E6 Ranheim – Værnes

Ingeniørgeologisk rapport for reguleringsplan – Dagsone Ranheim-Væretunnelen

E6RV-MUL-GE-RPT-TBAXX-0001

Revision record			
Revision	**Status**	**Date**	**Reason for Issue**
00	Delivered	12.03.2019	First delivery
01	IFR	01.07.2019	Edited citations

	Multiconsult			acciona Construcción	
	Produced by:	**Checked by:**	**Approved by:**	**Checked by:**	**Approved by:**
Name:	Audun Andersen	Kjetil Moen	Brynjar Sandvik		
Position:	Disiplinleder, ingeniørgeologi	Seniorrådgiver	Project manager		
Signature:	AUA	KM	BS		

INNHOLDSFORTEGNELSE

1 INNLEDNING 5
1.1 BAKGRUNN OG FORUTSETNINGER 6
1.2 GRUNNUNDERSØKELSER OG GRUNNLAGSMATERIALE 6
1.2.1 UTFØRTE UNDERSØKELSER 6
1.2.2 LINJEFØRING OG BERGSKJÆRINGER 7
2 GEOLOGI 9
2.1 BERGFORHOLD 9
2.2 LØSMASSER 10
3 BEFARINGSOBSERVASJONER 10
3.1 VÆRE BERGSKJÆRING (PROFILNUMMER CA. 1920-2390) 12
4 INGENIØRGEOLOGISKE VURDERINGER 16
4.1 STABILITET I BERGSKJÆRINGENE 16
4.2 UTFORMING AV BERGSKJÆRINGENE 17
4.3 VANN 19
4.3.1 OVERFLATEVANN I BERGSKJÆRINGER 19
4.3.2 GRUNNVANN 19
4.3.3 BRØNNER 19
4.4 LØSMASSER OVER BERGSKJÆRINGER 19
4.5 SPRENGNING, BORING OG VIBRASJONER 19
4.5.1 SPRENGNINGSOPPLEGG 19
4.5.2 BORBARHET, SPRENGBARHET OG BORSLITASJE 20
4.5.3 VIBRASJONSKRAV 20
4.5.4 TILTAK 21
4.5.5 LUFTTRYKKSTØT MOT BYGGVERK 21
4.6 BERGSIKRING 22
4.6.1 SIKRINGSMIDLER 22
4.6.2 SIKRINGSMENGDER 23
4.7 KVALITET OG ANVENDELSE AV STEINMATERIALET 24
4.8 GEOTEKNISK KATEGORI 25
4.9 KRAV TIL PROSJEKTERING 26
4.10 OPPFØLGING I BYGGEFASE 26
4.10.1 INGENIØRGEOLOGISK KOMPETANSE 26
4.10.2 DOKUMENTASJON 27
4.10.3 VIBRASJONER FRA SPRENGNING – KVIKKLEIRE 27

4.10.4 VIBRASJONER FRA SPRENGNING – BYGNINGER OG INFRASTRUKTUR 27
4.10.5 SIKKERHET, HELSE OG ARBEIDSMILJØ (SHA) 27
5 SKRED OG STEINSPRANGRISIKO 28
5.1 FORUTSETNINGER 28
5.2 BEFARINGSOBSERVASJONER, GRUNNUNDERSØKELSER OG HISTORIKK 28
5.2.1 STEINSPRANG 29
5.2.2 SNØSKRED 29
5.2.3 JORD- OG FLOMSKRED 29
5.3 RISIKOVURDERING – SKRED OG STEINSPRANG 29
5.3.1 TILTAK 30
5.3.2 SANNSYNLIGHET PER ENHETSSTREKNING 31
6 VIDERE UNDERSØKELSER 31
7 REFERANSER 32

VEDLEGG

1. V-tegninger: Ingeniørgeologisk kart
2. F-tegning: Normalprofil
3. Utvalgte tverrprofiler

Sammendrag

Foreliggende ingeniørgeologiske rapport for reguleringsplan omhandler bergskjæringer i Trondheim på strekningen mellom Ranheim og Væretunnelen. Unntatt fra dette er forskjæringer til Væretunnelen. Disse er behandlet i ingeniørgeologisk rapport for Væretunnelen [1]. I tillegg inneholder rapporten vurdering av risiko for skred og steinsprang.

Langs høyre side av E6 skal det etableres bergskjæring over en strekning på ca. 500 m, hvorav ca. 350 m blir tosidig. Største prosjekterte skjæringshøyde er ca. 30 m langs høyre side og ca. 6 m langs venstre side.

Observert berg er i hovedsak uforvitret og lite til moderat oppsprukket, men det er observert soner med sterk oppsprekking, og/eller moderat forvitring. Identifiserte bergarter er gråvakke og metasandstein eller fyllitt. Bergartene opptrer i veksling med hverandre, og overgangen mellom dem er vanskelig å identifisere. Bergartene ble ved enkle felttester vurdert som sterke eller meget sterke.

Prosjekterte skjæringsvinkler er henholdsvis vertikal og 1:2 (slak helning). Der prosjektert skjæringshøyde overstiger 15 m og skjæringsvinkel er vertikal skal det etableres en 9 m bred fjellhylle. Dette er tilfellet for høyre side over en strekning på nesten 300 m. Langs venstre side av E6, hvor bergskjæring skal utformes med slak helning, skal det ikke etableres fjellhylle.

For alle bergskjæringer gjelder likevel det at endelig avgjørelse med tanke på veggvinkel, hyllebredde og pallhøyde baseres på ingeniørgeologiske vurderinger etter at berget er avdekket og før boring for sprengning starter. Pallhøyde og hyllebredde kan derfor bli både mindre og større enn skissert ovenfor.

Utsprengt bergskjæring skal lastes ut og kartlegges etter hver salve. Denne kartleggingen skal utføres av ingeniørgeolog, og rekkefølge på berguttak, salvestørrelse, behov for fortløpende bergsikring, etc. bestemmes i samråd med ingeniørgeologen.

Bergskjæringene forutsettes sikret med bergsikringsbolter, både i form av spredt og systematisk bolting. I tillegg forventes behov for is-/steinsprangnett i enkelte partier. Der det forventes utfordringer knyttet til bevaring av kontur skal det monteres fordyblingsbolter (subvertikale forbolter).

Det er påvist flere forekomster av kvikkleire/sprøbruddmateriale langs prosjektert trasé. Disse er nærmere omtalt i geotekniske rapporter.

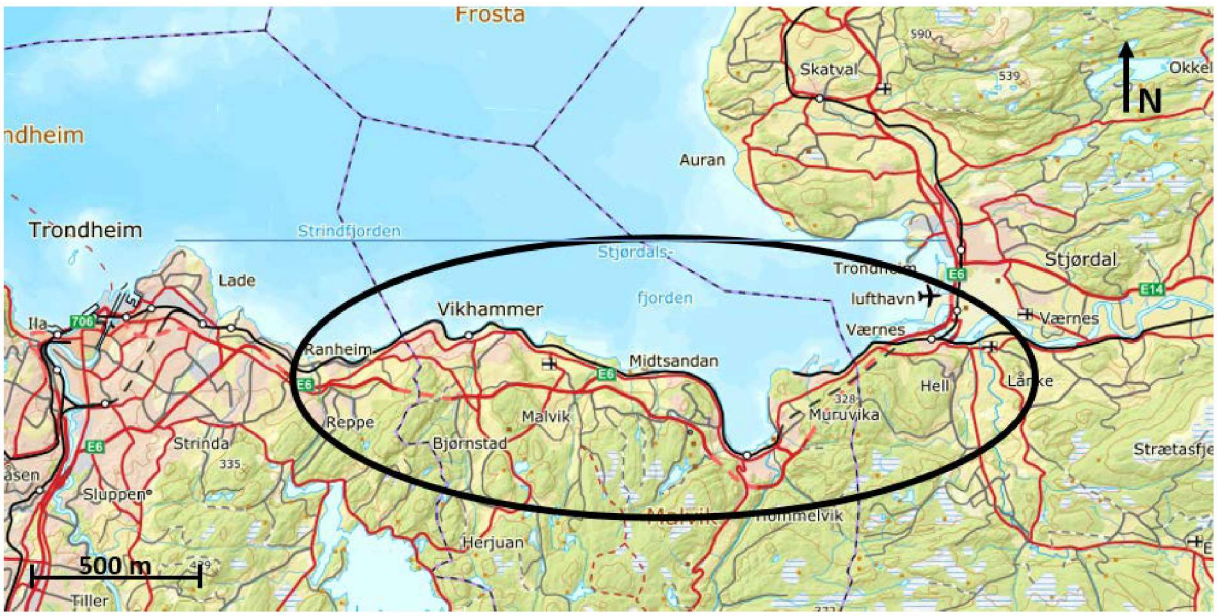
Geoteknisk kategori fremkommer som en funksjon av pålitelighetsklasse og vanskelighetsgrad. Der den vertikale bergskjæringen overstiger 10 m høyde vurderes vanskelighetsgraden å være høy. Vanskelighetsgraden ved øvrige lokaliteter vurderes å være middels. Med bakgrunn i dette vurderes bergskjæringene på strekningen å klassifisere i geoteknisk kategori 3 der høyde overstiger 10 m. Bergskjæringer med høyde lavere enn 10 m klassifiserer i kategori 2.

Sannsynligheten for steinsprang, snøskred, jord- og flomskred med konsekvens for vegbane langs strekningen vurderes som liten, og er innenfor risikoakseptkriteriene definert av Statens vegvesen.

For geotekniske vurderinger henvises det til E6RV-MUL-GT-RPT-TBAXX-0001.

1 INNLEDNING

På E6 mellom Ranheim og Værnes i Trondheim, Malvik og Stjørdal kommune i Trøndelag er det i dag to-, tre- og firefeltsveg, og fartsgrensen varierer mellom 80- og 90-sone. Med Nye Veier som byggherre skal den 23 km lange strekningen utvides til firefeltsveg og hastigheten økes til 110 km/t. Kontraktsformen er totalentreprise, og det spanske entreprenørkonsernet ACCIONA Construction er tildelt kontrakten sammen med sine norske underleverandører Multiconsult Norge AS og Leonhard Nilsen & Sønner AS. Oppdraget omfatter prosjektering og bygging langs dagens E6-trasé. Inkludert i dette er tre tunneler som skal drives parallelt med de eksisterende tunnelene på strekningen. I prosjektet inngår også åtte bruer og tre toplanskryss. Størrelsen på kontrakten er ca. NOK. 4,3 mrd. ekskl. mva. og vedlikehold. Byggestart er foreløpig planlagt til ultimo 2019, og ferdigstillelse til 2024/2025 [2].



Figur 1 [3]. Topografisk oversiktskart. Hele planstrekningen mellom Ranheim og Værnes ligger innenfor den svarte ellipsen.

Det er tidligere (i 2015) utarbeidet en reguleringsplan for utvidelse av E6 på denne strekningen, den gangen med Statens vegvesen som oppdragsgiver. Planen tok utgangspunkt i firefelts veg og 90-sone. Etter at Nye Veier overtok prosjektet har hastigheten blitt oppjustert til 100 km/t fra Ranheim til Væretunnelen og til 110 km/t fra og med Væretunnelen og til Hellstranda. Dette medfører endringer i linjeføringen som følge av blant annet krav om større horisontal- og vertikalradius i linjeføringen, bredere veibane og økt stoppsikt.

For faget ingeniørgeologi innebærer endringen i linjeføring følgende (listen er ikke uttømmende):

- Økt høyde og lengde for enkelte bergskjæringer
- Endring i antall nye bergskjæringer
- Endret linjeføring i prosjekterte tunneler
- Økt behov for strossing i eksisterende tunneler
- Behov for ny vurdering av skredrisiko for enkelte partier

Som et resultat av dette må det utarbeides nye ingeniørgeologiske rapporter for reguleringsplan, se Tabell 1.

1.1 Bakgrunn og forutsetninger

Det skal i forbindelse med reguleringsplanen utarbeides totalt seks ingeniørgeologiske rapporter. Disse er listet opp i Tabell 1.

Tabell 1. Oversikt over ingeniørgeologiske rapporter til reguleringsplan. Foreliggende rapport er markert med fet skrift.

Strekning	Kommune	Rapport nr.
Dagsone Ranheim-Væretunnelen	**Trondheim**	**E6RV-MUL-GE-RPT-TBAXX-0001**
Væretunnelen	Malvik	E6RV-MUL-GE-RPT-TBAXX-0002
Dagsone Væretunnelen-Stavsjøfjelltunnelen	Malvik	E6RV-MUL-GE-RPT-TBAXX-0003
Stavsjøfjelltunnelen	Malvik	E6RV-MUL-GE-RPT-TBAXX-0004
Dagsone Stavsjøfjelltunnelen-Værnes	Malvik	E6RV-MUL-GE-RPT-TBAXX-0005
Helltunnelen	Stjørdal	E6RV-MUL-GE-RPT-TBAXX-0006

Foreliggende rapport er ingeniørgeologisk rapport for dagsonen langs E6 i Trondheim kommune, og omhandler bergskjæringer mellom Ranheim og Væretunnelen. Unntatt fra dette er forskjæringer til Væretunnelen. Disse er behandlet i ingeniørgeologisk rapport for Væretunnelen [1]. I tillegg inneholder rapporten vurderinger av risiko for skred og steinsprang på strekningen.

Rapporten inneholder ikke geotekniske vurderinger. For geotekniske vurderinger henvises det til geotekniske rapporter for reguleringsplan [4] [5].

Beregnet ÅDT for år 2040 er 28 400 [6] Vegbredde for veg i dagen skal være 23 m inkludert vegskulder, hastighet 100 km/t og vegstandard H9. Se F-tegning i vedlegg 2.

1.2 Grunnundersøkelser og grunnlagsmateriale

Grunnlaget for utarbeidelsen av denne rapporten er ingeniørgeologiske undersøkelser ved de aktuelle lokalitetene, samt bakgrunnsmaterialet listet opp nedenfor (listen er ikke uttømmende).

- Løsmassekart fra NGU, målestokk 1:50 000
- Berggrunnskart fra NGU, målestokk 1:50 000
- Topografiske kart
- Ortofoto
- Aktsomhetskart fra NVE
- Plantegninger og tverrprofiler
- Ingeniørgeologiske rapporter for tidligere reguleringsplan
- Rapporter fra driving av den eksisterende Væretunnelen
- Geotekniske rapporter for reguleringsplan

1.2.1 Utførte undersøkelser

I forbindelse med utarbeidelse av foreliggende rapport har ingeniørgeologene Solveig Vassenden, Audun Andersen, Peder Eide Helgason og Magnus André Sørensen foretatt feltundersøkelser langs den planlagte traséen. Feltundersøkelsene er utført i flere omganger i oktober og november 2018 og består av ingeniørgeologisk kartlegging i og

nær prosjektert linje. I tillegg er det, der dette er relevant gjort befaringer i sideterreng, for vurdering av risiko for skred og steinsprang.

Multiconsult har også foretatt geotekniske grunnundersøkelser. For detaljer knyttet til disse henvises det til geotekniske rapporter [4] [5] .

Det er ikke vurdert å være behov for kjerneboring eller geofysiske undersøkelser i forbindelse med arbeid knyttet til bergskjæringer mellom Ranheim og Væretunnelen.

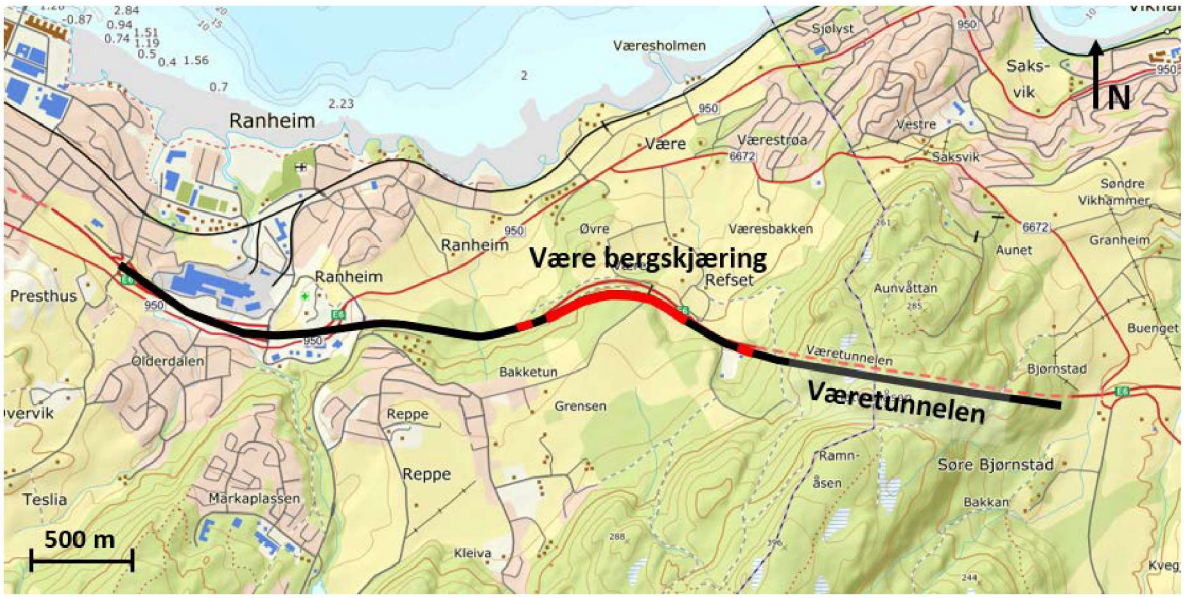
1.2.2 Linjeføring og bergskjæringer

I denne rapporten er alle referanser til høyre og venstre side er oppgitt som sett mot stigende profilnummer.

I Trondheim kommune, på strekningen mellom Ranheim og Væretunnelen, vil trasé for prosjektert E6 delvis være sammenfallende med traséen til eksisterende E6. Det skal etableres en tosidig bergskjæring ved Være, i tillegg til forskjæring for nytt løp i Væretunnelen. Disse er angitt på kart i Figur 2 og foto i Figur 3. I denne rapporten er det kun bergskjæringen ved Være som er beskrevet. For beskrivelse av forskjæringen henvises det til ingeniørgeologisk rapport for Væretunnelen [1].

Traseen passerer bolig- og industriområder i vest og dyrket mark og skog i øst, mens den i øst går gjennom områder med dyrket mark og skog. På venstre side av traseen faller terrenget slakt mot Trondheimsfjorden, mens det på høyre side stiger mellom 5° og 35° før det flater ut.

Langs E6 skal grøfter etableres med som fanggrøft, i henhold til beskrivelse i håndbok N200 [7]. Grøftebredde fra ytterkant grøftebunn til vegkant er rundt 4,4 m, og horisontal avstand mellom vegkant og fot av bergskjæring er i omkring 7,5 m. Se F-tegning i vedlegg 2.



Figur 2 [2]. Oversiktskart som viser de to lokalitetene hvor det vil bli bergarbeider i dagen (angitt med rød farge) i Trondheim kommune. Linjeføringen og profilnummerangivelsene i figuren er omtrentlige.

Bergskjæringene

Det skal etableres bergskjæringer mellom profilnummer ca. 1790 og 2390. Se Tabell 2.

Tabell 2. Prosjekterte bergskjæringer, planlagt utforming og omtrentlig angivelse av plassering og høyde.

Side	Profilnummer				
	Frå (ca.)	Til (ca.)	Høyde	Utforming	Hylle
Høyre	1790	1830	0-6 m	Vertikal	Nei
	1920	1960	1-15 m	Vertikal	Nei
	1960	2250	15-30 m	Vertikal	Ja
	2250	2390	0-15 m	Vertikal	Nei
Venstre	2000	2350	0-6 m	1:2	Nei

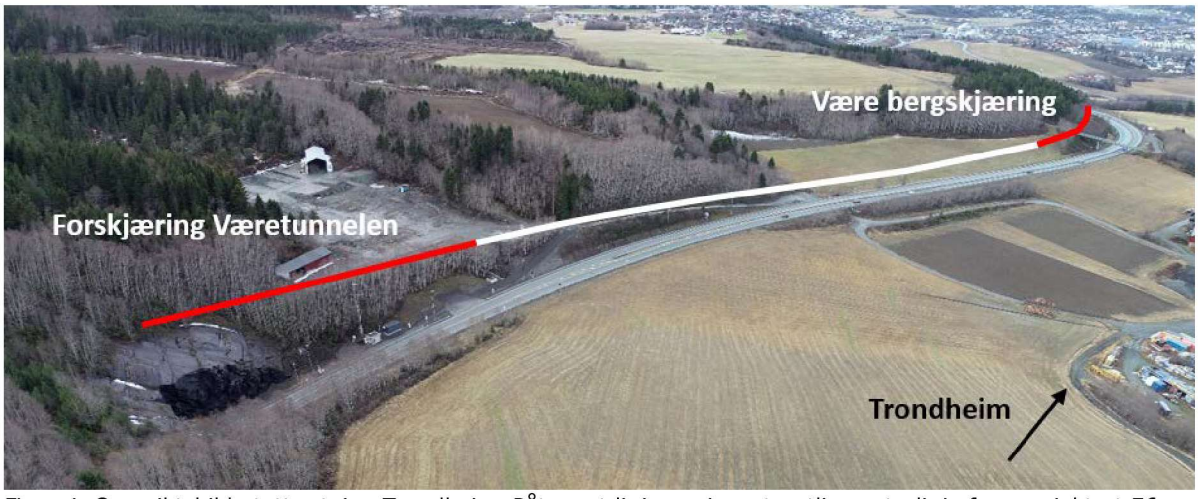
På intervallet fra ca. 1790-1830 skal det etableres enn inntil ca. 6 m høy bergskjæring på høyre side av prosjektert E6.

Fra profilnummer ca. 1920 til 2390 er det sammenhengende bergskjæring, og fra ca. 2000 til 2350 blir skjæringen tosidig. For resten av intervallet er det bergskjæring kun på høyre side. Her vil skjæringshøyden overstige 20 m over to intervaller på til sammen ca. 120 m, og største prosjekterte høyde blir omkring 30 m. På venstre side blir største skjæringshøyde ca. 9 m.

Skjæringen skal etableres i en høyrekurve, og vil få orientering på mellom ca. 70° og 110° øst for nord. Se foto i Figur 3 og Figur 4.

Terrenget ovenfor prosjekterte bergskjæringer på høyre side er flatt eller stiger inntil ca. 20°. På venstre side faller terrenget mot eksisterende E6 og Trondheimsfjorden.

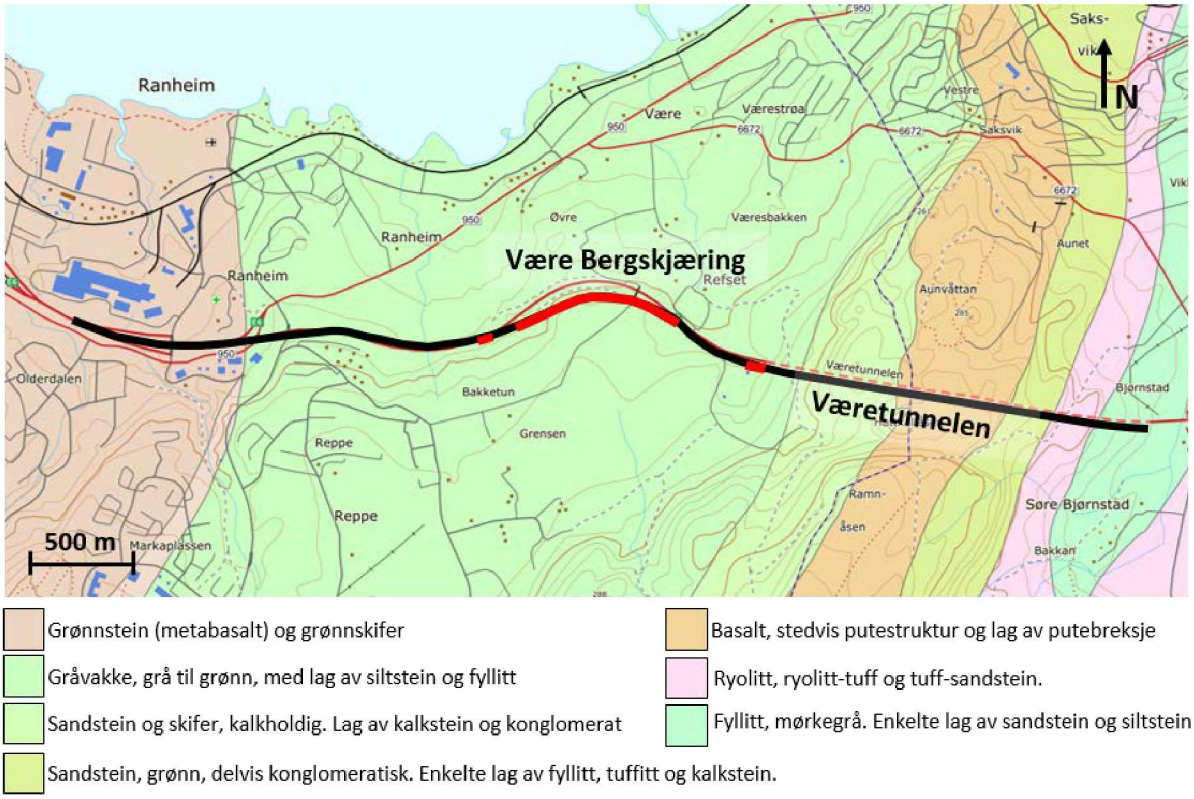
Figur 3. Rød linje angir omtrentlig senterlinje for prosjektert E6. Tall angir omtrentlig profilnummerering.



Figur 4. Oversiktsbilde tatt retning Trondheim. Påtegnet linje angir omtrentlig senterlinje for prosjektert E6 nordgående kjørefelt. Rød farge indikerer bergskjæring. For nærmere beskrivelse av forskjæring henvises det til ingeniørgeologisk rapport for Væretunnelen [1].

2 GEOLOGI

2.1 Bergforhold



Grønnstein (metabasalt) og grønnskifer
Gråvakke, grå til grønn, med lag av siltstein og fyllitt
Sandstein og skifer, kalkholdig. Lag av kalkstein og konglomerat
Sandstein, grønn, delvis konglomeratisk. Enkelte lag av fyllitt, tuffitt og kalkstein.
Basalt, stedvis putestruktur og lag av putebreksje
Ryolitt, ryolitt-tuff og tuff-sandstein.
Fyllitt, mørkegrå. Enkelte lag av sandstein og siltstein

Figur 5 [8]. Berggrunnskart fra NGU med omtrentlig plassering av linjen. Strekningene hvor det skal etableres bergskjæringer er markert med rødt.

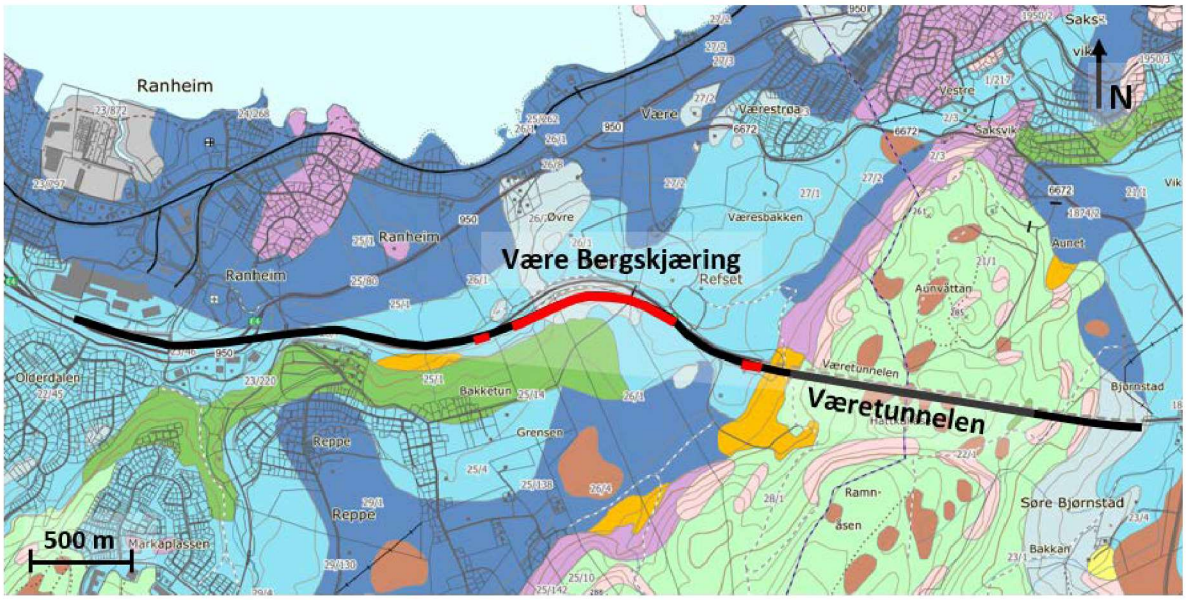
Bergartene i området er fra ordovicisk tid, framskjøvet under den kaledonske fjellkjededannelse for ca. 400 millioner år siden [9]. Ifølge berggrunnskart i målestokk 1:50 000 fra NGU [8] består berget i hovedsak av omvandlede sedimentære bergarter,

med unntak av lengst vest og lengst øst, hvor det også er rapportert om henholdsvis grønnstein, basalt og rhyolitt. Se Figur 5.

2.2 Løsmasser

Hele planområdet er under marin grense, og løsmassene på strekningen består ifølge NGU [10] i hovedsak av marint avsatte sedimenter, gjerne med stor mektighet (Figur 6), og er nærmere beskrevet i geoteknisk rapport [5].

Det er påvist forekomst av kvikkleire/sprøbruddmateriale i og nord for prosjektert vegbane mellom profilnummer ca. 650 og 1950, nærmere omtalt i geotekniske rapporter [4] [5], og indikert på ingeniørgeologisk kart i vedlegg 1.



Hav- og fjordavsetning, sammenhengende, ofte stor mektighet
Hav- og fjord- og strandavsetning, usammenhengende eller tynt
Marin strandavsetning, sammenhengende dekke
Forvitringsmateriale, usammenhengende eller tynt dekke
Bart fjell
Morenemateriale, usammenhengende eller tynt dekke
Randmorene/randmorenebelte
Breelvavsetning
Torv og myr (Organisk materiale)

Figur 6 [10]. Løsmassekart fra NGU med omtrentlig plassering av linjen. Strekningene hvor det skal etableres bergskjæringer er markert med rødt.

3 BEFARINGSOBSERVASJONER

Det har blitt gjennomført flere ingeniørgeologiske befaringer i området langs prosjektert trasé for E6. Befaringene er utført av ingeniørgeologene Solveig Vassenden, Audun Andersen, Peder Helgason og Magnus Andre Sørensen, med det formål å kartlegge bergforhold og å vurdere skredrisiko. Siste befaring fant sted i november 2018.

Fra profilnummer ca. 1940-2350 går det i dag en driftsveg. Langs store deler av denne er det bergskjæring, se Figur 7, og blotingsgraden her er således god, men i terrenget for øvrig er det få bergblotninger. Under befaringene er det utført en rekke innmålinger av strøk og fall på strukturer.

Ved prosjektert bergskjæring mellom profil ca. 1790-1840 er det ikke observert bergblotninger.

Ved beskrivelse av oppsprekkingsgrad i tekst benyttes inndeling i kategorier etter RQD verdi, som vist i Tabell 3.

Tabell 3. Klassifisering av oppsprekkingsgrad etter RQD verdi

Beskrivelse	RQD
Meget sterkt oppsprukket	0-25
Sterkt oppsprukket	25-50
Moderat oppsprukket	50-75
Lite oppsprukket	75-90
Meget lite oppsprukket	90-100

Med unntak av i enkelte soner ved lokalitet 1 er det ikke observert forvitring ut over overflateforvitring. Alle de observerte bergartene ble ved hjelp av enkle tester i felt anslått å være sterke til meget sterke. For feltestimering av bergartenes enaksielle trykkfasthet og for klassifisering av forvitringsgrad benyttes NS-EN 120 14689-1, identifisering og klassifisering av berg, del 1, med klassifisering som vist i Tabell 2 og Tabell 3.

Tabell 4. Klassifisering av enaksiell trykkstyrke fra feltestimering

Beskrivelse	MPa
Ekstremt svak	<1
Meget svak	1-5
Svak	5-25
Moderat sterk	25-50
Sterk	50-100
Meget sterk	100-250
Ekstremt sterk	>250

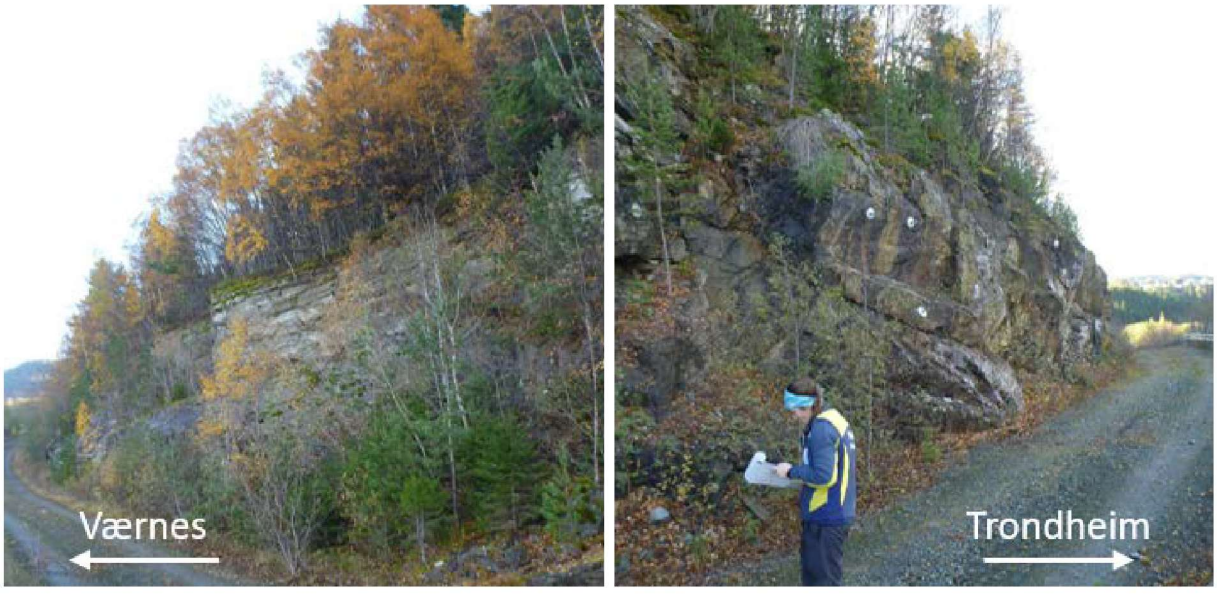
Tabell 5. Klassifisering av forvitringsgrad i henhold til NS-EN 120 14689-1.

Forvitringsgrad	Beskrivelse
Frisk/uforvitret	Ingen synlige tegn på forvitring av bergmaterialet. Muligens svak misfarging på større sprekkeflater
Noe forvitret	Misfarging indikerer forvitring av bergmaterialet og sprekkeflater. Alt bergmaterialet kan være misfarget av forvitring, samt være noe svakere utvendig enn i frisk tilstand,
Moderat forvitret	Mindre enn halvparten av bergmaterialet er omvandlet eller desintegrert. Friskt eller misfarget bergmateriale er tilstede, enten som et sammenhengende rammeverk eller som kjernesteiner
Sterkt forvitret	Mer enn halvparten av bergmaterialet er omvandlet eller desintegrert. Frisk eller misfarget bergart er tilstede, enten som et usammenhengende rammeverk eller som kjernesteiner.
Fullstendig forvitret	Alt bergmaterialet er omvandlet eller desintegrert. Den originale strukturen er for det meste fremdeles intakt.
Jord	Alt bergmaterialet er omdannet til jord. Massestrukturen og materialets tekstur er ødelagt. Det er stor volumendring, men jorden er ikke blitt vesentlig transportert.

For øvrig henvises det til ingeniørgeologisk kart i vedlegg 1.

3.1 Være bergskjæring (profilnummer ca. 1920-2390)

Rett på oversiden av eksisterende E6 går det i dag en driftsveg parallelt prosjektert veg. Langs driftsvegen er det en bergskjæring med høyde inntil ca. 8 m. Bergskjæringen er for det meste usikret, men enkelte bergbolter ble observert. Se Figur 8



Figur 7. Beskjæring langs driftsveg parallelt E6. Driftsvegen er også synlig i Figur 4.

Bergarter

Alle observerte bergarter er i felt vurdert å være metasedimentære. Observasjonene er i overenstemmelse med kart fra NGU [8].

Det er observert to ulike bergartstyper. Den ene er fin- til middelskornet, blågrå i friskt brudd og meget sterk. Den er sulfidførende, og bruser ikke i HCl. I felt ble bergarten klassifisert som metasandstein eller gråvakke. Se Figur 8 C og D.

Den andre bergarten er finkornet, grå til grågrønn med brun forvitringsfarge, til dels skifrig og sterk til meget sterk. Den bruser stedvis svakt i HCl og er sulfidførende. I felt ble bergarten klassifisert som metaleirstein eller fyllitt. Se Figur 8 A og B.

Gråvakke virker å være den hyppigst forekommende bergarten i det undersøkte området, men de to beskrevne bergartene opptrer i veksling med hverandre, og overgangen mellom dem vanskelig å identifisere.

Figur 8. A og B: Moderat til sterkt oppsprukket fyllitt/skifrig metaleirstein. Lagdelingen er stedvis framtredende. Andre steder er lagdelingen vanskelig å skille fra øvrige sprekker. C og D: Svakt til moderat oppsprukket gråvakke/metasandstein. Berget er til dels sterkt foldet, og har tydelige, gjennomsettende plane sprekker.

Observert berg er i hovedsak uforvitret og lite til moderat oppsprukket, men det er observert soner med sterk oppsprekking, og/eller moderat forvitring. Dette er dels observert i forbindelse med folding i fyllitt, dels i tilknytning til synlige borpiper og nær overflate, se Figur 9.

Figur 9. Sone av moderat forvitret berg om lag 0,5 m under bergoverflaten. Bilde B er forstørret utsnitt av bilde A.

Strukturgeologi, oppsprekking og svakhetssoner

I denne rapporten er alle strukturer angitt med fall og fallretning på formen ##°/###°. Fall er alltid oppgitt med to siffer, fallretning med tre siffer.

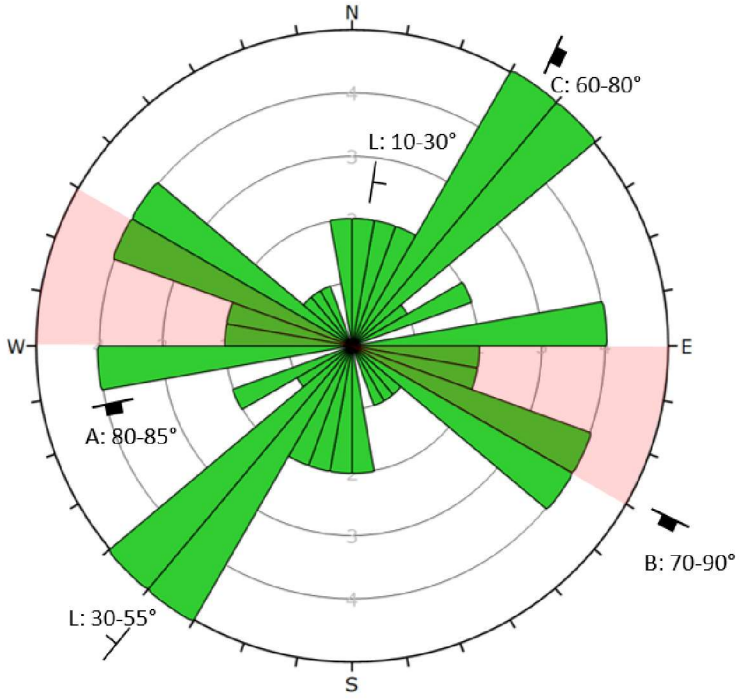
Det ble observert fire ulike sprekkesett, inkludert bergartens lagdeling L, se Figur 10.

L er oftest observert med orientering 30-50°/310°, men forekommer også med orientering 10-30°/090°. Strukturen er foldet, og ofte vanskelig å skille fra andre strukturer. Sprekkeplanene langs L er bølget, glatte til ru og utholdende, og opptrer typisk med 0,5 m mellomrom.

Sprekkesett A har orientering 80-85°/170°. Sprekkeflatene er plane, glatte til ru og har en utholdenhet på 5-10 m. Sprekkesettet opptrer ikke over hele lokaliteten, og der det opptrer er sprekkeavstanden omkring 1 m.

Sprekkesett B har orientering 70-90°/210°. Sprekkeflatene er plane, glatte til ru og har en utholdenhet på over 20 m. Sprekkeavstanden er typisk omkring 0,5 m.

Sprekkesett C har orientering 60-80°/115°. Sprekkeflatene er plane, glatte til ru og har en utholdenhet på 5-10 m. Sprekkesettet opptrer ikke over hele lokaliteten, og der det opptrer er sprekkeavstanden omkring 1 m.



Figur 10. Sprekkerose for lokalitet 1. Rød skravur markerer omtrentlig orientering for E6 på strekningen. L var stedvis vanskelig å identifisere og å skille fra andre strukturer, og er derfor oppført med to ulike orienteringer.

I terrenget ovenfor eksisterende bergskjæring ble det flere steder observert 3-6 m brede forsenkninger i terrenget, forenlig med svakhetssoner med steilt fall mot ca. 110°. En av disse sonene er vist i Figur 11. Alle observerte soner er angitt som mulige svakhetssoner i ingeniørgeologisk kart i vedlegg 1.

Figur 11. Depresjon i terrenget. Berget til høyre i bildet har orientering 80°/210°.

Løsmasser

Det er gjort grunnundersøkelser i form av dreiesonderinger, enkle sonderinger, dreitrykksonderinger og totalsonderinger. Hoveddelen av undersøkelsene er gjort i forbindelse med prosjektering og bygging av eksisterende E6, samt i prosjekteringsarbeid fram mot eksisterende reguleringsplan, men Multiconsult har supplert med enkelte totalsonderinger.

Ved profilnumre lavere enn 1930, hvor det er dyrket mark langs linjen, indikerer flertallet av sonderingene en løsmassemektighet på over 10 m på høyre side. Unntaket er fra profilnummer ca. 1790-1830, hvor det er registrert mektigheter ned mot ca. 2 m.

Fra 1930 og videre mot stigende profilnummer er det i hovedsak registrert løsmassemektigheter fra 0-3 m nær senterlinje og i nedre del av prosjektert skjæring på høyre side. Ovenfor prosjektert skjæringstopp er det på høyre side registrert løsmassemektigheter på inntil 5 m. Laboratorietester indikerer at løsmassene her består av grus, sand, og silt. Massene er stedvis oppbløtte og lagdelte [4] [5].

På venstre side varierer løsmassemektigheten fra 0 til > 10 m.

Mellom profilnummer ca. 1800 og 180 indikerer grunnundersøkelser at løsmassene i området i hovedsak består av bløt leire [4] [5].

Vann

Det ble gjort flere registreringer av drypp og vannsig i bergskjæringen langs driftsvegen. Det er også observert flere mulige vanndreneringsspor i form av forsenkninger i terrenget, orientert omtrent normalt på prosjektert bergskjæring.

4 INGENIØRGEOLOGISKE VURDERINGER

Langs venstre side av E6 skal det etableres bergskjæring fra profilnummer ca. 2010 til ca. 2050. Denne er planlagt utformet med helning 1:2. Som følge av den slake helningen vil ikke denne bergskjæringen bli vurdert nærmere med hensyn på stabilitet og sikringsbehov.

For gruppering av innmålte strukturer i sprekkesett og for identifisering av mulige utglidningsplan og strukturer som kan danne kiler ble, i tillegg til observasjoner i felt, programvaren Dips fra Rocscience benyttet.

Bergartens lagdeling (L) er gjennomsettende og til dels foldet.

Det er observert drypp og vannsig langs eksisterende bergskjæringer i tillegg til mulige vanndreneringsspor over skjæringene. Vann kan også drenere ut av sprekker i prosjekterte bergskjæringsvegger.

4.1 Stabilitet i bergskjæringene

For bergskjæringene omtalt i denne rapporten gjelder det at utrasinger kan forekomme som følge av plane utglidninger, kileutglidninger eller toppling forårsaket av sporadiske sprekker, eventuelt sporadiske sprekker i kombinasjon med identifiserte sprekkesett.

Observerte sprekkeflater er i overveiende grad lite ru, men det er ikke observert sprekkeinnfylling. Med unntak av i forvitrede soner er alle observerte bergarter i felt vurdert å være sterke eller meget sterke. Liten grad av ruhet er ugunstig for stabiliteten i de prosjekterte bergskjæringene.

Lagdelingen (L) er gjennomsettende og markert. Den kan likevel være vanskelig å identifisere, da den er foldet og flere steder kan forveksles med andre strukturer. Plane utglidninger langs denne kan forekomme, men vinkelen L danner med prosjektert skjæring er såpass stor (45-80°) at dette vurderes som lite sannsynlig. Videre er fallet til L slik at stabilitet vil kunne ivaretas ved bruk av bolter og forbolter.

Sprekkesettene A og B er stedvis orientert slik at de er parallelle eller nær parallelle prosjektert skjæring, med steilt fall inn i denne. Utvelting (toppling) kan derfor forekomme langs sprekkesettene.

Sprekkesett C kan i kombinasjon med L medføre kileutglidninger. Det samme er tilfellet for B og L.

Observerte svakhetssoner med steilt fall mot 110° (Figur 12) kan bidra til kilkeutglidninger. Både disse og soner med tett oppsprekking og/eller forvitring (Figur 10) må vurderes spesielt underveis i arbeidet med å etablere bergskjæringen.

4.2 Utforming av bergskjæringene

Bergskjæringer langs høyre side av E6

Der ikke annet er spesifisert, anbefales alle bergskjæringene omtalt i denne rapporten utformet med vertikale skjæringsvegger. Det forventes moderat oppsprekking i store deler av de prosjekterte bergskjæringene, og vertikale vegger bidrar til å redusere sannsynligheten for at eventuelt nedfall av stein og is treffer vegbanen [7] [11].

Skjæringer som ikke overstiger 20 meter høyde fra prosjektert nivå for dypsprengning anbefales etablert uten fjellhyller. Dersom prosjektert skjæringshøyde overstiger 20 meter anbefales det etablering av fjellhylle 15 m over nivå for dypsprengning, og deretter for hver 15. høydemeter etter dette. Se kapittel 4.5.1 for betraktninger knyttet til maksimalt boret lengde.

Basert på observert bergmassekvalitet, og for å ivareta hyllenes funksjon som barriere mot nedfall, anbefales en prosjektert bredde på minimum 9 m for fjellhyllene [11].

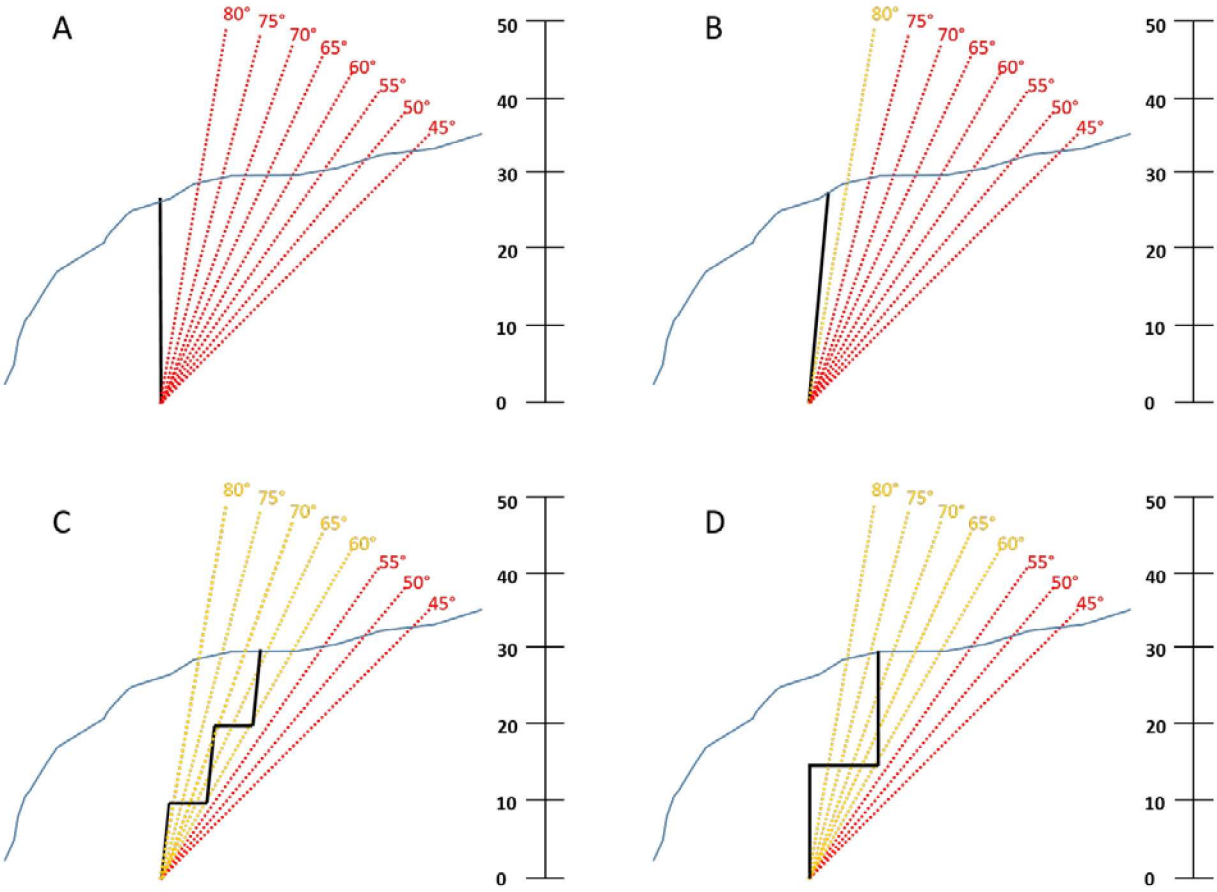
Figur 12 viser eksempler på ulike bergskjæringsutforminger sammenstilt med tenkte glideplan med utgående i skjæringsfot. Som illustrert her vil berghylle også ha innvirkning på totalstabiliteten i bergskjæringer. I eksempelet i figuren vil effekten på totalstabiliteten være den samme ved skjæringshelning 10:1, 10 m pallhøyde og 5 m hyllebredde (Figur 12 C) som ved vertikal skjæringsutforming, 15 m pallhøyde og 9 m hyllebredde (Figur 12 D). Som barriere og arbeidsplattform vil hyllen i figur D være mer funksjonell. I tillegg reduseres berguttaket i dette alternativet sammenliknet med alternativ C.

Basert på observerte bergforhold og enkle numeriske modelleringer vurderes glideplan med helning mindre 45° å være stabile, så fremt det ikke bygger seg opp vanntrykk.

For alle bergskjæringer gjelder likevel det at endelig avgjørelse med tanke på veggvinkel, hyllebredde og pallhøyde baseres på ingeniørgeologiske vurderinger etter at berget er avdekket og før boring for sprengning starter. Pallhøyde og hyllebredde kan derfor bli både mindre og større enn skissert ovenfor.

I forbindelse med reguleringsplanarbeidet er det ikke avdekket strukturer som medfører spesielle behov for utforming av bergskjæringene med tanke på stabilitet.

Normalprofil for bergskjæring er vist i vedlegg 2, og tverrprofiler for utvalgte profilnummer er presentert i vedlegg 3.



Figur 12. Prinsippskisser som viser ulike skjæringsutforminger ved 30 m skjæringshøyde. Stiplede linjer (rød og oransje) viser tenkte glideplan med utgående i fot av prosjektert skjæring. Rød farge indikerer plan som vanskelig lar seg identifisere og sikre ved aktuell skjæringsutforming. Oransje farge indikerer plan som lar seg identifisere og sikre underveis berguttaket. A: Vertikal skjæring, ingen hyller. Skjæringshelning 10:1, ingen hyller. C: Skjæringshelning 10:1, 5 m hyllebredde, 10 m pallhøyde. D: Vertikal skjæring, 9 m hyllebredde, 15 m pallhøyde.

4.3 Vann

4.3.1 Overflatevann i bergskjæringer

På høyre side er det observert vannsig og fukt langs mesteparten av eksisterende bergskjæring. Det forventes at noe større mengder vann enn det som ble observert vil drenere ned og ut av den prosjekterte bergskjæringen ved nedbør og snøsmelting. Isnett kan derfor bli nødvendig i enkelte partier. Vann langs sprekkeplan i skjæringen vil kunne bidra til iskjøving og frostsprengning. Vannforholdene i skjæringene må kartlegges etter hvert som bergskjæringene etableres.

I tillegg til iskjøving og frostsprengning kan vann i berget medføre oppbygging av vanntrykk langs sprekkeplan, og slik bidra til å redusere stabilitet i bergskjæringer. For å unngå oppbygging av vanntrykk må behov for drenering vurderes i detaljeringsfasen og underveis i byggefasen. Metoder for drenering kan være både avskjæringsgrøfter over prosjektert bergskjæring, drenering langs prosjekterte berghyller og boring av dreneringshull i bergskjæringen. Slike tiltak vil også bidra til å redusere omfang av iskjøving og frostsprengning.

I prosjekterte bergskjæringer langs venstre side av lokalitet 1 forventes lite eller ikke noe vann.

4.3.2 Grunnvann

Fordi topografien er slik at terrenget allerede faller bratt parallelt med de prosjekterte bergskjæringene, forventes ingen grunnvannssenking av betydning.

4.3.3 Brønner

Det er ikke registrert grunnvannsbrønner nær de prosjektert bergskjæringene på strekningen [12] [13].

4.4 Løsmasser over bergskjæringer

Skjæringer i løsmasser tilrås etablert med helning 1:2 ovenfor bergskjæring på høyre side mellom profilnummer 1930 og 2400. Ovenfor beskjæringen fra profilnummer ca. 1790-1830 løsmasser tilrås helning 1:3.

Løsmasseskjæringer i leirige og siltige masser kan erfaringsmessig være utsatt for overflateglidninger. For å sikre skjæringene mot overflateglidninger må det påregnes å plastre skjæringene med et lag med samfengt sprengstein, alternativt pukkfylte skråningsgrøfter, se geoteknisk vurderingsrapport [5].

4.5 Sprengning, boring og vibrasjoner

4.5.1 Sprengningsopplegg

Sprengning utføres i utgangspunktet med konturhullavstand 0,7 m, som beskrevet i prosess 22.11 i Håndbok R761 [14]. Tiltak ved spesielle krav til kontur vurderes underveis i anleggsfasen.

Krav til maksimal pallhøyde skal fastsettes basert på ingeniørgeologisk kartlegging etter at berget er avdekket, se kapittel 4.2. Berget må være avdekket i en sone som strekker seg minimum 2 m utenfor prosjektert skjæringstopp.

Nøyaktig boring er viktig for å oppnå god konturkvalitet og redusert bergsikringsbehov, og boret lengde må tilpasses basert på registrert boravvik. Dersom skjæring etableres

med høyde over 15 meter må den sprenges ut i minimum to omganger. Ved uakseptabelt boravvik må dette gjøres også ved mindre pallhøyder. I tilfeller der en pall deles i opp i flere pallhøyder, må det gjøres tiltak for å begrense ansetthakk til et minimum. Ansetthakk bør uansett ikke overstige 0,5 m.

Sprengningsopplegg skal tilpasses fortløpende, mens etablering av bergskjæringer pågår. Utsprengt bergskjæring skal lastes ut etter hver salve. Behov for arbeidssikring vurderes fortløpende, og utsprengte skjæringer skal avdekkes, kartlegges og sikres etter hver salve mot prosjektert kontur.

Ved etablering av bergskjæringer høyere enn 10 m og i tilfeller der utglidninger kan få betydelig konsekvens for tilstøtende areal, trafikkavvikling, etc., må det gjøres vurderinger av behov for tiltak før hver salve. Slike tiltak kan for eksempel være forbolting, redusert pallhøyde og/eller reduserte salvelengde og salvehøyde, slik at areal av midlertidig usikret bergskjæring begrenses.

Alt sprengningsarbeid skal utføres nær E6, og denne må stenges i forbindelse med hver salve. Salvestørrelse, salvetidspunkt, etc. må tilpasses for å redusere trafikkulempene.

4.5.2 Borbarhet, sprengbarhet og borslitasje

Det er ikke foretatt laboratorietesting av borbarhet, sprengbarhet og borslitasje i forbindelse med dette prosjektet. I det etterfølgende gis en kort vurdering om bergartenes mekaniske egenskaper relatert til borbarhet og sprengbarhet basert på erfaring i lignende bergforhold.

Bergartene observert ved lokalitet 1 er omvandlede sedimentære bergarter (metasandstein, metasiltstein, metaleirstein eller fyllitt).

Publiserte laboratoriedata fra testing av metasandstein ved Teveldal i Meråker [15], viser DRI = 37-54 og BWI 24-36, som tilsvarer lav til middels borbarhet og lav til middels borslitasje [16].

Laboratoriedata fra testing av grønnstein i Gjevingåsen jernbanetunnel, samt ved to ukjente lokaliteter i Trondheim viser DRI = 42-60 og BWI 21-30 [15], som tilsvarer middels til høy borbarhet og lav borslitasje [16].

Bergarter med framtredende foliasjon eller lagdeling kan gi utfordringer med tanke på sprengbarhet [16]. I tillegg kan fremtredende foliasjon medføre utfordringer knyttet til retningsavvik.

Basert på dette må det forventes at sprengbarheten ved markert lagdeling, som observert flere steder ved lokalitet 1 vil være middels til dårlig. Det må også forventes utfordringer knyttet til retningsavvik ved boring.

4.5.3 Vibrasjonskrav

Vibrasjoner fra sprengning og anleggsvirksomhet

I følge NS8141:2001 [17] skal omkringliggende bygninger og andre konstruksjoner som kan tenkes å bli berørt av sprengningsarbeidet besiktiges før og etter at arbeidet er utført. Som grense for det området en besiktigelse skal omfatte, anbefales en avstand på 50 m for byggverk fundamentert på berg og 100 m for byggverk fundamentert på løsmasser i områder med sammenhengende bebyggelse. Ved omfattende sprengningsarbeid skal, etter spesiell bedømming, besiktigelse utføres over større avstand [18].

I følge NS8141-2 [19] skal byggverk og anlegg som kan tenkes å bli berørt av vibrasjoner fra annen anleggsvirksomhet enn sprengning besiktiges før arbeidet igangsettes. Bygg og anlegg innenfor en avstand på 50 m fra anleggsstedet besiktiges. Ved spesielle grunnforhold kan det være behov for å utvide området for besiktigelsen.

Det er identifisert to bygg innenfor en avstand på 100 m fra områder hvor det planlegges bergarbeider:

- Liten bygning, trolig basestasjon for mobilnett, innenfor området hvor det skal etableres løsmasseskjæring, sør for bergskjæring på høyre side ved profilnummer ca. 2220.
- Liten bygning, trolig en hytte eller et skjul, ca. 40 m nordvest for venstre prosjekterte bergskjæring ved profilnummer ca. 2000.

I litt større avstand fra områder hvor det planlegges bergarbeider er det to gårdsbruk:

- Øvre Være gård, GNR 36 BNR 1, ligger ca. 160 m nord for venstre bergskjæring ved profilnummer ca. 2100.
- Refset gård, GNR 28 BNR 3, ligger ca. 110 m nordøst for høyre bergskjæring ved profilnummer ca. 2400

4.5.4 Tiltak

Bygninger

Vurderingene i rapporten er basert på studier av topografiske kart og ortofoto [3] og geoteknisk rapport [4] [5].

Basert på innledende undersøkelser er det kun bygget nord for senterlinje ved profilnummer ca. 2220, og nord for linjen ved profilnummer ca. 2000 hvor besiktigelse er nødvendig. Det anbefales likevel at det gjøres en nærmere vurdering av behov for besiktigelse ved de to gårdsbrukene nevnt ovenfor.

Bygningsbesiktigelse vil være ferdigstilt og rapportert innen anleggsstart. Grenseverdier for vibrasjoner vurderes på bakgrunn av besiktigelse.

Det forutsettes at sprengning legges opp slik at det ikke oppstår overskridelse av fastsatte grenseverdier. Målte vibrasjoner skal vurderes etter hver enkelt salve og danne grunnlag for å justere opplegget for etterfølgende salve for å unngå overskridelse.

Sprøbruddmateriale

Det er påvist forekomst av kvikkleire/sprøbruddmateriale i og nord for prosjektert vegbane mellom profilnummer ca. 650 og 1950, nærmere omtalt i geotekniske rapporter [4] [5].

Korteste avstand mellom område hvor det planlagt sprengningsarbeid i forbindelse med bergskjæring er om lag 80 m, ved profilnummer ca. 1840 og 1910-1930. Avstanden vurderes tilstrekkelig til at det ikke er behov for spesielle tiltak med hensyn til dette. Det understrekes imidlertid at resulterende vibrasjoner fra sprengningen ikke skal overskride 45 mm/s i områder med kvikkleire/sprøbruddmateriale.

4.5.5 Lufttrykkstøt mot byggverk

I følge NS8141-1 er veiledende grenseverdi for toppverdi av refleksjonstrykk fra sprengningsarbeid målt ved byggverk fastsatt til 500 Pa. Denne grenseverdien gjelder for avstander fra sprengningssted til byggverk på over 20 m.

Det må gjøres en risikovurdering med tanke på skade som følge av lufttrykkstøt på bygninger og installasjoner omtalt i kapittel 4.5.4. Dersom risikovurderingen tilsier at det er risiko for skade skal lufttrykket måles i tillegg til vibrasjonene [19]. Behov for slik måling vurderes basert på besiktigelse. Besiktigelse utføres og ferdigstilles før sprengningsarbeidene starter.

4.6 Bergsikring

Endelig sikringsbehov må vurderes på bakgrunn av ingeniørgeologiske befaringer etter at bergoverflaten er rensket, men før boring for sprengning påbegynnes, underveis i sprengningsarbeidene og etter at skjæringene er ferdig sprengt. Bergsikring anbefales utført fortløpende, etter hvert som skjæringene sprenges ut.

4.6.1 Sikringsmidler

Rensk

Alle bergskjæringer skal renskes, maskinelt og manuelt, ned til nivå for oppfylling av grøft.

Bergsikringsbolter

Bergskjæringene sikres med bergbolter, både i form av spredt og systematisk bolting.

Aktuelle boltetyper vil være kombinasjonsbolter og fullt innstøpte bolter. I tilfeller der umiddelbar sikringseffekt kreves benyttes kombinasjonsbolter. Det vil i hovedsak bli benyttet 3 og 4 m lange bolter, men det må også påregnes bruk av lengre bolter.

Behov for selvborende bolter kan oppstå, for eksempel ved problemer med hullstabilitet, eller der det er behov for bolter/stag lenger enn 5-6 m.

Forbolter

I partier hvor det forventes utfordringer knyttet til bevaring av kontur skal det monteres fordyblingsbolter (subvertikale forbolter). Disse monteres parallelt prosjektert skjæring, ca. 1 m utenfor prosjektert skjæringskant, og med fall på omkring 85° inn i skjæringen. Behov, bolteavstand og boltelengde vurderes av ingeniørgeolog i anleggsfasen, etter at bergoverflatene er avdekket, før boring for sprengning starter.

Nett

Steinsprangnett er aktuell sikringsmetode i områder der berget er tett oppsprukket.

Isnett vil være aktuell sikringsmetode der iskjøving kan forekomme. Plassering og nødvendig mengde av nett baseres på kartlegging og vurdering av vann- og bergforhold i utsprengte bergskjæringer.

Sprøytebetong

I soner med sterkt oppsprukket eller forvitret berg kan sprøytebetong være aktuell sikringsmetode. Beslutninger om påføring av sprøytebetong skal tas i samråd med ingeniørgeolog.

4.6.2 Sikringsmengder

Anslag over nødvendig sikringsomfang er angitt i Tabell 6 nedenfor. Anslagene, som er basert på bergforholdene observert under befaring, er omtrentlige og forutsetter skjæringsutforming som beskrevet i denne rapporten. Særlig er behov fordyblingsbolter, isnett og selvborende stag vanskelig å kvantifisere før skjæringsarbeidene starter.

Endelig sikringsbehov må baseres på observerte bergforhold, vannmengder og iskjøving, mens arbeidene pågår og etter at bergskjæringene er ferdig etablert.

Tabell 6. Anslåtte hovedmengder for bergsikring i bergskjæringer mellom Ranheim og Væretunnelen, unntatt forskjæringer.

Prosess	Prosessnavn	Enhet	Mengde	Kommentar
23	**Rensk og sikring i dagen**			
23.1	Rensk av skjæringer i berg, fjerning av renskemasse	m^2	8000	
23.2	Bolter			Totalt 1200 stk.
23.22	Fullt innstøpte bolter			
23.223	Lengde 3,00 m	stk.	800	
23.224	Lengde 4,00 m	stk.	200	
23.224	Lengde 5,00 m	stk.	200	
23.24	Fordyblingsbolter			Forbolter
23.244	Fordyblingsbolter, lengde 6 m, diameter 32 mm	stk.	200	Forbolter, 6 m
23.247	Fordyblingsbolter, lengde 12 m, diameter 32 mm	stk.	100	Forbolter, 12 m
23.3	Sikring med bånd og nett			
23.31	Bånd	m	100	
23.32	Nett	m^2	1700	Isnett/steinsprang nett
23.33	Ekstra festebolter for bånd og nett	stk.	1700	
23.42	Sprøytebetong B35 M45 med fiber	m^3	50	
23.259	Selvborende stag	stk.	50	Ischebeck eller tilsvarende

4.7 Kvalitet og anvendelse av steinmaterialet

I henhold til Statens vegvesens håndbok N200 [7] stilles det krav til blant annet Los Angeles-verdi og micro-Deval-koeffisient for tilslagsmaterialer til vegbygging. Hvilke krav som stilles avhenger av om tilslagsmaterialet skal benyttes i dekke, bærelag eller forsterkningslag, og kravene øker med økende trafikkmengde (årsdøgntrafikk). Kravene er gjengitt i Tabell 5.

Framskrevet ÅDT langs den aktuelle strekningen er 28 400 for år 2040 [6].

Tabell 7. Utdrag fra figur V3.1 i Statens vegvesens håndbok N200 [7].

Bruksområde	**ÅDT**											
	<300		**300-1500**		**1500-3000**		**3000-5000**		**5000-15000**		**>15000**	
Dekke LA-verdi	≤40		≤30		≤30		≤30		≤25		≤15	
	TRAFIKKGRUPPE											
	A		**B**		**C**		**D**		**E**		**F**	
	LA	**MD**	**LA**	**MD**	**LA**	**MD**	**LA**	**MD**	**LA**	**MD**	**LA**	**MD**
Bærelag, Bitumenstabilisert e LA-verdi/Micro-Deval koeffisient	≤40	≤20	≤40	≤15	≤30	≤15	≤30	≤15	≤30	≤15	≤30	≤15
Bærelag, Mekanisk stabiliserte LA-verdi/Micro-Deval koeffisient	≤35	≤20	≤35	≤15	≤35	≤15	≤35	≤15	-	-	-	-
Forsterkningslag LA-verdi/Micro-Deval koeffisient	≤35	≤20	≤35	≤15	≤35	≤15	≤35	≤15	≤35	≤15	≤35	≤15

Verken for denne eller for tidligere reguleringsplan [13] er det samlet inn prøver og gjort tester for mekaniske egenskaper. Dette bør gjøres til våren/sommeren, som en del av detaljprosjekteringen fram mot byggestart. Bergets mekaniske egenskaper ventes å variere med vekslingen mellom metasand-/metasiltstein og metaleirstein/fyllitt. Systematisk prøvetaking og laboratorietesting etter hvert som uttak av bergskjæringene skrider fram er derfor nødvendig for å ha kontroll på anvendbarheten av steinmaterialet.

Væretunnelen går til dels gjennom tilsvarende eller lignende bergarter som de som er kartlagt ved lokalitet 1, se geologisk kart i Figur 5. Basert på erfaringer fra drivingen av Væretunnelen [20], samt observasjoner i felt, vurderes det som lite sannsynlig at steinmaterialet fra prosjektert bergskjæring kan benyttes til dekke, bærelag eller forsterkningslag.

4.8 Geoteknisk kategori

Eurokode 7 [21] stiller krav til prosjektering ut fra tre ulike geotekniske kategorier, og valg av kategori gjøres ut fra standardens punkt 2.1 «Krav til prosjektering».

For konstruksjoner i/på berg anbefales det at prosjektets pålitelighetsklasse (CC/RC) benyttes som utgangspunkt for fastsettelse av geoteknisk kategori [22]. Eurokode 0 [23] definerer konstruksjoners plassering med hensyn til konsekvensklasse og pålitelighetsklasse (CC/RC). Veiledende eksempler på klassifisering av konstruksjoner i pålitelighetsklasser er vist i nasjonalt tillegg NA.A1 (901), og gjengitt i utdrag i Tabell 8. Her er grunn- og fundamenteringsarbeider splittet i følgende to alternativer:

- *«i kompliserte tilfeller»*
- *«ved enkle og oversiktlige grunnforhold»*

Fra Tabell 8 vurderes det at bergskjæringen på høyre side av E6, fra profilnummer ca. 1950 til 2350, grunnet stor skjæringshøyde skal ligge i pålitelighetsklasse 3. Øvrige deler av bergskjæringen og andre bergskjæringer omtalt i denne rapporten skal ligge i pålitelighetsklasse 2.

Tabell 8 Utdrag fra tabell NA.A1(901) i Nasjonalt tillegg til Eurokode 0.

Veiledende eksempler for klassifisering av byggverk, konstruksjoner og konstruksjonsdeler	**Pålitelighetsklasse (CC/RC)**			
	1	**2**	**3**	**4**
Atomreaktorer, lager for radioaktivt avfall				x
Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg i kompliserte tilfeller [1)]		(x)	x	(x)
Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg ved enkle og oversiktlige grunnforhold [1)]	x	(x)		
[1)] Ved vurdering av pålitelighetsklasse for grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg skal det også tas hensyn til omkringliggende områder og byggverk				

Tabell 9 [22] Vanskelighetsgraden vurderes på grunnlag av grunnforhold og type prosjekt og kan klassifiseres som følger

Vanskelighetsgrad	
Lav	Oversiktlige og enkle grunnforhold eller et prosjekt som er lite påvirket av grunnforholdene. Ingen eller bare enkle grunnundersøkelser kreves for å fastlegge eventuelle nødvendige geotekniske parametere. Tilfredsstillende erfaringer fra tilsvarende grunnforhold og konstruksjoner kan dokumenteres.
Middels	Noe uoversiktlige eller vanskelige grunnforhold og et prosjekt som er påvirket av grunnforholdene. Grunnforholdene kan fastlegges med rimelig grad av nøyaktighet. Tilfredsstillende erfaringer fra tilsvarende grunnforhold og konstruksjoner kan dokumenteres.
Høy	Uoversiktlige eller vanskelige grunnforhold og et prosjekt som er påvirket av grunnforholdene. Grunnforholdene kan bare delvis fastsettes og undersøkelser under bygging kan være nødvendig.

Geoteknisk kategori fremkommer som en funksjon av pålitelighetsklasse og vanskelighetsgrad [22]. Vanskelighetsgraden vurderes være høy i områdene hvor skjæringshøyden overstiger 10 m. Ved lavere høyder vurderes vanskelighetsgraden som middels.

Av Tabell 10 får vi da at bergskjæringen på høyre side av E6 klassifiserer i geoteknisk kategori 3 mellom profilnummer ca. 1950 og 2350. Øvrige deler av bergskjæringen og andre bergskjæringer omtalt i denne rapporten klassifiserer i kategori 2.

Dette er i tråd med retningslinjene til Statens vegvesens Håndbok N200 [7], som sier at bergskjæringer høyere enn 10 m vanligvis plasseres i geoteknisk kategori 3.

Tabell 10 [22]. Definisjon av geoteknisk kategori.

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

Pålitelighetsklasse 3 utløser også behov for utvidet kontroll ved utførelse, jamfør figur 202.1 og 202.2 i Håndbok N200 [7]. Med utvidet utførelseskontroll (kontrollklasse U) menes at det i tillegg til basiskontroll og intern systematisk kontroll skal utføres en uavhengig kontroll ved et annet foretak som er uavhengig av foretaket som utførte arbeidet, dvs. basiskontroll, intern systematisk kontroll og uavhengig kontroll. Oppfølging og kartlegging i byggefase [7].

4.9 Krav til prosjektering

Eurokode 7 [21] sitt kapittel 2.1 «Krav til prosjekteringen», stiller krav til at det for hver geoteknisk dimensjon skal kontrolleres at ingen aktuelle grensetilstander overskrides, og presenterer fire ulike prosjekteringsprinsipper for ivareta dette.

For konstruksjonene omtalt i denne rapporten vil aktuelle prinsipper være prosjektering ved konstruktive tiltak i kombinasjon med prosjektering ved observasjonsmetoden, beskrevet i henholdsvis kapittel 2.5 og 2.7 i Eurokode 7 [21].

4.10 Oppfølging i byggefase

4.10.1 Ingeniørgeologisk kompetanse

Det skal foretas ingeniørgeologiske befaringer etter at berget er avdekket, før sprengning finner sted.

Sprengningsopplegg skal tilpasses fortløpende mens etablering av bergskjæringer pågår. Utsprengt bergskjæring skal lastes og kartlegges etter hver salve. Denne kartleggingen

skal utføres av ingeniørgeolog med relevant erfaring, og vil danne grunnlaget for vurdering og justering av sprengingsopplegget, som beskrevet i kapittel 4.5.1. Deler av vurderingene må utføres fra kran med korg eller annen egnet arbeidsplattform.

Rekkefølge på berguttak, behov for fortløpende bergsikring og begrensninger knyttet til boret lengde, salvestørrelse etc. bestemmes i samråd med ingeniørgeologen.

4.10.2 Dokumentasjon

Det må utarbeides kontrollplan for oppfølging av arbeid med bergskjæringer før arbeidene starter.

Bergforhold og installerte sikringsmidler må dokumenteres ved ingeniørgeologisk kartlegging og fotografering. Av foto bør bergforhold, samt mengde og type installert sikring gå tydelig fram. For sikringsbolter må det angis boltelengde og boltetype.

Det må utarbeides ingeniørgeologisk sluttrapport for prosjektet.

4.10.3 Vibrasjoner fra sprengning – Kvikkleire

Behov for vibrasjonsovervåkning og oppfølging med tanke på kvikkleirestabilitet må avklares i samråd med geotekniker, se kapittel 4.10.3.

4.10.4 Vibrasjoner fra sprengning – Bygninger og infrastruktur

Dersom resultatene etter besiktigelse tilsier det, må det gjennomføres vibrasjonsmålinger på vibrasjonsutsatte bygg, jamfør kapittel 4.5.3.

4.10.5 Sikkerhet, helse og arbeidsmiljø (SHA)

Arbeider knyttet til etablering av bergskjæringer er risikoutsatt.

Blant forhold som må vies oppmerksomhet er (listen er ikke uttømmende):

- Entreprenøren må utarbeide sikker jobbanalyse i forkant av alle risikoutsatte arbeidsoperasjoner på bakgrunn av en overordnet risikovurdering i SHA-planen.
- Det må etableres rutiner for trafikkavvikling, varsling og stengning av veg.
- Det må utarbeides sjekklister for gjennomgang før veg og jernbane kan gjenåpnes etter stengning.
- For å ivareta arbeidssikkerheten må sikringsbehovet i bergskjæringene vurderes etter hver salve.
- Ved høye bergskjæringer må pallstabiliteten vurderes fortløpende med tanke på arbeidsoperasjoner som skal foregå fra denne.
- I partier hvor det har vært sprengningsarbeider i forbindelse med eksisterende veger må risiko for påboring av gjenstående sprengstoff vurderes, og eventuelle risikoreduserende tiltak iverksettes [24].

5 SKRED OG STEINSPRANGRISIKO

5.1 Forutsetninger

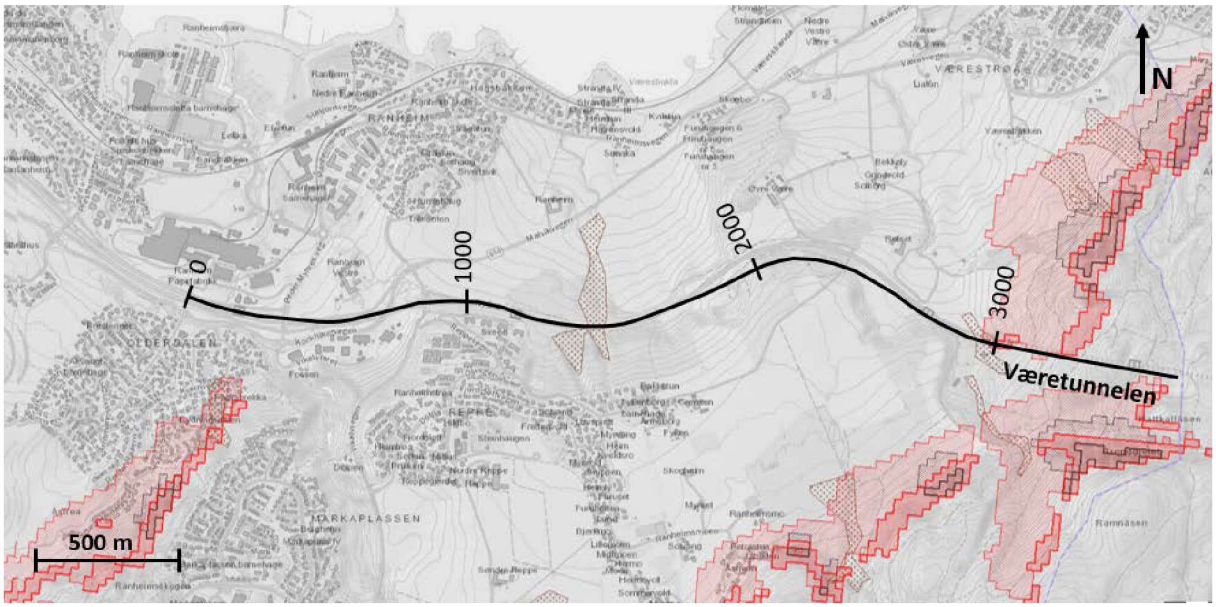
Vurderingen av skred- og steinsprangrisiko i denne rapporten er basert på NVEs aktsomhetskart [25], databaser over registrerte skredhendelser [25] [26], topografiske kart med ekvidistanse 1 m [3] og befaring i felt.

Skredtypene som er vurdert er snøskred, jord- og flomskred og steinsprang. Det er kun naturlig terreng som er vurdert. Sikkerhet i berg- og løsmasseskjæringer forutsettes ivaretatt gjennom stabiliseringstiltak i forbindelse med etablering.

Topografien i området er ikke slik at isskred, steinskred eller fjellskred kan inntreffe. Derfor er ikke disse skredtypene vurdert nærmere.

Risiko for kvikkleireskred er ikke vurdert i denne rapporten. For vurderinger knyttet til dette henvises det til geoteknisk vurderingsrapport for reguleringsplan [5].

Aktsomhetskart fra NVE er vist i Figur 13. Kartene fra NVE er basert på topografi, og tar ikke hensyn til forhold som geologi, vegetasjon, vind, forventede snø- og nedbørsmengder eller type og tykkelse av løsmasser. Aktsomhetskartene beskriver kun områder der topografien tilsier at snøskred, steinsprang og jordskred kan utløses og områder hvor skredene vil kunne ha utløp. Aktsomhetskartene beskriver altså ikke sannsynligheten for at skredhendelser vil inntreffe. Videre er det slik at ekvidistansen aktsomhetskartene er basert på er stor, og følgelig kan det finnes mindre områder med potensielle løsneområder som ikke er indikert i disse kartene.



Figur 13. Aktsomhetskart fra NVE [25]. Brunt stiplet areal indikerer aktsomhetsområde for jord- og flomskred. Lys og mørk grå og rød farge indikerer aktsomhetsområder for løsne og utløpsområder for henholdsvis steinsprang og snøskred.

5.2 Befaringsobservasjoner, grunnundersøkelser og historikk

Verken i NVEs kartapplikasjon «Skrednett» [25] eller i Statens vegvesens «Vegkart» [26] er det rapportert om skredhendelser langs den aktuelle strekningen.

5.2.1 Steinsprang

I følge aktsomhetskart Figur 13 ligger ingen deler av strekningen innenfor mulige løsne- eller utløpsområder for steinsprang.

På befaringer i området det ikke observert potensielle løsneområder for, eller spor etter, steinsprang, og topografien ovenfor prosjekterte bergskjæringer eller langs strekningen for øvrig er heller ikke slik at løsneområder for steinsprang med potensial til å nå prosjektert veg forventes.

5.2.2 Snøskred

Vestre påhuggsområde for Væretunnelen, ved profilnummer 2950-3000, er angitt som løsne- og utløpsområde i aktsomhetskart fra NVE [25], se Figur 13, men ingen steder nær E6 mellom Ranheim og Værnes er det rapport om tidligere snøskredhendelser [25] [26]

Under befaringer har ikke Multiconsult observert spor etter tidligere snøskredhendelser langs prosjektert trasé, og det er ikke funnet kilder som rapporterer om tidligere snøskredhendelser i området.

5.2.3 Jord- og flomskred

To forsenkninger i terrenget ved profilnummer 1340 og ved 1430 er markert som aktsomhetsområde for jord- og flomskred [25] (Figur 13). Det samme er tilfellet nær profilnummer 2900.

Ved 1430 krysser Reppebekken eksisterende og prosjektert E6 i stikkrenne, og ved 1340 er topografien slik at dette er et naturlig vanndreneringsspor.

Også ved profilnummer 2900 er det kartlagt bekkeløp.

5.3 Risikovurdering – Skred og steinsprang

Forslag til akseptkriterier for skred på veg er gitt i NA-rundskriv 2014/08 [27] og gjengitt i Tabell 11.

Tabell 11. [27]. Risikomatrise for skred på vegstrekning. Grønn, gul og rød farge angir akseptnivå.

Årlig nominell skredsannsynlighet per enhetsstrekning							
	I 1/2 ≥ F> 1/5						
	II 1/5 ≥ F> 1/10						
	III 1/10 ≥ F> 1/20						
	IV 1/20 ≥ F> 1/50						
	V 1/50 ≥ F> 1/100						
	VI 1/100 ≥ F>						
	VII 1/1000 ≥ F						
	Trafikkmengde (ÅDT)	**A** <200	**B** 200-<500	**C** 500-<1500	**D** 1500-	**E** 4000-	**F** ≥8000

Akseptabel strekningsrisiko

Tolererbar strekningsrisiko. Aksept avhenger av skredintensitet og kost-nytte-analyse. Akseptnivå besluttes av regionledelsen (vegeier hos fylkesk.).

Uakseptabel strekningsrisiko

Fremskrevet ÅDT for prosjektert E6 på strekningen er beregnet til 28 400 for år 2040 [6]. Ved ÅDT over 8000 er største aksepterte sannsynlighet for skred og steinsprang som kan resultere i stengt veg eller ulykke 1/1000 (se Tabell 11).

Sannsynlighet er delt inn i klasser basert på årlig nominell sannsynlighet for skredstengt enhetsstrekning. En enhetsstrekning er her definert som en veglengde på 1 km, med start fra den ene ytterkanten av den aktuelle strekningen. Dersom strekningen er i nærheten av 1 km er den behandlet som én enhetsstrekning [27]. Området som er gjenstand for vurdering i denne rapporten er delt inn i 3 enhetsstrekninger. Se inndeling i Tabell 12 og Figur 13.

Sannsynlighetene presentert i Tabell 12 er estimert på bakgrunn av topografiske kart, aktsomhetskart fra NVE [25] og befaringsobservasjoner langs strekningen.

Snøskred

Vestre påhuggområde for Væretunnelen ligger så vidt innenfor det som av NVE er indikert som aktsomhetsområde for snøskred [25], se Figur 13. Dette gjelder også eksisterende påhugg.

Basert på historikken og befaringsobservasjonene omtalt i kapittel 5.2.2 vurderes snøskredfaren likevel som liten. I tillegg er ikke klimaet i området slik at det forventes store snømengder.

Steinsprang

Basert på aktsomhetskart, topografiske kart og observasjoner langs strekningen, vurderes sannsynligheten for steinsprang fra naturlig terreng å være tilnærmet null.

I byggefase må likevel områder ovenfor prosjekterte skjæringskanter inspiseres etter at vegetasjon er ryddet. Dette gjelder også for løsmasseskjæringer, da etablering av disse kan redusere stabilitet av blokker i nærhet til skjæringskant.

Jord- og flomskred

Sannsynligheten for jord og flomskred av slik størrelse at det medfører stengt veg anses som liten, men er noe forhøyet ved profilnummer ca. 1340, 1430 og 2900.

Kvikkleireskred/områdestabilitet

Kvikkleireskred og områdestabilitet er ikke vurdert i denne rapporten.

Utredning av områdestabilitet i henhold til NVEs veileder 7-2014 [28] er utført i forbindelse med reguleringsplan, se geoteknisk rapport [5].

5.3.1 Tiltak

Ved profilnummer ca. 1340 skal det etableres deponi på oversiden av prosjektert E6, og potensialet for erosjon langs vanndreneringsspor her vil derfor reduseres betraktelig. Ved profilnummer ca. 1430 skal stikkrenne under E6 dimensjoneres for 200-årsflom. Dette vurderes å redusere sannsynligheten for at et eventuelt flomskred langs denne bekken skal få konsekvens for E6.

Sannsynligheten for at jord- og flomskred skal få konsekvenser for prosjektert veg vurderes svært liten, så fremt stikkrenner under E6 dimensjoneres med tilfredsstillende kapasitet. Det anbefales likevel at det i reguleringsplan reserveres areal langs bekkeløpet ved profilnummer ca. 1430, samt sør og sørøst for riggområdet og tunnelpåhugget ved profilnummer ca. 2900. Dette for at det ved behov skal være mulig å gjøre tiltak for erosjonssikring og avskjæringsgrøfter.

Det er ikke avdekket behov for risikoreduserende tiltak med hensyn til øvrige skredmekanismer. Uavhengig av denne vurderingen er prosjektert lengde for

tunnelportaler for Væretunnelens vestre påhugg 20 m utenfor påhugg. På grunn av dette vurderes risiko for snøskred med konsekvens for veg her å være fraværende.

5.3.2 Sannsynlighet per enhetsstrekning

Tabell 12. Enhetsstrekninger og profilnummer, med tilhørende vurdering av årlig nominell sannsynlighet for skredhendelser som medfører ulykke eller skredstengt veg.

Enhetsstrekning	Profilnr	Steinsprang	Snøskred	Jord- og flomskred	Samlet sannsynlighet
1	0-1000	0	0	1/7500	1/7500
2	1000-2000	0	0	1/5000*	1/5000
3	2000-3000	0	0	1/5000*	3/10000

Forutsatt tiltak som beskrevet vurderes sannsynlighetene for skred og steinsprang å være innenfor akseptkriteriene gitt i NA-rundskriv 08/14. Se risikomatrise gjengitt i Tabell 11.

6 VIDERE UNDERSØKELSER

Nedenfor er det listet opp anbefalinger til undersøkelser fram mot byggestart.

- Prøvetaking og testing av steinmaterialets mekaniske egenskaper.
- Prøvetaking og testing av materiale fra forvitringssoner.
- Ingeniørgeologiske befaringer etter at berget er avdekket, før sprengning finner sted.
- Besiktigelse av bygg og vurdering av behov for montering av vibrasjonsmåler.

7 REFERANSER

[1] Multiconsult Norge AS, «10207634-RIGberg-RAP-001 - Ingeniørgeologisk rapport for Væretunnelen,» Multiconsult Norge AS, Trondheom, 2019.

[2] Nye Veier AS, «E6 Ranheim-Åsen,» [Internett]. Available: https://www.nyeveier.no/prosjekter/e6-troendelag/e6-nord-ranheim-åsen-42-km. [Funnet 19 01 2019].

[3] Finn, «Finn kart,» [Internett]. Available: www.finn.no/kart. [Funnet 01 2019].

[4] Multiconsult Norge AS, «41007634-RIG-RAP-001_rev00 Geoteknisk datarapport, Reguleringsplan E6-Ranheim-Værnes,» 2019.

[5] Multiconsult Norge AS, «41007634-RIG-RAP-002 Geoteknisk vurderingsrapport, Reguleringsplan E6-Ranheim-Værnes,» 2019.

[6] Strand Brekke, «E6 Ranheim - Konsekvensutredning støy, endring av hastighet fra 90 til 110 km/t,» 2017.

[7] Statens vegvesen, Håndbok N200, Vegbygging, Vegdirektoratet, 2014.

[8] NGU, «Beggrunn,» [Internett]. Available: http://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/. [Funnet 01 2019].

[9] D. &. R. D. Tietzsch-TYpler, *Steinkjer 1723 III, beggrunnsgeologisk kart M 1:50000,* Norges geologiske undersøkelse.

[10] NGU, «Løsmasser og marin grense,» [Internett]. Available: http://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/. [Funnet 01 2019].

[11] M. T. Randulff, «Utforming av sprengte skjæringer for vegformål,» NTNU, 2018.

[12] NGU, «GRANADA - Nasjonal grunnvannsdatabase,» [Internett]. Available: http://geo.ngu.no/kart/granada_mobil/. [Funnet 24 1 2019].

[13] Reinertsen AS, «Ingeniørgeologisk Rapport for Reguleringsplan - Bergskjæringer Delstrekning I. Revisjon:01,» 2015.

[14] Statens vegvesen, Håndbok R761, Prosesskode 1, 2014: Vegdirektoratet.

[15] A. Bruland, Hard Rock Tunnel Boring. Doctoral Thesis, Vol 9 of 10: 13B-9+8 DRILLABILITY Cataloucge of Dirllabilitiy indices., NTNU, 1998.

[16] B. a. P. A. Bilsen, Enigneering Goelogy and ROck Engineering. Handbook NO 2., Norsk Bergmekanikkgruppe, 2000.

[17] Standard Norge, [20] NS8141:2001. Standard Norge, 2001., 2001.

[18] Standard Norge, NS8141-1:2012+A1:2013. Standard Norge., Standard Norge, 2013.

[19] Standard Norge, NS8141-2:2013. Standard Norge., 2013.

[20] Statens vegvesen, «E6 Trondheim-Stjøredal Væretunnelen. Sluttrapport Del 1.,» Statens vegvesen, 1989.

[21] Standard Norge, NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016 (Eurokode 7), Standard Norge.

[22] Norsk bergmekanikkgruppe, «Veileder for bruk av Eurokode 7 til bergteknisk prosjektering, versjon 1,» Norsk bergmekanikkgruppe, 2011.

[23] Standard Norge, NS-EN 1990:2002+A12005+NA:2016 (Eurokode 0), Standard Norge, 2016.

[24] H. Fagerheim, «Prosedyrer ved fjerning av gjenstående sprengstoff,» Statens vegvesen., 2017.

[25] NVE, «Skredenett.no,» [Internett]. Available: www.skrednett.no. [Funnet 18 01 2019].

[26] Statens vegvesen, «Vegkart,» [Internett]. Available: www.vegvesen.no/vegkart. [Funnet 01 2019].

[27] Statens vegvesen, «NA-Rundskriv 2014/08. Retningslinjer for risikoakseptkriterier for skred på veg.,» Vegdirektoratet, 2014.

[28] NVE, Veileder nr 7-2014. Sikkerhet mot kvikkleireskred., Norges vassdrags- og energidirektorat, 2014.

[18] Standard Norge, NS8141-1:2012+A1:2013. Standard Norge., Standard Norge, 2013.

[19] Standard Norge, NS8141-2:2013. Standard Norge., 2013.

[20] Statens vegvesen, «E6 Trondheim-Stjøredal Væretunnelen. Sluttrapport Del 1.,» Statens vegvesen, 1989.

[21] Standard Norge, NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016 (Eurokode 7), Standard Norge.

[22] Norsk bergmekanikkgruppe, «Veileder for bruk av Eurokode 7 til bergteknisk prosjektering, versjon 1,» Norsk bergmekanikkgruppe, 2011.

[23] Standard Norge, NS-EN 1990:2002+A12005+NA:2016 (Eurokode 0), Standard Norge, 2016.

[24] H. Fagerheim, «Prosedyrer ved fjerning av gjenstående sprengstoff,» Statens vegvesen., 2017.

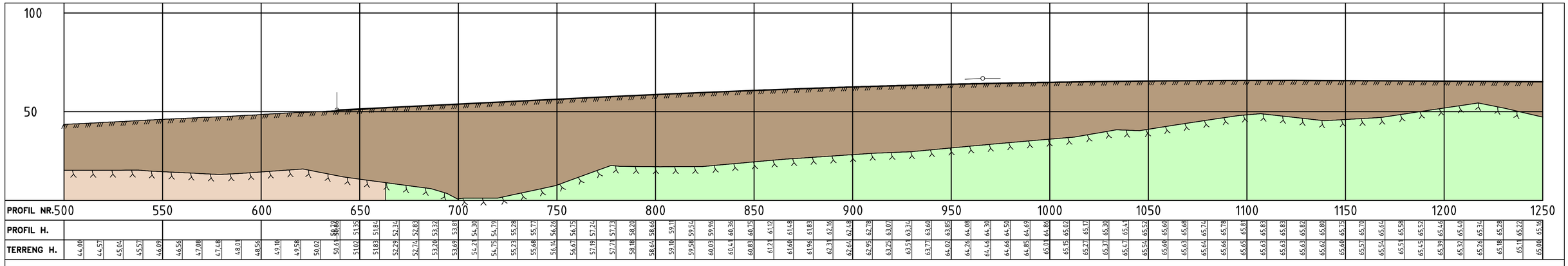
[25] NVE, «Skredenett.no,» [Internett]. Available: www.skrednett.no. [Funnet 18 01 2019].

[26] Statens vegvesen, «Vegkart,» [Internett]. Available: www.vegvesen.no/vegkart. [Funnet 01 2019].

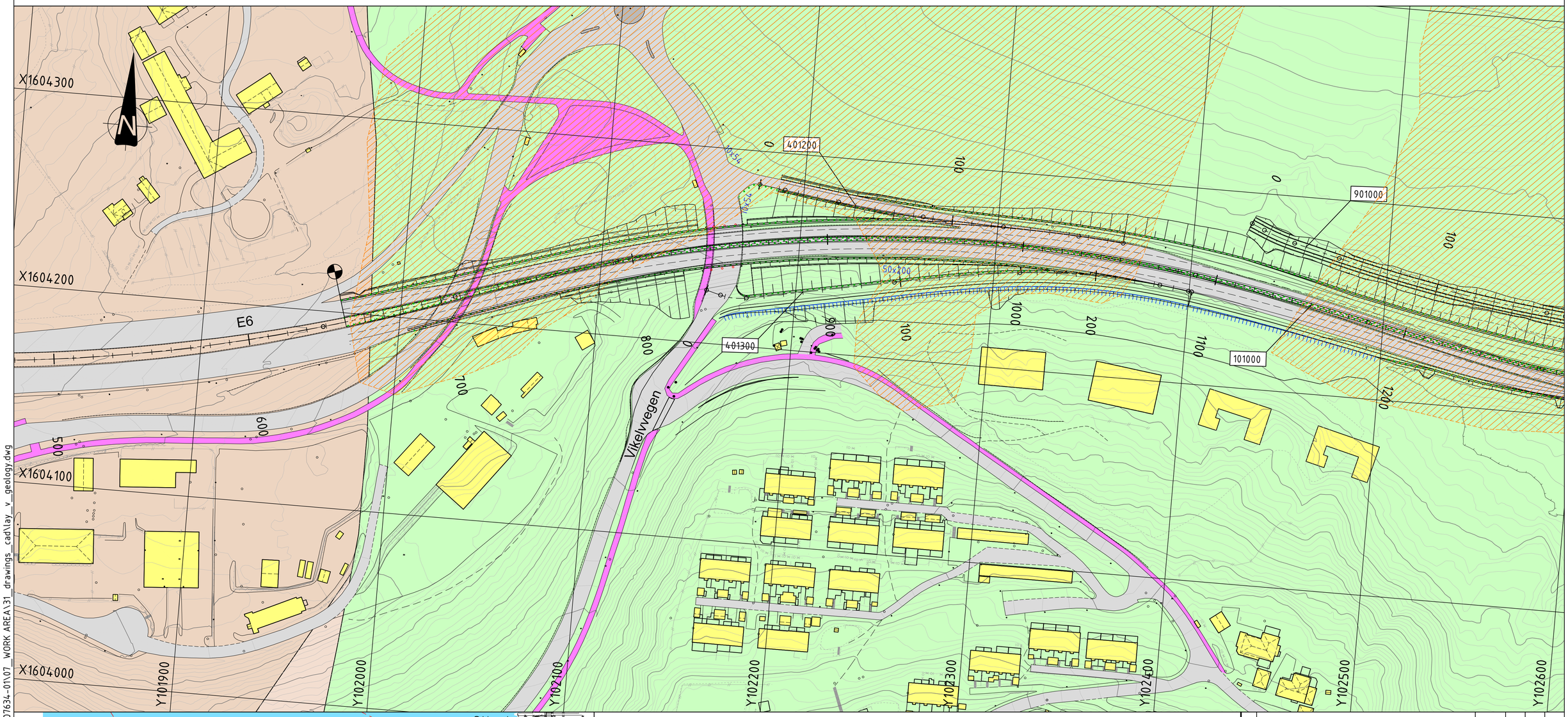
[27] Statens vegvesen, «NA-Rundskriv 2014/08. Retningslinjer for risikoakseptkriterier for skred på veg.,» Vegdirektoratet, 2014.

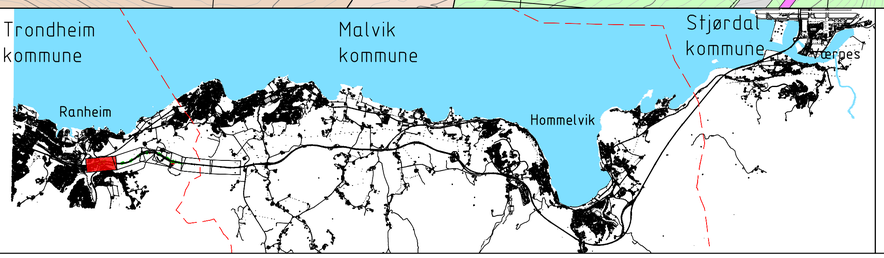
[28] NVE, Veileder nr 7-2014. Sikkerhet mot kvikkleireskred., Norges vassdrags- og energidirektorat, 2014.

Vedlegg 1



PROFIL NR.	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100	1150	1200	1250
PROFIL H.																
TERRENG H.	44.00 44.57 45.04 45.57 46.09	46.56 47.08 47.48 48.01 48.56	49.10 49.58 50.02 50.42 50.61	51.02 51.35 51.83 51.84 52.29	52.34 52.74 52.83 53.20 53.32	53.69 53.81 54.21 54.30 54.75	54.79 55.23 55.28 55.68 55.77	56.14 56.26 56.67 56.75 57.19	57.24 57.71 57.73 58.18 58.20	58.64 58.66 59.10 59.11 59.58	59.54 60.03 59.96 60.44 60.36	60.83 60.75 61.21 61.12 61.60	61.48 61.96 61.83 62.31 62.16	62.64 62.48 62.95 62.78 63.25	63.07 63.51 63.34 63.77 63.60	64.02 63.85 64.26 64.08 64.46	64.30 64.66 64.50 64.85 64.69	65.01 64.86 65.15 65.02 65.27	65.17 65.37 65.30 65.47 65.44	65.54 65.52 65.60 65.60 65.63	65.68 65.64 65.74 65.66 65.78	65.81 65.63 65.83 65.63 65.83	65.82 65.63 65.80 65.62 65.80	65.75 65.60 65.70 65.57 65.64	65.54 65.51 65.58 65.45 65.52	65.46 65.39 65.40 65.32 65.34	65.26 65.18 65.28 65.11 65.22	65.16 65.00





TEGNFORKLARING

- Grønnstein og grønnskifer
- Gråvakke
- Sandstein og skifer
- Basalt
- Sandstein
- Rhyolitt
- Fyllitt
- Løsmasser
- Kvikkleire/sprøbruddmateriale
- Utstøping i eksisterende tunnel
- Svakhetssone - Bred
- Svakhetssone

Rev.	Beskrivelse	Dato	Prosj.	Kontr.	Godkj.

Nye Veier

E6 RANHEIM-VÆRNES

Plan og profil. Ing.geologi
E6
Trondheim kommune

Profil 650-1250. Linje 101000

Fag	Format
RIGberg	A1

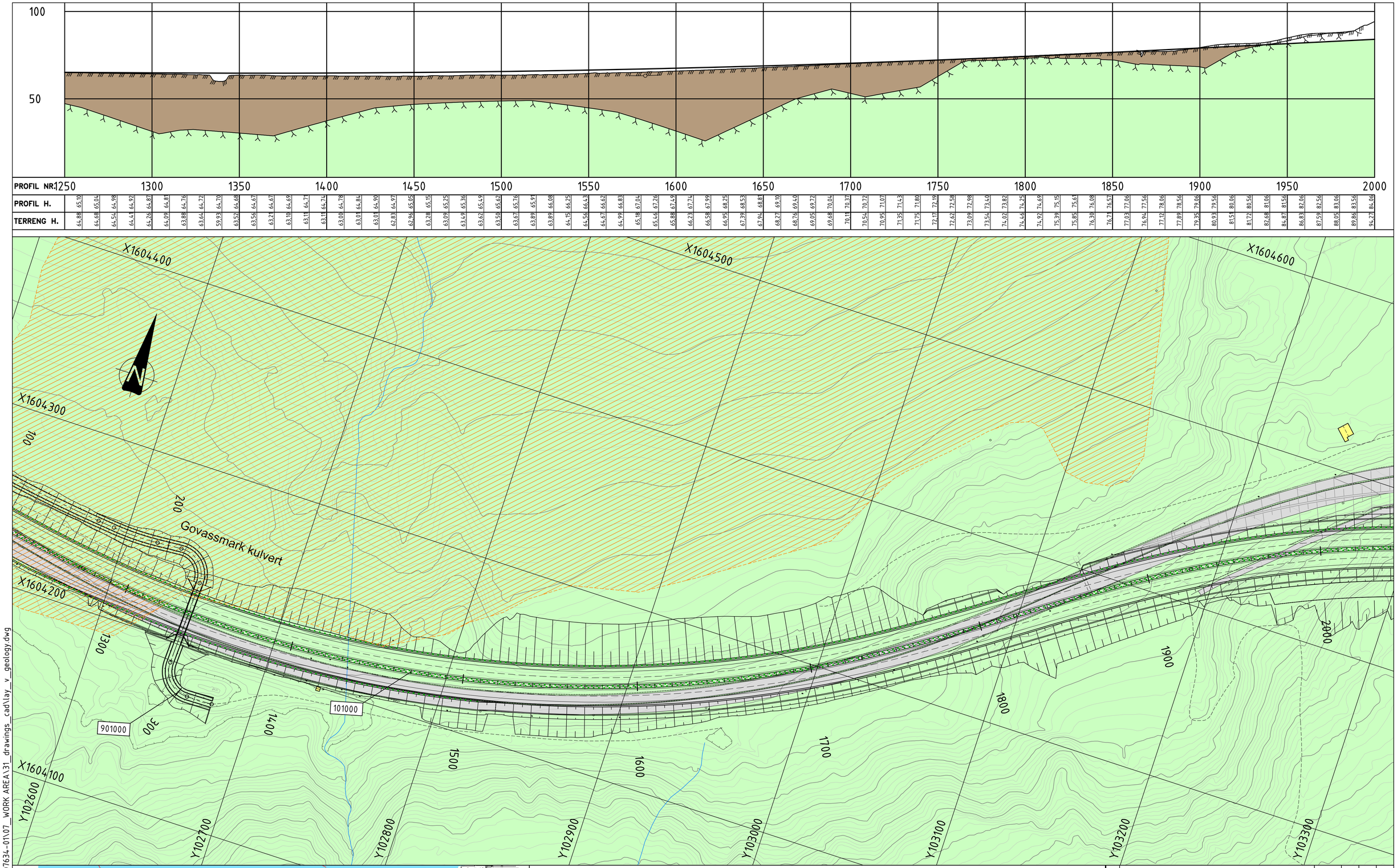
Dato: 12.03.2019
Målestokk: 1:1000
Koordinatsystem: Euref89 NTM10
Høydesystem: NN2000

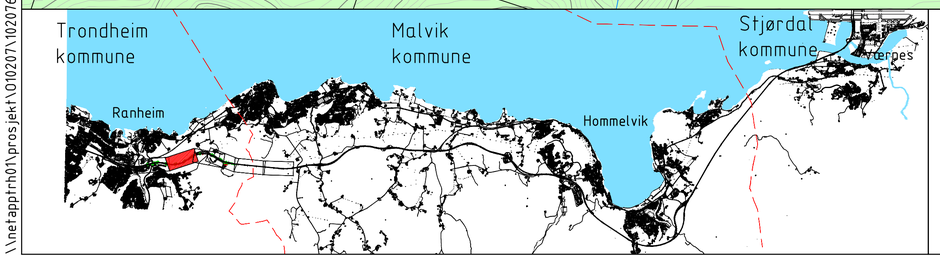
acciona Multiconsult

Status	Oppdragsnr.	Prosj.	Kontrollert	Godkjent
Vedlegg regplan	10207634	Kaoe	Aua	Bs

Dokumentnr.: E6RV-MUL-GE-DRV-TBAXX-0001
Rev.: 00

\\netapprh01\prosjekt\010207\10207634-01\07_WORK AREA\31_drawings_cadlay_v_geology.dwg





TEGNFORKLARING

- Grønnstein og grønnskifer
- Gråvakke
- Sandstein og skifer
- Basalt
- Sandstein
- Rhyolitt
- Fyllitt
- Løsmasser
- Kvikkleire/sprøbruddmateriale
- Utstøping i eksisterende tunnel
- Svakhetssone - Bred
- Svakhetssone

Rev.	Beskrivelse	Dato	Prosj.	Kontr.	Godkj.

Nye Veier

E6 RANHEIM-VÆRNES

Plan og profil. Ing.geologi
E6
Trondheim kommune

Profil 1250-2000. Linje 101000

Fag: RIGberg | Format: A1
Dato: 12.03.2019
Målestokk: 1:1000
Koordinatsystem: Euref89 NTM10
Høydesystem: NN2000

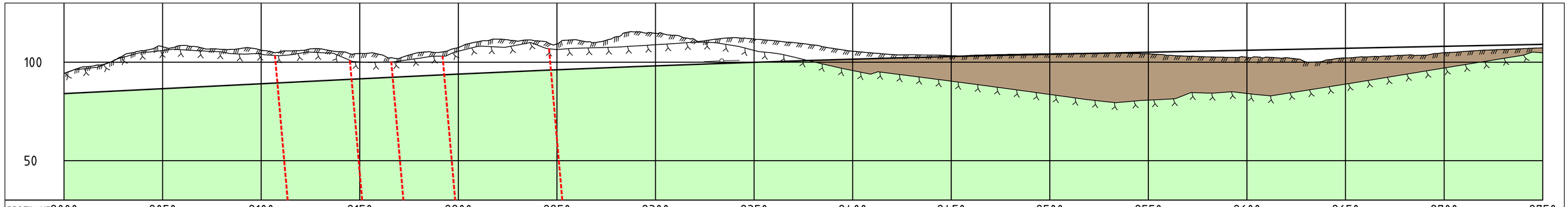
acciona Multiconsult

Status	Oppdragsnr.	Prosj.	Kontrollert	Godkjent
Vedlegg regplan	10207634	Kaoe	Aua	Bs

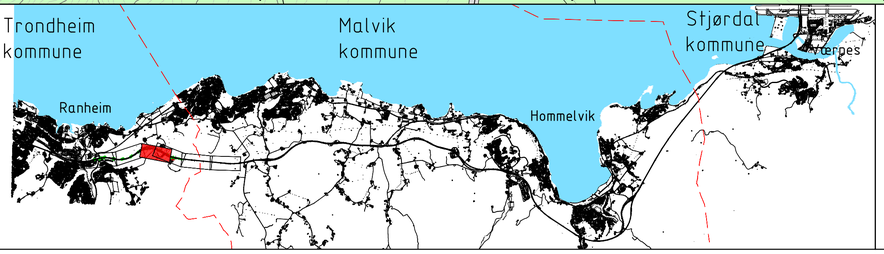
Dokumentnr.: E6RV-MUL-GE-DRV-TBAXX-0002

Rev.: 00

\\netapptrh01\prosjekt\010207\10207634-01\07_WORK AREA\31_drawings_cad\lay_v_geology.dwg



PROFIL NR	2000	2050	2100	2150	2200	2250	2300	2350	2400	2450	2500	2550	2600	2650	2700	2750
PROFIL H.	84,56	85,06	85,56	86,06	86,56	87,06	87,56	88,06	88,56	89,06	89,56	90,06	90,56	91,06	91,56	92,06	92,55	93,03	93,53	93,97	94,43	94,88	95,32	95,75	96,17	96,59	97,00	97,40	97,79	98,17	98,54	98,91	99,26	99,63	99,95	100,29	100,61	100,93	101,23	101,53	101,82	102,10	102,38	102,64	102,90	103,15	103,39	103,62	103,84	104,06	104,27	104,47	104,67	104,87	105,07	105,27	105,47	105,67	105,87	106,07	106,27	106,47	106,67	106,87	107,07	107,27	107,47	107,67	107,87	108,07	108,27	108,47	108,67	108,87	109,07
TERRENG H.	97,64	98,87	103,35	105,83	107,88	108,54	107,21	106,51	107,03	106,09	105,19	105,96	106,81	105,33	104,37	103,96	101,98	104,94	104,98	107,39	110,41	111,72	110,67	110,85	109,23	111,34	110,03	112,88	115,34	114,73	113,64	111,45	111,61	112,44	111,73	110,92	109,95	108,76	107,01	105,60	104,70	103,89	103,73	103,60	103,31	103,46	103,75	103,99	104,16	104,33	104,46	104,51	104,54	104,51	104,24	103,43	103,00	102,70	102,45	102,48	102,53	102,28	100,12	101,06	102,15	102,66	103,12	103,57	103,56	104,89	105,46	106,08	106,46	106,85	107,30



TEGNFORKLARING

- Grønnstein og grønnskifer
- Gråvakke
- Sandstein og skifer
- Basalt
- Sandstein
- Rhyolitt
- Fyllitt
- Løsmasser
- Kvikkleire/sprøbruddmateriale
- Utstøping i eksisterende tunnel
- Svakhetssone - Bred
- Svakhetssone

Rev.	Beskrivelse	Dato	Prosj.	Kontr	Godkj.

Nye Veier

E6 RANHEIM-VÆRNES

Plan og profil. Ing.geologi
E6
Trondheim kommune

Profil 2000-2750. Linje 101000

Fag	RIGberg
Format	A1
Dato	12.03.2019
Målestokk	1:1000
Koordinatsystem	Euref89 NTM10
Høydesystem	NN2000

acciona Multiconsult

Status	Oppdragsnr.	Prosj.	Kontrollert	Godkjent
Vedlegg regplan	10207634	Kaoe	Aua	Bs

Dokumentnr.: E6RV-MUL-GE-DRV-TBAXX-0003

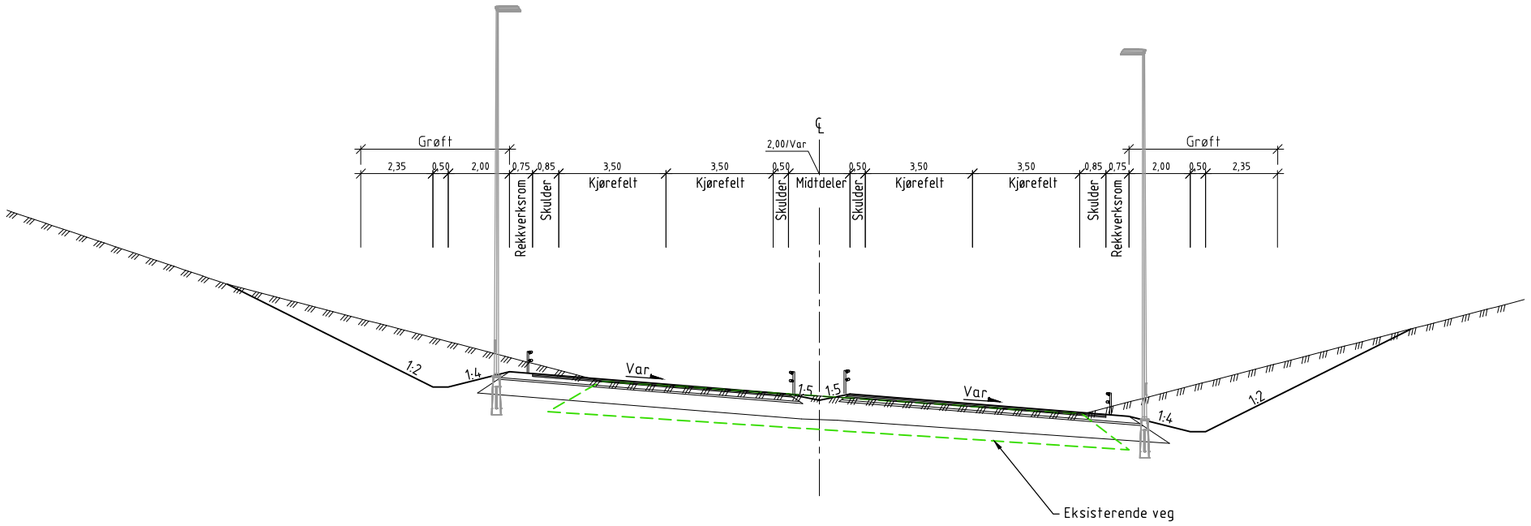
Rev.: 00

\\netappfrh01\prosjekt\010207\10207634-01\07_WORK AREA\31_drawings_cad\lay_v_geology.dwg

Vedlegg 2

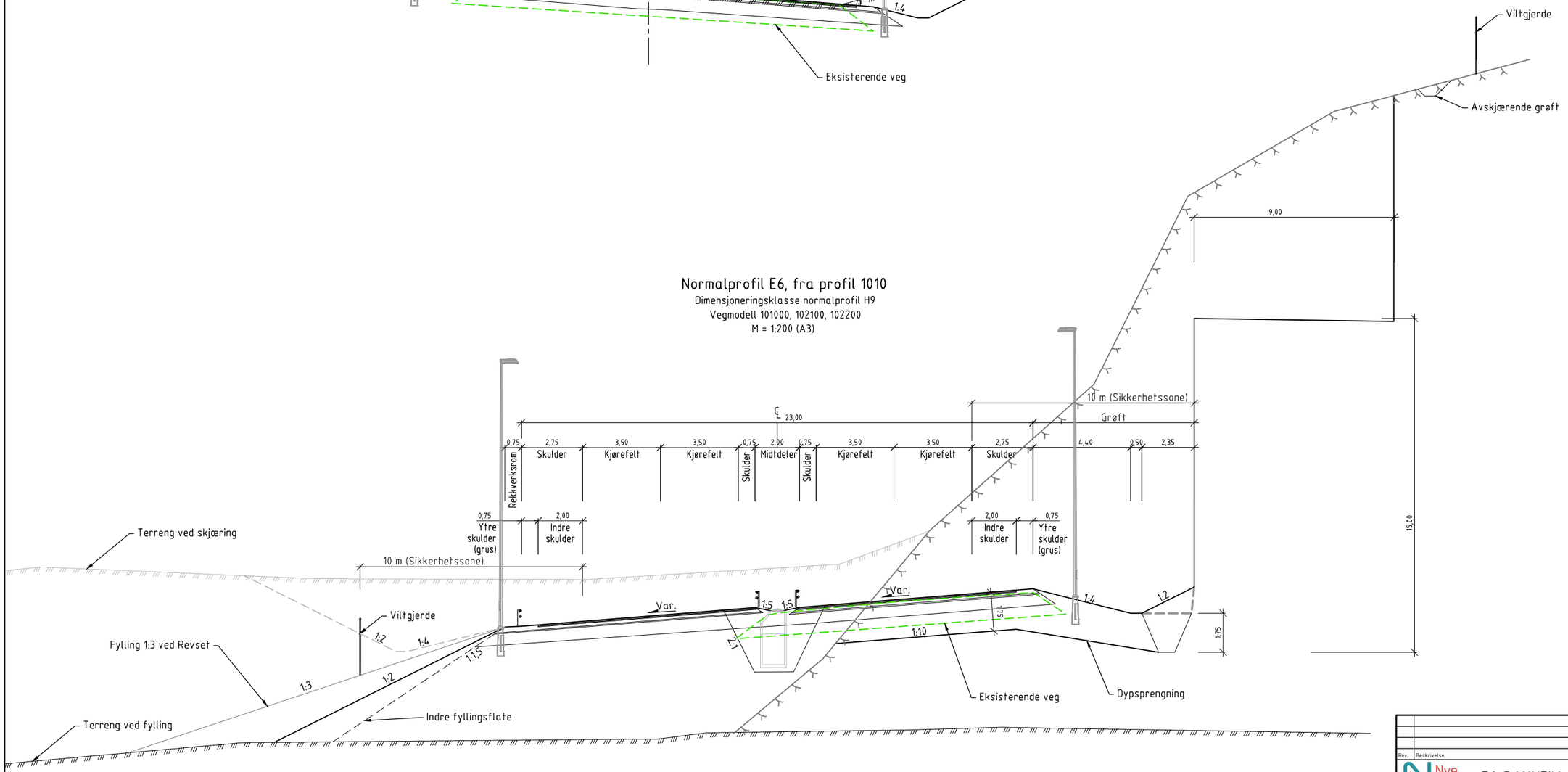
Normalprofil E6, profil 650-1010

Dimensjoneringsklasse normalprofil H9
Vegmodell 101000, 102100, 102200
M = 1:200 (A3)



Normalprofil E6, fra profil 1010

Dimensjoneringsklasse normalprofil H9
Vegmodell 101000, 102100, 102200
M = 1:200 (A3)



Rev.	Beskrivelse	Dato	Prosj.	Kontr.	Godkj.

Nye Veier

E6 RANHEIM-VÆRNES

Normalprofil
E6
Trondheim kommune

Fag	Format
RIVeg	A3

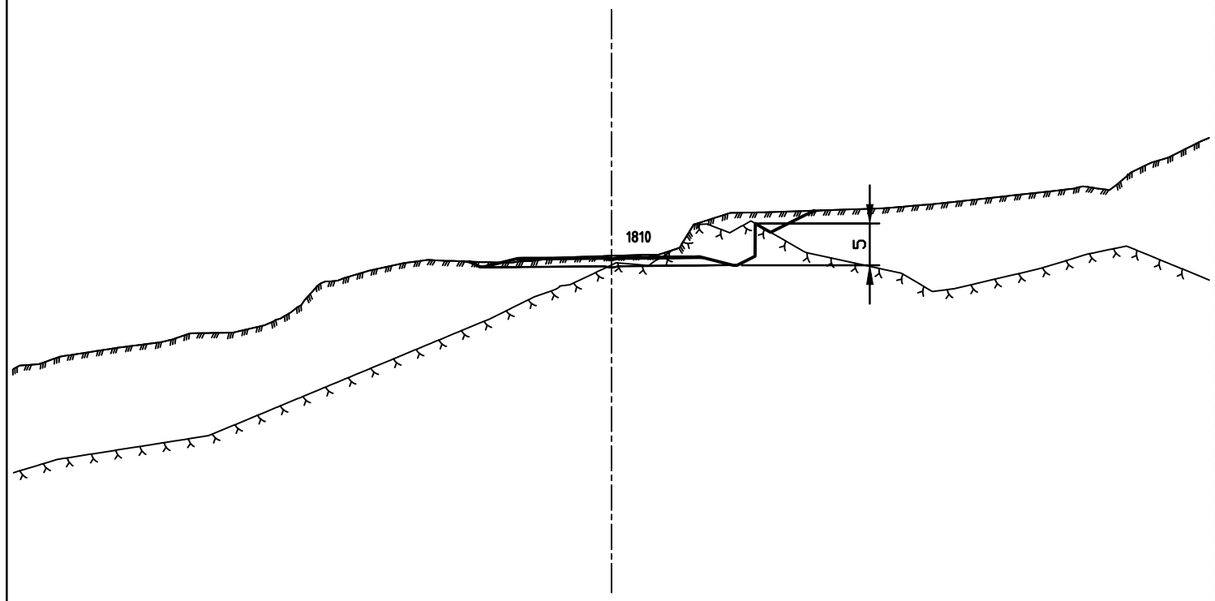
Dato: 20.03.2019
Målestokk: 1:200
Koordinatsystem: Euref89 NTM10
Høydesystem: NN2000

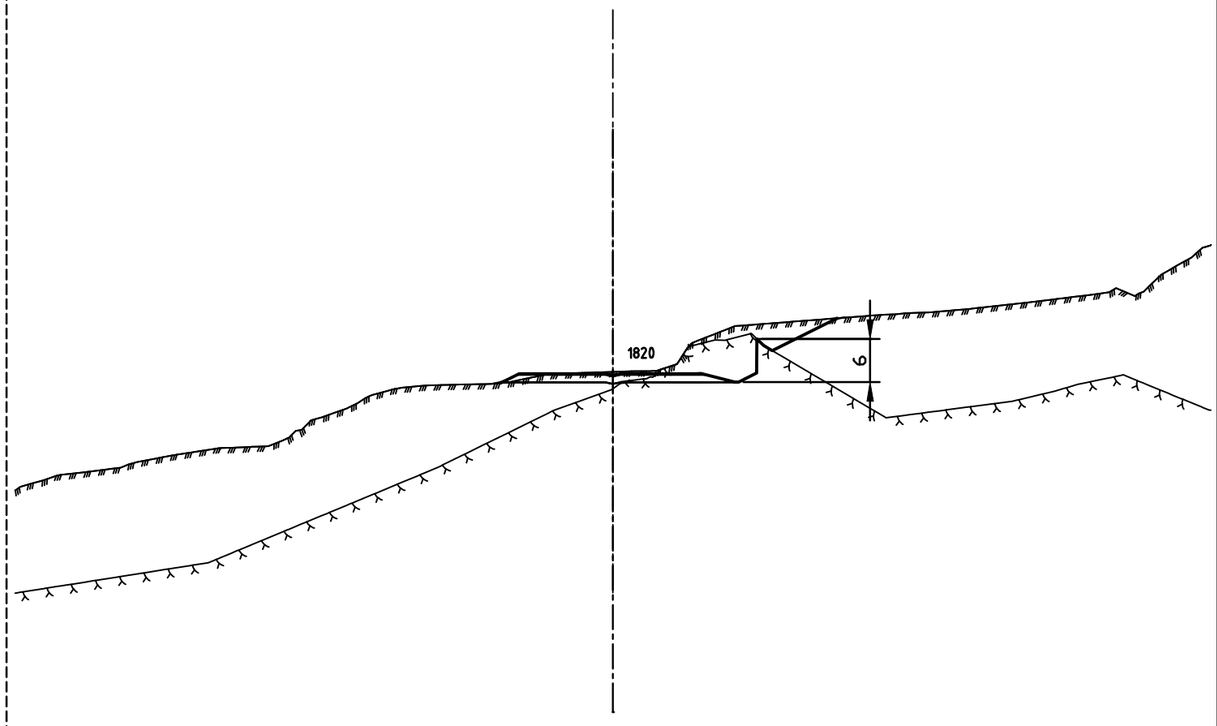
acciona Multiconsult

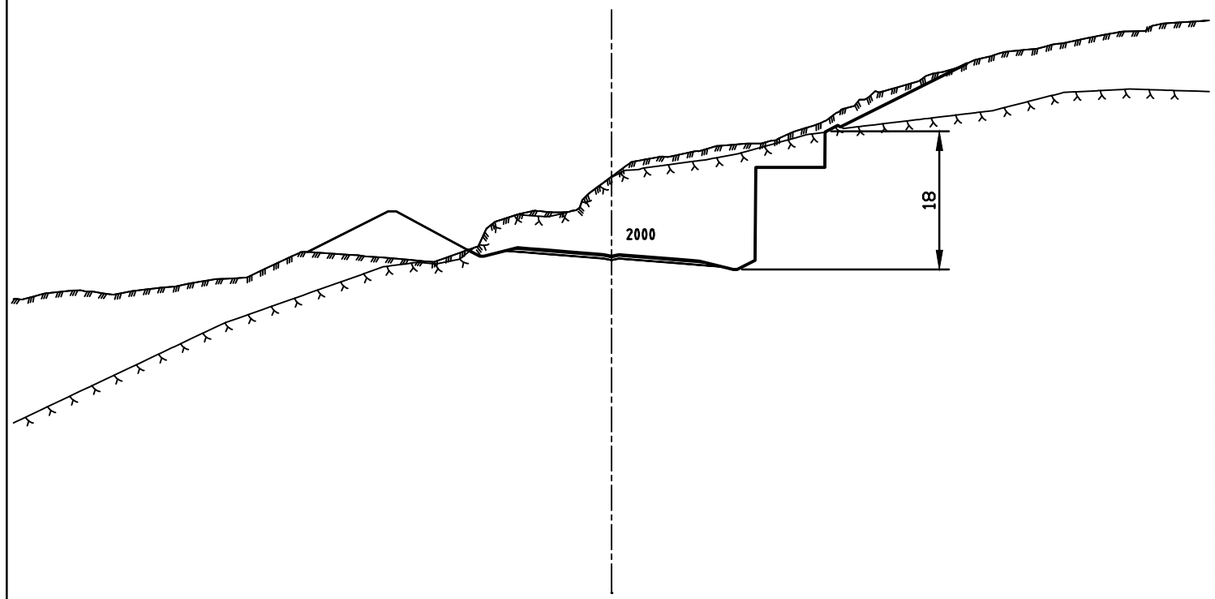
Status	Oppdragsnr.	Prosj.	Kontrollert	Godkjent
Vedlegg reguplan	10207634	KjetG	VeK	BS

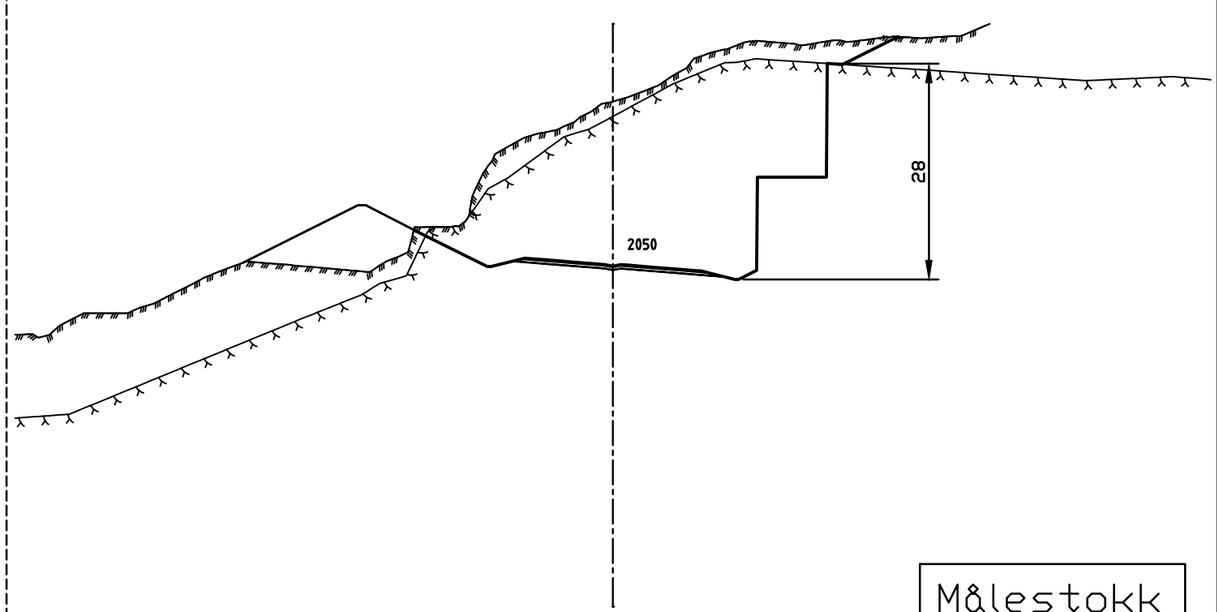
Dokumentnr.: E6RV-MUL-RD-DRF-TBAXX-0001
Rev.

Vedlegg 3

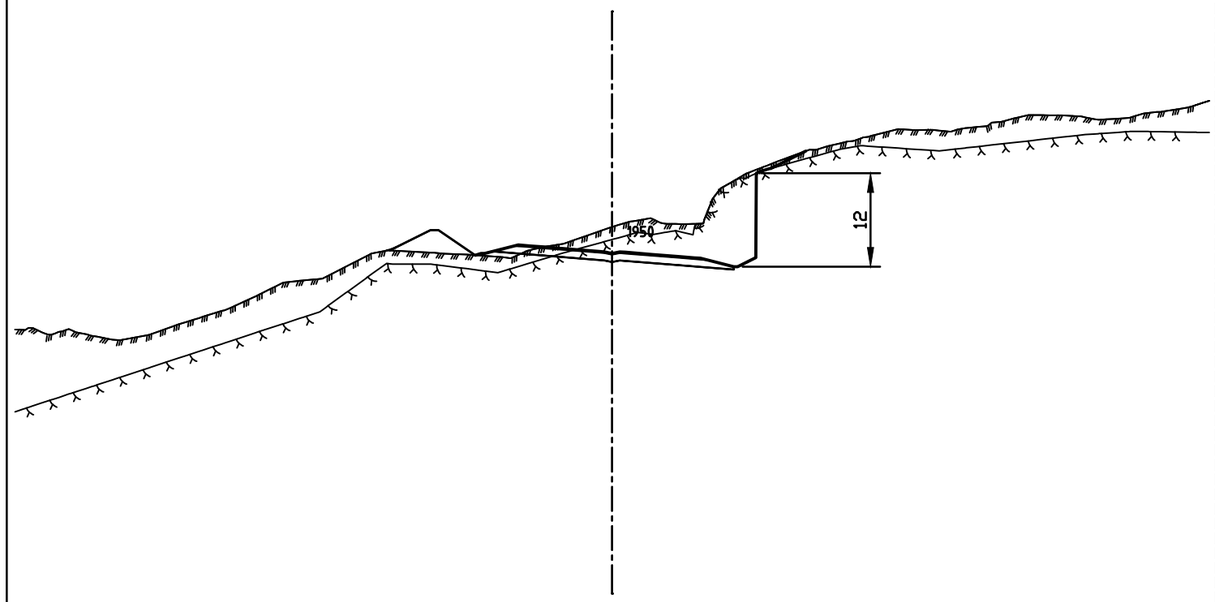


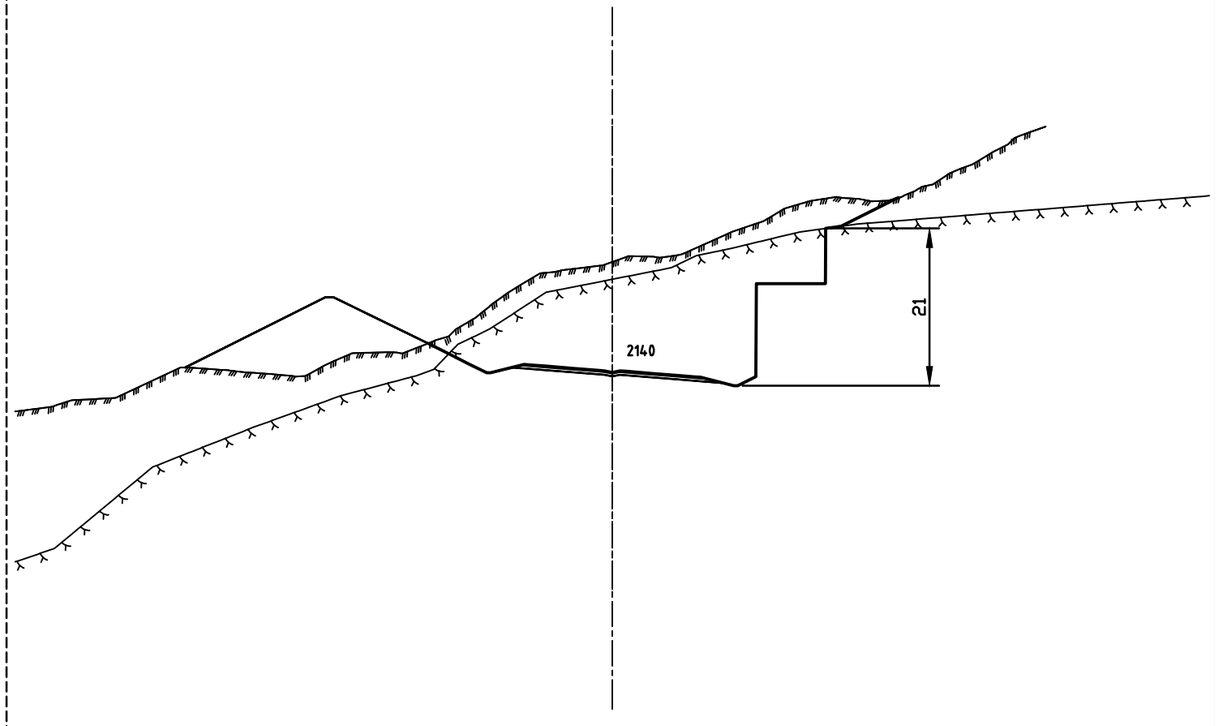


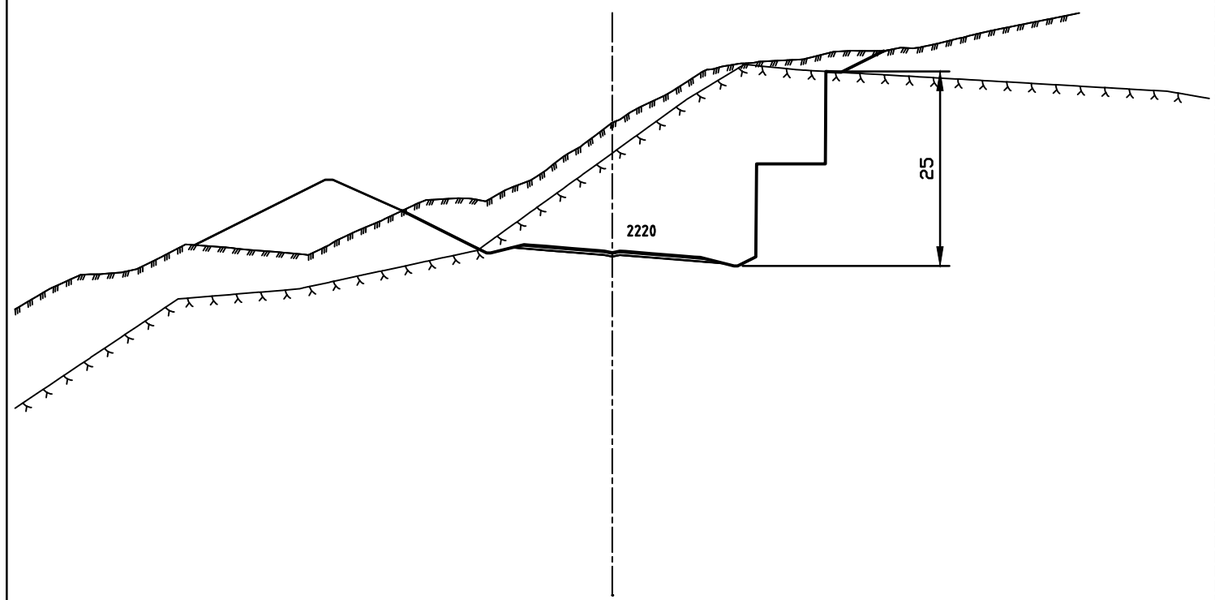


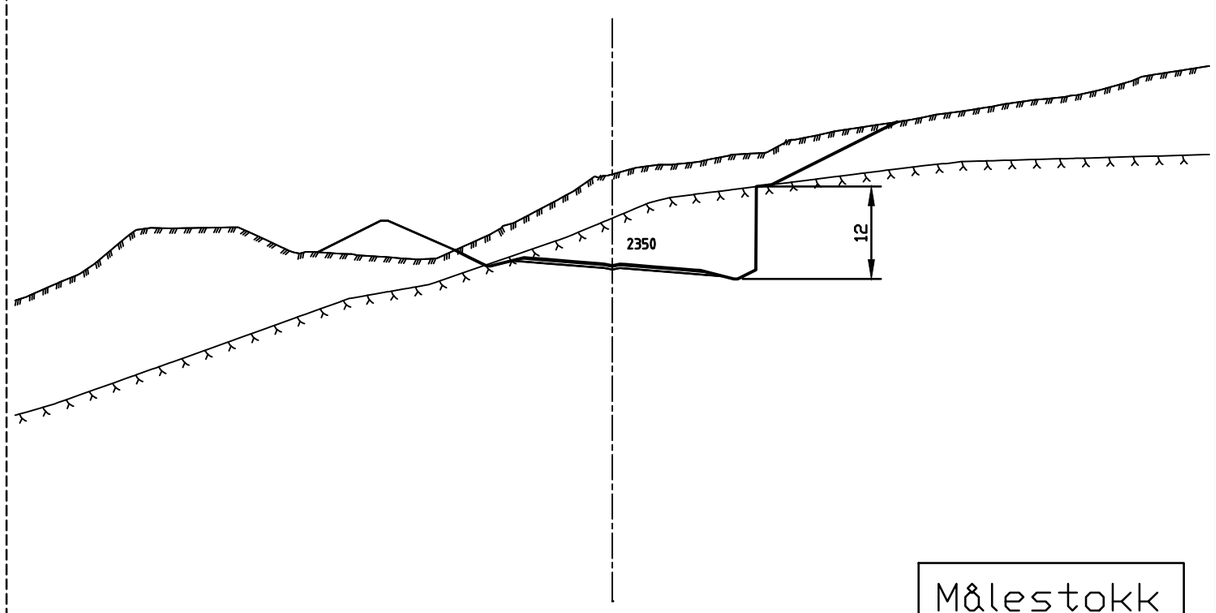


Målestokk
1:800 i A3









Målestokk
1:800 i A3