter med høyt skiferinnhold brukes som kvalitetsmasser. Disse er kun egnet som fyllmasser.

Gneis og kvartsitt forventes å kunne benyttes til vegbyggingsformål, men dette må verifiseres ved mekanisk analyse.

3.8.2. Borbarhet, borslitasje og sprengbarhet

Beskrivelse under tar utgangspunkt i erfaringstall presentert i NTNU-Anleggsdrift (1998). Merk at disse kun kan anses som veiledende. Borbarheten kan variere betydelig, både mellom ulike bergarter, men også innenfor samme bergartstype.

Muskovittskifer, glimmerskifer og granatglimmerskifer

For glimmerskifer ventes det, basert på erfaringstall, middels til høy borsynk (DRI) og lav til middels borslitasje (BWI). Innhold av granat vil sannsynligvis medføre dårligere borsynk og større borslitasje enn det som er normalområdet for glimmerskifer. Granat har ca. tilsvarende mineralhardhet som kvarts, med et hardhetstall i området 6,5-7,5.

Bergartens foliasjon i forhold til driveretningen vil ha innvirkning på eventuelt boreavvik. Ved boring tilnærmet langs et skifrighet- eller foliasjonsplan, vil boret tendere mot å følge planet. Dette kan potensielt medføre behov for korrigerende tiltak mot boreavvik.

Erfaringsmessig vil en metamorf bergart med høyt glimmerinnhold og skifrig struktur ha dårlig sprengbarhet (SPR). Anisotrope bergarter er generelt tungsprengte. Denne beskrivelsen er gjeldende for de ulike variasjonene av glimmerskifer langs traséen.

Kvartsitt

Kvartsitt har erfaringsmessig lav til meget lav borsynk (DRI). Videre, har kvartsitt generelt høy borslitasje og sprengbarheten er ofte middels til god.

Granittisk gneis

Granittisk gneis har erfaringsmessig middels til høy borsynk (DRI) og middels borslitasje. Sprengbarheten er generelt middels.

Amfibolitt/metadiabas

Amfibolitt har erfaringsmessig både lav til middels borsynk (DRI) og borslitasje (BWI). Sprengbarheten er generelt middels.

3.9. Vibrasjoner

Utsprengning av tunneler medfører rystelser/vibrasjoner, det samme gjør sprengning i dagen. Følgende regelverk legges til grunn for vibrasjonsgrenseberegninger:

- NS 8141:2001: Vibrasjoner og støt. Måling av svingehastighet og beregning av veiledende grenseverdier for å unngå skade på byggverk.
- NS 8141-1:2012+A1:2013: Veiledende grenseverdier for bygge- og anleggsvirksomhet, bergverk og trafikk. Del 1: Virkning av vibrasjoner og lufttrykkstøt fra sprengning på byggverk, inkludert tunneler og bergrom.

Det vil ikke være nødvendig med bygningsbesiktigelse for Kvænangsfjelltunnelen da det ikke er noen bygninger eller konstruksjoner som ligger innenfor hensynssonen til vibrasjoner. Det vil derfor heller ikke være behov for å beregne grenseverdier.

3.10. Bergsikring

I det følgende presenteres en sikringsprognose for tunnelen. Merk at denne bare er en tolkning basert på antatt bergmassekvalitet. Det er behov for flere vurderinger i neste planfase, samtidig som det er viktig at fortløpende vurderinger av sikringsbehovet utføres under anleggsfasen. Sikringsomfang på det enkelte stedet skal tilpasses bergkvaliteten, slik at det oppnås tilfredsstillende stabilitet. Generelt anbefales det at permanent sikring i så stor grad som mulig avklares og gjennomføres samtidig med arbeidssikringen.

Generelt er det ventet mer omfattende sikringstiltak ved påhuggsområder og ved passering av svakhetssoner.

3.10.1. Forskjæringer og tunnelpåhugg

Det vil være aktuelt med forbolting (spiling) ved begge påhuggene. Dette gjelder særlig for vestre påhugg, der overdekningen stiger sakte i begynnelsen pga. varierende terrenghelning.

Forbolting utføres normalt med 6 meter lange spilingbolter fra påhuggsflaten.

Omfanget av eventuell forbolting, samt hvordan boltene skal plasseres, avgjøres først etter kartlegging av påhuggsflaten ved eksponering. Ved forbolting skal også reduserte eller delte salvelengder vurderes.

Avhengig av hvordan berget ser ut ved eksponering, kan det også bli behov for å stabilisere berget med bolter montert fra terrengoverflaten (tilnærmet vertikale forbolter).

Endelig orientering av forbolter bestemmes av sprekkeorienteringer. Merk at forboltingen anses som en midlertidig sikringsanordning og at det dermed normalt ikke er krav til korrosjonsbeskyttelse [42]. Vanligvis benyttes fullt innstøpte Ø32 mm kamstålbolter [42].

3.10.2. Portaler

Lengder på portaler er vurdert med hensyn til geologi, drivsnø og skredfare. Disse bør tilpasses terrenget og landskapet. Portallengder er foreløpig anslått til 75 meter ved vestre påhugg og 55 meter ved østre påhugg, inkludert 5 meter kontaktstøp [2]. Ved påhugg vest er det primært drivsnøproblematikk som er dimensjonerende for portallengden, snøskredfare for påhugg øst.

3.10.3. Kinematisk analyse forskjæringer

For å anslå sikringsbehov i forskjæringene er det utført en kinematisk analyse av utrasningsmekanismer i programvaren Dips fra Rocscience. Det er utført en analyse av potensielle utrasningsmekanismer i forskjæringen. Registrerte sprekkeorienteringer, bergskjæringens helning og orientering, samt basis friksjonsvinkel inngår som inngangsparametere i analysen.

Analysen gir informasjon om sprekkesettens orientering i forhold til bergskjæringen gjør at det er kinetisk mulig for utrasninger å skje, men merk at analysen ikke sier noe om sannsynligheten for fremtidige nedfall.

Følgende utrasningsmekanismer er vurdert:

- Plan utglidning: Utglidning langs et enkelt svakhetsplan eller langs en bruddflate sammensatt av flere parallelle, opprinnelig usammenhengende svakhetsplan.
- Kileutglidning: Utglidning langs to plane flater som danner en kile.
- Utvelting: Utrasningen skjer ved at tavleformede plater eller flak av bergmassen velter ut pga. steilstående sprekkesett med strøk tilnærmet parallelt skjæringen/skråningen.

Det er benyttet følgende inngangsparametere i analysen:

- Sprekkes orienteringer er innhentet gjennom sprekkemålinger under befarig.
- En basis friksjonsvinkel på 30 grader er benyttet i analyser. Dette tilsvarer middels friksjon.
- Skråningsvinkelen er satt til 84 grader, tilsvarende en bergskjæring med utforming 10:1.
- Lateral begrensing er satt til 25 grader. Denne tar hensyn i variasjoner i bergskjæringens orientering.

Resultater fra kinematisk analyse er vist i Tabell 18.

Tabell 18: Oppsummering av resultater fra kinematisk analyse

Utrasningsmekanisme/Bergart	Forskjæring vest	
Orientering bergskjæring	Fallretning 024	Fallretning 204
Plan utglidning	Lite aktuell	Lite aktuell
Kileutglidning	Noe aktuell	Noe aktuell
Utvelting	Noe aktuelt om baseplan S2 og enkeltstående sprekker	Noe aktuelt om baseplan S1.
Utrasningsmekanisme/Bergart	Forskjæring øst	
Orientering bergskjæring	Fallretning 000	Fallretning 180
Plan utglidning	Noe aktuell for S3	Lite aktuell
Kileutglidning	Noe aktuell for villsprekker	Lite aktuell
Utvelting	Litt aktuell for S1 og noe aktuell for S3.	Meget aktuell om baseplan S3

3.10.4. Antatt sikringsbehov i forskjæringer

Rensk

Forskjæringene skal renskes, både ved maskinell rensk og spettrensk. Det anbefales også rensk av løsmasser minimum 2m ovenfor skjæringstopp. Løsmasser over utsprengte skjæringer skal stabiliseres, der stabilisering av løsmasser vurderes av geotekniker.

Forbolter

Der det kan være mulighet for at større bergvolum glir ut, kan det være aktuelt å montere vertikale forbolter før sprengning. For forskjæring vest vil dette eventuelt gjelde kileutglidninger, mens det for forskjæring øst vil gjelde plan utglidning langs S3 og kileutglidning. Forbolter monteres utenfor konturen. Behov for forbolter i forskjæring vurderes først når berget avdekkes.

Sikringsbolter (permanent sikring)

For forskjæringene, utformet med helning 10:1, vil det trolig bli behov for noe bergsikring for å oppnå nødvendig stabilitet i bergskjæringene. Det skal primært benyttes fullt innstøpte bolter. I tilfeller der det er nødvendig med umiddelbar sikring, kan kombinasjonsbolter benyttes. Merk i denne sammenheng at alle bolter som skal inngå i permanentsikringen skal være gyste.

Forventet bolteomfang for strekningen er spredt bolting, der vurdering av mengde/omfang gjøres fortløpende. Med et grovt overslag på 1 bolt per 20 m² i forskjæringene, antas det behov for ca. 140 bolter. I forhold til overslaget, kan det bli behov for et høyere antall bolter i områder der skjæringen er høyest, lavere der skjæringen er lav.

Tabell 19: Anslått boltebehov i forskjæringer.

	Side	Ca. areal (m ²)	Ca. bolteantall
Forskjæring vest	HS	785	40
	VS	500	25
Forskjæring øst	HS	720	36
	VS	690	35
Anslått totalt bolteantall			136

Endelig boltebehov i forskjæringene vil påvirkes av utførelseskvaliteten på sprengningsarbeidet. Skånsom sprengning mot gjenstående berg vil kunne redusere nødvendig sikringsomfang. På grunn av store høyder på skjæringene bør skånsom kontursprengning vektlegges.

Merk at dersom en hylle legges inn i bergskjæringer der bergskjæringene er høyest, vil nødvendig bergsikring bli redusert fordi det ventes en mindre sannsynlighet for større stabilitetsutfordringer. Samtidig vil dette kreve et større masseuttak, og det kan bli et større behov for forbolter dersom både øvre og nedre hylle må forboltes.

Steinsprangnett/isnett

Det forventes ikke behov for steinsprangnett eller isnett som permanent sikring.

Iskjøving anses som ikke aktuelt ved forskjæringer til Kvænangsfjelltunnelen, da forskjæringene dekkes av portal/omfylling eller fjernes i sin helhet.

3.10.5. Tunnel

Sammenhengen mellom bergklasser og sikringsklasser fremgår av tabell 6.1 i SVVs håndbok N500 og er delvis gjengitt i Tabell 20. Denne vil på generelt grunnlag benyttes for dimensjonering av permanentsikring i tunnelen.

Tabell 20: Sammenheng mellom bergmasseklasse og sikringsklasse for tunneler med tunnelprofil T9,5.

Bergmasse-klasse (Sikringsklasse)	Sikringsklasse Permanent sikring	Antagelser/ kommentar	Sikrings- mengder per løpemeter	Antatt lengde tunnel	Mengde
A/B (I)	Spredd bolting	c/c antatt 2,5 m	3,0 stk	664	2000 stk.
	Sprøytebetong B35 E700, tykkelse 80 mm	Minimum ned til kjørebanelnivå	2,6 m ³		1700 m ³
C (II)	Sprøytebetong B35 E700, tykkelse 80 mm	Ned til såle	2,8 m ³	2390	6700 m ³
	Systematisk bolting c/c 2 m		5,0 stk		11960 stk.
D (III)	Sprøytebetong B35 E1000, tykkelse 100 mm	Ned til såle	3,5 m ³	199	700 m ³
	Systematisk bolting c/c 1,75 m		6,4 stk		1275stk
E (IV)	Forbolter	c/c 0,4 m	15	33	310 stk.
	Sprøytebetong B35 E1000, tykkelse 150 mm eller mer		5,5 m ³		185 m ³
	Systematisk bolting, c/c 1,5 m		8,7 stk		290 stk.
	Armerte sprøytebetongbuer.		0,33 stk		11 stk.
F (V)	Forbolter	c/c 0,4	15	33	310 stk.
	Sprøytebetong B35 E1000, tykkelse 150 mm eller mer		7,3 m ³		165 m ³
	Systematisk bolting, c/c 1,5 m		19,5 stk		245 stk.
	Armerte sprøytebetongbuer.		0,33 stk		11 stk.

Som det går frem av tabellen, omfatter sikring for bergmasseklassene A/B, C og D bruk av bergbolter og sprøytebetong. Fra bergmasseklasse E omfatter bergsikringen blant annet også bruk av armerte sprøytebetongbuer.

Sikringen skal utføres systematisk. Rensk skal utføres før sikring. Hovedsikringen vil være 3-4 meter lange, fullt innstøpte ø20 mm bergbolter (se Tabell 21). Det kan også bli behov for lengre bolter. Omfanget må tilpasses lokal bergkvalitet, på en slik måte at tilfredsstillende stabilitet oppnås for hele

tunnelen. Samtlige bolter skal være fullt innstøpte, pulverlakkerte og varmforsinket i henhold til R761 Prosesskode 1. Evt. forbolter trenger derimot ikke å være korrosjonsbeskyttet, da de ikke inngår i permanent sikringen [36].

Tabell 21: Antatte sikringsmengder for Kvænangsfjelltunnelen fordelt på type.

Sikringstype	Mengde	Kommentar
3 m bolt, ø20 mm, fullt innstøpt	11 820 [stk]	15 770 stk totalt
4 m bolt, ø20 mm, fullt innstøpt	3950 [stk]	
6 m bolt, ø25 mm, fullt innstøpt		
Sprøytebetong B35 E700, tykkelse 80 mm	8400 [m ³]	
Sprøytebetong E1000, tykkelse 100 mm	1020 [m ³]	
6 m forbolter, ø20 mm, fullt innstøpt	620 [stk]	Påhuggsområde vest og eventuelle påtrufne svakhetssoner. Bergklasse E og F.
Armerte sprøytebetongbuer	22 [stk]	Eventuelle påtrufne svakhetssoner.

Ved kryssing av antatte svakhetssoner langs traséen kan det bli behov for tyngre sikring. Eksempelvis kan det bli behov for forbolting (spiling), bergbånd og armerte sprøytebetongbuer. Driving med reduserte salvelengder antas også å være aktuelt i svakhetssonene.

3.11. Aktuelle undersøkelser i byggefasen

3.11.1. Sonderboringer

I tilfeller hvor den geologiske overflatekartleggingen ikke gir tilstrekkelig informasjon om bergmassekvaliteten, kan sonderboring benyttes til supplerende undersøkelser under tunneldrivingen. Formålet med sonderboringen er å innhente informasjon om berg- og vannforholdene foran stoff. Slagboring med borerigg er vanligste metode.

Ved påhugg vest er det forventet dårlig bergkvalitet fra starten av, det er observert svært skifrig og oppsprukket glimmerskifer. Det er registrert to mulig svakhetssoner som krysser tunnelen ved henholdsvis profil 9850 og 9870, basert på feltregistreringer, seismikk og skyggerelieff. Det anbefales systematisk sonderboring fra påhugget ved profil 9770 for å avdekke mulige svakhetssoner.

På østsiden er det flere antatte svakhetssoner observert på skyggerelieff og i felt. Det er dessuten registrert mulige svakhetssoner basert på seismikk, og hyppige vekslinger mellom bergarter. Det forventes derfor gjentatte svakhetssoner i skyvedekkene på østsiden inntil tunnelen går inn i den granittiske gneisen. Det anbefales systematisk sonderboring fra starten av påhugget ved profil 13090 for å avdekke eventuelle svakhetssoner. Ved driving fra øst mot vest vil disse svakhetssonene treffe i hengen først. Derfor anbefales sonderboring med eksempelvis 1-2 sonderhull á 45 grader oppover. Lengde sonderhull ca. 25 m.

3.12. Usikkerhet

Forplantningen til bergartsgrenser og svakhetssoner med dypet er usikker. Bergmassekvalitet langs traséen er kun anslått, ikke verifisert. Seismikk har antydnet seismiske hastigheter innenfor intervallet 3600-5600 m/s.

4. RÅDGIVENDE DEL

4.1. Bemanning

For byggefasen skal det før anleggsstart sørges for at prosjektet har tilstrekkelig bemanning og nødvendige bergteknisk/ingeniørgeologisk kompetanse for å håndtere de forventede utfordringene. Det må tilknyttes en ingeniørgeolog til prosjektet som har minst 5 års erfaring og som i tillegg har erfaring fra tunneldrift.

4.2. Sikkerhet, helse og arbeidsmiljø (SHA)

Risikoutsatte arbeidsoperasjoner skal identifiseres i byggeplanleggingen og inngå i konkurransegrunnlag og SHA-plan for prosjektet. Entreprenøren for de risikoutsatte arbeidsoperasjonene skal gjennomføre sikker jobb analyse (SJA) i henhold til byggherrens overordnede risikovurdering. For dette prosjektet påpekes følgende forhold (listen er ikke uttømmende):

Liste over potensielt risikoutsatte områder:

- Sprengningsarbeidet skal pågå i nærføring med eksisterende veg. Sprengningsopplegget må tilpasses trafikkavviklingen. Sikkerheten til trafikanter skal ivaretas.
- Det forutsettes at nødvendig sikring og rensk utføres under sprengningsarbeidet, slik at sikkerheten ivaretas for arbeidere og trafikanter.
- I teleløsningsperioder og i perioder med mye nedbør vil midlertidige løsmasseskråninger på skjæringstopp for evt. bergskjæringene ha dårligere stabilitet og være mer utsatt for erosjon.
- For å ivareta arbeidssikkerheten må sikringsbehovet i bergskjæringene vurderes etter hver salve. Dette er særlig relevant der forskjæringene blir høye.
- Tunnelen er lokalisert i et område som er værutsatt vinterstid. Dette medfører at vegen til og fra tunnelen i perioder vil være stengt.
- Kvartsstøv ved driving kan by på helsemessige utfordringer. Det anbefales støvprøver og bruk av maske under driving.

4.3. Videre undersøkelser

I forbindelse med videre prosjektering av tunnelen bør det utføres følgende:

- Prøvetaking og testing av mekaniske egenskaper. Formålet vil være å fastsette anvendbarheten til tunnelmassene.
- Geologiske befaringer etter avdekking av berg i påhuggsområder og før sprenging. Formålet vil være å kartlegge mulige sprekkeplan som krever forbolting.

REFERANSER/KILDER

1. Asplan Viak (2020), Kvænangsfjellet – Miljøgeologiske grunnundersøkelser, versjon 02.
2. Asplan Viak (2020), E6 Kvænangsfjellet. Skredfaglig rapport.
3. Asplan Viak (2020), Ingeniørgeologisk rapport for reguleringsplanfase – Bergskjæringer.
4. Era Geo (2020), E6 Kvænangsfjellet - Geoteknisk datarapport, 20041-RIG01, versjon 01.
5. Kartverket, Kart (www.norgeskart.no)
6. Kartverket, Høydekart (www.hoydedata.no)
7. Meteorologisk institutt, Klimadata (www.eklima.met.no)
8. NBG (2000), Engineering Geology and Rock Engineering, Handbook no 2.
9. NGI (2015) Håndbok. Bruk i Q-systemet. Bergmasseklassifisering og bergforsterkning.
10. NGU, Berggrunnskart – målestokk 1:50 000 (<http://geo.ngu.no/kart/berggrunn/>)
11. NGU, Berggrunnskart – målestokk 1:250 000
12. NGU, Løsmassekart – målestokk 1:50 000 (<http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>)
13. NGU, Granada
14. NGU, Grus-, pukk- og steintippdatabasen
15. NGU, Nadag
16. NGU, Helicopter-borne magnetic, electromagnetic and radiometric geophysical survey in Nordreisa, Troms County (<https://www.ngu.no/side/geofysikk-trykte-kart-og-prosjektdataNIBIO,Arealinformasjon> ())
17. Nilsen (2016) Ingeniørgeologi – Berg. Grunnkurskompendium.
18. NTNU (2009) Kompendium Ingeniørgeologi GK, fig. 13.13
19. NVE, Nedbørfelt, REGINE
20. NVE, Aktsomhetskart for skred
21. NVE, Registrerte skredhendelser
22. NVE, Bratthetskart for snøskred
23. NVE, Kartverket og Meteorologisk institutt, Klimadata for Norge
24. SVV, Håndbok N500 Vegtunneler (2020)
25. SVV, Håndbok N200 Vegbygging (2018)
26. SVV, Vegkart (www.vegkart.no)
27. SVV, NIBIO og Kartverket, flyfoto/ortofoto
28. SVV (2016), Silingsrapport. E6 Kvænangsfjellet. Oksfjordhamn – Karvik. Nordreisa og Kvæningen kommune.
29. SVV (2016), E6 Kvænangsfjell tunnelen ingeniørgeologisk rapport til reguleringsplan, 50850-GEOL-01.
30. SVV (2015) Geoteknikk Kvænangsfjellet. Vurderingsrapport, reguleringsplan (Nr.2013031895-032)
31. SVV (2002), Intern rapport nr. 2301 Frostmengder i vegtunneler
https://vegvesen.brage.unit.no/vegvesen-xmlui/bitstream/handle/11250/190342/intern_rapport_2301.pdf?sequence=1&isAllowed=y
32. SVV (2019), Skredsikringsbehov langs riks og fylkesveg, Nordland – Troms – Finnmark
33. SVV (2003), Undersøkelser og krav til innlekkasje for å ivareta ytre miljø.
34. SVV (2017) Definisjoner for Statens vegvesens normaler
35. SVV (2017) Definisjonsliste for Statens vegvesens håndbøker
36. SVV (2020) Håndbok V520 Tunnelveiledning
37. Standard Norge (2001), NS8141:2001 Vibrasjoner og støt - Måling av svingehastighet og beregning av veiledende grenseverdier for å unngå skade på byggverk
38. Standard Norge (2012), Vibrasjoner fra sprengning og annen anleggsvirksomhet – Veiledning til NS 8141-1:2012+A1 og NS 8141-2:2013. P-741.
39. TØI (2014) Rapport 1362/2014. Grunnprognoser for persontransport 2014-2050
40. SVV (2016) E6 Kvænangsfjellet, langsiktige tiltak. Dimensjoneringsrapport til reguleringsplan.
41. NGI (2020) Vind og snødrift over Kvænangsfjellet
42. SVV (2020) Håndbok V520 Tunnelveiledning

VEDLEGG 1

Muskovittskifer

Det er i muskovittskiferen observert noe biotitt, og stedvis svært mange små granater (granatglimmerskifer).

I påhuggsområdet mot vest er det observert en løs skifer med soner med muskovitt, biotitt og amfibol. Soner med muskovitt og godt utviklede krystaller av staurolitt/hornblende.



Figur 1: Muskovittskifer observert på vestsiden. Granatglimmerskifer med innslag av hornblende.

Kvartsitt

I kvartsittlaget er det under befaring observert innslag av metaarkose og diabas.



Figur 2: Bilder tatt ved latitude, longitude 69.88604453, 21.61450173.

Metaarkose og diabas

Ved svakhetssone langs bekk (profil 11400) er det observert bergartsgrense mellom metaarkose og diabas.



Figur 3: Bilde til venstre viser bergartsgrense mellom metaarkose og diabas. Bilde til høyre viser diabasen med kvartsintrusjon.



Figur 4: Innslag av diabas og metaarkose i kvartsittlaget.

Granittisk gneis



Figur 5: Granittisk gneis (T.v: Bilde tatt ved latitude 69.88843321, longitude 21.58575300. T.h: Bilde tatt ved latitude 69.88606649, longitude 21.60140923).

Amfibolitt/ metadiabas

Det er observert amfibolitt med vekslende innslag av metadiabas mellom profil 11120-11280.



Figur 6: Metadiabas (tv) og amfibolitt (th). I amfibolitten er det observert hornblende og granater.

Glimmerskifer

Glimmerskiferen er registrert med tydelige og tette skifrihetsplan. Enkelte steder er det observert mye granat.



Figur 7: Glimmerskifer med granat til venstre ca. profil 10150. Tydelig skifrihetsplan i bilde til høyre, ca. profil 9700.

Glimmerskifer/metaarkose

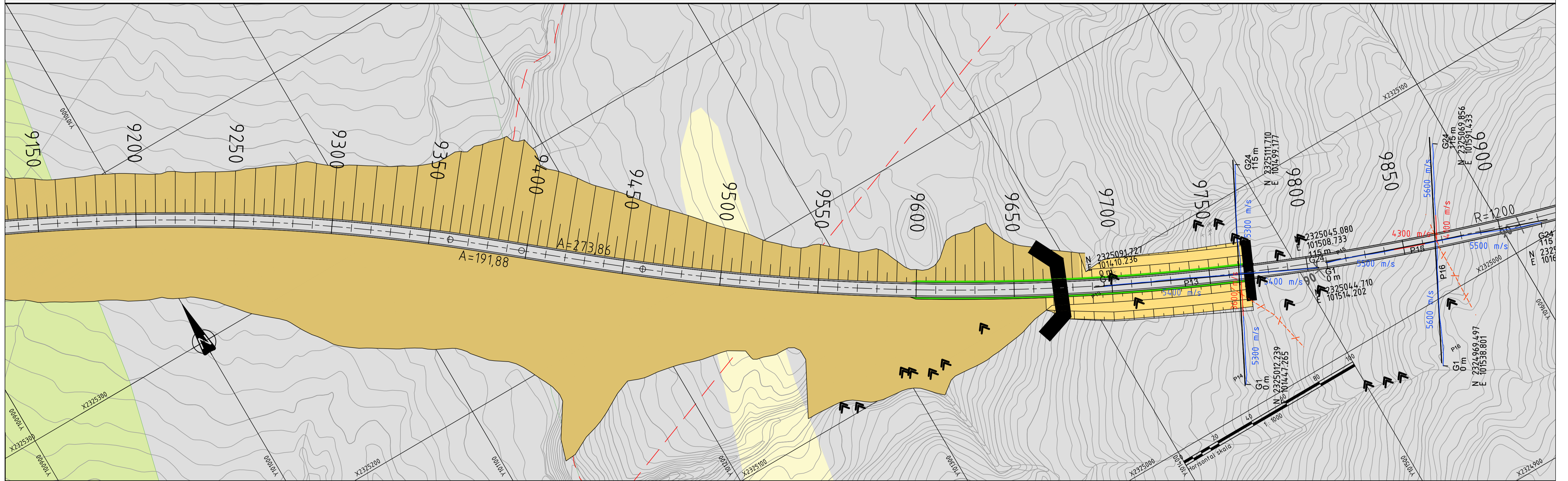
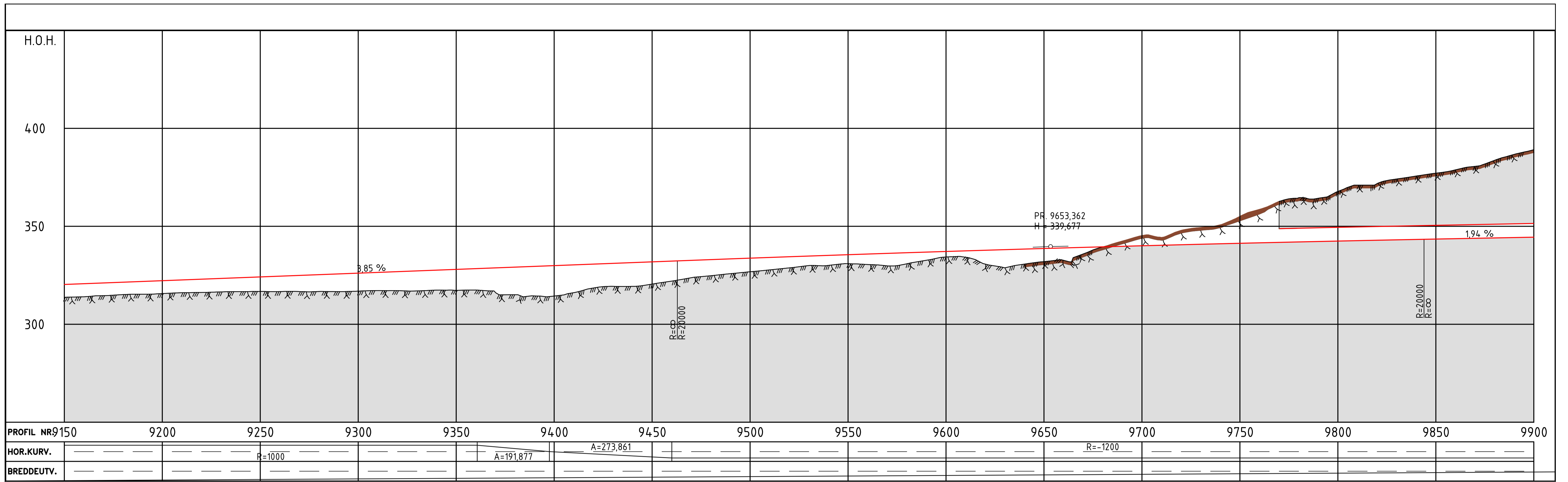
Ved påhugg øst er det registrert glimmerskifer.



Figur 8: Dronefoto av påhugg øst.

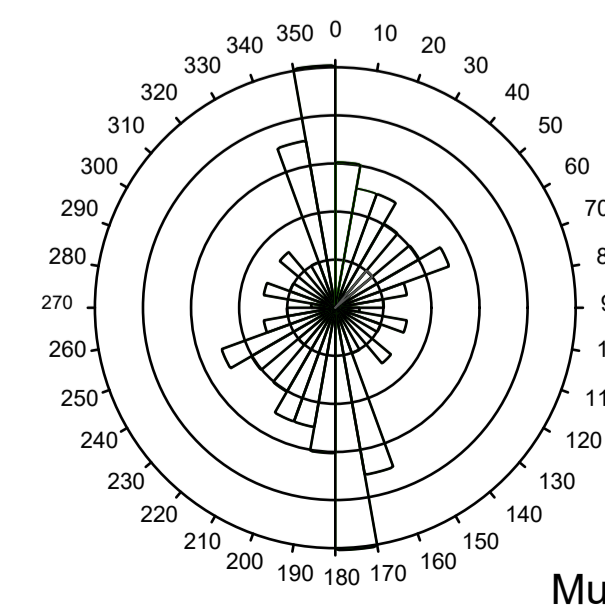


Figur 9: Bilde til venstre viser glimmerskifer i bruddet ved Storsvingen. Bilde til høyre viser glimmerskifer med innslag av granater i påhuggsområdet.



TEGNFORKLARING

- Muskovittskifer. Stedvis granittholdig, stedvis rustende glimmerskifer.
- Kvartsitt med innslag av metaarkose og diabas.
- Granittisk gneis
- Amfibolitt / metadiabas
- Glimmerskifer - vekslende lag av kvartsitt, granatglimmerskifer og glimmerskifer.
- Glimmerskifer / metaarkose. Mulig granat.
- Antatt større svakhetssone
- Terrengprofil jord
- Terrengprofil fjell
- Tolket fjell
- Antatt svakhetssone
- Bergblotning
- Sprekkemåling
- Strøk og fall, lagdeling (i grader)
- Strøk og fall, sprekker (i grader)
- Totalsondering
- Naverboring
- Prøveserie
- Enkøbending

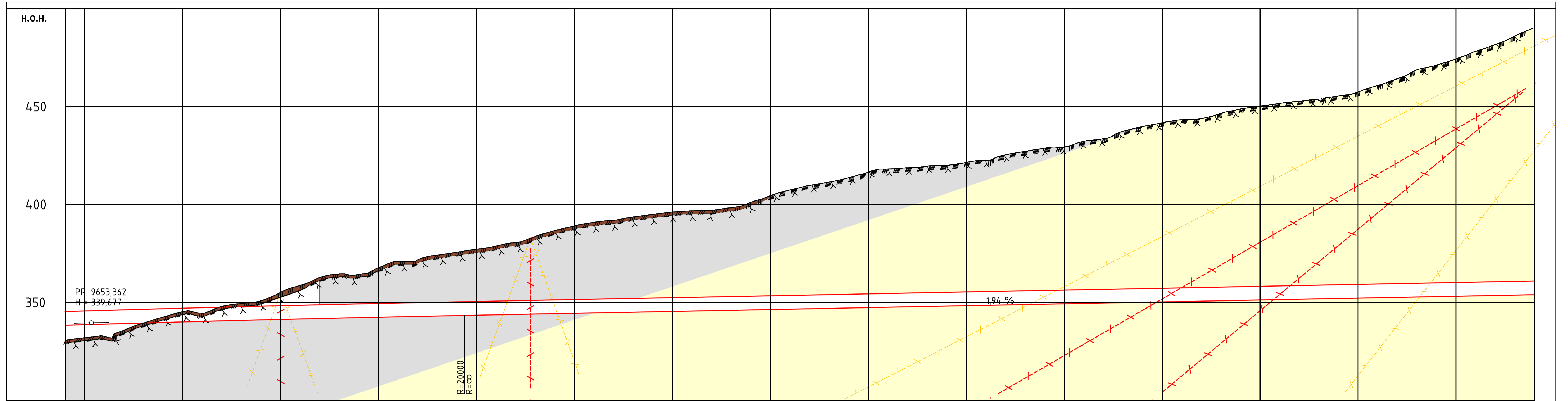


Muskovittskifer

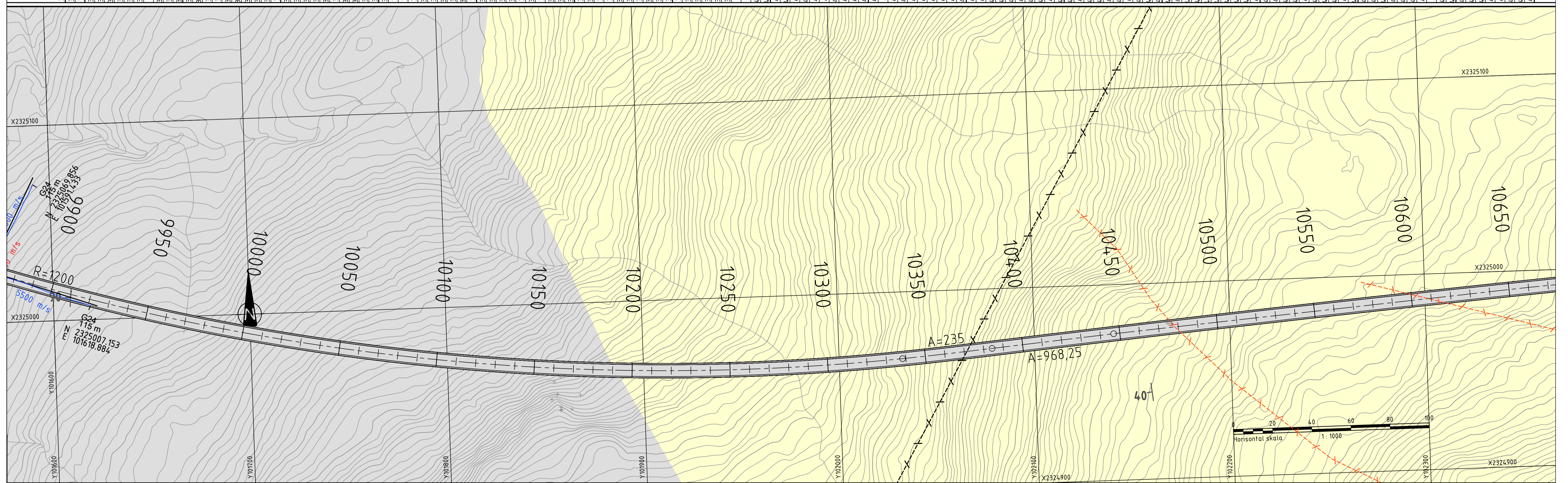
Seismiske profiler
 Seismisk hastighet >5600 m/s
 Seismisk hastighet <4500 m/s

Merknader:
 Geologisk kartgrunnlag er hentet fra NGU.
 Grunnboringer er utført av ERA Geo

Revisjon	Revisjonen gjelder	TME	PN	PN	12.02.2021
		Utarb.	Kontr.	Godkj.	Rev. dato
		Tegningsdato		12.02.2021	
		Bestiller		Nye Veier	
		Prosjektleder		Nye Veier	
		Prosjekt nr.		E6 Profil 8400-14400	
		Tegningsnummer		E6 Oksfjordhamn - Sørstraumen	
		Prosjekt tittel		E6 Kvænangsfjellet. Geologisk plan og profil	
		Byggesaksnummer		Kvænangsfjell-tunnelen	
		Koordinatsystem		EUREF89 NTM 21/NN1954	
Utført av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv	Tegningsnummer/	
TME	AHP	PN	618455-23	revisjonsbøksstav	
				V121	

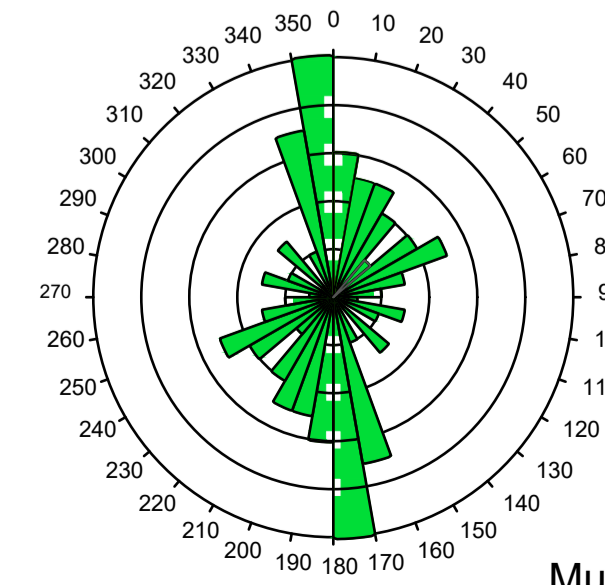


PROFIL NR	9649	650	9700	9750	9800	9850	9900	9950	10000	10050	10100	10150	10200	10250	10300	10350	10390	
HOR. KURV.									R = -1200								A = 235	A = 9,8
PROFIL H.	330,14	338,38	338,53	338,88	339,08	339,38	339,68	339,98	340,28	340,58	340,88	341,18	341,48	341,78	342,08	342,38	342,68	342,98
TERRENG H.	331,1	339,677	339,801	340,10	340,40	340,70	341,00	341,30	341,60	341,90	342,20	342,50	342,80	343,10	343,40	343,70	344,00	344,30



TEGNFORKLARING

- Muskovittskifer. Stedvis granittholdig, stedvis rustende glimmerskifer.
- Kvartsitt med innslag av metaarkose og diabas.
- Granittisk gneis
- Amfibolitt / metadiabas
- Glimmerskifer - vekslende lag av kvartsitt, granatglimmerskifer og glimmerskifer.
- Glimmerskifer / metaarkose. Mulig granat.
- Antatt større svakhetszone
- Terrangprofil jord
- Terrangprofil fjell
- Tolket fjell
- Antatt svakhetszone
- Bergblotning
- Sprekkemåling
- Strøk og fall, lagdeling (i grader)
- Strøk og fall, sprekker (i grader)
- Totalsondering
- Naverboring
- Prøveserie
- Enkøbdering

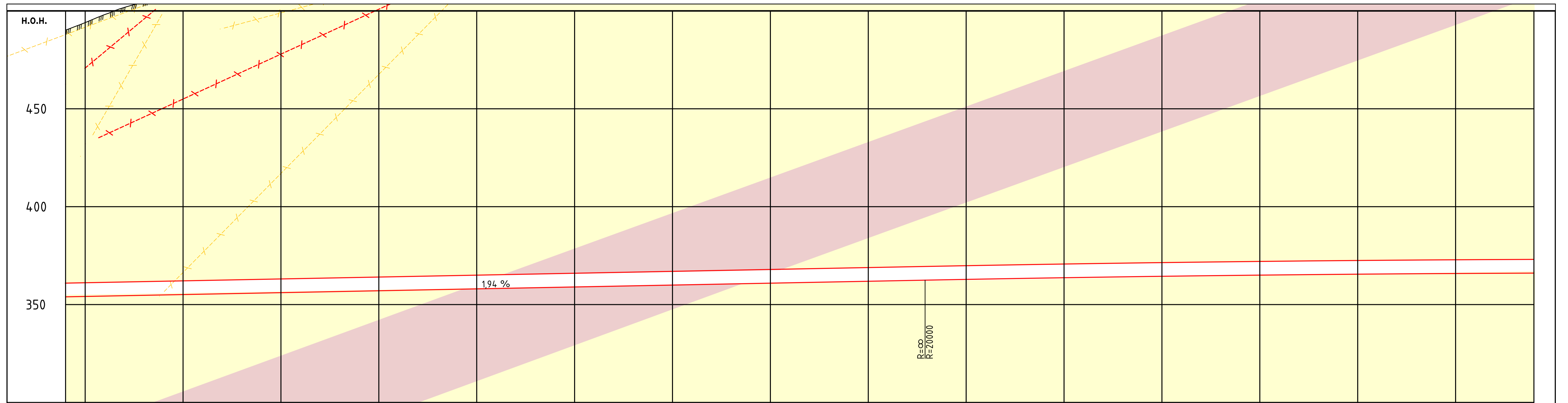


Seismiske profiler

- Seismisk hastighet >5600 m/s
- Seismisk hastighet <4500 m/s

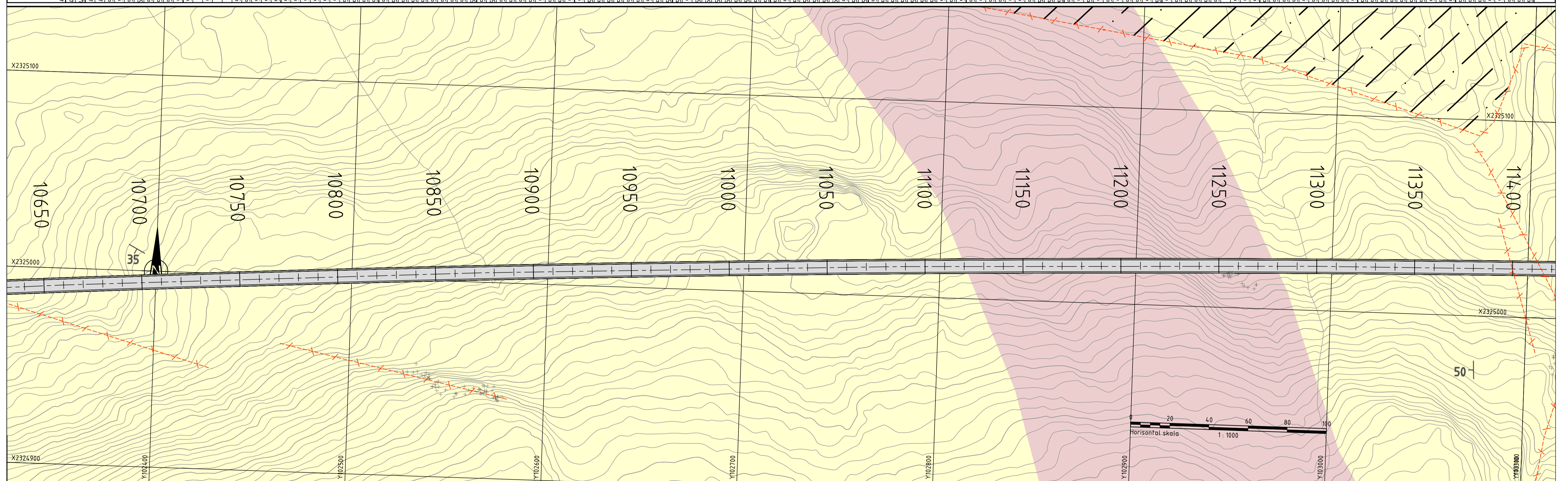
Merknader:
 Geologisk kartgrunnlag er hentet fra NGU.
 Grunnboringer er utført av ERA Geo

Revisjon	Revisjonen gjelder	TME	PN	PN	12.02.2021
		Utarb.	Kontr.	Godkj.	Rev. dato
		Tegningsdato		12.02.2021	
		Bestiller		Nye Veier	
		Produsert for		Nye Veier	
		Produsert av		TME, Asplan Viak	
		Prosjektnummer		-	
		PROF-nummer		-	
		Arkivreferanse		-	
		Målestokk A3		1:1000	
		Byggekvalitet		-	
		Koordinatsystem		EUREF89 NTH 211NN1954	
		Tegningsnummer / revisjonsbokstav		V122	



PROFIL NR. 0390400

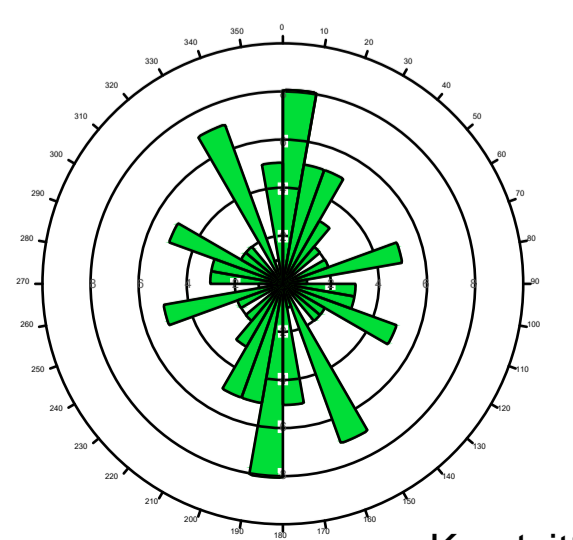
HOR. KURV.	PROFIL H.	TERRENG H.
10400	450.00	450.00
10450	445.00	445.00
10500	440.00	440.00
10550	435.00	435.00
10600	430.00	430.00
10650	425.00	425.00
10700	420.00	420.00
10750	415.00	415.00
10800	410.00	410.00
10850	405.00	405.00
10900	400.00	400.00
10950	395.00	395.00
11000	390.00	390.00
11050	385.00	385.00
11100	380.00	380.00
11140	375.00	375.00



TEGNFORKLARING

- Muskovittskifer. Stedvis granittholdig, stedvis rustende glimmerskifer.
- Kvartsitt med innslag av metaarkose og diabas.
- Granittisk gneis
- Amfibolitt / metadiabas
- Glimmerskifer - vekslende lag av kvartsitt, granatglimmerskifer og glimmerskifer.
- Glimmerskifer / metaarkose. Mulig granat.

- Antatt større svakhetszone
- Terrengprofil jord
- Terrengprofil fjell
- Tolket fjell
- Antatt svakhetszone
- Bergbløtning
- Sprekkemåling
- Strøk og fall, lagdeling (i grader)
- Strøk og fall, sprekker (i grader)
- Totalsondering
- Prøveserie
- Naverboring
- Enkøboring
- Borhull nr. / Antatt fjellkote
- Boret dybde løsmasser + boret dybde i fjell

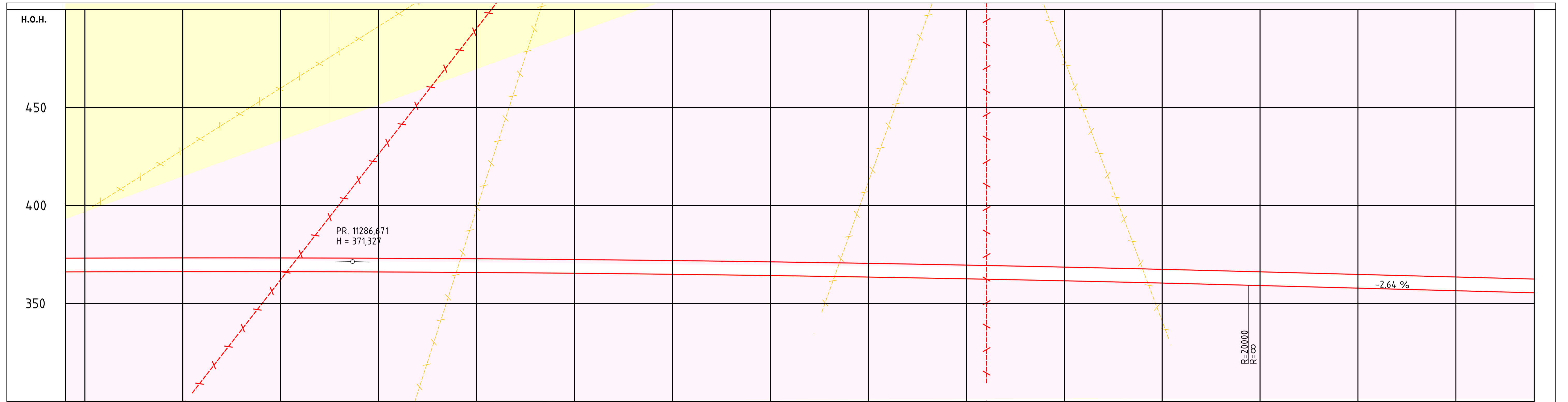


Seismiske profiler

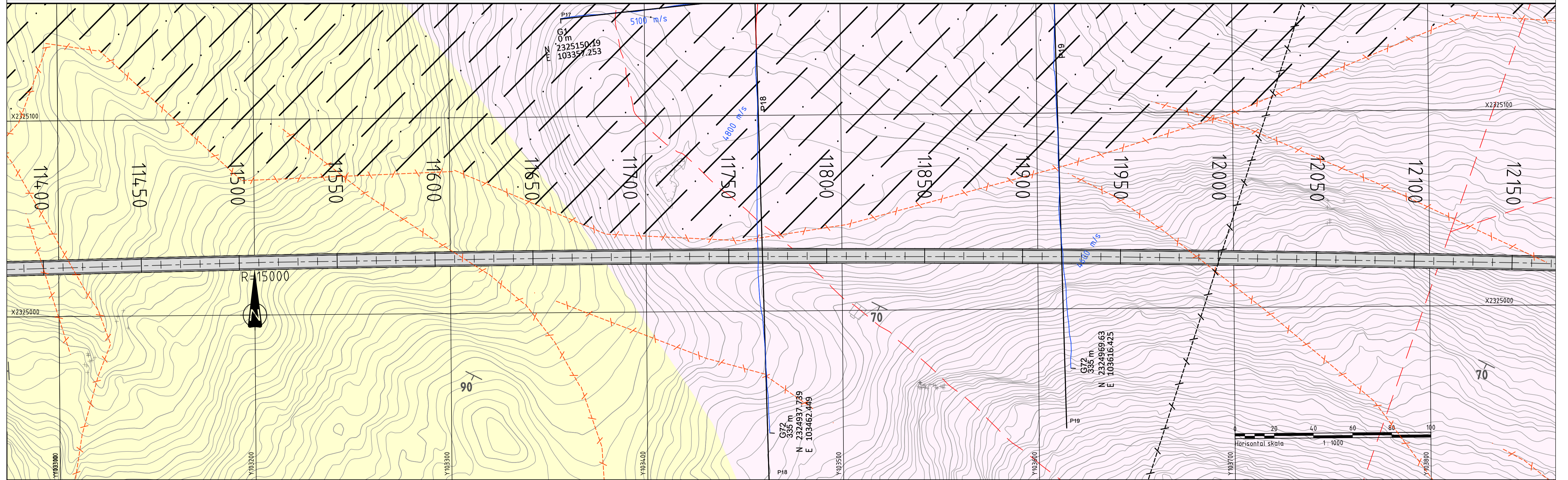
- Seismisk hastighet >5600 m/s
- Seismisk hastighet <4500 m/s

Merknader:
Geologisk kartgrunnlag er hentet fra NGU.
Grunnboringer er utført av ERA Geo

Revisjon	Revisjonen gjelder	TME	PN	PN	12.02.2021
1		Utarb.	Kontr.	Godkj.	Rev. dato
		Tegningsdato		12.02.2021	
		Bestiller		Nye Veier	
		Produsert for		Nye Veier	
		Produsert av		TME, Asplan Viak	
		Prosjektnummer		-	
		PROF-nummer		-	
		Arkivreferanse		-	
		Målestokk A3		1:1000	
		Byggeværksnummer		-	
		Koordinatsystem		EUREF89 NTM 21/NN1954	
		Tegningsnummer/		revisjonsbokstav	
		TME		V123	



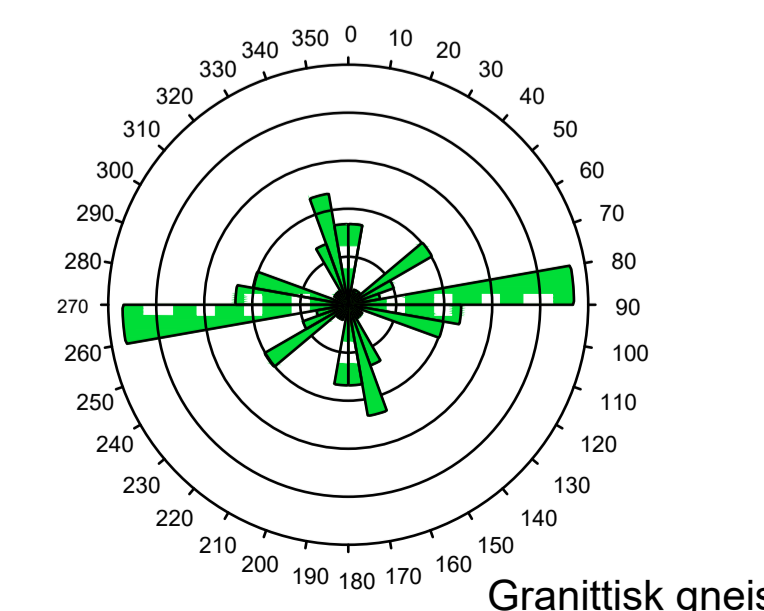
PROFIL NR	11400	11450	11500	11550	11600	11650	11700	11750	11800	11850	11890
HOR.KURV.											
PROFIL H.	358.84	366.07	371.33	375.00	377.73	379.19	379.67	379.19	377.73	375.00	371.33
TERRENG H.	358.84	366.07	371.33	375.00	377.73	379.19	379.67	379.19	377.73	375.00	371.33



TEGNFORKLARING

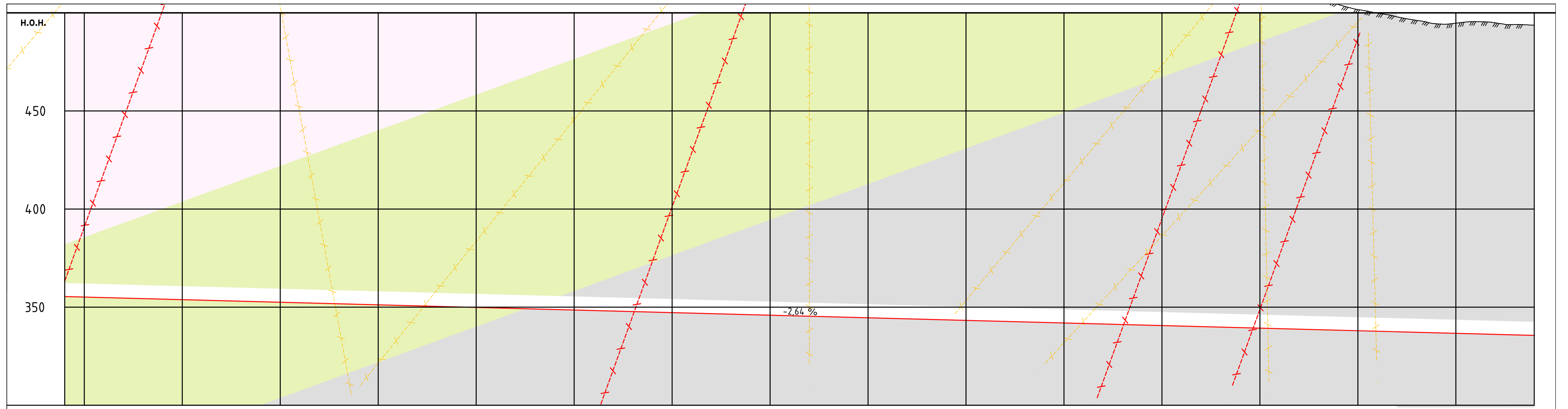
- Muskovittskifer. Stedvis granittholdig, stedvis rustende glimmerskifer.
- Kvartsitt med innslag av metaarkose og diabas.
- Granittisk gneis
- Amfibolitt / metadiabas
- Glimmerskifer - vekslende lag av kvartsitt, granatglimmerskifer og glimmerskifer.
- Glimmerskifer / metaarkose. Mulig granat.

- Antatt større svakhetssone
- Terrengprofil jord
- Terrengprofil fjell
- Tolket fjell
- Antatt svakhetssone
- Bergblotning
- Sprekkemåling
- Strøk og fall, lagdeling (i grader)
- Strøk og fall, sprekker (i grader)
- Totalsondering
- Prøveserie
- Naverboring
- Enkæbdering
- Borhull nr. / Antatt fjellkote
- Kote terreng
- Boret dybde løsmasser + boret dybde i fjell

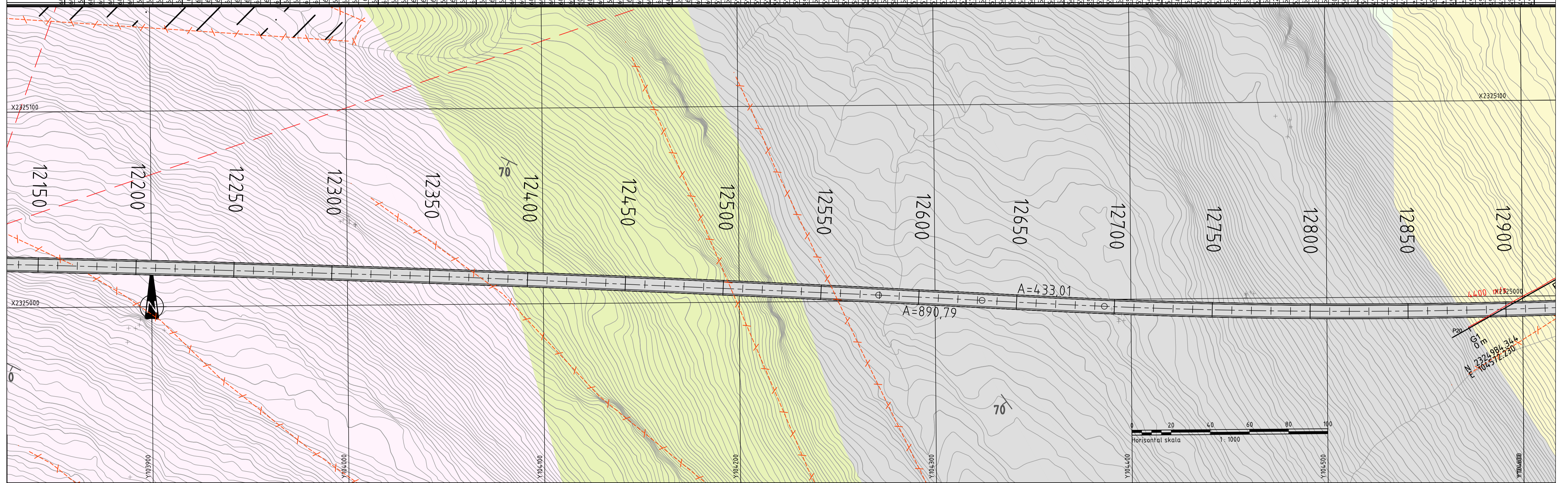


- Seismiske profiler**
- Seismisk hastighet >5600 m/s
 - Seismisk hastighet <4500 m/s
- Merknader:**
- Geologisk kartgrunnlag er hentet fra NGU.
 - Grunnboringer er utført av ERA Geo

Revisjon	Revisjonen gjelder	TME	PN	PN	12.02.2021
		Utarb.	Kontr.	Godkj.	Rev. dato
		Tegningsdato		12.02.2021	
		Bestiller		Nye Veier	
		Produsert for		Nye Veier	
		Produsert av		TME, Asplan Viak	
E6 Profil 8400-14400 E6 Oksfjordhamn - Sørstraumen					
E6 Kvænangsfjeller. Geologisk plan og profil Kvænangsfjell-tunnelen					
Prosjektnummer	-				
PROF-nummer	-				
Arkivreferanse	-				
Målestokk	A3	1:1000			
Byggevaksnummer	-				
Koordinatsystem	EUREF89	NTM 21/NN1954			
Utarbeidet av	TME	Kontrollert av	AHP	Godkjent av	PN
Konsulentarkiv	61845-23	Tegningsnummer/	revisjonsbokstav	V124	



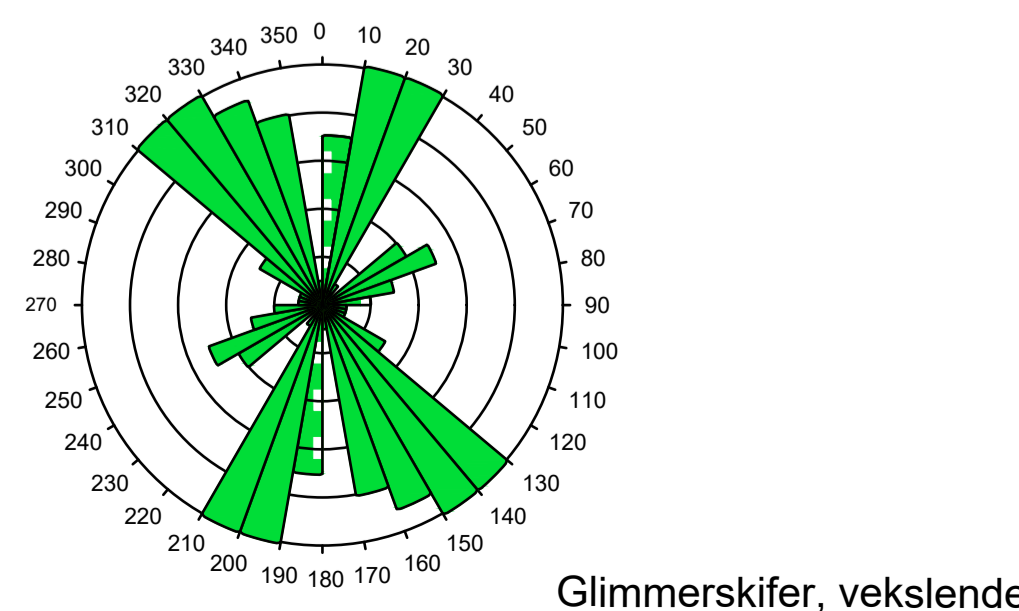
PROFIL NR.	1890900	11950	12000	12050	12100	12150	12200	12250	12300	12350	12400	12450	12500	12550	12600	12640
HOR.KURV.								R=15000								A=433
PROFIL H.	375.5582727	375.5582727	375.5582727	375.5582727	375.5582727	375.5582727	375.5582727	375.5582727	375.5582727	375.5582727	375.5582727	375.5582727	375.5582727	375.5582727	375.5582727	375.5582727
TERRANG H.	375.5582727	375.5582727	375.5582727	375.5582727	375.5582727	375.5582727	375.5582727	375.5582727	375.5582727	375.5582727	375.5582727	375.5582727	375.5582727	375.5582727	375.5582727	375.5582727



TEGNFORKLARING

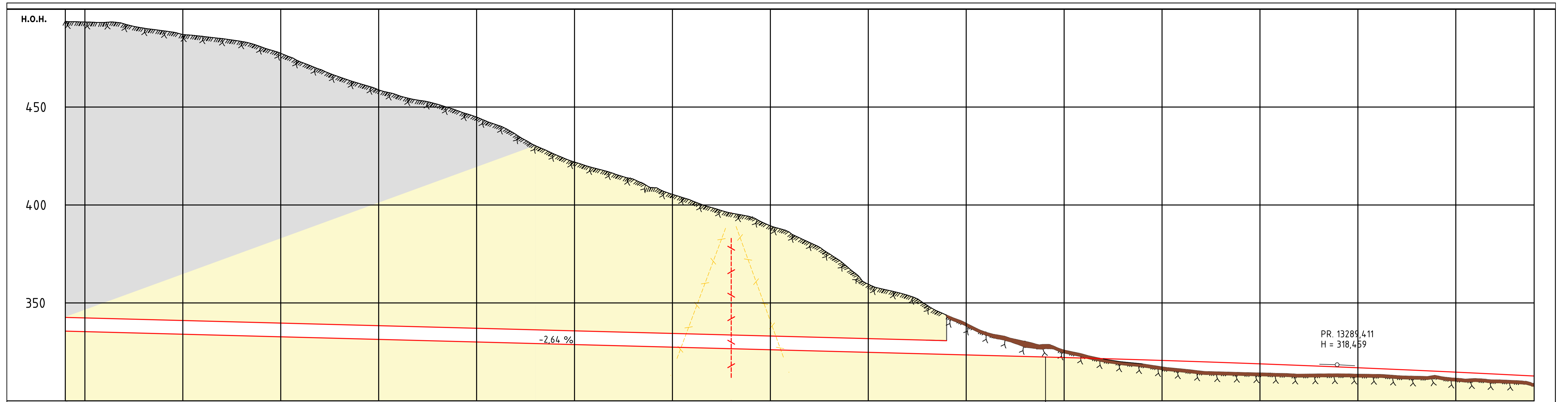
- Muskovittskifer. Stedvis granittholdig, stedvis rustende glimmerskifer.
- Kvartsitt med innslag av metaarkose og diabas.
- Granittisk gneis
- Amfibolitt / metadiabas
- Glimmerskifer - vekslende lag av kvartsitt, granatglimmerskifer og glimmerskifer.
- Glimmerskifer / metaarkose. Mulig granat.
- Antatt større svakhetszone
- Terrangprofil jord
- Terrangprofil fjell
- Tolket fjell
- Antatt svakhetszone
- Bergblotning
- Sprekkemåling
- Strøk og fall, lagdeling (i grader)
- Strøk og fall, sprekker (i grader)
- Totalsondering
- Naverboring
- Prøveserie
- Enkøbnering
- Boret dybde løsmasser + boret dybde i fjell

Påhugg øst

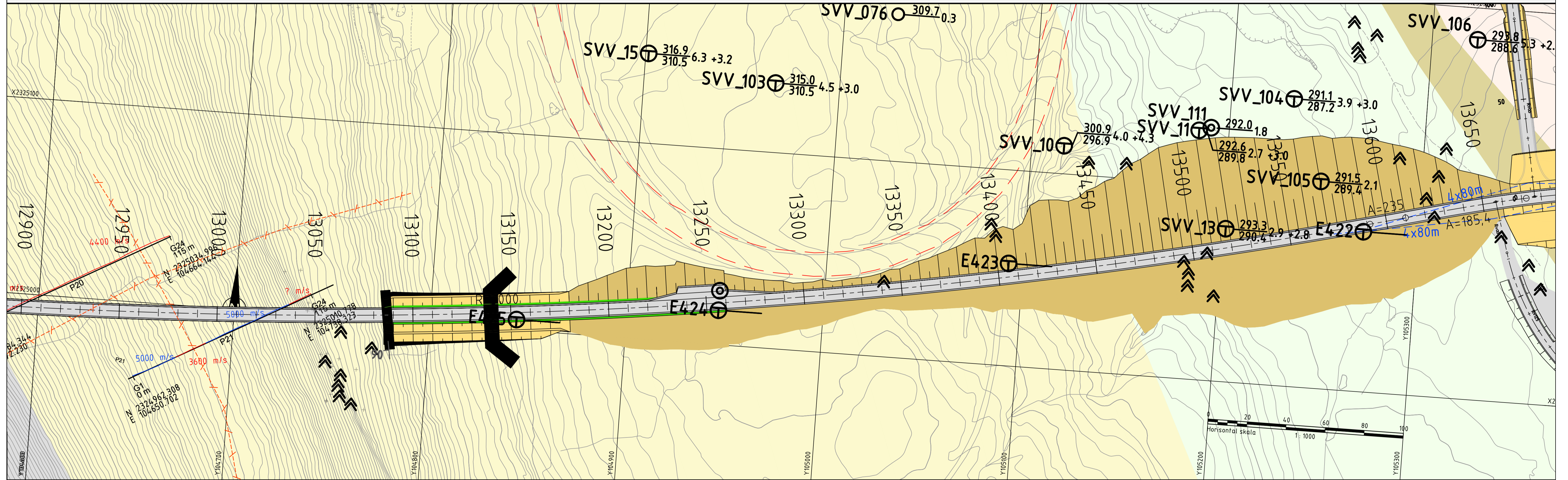


- Seismiske profiler**
- Seismisk hastighet >5600 m/s
 - Seismisk hastighet <4500 m/s
- Merknader:**
- Geologisk kartgrunnlag er hentet fra NGU.
 - Grunnboringer er utført av ERA Geo

Revisjon	Revisjonen gjelder	TME	PN	PN	12.02.2021
		Utarb.	Kontr.	Godkj.	Rev. dato
		Tegningsdato		12.02.2021	
		Bestiller		Nye Veier	
		Produsert for		Nye Veier	
		Produsert av		TME, Asplan Viak	
		Prosjektnummer		-	
		PROF-nummer		-	
		Arkivreferanse		-	
		Målestokk A3		1:1000	
		Byggeværksnummer		-	
		Koordinatsystem		EUREF89 NTM 21/NN1954	
Utarbeidet av		Kontrollert av		Godkjent av	
TME		AHP		PN	
		Konsulentarkiv		Tegningsnummer/	
		618455-23		revisjonsbokstav	
				V125	

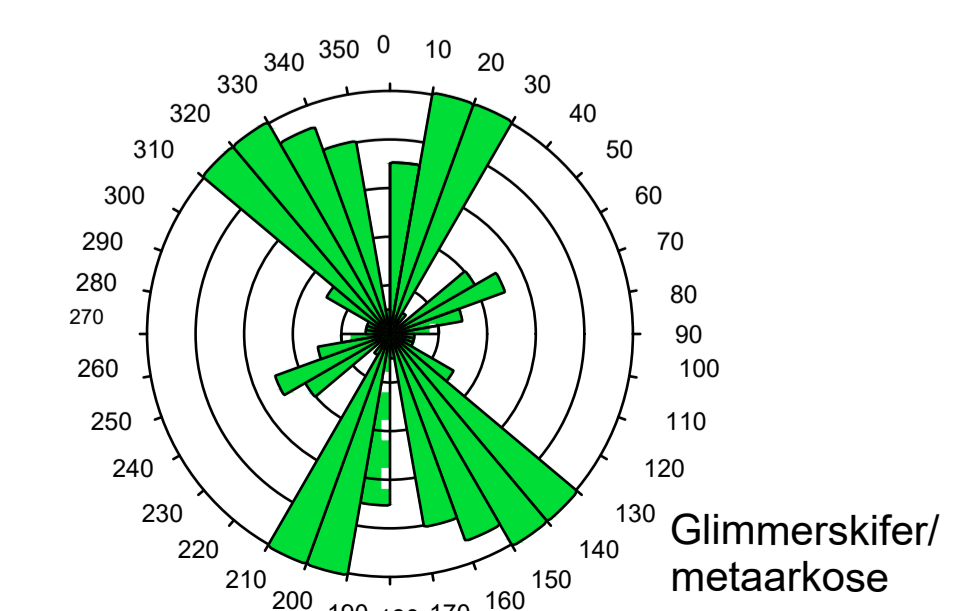


PROFIL NR.	2642650	12700	12750	12800	12850	12900	12950	13000	13050	13100	13150	13200	13250	13300	13350	13390
HOR.KURV.	A=4.33								R=-3000							
PROFIL H.	395.35	395.35	395.35	395.35	395.35	395.35	395.35	395.35	395.35	395.35	395.35	395.35	395.35	395.35	395.35	395.35
TERRENG H.	395.35	395.35	395.35	395.35	395.35	395.35	395.35	395.35	395.35	395.35	395.35	395.35	395.35	395.35	395.35	395.35



TEGNFORKLARING

- Muskovittskifer. Stedvis granittholdig, stedvis rustende glimmerskifer.
- Kvartsitt med innslag av metaarkose og diabas.
- Granittisk gneis
- Amfibolitt / metadiabas
- Glimmerskifer - vekslende lag av kvartsitt, granatglimmerskifer og glimmerskifer.
- Glimmerskifer / metaarkose. Mulig granat.
- Antatt større svakhetszone
- Terrangprofil jord
- Terrangprofil fjell
- Tolket fjell
- Antatt svakhetszone
- Bergblotning
- Sprekkemåling
- Strøk og fall, lagdeling (i grader)
- Strøk og fall, sprekker (i grader)
- Totalsondering
- Naverboring
- Prøveserie
- Enkøboring
- Borhull nr. / Antatt fjellkote Boret dybde løsmasser + boret dybde i fjell

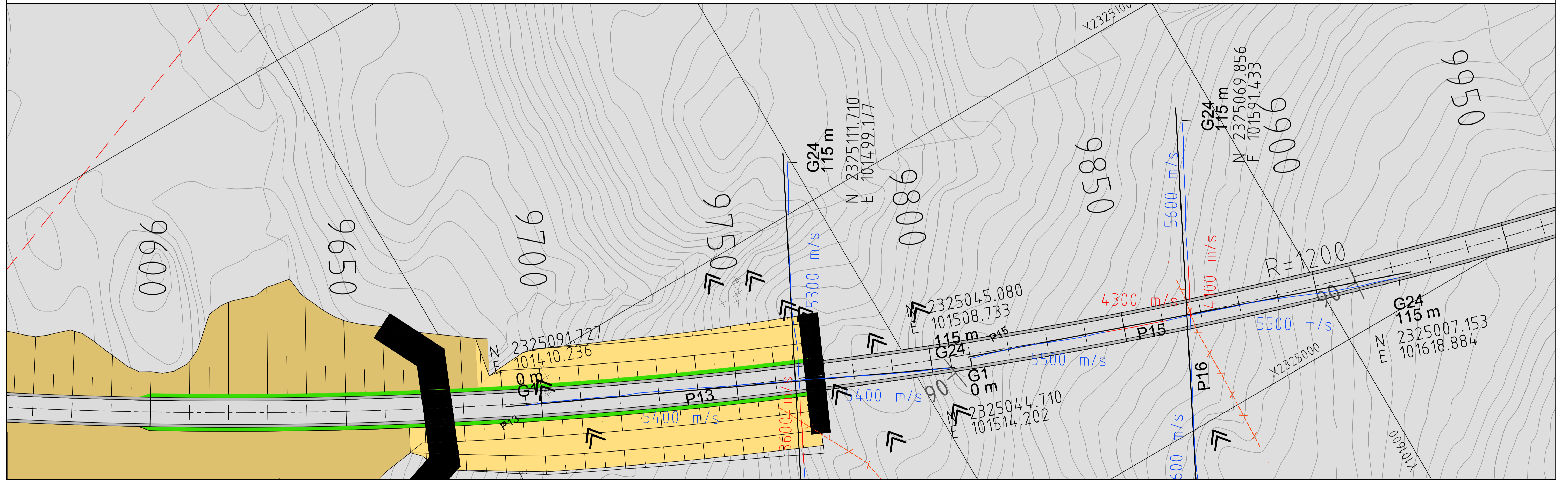
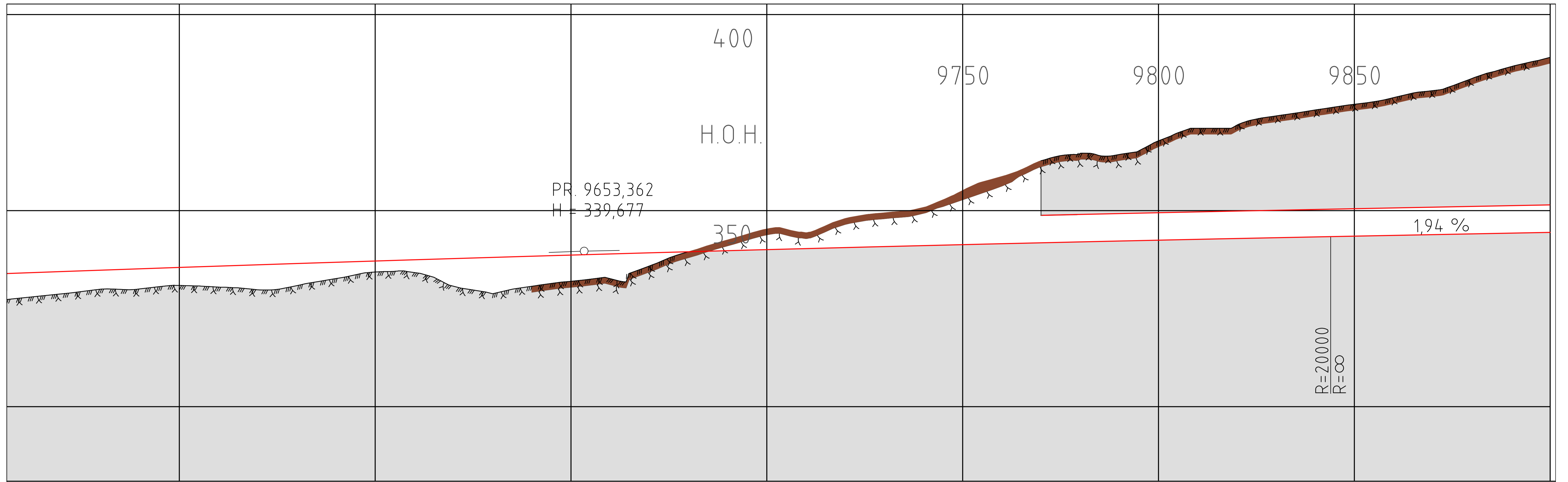


Seismiske profiler






- Seismisk hastighet >5600 m/s
- Seismisk hastighet <4500 m/s

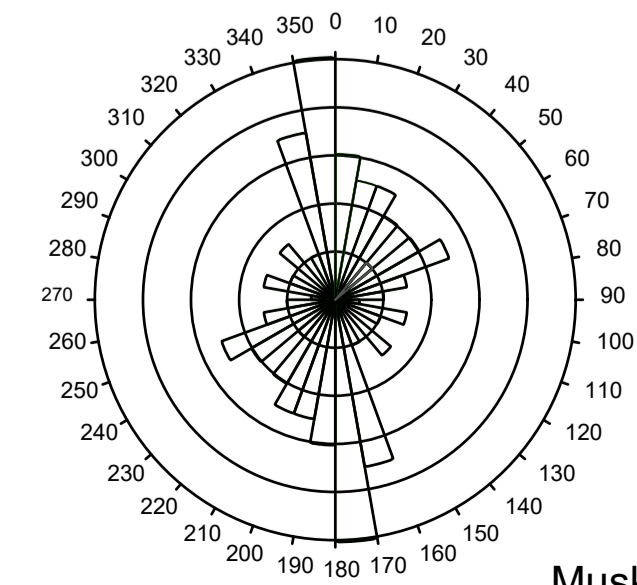
Merknader:
 Geologisk kartgrunnlag er hentet fra NGU.
 Grunnboringer er utført av ERA Geo



Revisjon	Revisjonen gjelder	TME	PN	PN	12.02.2021
1		Utarb.	Kontr.	Godkj.	Rev. dato
		Tegningsdato		12.02.2021	
		Bestiller		Nye Veier	
		Produsert for		Nye Veier	
		Produsert av		TME, Asplan Viak	
		Prosjektnummer		-	
		PROF-nummer		-	
		Arkivreferanse		1:1000	
		Målestokk A3		1:1000	
		Byggekvalitet		-	
		Koordinatsystem		EUREF89 NTM 211NN1954	
		Tegningsnummer/		revisjonsbokstav	
		TME		V126	



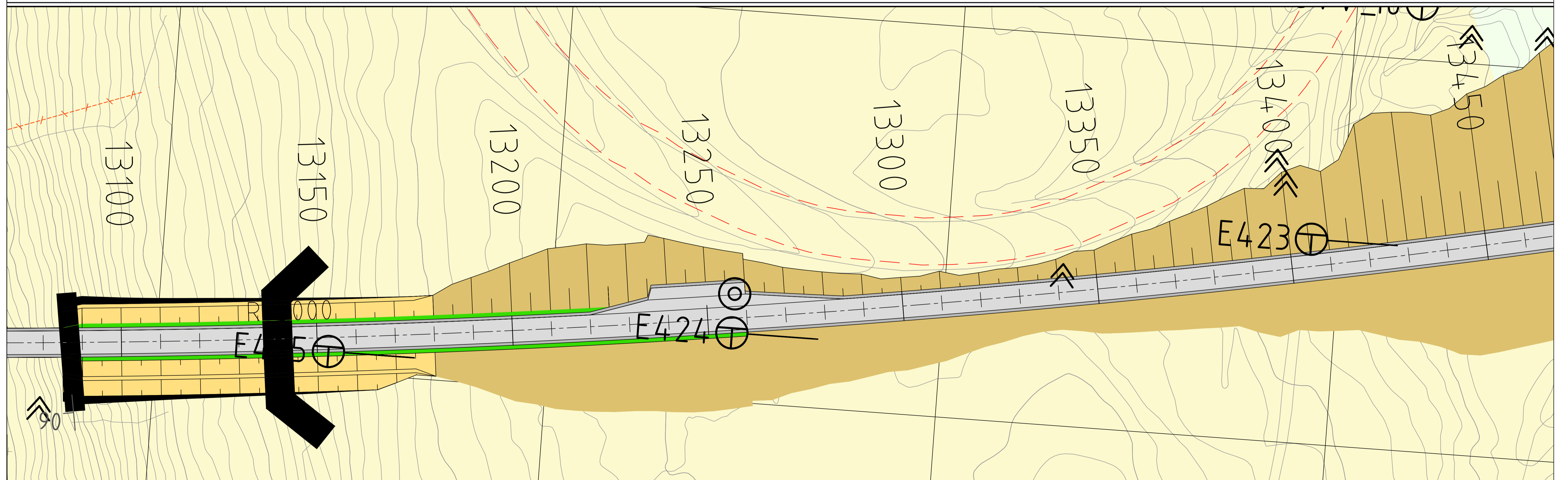
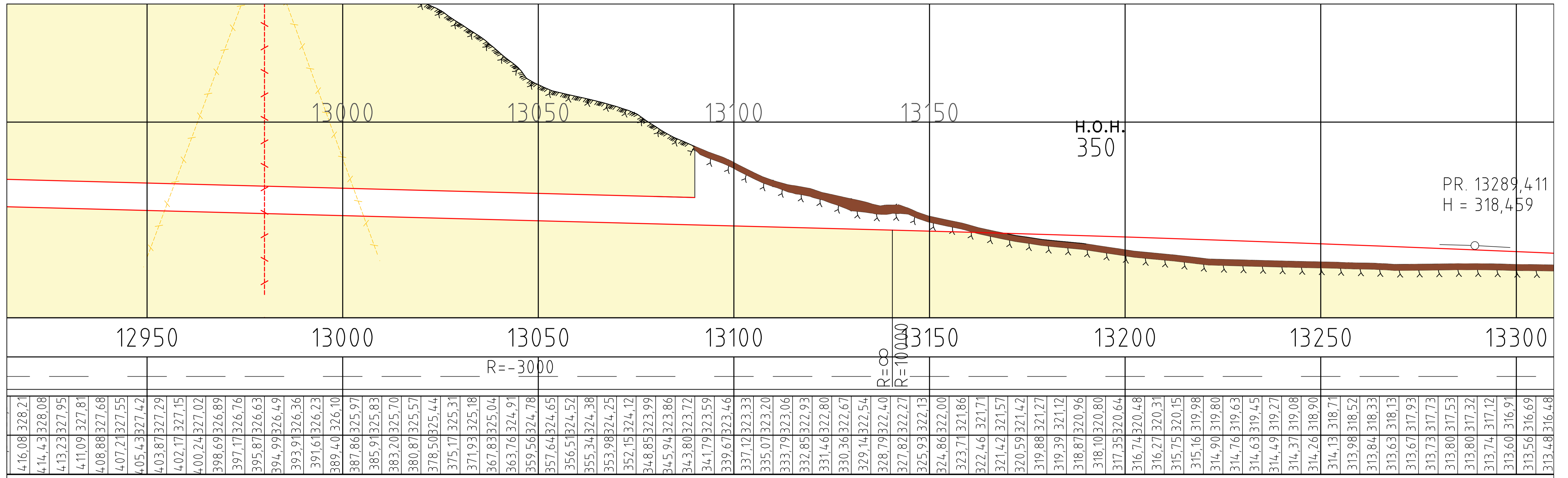
TEGNFORKLARING

-  Muskovittskifer. Stedvis granittholdig, stedvis rustende glimmerskifer.
-  Kvartsitt med innslag av metaarkose og diabas.
-  Granittisk gneis
-  Amfibolitt / metadiabas
-  Glimmerskifer - vekslende lag av kvartsitt, granatglimmerskifer og glimmerskifer.
-  Glimmerskifer / metaarkose. Mulig granat.
-  Antatt større svakhetszone
-  Terrenprofil jord
-  Terrenprofil fjell
-  Tolket fjell
-  Antatt svakhetszone
-  Bergblotning
-  Sprekkemåling
-  Strøk og fall, lagdeling (i grader)
-  Strøk og fall, sprekker (i grader)
-  Totalsondering
-  Naverboring
-  Prøveserie
-  Enkøbndring



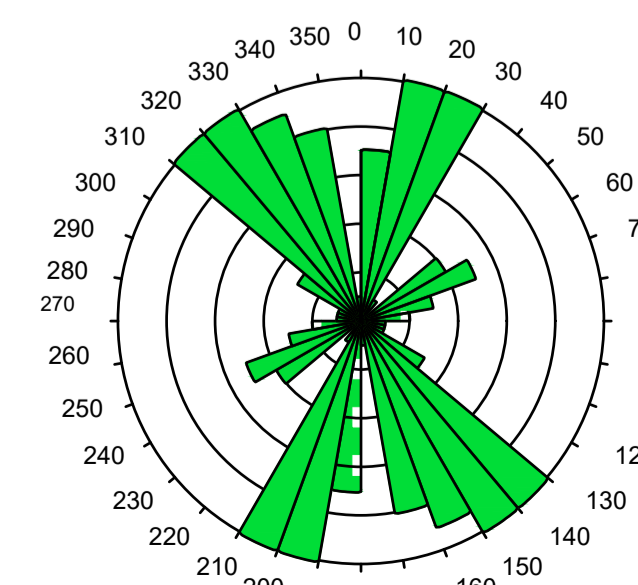
- Seismiske profiler**
-  Seismisk hastighet >5600 m/s
 -  Seismisk hastighet <4500 m/s
- Merknader:**
- Geologisk kartgrunnlag er hentet fra NGU.
 - Grunnboringer er utført av ERA Geo

Revisjon	Revisjonen gjelder	TME	PN	PN	12.02.2021
		Utarb.	Kontr.	Godkj.	Rev. dato
		Tegningsdato		12.02.2021	
		Bestiller		Nye Veier	
		Prosjekt for		Nye Veier	
		Prosjekt av		TME, Asplan Viik	
		Prosjektnummer		-	
		PROF-nummer		-	
		Arkivreferanse		-	
		Målestokk A3		1:500	
		Byggeværnummer		-	
		Koordinatsystem		EUREF89 NTM 21/NN1954	
Utført av	TME	Kontrollert av	AHP	Godkjent av	PN
		Konsulentarkiv		Tegningsnummer/ revisjonsbokstav	
		618455-23		V221	



TEGNFORKLARING

- Muskovittskifer. Stedvis granittholdig, stedvis rustende glimmerskifer.
- Kvarstitt med innslag av metaarkose og diabas.
- Granitisk gneis
- Amfibolitt / metadiabas
- Glimmerskifer - vekslende lag av kvartsitt, granatglimmerskifer og glimmerskifer.
- Glimmerskifer / metaarkose. Mulig granat.
- Antatt større svakhetszone
- Terrangprofil jord
- Terrangprofil fjell
- Tolket fjell
- Antatt svakhetszone
- Bergblotning
- Sprekkestørrelse
- Strøk og fall, lagdeling (i grader)
- Strøk og fall, sprekker (i grader)
- Totalsondering
- Naverboring
- Prøveserie
- Enkøbnering

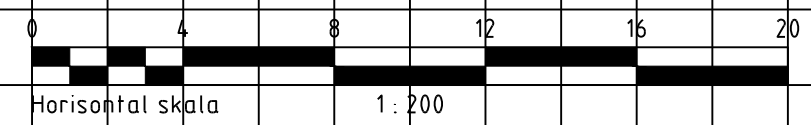
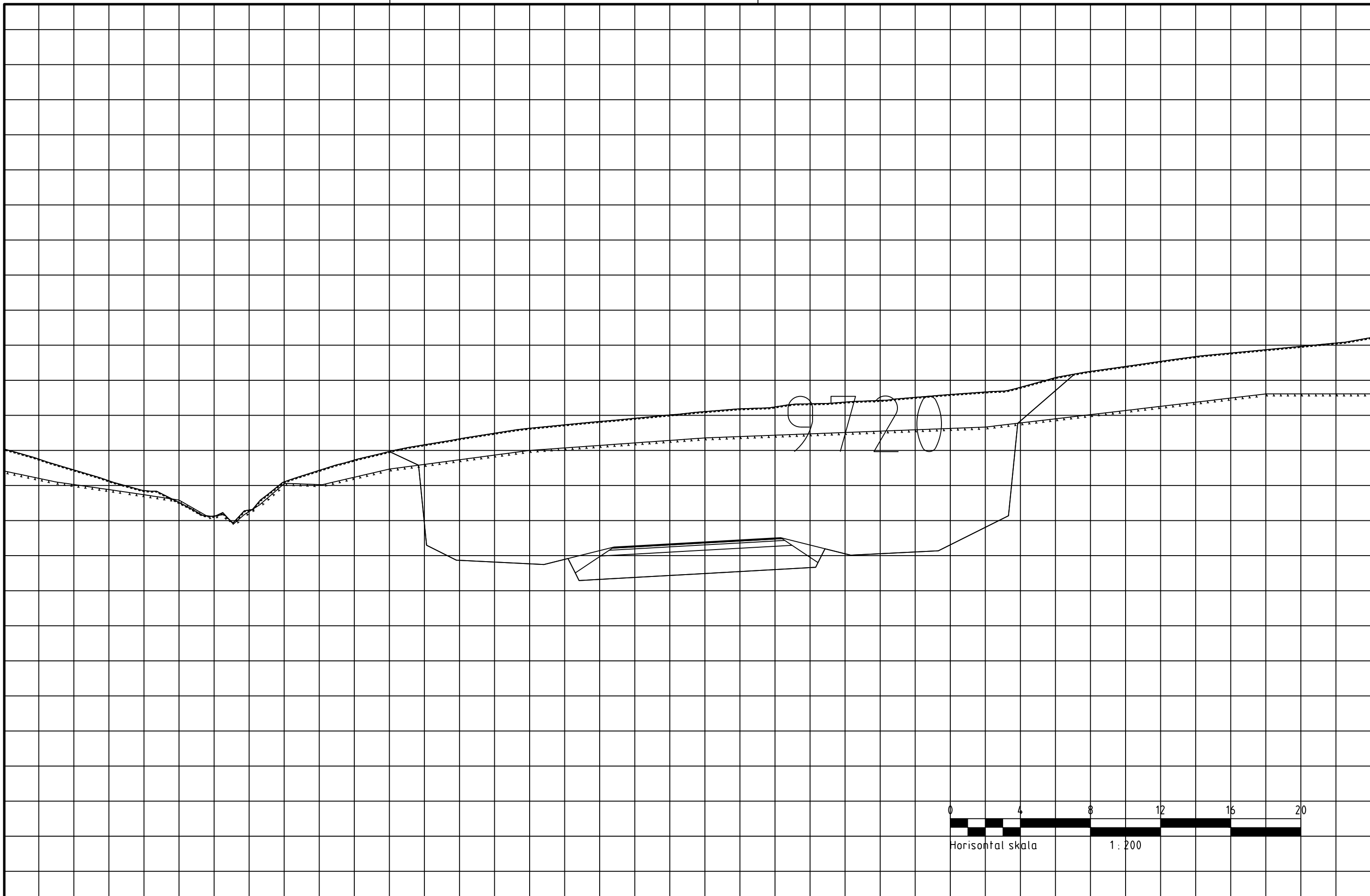


Seismiske profiler

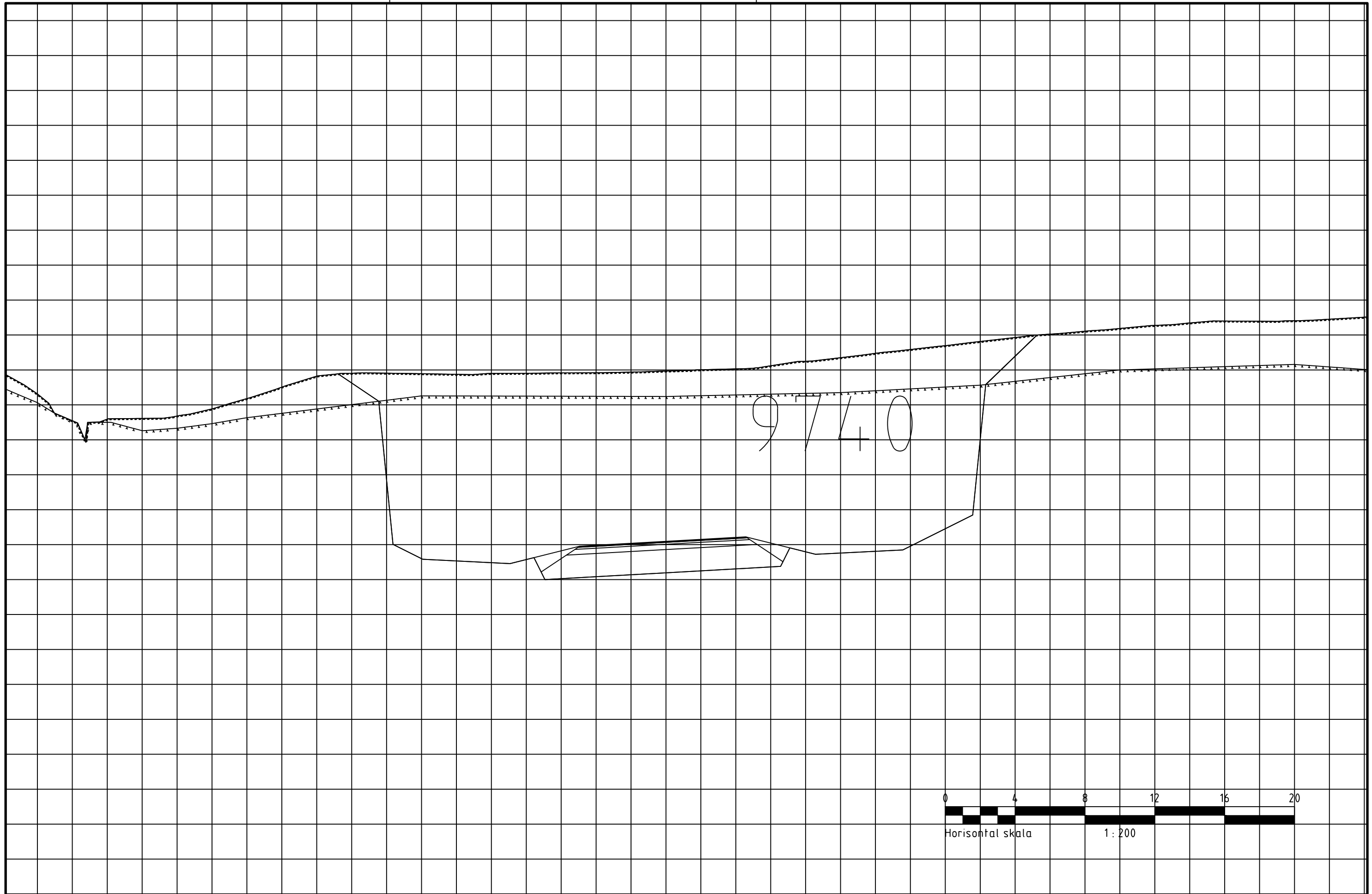
- Seismisk hastighet >5600 m/s
- Seismisk hastighet <4500 m/s

Merknader:
 Geologisk kartgrunnlag er hentet fra NGU.
 Grunnboringer er utført av ERA Geo

Revisjon	Revisjonen gjelder	TME	PN	PN	12.02.2021
		Utarb.	Kontr.	Godkj.	Rev. dato
		Tegningsdato		12.02.2021	
		Bestiller		Nye Veier	
		Produsert for		Nye Veier	
		Produsert av		TME, Asplan Viak	
		Prosjektnummer		-	
		PROF-nummer		-	
		Arkivreferanse		-	
		Målestokk A3		1:500	
		Byggekvalitet		-	
		Koordinatsystem		EUREF89 NTM 211NN1954	
Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv	Tegningsnummer/	revisjonsbokstav
TME	AHP	PN	618455-23	V222	



	PROSJEKT:	OPPDRAGSGIVER:	TEGNING:	ARKIVREF.:	KOORDSYS.:	HØYDEREF.:	PROSJEKTFASE:	TEGN. NR.:	REV.:		
	E6 Kvænangsfjellet Profil 9720	Nye Veier	Tverrprofiler grunnforhold Forskjæring Kvenangsfjellet vest	618455-01	NTM 21 Rambøll	NN2000 TU	Reguleringsplan				
				OPPDR. NR.:	TEGN.:	KONTR.:	GODKJ.:	REV. DATO:	MÅLESTOKK:	FORMAT:	T U -- 201 - <small>FAG TYPE ETG. LØPENR.</small>
				618455-01	Rambøll	PN	TU	01.02.21	1:200	A3	



PROSJEKT:
E6 Kvæningsfjellet
 Profil 9740

OPPDRAGSGIVER:
Nye Veier

TEGNING:
Tverrprofiler grunnforhold
 Forskjæring Kvenangsfjellet vest

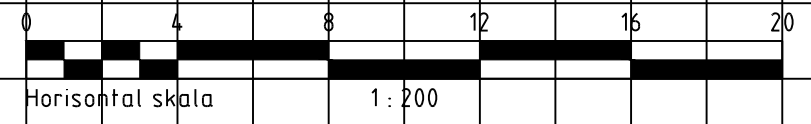
ARKIVREF.:
 618455-01

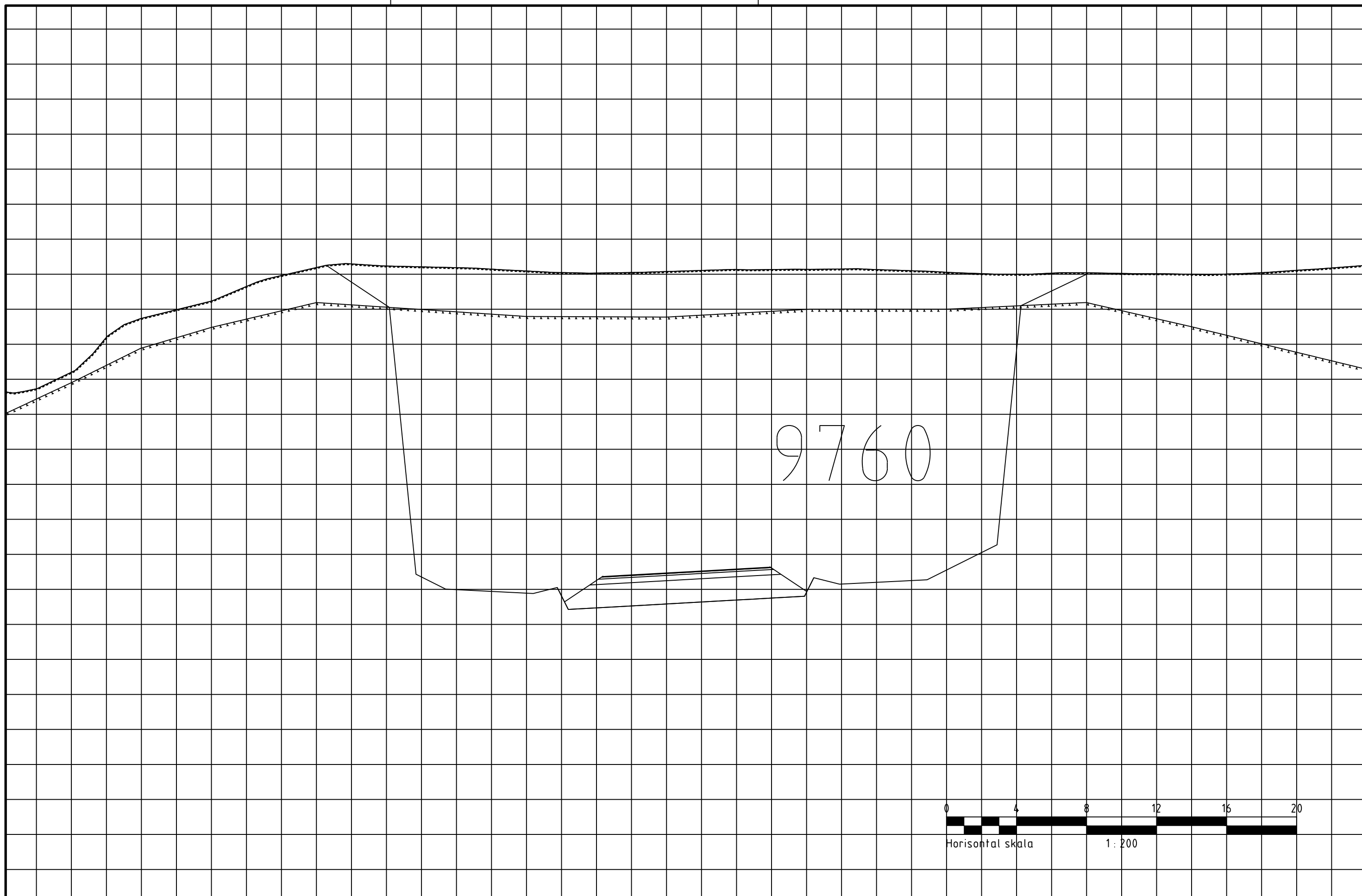
KOORDSYS.:
 NTM 21

HØYDEREF.:
 NN2000

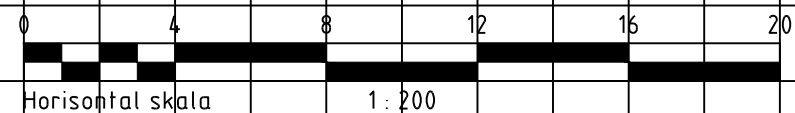
PROSJEKTFASE:
 Reguleringsplan

TEGN. NR.:
T U -- 202 -
 FAG TYPE ETG. LØPENR.

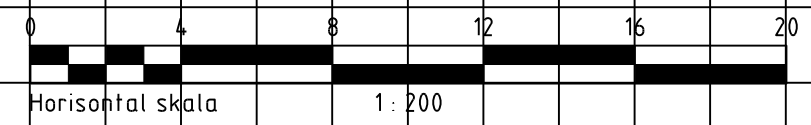
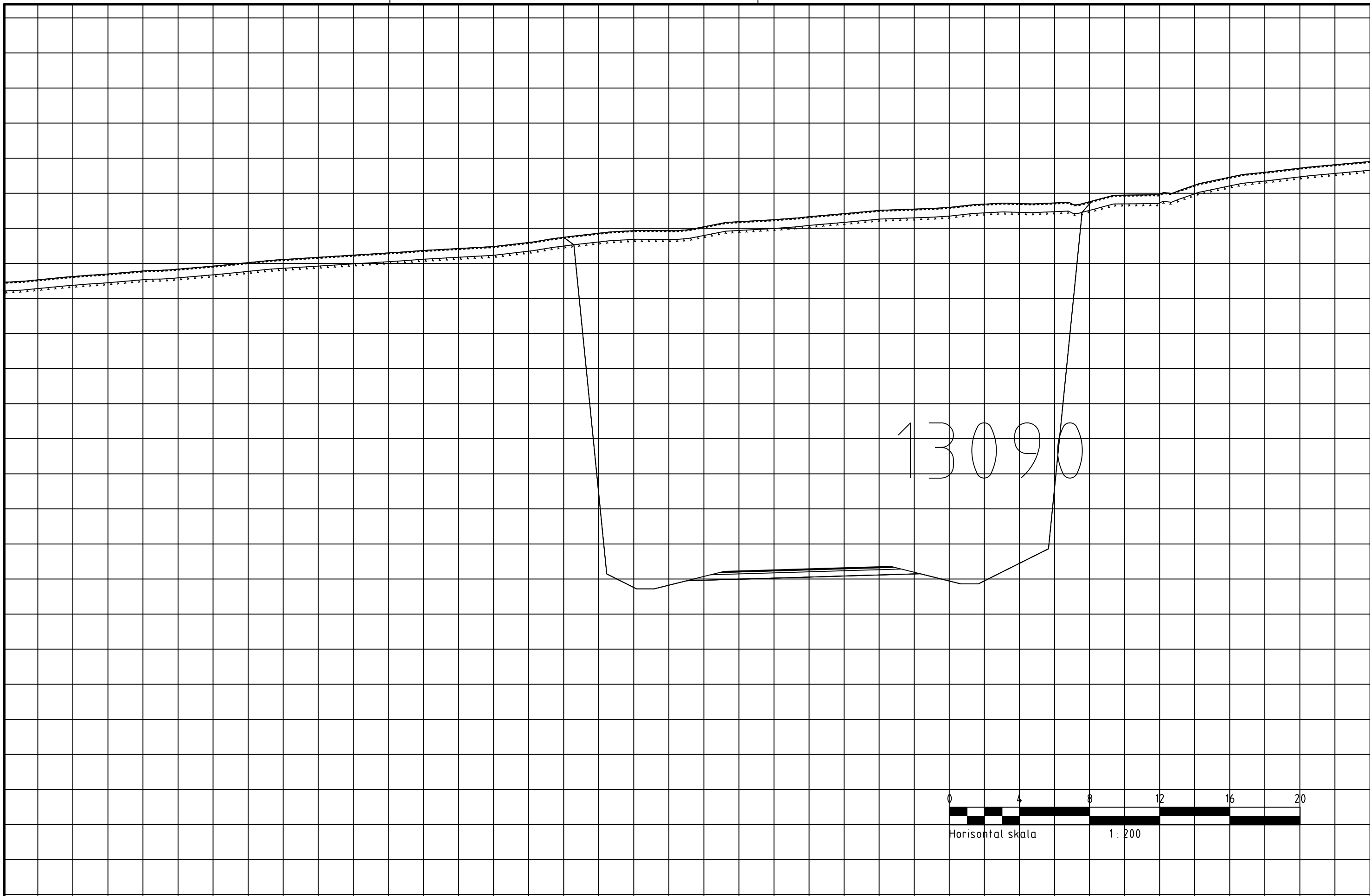




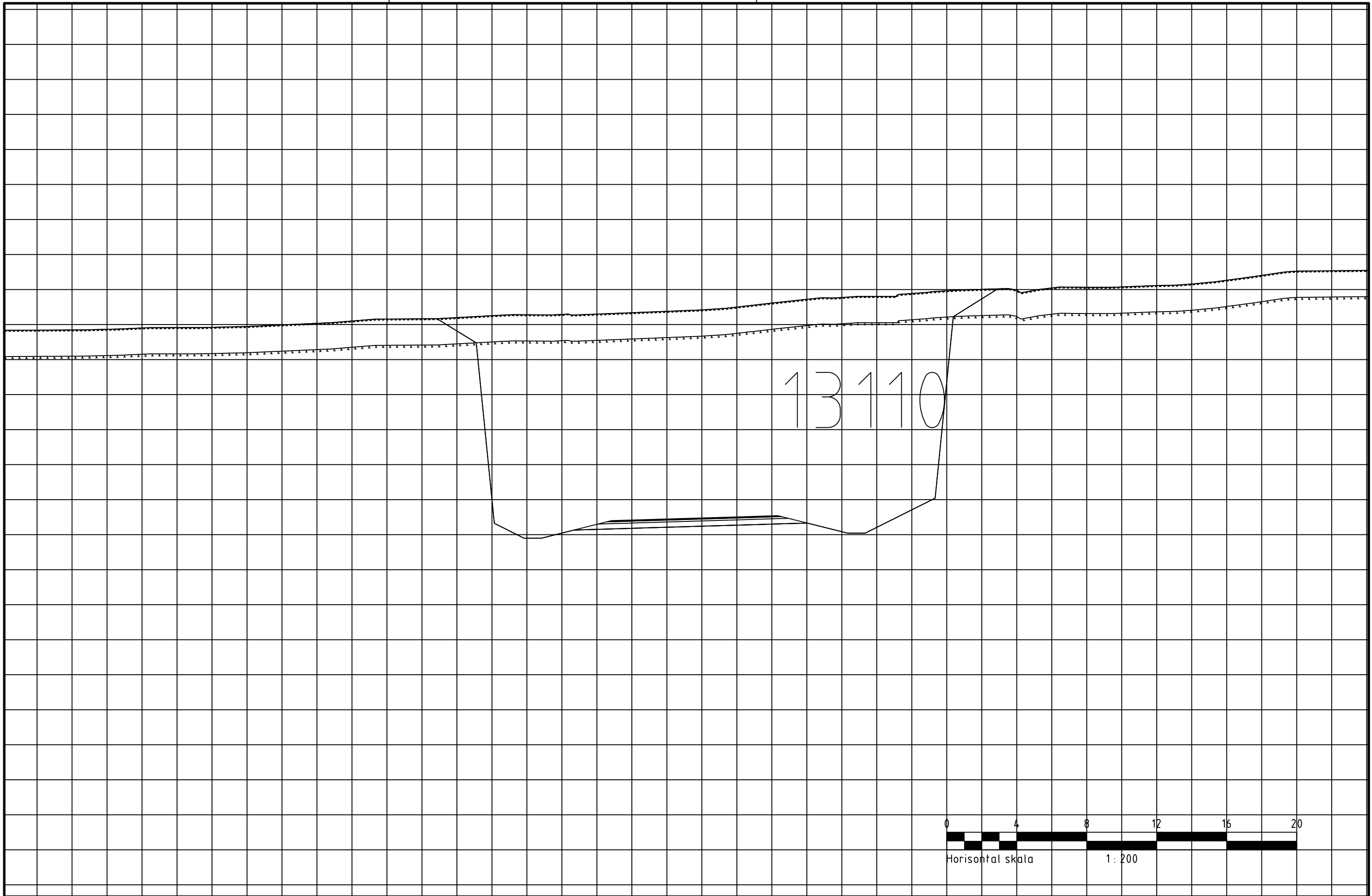
9760



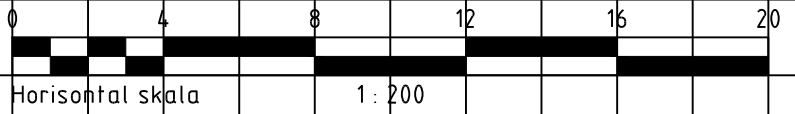
	PROSJEKT:	OPPDRAGSGIVER:	TEGNING:	ARKIVREF.:	KOORDSYS.:	HØYDEREF.:	PROSJEKTFASE:	TEGN. NR.:	REV.:
	E6 Kvænangsfjellet Profil 9760	Nye Veier	Tverrprofiler grunnforhold Forskjæring Kvenangsfjellet vest	618455-01	NTM 21 Rambøll	NN2000 TU	Reguleringsplan		
				OPPDR. NR.:	TEGN. KONTR.:	GODKJ. REV. DATO:	MÅLESTOKK:	FORMAT:	T U -- 203 -
						01.02.21 1:200	A3		FAG TYPE ETG. LØPENR.



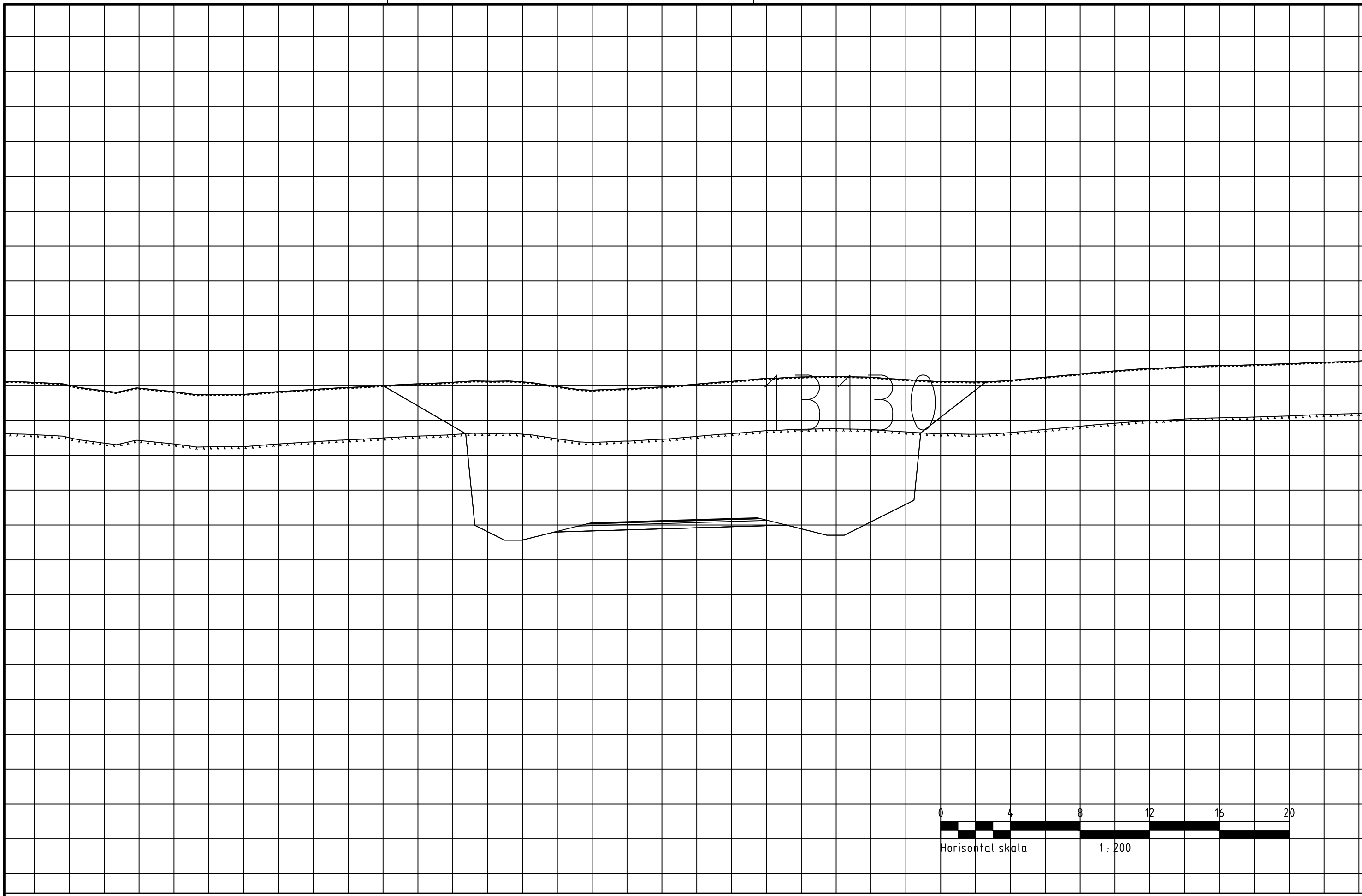
	PROSJEKT:	OPPDRAGSGIVER:	TEGNING:	ARKIVREF.:	KOORDSYS.:	HØYDEREF.:	PROSJEKTFASE:	TEGN. NR.:	REV.:
	E6 Kvænangsfjellet Profil 13090	Nye Veier	Tverrprofiler grunnforhold Forskjæring Kvenangsfjellet øst	618455-01	NTM 21 Rambøll PN	NN2000 TU	Reguleringsplan	01.02.21 1:200	A3




13110



	PROSJEKT:	OPPDRAGSGIVER:	TEGNING:	ARKIVREF.:	KOORDSYS.:	HØYDEREF.:	PROSJEKTFASE:	TEGN. NR.:	REV.:
	E6 Kvæningsfjellet Profil 13110	Nye Veier	Tverrprofiler grunnforhold Forskjæring Kvenangsfjellet øst	618455-01	NTM 21 Rambøll	NN2000 TU	Reguleringsplan	01.02.21	
							MÅLESTOKK:	FORMAT:	
							1:200	A3	
								T U -- 205	-
								FAG TYPE ETG. LØPENR.	



	PROSJEKT: E6 Kvænangsfjellet Profil 13130	OPPDRAGSGIVER: Nye Veier	TEGNING: Tverrprofiler grunnforhold Forskjæring Kvenangsfjellet øst	ARKIVREF.: 618455-01	KOORDSYS.: NTM 21	HØYDEREF.: NN2000	PROSJEKTFASE: Reguleringsplan	TEGN. NR.: T U -- 205	REV.: -	
				OPPDR. NR.: 618455-01	TEGN.: Rambøll	KONTR.: PN	GODKJ.: TU	REV. DATO: 01.02.21	MÅLESTOKK: 1:200	FORMAT: A3

Oppdragsgiver: Nye Veier As
Oppdragsnavn: E6 Kvænanngsfjellet - Grunnundersøkelser og ing.geo
Oppdragsnummer: 618455-23
Utarbeidet av: Anja Hammernes Pedersen
Oppdragsleder: Torill Utheim
Tilgjengelighet: Åpen

NOTAT Svardokument uavhengig kontroll Kvænanngfjelltunnelen

1. KORRIGERINGER1

1. KORRIGERINGER

Ingeniørgeologisk rapport til reguleringsplan er korrigert i henhold til uavhengig kontroll utført av Multiconsult – 1022577-01-RIGberg-NOT-002. Der Asplan Viak finner korrigeringer unødvendig eller er uenige i kommentarer fra Multiconsult er dette presisert i kommentarfelt i tabellene under.

VERSJON	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KS
01	22.02.21	Svardokument uavhengig kontroll Kvænanngsfjellet	AHP	PN

Pkt.	Kapittel i kontrollert rapport	Sjekkpunkter iht. krav i HB N200, N500, HB V520 eller Eurokode 7	Kommentarer til rapporten fra Multiconsult	Prioritet	Asplan Viak sine kommentarer	
Rapportens faktadel						
1	1.1 (Figur 1)	Oversiktskart med tunneltrase, profilnummer.	Figur 1 i tekstdelen er et oversiktskart, men denne er liten og mangler profilnummer.	2	Legger på profilnr. I figur 1.1. Figur gjort noe større.	
			Ikke eget oversiktskart som tegningsvedlegg.			Ikke krav til eget oversiktskart i N500.
			Lengde på prosjektert tunnel er ikke oppgitt i innledningen.	3	Legger til lengde i innledningen.	
			Havarinisjer og siktutvidelser er ikke nevnt i innledningen.	3	Del av detaljprosjekteringen. Plasseringen er ikke bestemt pr. nå. Det er presisert at sikringsmengder tar hensyn til havarinisjer.	
2	Tegning V121-V126 V221-V222	Geologisk kart og profil av traseen (målestokk 1:1000 i A3). Alle registreringer skal presenteres på kart og profil sammen med tunneltraseen. Kart skal vise geologiske observasjoner: bart berg/ løsmasser, bergarter/bergartsgrer	Målestokk og tilhørende papirformat er ikke oppgitt.	1	Føres på tegninger.	
			Løsmassetykkelse ikke vist på lengdesnitt.	1	Tar dette inn i kart. Manglende grunnlag på ferdigstillingstidspunkt.	
			Plassering av påhugg ikke tydelig markert i lengdesnitt.	1	Gjøres mer tydelig, er vist i tegning.	

		nser, svakhetssoner, sprekker/ foliasjon, alle typer boringer, undersøkelser og ev. øvrige undersøkelser	Q-verdier på tunnelnivå bør inngå i tegninger.	2	Oppsummert på tunnelnivå i tabell 14.
		ev. seismiske undersøkelser	Havarinisjer, tekniske rom etc. er ikke vist i tegningene.	2	Se kommentar under pkt 1.
			Antatt mektighet på svakhetssoner er ikke vist på tegninger.	2	Legger til usikkerhet i orientering på tegninger.
3	Tegning V221-V222	Geologisk kart, lengde- og tverrprofiler av forskjæring og påhuggsområdene og andre kritiske områder (målestokk 1:500 - 1:1000 i A3).	Målestokk på tegningene er ikke oppgitt.	1	Tas inn i tegninger.
			Tverrprofiler av påhuggene er ikke presentert.	1	Tverrprofiler med lag i grunnen forelå ikke innen 30.10.20. Dette er nå inkludert.
4	2.2, 2.3 og 2.4	Beskrivelse av bergarter, foliasjon, strukturer og andre geologiske observasjoner.	Bergartsfordeling iht. egen kartlegging er ikke vist i geologiske kart, kun NGUs berggrunnskart. Uklart om egne registreringer av bergarter er gjort.	2	Egen kartlegging er vist i V-tegning V121-V126. Jmf. siste avsnitt i kap. 2.2.1. «Basert på egen kartlegging, er det derfor valgt å dele berggrunnen inn i 6 ulike bergarter».
			Løsmasseforhold mht. registreringer i felt er ikke presentert, hverken i faktadel eller i tegninger.	2	Løsmasseforhold er presentert i rapporten. Se avsnitt 2.1 og 3.2.

5	2.2.2	Analyse av sprekketetthet og sprekkeorientering. Sprekkerose og stereoplott.	Oppsprekning presentert i sprekkerose og stereoplott, samt i tabell.	OK	
			Sprekkesetenes fall kunne med fordel vært presentert på tegninger.	3	Det var presentert på tegninger, tydeliggjøres nå på tegninger med sterkere farge og tykkelse.
6	1.3.2 og 1.3.3	Resultater fra utførte undersøkelser, inkl. tidligere undersøkelser - Grunnboringer - Kjerneboringer - Geofysiske undersøkelser	Miljøgeologiske forhold ikke presentert, kun henvist til miljøgeologisk rapport.	1	Resultatet fra miljøgeologiske undersøkelser presenteres. Se også avsnitt 3.5.3 der de var presentert fra før.
			Steinmaterialenes kvalitet er ikke analysert, se pkt. 23.	3	Dette er vurdert som aktuelt i neste fase, totalentreprisen.
			Resultat fra geofysiske undersøkelser er ikke vedlagt.	2	Resultatene fra refraksjonsseismikken er vist i rapporten. Geofysiske undersøkelser er tilgjengelig på ngu.no.
			Det er ikke utført grunnboringer på vestre påhugg. Det er uklart om det er nødvendig med ytterligere grunnboringer her.	2	SVV har utført boringer i 2016. Disse forelå ikke på NADAG eller GUDB når rapporten ble utarbeidet. Nå er boringene lagt ut.
7	-	Spesielle lokale hensyn.	OK	OK	
8	-	Oppsummering/konklusjon.	Rapporten mangler oppsummering/konklusjon	1	Viser til sammendraget i starten av rapporten. Denne er en oppsummering/konklusjon.

9		Referanseliste over alle rapporter og annet som rapporten bygger på.	OK	OK	
10		Geoteknisk kategori. Kontroll og kvalitetssikring etter Eurokode 7.	OK	OK	
Pkt.	Kapittel i kontrollert rapport	Sjekkpunkter iht. krav i HB N200, N500, HB V520 og Eurokode 7	Kommentarer til rapporten fra Multiconsult	Prioritet	Asplan Viak sine kommentarer
Rapportens tolkningsdel					
11	3.1	Tolkninger av de geologiske forholdene langs tunneltraseen: bergartsgrenser, bruddstrukturer og svakhetssoner og mulig lokalisering i tunnelnivå.	OK. Uheldig formulering i 3.1.2: 3.1.2. Strukturers innvirkning på driving og sikring av tunnelen Det er registrert flere antatte svakhetssoner langs traséen, men det er kun de svakhetssonene som er nærmest påhuggene som er ventet å gi problemer. Midtvegs på tunnelen er overdekningen så stor at det mest sannsynlig ikke vil bli noe problem tilknyttet disse svakhetssonene. Denne påstanden blir ikke godt nok underbygget.	3	Utbedret.
	Tegning V121-V126 V221-V222		Vurdering av drivsnøproblematikk ikke presentert, og grunnlaget for 75 og 55 m lang portal fremkommer ikke. Det er kun nevnt at drivsnøproblematikk er dimensjonerende for portallengder, men hvilke vurderinger dette bygger på bør presenteres.	2	Kapittel 3.3 henviser til skredfaglig rapport hvor vurderingene er gjort.

			Tabell 14 bør ryddes, slik at den går fortløpende mht. profilnr. Slik den presenteres nå er den uoversiktlig.	3	Utbedret.
12	3.2	Usikkerhet mht. bergoverdekning og påhugg.	Bergoverdekning oppgitt som anslått/omtrentlig. Usikkerhet ikke kvantifisert. Bergblotninger nært påhugg indikerer berg i/nært dagen, men eventuell usikkerhet bør omtales.	2	Revidert etter at resultater fra grunnboringer er lagt ut i NADAG.
13	3.4 og 3.10	Bergmasseklassifisering (Q-verdier) fra feltkartlegging og estimert i tunnelnivå presentert langs trasé, med sikringsestimater iht. tabell 6.1.	Q-verdi ikke presentert i geologiske kart, kun i tabell i tekstdelen. Bør også vises i geologiske kart (jfr. at de skal presenteres langs trase).	1	Q-verdi er presentert i tabell 14 og listet opp etter profilnr langs trasé. Dette er vurdert som tilstrekkelig. Bør-krav i N500.
			Armerte sprøytebetongbuer er ikke nevnt som en aktuell sikringsmetode. Er det vurdert at det ikke vil være behov for dette?	3	Dette var omtalt i tabell 20 og 21, samt under tabell 21.
14	3.3 og 3.5	Løsmasser og geotekniske forhold. Konsekvenser for skredfare, setninger og miljø	Løsmasser og geotekniske forhold ikke omtalt i tolkningsdelen.	1	Revidert.
			Det kommer ikke fram hvordan drivsnøproblematikk er analysert og vurdert. Kun nevnt at portallengder er dimensjonerende for portallengder. Se pkt. 11.	2	Kapittel 3.3 henviser til skredfaglig rapport.
			Skredfare kort omtalt, men kun kort konklusjon fra skredrapporten. Det er ikke omtalt på hvilke måter det vil være aktuelt å sikre for skred i østre forskjæring.	2	Henvist til skredrapport. Skredrapport nevner flere ulike løsninger, endelig løsning blir valgt i neste fase – totalentreprise.
15	3.5	Hydrogeologiske forhold, eventuelle brønner og vannmagasiner.	I kap. 3.5.4 henvises det til profil xx. Det er ikke tydelig hvilket profil det her henvises til.	2	Utbedret.

16	3.5	Sannsynligheten for å påtreffe vann som kan skape driveproblemer.	Det er nevnt generelt økt fare for innlekkasje ved svakhetssoner, men ikke spesifikt hvilke svakhetssoner som vurderes å gi økt fare for innlekkasje. Dette bør omtales.	2	Omformulert, jfr. kap. 3.5.1.
			Krav til maks. innlekkasje ikke presentert, heller ikke mht. anleggstekniske forhold. Dette skal iht. N500 spesifiseres på reguleringsplannivå.	1	Det er skrevet noe mer utdypende tekst om dette, jfr. kap. 3.5.4.
			Ikke spesifisert sannsynlighet for driveproblemer mht. innlekkasje.	1	Sannsynlighet spesifisert.
17	3.5 og 3.11.1	Anbefalt maksimal innlekkasje for å unngå skadelig poretrykksenkning.	Det er anbefalt systematisk «sonderboring i starten...». Dette er svært uklart, og burde vært tydeligere spesifisert.	3	Omformulert.
18	3.5.5	Antatt omfang av injeksjonsarbeider.	Antatt omfang av injeksjonsarbeider er ikke omtalt. Dette skal iht. N500 omtales.	1	Antatt omfang er omtalt, jfr. kap. 3.5.4. Det forventes ikke behov for injeksjon.
19	3.8.2	Påpekning av eventuelle forhold som kan ha betydning for boring og sprengning (boreavvik, ladevansker o.a.).	Mangler referanse på erfaringstallene.	2	Dette var referert. «Beskrivelse under tar utgangspunkt i erfaringstall presentert i NTNU-Anleggsdrift (1998)»

20	3.6	Sannsynlighet for å påtreffe høye/lave bergspenninger.	OK	OK	
21	-	Påpekning av usikkerheter eller spesielle risikoer.	OK	OK	
22	4.1	Geologisk rapport for reguleringsplan skal også foreslå bemanning i byggefasen, ut fra forventede geologiske utfordringer.	Det er kun nevnt generelt at prosjektet må være tilstrekkelig bemannet. Bemanning må foreslås med bakgrunn i kartlagte forhold.	1	Tekst lagt til i rapporten. Det må tilknyttes en ingeniørgeolog til prosjektet som har minst 5 års erfaring og har erfaring fra tunneldrift.
23	3.8.1	Kvalitet på steinmateriale med tanke på eventuell bruk til vegbygging.	Omtalt generelt ut fra bergartstype. Dersom det vurderes nødvendig med laboratorieanalyser, bør dette gjennomføres i reguleringsplanfasen.	2	Anbefalt som videre arbeider i detaljprosjekteringen.
24	3.10.4	Sikring av forskjæringer, herunder berg og is.	Omtalt, men uheldig at hverken armerte sprøytebetongbuer og sømboring ikke er nevnt.	2	Vurdert som ikke aktuelt med sømboring i skiferen.