

INGENIØRGEOLOGISK RAPPORT TIL REGULERINGSPLAN FV 609, SKREDSIKRING HEILEVANG

Denne rapporten beskriv geologiske forhold og
ingeniørgeologiske vurderingar i prosjektet.

Dato: 04.05.2020
Versjon: 02



Dokumentinformasjon

Oppdragsgivar:	Vestland fylkeskommune
Tittel på rapport:	Ingeniørgeologisk rapport til reguleringsplan Fv609, Skredsikring Heilevang
Oppdragsnamn:	Fv. 609, Skredsikring Heilevang
Oppdragsnummer:	621976-18
Utarbeida av:	Jan Helge Aalbu, Steinar Nes, Vegard Nes og Anders Øyre
Kvalitetssjekk:	Anja Hammernes Pedersen
Oppdragsleiar:	Jan Helge Aalbu

Samandrag

På oppdrag for Vestland fylkeskommune har Asplan Viak utarbeida geologisk rapport for reguleringsplan i forbindelse med skredsikring av fylkesveg 609 mellom Hestvika og Heilevang i hhv. Sunnfjord kommune og Askvoll kommune. Skredsikringa vil skje i form av ein ca. 2,3 km lang tunnel, Heilevangtunnelen, i tillegg til skredsikring med vollar og nett. Totallengd på ny tunnel og veg i dagen blir ca. 3,7 km.

Denne rapporten beskriv geologiske forhold og ingeniørgeologiske vurderingar i prosjektet.

Eksisterande veg på strekninga har ein ÅDT på 400 køyretøy per døgn. Tunge køyretøy utgjer ca. 10% av desse. Føremålet med prosjektet er å redusera skredfaren langs vegstrekninga slik at den imøtekjem krava for sikkerheit mot skred i N200 [1].

Vestleg ende av prosjektet startar med veg i dagen i same trasé som eksisterande fylkesveg. Før forskjeringa til tunnelen er det ei lita bergskjering som skal utvidast. Bergskjeringa vil verte ca. 35 m lang med maksimal høgde på ca. 1,7 m. Vestre forskjering vert tosidig, ca. 175 m lang med ei maksimal høgde på ca. 17 m. Påhogg er plassert i enden av jordet like sør for Bygdehaugen. På sørsida av påhogget er ei mektig steinur danna av steinsprang frå fjellet Blægja. Det er vurdert at sannsynet for skred mot det vestre påhoggsområdet er mindre enn 1/50 per år. Bergmassen som er eksponert i dagen framstår som dårleg og ber preg av forvitring.

Austenden av tunnelen munnar ut i ein ca. 70 m lang lausmassetunnel etterfølgt av ein ca. 70 m lang portal nedst i den nordvendte sida av Skogafjellet nær bebyggelsen på Heilevang. Det er vurdert at sannsynet for skred mot det austre tunnelutløpet er større enn 1/50 per år, som er sikkerhetsfaktoren for vegstrekninga. Sikringstiltak må etablerast for å redusere skredfaren til akseptabelt nivå. Skredfare er omtalt i eigen rapport [2]. I den austlege enden av prosjektet skal ca. 175 m av den eksisterande bergskjeringa utvidast. Maksimal høgde etter utvidinga vert ca. 10 m.

Det er observert tre antatte svakheitssoner i felt og på skyggerelieffkart. Desse ventast å vere relativt steile med retning på tvers av tunnelen. Det er også observert svakheitsstrukturar som følgjer langs tunnelretninga, men desse er ikkje like tydelege. Ved passering av svakheitssoner må det påreknast behov for tyngre sikring, eksempelvis forbolting og/eller sprøytebetongbogar. Det forventast relativt normalt sikringsomfang for Heilevangtunnelen.

02	04.05.2021	Etter UAK	AØ	VN
01	09.03.2021	Ingeniørgeologisk rapport til reguleringsplan Fv609, Skredsikring Heilevang	JHA, SN, VN og AØ	AHP
VERSJON	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDD AV	KS

Innhald

1. INNLEIING.....	6
1.1. Bakgrunn.....	6
1.2. Avgrensingar	6
1.3. Grunnlag	6
1.3.1. Innhenta grunnlagsmateriale	6
1.3.2. Tidlegare undersøkingar	7
1.3.3. Utførte undersøkingar i denne planfasen.....	7
1.4. Beskriving av anlegget	10
1.4.1. Tunnel	13
1.4.2. Bergskjeringar	14
1.5. Geoteknisk kategori.....	17
2. GRUNNFORHOLD - FAKTADEL	19
2.1. Topografi.....	19
2.2. Lausmassar.....	19
2.3. Berggrunnsgeologi.....	20
2.3.1. Bergartar.....	20
2.3.2. Oppsprekking	21
2.3.3. Svakheitssoner	26
2.4. Hydrologi og hydrogeologi.....	26
2.4.1. Grunnvassbrønnar	27
2.4.2. Iskjøving	27
2.5. Skred	28
2.5.1. Aktsemdssoner	28
2.6. Vegetasjon	29
3. INGENIØRGEOLOGISKE VURDERINGAR; BERGTUNNEL	30
3.1. Strukturgeologi og bergartsgrenser.....	30
3.1.1. Svakheitssoner i tunnelen.....	30
3.1.2. Strukturar si innverknad på driving og sikring av tunnelen	32
3.2. Bergoverdekning.....	32
3.3. Bergmasseklassifisering	32
3.3.1. Q-verdiar frå berg i dagen.....	32
3.3.2. Vurdering av berekna Q-verdiar i linja for Heilevangtunnelen.....	34
3.4. Bergsikring	35
3.5. Hydrologiske forhold	35
3.5.1. Vassforhold i berggrunn og tunnel	36
3.5.2. Influensområdet	36
3.5.3. Vurdering av setningsfare	37
3.5.4. Miljøomsyn	37
3.5.5. Injeksjonsarbeid og tettheitskrav	37
3.5.6. Vatn- og frostsikring.....	38
3.6. Bergspenningar	39
3.7. Metodikk for uttak av bergmasse	40
3.8. Bergmasseeigenskapar	40
3.8.1. Bruk av bergmassen.....	40
3.8.2. Borbarheit, borslitasje og sprengbarheit.....	41

3.9.	Aktuelle undersøkingar i byggefasen.....	41
3.9.1.	Sonderboring	41
3.9.2.	Steinprøvar	41
3.10.	Usikkerheiter.....	41
3.11.	Spesielle lokale omsyn	41
4.	INGENIØRGEOLOGISKE VURDERINGAR; LAUSMASSETUNNEL.....	42
4.1.	Grunnforhold	42
4.2.	Metodikk for uttak av lausmassar	43
4.3.	Stabilitet og sikring	43
4.3.1.	Anslått mengde sikring	43
4.4.	Usikkerheiter.....	44
5.	INGENIØRGEOLOGISKE VURDERINGAR; BERGSKJERINGAR	45
5.1.	Geometrisk utforming av bergskjering	45
5.2.	Bergart og geologi.....	45
5.3.	Lausmassar over skjeringstopp.....	46
5.4.	Utrasingsmekanismer i bergskjeringar og stabilitetsanalyse	46
5.5.	Svakheitssoner	47
5.6.	Vasshandtering	47
5.7.	Miljøomsyn	47
5.8.	Metodikk for uttak av bergmasse og sprengingsopplegg.....	47
5.9.	Klassifisering og bruk av bergmassen	48
5.10.	Stabilitet og bergsikring	48
5.10.1.	Anbefalt mengde bergsikring.....	48
5.11.	Usikkerheiter.....	50
6.	ANBEFALINGAR OG KRAV	51
6.1.	Vibrasjonar.....	51
6.1.1.	Bygningsbesiktigelse	51
6.1.2.	Krav til avgrensing av vibrasjonar	51
6.2.	Ingeniørgeologisk kompetanse i byggefasen.....	51
6.3.	Sikkerheit, helse og arbeidsmiljø (SHA)	52
6.4.	Vidare undersøkingar.....	52
7.	REFERANSAR.....	53
8.	VEDLEGG	54
	Vedlegg 1: Oversiktskart.....	54
	Vedlegg 2: Geologisk kart og profil av traséen (1:1000)	54
	Vedlegg 3: Tverrprofil av forskjeringar, påhogg og bergskjeringar (1:200).....	54

Skjema: Val av geoteknisk kategori, konsekvens-/pålitelegheitsklasse, prosjekteringskontrollklasse.

Geoteknisk kategori	Konsekvens-/pålitelegheitsklasse	Konsekvens-klasse	Beskriving
Geoteknisk kategori 1	CC1/RC1 ☒	CC1	Liten konsekvens i form av tap av menneskeliv, og små eller uvesentlege økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvensar.
Geoteknisk kategori 2	CC2/RC2 ☒	CC2	Middels stor konsekvens i form av tap av menneskeliv, betydelege økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvensar.
Geoteknisk kategori 3	CC3/RC3 ☒	CC3	Stor konsekvens i form av tap av menneskeliv eller svært store økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvensar.

Kontrollklasse	Kategori	Omfang
PKK 1/UKK 1	1	Utførast av den som utførte prosjekteringa.
PKK 2/UKK 2	2	Kollegakontroll. Utførast av ein annan person enn den som utførte prosjekteringa.
PKK 3/UKK 3	3	Uavhengig kontroll. Utførast av eit anna firma enn det som utførte prosjekteringa.

Kategori/konsekvensklasse er fastsett av			
	Eining/Namn	Signatur	Dato
Geoteknisk prosjekterande	Jan Helge Aalbu	<i>Jan Helge Aalbu</i>	09.03.2021
Oppdragsgjevar	Vestland Fylkeskommune		

Kommentarar til val av geoteknisk kategori/konsekvensklasse/pålitelegheitsklasse			
Geoteknisk kategori 3 skal i utgangspunktet nyttast for alle vegtunnelprosjekt, men med mogelegheit for å variere geoteknisk kategori innfor forskjellige delar og fasar av prosjektet. Vidare er det krav om at geoteknisk kategori 3 skal nyttast for tunnelpåhogg og for strekningar med liten bergoverdekking. Også for strekningar der det ventast ugunstige grunn- og stabilitetsforhold, eller ein kombinasjon av fleire uheldige forhold krevjast geoteknisk kategori 3. Alle bergskjeringar over 10 m høgd skal i utgangspunktet plasserast i geoteknisk kategori 3. Bergskjeringa i vest vil ha ei makshøgde på 2,8 m. Det er ikkje venta spesielle utfordringar i forbindelse med etablering av denne. Plasserast i geoteknisk kategori 1. Forskjeringa og påhoggsområdet i vest vil ha ei makshøgde på ca. 17 m. Det er registrert svært tett oppsprekking i bergmassen. Lausmassar må handterast og stabiliserast. Vestleg forskjering og påhoggsområde plasserast i geoteknisk kategori 3. Bergskjeringa på sideveg 62000 over vestleg forskjering vil ha ei makshøgde på ca. 6,4 m. Det er registrert svært tett oppsprekking i bergmassen. Plasserast i geoteknisk kategori 2. For storparten av Heilevengtunnelen er det forventa relativt gode og føreseielege driveforhold. Tunnelen plasserast derfor i geoteknisk kategori 2, med følgjande unntak som plasserast i geoteknisk kategori 3: • Dei første ca. 50 m i vest. • Portal og lausmassetunnel i aust. • Overgangen mellom lausmassetunnel og tunnel i berg. • Passering av svakheitssonar. Ved austleg portal og lausmassetunnel er det stor lausmassemektigheit og relativt bratt terreng. Grunnforholda ved portalen og lausmassetunnelen i aust vurderast til å medføre stor kompleksitet og vanskegrad og plasserast derfor i geoteknisk kategori 3. Bergskjeringa i aust vil ha ei makshøgde på ca. 9 m. Plasserast i geoteknisk kategori 2. Bergskjeringa på sideveg 63600 vil ha ei makshøgde på ca. 11 m. Plasserast i geoteknisk kategori 2.			

Prosjekteringskontroll

	Eining/Namn	Signatur	Dato
Grunnleggande kontroll	Asplan Viak / Vegard Nes	<i>Vegard Nes</i>	09.03.2021 v2 04.05.2021
Kollegakontroll	Asplan Viak / Anja Hammernes Pedersen	<i>Anja H. Pedersen</i>	09.03.2021
Uavhengig kontroll (U)	Jørgen Langeland		
Godkjent	Asplan Viak / Jan Helge Aalbu	<i>Jan Helge Aalbu</i>	09.03.2021

Kontrollklasse	Kontrollform					
	Prosjektering			Utføring		
	Eigenkontroll	Intern, systematisk kontroll	Uavh. eller utvida kontroll	Eigenkontroll	Intern, systematisk kontroll	Uavh. eller utvida kontroll
PKK 1/UKK 1	Krevjast	Krevjast ikkje	Krevjast ikkje	Krevjast	Krevjast ikkje	Krevjast ikkje
PKK 2/UKK 2	Krevjast	Krevjast	Krevjast	Krevjast	Krevjast	Krevjast *
PKK 3/UKK 3	Krevjast	Krevjast	Krevjast	Krevjast	Krevjast	Krevjast **

*Utvida kontroll i prosjekterings- og utføringskontrollklasse PKK2/UKK2 kan avgrensast til ein kontroll av at eigenkontroll og intern systematisk kontroll (kollegakontroll) er gjennomført og dokumentert.

**Utvida kontroll i prosjekterings- og utføringskontrollklasse PKK3/UKK3 skal utførast som ein fagleg kontroll..

1. INNLEIING

1.1. Bakgrunn

Vestland fylkeskommune planlegg skredsikring av fylkesveg 609 mellom Hestvika og Heilevang i hhv. Sunnfjord kommune og Askvoll kommune (sjå Vedlegg 1: Oversiktskart). Skredsikringa vil skje i form av ein skredsikringstunnel, Heilevangtunnelen, i tillegg til skredsikring med vollar og nett.

Planlagt tunnel er 2275 m lang med tverrsnitt T9,5. Havarinisjer er planlagt med tverrsnitt T12,5. Det er lagt opp til fire havarinisjer i tunnelen, der to av desse er snunisjer. Denne rapporten beskriv geologiske forhold og ingeniørgeologiske vurderingar i prosjektet.

Eksisterande veg på strekninga har ein ÅDT i 2020 på 400 køyretøy per døgn. Tunge køyretøy utgjer ca. 10% av desse. Føremålet med prosjektet er å redusera skredfaren langs vegstrekninga slik at den imøtekjem krava for sikkerheit mot skred i N200 [1].

I Innleiande fase av reguleringsplan vart det gjennomført ein silingsprosess for å koma fram til det alternativet som gav den beste veglinja ut frå fastsette målparameter. Etter denne prosessen vart vegalternativ 14000 valt.

1.2. Avgrensingar

Vurderingane avgrensar seg til veglinja som er presentert i reguleringsplanen. Dersom det vert gjort justeringar knytta til veglinja, må rapporten reviderast.

Vurderingane er basert på observasjonar frå synfaring, kart og flyfoto, samt resultat frå grunnundersøkingar. Stabilitet og nøyaktig sikringsbehov må vurderast i anleggsfasen.

Skredfarevurderingar og anbefalingar av sikringstiltak er omtalt i eigen skredfagleg rapport [2].

1.3. Grunnlag

1.3.1. Innhenta grunnlagsmateriale

Tabell 1 oppsummerar grunnlagsmaterialet som er nytta i samband med den ingeniørgeologiske vurderinga av tunnel og veg i dagen mellom Hestvika og Heilevang på Fv. 609. Som det kjem fram i tabellen, er det i hovudsak nytta eksisterande topografiske og geologiske kart, flyfoto, skreddata og aktsemdskart.

Tabell 1: Oversikt over grunnlagsmaterialet som er nytta i den ingeniørgeologiske vurderinga.

Bakgrunnsmateriale	Eigar	Kjelde
Kart	Kartverket	Norgeskart
Digital terrengmodell	Kartverket	<u>Høydedata</u>
Historiske skredhendingar	NVE/Statens vegvesen	<u>NVE kartkatalog/ SVV Vegkart</u>
Aktsemdskart for skred	NVE	<u>NVE kartkatalog</u>
Berggrunnskart, målestokk 1:50 000 og 1:250 000	NGU	<u>NGU: Kart på nett</u>
Lausmassekart, målestokk 1:50 000	NGU	<u>NGU: Kart på nett</u>

Grunnvassdatabasen GRANADA	NGU	<u>NGU: Kart på nett</u>
Flyfoto	Kartverket	<u>Norge i bilder</u>
Klimadata	NVE/SVV/MET/BaneNor	xgeo.no
Fv 609. Skredsikring Heilevang. Geologisk rapport for forprosjekt. 36040-460	SVV	SVV
Silingsrapport for geologi og geoteknikk – Fv 609 Hestvika- Heilevang	VFK/Asplan Viak	Asplan Viak

1.3.2. Tidlegare undersøkingar

Det vart i 2016 levert eit forprosjekt for val av skredsikringsløyising mellom Hestvika og Heilevang på Fv 609 [3].

Det vart den gangen konkludert at for å oppnå akseptkriteriumet med tanke på skred/nedfall, samt å få ynskja regularitet av vegen er tunnel det tilrådde alternativet for å skredsikre strekninga. Foreløpige undersøkingar tydde på at bergarten og dei geologiske forholda ligg til rette for tunnel. Ved å velje tunnel som løysing vil ein dessutan unngå mange av problema som er med dagens veg i dagen då denne har problem knytt til stabilitet. Sjølv om prosjektmåla ikkje omhandlar betre vegstandard, vil ein tunnel gi betre framkomst, kortare reisetid og større trafikkssikkerheit ettersom tunnelen vil oppfylle krava i vegnormalane (noko dagens veglinje ikkje gjer). Tunnel vart difor det tilrådde sikringstiltaket i forprosjektet.

1.3.3. Utførte undersøkingar i denne planfasen

I samband med reguleringsplanarbeidet er det utført følgjande undersøkingar:

- Silingsrapport for geologi og geoteknikk for alternative veglinjer [4]
- Skredvurdering i bratt terreng for valgt veglinje (14000) [2]
- Skredvurdering for reguleringsplanområde etter TEK17
- Ingeniørgeologisk feltkartlegging
- Geotekniske grunnundersøkingar [5]
- Test av bergmassekvalitet for bruk i vegbygging [6]

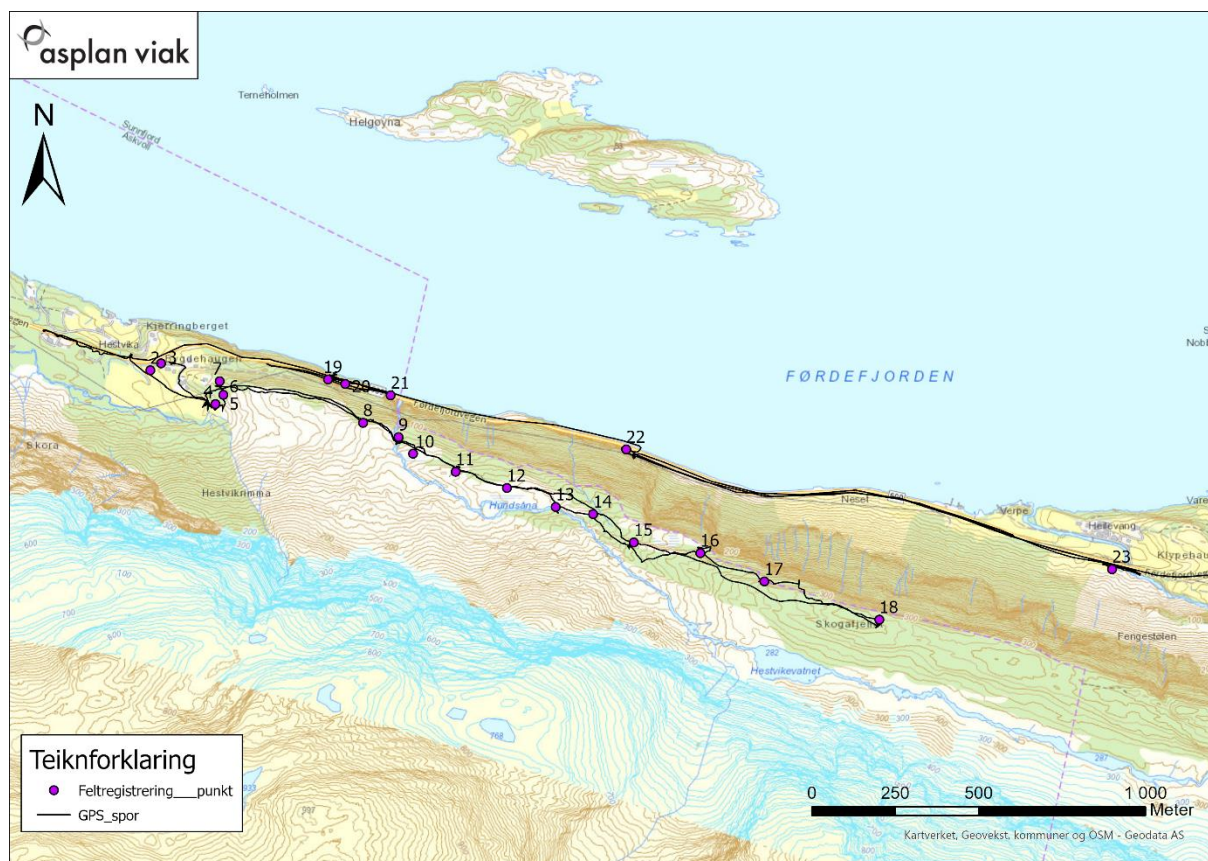
Det er ikkje utført mineralogiske eller kjemiske analysar av bergmassen i prosjektet. Grunnen til dette er at utførte testar av bergmassekvalitet vil gje tilstrekkeleg informasjon angående bergmassen i forhold til bruken i dette prosjektet, samt at det ikkje er mistanke om syredannande bergartar i området.

Det er heller ikkje utført vasskjemiske analysar i prosjektet. Dette kan bli aktuelt under oppstart av anleggsarbeida for å undersøke tilhøva i nærliggande vassdrag som kan bli påverka av eventuelle utslepp frå anlegget. Eksempel på utslepp kan vere vatn frå tunneldriving eller uhell som slangebrot, lekkasjar el.

1.3.3.1. Ingeniørgeologisk kartlegging

Ingeniørgeologisk kartlegging vart gjennomført av ingeniørgeologane Vegard Nes og Anders Øyre den 9. november 2020. Det var gode værforhold på synfardingsdagen.

Observasjonar i felt vart registrert i ArcGIS Collector og geologiske strukturar vart kartlagt. Synfaring rute og feltregistreringspunkt er vist i Figur 1. Orienteringa til sprekkar er målt ved begge påhoggsområder, samt ved bergblottingar langs tunneltraséen. Skjeringa langs eksisterande veg mellom påhogga er også synfart. Sprekkemålingane frå feltkartlegginga er illustrert grafisk i polplott og rosettplott. Rocscience-programmet DIPS er brukt i analysane og framstillinga av sprekkemålingane.



Figur 1: Ruta og feltregistrerings-punkt frå synfaringa 09.11.20.

1.3.3.2. Geotekniske undersøkingar

I samband med oppstart av reguleringsplan i 2019 vart det utført geotekniske undersøkingar ved alternative påhoggsområder ved Heilevang av SVV. Det vart då utført 44 totalsonderingar, 2 CPTu og tatt opp 7 prøveseriar. Det er utført til saman 19 linjer med refraksjonsseismikk i to omgangar ved Heilevang, og 5 linjer ved Hestvika. Ved Heilevang er det sett ned eit piezometer.

Skildring av geotekniske grunnundersøkingar er omtalt i Fv 609 Hestvika – Heilevang grunnundersøkelserapport [5].

Ved tunnelpåhogget i Hestvika er det generelt kort avstand til berg og slakt terreng. Ned mot eksisterande veg er det påvist leire i grunnboringar. Det må kontrollerast kva omfang dette får for overbygning og eventuell oppfylling i området.

Ved Heilevang ligg forskjeringa inn i eit område med stor mektigheit av lausmassar. Det er utført 9 totalsonderingar som representerar området, samt montert eit piezometer. Det er også utført refraksjonseismikk i området. Grunnboringane syner ei variasjon av lausare lagra friksjonsmateriale, samt fast lagra friksjonsmateriale. Det er registrert parti med einsgradert sand i grunnboringane og prøvane. Ved tidspunkt for grunnboring var det ikkje vurdert lausmassetunnel, slik at det er per no ikkje tilstrekkeleg grunnbora for å vurdere om det er parti med einsgradert sand i området for mogeleg lausmassetunnel.

Refraksjonseismikken syner fjelldjupner opp mot 30 meter, men det avtar til mellom 7 og 15 meter lenger opp i fjellsida. Det er stor variasjon i fjellflata som gir ei ekstra uvisse på kva tid ein kjem i fjell. Grunnvassnivået er registrert om lag 6 meter under terreng i nedre del av skråninga. Denne poretrykksmålararen blei montert for vurdering av stabilitet til skjeringar, ikkje for lausmassetunnel.

Det er planlagt supplerande undersøkingar (mars 2021) fram mot planframlegging for å avklare områdeskredfare og uvisse rundt lausmassetunnel.

1.3.3.3. Skredfarevurderingar

Hausten 2020 vart det utarbeida ein silingsrapport for geofag for val av tunneltrasè på bakgrunn av anbefalingane for skredsikringsløyising konkludert med i forprosjektet. Skredkartlegging vart gjennomført av Steinar Nes og Jan Helge Aalbu den 15. oktober 2020. Det var gode verforhold på synfaringdagen. Gode oversiktsbilete av skredutsett område samt trasè er tatt med drone av VFK sin geolog Ingrid Hynne våren 2020.

Hovudfokus var på skredfare mot ulike tunnelpåhogg for både anleggsperioden og i permanent situasjon. Det er utført modelleringar i Ramms sine modular Debris flow og Rockfall. Estimering av sikringstiltak er gjort på bakgrunn av feltkartlegging og modellering. Det er etter silingsprosessen blitt utført utvida skredkartlegging for valgt veglinje, og konkretisering av sikringstiltak.

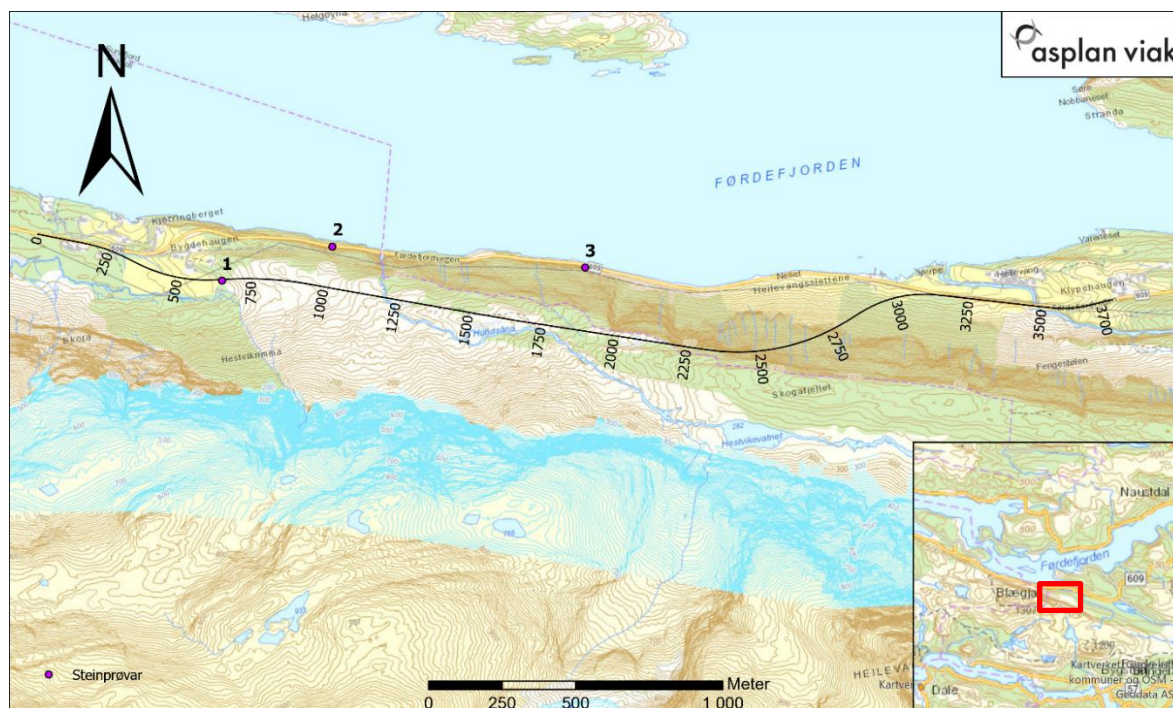
Krav til tryggleik for vegen er satt til at det ikkje skal vera årleg sannsyn større enn 1/50 for vegen på permanent basis. For anleggsområde der mange skal opphalde seg over tid (byggegrop/påhogg for eksempel.) er det satt at årleg sannsyn for skred skal vera mindre enn 1/100.

Frå brua på Heilevang og bort til påhogg (profil 3000-3500) må det sikrast mot steinsprang og jord- og flaumskred med årleg sannsyn 1/50. Det er prosjektert ein skredvoll med høgde 3 meter langs strekninga. For byggegropa ved tunnelpåhogget i aust (profil 2900-3100) må det sikrast med midlertidige sikringsgjerder som tek imot steinsprang og grøfter som tek imot mindre, grunne jord- eller flaumskred.

Veglinja i Hestvika ligg tilstrekkeleg frå fjellsida til å vere trygg i høve skred med årleg sannsyn 1/50 og 1/100, dersom ein unngår å arbeide nærare fjellsida enn veglinja er tenkt.

1.3.3.4. Lab-undersøkingar

Bergmassen langs tunneltrasèen er testa for å finne aktuelle bruksområde i vegoverbygginga. Det vart teke ut steinprøvar ved tre ulike lokasjonar under synfaringa 09.11.20 (Figur 2).



Figur 2: Det vart teke ut steinprøvar ved desse tre lokasjonane.

SVV sitt laboratorium i Bergen utførte testar av steinprøvane. Los Angeles-verdi (LA), Micro-Deval-koeffisient (MD) og flisigheitsindeks (Fi) vart fastsett. Prøveresultata visast i Tabell 2. Det vart ikkje tatt flisigheitsindeks for P1.

Tabell 2: Prøveresultat. Oppgjevne krav er henta frå N200 [1] med utgangspunkt i at vegstrekinga plasserast i trafikkgruppe A.

Prøve	LA	MD	Fi	Berelag	Forsterkningslag
1	65	76		Ikkje aktuell	Ikkje aktuell
2	19	9	20	Krav: 40, 20 og 25. Innafor på alle	Krav: 40 og 25 (LA og MD) Innafor på begge
3	29	25	16	Krav: 40, 20 og 25. Innafor på alle unntatt MD	Krav: 40 og 25 (LA og MD) Innafor på begge

Resultata av bergmassestestinga er brukt for å vurdere bruk av bergmassen i vegbygging, omtalt i kapittel 3.8.

1.4. Beskriving av anlegget

Veglinja for prosjektet og tunneltraséen for Heilevangtunnelen er plassert ut ifrå ein tverrfagleg silingsprosess. Plasseringa av det vestlege tunnelpåhogget vart avgjort relativt tidleg, medan plasseringa av det austlege gjekk gjennom ein meir omfattande prosess. Geologi og spesielt skredproblematikk var avgjerande faktorar for plassering av påhogg og til slutt vart veglinje 14000 med lausmasse tunnel i staden for tradisjonelt tunnelpåhogg valgt som løysing i den austlege delen av tunnelen.

Den nye vegen som skal byggast har fått profilnummerering frå vest mot aust. Veglinja følgjer eksisterande fylkesveg i Hestvika frå profil 0 – 200. På dette strekket vert det utviding av eksisterande bergskjering på ca. 35 m lengde. Vidare skal den svinge slakt sørover og inn i ei tosidig forskjering, som skal forblendast med mur. Vestleg portal til den 2275 m lange Heilevangtunnelen skal starte i

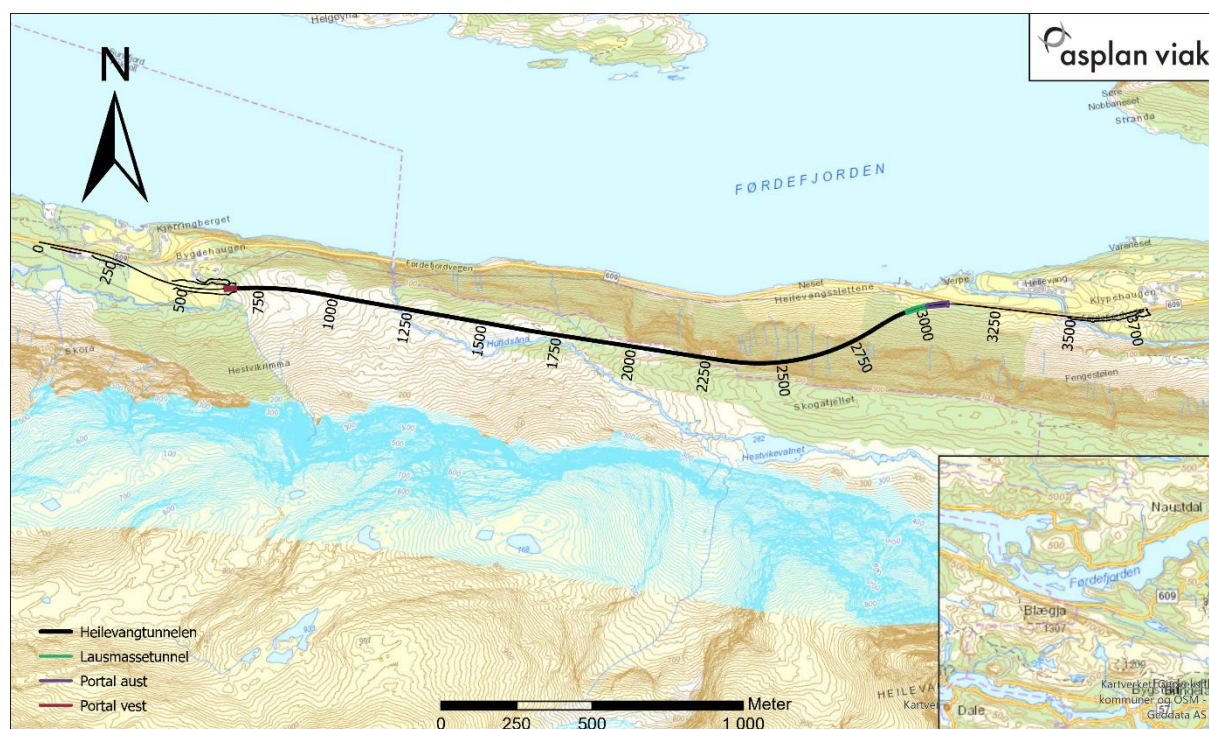
profil ca. 640 og tunnelen skal avsluttast med lausmassetunnel på 70 m og portal på 70 m. Frå profil 3300 til enden av den nye vegen i profil 3720 følgjer veglinja eksisterande fylkesveg. I dei siste ca. 175 metrane av prosjektet skal eksisterande bergskjering utvidast.

I tillegg til hovudvegen omfattast prosjektet av to sidevegar. Sideveg 62000 kryssar over tunnelpåhogget i Hestvika og omfattar ei einssidig bergskjering. Sideveg 63600 ligg aust for brua på Heilevang, og omfattar ei einssidig bergskjering.

Oversikt over profilnummerering og antatte lengder for forskjering, portal, lausmassetunnel, tunnel og bergskjeringar visast i Tabell 3. Kart over veglinja med profilnummerering visast i Figur 3. Sjå også oversiktskart og tverrprofil i vedlegg.

Tabell 3: Oversikt over profilnummerering og antatte lengder for forskjering, portal, lausmassetunnel, tunnel og bergskjeringar.

	Profilnr. start	Profilnr. slutt	Lengde (m)	Maksimal høgde [m]	Kommentarar
Bergskjering	95	130	35	2,9	Låg bergskjering på sørsida av vegen.
Bergskjering	40	110	70	6,4	Bergskjering langs sideveg 62000.
Forskjering	470	675	205	17	Tosidig forskjering frå profil 470 og fram til tunnelpåhogget. Nordleg skjeringsvegg har høgde på over 10 m frå profil ca. 635 til tunnelpåhogg 675 (40 m). Forskjeringa skal forblendast med mur.
Portal	640	675	35	-	Heilevangtunnelen
Bergtunnel	675	2950	2275	-	Heilevangtunnelen
Lausmassetunnel	2950	3020	70	-	Heilevangtunnelen
Portal	3020	3090	70	-	Heilevangtunnelen
Bergskjering	3500	3720	175	9,2	Utviding av bergskjeringa på sørsida av vegen aust for brua på Heilevang.
Bergskjering	0	45	45	11	Bergskjering langs sideveg 63600.

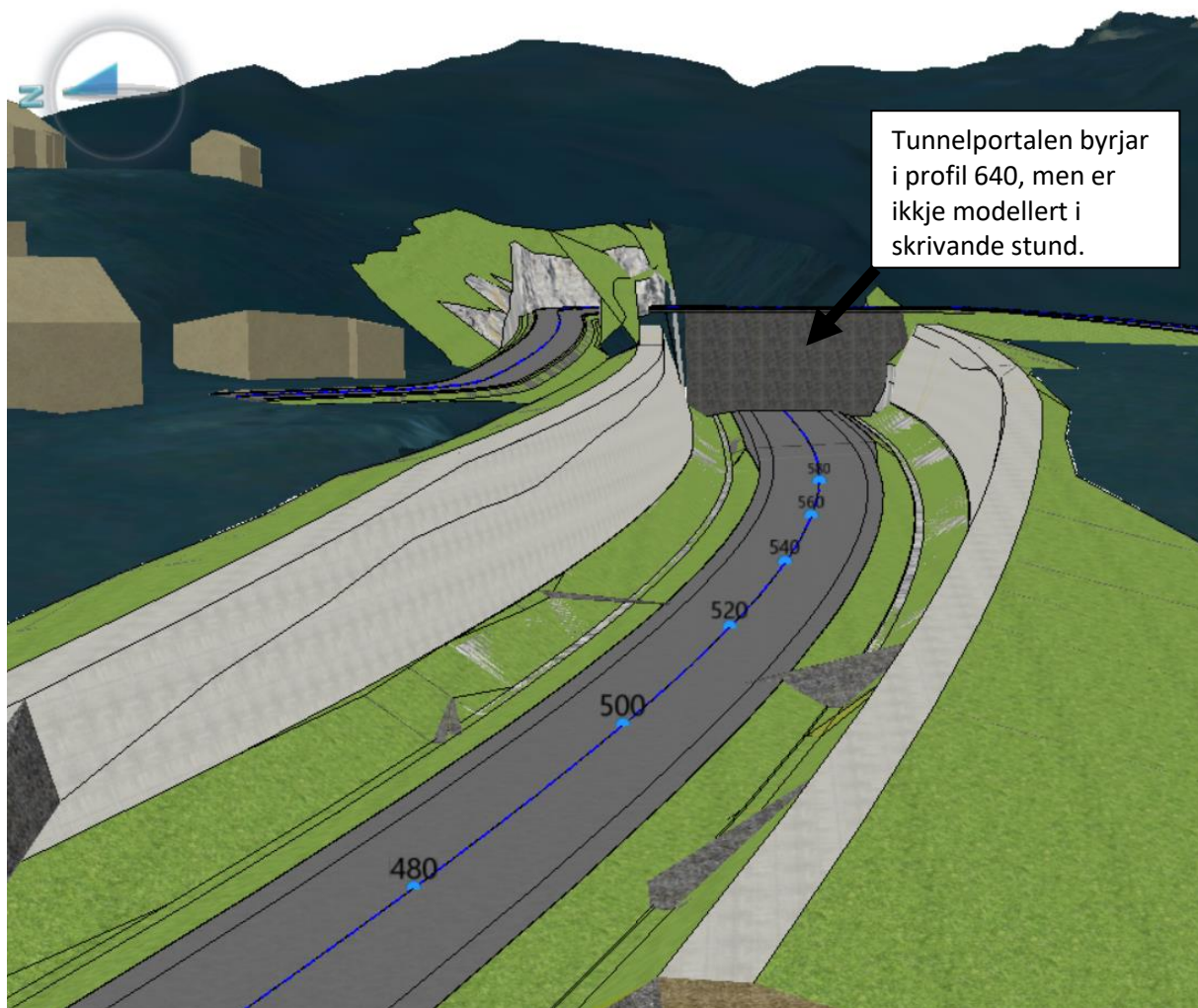


Figur 3: Kart over veglinja med profilnummerering.

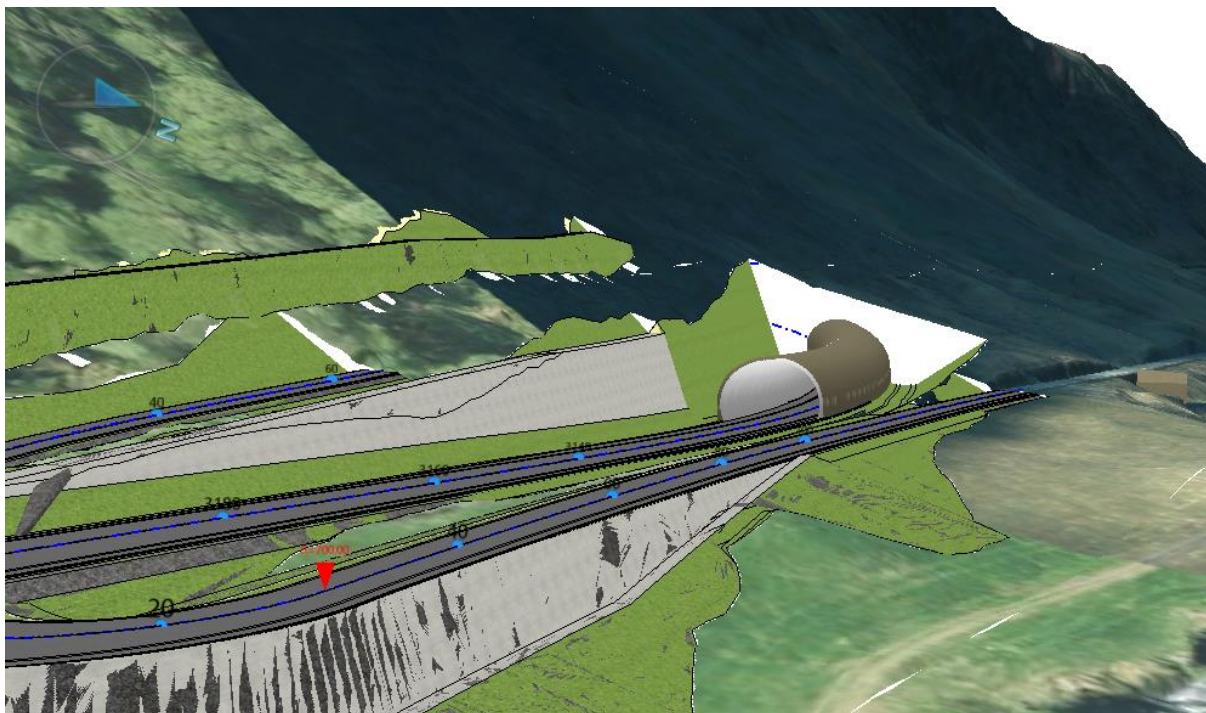
1.4.1. Tunnel

Dimensjonering av tunnelen er i henhold til Statens vegvesen si handbok N500 [7]. Planlagt tunnel er 2275 m lang med tverrsnitt T9,5. Havarinisjer er planlagt med tverrsnitt T12,5. Det er lagt opp til fire havarinisjer i tunnelen, der to av disse er snu- og elektronisjer. Tunnelen er planlagt med kurva linjeføring. Høgbrekk i ca. profil 850 og lågbrekk i ca. profil 2950. Stigningen mellom høg- og lågbrekket blir 1,89%. Veglinja ved det vestlege påhogget er på ca. 39 moh. medan den ved påhogget på austsida er på ca. 5 moh.

På bakgrunn av ei grovt berekna forventa trafikkmengd på 490 køyretøy/døgn i 2045, plasserast tunnelen i klasse B, i samsvar med kap. 4.2 i Statens vegvesen si handbok N500 [7]. Tunnelklasse B gjeld på generelt grunnlag tunnelar med ÅDT i intervallet 300 – 4000 køyretøy/døgn. Framskriven ÅDT er berekna med utgangspunkt i prognosar frå tabellar i TØI-rapport 1362/2014, «Grunnprognoser for persontransport 2014-2050» [8].



Figur 4: Utsnitt av foreløpig modell syner forskjeringa i Hestvika. Skjeringsveggane i forskjeringa skal forblendast med tørrmurar. Sideveg 62000 kryssar over tunnelpåhogget, med ei einssidig skjering på nordsida av veglinja.



Figur 5: Utsnitt av foreløpig modell syner inngangen med portal på Heilevang. Skredvoll er skissert langs fjellsida.

1.4.2. Bergskjeringar

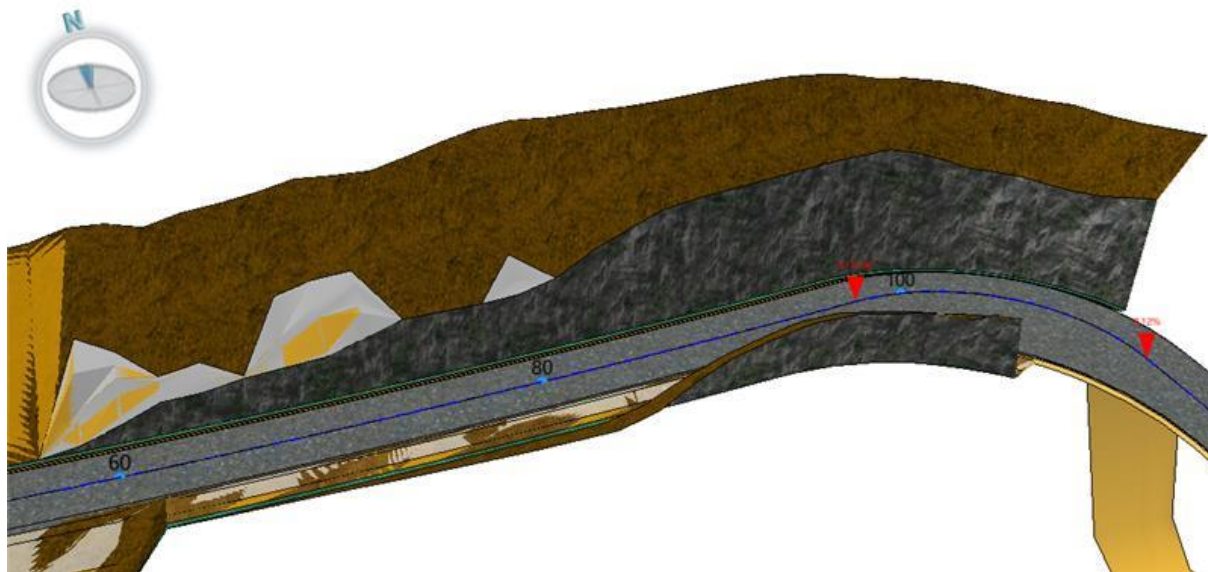
I stigande profilnummerering vert bergskjeringane i prosjektet presenterte.

1.4.2.1. Bergskjering Hestvika, profil 95-130



Figur 6: Bergskjering langs veglinje 14000 frå profil 95-130. Maksimal høgde 2,9 m.

1.4.2.2. Bergskjering langs sideveg 62000



Figur 7: Bergskjering langs sideveg 62000. Sidevegen kryssar over tunnelpåhogget i Hestvika. Maksimal høgde 6,4 m.

1.4.2.3. Bergskjering Heilevang, profil 3545-3720



Figur 8: Bergskjering langs veglinje 14000 frå profil 3500-3720. Maksimal høgde 9,2 m.

1.4.2.4. Bergskjering langs sideveg 63600



Figur 9: Bergskjering langs sideveg 63600. Maksimal høyde 11 m.

1.5. Geoteknisk kategori

I samsvar med Eurokode 7 [9] og krav fastsett i handbok N200 [1] skal konstruksjonar i berg definerast i geoteknisk kategori. Rettleiar for bruk av Eurokode 7 til bergteknisk prosjektering [10] beskriv at geoteknisk kategori kan bestemmast ut frå pålitelegheitsklasse og vanskegrad [10]. I tillegg vert det i N200 [1] gjeve eigne føringar for val av geoteknisk kategori for bergskjeringar og i N500 [7] vert det gjeve eigne føringar for val av geoteknisk kategori for vegtunnelar.

Rettleiande eksempel på pålitelegheitsklassar (CC/RC) er vist i tabell NA-A1(901) i nasjonalt tillegg til Eurokoden: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner [11]. Grunn- og fundamenteringsarbeid er delt opp i følgjande alternativ:

- Kompliserte tilfelle
- Enkle og oversiktlege grunnforhold

Ved val av pålitelegheitsklasse for grunn- og fundamenteringsarbeid skal det også takast omsyn til omliggjande område og byggverk.

Vanskegraden vurderast på grunnlag av grunnforhold og type prosjekt og samsvarar vanlegvis med aktuell pålitelegheitsklasse. Sjå Tabell 4 for val av geoteknisk kategori.

Tabell 4: Val av geoteknisk kategori ut frå pålitelegheitsklasse og vanskegrad [10].

Pålitelegheitsklasse	Vanskegrad		
	Låg	Middels	Høg
CC/RC 1	1	1	2
CC/RC 2	1	2	2/3
CC/RC 3	2	2/3	3
CC/RC 4	*	*	*

* Vurderast særskilt

Alle vegtunnelprosjekt skal i samnhøve med N500 [7] plasserast i geoteknisk kategori 3, men det er mogelegheit for å variera geoteknisk kategori innafor forskjellige delar og fasar av prosjektet. Det er krav om at geoteknisk kategori 3 skal nyttast for tunnelpåhogg og for strekningar med liten bergoverdekking. Også for strekningar der det ventast ugunstige grunn- og stabilitetsforhold, eller ein kombinasjon av fleire uheldige forhold krevjast geoteknisk kategori 3.

I samnhøve med N200 [1] skal alle bergskjeringar over 10 m høgd i utgangspunktet plasserast i geoteknisk kategori 3 med tilhøyrande krav til uavhengig kontroll. Ved tilfredsstillande bergstabilitet kan geoteknisk kategori justerast ned til 2.

Bergskjeringa i vest vil ha ei makshøgd på ca. 2,8 m. Grunna den låge høgda, er det ikkje venta spesielle utfordringar i forbindelse med etablering av denne. Plasserast i geoteknisk kategori 1.

Sideveg 62000 går like i bakkant av forskjeringa i vest og har ei bergskjering med makshøgd på ca. 6,4 m. Stabilitetsutfordringar i forbindelse med tett oppsprekking ventast også her, men grunna relativt låg skjeringshøgd plasserast den i geoteknisk kategori 2.

Den tosidige forskjeringa og påhoggsområdet i vest vil ha ei makshøgd på ca. 17 m. Det er registrert svært tett oppsprekking i bergmassen, så stabilitetsutfordringar må påreknast. Bergmassen i området er også dekket av lausmassar som må handterast og stabiliserast. På bakgrunn av desse opplysningane, plasserast vestleg forskjering og påhoggsområde i geoteknisk kategori 3.

For storparten av Heilevangtunnelen er det forventet relativt gode og forutsigbare driveforhold. Tunnelen plasserast derfor i geoteknisk kategori 2, med følgjande unntak som plasserast i geoteknisk kategori 3:

- Dei første ca. 50 m i vest.
- Portal og lausmassetunnel i aust.
- Overgangen mellom lausmassetunnel og tunnel i berg.
- Dei tre kryssande svakheitssonene som er førespegla.

Ved austleg tunnelutløp er det stor mektigheit av lausmassar beståande av morene og skredmateriale. Terrenget over er også relativt bratt. Dei austlegaste ca. 70 metrane av tunnelen skal bestå av portal. Her må lausmassane avdekkast og stabiliserast midlertidig. Portalen overdekkast med lausmassar etter den er bygd. I dei neste ca. 70 metrane vidare vestover skal det etablerast ein lausmassetunnel, før overgangen til fast berg og vanleg tunneldriving. Grunnforholda ved portalen og lausmassetunnelen i aust vurderast til å medføra stor kompleksitet og vanskegrad og plasserast derfor i geoteknisk kategori 3.

Bergskjeringa i aust vil ha ei makshøgde på ca. 9 m. Det er registrert opptil 3 sprekkesett i eksisterande bergskjering like ved. Eit av sprekkesetta er registrert som lite gjennomsettande. Plasserast i geoteknisk kategori 2.

Sideveg 63600 svingar seg ut heilt aust i prosjektet og har ei bergskjering med makshøgde på ca. 11 m. Plasserast i geoteknisk kategori 2.

Sjå Tabell 5 for oversikt over geoteknisk kategori.

Kontrollform og kontrollklassar ved prosjektering og utføring er gitt ved handbok N200, N500 og Eurokode 0. Geoteknisk kategori 2 medfører prosjekteringskontrollklasse PKK2 og utføringsklasse UKK2. Geoteknisk kategori 3 medfører prosjekteringskontrollklasse PKK3 og utføringsklasse UKK3. Dette krev utvida kontroll både for prosjektering og utføring.

Tabell 5: Oversikt som syner geoteknisk kategori.

	Profilnr. start	Profilnr. slutt	Lengde (m)	Maksimal høgde [m]	Geoteknisk kategori (GK)
Bergskjering	95	130	35	2,9	GK1
Bergskjering sideveg 62000	40	110	70	6,4	GK2
Forskjering vest	470	675	205	17	GK3
Portal	640	675	35	-	GK3
Bergtunnel	675	2950	2275	-	GK3
Lausmassetunnel	2950	3020	70	-	GK3
Portal	3020	3090	70	-	GK3
Bergskjering aust	3500	3720	175	9,2	GK2
Bergskjering sideveg 63600	0	45	45	11	GK2

2. GRUNNFORHOLD - FAKTADEL

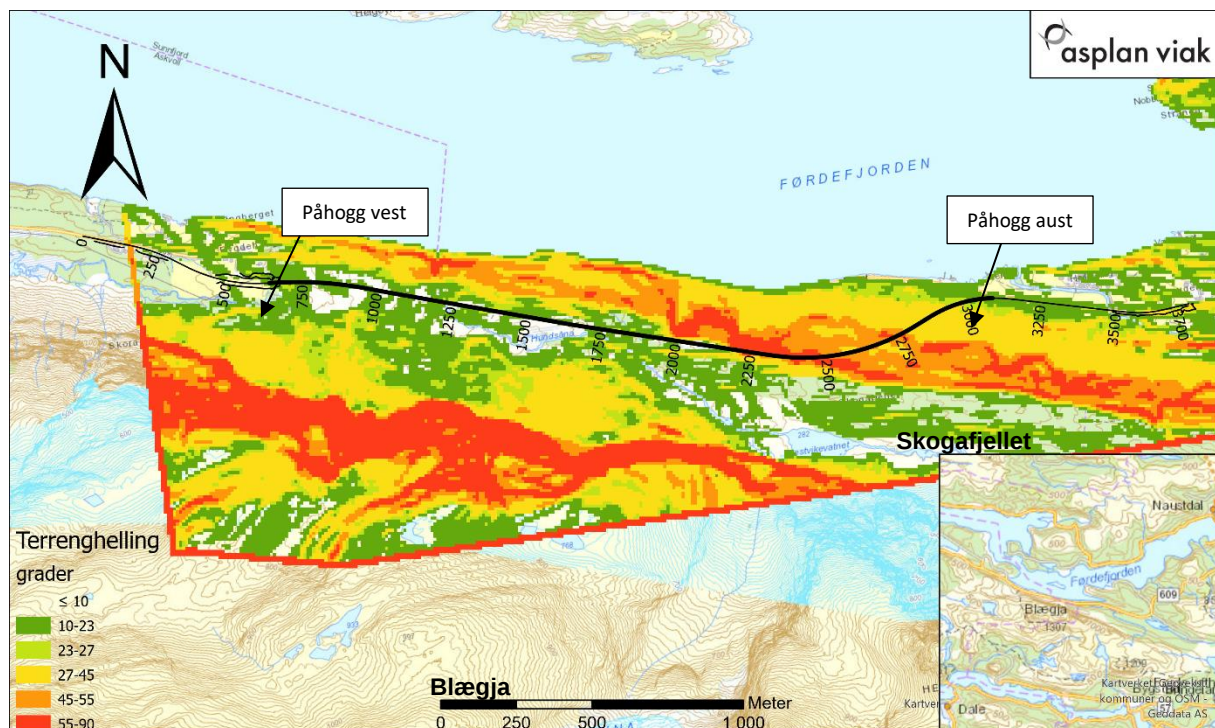
2.1. Topografi

Skredsikringstunnelen mellom Heilevang og Hestvika skal gå i retning vest-aust. Tunnelen vil gå inn i fjellryggen Skogafjellet med ei tosidig forskjering på Hestvika-sida og følgje denne fjellryggen fram til den svingar seg ut mot Førdefjorden gjennom eit parti med lausmassetunnel og ein lengre portal ved Heilevang (Figur 10). Høgste punktet på fjellryggen er 320 moh. Fjellryggen har ei slak helling mot Hestvika, og endar ved vestre tunnelpåhogg.

Nord for tunneltrasèen stuper fjellryggen ned i fjorden, der store delar av fjellsida har ei helling over 30 grader. Under denne fjellsida ligg eksisterande Fv 609.

Sør for tunneltrasèen ligg fjellmassivet Blægja. Det strekker seg langs heile planområdet, med steile vegger opp mot 800 moh. Høgste punktet ligg på 1307 moh.

Terrenghellingskart over området visast i Figur 10.



Figur 10: Terrenghellingskart. Ny veglinje er vist med svart linje.

2.2. Lausmassar

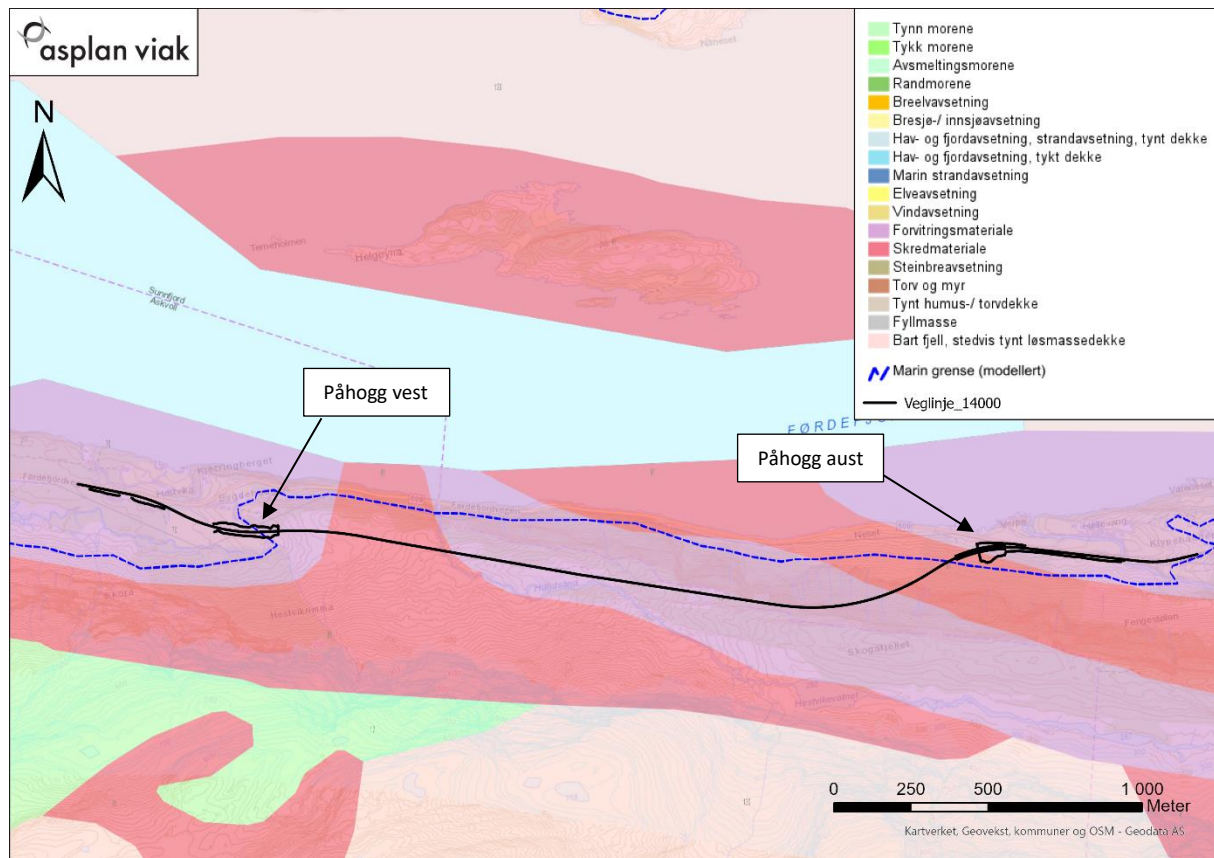
Lausmassekartet henta frå NGU (Figur 11) viser at vestre påhogg er plassert i lausmassar som kjem av forvittringsmateriale. Påhogget ligg akkurat i den modellerte marine grensa. Det er ikkje gjort punktobservasjonar av høgda på den marine grensa i området. Grunnundersøkingar viser generelt kort avstand til berg ved vestre påhogg og forskjering.

Austre påhogg ligg ifølgje NGU sitt lausmassekart i grensa mellom forvittringsmateriale og skredmateriale. Her ligg påhogget under marin grense. Grunnundersøkingar syner ei variasjon av lausare lagra friksjonsmateriale, samt fast lagra friksjonsmateriale. Det er også registrert parti med einsgradert sand.

Det er generelt venta relativt liten lausmassemektigheit på toppen av planlagde bergskjeringar. Lausmassane består i hovudsak av humus, forvittringsmateriale og morene.

Veg i dagen vil i hovudsak ligge under den modellerte marine grensa.

Sjå i Geoteknisk rapport [12] for meir detaljar kring lausmassetilhøva i prosjektet.



Figur 11: NGU sitt lausmassekart viser ei oversikt over lausmasseutbreiing langs tunneltrasèen (svart linje).

2.3. Berggrunnsgeologi

Regionalgeologien i området er oppbygd av dei geologiske einingane Vevringkomplekset, Askvollgruppen og Kvamshestgruppen. Vevringkomplekset er eit prekaledonsk kompleks bestående av ein granittisk ortogneis, stadvis med inneslutningar av eklogittar. Askvollgruppen er overliggende Vevringkomplekset avgrensa av ei duktil skjærsone danna ved ekstensjonsbevegelse. Askvollgruppen er oppbygd av mylonittiske-fyllonittiske bergartar knytta til Nordfjord Sogn forkastningssona. Gruppen dominerast av mafisk kloritt-glimmerskifer med marmorhorisontar og kvarts-feltspatisk skifer som har gjennomgått ein lav grønnskiferfacies metamorfose. Over Nordfjord Sogn forkastningssona, ei sprø ekstensjonsforkastning, ligg eit devonsk sedimentært basseng bestående av konglomerat kalla Kvamshestgruppen. Forkastningssona er ei normalforkastning med fall mot sør.

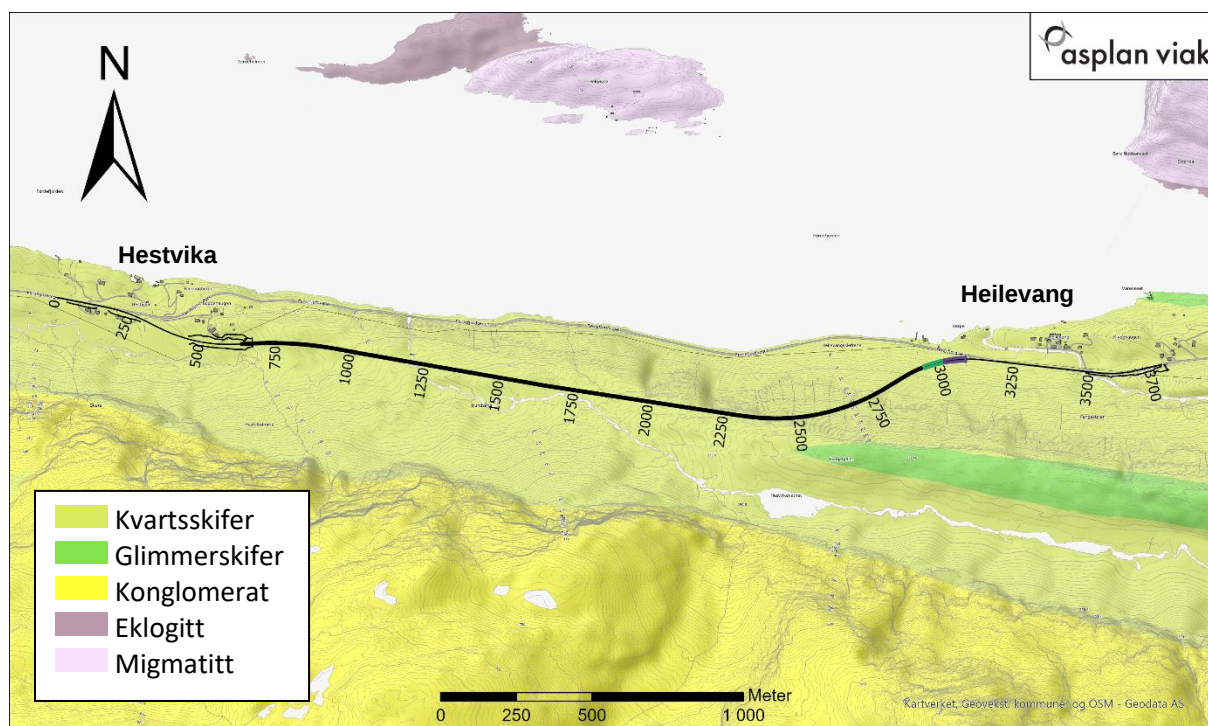
2.3.1. Bergartar

Tunneltrasèen vil gå gjennom den geologiske eininga Askvollgruppen. Ifølgje berggrunnskartet er bergarten ein kvartsrik skifer som er ultramylonittisk med benkar av marmor (Figur 12).

I samme gruppe er også ein kvarts-muskovitt-glimmerskifer (NGU). Denne bergarten er kartlagt på Heilevang-sida og ligg langs med foliasjonen til bergarten i retning aust-vest. Det kan ikkje utelukkast at denne bergarten strekker seg vestover og inn i tunneltrasèen.

Under feltkartlegginga vart det observert skifer ved alle registreringspunkt. Heilt vest ved Hestvika var skiferen mylonittisk og folda. Ved påhoggsområdet i Hestvika var bergmassen ikkje mylonittisk, men meir skifrig med grønleg farge og større innhald av glimmer. Ved Hundsåna vart det observert

benker av marmor i skiferen, medan endå lengre aust og høgare i terrenget vart bergarten meir prega av kvartsband langs foliasjonen.



Figur 12: Berggrunnskart frå NGU i målestokk 1:250 000. GPS-punkt frå feltregistrering er vist i kartet.

2.3.2. Oppsprekking

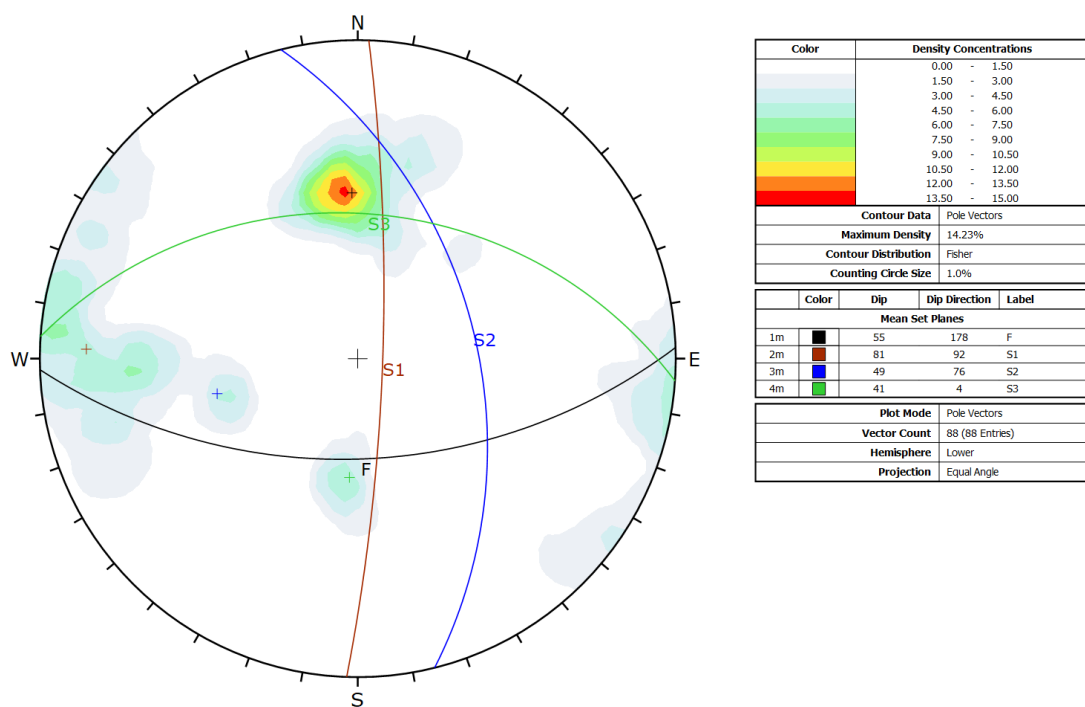
Det er utført sprekkekartlegging ved påhogg, langs tunneltrasèen og langs vegskjeringa ved eksisterande veg parallelt med tunneltrasèen og parallelt med planlagde bergskjeringar. Det austlege påhogget ligg i eit område med stor lausmassemektigheit, så sprekkemålingar er utført ved vegskjeringar aust og vest for tunnelpåhogg. Bergmassen i området har nokolunde lik grad av oppsprekking.

Tabell 6 viser registrerte sprekkesett og foliasjon i bergmassen. Oppsprekkinga i området er skiftande, med eitt sprekkesett som er gjennomsettande i heile bergmassen, eitt sprekkesett som er dalsideparallelt og gjennomsettande langs skjeringa til eksisterande veg, i tillegg til foliasjonen som er gjennomsettande i store delar av bergmassen.

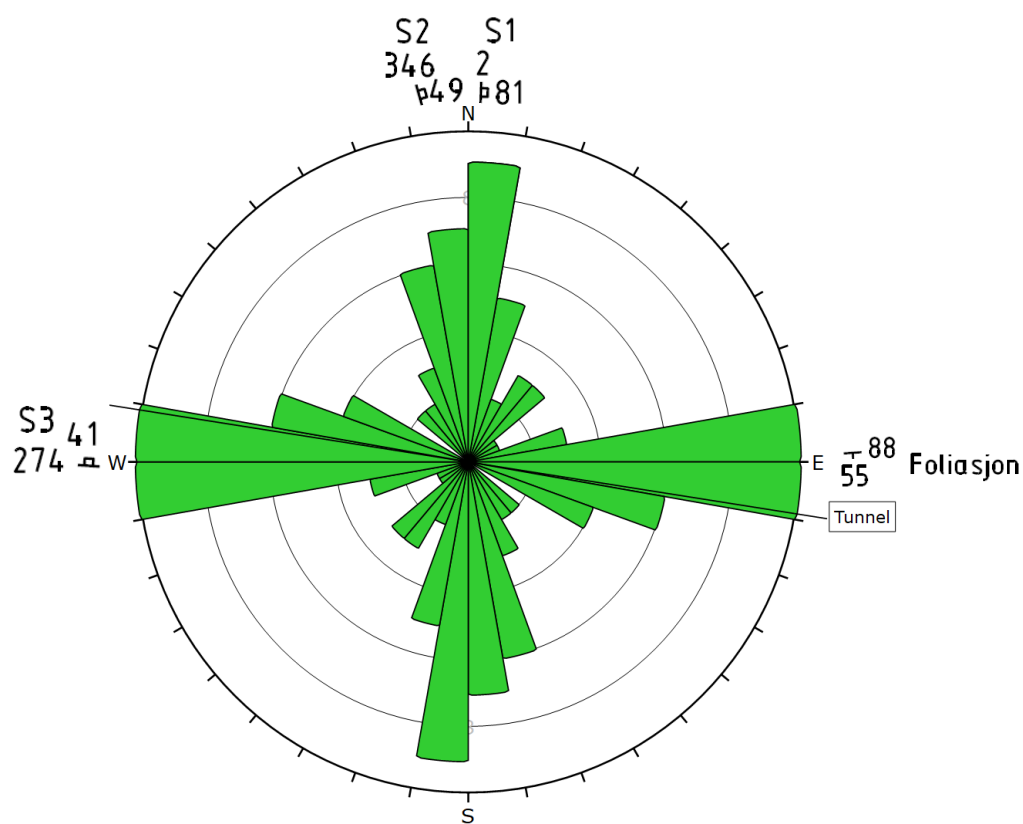
Det vart ikkje observert vassførande sprekkesett eller sprekkefyll i særleg grad under synfaringa.

Tabell 6: Oppsummering av sprekkesett i bergmassen.

Sprekkesett	Sprekkeorientering (dipdir)	Fall (grader)	Sprekkeavstand	Karakter
Foliasjon	178	55	5 cm – 2 m	Ru, plan til bølget
S1	092	81	50 cm – 2 m	Ru, plan til bølget
S2	076	49	15 cm - 2 m	Ru, plan til bølget
S3 (dalsideparallelt)	004	41	1 m	Ru, ujevn, plan



Figur 13: Stereoplott for bergmassen langs tunneltrasèen.



Figur 14: Sprekkerose for bergmassen langs tunneltrasèen. Orienteringa til tunnelen frå profil 675-2500 er vist i figuren.

Foliasjonen i bergmassen er stort sett tydeleg med eit fall på gjennomsnittleg 55 grader mot sør. Foliasjonen har ei stabil orientering ved alle feltregistreringar utanom ved Hestvika, der bergmassen framstår meir mylonittisk og folda. Der bergmassen er skifrig, framstår foliasjonen som ein gjennomsettande destabiliserande struktur, medan foliasjonen er mindre synleg der bergmassen er massiv. Foliasjonsplana er ofte ru og plane, og der det er tydeleg foliasjon har oppsprekkinga ein frekvens på ca. 5-20 cm.

NGU sitt berggrunnskart beskriv at det kan førekomme benkar av marmor i den kvartsrike skiferen. Dette er observert i GPS-punkt 9, og benkane ligg tydeleg langs foliasjonsplanet. Lenger aust ligg det tydelege kvartsårer langs foliasjonsplanet.



Figur 15: Foliert bergmasse ved GPS-punkt 9, der Hundsåna renn ut mot fjorden. Benkar av marmor langs foliasjonsplanet er merka med oransje strek.

Sprekkesett 1 er eit tydeleg gjennomsettande sprekkesett, men med stor sprekkeavstand. Sprekkesettet har eit fall nær 90 grader, med strøkretning mot nord. Sprekkesettet er observert i bergmassen i heile planområdet, og er også ein tydeleg større struktur synleg i skyggerelieffkartet. Sprekker langs denne orienteringa er vist å ha ei sprekkeopning på oppmot 8 cm.



Figur 16: Open sprekk med orientering lik sprekkesett 1. Biletet er tatt mot sør ved GPS-punkt 16.

Sprekkesett 2 er ikkje eit tydeleg gjennomsettande sprekkesett i bergmassen, men spreккеavstanden er ned mot 15 cm. Sprekkesettet har eit fall på 50 grader mot VNV.



Figur 17: Gjentakande sprekkesett med spreккеavstand ca. 15 cm. Biletet er tatt mot sør ved GPS-punkt 18.

Sprekkesett 3 er eit dalsideparallelt sprekkesett som ved feltkartlegging vart lagt merke til i bergskjeringa langs eksisterande veg. Sprekkeavstanden er 2-5 meter og sprekkene er plane med ru struktur. Sprekkesettet har eit gjennomsnitteleg fall mot nord på 41 grader.



Figur 18: Dalsideparallelt sprekkesett (piler) med sprekkeavstand mellom 2-5 meter. Biletet er tatt mot sør i skjeringa langs eksisterande veg.

I tillegg til dei generelle sprekkesetta som er kartlagt langs heile tunneltrasèen, er det eit ekstra sprekkesett som er kartlagt lengst aust i planområdet ved GPS-punkt 18. Sprekkesettet har fall ca. 50 grader mot VSV og har ein sprekkeavstand på ca. 0,5 meter.



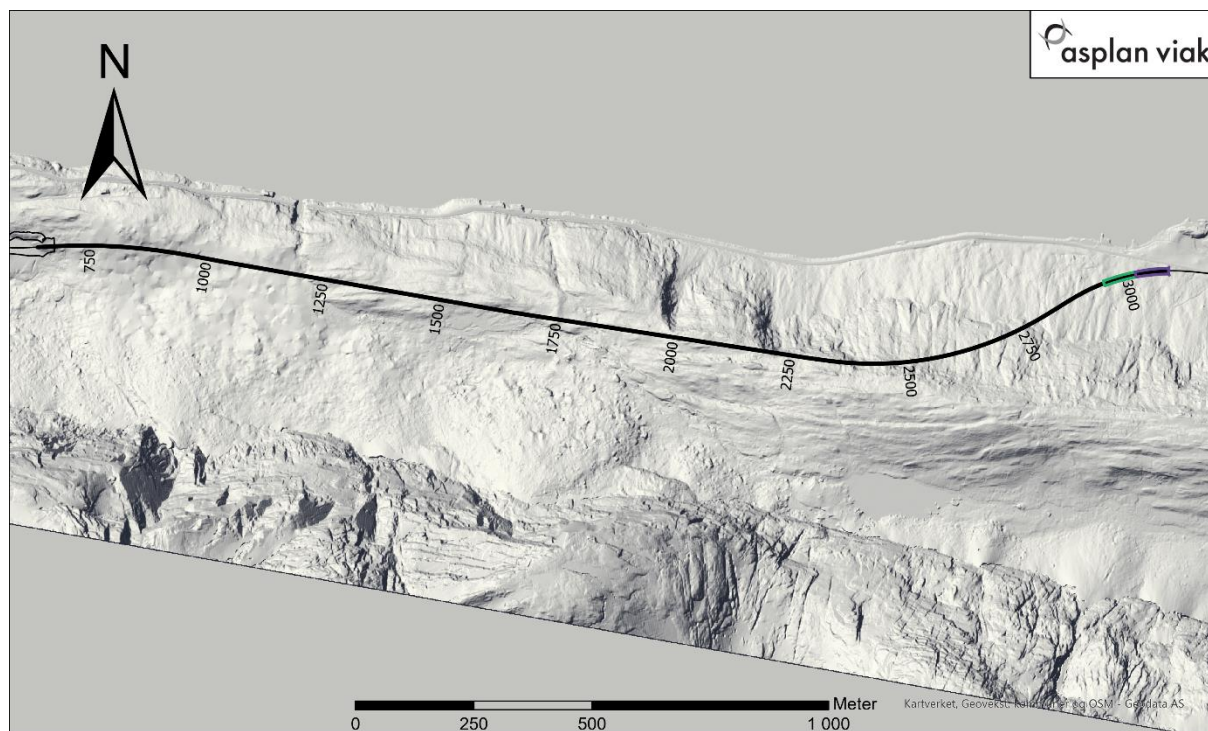
Figur 19: GPS-punkt 18. Ekstra sprekkesett. Biletet er tatt mot sør.

2.3.3. Svakheitssoner

Svakheitssoner definerast som soner i berggrunnen der fastheita er låg samanlikna med omkringliggande berg. Dette kan skuldast eit svakare bergartslag eller ei deformasjonssone i bergarten.

Skyggerelieffkart, ortofoto og feltkartlegging er benytta til å identifisere svakheitssoner i berggrunnen. Skyggerelieffkart framhevar terrengformasjonar ved å skyggeleggje terreng med lik orientering. Ved bruk av terrengmodellen kan ein filtrere vekk skog og vegetasjon slik at topografiske trekk og lineament vert synlegare. Sjå skyggerelieffkart i Figur 20.

Det er ikkje kartlagt forkastningssoner eller skyvegrenser i planområdet, men det er døme på slike strukturar både nord og sør for planområdet. Nord for planområdet er det ei duktil skjærsone med normal skjærbevegelse der planområdet ligg i hengen til sona. Spesielt Hestvika ligg nært inntil skjærsone. Bergarten her er meir mylonittisk og folda enn i sørlegare delar av planområdet. Stratigrafisk plassert over planområdet, og geografisk lengre sør, ligg Nordfjord-Sogn forkastninga, ei sprø normalforkastning og bergartsgrense mellom Askvollgruppa og det devonske Kvamshestenbassenget. Denne forkastningssona har fall mot sør. Det er sannsynleg at sprø skjærbevegingar kan ha danna svake strukturar også inn mot planområdet.



Figur 20: Skyggerelieffkart av terrenget over Heilevangtunnelen.

2.4. Hydrologi og hydrogeologi

Grunnvassnivået i berg kan bli senka på grunn av innlekkasje av grunnvatn til tunnelen. I bergartstypar med låg porøsitet, slik som skiferbergartar, bevegar grunnvatnet seg i opne sprekker og i svake soner. Drenering av vatnet i sonene og senking av grunnvassnivået kan ha negativ innverknad på miljøet.

I nærleiken av tunneltraséen er det eitt vatn, Hestvikevatnet. Vatnet får tilrenning frå heile Skogafjellet heilt frå Heilevangsstølen. Ut frå Hestvikevatnet renn elva Hundsåna, som får tilrenning frå Blåfonna og fleire småelvar ned frå fjellmassivet Blægja. Langs Hundsåna renn elva roleg, og det

er flere større myrområder langs elva. Hundsåna følger tunneltraséen fra profilnr. 1800-1200 før den kryssar tunneltraséen og renn bratt ned i fjorden. Vassdrag og myrer langs tunneltraséen er vist i Vedlegg 1: Oversiktskart.

I fjellsida mot påhogg ved Heilevang er det kun overflateavrenning.

2.4.1. Grunnvassbrønner

Det er registrert to grunnvassbrønner i NGU sin nasjonale grunnvassdatabase GRANADA. Det er to fjellbrønner bora for vassforsyning.

I Hestvika ligg brønnen i veglinja, så denne må truleg flyttast i byggefase. Brønnen er totalt 60 m djup, med 1 meter djup til fjell.

På Heilevang-sida ligg fjellbrønnen på Klypehaugen, på andre sida av Heilevangselva. Brønnen er totalt 60 m djup, med 2 meter djup til fjell.



Figur 21: Grunnvassbrønner i området registrert i grunnvassdatabasen GRANADA.

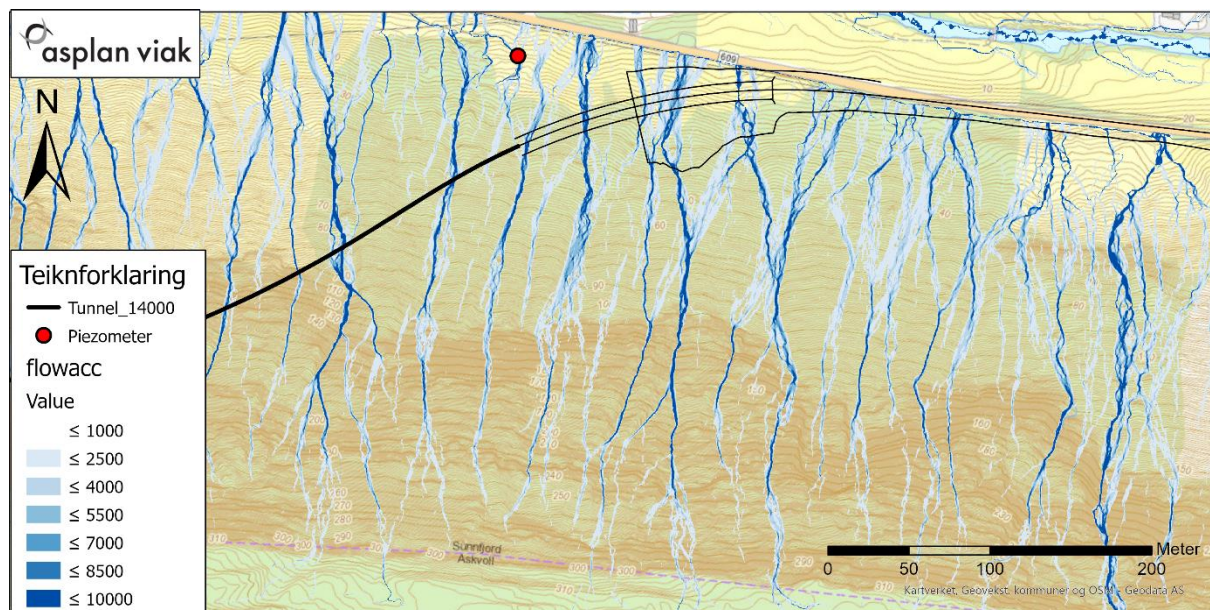
2.4.2. Iskjøving

Iskjøving oppstår ved gjentatt fryseprosess på bergflater eller frå lausmassar. Risikoen for iskjøving avhenger av overflatedrenering og vassføringsevna til berget.

Ved Hestvika viser vasstand i vassforsyningsbrønnen oppgitt i grunnvassdatabasen GRANADA at vatnet står i berggrunnen to meter under overflata og ein meter ned i bergmassen. Borholet er plassert i høgde med eksisterande veg i Hestvika og dermed i same høgde som tunnelpåhogget. Langs tunnelpåhogget i Hestvika renn ei elv forbi ca. 30 meter sør for tunnelpåhogget, i ei høgde på ca. 50 moh. Bergmassen ved påhogget er skifrig og sterkt prega av forvitring i dagsona og jordslepper. Nordsida av tunnelpåhogget og skjeringar i dagen har eit relativt lite nedbørsfelt, og dermed lite overflatedrenering mot veg.

Ved påhogget på Heilevang-sida er det overflatedrenering frå fjellsida i lausmassar. Storparten av påhogget vil bli utforma i lausmassar, men berget kjem inn i skjeringa opp mot fjellsida heilt nede i søndre skjeringsfot med ei omtrentleg helling på 45 grader. Faren for iskjøving langs denne grensa mellom fast fjell og lausmassar er stor. Ved påhogget på Heilevang er grunnvatnet i lausmassane målt med eit piezometer. Piezometeret står om lag 10 meter under bakken med eit vasstrykk på om lag 4 meter, noko som gir ein grunnvasstand på 6 meter under bakkenivå ved målepunktet.

Lausmassetunnelen er dermed utsett for iskjøving, i tillegg til overgangen mellom lausmassetunnel og bergtunnel, der det potensielt kan vere avrenning frå fjellsida.



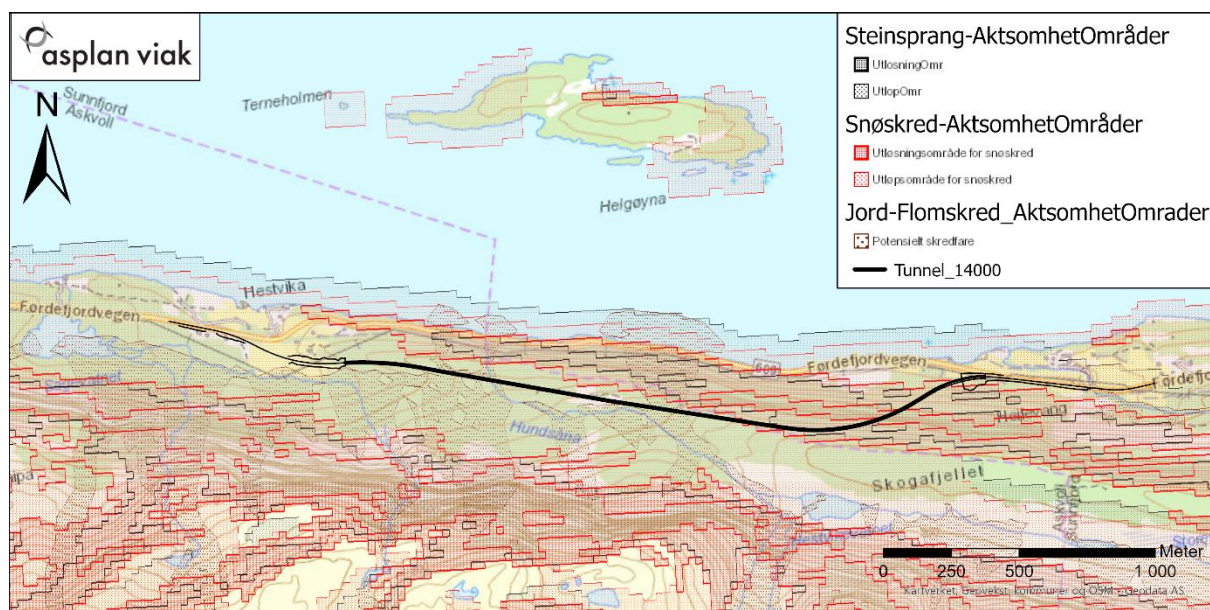
Figur 22: Overflatedrenering langs fjellsida over påhogget ved Heilevang.

2.5. Skred

Den aktuelle vegstrekninga ligg innfor fleire aktsemdsområder for både steinsprang, snøskred og jord- og flaumskred. Det er utarbeida ein eigen skredfagleg rapport med detaljert beskriving av skredfare og påfølgjande konsekvensar av skredfaren [2]. I påfølgjande tekst vil kun aktsemdsområder oppsummerast. Tidlegare skredhendingar, tidlegare skredvurderingar og klimatiske forhold som kan verke inn på skredfaren omtalast i skredfaglig rapport.

2.5.1. Aktsemdssoner

Figur 23 viser aktsemdssoner for skred i bratt terreng, med planlagt tunnel- og vegtrasé innteikna. Påhogg vest er plassert innanfor aktsemdssonene for steinsprang og snøskred. Påhogget i aust ligg innanfor aktsemdssona for steinsprang og snøskred, medan vegen i dagen også ligg innanfor aktsemdssona for jord- og flaumskred.



Figur 23: Aktsemdskart med aktsemdssoner for steinsprang, snøskred og jord- og flaumskred. (Kjelde: NVE atlas)

2.6. Vegetasjon

I terrenget over planlagt tunnel er det i hovudsak open grunnlendt fastmark og lauvskog av middels til høg bonitet med bjørk som dominerande treslag, og enkelte fattige myrskogsområder.

3. INGENIØRGEOLOGISKE VURDERINGAR; BERGTUNNEL

Kapitlet tek føre seg Heilevangtunnelen.

3.1. Strukturgeologi og bergartsgrenser

Bergartsgrenser kan generelt vere svakare enn kringliggjande berg. Ifølgje NGU sitt berggrunnskart går tunneltraséen parallelt med bergartsgrensene, og kryssar etter våre feltobservasjonar ingen bergartsgrenser. Ut ifrå strukturmålingar av bergartane er orienteringa til bergartsgrensene skissert ned i bergmassen. Tunneltraséen følgjer ei litostratigrafisk gruppe kalla Askvollgruppa, beståande av bergartane metagabbro, kvartsrik skifer, glimmerskifer, kvarts-feltspatrik skifer, grønnskifer og granat-glimmerskifer.

3.1.1. Svakheitssoner i tunnelen

Antatte svakheitssoner i tunnelen er tolka ut ifrå skyggerelieffkart og observasjonar i felt.

Det er fleire lineament som følgjer fjellsida, og dermed tunneltraséen, med samme orientering. I felt er desse synlege som dalsideparallelle brattskrentar. Langs fjellryggen ligg det også fleire lineament med strøk mot N-NV. Langs desse lineamenta vert det drenert vatn ut i fjellsida ved fleire høve.

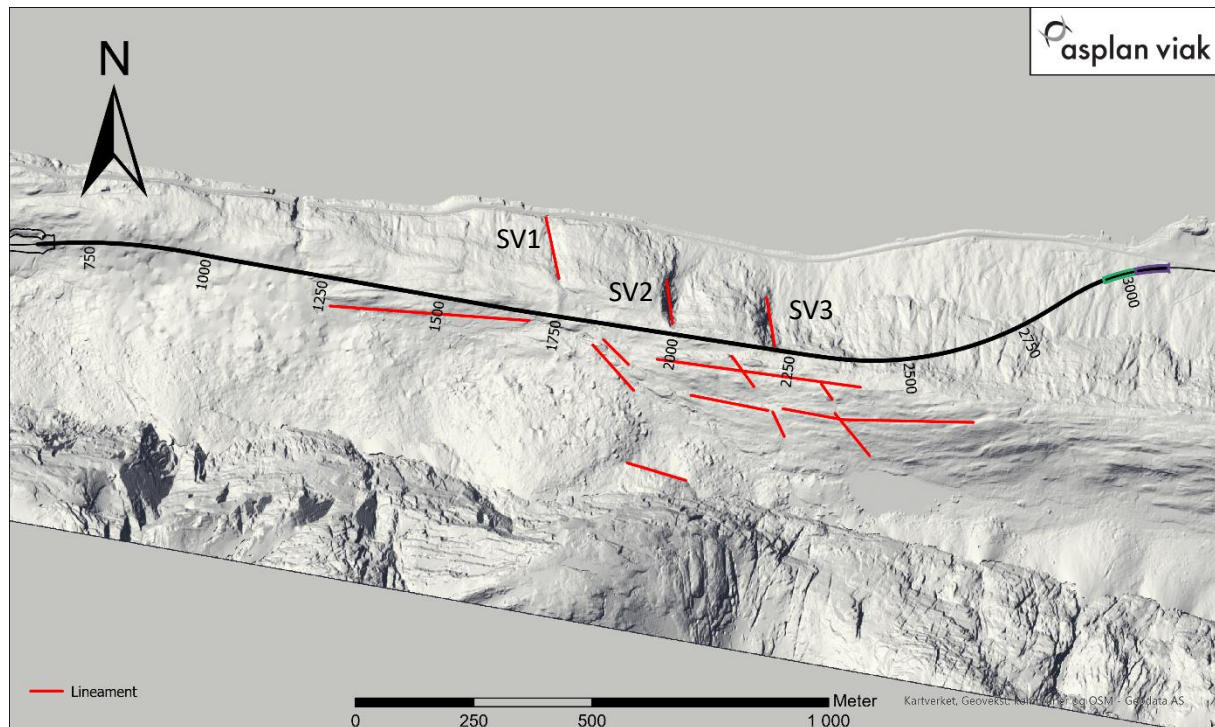
Dei dalsideparallelle lineamentea samanfell relativt bra med sprekkesett S3 som har fall på 41° mot nord. Ved hjelp av enkle geometriske simuleringar er det vurdert som lite sannsynleg at nokon av dei registrerte dalsideparallelle lineamenta har slepper eller svakheitssoner som treff inn i tunneltraseén. Det kan likevel ikkje utelukkast at svakheitssoner som følgjer sprekkesett S3 kan treffe inn i tunneltraseén enkelte stader.

Lineamenta med retning på tvers av tunneltraseén har litt ulik retning ut ifrå lokalisering. Lineamenta i den bratte fjellsida nærmast fjorden har retning N-S, medan lineamenta oppå Skogafjellet har retning NV-SØ. Det er vurdert at lineamenta med retning N-S følgjer sprekkesett S1 (ikkje S2 då denne vart registrert som relativt lite gjennomsettande under synfaring). NV-SØ lineamenta er tolka til å vere danna i forbindelse med bevegingar i forkastningssona som er lokalisert mellom Blægjamassivet og Skogafjellet.

På bakgrunn av at dei tre lineamenta i fjellsida nærast Førdefjorden er mest framtrедande, er det vurdert at dei antatte svakheitssonene som følgjer desse vil ha ein merkbar negativ innverknad på stabilitetsforholda i tunnelen. Ved hjelp av enkle geometriske simuleringar er det førespegla omtrent kvar svakheitssonene vil treffe tunnelen:

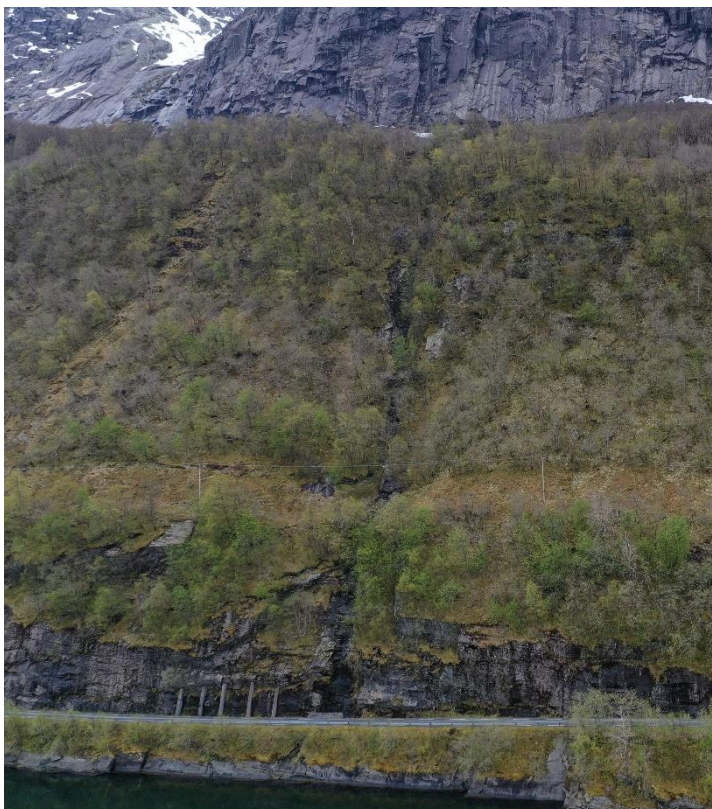
- Vestleg svakheitssone (SV1) profil 1800
- Midtre svakheitssone (SV2) profil 2030
- Austleg svakheitssone (SV3) profil 2255

Dei tre sonene har ein antatt fallvinkel lik som S1, altså 81° mot aust. Det er stor usikkerheit knytta til korleis svakheitssonene utbreiar seg nedover i berggrunnen. Ein feilmargen på ca. 10° fall bør leggjast inn. Dette kjem fram av oppmerkinga i Vedlegg 2: Geologisk kart og profil av traséen (1:1000).



Figur 24: Tydelege lineament på skyggerelieffkart som kan tyde på svakheitssoner i berget.

Synleg berg i dagen langs SV1 er noko tettare oppsprukke enn kringliggande bergmasse, med ei breidde på ca. 2 m. Sjå bilde i Figur 25. Grunna vanskeleg tilkomst er det ikkje gjort visuelle registreringar av dei to andre antatte svakheitssonene, men sidan desse er meir tydelege på skyggerelieffkartet enn SV1 vurderast det at dei er noko mektigare.



Figur 25: Vestleg antatt svakheitssone. Noko tettare oppsprekking enn kringliggande bergmasse.

3.1.2. Strukturar si innverknad på driving og sikring av tunnelen

Som nemnt i førre kapittel er det vurdert at dei tre antatte svakheitssonene, som er synlege i fjellsida nærast Førdefjorden på skyggerelieffkartet, vil kunne ha ein merkbar negativ innverknad på stabilitetsforholda i tunnelen. Bergoverdekkinga i tunnelen ved berekna treffpunkt for dei antatte svakheitssonene er god (> 50 m), så svakheitssonene si uthaldheit er truleg mindre ved tunnelnivå enn nær overflata. Det ventast slik sett ikkje stort behov for tung sikring i sonene. SV2 og SV3 var vanskelege å utføre visuelle observasjonar av, grunna lausmasseoverdekking og bratt terreng. På grunn av dette, er det knytt større usikkerheit til oppsprekkingsgrad i- og utbreiing av desse.

Det anbefalast at sonderboring vert utført ved driving inn mot dei tre antatte sonene, slik at tung sikring kan etablerast ved behov.

Langsgåande svakheitssoner i tunnelretninga kan ha stor innverknad på driving og sikring av tunnelen. Det er observert stor skilnad i påverking av bergmassen grunna foliasjonen. Der foliasjonen er gjennomsettande i bergmassen, har den ei sprekkavstand på ned mot 2 cm. I desse kartleggingsområda er også andre sprekkesett meir tydelege. Det er knytt store usikkerheiter til om langsgåande svakheitssoner i tunnelretningen med tett oppsprekking langs foliasjonsplana vil treffe tunneltraséen. Dette er grunna fallet til foliasjonen mot sør, som gjer at desse svakheitssonene ikkje er visuelt kartlagde og stort sett ikkje er synlege i fjellsida over eksisterande veg.

Når det gjeld dei registrerte sprekkesetta, vil samvirket mellom S3 og foliasjonen kunne gje ustabilitet i hengen i form av spirutfall. Dersom tunneltraséen og dei to sprekkesetta kjem heilt på linje med kvarandre, vil denne stabilitetsutfordringa kunne vare over lengre strekk. Dette vil vere ei aktuell stabilitetsutfordring frå profil 675-2500.

3.2. Bergoverdekning

Ved påhogg ved Hestvika er bergoverdekninga tolka til å vere ca. 12 meter. Derifrå har terrenget over tunneltraséen ei relativt jamn slak stigning mot aust. Ved profil 1025 passerar bergoverdekninga 50 m og maksimal bergoverdekning er 230 m ved profil 2340. Herifrå synk fjellet bratt mot overgangen mellom berg og lausmassetunnel i profil 2950. Der er bergoverdekninga tolka til å vere ca. 2 m, men lausmasseoverdekninga over berget er på ca. 17 m, noko som vil hjelpe på innspenninga av bergmassen i overgangen mellom lausmassetunnel og tunnel i berg.

Det er knytt usikkerheiter til bergoverdekninga rundt påhogget i Hestvika grunna mangel på grunnundersøkingar over tunnellinja.

3.3. Bergmasseklassifisering

Q-verdiar er vurdert ut frå bergblottingar langs tunneltraséen og langs skjering ved eksisterande veg mellom Hestvika og Heilevang. Det er ikkje tatt ut kjerneprøvar langs traséen.

Generelt er det begrensingar knytta til J_w og SFR når desse parametera er bestemt på andre måtar enn ved kartlegging i eit bergrom (kap 7.1 i Handbok N500). Det er også knytta usikkerheit til J_a -verdien sidan sprekkefyllingar ofte er vaska vekk i bergblottingar i overflata.

Bergmassen skal under driving kartleggast på stoff ved hjelp av Q-systemet, der endeleg omfang av sikring vert bestemt.

3.3.1. Q-verdiar frå berg i dagen

Under synfaringa 09.11.20 vart parameterverdiar til Q-systemet vurderte ved 13 lokasjonar mellom Hestvika og Heilevang. Parameterverdiane visast i Tabell 7 og lokasjonane der vurderingane vart gjorde visast i Figur 26.

Ved GPS-punkt 3, 7, 9, 10, 12, 17, og 18 vart Q-verdien vurdert i naturlege bergblottingar langs ryggen frå Hestvika og opp på Skogafjellet. J_a parameteren gjenspeglar ikkje nødvendigvis forholda i tunnelen sidan eventuelle sprekkefyllingar vanlegvis er utvaska i naturlege bergblottingar.

Ved GPS-punkt 4 vart Q-verdien vurdert i ei maskinelt utgravn grøft langs austsida av eit jorde. Bermassen her var sterkt forvittra, stadvis jordaktig, og skilte seg slik sett ut frå bergmassen i dei andre lokasjonane. Grunnen til dette kan vere at bergmassen her, inntil nyleg, har vore overdekkja av jord og på den måten vorte utsett for fuktigare og surare forhold en dei naturlege bergblottingane. Det forventast at bergmassen er meir kompetent djupare nede då skifrige bergartar ofte påverkast lett av overflateforvitring.

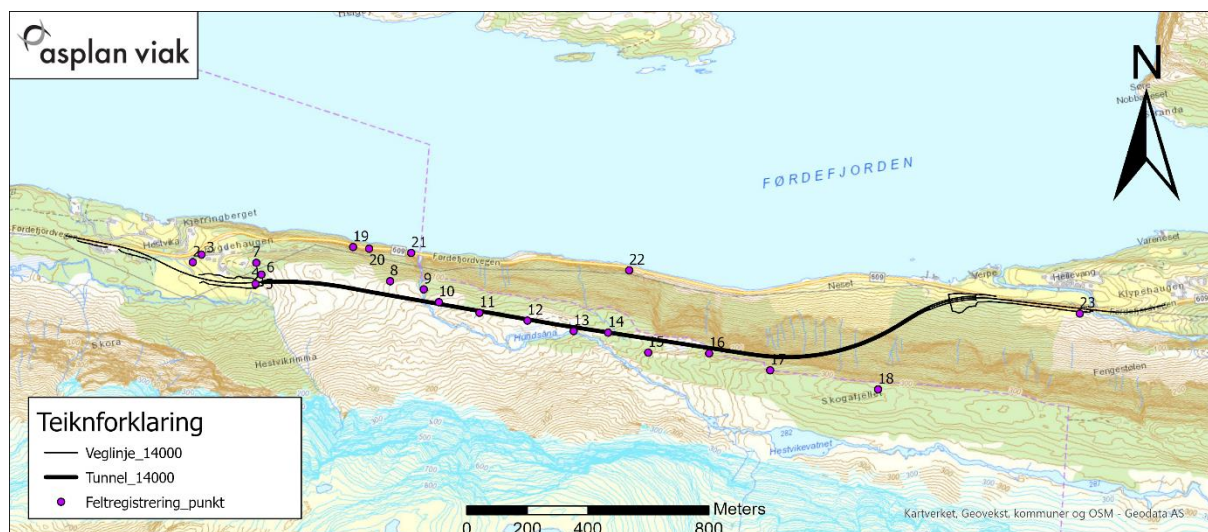
Ved GPS-punkt 19 – 23 vart Q-verdien vurdert i bergskjeringar langs eksisterande Rv. 13. Desse gjev truleg det mest realistiske biletet på korleis bergmassekvaliteten vil bli i tunnelen. Det vart ikkje observert noko meir sprekkefylling her enn i bergblottingane langs fjellryggen, men sidan bergskjeringane er ein del år gamle, kan eventuell sprekkefylling ha blitt utvaska her også.

Vassforholda i tunnelen er vanskelege å frampeika ut ifrå feltkartlegging. Det er berre GPS-punkt 9 som har fått ein lågare J_w parameter enn 1 grunna at elva Hundsåna kryssar over tunneltraséen, men det kan også tenkjast at vassintrenging vil påverke stabilitetsforholda i tunnelen også andre stader grunna nærleik til overliggande elv og myrområder, i tillegg til høgt vasstrykk i grunnvatnet på tunnelnivå.

SRF parametrane er basert på dei topografiske forholda over tunneltraséen. Bergspenningar er meir omtala i kapittel 3.6.

Tabell 7: Parameterverdiar til Q-systemet vurdert ved lokasjonane som visast i kartet i Figur 26.

GPS	RQD	J_n	J_r	J_a	J_w	SRF	Q-verdi	Kommentar
3	40-50	12-9	2-3	2-1	1	1	3,3-16,7	Kvartsrik, forvittra, skifrig, noko folda
4	10-30	12	2-3	2-1	1	5	0,2-1,5	Over påhogg Hestvika, tett oppsprekking, skifrig, grønskjør
7	50-70	9-6	2-3	2-1	1	1	5,6-35	Kvartsrik, litt rustfarge, skifrig
9	30-60	9-6	1,5-3	2-1	0,5-1	1	1,3-30	Langs elv (Hundsåna), benkar av marmor, skifrig
10	50	12-9	1,5-3	2-1	1	1	3,1-16,7	Kompakt, 2 sett + foliasjon
12	50-70	12-9	1,5-3	2-1	1	1	3,1-23,3	2 cm tjukke kvartsårer
17	50-80	12-9	2-3	2-1	1	1	4,2-26,7	Ei tydeleg gjennomgåande sleppe
18	40-70	12-9	1,5-3	2-1	1	1	2,5-23,3	Kvartsittisk
19	40-80	12-9	2-3	2-1	1	1	3,3-26,7	Tydelege sprekkesett, folda, mylonittisk
20	30-50	12-9	1,5-3	2-1	1	1	1,9-16,7	Kvartsittisk, sandig struktur
21	30-60	12-6	2-3	2-1	1	1	2,5-30	«Råtefjell»
22	30-50	12-9	2-3	2-1	1	1	2,5-16,7	Synlege kvartsårer
23	40-60	12-9	2-3	2-1	1	1	3,3-20	Kvartsrik skifer.



Figur 26: Kartet syner GPS-punkta som vart registrerte under synfaringa 09.11.20. Q-verdi vart registrert ved fleire av lokalitetane.

3.3.2. Vurdering av berekna Q-verdiar i linja for Heilevangtunnelen

Tabell 8 syner estimerte Q-verdiar og bergmasseklasse langs linja for Heilevangtunnelen. Q-verdiane er basert på registreringane som er gjorde i dagen. Dei tre antatte svakheitssonene som er nemnde i kapittel 3.1 er ikkje medtekne i tabellen, då desse er venta å følgje tunnelen over relativt korte strekk.

Tabell 9 viser ei oversikt over den grove bergmasseklassifiseringa for Heilevangtunnelen. Her er antal meter tunnel auka med 60 m grunna to elektronisjer på ca. 30 m som skal etablerast i tunnelen.

Tabell 8: Estimerte Q-verdiar og bergmasseklasse på tunnelnivå for Heilevangtunnelen.

Profil	RQD	J_n	J_r	J_a	J_w	SRF	Q-verdi	Bergmasse-klasse
675 – 725	10-30	12-9	2-3	2-1	1	1	0,8 -10	E – C
725 – 1180	40-70	12-9	2 - 3	2-1	1	1	3,3-23,3	D – A/B
1180 - 2000	40-60	12-9	1,5-3	2-1	0,66-1	1	1,65-20	D – A/B
2000 - 2950	40-60	12-9	2-3	2-1	1	1	3,3-20	D – A/B

Tabell 9: Oppsummering av bergmasseklassifiseringa for Heilevangtunnelen. Merk at det er knytt usikkerheit til verdiane, og at kartlegging på stoff vil vere naudsynt.

Q-verdi	Bergmasse-klasse	Beskriving av bergmassen	Sikrings-klasse	Antal meter	% Andel
10 – 100	A/B	Lite oppsprukken	I	470	20
4 - 10	C	Moderat oppsprukken	II	1490	64
1 – 4	D	Tett oppsprukken	III	345	15
0.1 - 1	E	Svært dårleg	IV	30	1
0.01 – 0.1	F	Ekstremt dårleg	V	0	0
< 0.01	G	Eksepsjonelt dårleg	VI	0	0
SUM meter				2335	100

3.4. Bergsikring

Samanhengen mellom bergmasseklassar og sikringsklassar visast i tabell 6.1 i handbok N500 [7] og er delvis gjengjeven i Tabell 10. Denne vil på generelt grunnlag nyttast for dimensjonering av permanent sikring i tunnelen. Sikringsmengdene i tabellen er justert slik at auka sikringsmengd i utvida tunnelprofil for havarinisjene er medrekna.

Tabell 10: Samanheng mellom bergmasseklasse og sikringsklasse for tunnelar med tunnelprofil T9,5.

Bergmasse-klasse (Sikringsklasse)	Sikringsklasse Permanent sikring	Antakelsar/ kommentar	Sikrings- mengder per løpemeter	Antatt lengde tunnel	Mengde
A/B (I)	Spredt bolting	c/c antatt 2,5 m	3,0 stk.	470	1410 stk.
	Sprøytebetong B35 E700, tjukne 80 mm	Minimum ned til køyrebanenivå	2,6 m ³		1220 m ³
C (II)	Sprøytebetong B35 E700, tjukne 80 mm	Ned til såle	2,8 m ³	1490	4230 m ³
	Systematisk bolting c/c 2 m		5,0 stk.		7550 stk.
D (III)	Sprøytebetong B35 E1000, tjukne 100 mm	Ned til såle	3,5 m ³	345	1210 m ³
	Systematisk bolting c/c 1,75 m		6,4 stk.		2210 stk.
E (IV)	Forboltar	c/c 0,4 m	15	30	450 stk.
	Sprøytebetong B35 E1000, tjukne 150 mm eller meir		5,5 m ³		165 m ³
	Systematisk bolting, c/c 1,5 m		8,7 stk.		260 stk.
	Armerte sprøytebetongbogar.		0,33 stk.		10 stk.

3.5. Hydrologiske forhold

Ifølgje kartet i Figur 11 består lausmassane over tunneltraséen hovudsakeleg av skred- og forvittringsmateriale. Under synfaringa 09.11.20 vart det observert sporadiske myrområde mellom profilnr. 1250-2200. Overdekninga er i dette området stigande frå ca. 100 m ved profil 1250 til ca. 250 m ved profil 2200. Hestvikevatnet ligg sør for den austlege delen av tunnelen. Elva Hundsåna renn frå Hestvikevatnet og svingar seg langs sørsida av tunneltraséen før den kryssar mot nord og renn ned i fjorden ved ca. profil 1200. Sagelva renn mot vest ned i Sagevatnet langs tunnelpåhogget i Hestvika.

3.5.1. Vassforhold i berggrunn og tunnel

Skiferbergartar og lite oppsprukne metamorfe bergartar har generelt ei sær låg hydraulisk konduktivitet, ofte mindre enn $10^{-9} k$ [16], sjå også Tabell 11 som viser åpen porøsitet i ulike bergartar.

Tabell 11: Oversikt over åpen porøsitet i ulike bergartar.

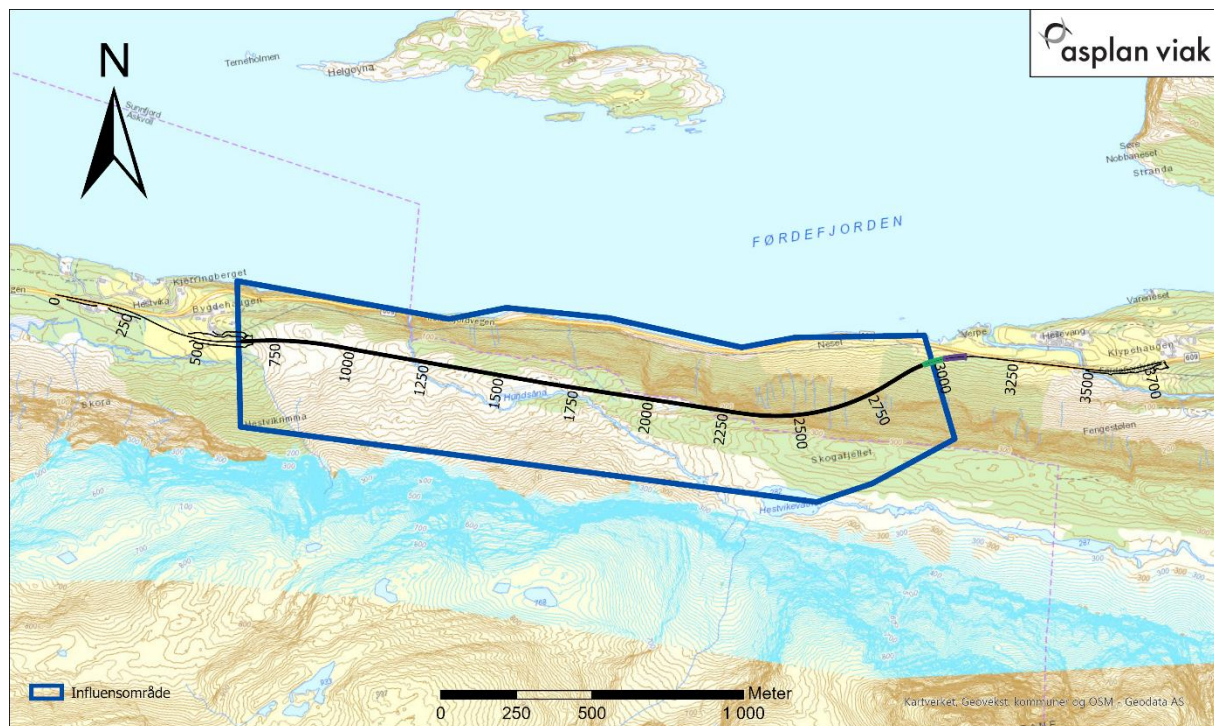
Åpen porøsitet (%)	Meget lav	Lav	Middels	Høy	Meget høy
Steintype	< 0,5	0,5 - 2	2-5	5-20	> 20
Sandstein					
Kalkstein					
Leirskifer					
Marmor					
Fyllitt, glimmerskifer					
Kvartsittskifer					
Serpentinitt					
Kleberstein					
Gneis					
Granitter o.l.					
Larvikitt					
Gabbro, dioritt, diabas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

Frå profil 1180 – 2200 er Hundsåna og nærliggjande myrområde plassert slik at vatn i teorien kan nå tunnelen via alle eller nokre av dei registrerte sprekkesetta. Under synfaringa vart det i hovudsak observert relativt tette sprekker langs dette strekket, men også nokre litt meir opne. Ut ifrå dette kan det ventast noko vassintrenging i tunnelen langs det aktuelle strekket. Frå profil 1180 – 1300 og 1680 – 1860 vurderast faren for vassintrenging som størst, då Hundsåna høvesvis kryssar eller ligg nær linja for tunneltraséen. Vassintrenging i tunnelen utanfor profil 1180 – 2200 kan heller ikkje utelukkast, men vurderast som mindre sannsynleg.

3.5.2. Influensområdet

Influensområdet til tunnelen er det området som kan påverkast av endringar med omsyn til grunnvassforhold og overflatevatn grunna innlekkasje i tunnelen. Topografi, type lausmassar, type bergartar og innlekkasjekrav er faktorar som vil påverke influensområdet.

Erfaringstal viser at innlekkasje i tunnelen lik 15-25 l/min/100 meter vil ha eit potensielt influensområde på ca. 250-500 m. Studiar viser også at det sjeldan er observert endringar i grunnvassnivå i avstandar lengre enn 200-300 m frå tunnelanlegg. På bakgrunn av dette er influensområdet for grunnvassenking sett til 300 meter til kvar side av tunnelen, men med avgrensing til Førdefjorden i nord.



Figur 27: Influensområde for grunnvassenking.

3.5.3. Vurdering av setningsfare

Tunnelen vil ikkje passere under områder med bebyggelse anna enn ei hytte på Skogafjellet. Der ein får bustadbebyggelse tettast innpå tunnelen er ved tunnelpåhogget i Hestvika. Hytta på Skogafjellet er fundamentert på berg og vert slik sett ikkje påverka av eventuell grunnvassenking. Også i Hestvika står nærliggande hus/bygningar på fjell, eller veldig nær fjell. Forskjering inn mot tunnelen i Hestvika vil senke grunnvassnivået i området, men sidan bebyggelse står på eller veldig nær fjelloverflate vil dette ikkje føre til setningsproblemer for bebyggelse.

3.5.4. Miljøomsyn

Det er ikkje registrert sårbar natur, grunnvassressursar eller brønningar som vurderast som sårbare for grunnvassenking. Tunnelen vil påverke ein liten del av det totale nedbørsfeltet til Sageelva og Heilevangselva. Det må påreknast restriksjonar med tanke på avrenning frå tunnelpåhogget i Hestvika mot Sageelva og Sagvatnet. Plan for vasshandtering vil bli handtert i reguleringsplanprosessen. Det er ikkje venta sur avrenning eller tungmetall frå tunneldrivinga. Brønn på Heilevangsida er lokalisert på motsett side av Heilevangselva, og vil difor ikkje bli påverka av grunnvassendringar. Brønn på Hestvikasida av tunnelen ligg tilstrekkeleg langt frå tunnelen til at det ikkje er sannsynleg med endra grunnvasstand, men den ligg i linja for vegtraséen og vil dermed måtte erstattast.

3.5.5. Injeksjonsarbeid og tettheitskrav

Det er ikkje registrert sårbare natur- eller grunnvassressursar eller bebyggelse/ infrastruktur over planlagt tunneltrasé, og det er ingen setningsømfintlege bygningar eller konstruksjonar over planlagt tunneltrasé.

Det er stor overdekning i områder der ein har vasskjelder som kan føre til større innlekkasjar, som ved kryssing av Hundsåna og nærleik til myrområde. Dette gir eit stort bergvolum som kan mate vatn inn mot tunnelane, gitt at det er vassførande sprekker. Vanlegvis tyder stor overdekning på at det vil vere få opne sprekker i bergmassen på tunnelnivå. Samtidig vil stor overdekning medføre høgt grunnvasstrykk rundt tunnelen.

Registrering av vassinntrenging på stuff i salveborhol og i eventuelle sonderingsborhol bør leggst til grunn for ei fortløpande vurdering av injeksjonsbehov undervegs i tunneldrivinga. Behov for injeksjon vil i hovudsak vere knytt til eventuelle drive-/anleggstekniske forhold der tunnelen møter på vassførande sprekker/svakheitssoner. Det forventast ikkje driveproblem som følge av vassinnlekkasje på stuff.

Merk at det er knytt usikkerheit til svakheitssoner si utstrekning i berggrunnen. Systematisk sonderboring bør utførast i område der tunneltraséen krysser antekne svakheitssoner og der større dreneringskanalar kryssar tunnelen.

På grunnlag av miljøomsyna er det vurdert som ikkje relevant med tettheitskrav, og grunna stor overdekning der dei største vasskjeldene kryssar tunnelen er det lite sannsyn for behov for injeksjonsarbeid i tunnelen. Det er likevel sett ei øvre grense for kva innlekkasjar som kan føre til drivetekniske utfordringar for tunnelen. Anbefalt innlekkasjekrav for tunnelen er 35 l/min/100m.

Tunnelen har lågbrekk nær austre påhogg, og det må dermed påreknast at storparten av innlekkasje i tunnelen må pumpast ut av tunnelen.

3.5.6. Vatn- og frostsikring

Frostisolasjonen for vatn- og frostsikringskvelv skal i samsvar med N500 dimensjonerast etter dimensjonerande frostmengd. Per definisjon er dimensjonerande frostmengd den frostmengda som statistisk sett overskridast ein gong per. 10 år, F_{10} ($h^{\circ}C$).

Karakteristiske frostmengdeprofil for fire hovedgrupper vegtunnelar er presentert i V520 [13]. Tunnelar med stigning utgjør ei hovudgruppe, og det er presentert diagram for tunnelar med stigning 2-4% og 4-6%. Resterande hovedgrupper er horisontale tunnelar, undersjøiske tunnelar og tunnelar med einvegstrafikk.

Heilevangtunnelen er planlagt med høgbrekk nær vestleg utløp og lågbrekk nær austleg utløp. Mellom lågbrekket og høgbrekket vil stigninga vere 1,89% mot vest. Frå vestleg utløp vil stigninga vere 3% mot aust, og mot austleg utløp frå lågbrekket vil stigninga vere i ein overgang frå 0% til 5,5%.

Generell vindretning i området er frå sørsørvest. Sidan tunnelen har retning vest-aust, vil luftstrøyminga i tunnelen kunna påverkast noko av vinden frå vestsida. Dette vil verke mot retninga på pipeeffekten i tunnelen.

I N200 [1] vedlegg 1 finnast årsmiddeltemperatur og frostmengder ($h^{\circ}C$) for kommunane i Noreg (per. 2018). Førde kommune har ein årsmiddeltemperatur på 6,1 $^{\circ}C$ og ei frostmengd F_{10} på 7 000 medan Askvoll kommune har ein årsmiddeltemperatur på 7,2 $^{\circ}C$ og ei frostmengd F_{10} på 1 000. Korreksjonsfaktorane er oppgjevne som 0,66 (min..) og 2,11 (maks) for Førde kommune og 0,47 (min.) og 3,64 (maks) for Askvoll kommune.

Ut frå at storparten av tunnelen vil ha ein stigningsprosent under 2 %, og tunnelen vil ha både høgbrekk og lågbrekk, blir tunnelen vurdert til å vere i hovudgruppa horisontale tunnelar. Ei konservativ vurdering av frostmengder gjer at ein brukar F_{10} for Førde kommune, derav 7000. Frostmengda i tunnel-luft som ein funksjon av frostmengda i lufta samanlikna med avstand frå tunnelutløp gir verdiane vist i Tabell 12.

Tabell 12: Frostmengder i tunnel-luft berekna frå frostmengd i luft i Førde kommune.

Lengde inn i tunnel [m]	Frostmengde inn i tunnel [$h^{\circ}C$]
100	Ca. 5 000
300	Ca. 3 500
500	Ca. 2 500
1000	Ca. 1 500

I tunnelklasse B er det krav til ein nedre føringskant av betong. Ifølgje tabell 7.1 i N500 skal kvelv av sprøytebetong og membran type III benyttast som hovudløyising for tunnelar i tunnelklasse B når F_{10} er mindre enn 8000 ($h^{\circ}C$). Ein tek utgangspunkt i at kombinasjonen av membran type III og utstøyping for lausmassetunnelen er tilstrekkeleg. Sprøytebetong og membran type I skal benyttast som hovudløyising i tunnelportalar.

Membranen skal tilfredsstille krava i tabell 7.5 i N500. Det estimerast behov for vatn- og frostsikring i heile tunnelen si lengd (Tabell 13). Anslaget av vatn- og frostsikring baserast på at membranen er montert på knøl og førast ned til føringskanten, ca. 1 meter over vegbana. Anslaget tek utgangspunkt i at tunnelprofilet T9,5 benyttast.

Tabell 13: Mengder membran og sprøytebetong basert på frostmengder i tunnel-luft berekna frå frostmengde i luft.

Parameter	Verdi
Tunnellengd [m]	2275
Portalar [m]	105
Lausmassetunnel [m]	70
Bogelengd tunnel [m]	21,04
Membranen si bogelengd [m]	Ca. 19
Sprøytebetongen si bogelengd [m]	Ca. 19
Areal membran type III [m^2]	Ca. 44 555
Areal membran type I [m^2]	Ca. 1 995
Areal sprøytebetong for brannsikring [m^2]	Ca. 44 555

Det understrekast at det endelege omfanget av vatn- og frostsikring må vurderast etter driving, når kartlegging av vasslekkasjar og drypp er utført. Kartlegginga bør utførast under forhold med mykje nedbør og/eller snøsmelting.

3.6. Bergspenningar

Erfaringsmessig kan nivåforskjellar på over ca. 500 m medføre sprakefjell, der ei tenkt linje frå bergrommet og opp til toppen av dalsida er brattare enn 25° . Med omsyn til bergtrykksproblem, er det overgangen mellom heng og vegg i tunnelsida som vender ut mot dalen, samt overgangen mellom vegg og såle i sida som vender inn i fjellet, som normalt sett er mest utsett.

Generelt kan det oppstå lokale stabilitetsproblem inn mot svakheitssoner. Dette skuldast at det inn mot svakheitssoner kan oppstå ein spenningskonsentrasjon fordi svakheitssonene ikkje overfører spenningar like godt som sideberget. Stabilitetsproblem grunna låg innspenning kan opptre ved påhogg der det er lite bergoverdekking. Dersom tunnelen ligg nær ei dalside, kan spenningskilnadane ofte medføre avskaling.

Tunnelen sin trasé går i hovudsak midt under skogafjellet. Høgste punkt på Skogafjellet er ca. 330 moh. Slik sett bør ikkje bergoverdekkinga medføre bergtrykksproblem.

Det er ikkje utført bergspenningsmålingar i området, men det er observert dalsideparallel oppsprekking langs sprekkesettet S3 som tyder på anisotrope spenningsforhold i fjellsida mot Førdefjorden. På bakgrunn av dette kan det ventast noko sprakefjell i den austlege enden av tunnel i berg, då tunnelen her ligg nærast fjellsida. Dette vil då typisk føra til avskaling i vederlaget som er

nærast fjellsida. Ved bergtrykksproblem skal berget sikrast med endeforankra boltar i kombinasjon med fiberarmert sprøytebetong.

3.7. Metodikk for uttak av bergmasse

Tunnelen i berg vil bli drive med konvensjonelle drivemetodar. Salvestørrelsar avklarast i anleggsfasen og vurderast opp mot geologi, sikringsbehov og rystelseskrav. Det må forventast bruk av reduserte salvelengder og evt. reduserte salvestørrelsar i parti med liten overdekning, samt ved passering av svakheitssonar.

3.8. Bergmasseeigenskapar

3.8.1. Bruk av bergmassen

Det er føreteke laboratorieundersøkingar av totalt tre steinprøvar på SVV sitt laboratorium i Bergen. Steinprøvane vart uttekne ved lokasjonane vist i Figur 2.

Ei oversikt over prøveresultat, bruksområde og estimert fordeling i tunnel og forskjeringar er vist i Tabell 14. Prøve nummer 1 hadde for høge verdiar på samtlege parameter til å kunne nyttast til berelag eller forsterkningslag. Prøve nummer 2 oppfyller krava for både berelag og forsterkningslag. Prøve nummer 3 oppfyller krava for forsterkningslag, men har litt for høg MD-verdi til å oppfylle krava for berelag.

Basert på observasjonar under synfaring er prøve nummer 3 vurdert å vere mest representativ for bergmassen mellom Hestvika og Heilevang. Observasjonane er gjorde av eksponerte bergblottingar i dagen på fjellryggen over tunnellinja og i bergskjeringane langs eksisterande veg. Det er lagt mest vekt på observasjonar av bergmassen i skjeringane, då desse er utsprengde i nyare tid og ikkje påverka av forvitring i like høg grad som bergblottingane på fjellryggen.

Det er grovt estimert at steinkvaliteten i tunnelen og forskjeringa vil vera fordelt slik: P1 - 10%, P2 – 30%, P3 – 60%. Det er knytta stor usikkerheit til fordelinga av P2 og P3 då det berre er eksponerte bergskjeringar langs dei vestlegaste ca. 500 metrane av tunnelen. Det vil sjølvsagt også vera kvalitetsvariasjonar utover det som er oppgjeve i tabellen. Sidan Micro-Deval-parameteren for P3 er heilt i øvre grense til å kunne nyttast som forsterkningslag, vil sjølv ein liten kvalitetsreduksjon medføre at massane ikkje kan nyttast til dette føremålet. Steinmassar med tilsvarende kvalitet som P1 er berre forventa å kunne førekomma i dei øvste 5 – 10 metrane av forskjeringane/påhogga.

På bakgrunn av usikkerheita med fordeling av steinkvalitet i tunnelen anbefalast det at prosjektet tek ut steinprøvar med hyppige intervall i forbindelse med tunneldrivinga og at det vert laga ein plan for sortering av massane.

Tabell 14: Prøveresultat, bruksområde og estimert fordeling i tunnel og forskjeringar.

Prøve	LA	MD	Fi	Berelag	Forsterkningslag	Estimert fordeling i tunnel og forskjeringar
1	65	76		Ikkje aktuell	Ikkje aktuell	10%
2	19	9	20	Krav: 40, 20 og 25. Innafor på alle	Krav: 40 og 25 (LA og MD) Innafor på begge	30%
3	29	25	16	Krav: 40, 20 og 25. Innafor på alle unntatt MD	Krav: 40 og 25 (LA og MD) Innafor på begge	60%

3.8.2. Borbarheit, borslitasje og sprengbarheit

Det er ikkje utført laboratorietesting av borbarheit, borslitasje og sprengbarheit på bergartar i forbindelse med denne ingeniørgeologiske rapporten. Tabell 15 viser erfaringstall for DRI, BWI og sprengbarheit for kvartsrik skifer (Bruland, Amund. Hard Rock Tunnel Boring. Doctoral Thesis, Vol 9 of 10 - Drillability Catalogue of Drillability indices. NTNU. 1998.), som er hovudbergarten observert ved tunnel og planlagte bergskjeringar. Kvartsinnhald i bergartar er avgjerande for borslitasje og borbarheit. Sprengbarheit avhenger blant anna av bergartstype, oppsprekkingsgrad og sprekkeorientering.

Tabell 15: Erfaringstal for kvartsrik skifer.

Bergart	DRI (borbarheit)	BWI (borslitasje)	Sprengbarheit
Kvartsrik skifer	Lav til middels	Middels til høg	Dårlig til middels

Det forventast dårleg borbarheit i skiferen og høg borslitasje på grunn av kvartsinnhaldet. Ein må forvente kortare levetid på borkronene ved høgt kvartsinnhald. I område med tett oppsprekking må bore- og ladevanskar påreknast.

Det må påreknast borholsavvik ved boring av lange borhol i bergmassane grunna framtreidande skifrigheit og oppsprekking. Store borholsavvik vil gi dårlegare sprengingsresultat. Borholsavvik kan begrensast ved å tilpasse rotasjonshastigheit og borholsdiameter.

3.9. Aktuelle undersøkingar i byggefasen

3.9.1. Sonderboring

Det anbefalast sonderboring inn mot dei tre antatte svakheitssonene som er omtalt i kapittel 3.1, samt tilhøyrande delkapittel. Det anbefalast også sonderboring inn mot kryssing under elva Hundsåna.

3.9.2. Steinprøvar

Det bør takast steinprøvar med jamne mellomrom av bergmasse som skal nyttast i vegoverbygning eller andre føremål som krev ein viss steinkvalitet.

3.10. Usikkerheiter

Det er knytt usikkerheit til forplanting av antatte svakheitssoner i djupet. Spesielt sidan sprekkesettet dei følgjer har plan til bølget overflate. Svakheitssoner som ikkje er førespegla i denne rapporten kan oppstå. Dette gjeld spesielt frå profil 1930 og austover der det er relativt få eksponerte bergblottingar. Bergmassekvaliteten langs traséen er grovt anslått.

Laboratorieundersøkingar av bergmassekvaliteten i området gav varierende resultat. Det er derfor knytt usikkerheit til bruksegenskapane til bergmassen som vert utteken.

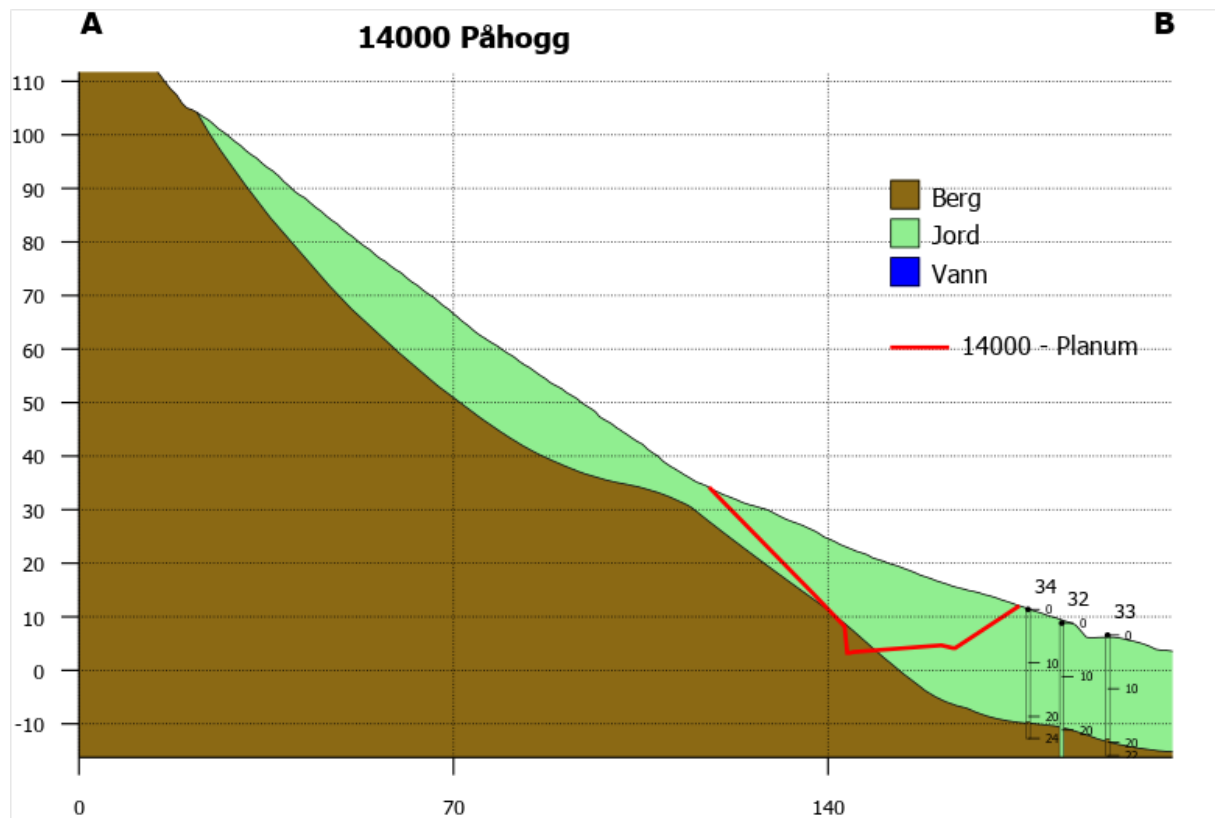
3.11. Spesielle lokale omsyn

Terrengforhold og tilhøyrande skredfare over påhogg og langs eksisterande veg vurderast i eigen rapport.

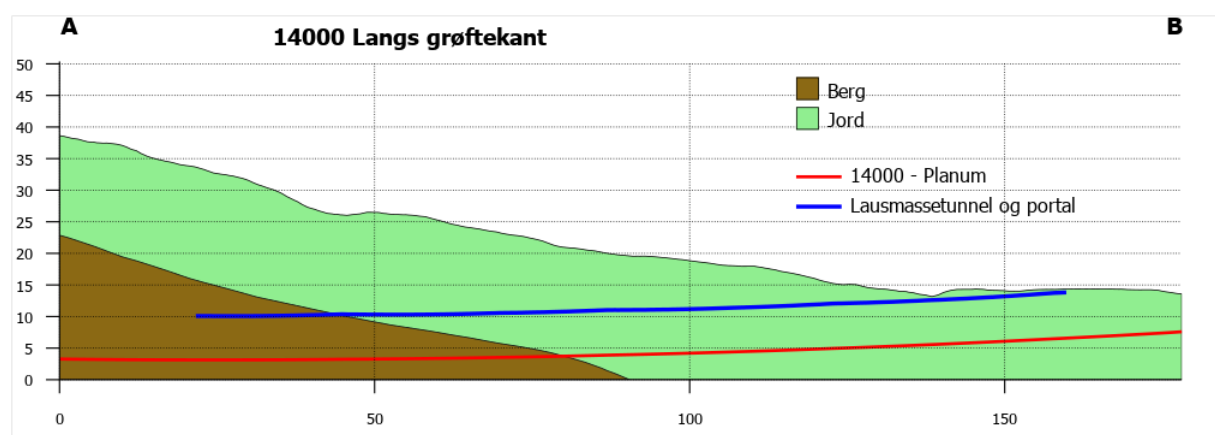
4. INGENIØRGEOLOGISKE VURDERINGAR; LAUSMASSETUNNEL

4.1. Grunnforhold

Linje 14000 ligg med forskjering inn i eit område med stor mektigheit av lausmassar. Det er prosjektert ein 70 meter lang lausmassestunnel. Hellingkart syner at hellinga i sjølve området for utgraving er mellom 1:3,5 – 1:1,5.



Figur 28: Tverrprofil om lag ved start lausmassestunnel.



Figur 29: Lengdeprofil frå forskjering og lausmassestunnel. Lausmassestunnelen er venta å byrje om lag i profil 75 på dette profilet.

Det er utført 9 totalsonderingar som representerar området, samt montert eit piezometer. Det er også utført refraksjonseismikk i området. Grunnboringane syner ei variasjon av lausare lagra friksjonsmateriale, samt fast lagra friksjonsmateriale. Det er registrert parti med einsgradert sand i

grunnboringane og prøvane. Ved tidspunkt for grunnboring var det ikkje vurdert lausmassetunnel, slik at det er per no ikkje tilstrekkeleg grunnbora for å vurdere om det er parti med einsgradert sand i området for mogeleg lausmassetunnel.

Refraksjonseismikken syner fjelldjupner opp mot 30 meter, men det avtar til mellom 7 og 15 meter lenger opp i fjellsida. Det er stor variasjon i fjellflata som gir ei ekstra uvisse på kva tid ein kjem i fjell.

Grunnvassnivået er registrert om lag 6 meter under terreng i nedre del av skråninga. Denne poretrykksmålararen blei montert for vurdering av stabilitet til skjeringar, ikkje for lausmassetunnel.

4.2. Metodikk for uttak av lausmassar

Det vert lagt opp til at det i starten vil bli drive gjennom lausare lagra skredmassar og sand. Det vil i dette området truleg være naudsynt med suksessiv sikring med korte utgravingar og oppdelt profil. Vidare vil lausmassetunnelen drivast i antatt morene inn mot fjell. Her kan det vere mogleg med noko lenger seksjonar for utgraving og truleg utgraving av fullt profil. Lausmassetunnelen vil raskt få fjell i venstre såle, og vil stort sett gå i delvis fjell og delvis lausmasse.

På grunn av uvisse rundt lag med meir einsgradert sand og vatn må det leggst opp til å etablere pumpebrønnar i overkant av lausmassetunnelen då sand saman med vatn vil gi store stabilitetsutfordringar. Det er også antatt at det vert behov for drenerør bora inn frå stuff.

Det vert lagt opp til at driving i hovudsak kan utførast som røyrparaplyskjerm som utført ved lausmassetunnelen på rv 13 Joberget. Per utarbeiding av denne rapporten er det planlagt supplerande boring for å avklare meir detaljert masstype i lausmassetunnelen. Dersom det er større parti med fin sand/silt kan det bli naudsynt å supplere med jetpeler i starten av tunneldrivinga.

Meir detaljar kring lausmassetunnelen vert behandla i geoteknisk rapport [12].

4.3. Stabilitet og sikring

4.3.1. Anslått mengde sikring

Anslått mengde sikring i forbindelse med etablering av lausmassetunnelen er basert på erfaringstal frå Jobergtunnelen [14] og samtalar med byggeleiaren på prosjektet. Mengdene visast i Tabell 16. Det påpeikast at dei oppgitte mengdene er grovt anslått og må prosjekterast meir i detalj ifm. utarbeiding av konkurransegrunnlag. Mindre detaljar som overlappsarmering, skøytemekanismar, polyuretan injeksjonsmiddel mm. er ikkje teke med. Eventuelt behov for full utstøyping av profilet i lausmassetunnelen må avklarast av byggeleiing. I teorien skal gitterdragarane kunne gje tilstrekkeleg styrke, men erfaringar frå Jobergtunnelen tilseier at full utstøyping likevel kan bli krevd i forbindelse med godkjenning av konstruksjonsstyrken. Full utstøyping er ikkje teke med i tabellen.

Tabell 16: Anslått mengde sikring i forbindelse med etablering av lausmassetunnelen.

Sikring	Mengde per m tunnel	Totalmengde	Kommentarar
Røyr til røyrskjerm	36 m	7 skjermar = 210 røyr = 2520 m	12 m lange røyr med 3 m overlapp. I snitt ca. 30 røyr per skjerm.
Ø32 sjølvborande ankerstag som erstatning for røyrskjerm	Vurderast under driving. Anslag: 12 m	Vurderast under driving. Anslag: 840 m	Erstattar røyr dersom lausmassane vert vurdert til å vere stabile nok. Gysast under boring.
Ø32 forboltar til berg	4,3 m	300 m	Til forbolting av berg
Injeksjonssement til injisering av røyrskjerm	814 kg	57 000 kg	Standard injeksjonssement
Sprøytebetong utan fiber	6,7 m ³	470 m ³	For spruting i profil (utjamning, gitterdragagarar)
Armeringsnett til sikring av stuff	24 m ²	1700 m ²	Monterast med minst 30 cm overlapp
Fiberarmert sprøytebetong	1,14 m ³	80 m ³	For sikring av stuff
Ø32 sjølvborande ankerstag som radielle boltar	34	2350	Anslåtte boltelengder på 6 – 10 m
4 m lange fullt innstøpte kombinasjonsboltar	1	70	For sikring av berg
Gitterdragagarar	22,1 m	1550 m	Førehandsproduserte med krumming tilpassa teoretisk profil.
Armeringsnett til sikring av profil	50,4 m ²	3530 m ²	Monterast med minst 30 cm overlapp
Vasstett membran	21,4	1500 m ²	
Dreneringsrøyr	26 m	1800 m	

4.4. Usikkerheiter

Ved utarbeiding av denne rapporten er fjellflate kun basert på seismikk, samt at lausmasstype er basert på boringar lenger ned i skråning. For å ta ned usikkerheit ved behov for jetpeler i samband med driving av lausmassetunnelen vert det supplert med grunnboringar iløpet av mars månad (2021).

5. INGENIØRGEOLOGISKE VURDERINGAR; BERGSKJERINGAR

Kapittelet tek føre seg alle bergskjeringar på prosjektet, inkludert forskjeringar og påhoggsområde.

5.1. Geometrisk utforming av bergskjering

Anbefalingar gjevne i N200 [1] med tanke på skjeringshelling og grøftebreidd skal i utgangspunktet følgjast. I høve handbok N200 (1) skal skjeringane utformast nær vertikale, med helling 10:1 eller brattare.

Planlagt bergskjering på vestsida av Heilevangtunnelen (profil 95-130) er ei låg skjering (< 3 m frå veglinje til skjeringstopp). Det forventast moderat oppsprekking, og vertikale veggjar vil bidra til å redusere sannsynet for at eventuelt nedfall av stein og is treff vegbana. Basert på oppsprekingsgrad og observasjonar i eksisterande skjering, vurderast det ikkje som nødvendig med ytterlegare spesiell geometrisk utforming av den låge bergskjeringa.

Forskjeringa til det vestre tunnelpåhogget vil få ei maksimal høgd på 17 meter. Tosidig forskjering frå profil 500 og fram til tunnelpåhogget. Nordleg skjeringsvegg har høgde over 10 m frå profil ca. 635 til tunnelpåhogg ved profil 675 (40 m). Der bergskjeringane vert over 10 m anbefalast det pallsprenging i to høgder.

Der geologien evt. tilseier at det er meir gunstig med omsyn til stabilitet å justere utforminga, bør dette gjerast. Eksempelvis, ved sprekkesett med steilt fall mot vegen, bør bergoverflata leggjast langs sprekkeplanet for å unngå å fjerne fot i underkant. Dette gjerast for å forhindre eventuell plan utgliding. Etter avdekking av bergoverflata vil det føreligga eit betre grunnlag for å avgjera endeleg utforming av forskjeringar og bergskjeringar som er tilpassa geologiske forhold.

Der ein ser at plan med orienteringa til sprekkesett 3 vil ha svakt fall ut frå planlagt skjering, kan det også vere aktuelt å la delar av skjeringshøgda ligge med ei helling som følgjer dette planet. Dette bør vurderast undervegs i anleggsarbeidet både for forskjeringa og aktuelle skjeringar på Heilevang-sida.

For bergskjeringa aust for Heilevangselva (profil 3545-3720) er prosjektert grøftebreidde ca. 2,25 m. Ifølgje handbok N200 skal alle bergskjeringar utformast med fanggrøft. Figur 222.2 i handboka viser at fanggrøfta si breidde for skjeringar opp mot 10 m høgd skal vere ca. 3,6 m. Det gjevast i utgangspunktet ikkje rom for å avvika frå dette kravet, men i kap. 111 står det beskrive at: «Kravene sikter som hovedregel mot en standard som tilfredsstiller kravene til egenskaper som nybygget anlegg. For forsterkning og utbedring av veger kan det være nødvendig å gjøre lokale tilpasninger som ikke fullt ut tilfredsstiller kravene i normalen.». Prosjektet er i utgangspunktet nybygging, men ved den aktuelle bergskjeringa skal det kun gjerast breiddeutviding av eksisterande Fv609. På bakgrunn av dette vurderast det at det kan gjerast lokale tilpassingar som ikkje fullt ut tilfredsstiller krava i normalen. Fanggrøft nedanfor skjeringsveggen kan vera smalare enn kravet i N200 forutsett at det vurderast avbøtande tiltak som kontursprenging for å gje jamne skjeringsoverflater, samt etablering av systematisk bergsikring i skjeringane, noko som inkluderer bolting og bruk av steinsprangnett. Tiltaka vil vesentleg redusere sannsynet for nedfall frå skjering, og vil med det sikre akseptabel risiko.

5.2. Bergart og geologi

Det er vurdert at bergartstypen innafor prosjektet vil vere av typen kvartsskifer. På bakgrunn av dette ventast ikkje stabilitetsutfordringar i samband med overgang mellom bergartstypar. Observasjonane i felt tilseier at oppsprekingsgraden til kvartsskiferen er varierende langs planlagt veg. Oppsprekingsgrad er omtalt tidlegare i kapittel 2.3. Ved vestleg påhogg er det observert svært tett oppsprekking. Det må derfor påreknast meir tidkrevjande reinskearbeid og tiltak for å sikra småfallen bergmasse i dette området.

5.3. Lausmassar over skjeringstopp

Før bergskjeringane etablerast må lausmassar gravast vekk og bergoverflata reinskast til minimum 2 m utanfor planlagt skjeringstopp. Det ventast ikkje spesielle utfordringar i samband med utgraving av lausmassane på toppen av planlagde bergskjeringar.

Lausmassar over skjeringstopp skal utformast med stabil skråningshelling eller sikrast slik at erosjon og utgliding hindrast. Dersom det av forskjellige grunnar ikkje er mogleg å etablere stabil skråningshelling på lausmassar på skjeringstopp, må stabiliserande tiltak prosjekterast av geoteknikar. Det er ikkje venta spesielle utfordringar i samband med sikring av lausmassar på toppen av planlagde bergskjeringar. Sjå geoteknisk rapport [12] for meir detaljar kring lausmassar i prosjektet.

5.4. Utrasingsmekanismar i bergskjeringar og stabilitetsanalyse

Moglege utrasingsmekanismar i bergskjeringane er i hovudsak vurdert på grunnlag av observasjonar frå synfaring og resultat frå sprekkeanalyser av bergarten. Det er også utført stabilitetsanalyse av potensielle utrasingsmekanismar for planlagde bergskjeringar med høgde over 10 m, i programvaren *Dips* fra *Rocscience*. Analysen er basert på resultatet frå sprekkeanalysane og gir informasjon om det er kinetisk mogleg med utgliding langs sprekkesetta si orientering i bergskjeringa. Analysen seier ikkje noko om sannsynet for framtidige nedfall. Observasjonar og vurderingar er ansett som sikraste indikasjon på moglege stabilitetsproblem.

Tre moglege utrasingsmekanismar er vurdert.

- Plan utgliding: Utgliding langs eit svakheitsplan, anten i form av eit enkelt plan eller langs ei brotflate beståande av fleire parallelle svakheitsplan.
- Kileutgliding: Utgliding langs to plane flater som dannar ei kile.
- Utvelting: Flak eller blokker veltar ut på grunn av steiltstående sprekkesystem med strøk tilnærma parallelt med skjeringa og fall utover frå bergskjæringa.

Følgjande inngangsdata er benytta for stabilitetsanalyse i *Dips*:

- Bergskjeringa si helling: Som utgangspunkt skal bergskjeringane utformast etter standard i handbok N200 med helling 10:1, som tilsvarar ein skråningsvinkel på 84°.
- Bergskjeringa si orientering: Strøk til planlagde bergskjeringar er målt frå kart.
- Oppsprekking: Sprekkemålingar frå synfaring.
- Friksjonsvinkel til sprekkeplan: Erfaringstall for skifer (ca. 25-30°) og observerte overflateforhold under synfaring.
- Lateral begrensing: Benyttast for å ta omsyn til variasjonar i orientering langs bergskjeringa. Er i utgangspunktet sett til 20°.

Potensielle utrasingsmekanismar blir vurderte for planlagde bergskjeringar over 10 meter:

- **Forskjering Hestvika, profil 635 – 675 (tosidig skjering, fall mot nord og sør)**
For skjeringa vendt mot nord viser kinematisk analyse at sprekker i berget gir moglegheit for plan utgliding langs sprekkesett 3, med lateral avskjering langs det steile sprekkesett S1. Sprekkesett 3 er observert som eit ru, bølgete plan som er gjennomsettande i bergmassen. Sprekkesett S1 er ru, plant og observert som sær gjennomsettande. Sprekkeavstanden er observert som stor for begge sprekkesetta, så med desse utrasingsmekanismane er det potensiale for utrasing av større volum. Det er potensial for kileutgliding langs skjeringlinja mellom sprekkesett S2 og S3. Der sprekkesett S3 står slakare enn friksjonsvinkelen for plan utgliding, kan blokker falle ut som utvelting avskåren av foliasjonen i bergarten. For skjeringa vendt mot sør gir foliasjonsplanet i bergarten moglegheit for plan utgliding, med det samme sprekkesett S1 som lateral avskjering. Kileutgliding og utvelting av større parti vil vere lite sannsynleg i den sørvendte skjeringa.

- **Bergskjering Heilevang, profil 3545-3720 (einsidig skjering, fall mot nord-nordvest)**
Kinematisk analyse viser at sprekker i berget gir moglegheit for plan utgliding langs sprekkesett 3, med lateral avskjering langs det steile sprekkesett S1. Der sprekkesett S3 står slakare enn friksjonsvinkelen for plan utgliding, kan blokker falle ut som utvelting avskåren av foliasjonen i bergarten. Det er mindre sannsynleg med kileutgliding i denne skjeringa.

Ved påhoggsområdet i Hestvika er det påvist overflateforvitring ned til 2 meter djupn. Dette kan medføre utfordringar knytt til stabilisering av øvste del av forskjeringane.

5.5. Svakheitssoner

Samtlege bergskjeringar utanom skjeringane omkring påhogg Hestvika er utviding av eksisterande skjeringar. Det er ikkje observert svakheitssoner som kryssar eksisterande bergskjeringar. Det kan likevel ikkje utelukkast at det kan forekomme strukturar som medfører stabilitetsutfordringar i planlagde bergskjeringar.

Området rundt forskjeringa i Hestvika er dekt med lausmassar og urmassar, men det er ingen større strukturar som går inn mot området. Det er knytt store usikkerheiter til svakheitssoner i dette området.

5.6. Vasshandtering

Iskjøving kan bli ei utfordring ved vestre forskjering, då det i dag er lausmassedekke med blaute massar. Her anbefalast montering av isnett, samt vurdering av andre dreneringsmetodar som kan føre vatnet langs skjering som f.eks etablering av dreneringsgrøft bak/ovanfor ny skjering, for å hindre vassig frå overliggande lausmassedekke.

Vurderingar av nøyaktig plassering og omfang for montering av isnett utførast etter at bergskjeringane er sprengt ut. Utført synfaring for denne rapporten er gjort på hausten. Det vil vere fordelaktig med ei synfaring vinterstid for å vurdere dei faktiske forhold i dei nyetablerte bergskjeringane.

5.7. Miljøomsyn

Det er ikkje venta sur avrenning eller tungmetall frå berg utteke frå skjeringar i prosjektet. Ein grunnvassbrønn er lokalisert i veglinja nær bergskjering i ca. profil 130 og må erstattast.

5.8. Metodikk for uttak av bergmasse og sprengingsopplegg

Handbok N200 [1] og handbok R761 [15] gir retningslinjer for korleis sprengingsarbeid i dagen skal utførast. Sprengingsarbeidet skal utførast slik at endeleg bergoverflate vert minst mogleg påverka.

Krav til maksimal pallhøgde skal fastsettast basert på ingeniørgeologisk kartlegging etter at bergoverflata er renska.

Det er viktig å etterstrebe minst mogleg borholsavvik for å oppnå best mogleg kontur og sprengingsresultat. Krav til normer for tillatt borholsavvik er gitt i handbok R761 [15].

Bora lengde bør tilpassast geologiske forhold (sprekkeorientering, sprekkavstand, hardheit o.l.) og registrert borholsavvik.

I områder med risiko for betydeleg borholsavvik, anbefalast oppdeling i fleire og lågare pallar. Det kan også justerast matetrykk ved boring eller brukast grovare borkrune.

Bergskjeringane skal kontursprengast med anten slettsprenging eller presplitt. Forutsetning for begge metodane er nøyaktig utført boring.

Sprengingsopplegget må tilpassast fortløpande medan utsprenging av bergmassar pågår. Ved krav om ekstra god kontur eller ved ustabil fjell, for eksempel i høge bergskjeringar med dårleg bergmassekvalitet, bør det benyttast saumboring i kombinasjon med kontursprenging. Ved etablering av bergskjeringar over 10 m og i tilfeller der utfall kan få betydelege konsekvensar, skal det vurderast behov for supplerande sikringstiltak etter kvar salve. Eksemplar på supplerande sikringstiltak er redusert pallhøgde, forbolta, redusert salvelengde eller -høgde.

Sprengingsarbeidet for bergskjeringane for ny Fv 609 vil foregå inntil eller i nær tilknytning til eksisterande veg. Det må difor påreknast stenging av vegen. Tidspunkt for salve og salvestørrelse bør tilpassast for å gi minst mogleg trafikkale utfordringar. Det må utformast ein plan for stenging/opning av vegen og varslingsrutinar til naboar for sprengingsarbeida. Naboar og berørte partar må i tillegg få god informasjon om sprengingsarbeidet som skal foregå i ein tidleg fase av prosjektet.

Det finst bustadhus i nærleiken av planlagde bergskjeringar. Her må det takast ekstra omsyn til steinsprut og trykkstøtbelastning.

5.9. Klassifisering og bruk av bergmassen

Klassifisering av bergmassen i reguleringsplanområdet er vist i kapittel 3.8. Dei same forutsetningane gjeld for bergskjeringar som for tunnel.

5.10. Stabilitet og bergsikring

I samhøve med handbok N200 [1] skal bergskjeringar reinskast for laust berg og sikrast tilstrekkeleg mot nedfall i vegbana. I tillegg skal bergskjeringa vere sikra mot iskjøving og nedfall av is. For bergskjeringar ved foten av sidebratt terreng, skal stabiliteten av overliggande bergparti vurderast spesielt. Ingen av dei planlagde bergskjeringane vil ligge i direkte tilknytning til sidebratt terreng.

Bergskjeringane i Hestvika er planlagt med så brei grøft at krav til sikkerheitsavstand etter handbok N200 tilfredsstillast. Brei grøft gir lågare sikringsbehov, men det forventast at rensk og spredt eller systematisk bolting må utførast, avhengig av bergmasseforholda.

Bergskjeringane i Heilevang er prosjektert med redusert grøftebreidde der eksisterande skjeringar er breiddeutvida. Dette krev avbøtande tiltak i form av kontursprenging, i tillegg til systematisk bolting og bruk av nett. Det vurderast at heile skjeringa frå profilnr. 3545-3720 vil ha behov for systematisk bolting og steinsprangnett.

5.10.1. Anbefalt mengde bergsikring

Endeleg og permanent sikringsbehov må vurderast og baserast på ingeniørgeologisk kartlegging etter at bergoverflata er renska, undervegs og etter at sprengingsarbeida er utført. Arbeidssikring skal utførast kontinuerleg medan sprengningsarbeida pågår. Sikring av bergskjeringar og lausmassar på skjeringstopp skal dimensjonierast slik at det ikkje vert behov for rensk og anna sikring dei første 20 åra etter ferdigstilling [1].

I Tabell 17 er det lista opp eit grovt estimat av forventaste sikringsmengder for bergskjeringane. Mengde rensk er basert på arealet av skjering. Basert på observasjonar frå synfaring er det få eller ingen boltar i eksisterande bergskjeringar, og ein antek difor at det vert tilsvarende lite behov for bolting i planlagte bergskjeringar. For forskjeringa har ein ingen tidlegare referansar frå synfaringar som tilseier mengd bolt som er nødvendig.

I dei høgste bergskjeringane forventast behov for steinsprangnett/isnett og bolting, då det er potensiale for utgliding av større kilar eller blokker. I henhold til handbok R761 [15] er det krav om fullt innstøpte boltar eller kombinasjonsboltar til permanent sikring. Generell forventaste boltelengd er

3-4 m, diameter 20 mm. Noko behov for lengre og grøvre boltar bør likevel påreknast for å sikra større ustabile strukturar som kan oppstå i samband med det dalsideparallelle sprekesettet. Det bør også påreknast behov for forboltar i dei høgste bergskjeringane (> 10 m) og der det er observert soner med tettare oppsprekking, for å bevare ønska kontur. Anslått mengde isnett er basert på observasjonar av områder med vatn og fukt på befaringsdagen.

Tabell 17: Anbefalt mengde bergsikring i bergskjeringar.

Type	Frå-til profil	Lengd [m]	Maks-høgd [m]	Areal [m ²]	Rensk [m ²]	Anslått antal boltar [stk]	Sprøyte-betong [m ³]	Isnett/Steinsprang-nett [m ²]	For-boltar [stk]	Observasjon av eks. bergskjering. Andre kommentarar
Hovudveg 14000	95-130	35	1,7	70	70	0	0	0	0	Låg høgde. Fanggrøft ihht. N200. Antatt ikkje behov for ytterlegare sikring.
Sideveg 62000	60-110	50	6,4	260	260	5	5	0	0	Låg høgde. Fanggrøft ihht. N200. Ca. 0,1 bolt/m.
Hovudveg 14000 (tosidig forskjering Hestvika)	500-635	270	10	2450	2450	50	0	0	0	Tosidig forskjering. Moderat høgde. Skal forblendast med mur. Ca. 0,2 bolt/m.
	635-675	80	17			80	10	0	160	Tosidig forskjering. Moderat/stor høgde. Skal forblendast med mur. Ca. 0,5 bolt/m.
Påhoggs-flate	675-675	20	17	300	300	30	15	0	20	Påhoggsflate. Høg makshøgd. Skal fyllast igjen etter at portal er etablert
Hovudveg 14000 (Heilevang)	3545-3720	175	10	1060	1060	100	0	1060	0	Moderat høgde. Fanggrøft ikkje ihht. N200. Grøftebreidde 2,25 m. Avbøtande tiltak som kontursprenging, bolting og nett nødvendig.
Sideveg 63600	0-60	60	11	370	370	12	0	50	0	Moderat høgde. Enkelte spredt bolt (0,2 bolt /m).
Sum	-	690	-	4510	4 510	277	30	1 110	180	

5.11. Usikkerheiter

- Faktiske geologiske forhold i planlagde bergskjeringar kan avvike frå observasjonar utført i eksisterande bergskjeringar, spesielt ved forskjeringa i vest der avstanden til observasjonar i eksisterande skjeringar er stor.
- Det er stor usikkerheit knytt til borbarheitsparameter som DRI og BWI, då det ikkje er utført laboratorietestar på aktuell bergart. Variasjon i DRI og BWI kan ha stor påverknad på tid og kostnader tilknytt boring av salvehol og på slitasje på borstål.
- Påverknad av vassdrenering og estimering av areal kor det vil bli behov for isnett som følge av iskjøving.
- Berekna sikringsmengder er grove anslag, og endeleg omfang av sikring vil vere usikker fram til bergmassen er utsprengt og kan vurderast nærare av ingeniørgelog.

6. ANBEFALINGAR OG KRAV

6.1. Vibrasjonar

Følgjande regelverk skal leggjast til grunn for vibrasjonsgrenseberekningar;

- 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.

Merk at standarden etter 2001 (NS 8141-1:2012+A1:2013) er tilbaketrukken, men at vegleiinga er nyttig fordi den tek føre seg vibrasjonar knytt til bergrom og tunneler, eit tema som manglar i NS 8141:2001.

6.1.1. Bygningsbesiktigelse

Besiktigelse av alle bustader/bygg og andre konstruksjonar som kan påverkast av grunnarbeidet skal i høve NS8141 [16] utførast før sprengingsarbeida igangsettast. Omsynsona for sprenging blir normalt sett til 50 m eller 100 m avhengig av om bygningar/konstruksjonar er fundamentert på lausmassar eller berg. I dette prosjektet er omsynsona førebels sett til 100 m i ein radius ut frå begge tunnelpåhogg, i tillegg til ut frå planlagt utsprengte bergskjeringar. Det er bygningar innanfor omsynsona til begge tunnelpåhogga. Det er også bygningar tett inntil samtlege planlagde bergskjeringar. Alle bygningar innanfor omsynssona på 100 m frå planlagt sprenging må inspiserast for å kunne fastsetje vibrasjonskrav.

Besiktigelsen bør utførast nær oppstart av anleggsarbeidet. Under besiktigelsen registrerast tilstanden til bygningane og dokumentasjon på eksisterande skadar på bygningane utførast. Bygningsbesiktigelse utførast av byggherre. Dersom det under besiktigelsen avdekkast bygningar eller installasjonar som er særleg følsomme eller i ømtåeleg tilstand innanfor omsynssona for sprenging, må grenseverdiane justerast etter dette.

6.1.2. Krav til avgrensing av vibrasjonar

Det visast til NS8141 [16] som vil vere gjeldande for bygg som ligg i nærleiken av der det skal sprengast. Rettleiande grenseverdier bereknast etter denne standarden. Vibrasjonskrav må bereknast etter NS 8141 i detaljprosjekteringa etter at alle installasjonar innanfor omsynssona er inspisert.

6.2. Ingeniørgeologisk kompetanse i byggefasen

For byggefasen skal det før anleggsstart sørgast for at prosjektet har tilstrekkeleg bemanning og nødvendig bergteknisk/ingeniørgeologisk kompetanse for å handtere forventa utfordringar. Ansvarleg ingeniørgeolog under byggefasen må ha minimum 5 års relevant erfaring med tunneloppfølging/bergsikring. Det anbefalast å tilknytte kontrollingeniørar som følgjer skiftordninga til entreprenøren. Desse bør som minimum ha gjennomført vidareutdanningskurs i ingeniørgeologi. Kompetanse hjå kontrollingeniørane skal godkjennast av ansvarleg ingeniørgeolog. For kvar salve skal det setjast av tilstrekkeleg med tid til geologisk kartlegging og berekning av Q-verdi for beslutning av permanent sikringsomfang. Forventa tidsbruk er oppmot 30 min/salve. Ansvarleg ingeniørgeolog har ansvar for utarbeiding av ingeniørgeologisk sluttrapport for tunnelprosjektet.

Alle geologiske data frå geologisk kartlegging samt utført og kontrollert bergsikring skal registrerast i Novapoint tunnel. Personar som utfører geologisk kartlegging på stuff, samt gjennomfører vurdering av permanent sikring må inneha følgjande kompetanse:

- Erfaring med geologisk kartlegging og kartlegging etter Q-metoden.
- Erfaring med og kjennskap til relevante metodar for bergsikring.
- God kunnskap om innhaldet i ingeniørgeologiske rapportar og notat, samt utførte grunnundersøkingar og skredfarevurderingar.
- Kjennskap til prosjektet si risiko- og sårbarheitsanalyse.

6.3. Sikkerheit, helse og arbeidsmiljø (SHA)

Risikoutsette arbeidsoperasjonar skal identifiserast i byggeplan og inngå i konkurransegrunnlag og SHA-plan for prosjektet. Entreprenøren for dei risikoutsette arbeidsoperasjonane skal gjennomføre sikker jobb analyse (SJA) i henhold til byggherre si overordna risikovurdering. For dette prosjektet påpeikast følgjande forhold (lista er ikkje uttømmende):

- Sprengingsarbeidet skal pågå nær eksisterande veg og fleire naust. Sprengingsplanar må tilpassast trafikkavviklinga. Sikkerheita til trafikantar og bygningar skal ivaretakast.
- Nødvendig sikring og rensk skal utførast under sprengningsarbeida, slik at sikkerheita til både arbeidarar og trafikanter er ivaretatt.
- For å ivareta arbeidssikringa i bergskjeringar må sikringsbehovet vurderast etter kvar salve. Dette er særleg relevant der høgda på forskjeringa og andre skjeringar overstig 10 meter.
- Tunnelen er lokalisert i eit område som er svært skredutsett i vinterhalvåret. Dette medfører at eksisterande veg forbi tunnelen i periodar vil vere stengt. Administrative tiltak i anleggsområdet er omtalt i rapporten «Heilevang-Hestvika; Skredvurdering i bratt terreng» [2]
- Kvartsstøv ved driving kan by på helsemessige utfordringar. Det anbefalast testing av luftkvalitet i tunnelen og bruk av maske under driving.
- Rutinar for å unngå påboring og utilsikta detonasjon av sprengstoff må utarbeidast.

6.4. Vidare undersøkingar

I forbindelse med vidare prosjektering av tunnelen bør det utførast følgjande:

- Undersøkje om det finst fleire brønnar enn dei som er registrert i GRANADA som kan bli påverka av prosjektet
- Bygningssynfaring av alle bygg og anna infrastruktur innan 100 meter radius frå sprengingsarbeid. Vurdering av plassering av rystelsesmålarar.
- Supplerande grunnboring for lausmassetunnel.

7. REFERANSAR

- [1] Statens vegvesen, «Håndbok N200, Vegbygging,» 2018.
- [2] Asplan Viak, «Heilevang-Hestvika; Skredvurdering i bratt terreng,» 2021.
- [3] Statens vegvesen, «Skredsikring fv.609 Heilevang - Forprosjekt,» 2016.
- [4] Asplan Viak, «Silingsnotat - Geofag; Fv. 609 Hestvika-Heilevang,» 2020.
- [5] Asplan viak, «Fv 609 Heilevang-Hestvika Grunnundersøkelserapport,» 2021.
- [6] Asplan Viak, «NOTAT Steinprøvar,» 2020.
- [7] Statens vegvesen, «Håndbok N500,» 2020.
- [8] TØY, «Rapport 1362/2014, "Grunnprognoser for persontransport 2014-2050",» 2014.
- [9] Norsk standard, «NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020. Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler,» 2016.
- [10] Norsk Bergmekanikkgruppe, «Veileder for bruk av Eurokode 7 til bergteknisk prosjektering,» 2011.
- [11] Norsk standard, «NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016. Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner.,» 2016.
- [12] Asplan viak, «Fv 609 Heilevang-Hestvika geoteknisk rapport,» 2021.
- [13] Statens vegvesen, «Håndbok V520 Tunnelveiledning,» 2020.
- [14] Statens vegvesen, «E39 Joberget løsmassetunnel - Rørskjerm, Erfaringsrapport,» 2017.
- [15] Statens vegvesen, «Håndbok R761; Prosesskode 1 - Standard beskrivelse for vegkontrakter,» 2018.
- [16] Norsk standard, «NS8141 Vibrasjoner og støt - Måling av svingehastighet og beregning av veiledende,» 2001.
- [17] Statens vegvesen, Håndbok N200 Vegbygging, 2018.

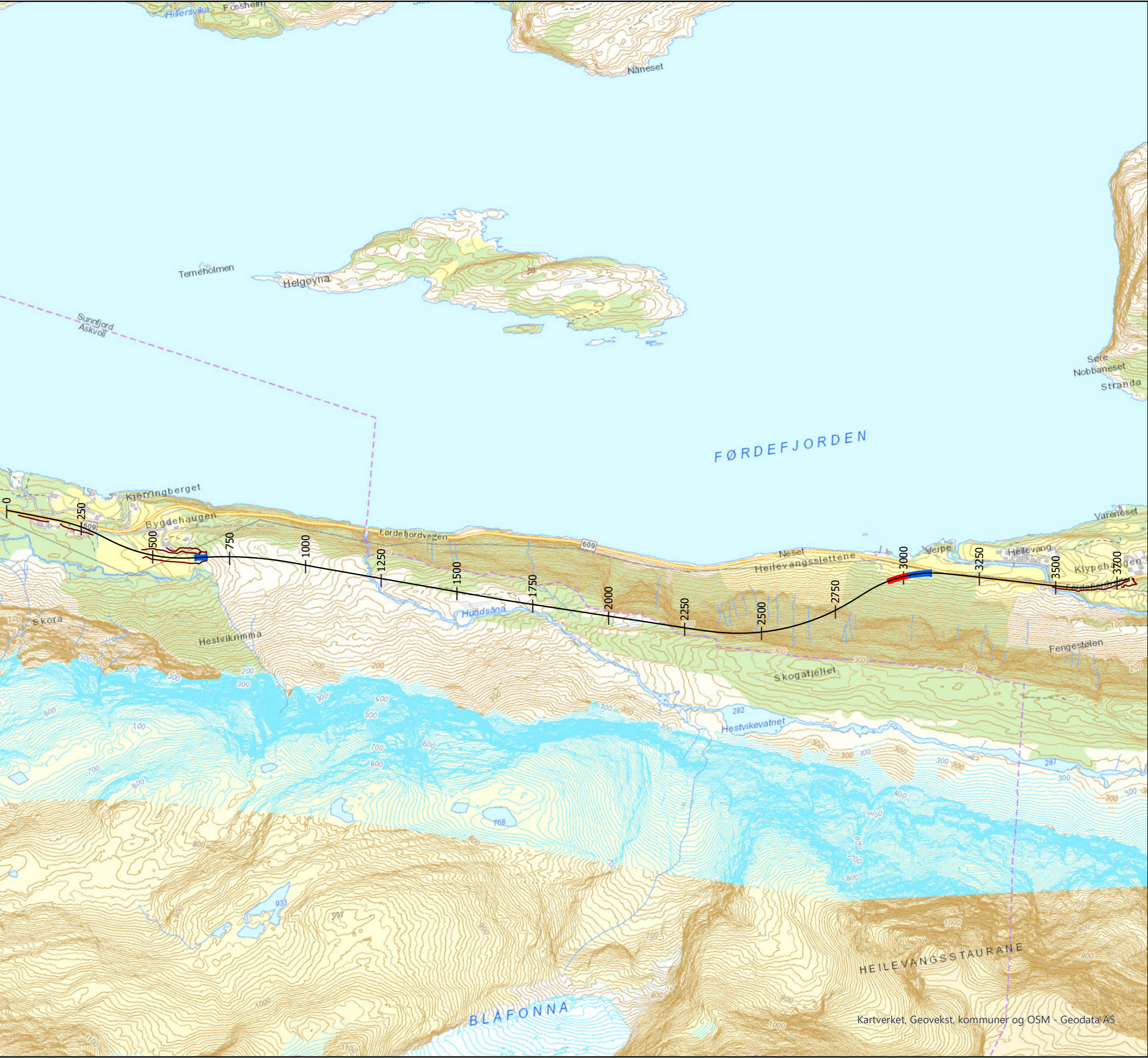
8. VEDLEGG



Vedlegg 1: Oversiktskart

Vedlegg 2: Geologisk kart og profil av traséen (1:1000)

Vedlegg 3: Tverrprofil av forskjeringar, påhogg og bergskjeringar (1:200)



Tegnforklaring

- Veglinje_14000
- Portal
- Lausmassetunnel
- Bergskjering

Element i prosjektet, geoteknisk kategori

Element	Profilnr. start	Profilnr. slutt	Lengde (m)	Maksimal høgd [m]	Geoteknisk kategori (GK)
Bergskjering	95	130	35	2,9	GK1
Bergskjering sideveg 62000	40	110	70	6,4	GK2
Forskjering vest	470	675	205	17	GK3
Portal	640	675	35	-	GK3
Bergtunnel	675	2950	2275	-	GK3
Lausmassetunnel	2950	3020	70	-	GK3
Portal	3020	3090	70	-	GK3
Bergskjering aust	3500	3720	175	9,2	GK2
Bergskjering sideveg 63600	0	45	45	11	GK2

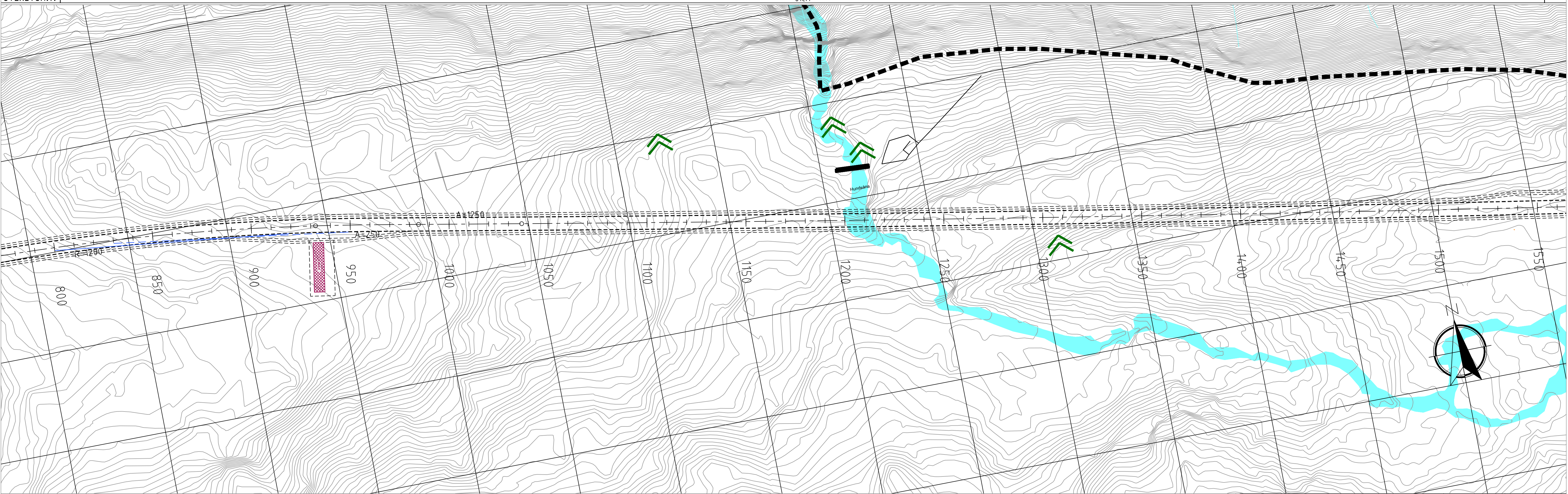
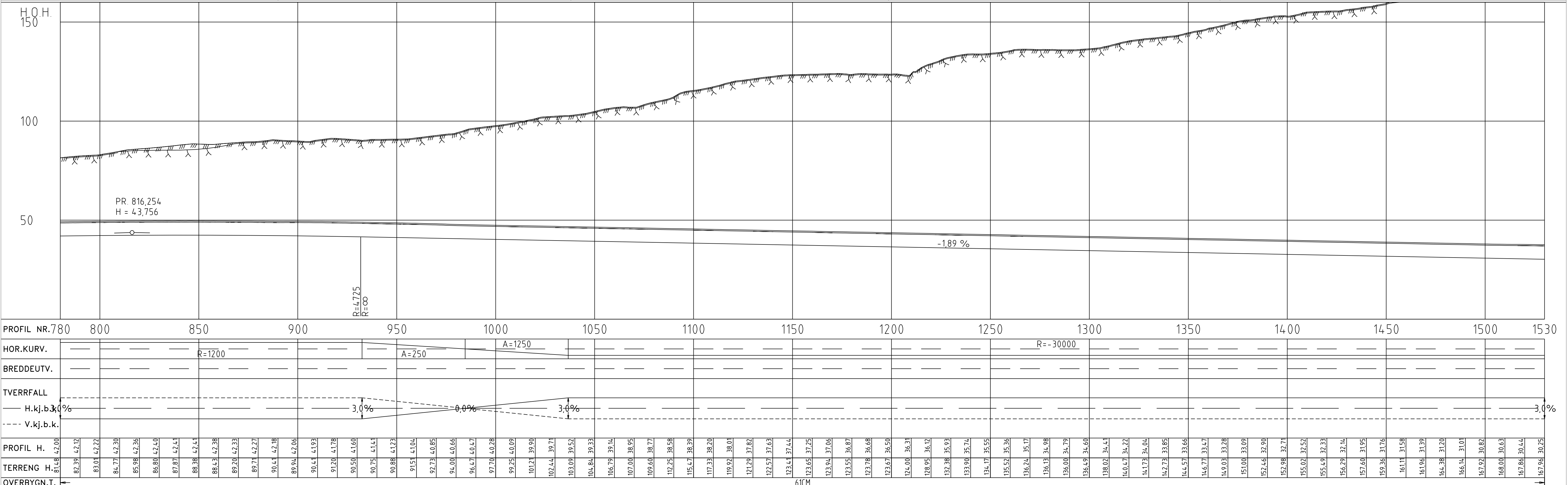
Kilde: Kartverket

0 155 310 620 Meter

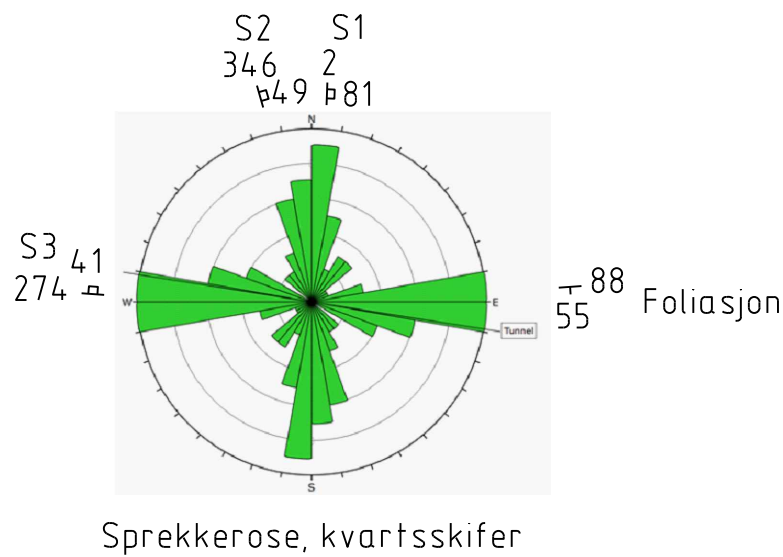
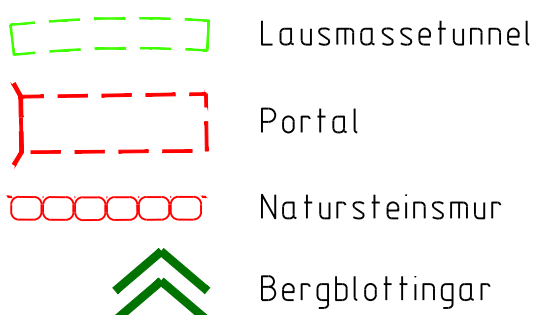
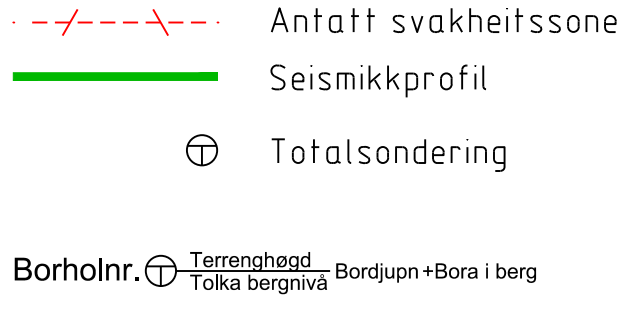
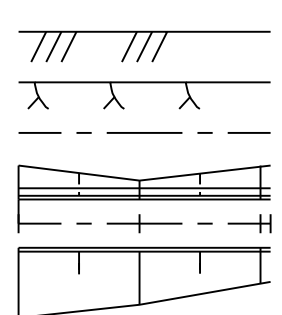
N
W E
S

Fv. 609 Hestvika - Heilevang

Oversiktskart Vedlegg 1	Oppdrag: 621976-18	Målestokk A3: 1:12 000
Reguleringsplan	Utarbeidet: VN	Kontrollert: AHP
	Dato: 07.03.2021	ETRS 1989 NTM 5
		

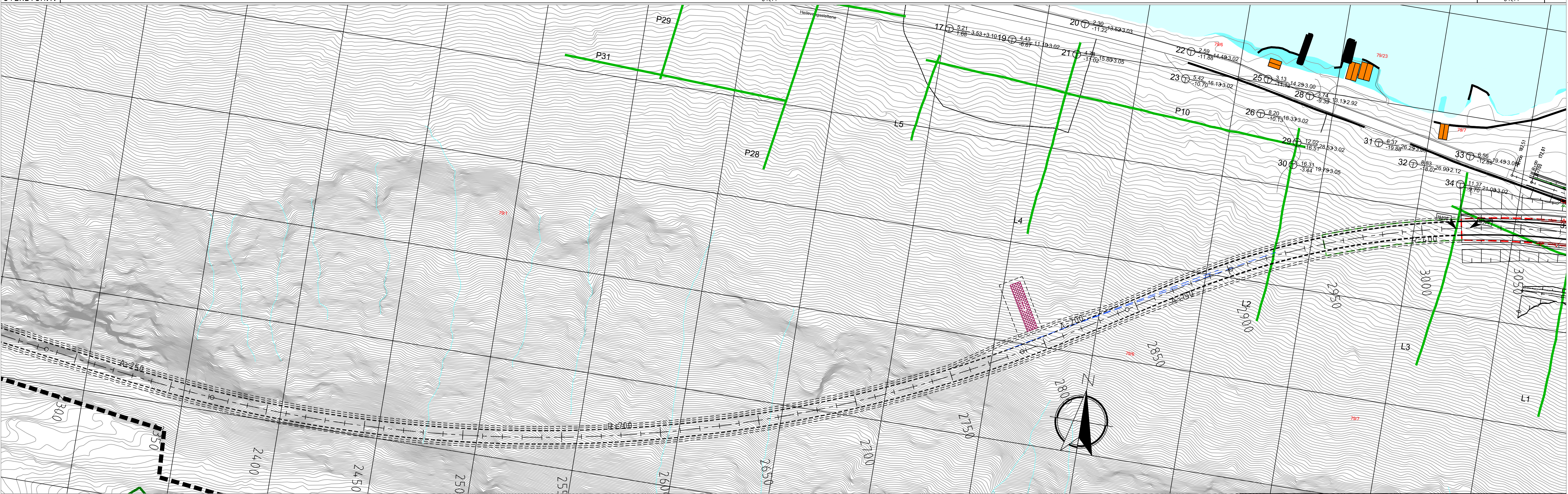
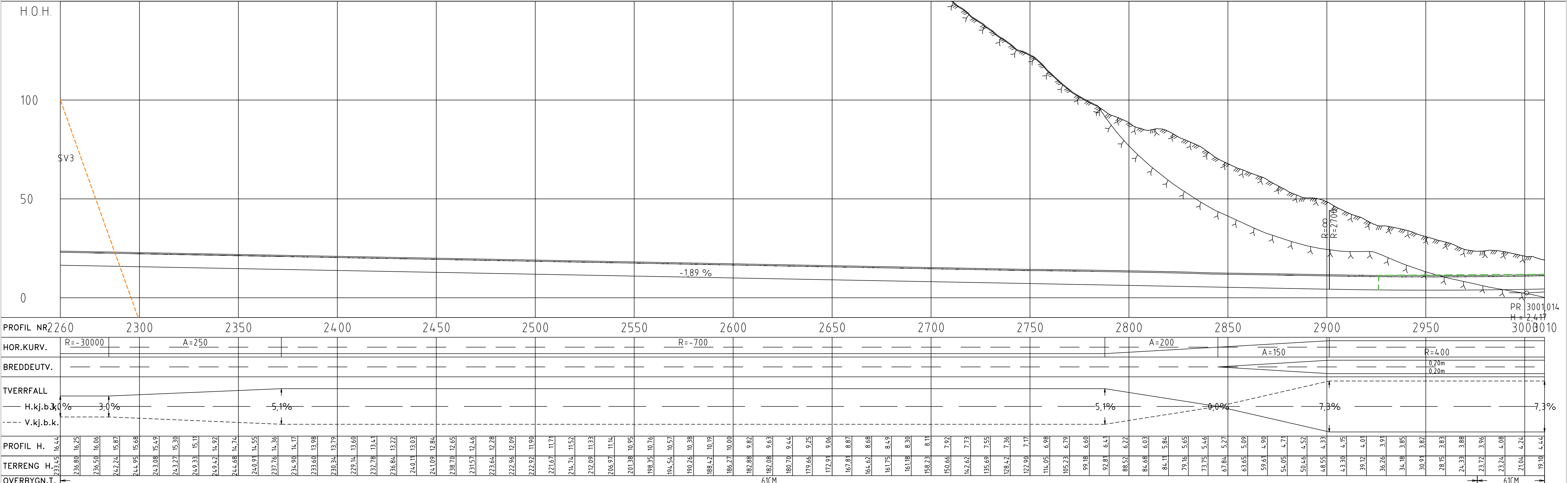


Teiknforklaring

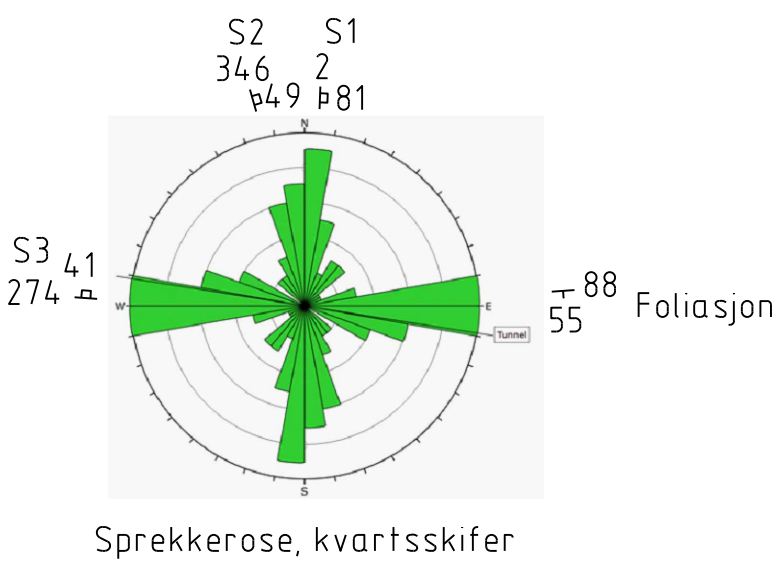
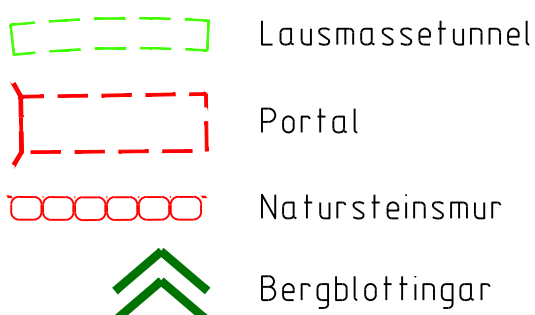
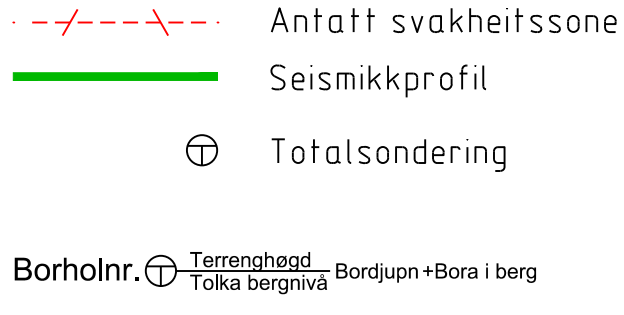
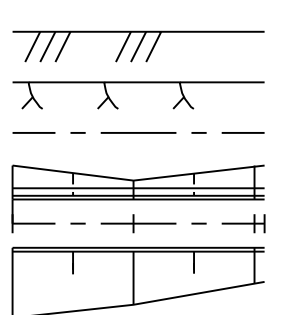


Merknader:
Basert på NGU sitt berggrunnskart og registreringar
Under synfaring er bergartstype for heile
parsellen antatt å vere kvartsskifer.
Grunnbøringar utført av Statens vegvesen.
Seismikk utført av Geophysix.

Revisjon	Revisjonen gjeld	Utarb.	Kontr.	Godkjent	Rev. dato
		Teikningsdato			
Fylkesveg 609 Heilevang		Bestillar			
Geologisk plan og profil		Prosjektfase			
Profilnummer 780 - 1560		Produkt av			
Reguleringsplan		Prosjektnummer			
		Prosjektosenummer			
		Arkivreferanse			
		Målestokk A1-format			
		Koordinatsystem			
		NTM5/NN2000			
Utarbeida av		Kontrollert av		Godkjent av	
A8		AHP		JHA	
		Konsulentarkiv		Teikningsnummer /	
		621976-18		revisjonsbokstav	
				V102	
				A	

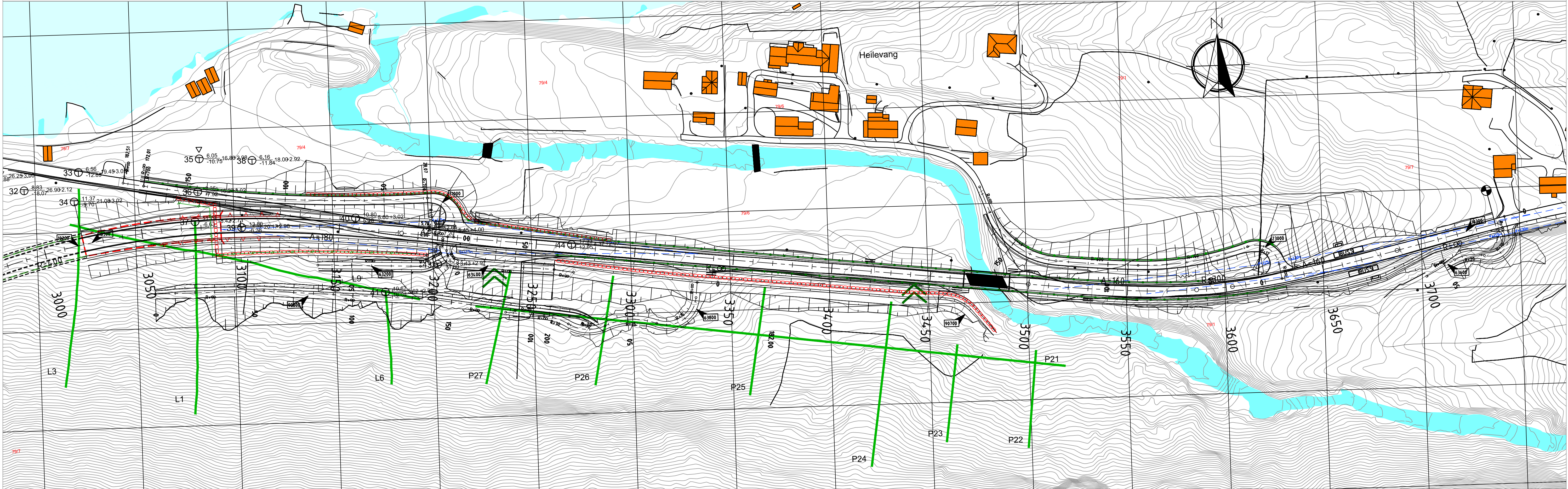
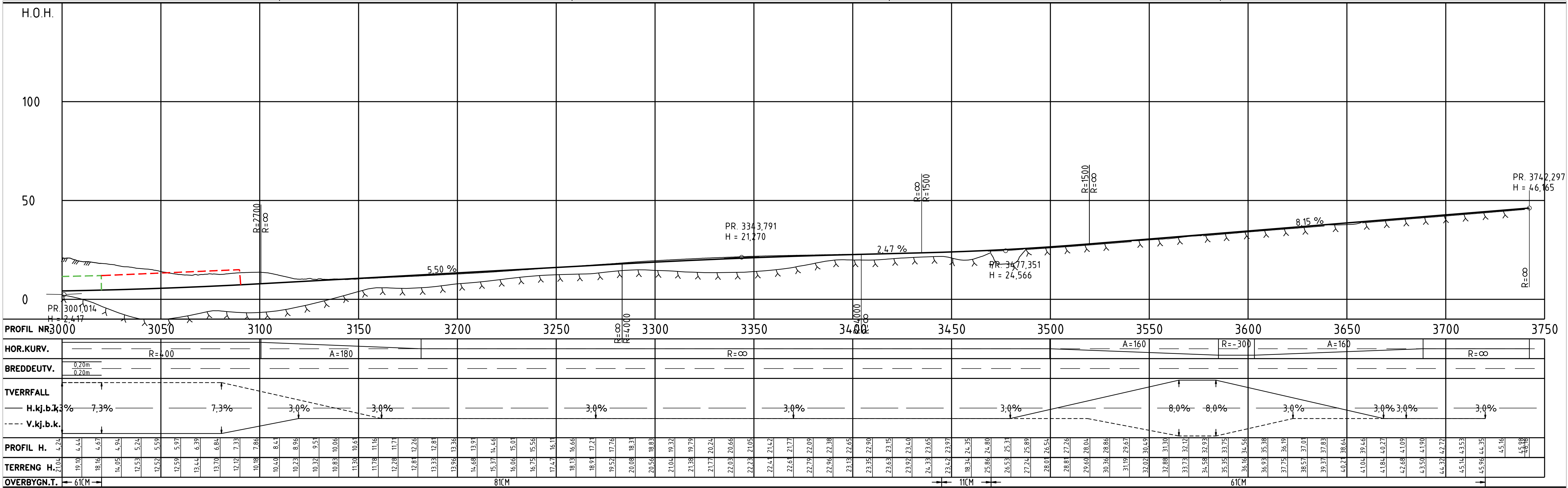


Teiknforklaring

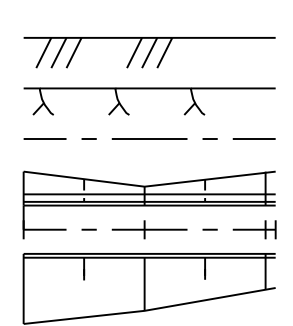


Merknader:
Basert på NGU sitt berggrunnskart og registreringar
Under synfaring er bergartstype for heile
parsellen antatt å vere kvartsskifer.
Grunnboringar utført av Statens vegvesen.
Seismikk utført av Geophysix.

Revisjon	Revisjonen gjeld	Utb.:	Kontr.	Godkjent	Rev. dato
		Tekningsdato	30.04.21		
Fylkesveg 609 Heilevang		Bestilt av	Vestland fylkeskom.		
Geologisk plan og profil		Prosjektfor	Vestland fylkeskom.		
Profilnummer 2260 - 3070		Produert av	Asplan Viak AS		
Reguleringsplan		Prosjektnummer			
		Prosjektfor			
		Arkivreferanse			
		Målestokk A1-format	1:1000		
		Koordinatsystem	NTM5/NN2000		
Utarbeida av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv	Tekningsnummer / revisjonsbokstav	V104 A
A8	AHP	JHA	621976-18		



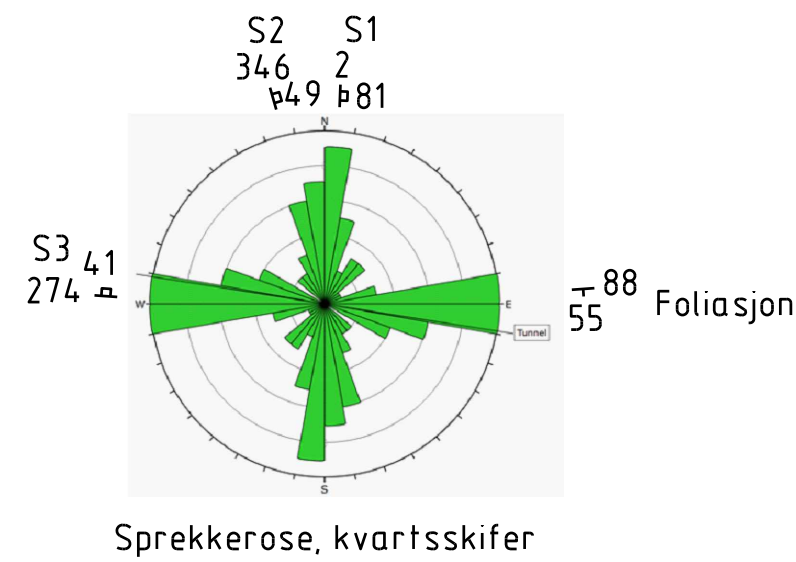
Teiknforklaring



Terrengprofil jord
Terrengprofil antatt berg
Senterlinje
Skjering
Fylling

Antatt svakhetssone
Seismikkprofil
Totalsondering
Borholnr. $\oplus$ Terrenghøg
Tolka bergnivå
Bordjupn+Bora i berg

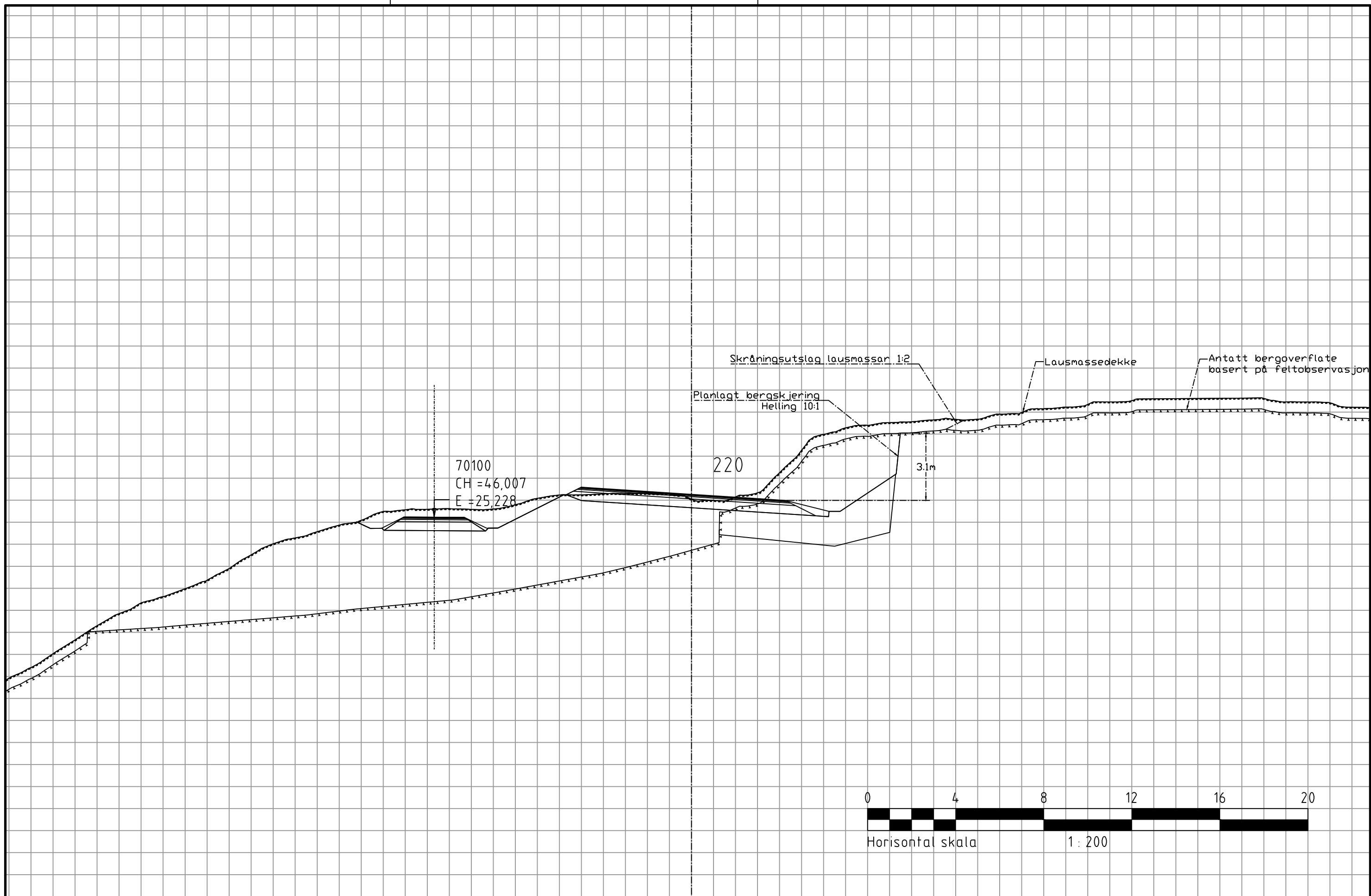
Lausmassefunnel
Portal
Natursteinsmur
Bergblottingar



Sprekkerose, kvartsskifer

Merknader:
Basert på NGU sitt berggrunnskart og registreringar
Under synfaring er bergartstype for heile
parsellen antatt å vere kvartsskifer.
Grunnboringar utført av Statens vegvesen.
Seismikk utført av Geophysix.

Revisjon	Revisjonen gjeld	Utlarb.	Kantr.	Godkjent	Rev. dato
		Teikningsdato			
Fylkesveg 609 Heilevang		Bestilt av			
Geologisk plan og profil		Prosjektforfatter			
Profilnummer 2980 - 3750		Produkt for			
Reguleringsplan		Produkt av			
		Prosjektnummer			
		Prosjektforfatter			
		Arkivreferanse			
		Målestokk A1-format			
		Koordinatsystem			
Utlarb. av		Kontrollert av		Godkjent av	
AØ		AHP		JHA	
				Konsulentarkiv	
				621976-18	
				Teikningsnummer /	
				revisjonsbøkestav	
				V105	
				A	



PROSJEKT:
Rv. 609 Heilevang
Profil 220

OPPDRAGSGIVER:
Vestland
fylkeskommune

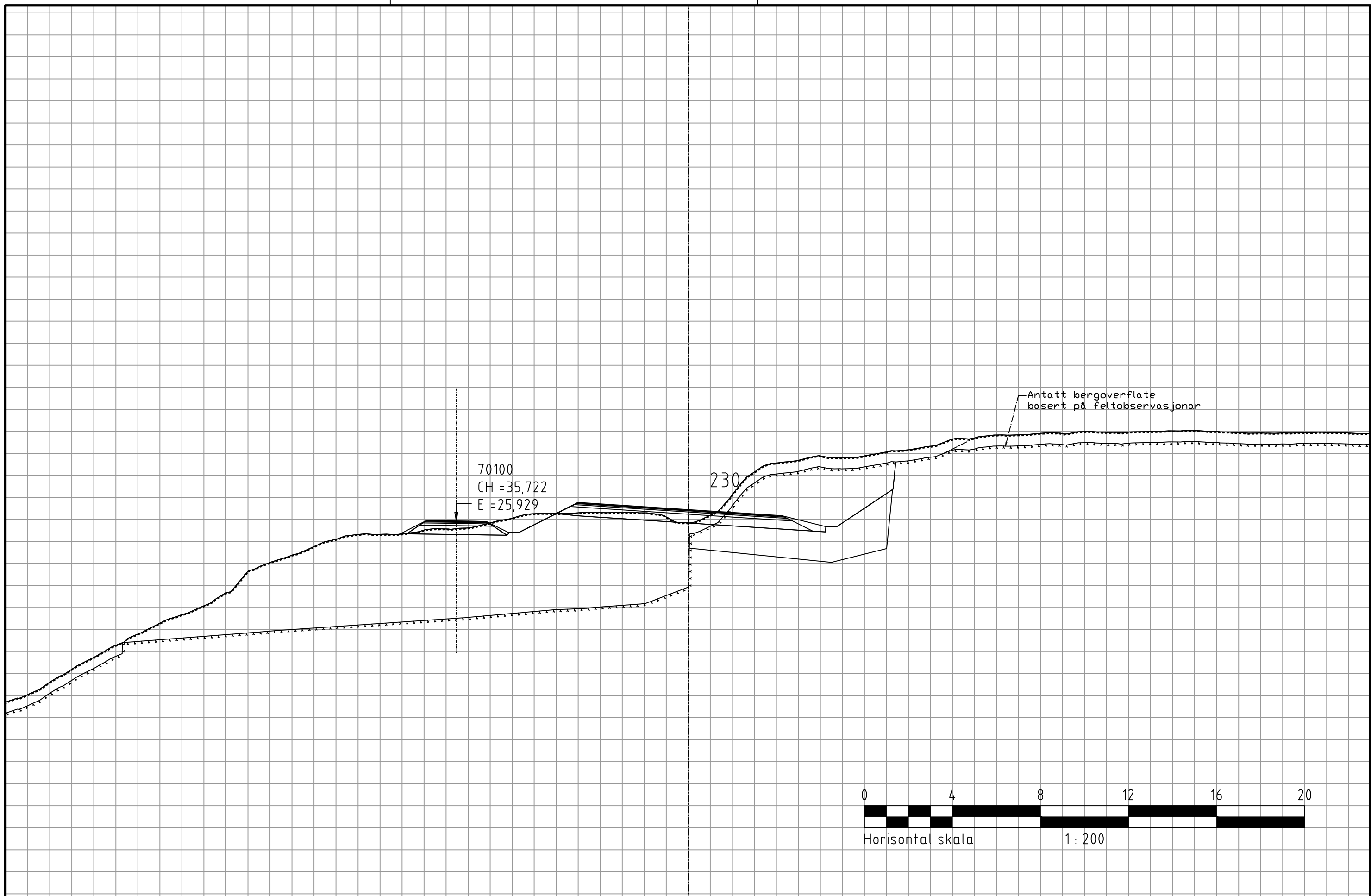
TEGNING:
Tverrprofil grunnforhold
Bergskjering vest

ARKIVREF.:
OPPDR. NR.:
621976-18

KOORDSYS.:
NTM 5
TEGN: KONTR.: GODKJ.: REV. DATO: MÅLESTOKK: AØ AHP JHA 30.04.21 1:200

HØYDEREF.:
NN2000
PROSJEKTFASE:
Reguleringsplan
FORMAT: A3

TEGN. NR.:
T U -- 101 -
REV.:
FAG TYPE ETG. LØPENR.



PROSJEKT:
Rv. 609 Heilevang
Profil 230

OPPDRAGSGIVER:
Vestland
fylkeskommune

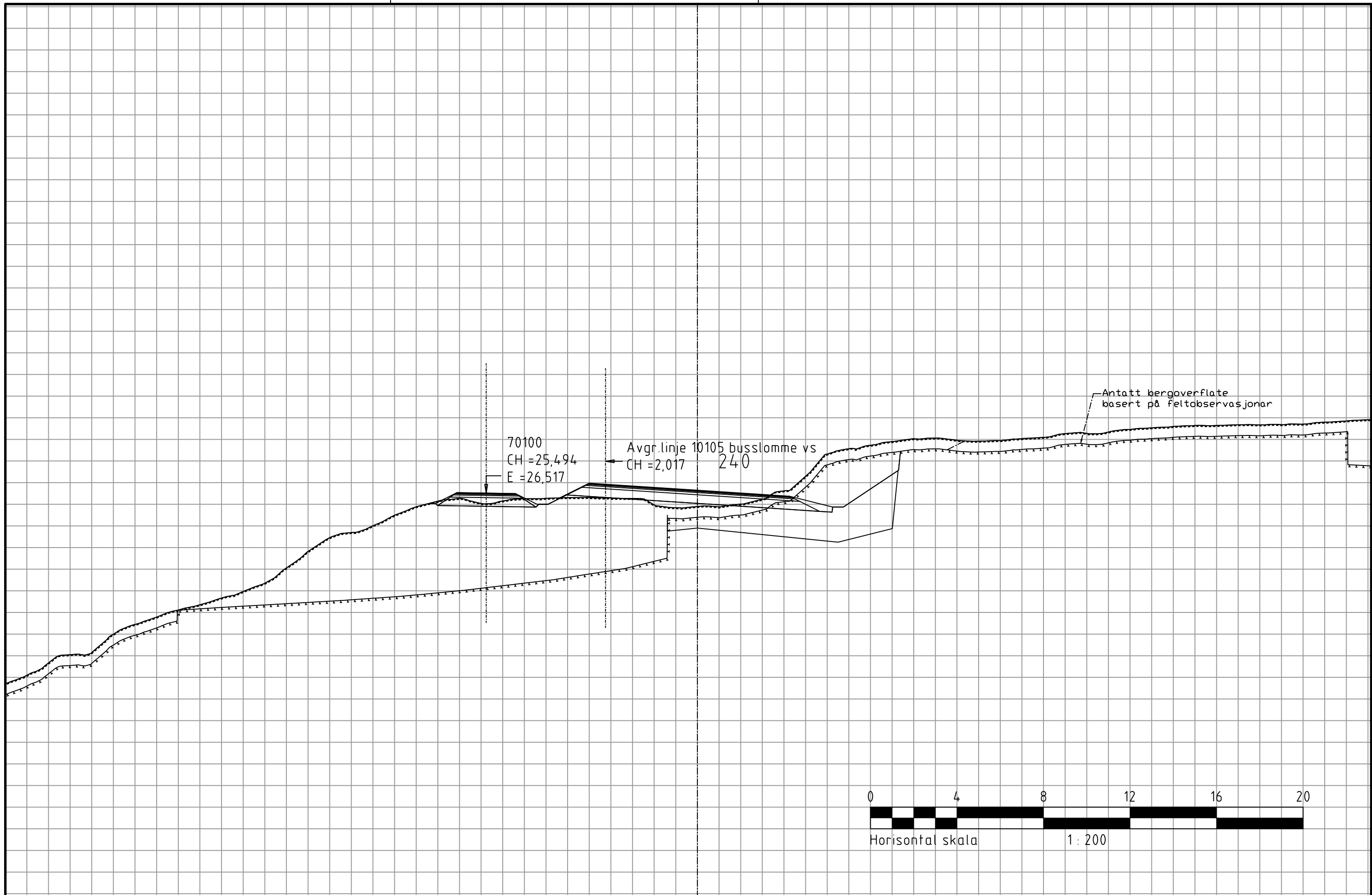
TEGNING:
Tverrprofil grunnforhold
Bergskjering vest

ARKIVREF.:
OPPDR. NR.:
621976-18

KOORDSYS.:
NTM 5
TEGN: AØ
KONTR.: AHP
GODKJ.: JHA
REV. DATO: 30.04.21
MÅLESTOKK: 1:200

PROSJEKTFASE:
Reguleringsplan
FORMAT: A3

TEGN. NR.:
T U -- 102 -
FAG TYPE ETG. LØPENR.



PROSJEKT:
Rv. 609 Heilevang
Profil 240

OPPDRAGSGIVER:
Vestland
fylkeskommune

TEGNING:
Tverrprofil grunnforhold
Bergskjering vest

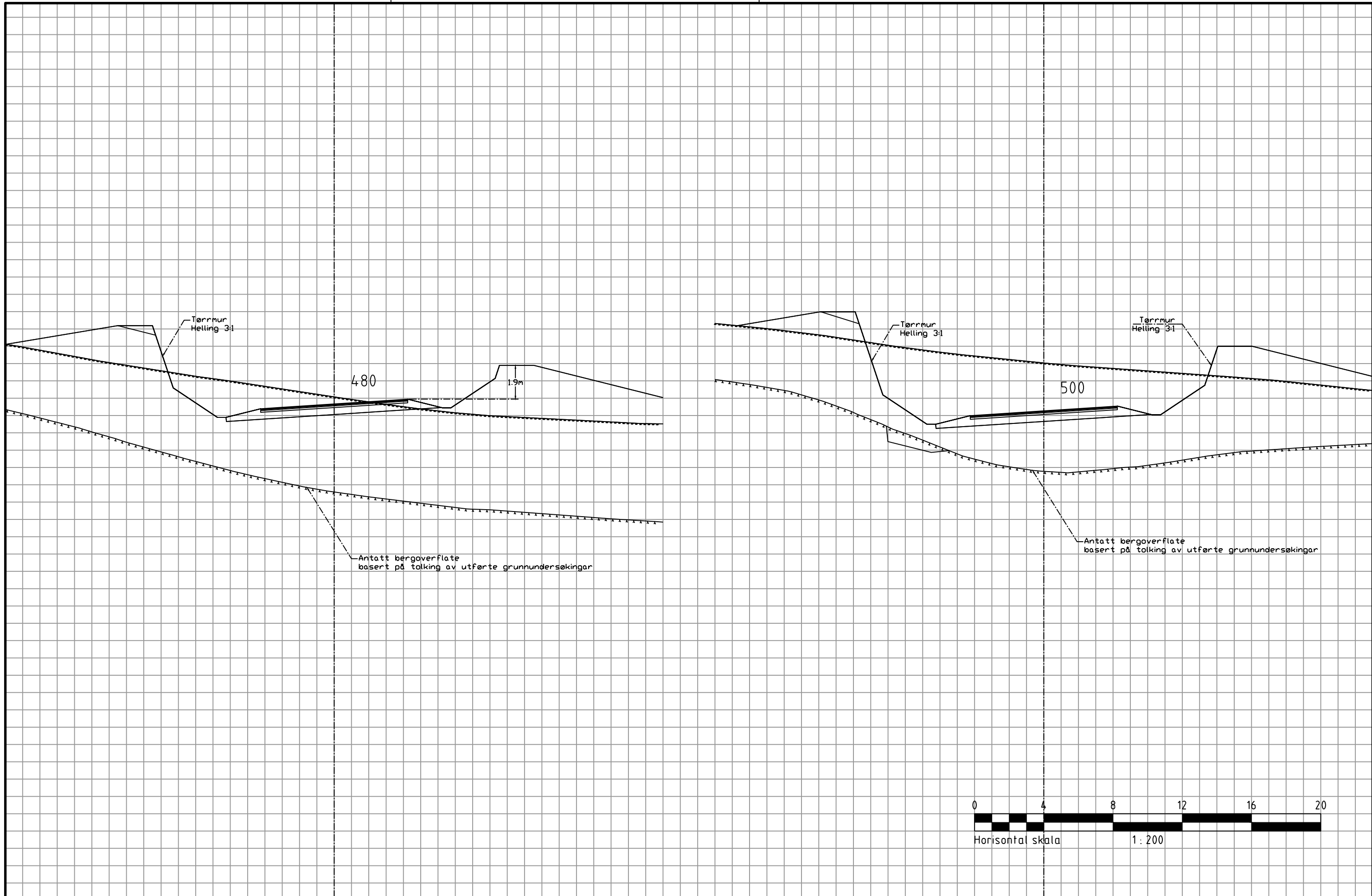
ARKIVREF.:
OPPDR. NR.:
621976-18

KOORDSYS.:
NTM 5
TEGN: AØ
KONTR.: AHP
GODKJ.: JHA
HØYDEREF.:
NN2000
REV. DATO: 30.04.21
MÅLESTOKK: 1:200

PROSJEKTFASE:
Reguleringsplan
FORMAT: A3

TEGN. NR.:
T U -- 103
FAG TYPE ETG. LØPENR.

REV.:



PROSJEKT:
Rv. 609 Heilevang
Profil 480 og 500

OPPDRAGSGIVER:
Vestland
fylkeskommune

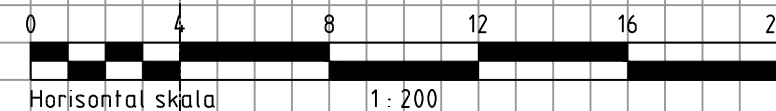
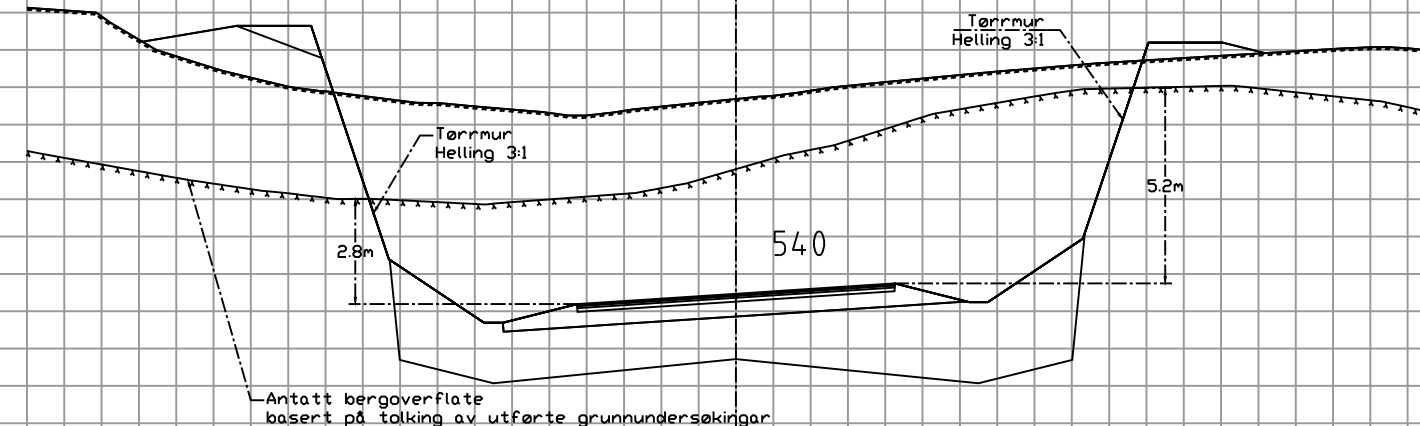
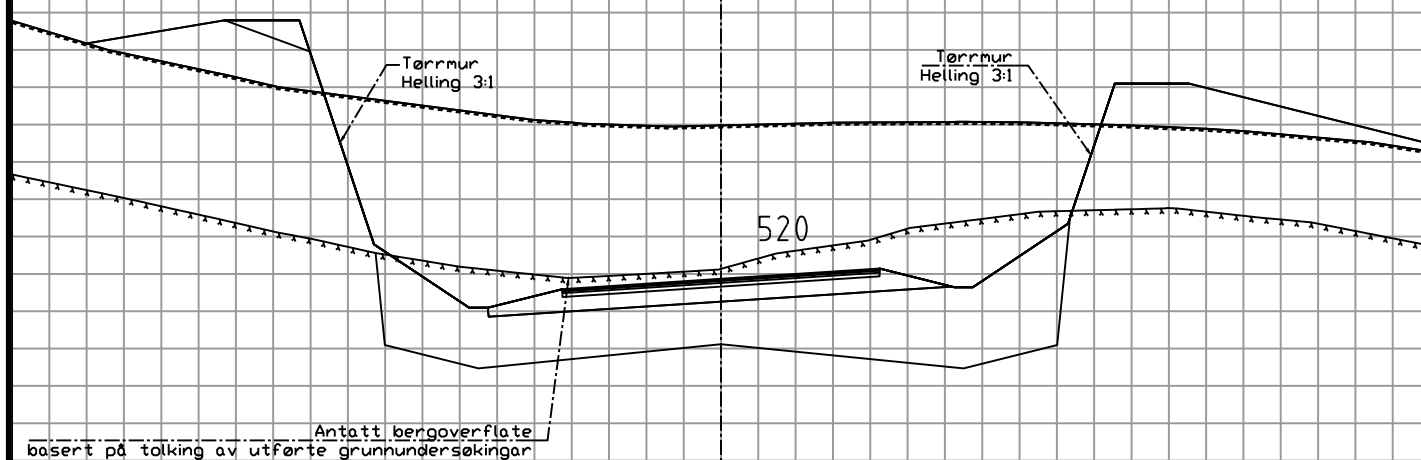
TEGNING:
Tverrprofil grunnforhold
Forskjering vest

ARKIVREF.:
OPPDR. NR.:
621976-18

KOORDSYS.:
NTM 5
TEGN: AØ
KONTR.: AHP
HØYDEREF.:
NN2000
GODKJ.: JHA
REV. DATO: 30.04.21
MALESTOKK: 1:200

PROSJEKTFASE:
Reguleringsplan
FORMAT: A3

TEGN. NR.:
T U -- 104 -
REV.:
FAG TYPE ETG. LØPENR.



PROSJEKT:
Rv. 609 Heilevang
Profil 520 og 540

OPPDRAGSGIVER:
Vestland
fylkeskommune

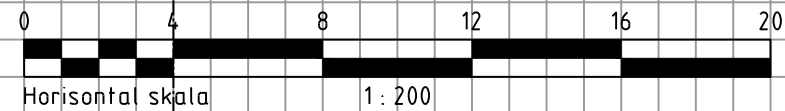
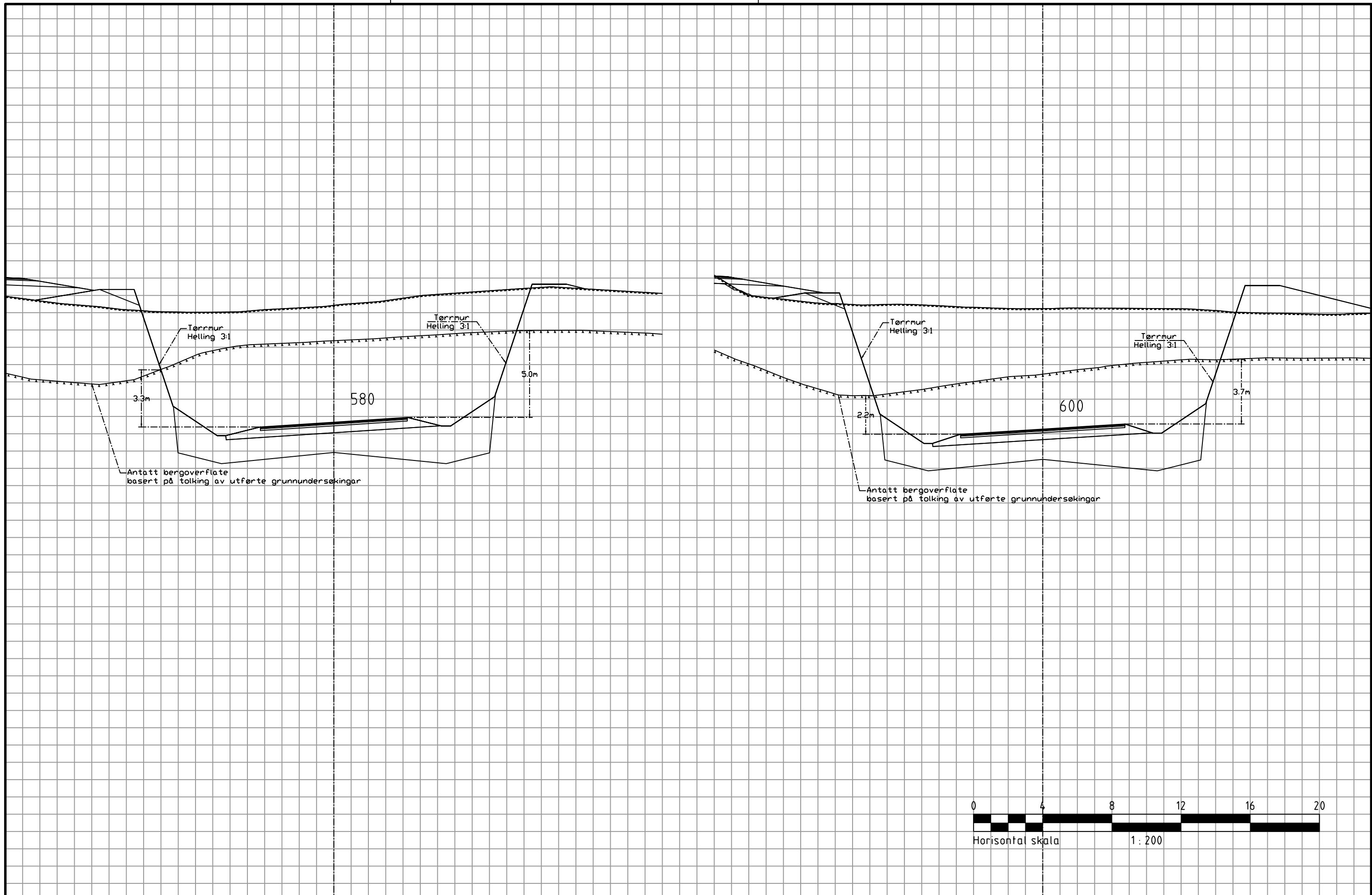
TEGNING:
Tverrprofil grunnforhold
Forskjering vest

ARKIVREF.:
OPPDR. NR.:
621976-18

KOORDSYS.:
NTM 5
TEGN: AØ
KONTR.: AHP
HØYDEREF.:
NN2000
GODKJ.: JHA
REV. DATO: 30.04.21
MALESTOKK: 1:200

PROSJEKTFASE:
Reguleringsplan
FORMAT: A3

TEGN. NR.:
T U -- 105 -
REV.:
FAG TYPE ETG. LØPENR.



PROSJEKT:
Rv. 609 Heilevang
Profil 580 og 600

OPPDRAGSGIVER:
Vestland
fylkeskommune

TEGNING:
Tverrprofil grunnforhold
Forskjering vest

ARKIVREF.:
OPPDR. NR.:
621976-18

KOORDSYS.:
NTM 5
TEGN: AØ
KONTR.: JHA

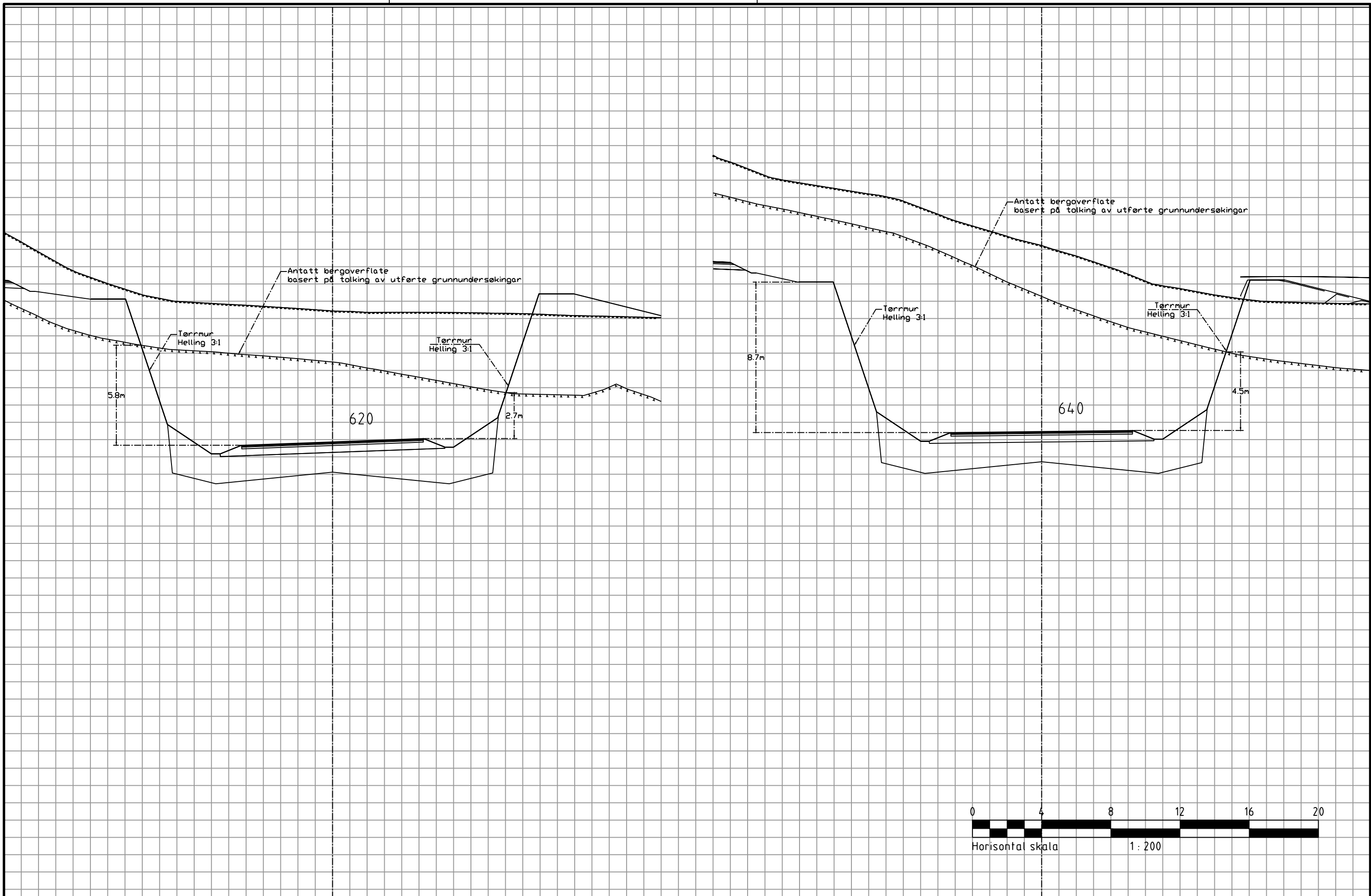
HØYDEREF.:
NN2000

PROSJEKTFASE:
Reguleringsplan
REV. DATO: 30.04.21
MALESTOKK: 1:200

FORMAT:
A3

TEGN. NR.:

REV.:
T U -- 106 -
FAG TYPE ETG. LØPENR.



PROSJEKT:
Rv. 609 Heilevang
Profil 620 og 640

OPPDRAGSGIVER:
Vestland
fylkeskommune

TEGNING:
Tverrprofil grunnforhold
Forskjering vest

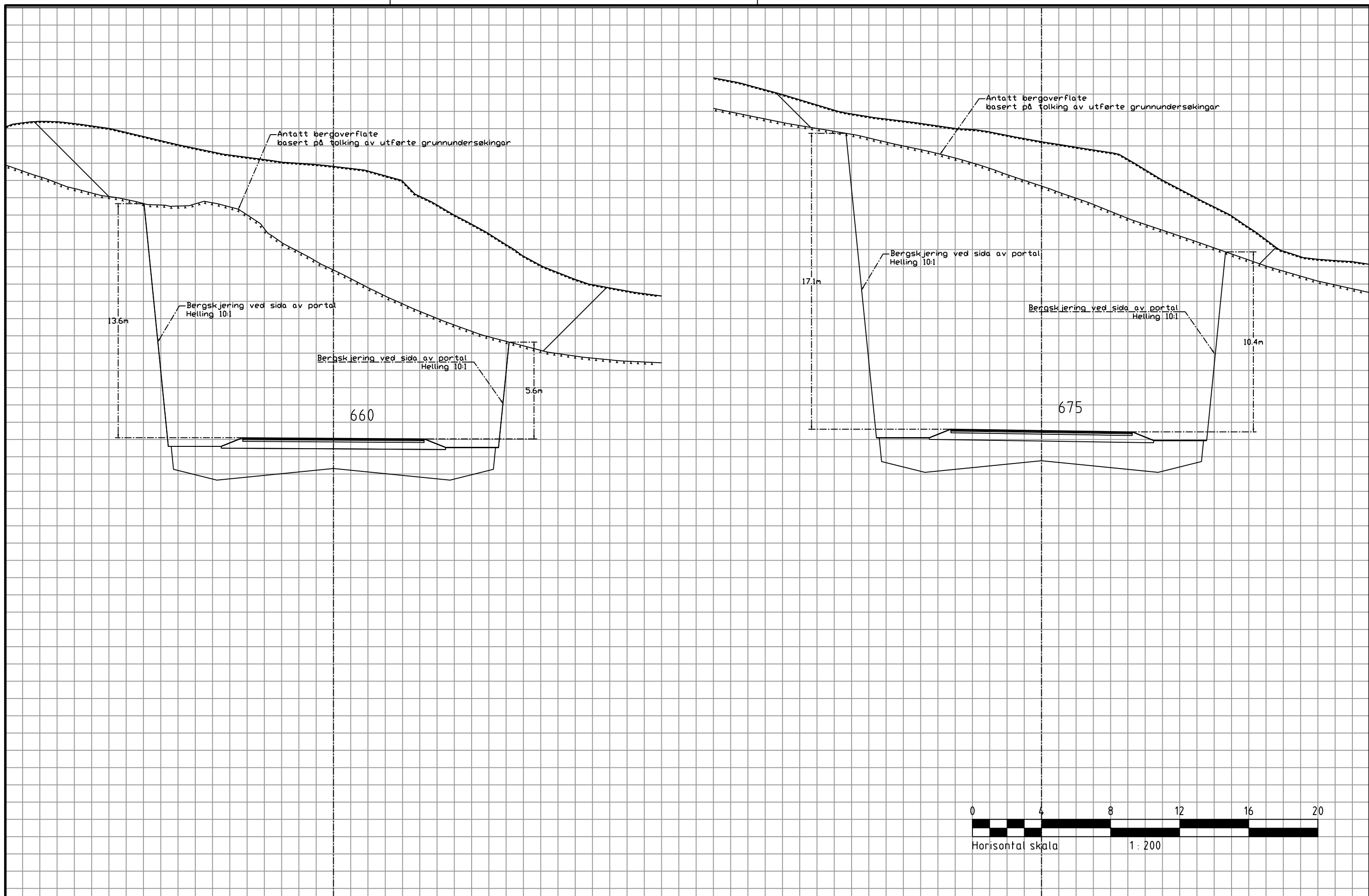
ARKIVREF.:
OPPDR. NR.:
621976-18

KOORDSYS.:
NTM 5
TEGN: AØ

HØYDEREF.:
NN2000
KONTR.: AHP
GODKJ.: JHA
REV. DATO: 30.04.21
MALESTOKK: 1:200

PROSJEKTFASE:
Reguleringsplan
FORMAT: A3

TEGN. NR.:
REV.:
T U -- 107 -
FAG TYPE ETG. LØPENR.



PROSJEKT:
Rv. 609 Heilevang
Profil 660 og 675

OPPDRAGSGIVER:
Vestland
fylkeskommune

TEGNING:
Tverrprofil grunnforhold
Forskjering vest

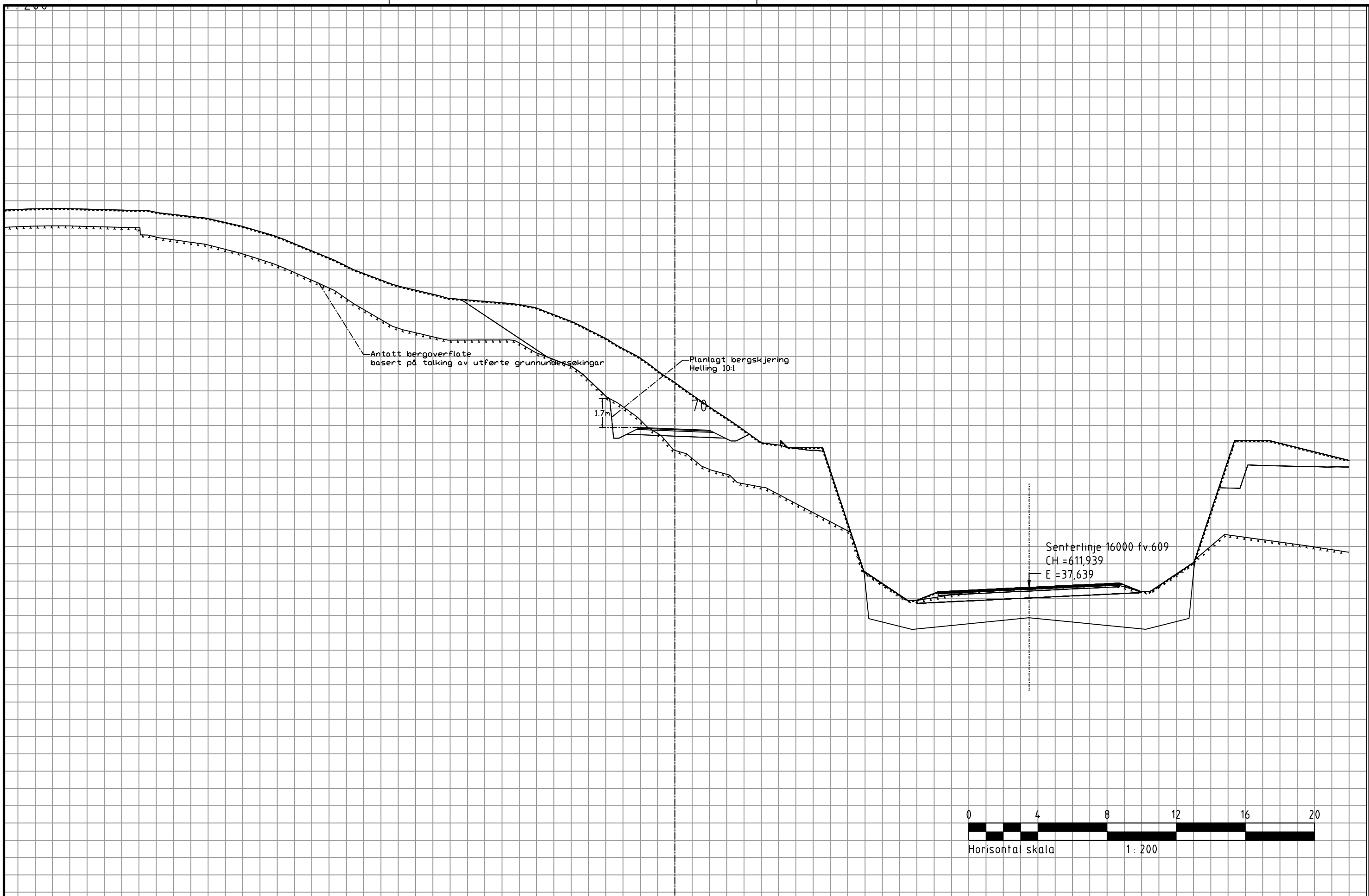
ARKIVREF.:
OPPDR. NR.:
621976-18

KOORDSYS.:
NTM 5
TEGN: KONTR.:
AØ AHP

HØYDEREF.:
NN2000
GODKJ.:
JHA

PROSJEKTFASE:
Reguleringsplan
REV. DATO: MÅLESTOKK: FORMAT:
30.04.21 1:200 A3

TEGN. NR.:
T U -- 108 -
REV.:
FAG TYPE ETG. LØPENR.



PROSJEKT:
Rv. 609 Heilevang
Profil 70

OPPDRAGSGIVER:
Vestland
fylkeskommune

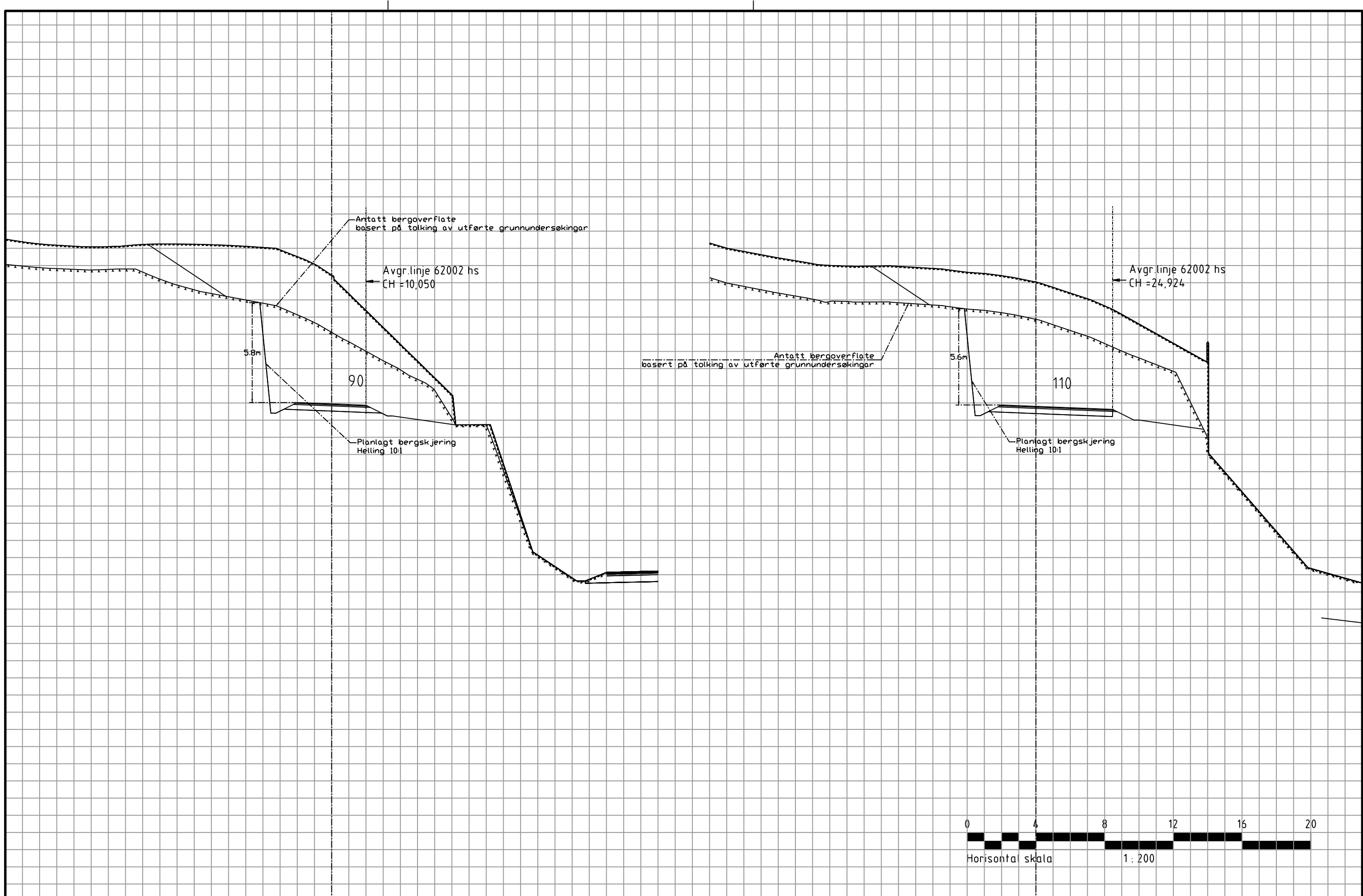
TEGNING:
Tverrprofil grunnforhold
Sideveg 62000

ARKIVREF.:
OPPDR. NR.:
621976-18

KOORDSYS.:
NTM 5
TEGN: KONTR.:
AØ AHP
HØYDEREF.:
NN2000
GODKJ.:
JHA
REV. DATO: 30.04.21
MALESTOKK: 1:200

PROSJEKTFASE:
Reguleringsplan
FORMAT:
A3

TEGN. NR.:
T U -- 109 -
REV.:
FAG TYPE ETG. LØPENR.



PROSJEKT:
Rv. 609 Heilevang
Profil 90 og 110

OPPDRAGSGIVER:
Vestland
fylkeskommune

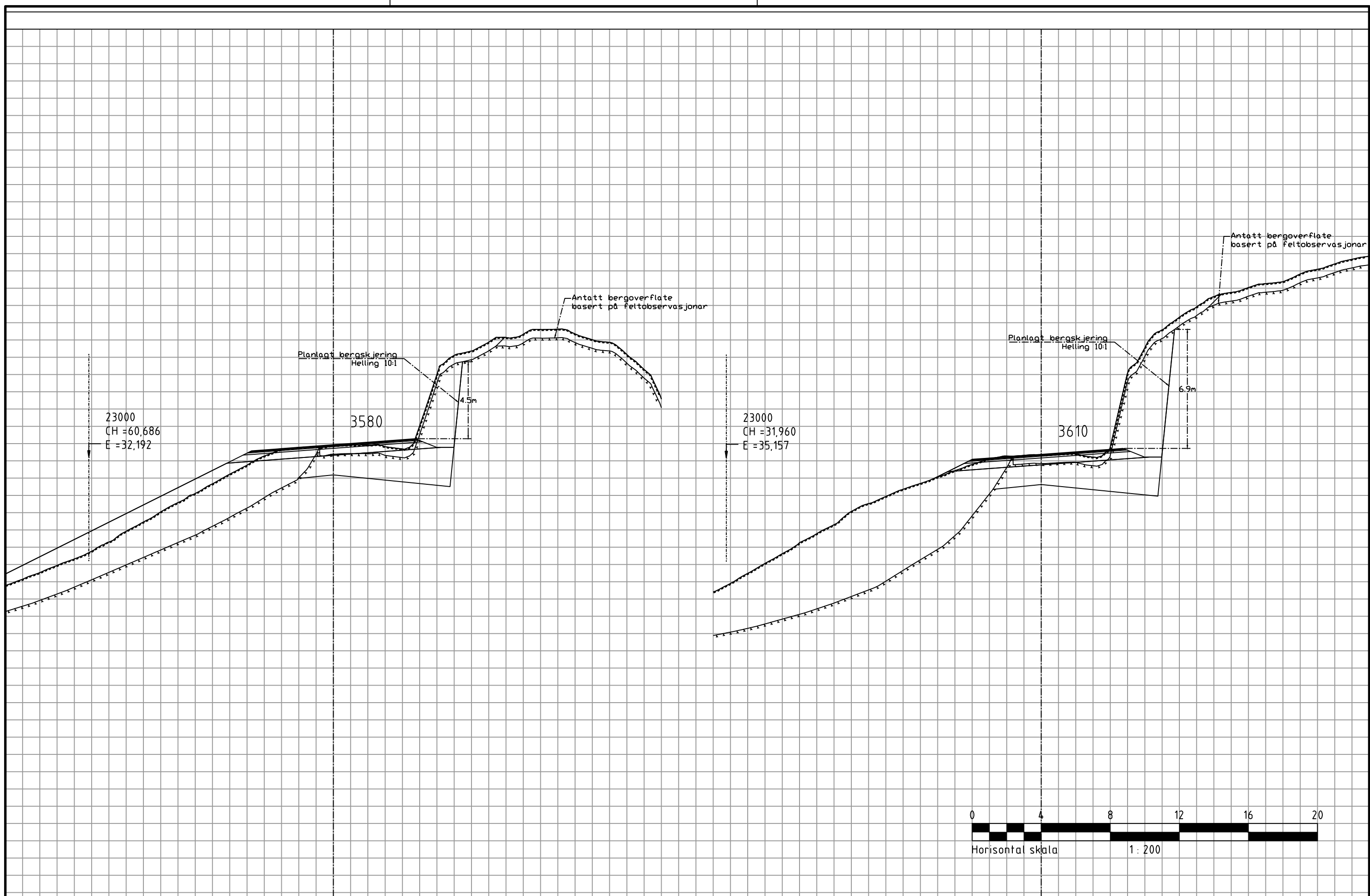
TEGNING:
Tverrprofil grunnforhold
Sideveg 62000

ARKIVREF.:
OPPDR. NR.:
621976-18

KOORDSYS.:
NTM 5
TEGN: AØ
KONTR.: AHP
HØYDEREF.:
NN2000
GODKJ.: JHA
REV. DATO: 30.04.21
MALESTOKK: 1:200

PROSJEKTFASE:
Reguleringsplan
FORMAT: A3

TEGN. NR.:
REV.:
T U -- 110 -
FAG TYPE ETG. LØPENR.



PROSJEKT:
Rv. 609 Heilevang
Profil 3580 og 3610

OPPDRAGSGIVER:
Vestland
fylkeskommune

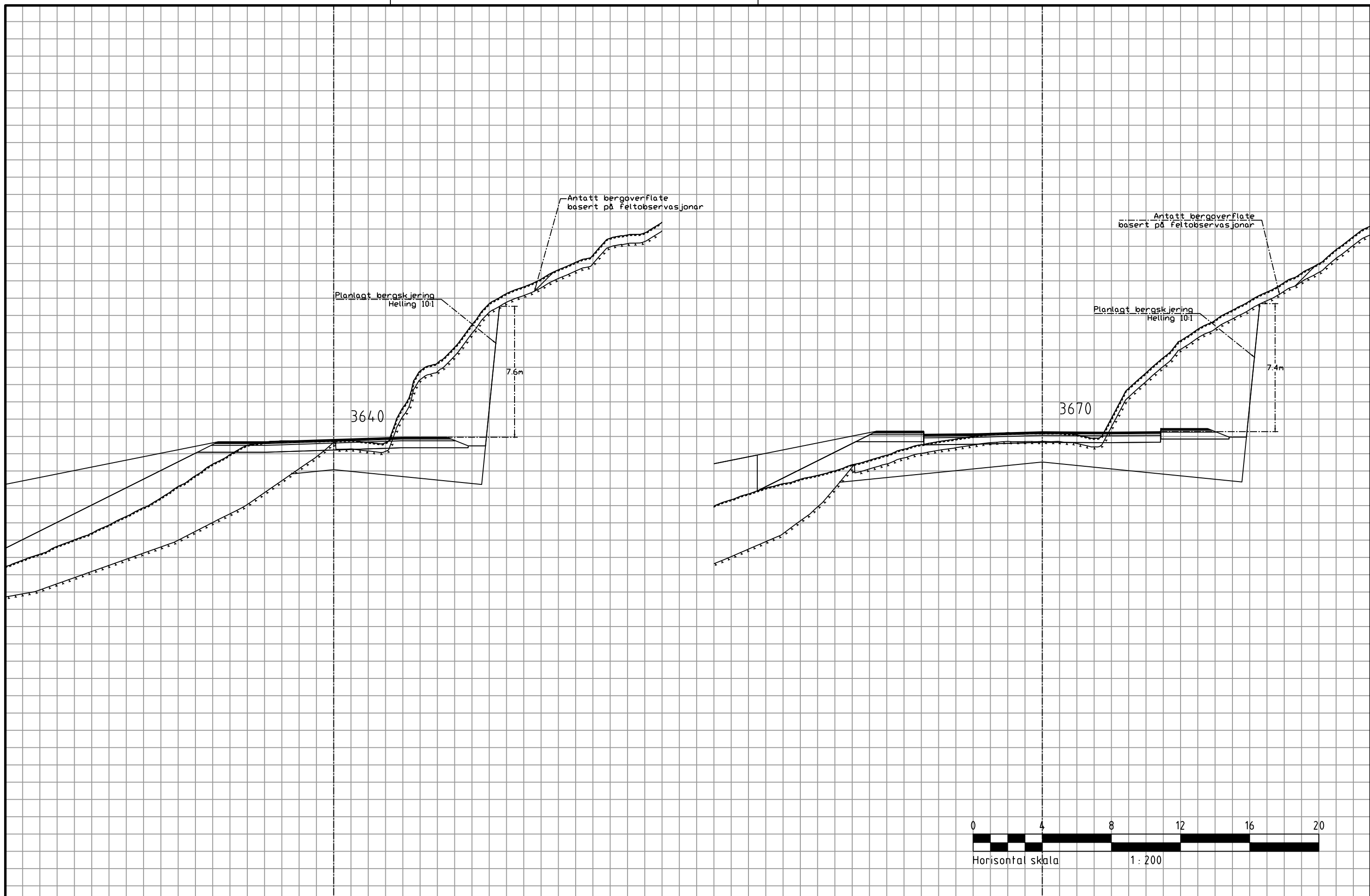
TEGNING:
Tverrprofil grunnforhold
Bergskjering aust

ARKIVREF.:
OPPDR. NR.:
621976-18

KOORDSYS.:
NTM 5
TEGN: KONTR.:
AØ AHP
HØYDEREF.:
NN2000
GODKJ.: REV. DATO: MÅLESTOKK:
JHA 30.04.21 1:200

PROSJEKTFASE:
Reguleringsplan
FORMAT:
A3

TEGN. NR.:
T U -- 111 -
REV.:
FAG TYPE ETG. LØPENR.



PROSJEKT:
Rv. 609 Heilevang
Profil 3640 og 3670

OPPDRAGSGIVER:
Vestland
fylkeskommune

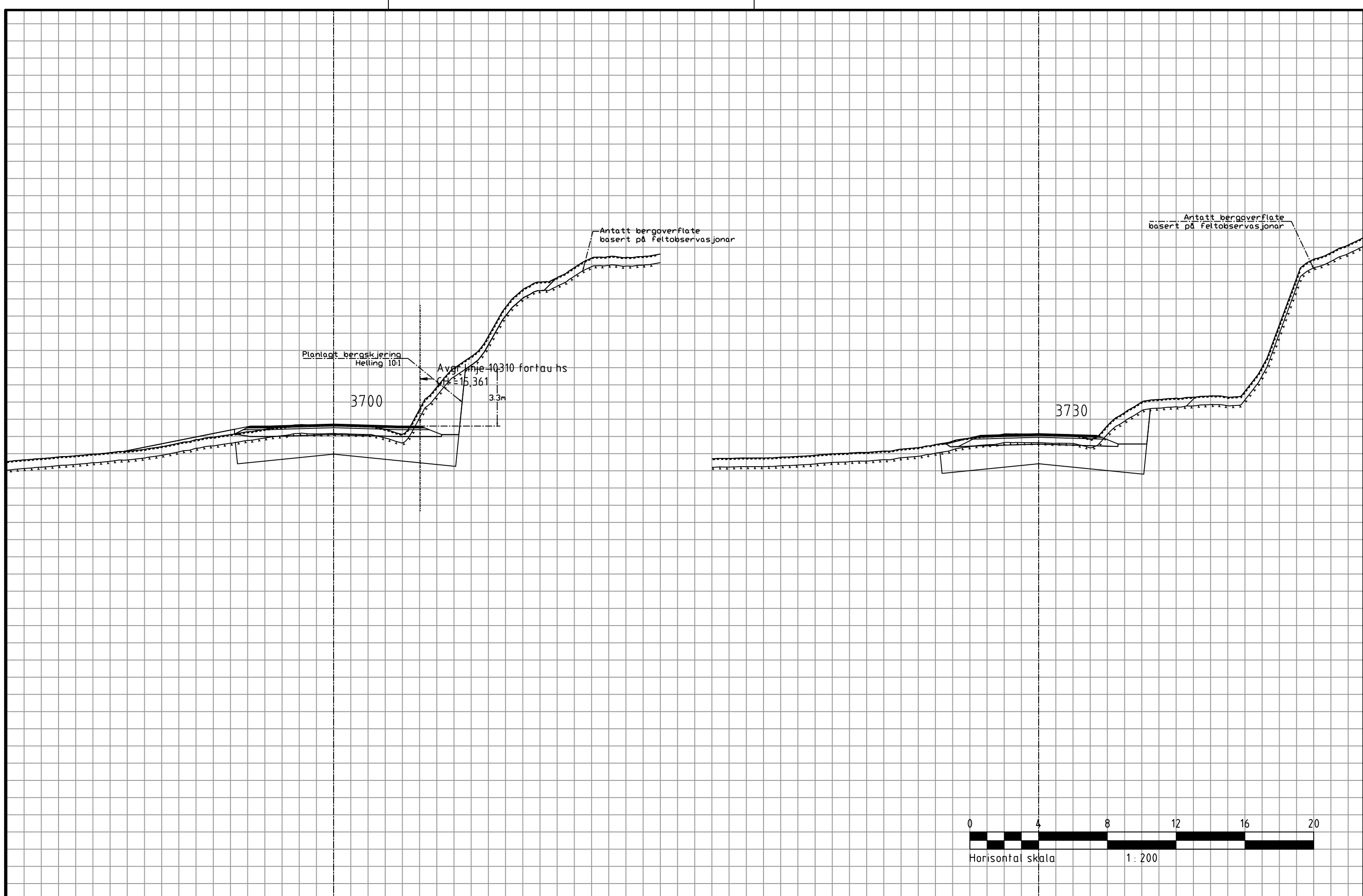
TEGNING:
Tverrprofil grunnforhold
Bergskjering aust

ARKIVREF.:
OPPDR. NR.:
621976-18

KOORDSYS.:
NTM 5
TEGN: AØ
KONTR.: AHP
HØYDEREF.:
NN2000
GODKJ.: JHA
REV. DATO: 30.04.21
MALESTOKK: 1:200

PROSJEKTFASE:
Reguleringsplan
FORMAT:
A3

TEGN. NR.:
T U -- 112 -
FAG TYPE ETG. LØPENR.



PROSJEKT:
Rv. 609 Heilevang
Profil 3700 og 3730

OPPDRAGSGIVER:
Vestland
fylkeskommune

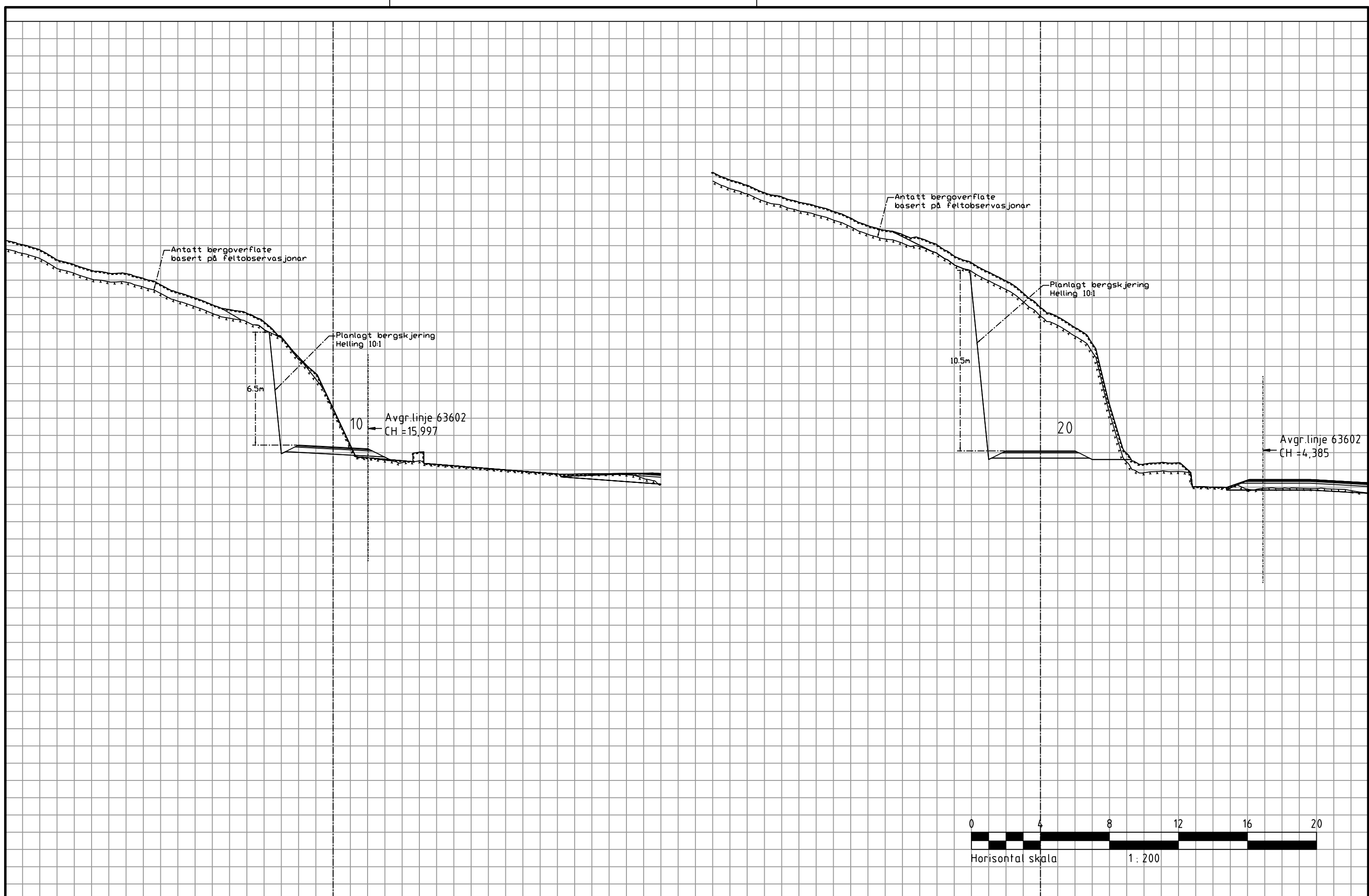
TEGNING:
Tverrprofil grunnforhold
Bergskjering aust

ARKIVREF.:
OPPDR. NR.:
621976-18

KOORDSYS.:
NTM 5
TEGN: KONTR.: GODKJ.: REV. DATO: MÅLESTOKK: FORMAT:
AØ AHP JHA 30.04.21 1:200 A3

PROSJEKTFASE:
Reguleringsplan
MALESTOKK: FORMAT:
A3

TEGN. NR.:
T U -- 113 -
FAG TYPE ETG. LØPENR.



PROSJEKT:
Rv. 609 Heilevang
Profil 10 og 20

OPPDRAGSGIVER:
Vestland
fylkeskommune

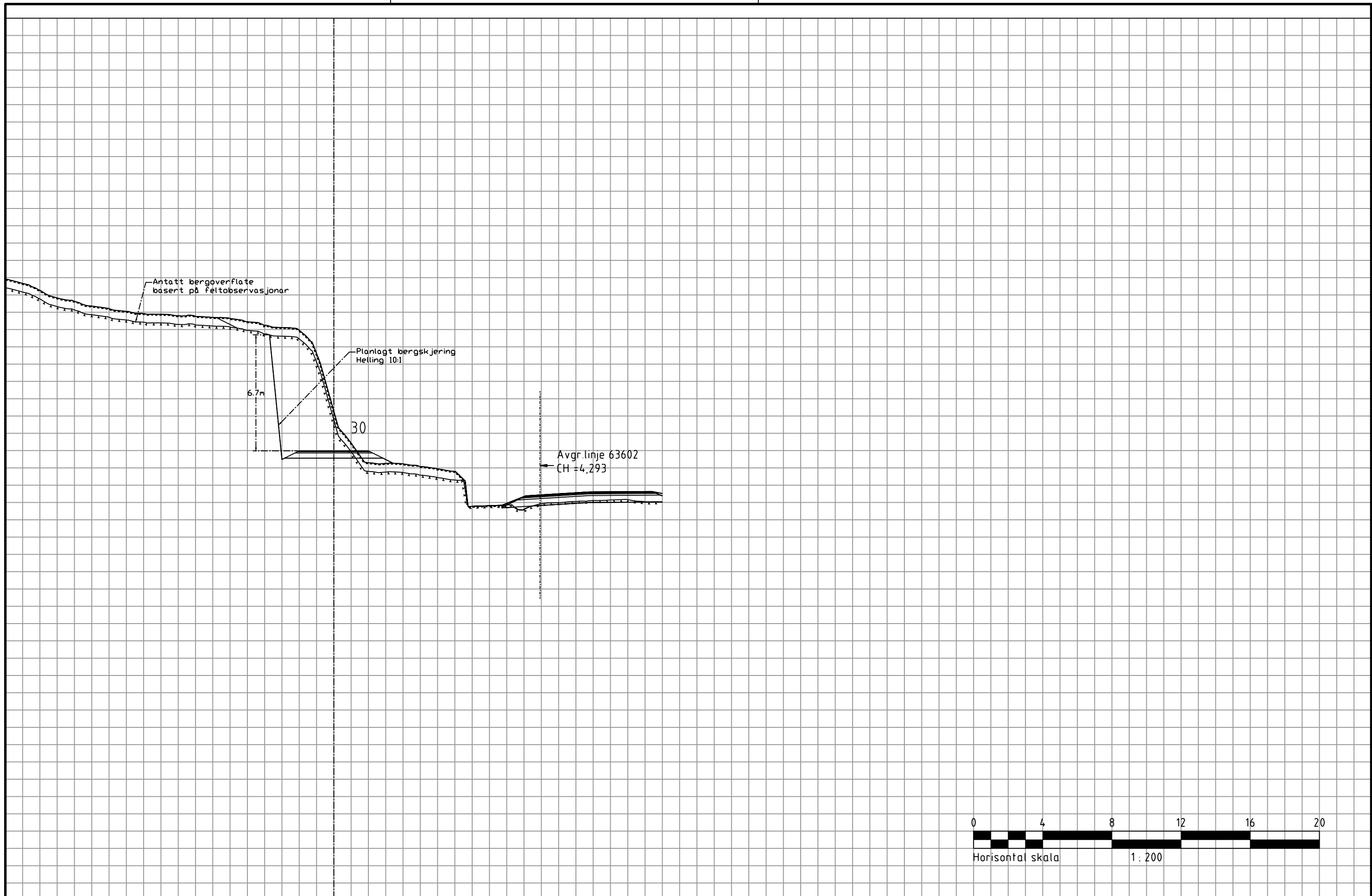
TEGNING:
Tverrprofil grunnforhold
Sideveg 63600

ARKIVREF.:
OPPDR. NR.:
621976-18

KOORDSYS.:
NTM 5
TEGN: AØ
KONTR.: AHP
GODKJ.: JHA
REV. DATO: 30.04.21
MALESTOKK: 1:200

PROSJEKTFASE:
Reguleringsplan
FORMAT: A3

TEGN. NR.:
T U -- 114 -
FAG TYPE ETG. LØPENR.



PROSJEKT:
Rv. 609 Heilevang
Profil 30

OPPDRAGSGIVER:
Vestland
fylkeskommune

TEGNING:
Tverrprofil grunnforhold
Sideveg 63600

ARKIVREF.:
OPPDR. NR.:
621976-18

KOORDSYS.:
NTM 5
TEGN: AØ

HØYDEREF.:
NN2000
KONTR.: AHP
GODKJ.: JHA
REV. DATO: 30.04.21

PROSJEKTFASE:
Reguleringsplan
MALESTOKK: 1:200
FORMAT: A3

TEGN. NR.:
REV.:
T U -- 115 -
FAG TYPE ETG. LØPENR.