



Detaljregulering for E6 Ulsberg – Vindåsliene
Ingeniørgeologisk rapport
Vindåslitunnelen

05.04 | **19**

Oppdragsnr:	11927300
Oppdragsnavn:	E6_UV_4_felt
Dokument nr.:	11927300_RIGBERG_R03_A02
Filnavn	Vindåslitunnelen, Ingeniørgeologisk rapport til reguleringsplan

Revisjonsoversikt

Revisjon	Dato	Revisjon gjelder	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av
01	05.03.2019	Første utgave	NOASGY	NOTOYY	NOJAOV
02	05.04.2019	Rev. etter uavhengig kontroll	NOASGY	NOTOYY	NOJAOV

Forord

Nye Veier AS har startet arbeid med detaljregulering av ny E6 i Rennebu kommune og Midtre Gauldal kommune i Trøndelag fylke. Planområdet (i sør) strekker seg fra krysset mellom E6 og riksveg 3 ved Ulsberg i Rennebu kommune til Vindåsliene ved Fossembrua sør for Soknedal i Midtre Gauldal kommune (i nord).

Reguleringsplanen skal danne grunnlaget for bygging av ny 4-felts E6 på strekningen. Planforslaget skal sammenfalle med ny E6 nordover i Midtre Gauldal kommune som er under bygging.

Nye Veier AS er tiltakshaver og konsulentfirmaet Sweco Norge AS er engasjert for å utarbeide planforslaget og konsekvensutredningen. Det utarbeides en felles reguleringsplan for Rennebu kommune og Midtre Gauldal kommune, men politisk behandling av planforslaget utføres i de respektive kommunene uavhengig av hverandre.

Sammendrag

Som del av strekningen skal det bygges en tunnel like sør for Soknedal sentrum. Vindåslietunnelen reguleres med to løp, der løp 1 har lengde 1865 meter og løp nr. 2 har lengde 2750 meter. Løp nr. 1 skal utarbeides med tunnelprofil T14 og løp nr. 2 med tunnelprofil T10,5. Tunnelene går på stigning fra nord til sør og ligger på østsiden av dagens E6.

Berggrunnen i området er del av den øvre dekkeserien i Trondheimsområdet. Det forventes at tunnelen skal drives i en *moderat* til *lite* oppsprukket bergmasse som veksler mellom bergartene fyllitt, glimmerskifer, grønnstein, amfibolitt, tufitt og båndet kvartsitt.

Overdekningen langs tunneltraseen er < 200 meter, og det forventes ikke betydelige stabilitetsutfordringer som følge av bergspenninger. Det er funnet flere lineamenter som krysser terrenget over tunneltraseene og som vurderes å kunne representere svakhetssoner. Ettersom store deler av terrenget er dekt av løsmasser, er det knyttet usikkerhet til antall og beskaffenheten av kryssende svakhetssoner. Et anslag på bergmasseklasser langs tunnelene angir at 54-66 % av tunnelene vil ligge i *middels* til *godt* berg, 27-37% i *dårlig* berg, og 7-9% i *svært dårlig* til *ekstremt dårlig* berg.

Nordlig påhugg er planlagt som utvidelse av skjæringer i berg langs eksisterende E6. For løp nr. 1 er påhugget planlagt i et område med bratt sideterreng og opp mot 10 meter løsmasseemektighet.

Det er ikke bebyggelse, brønner eller funnet sårbart naturmangfold eller naturressurser innenfor influensområdet til tunnelene. Innlekkasjekravet for hver av tunnelene er vurdert til 15 liter/min/100 meter.

Denne rapporten beskriver ingeniørgeologiske fakta og vurderinger for Vindåslietunnelen, og er skrevet til reguleringsplanen. Tunnelen er vurdert å tilhøre geoteknisk kategori 3.

Innhold

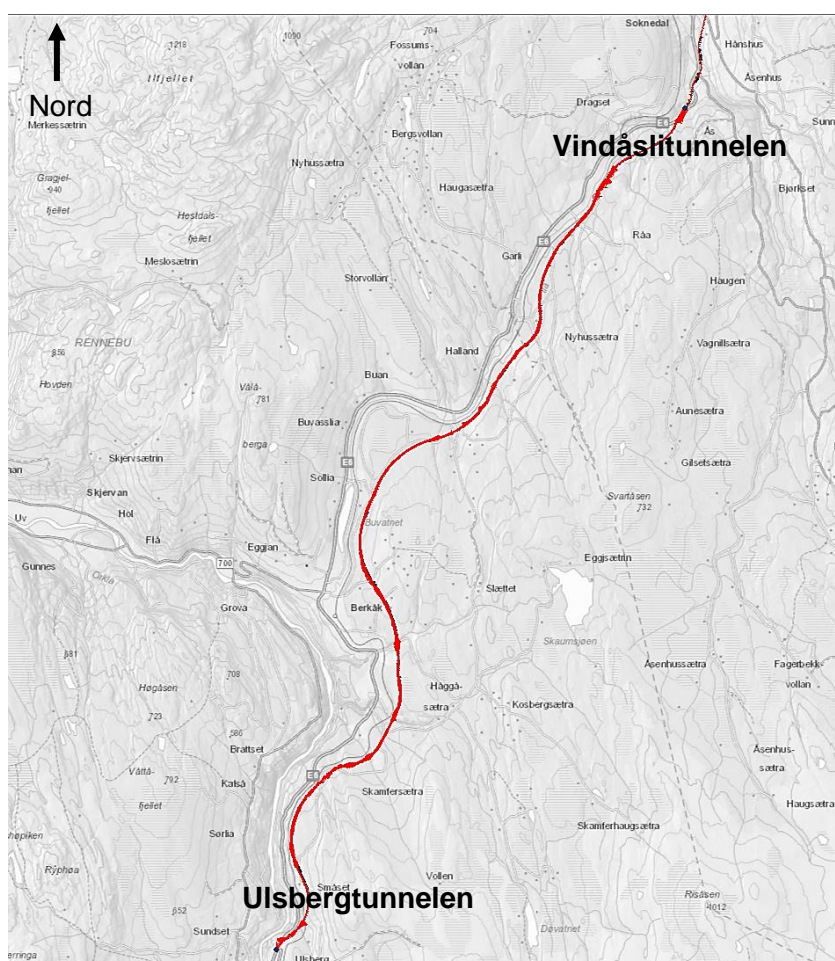
1	Innledning	6
1.1	Bakgrunn	6
1.2	Rapportens innhold.....	7
1.3	Linjeføring og tunneltverrsnitt	7
1.4	Grunnlag	8
1.5	Geoteknisk kategori	9
2	Utførte undersøkelser	11
2.1	Tidligere undersøkelser	11
2.2	Undersøkelser	11
3	Grunnforhold – Faktadel	12
3.1	Topografi og overdekning	12
3.2	Løsmasser – Kvartærgeologi	12
3.3	Berggrunnsgeologi.....	13
3.4	Vannforhold – hydrologi/hydrogeologi	16
3.5	Naturfarer.....	16
4	Ingeniørgeologiske vurderinger – Tolkningsdel.....	18
4.1	Bergoverdekning og bergspenninger	18
4.2	Bergmassekvalitet	18
4.3	Svakhetssoner	19
4.4	Naturfarer.....	21
4.5	Påhugg	22
4.6	Bergsikring – oppsummering sikring	24
4.7	Bergartenes mekaniske egenskaper og anvendelse av sprengsteinsmassene	28
4.8	Bergartenes syredannende egenskaper og potensiale for radon	29
4.9	Omgivelser.....	29
5	Hydrologi og miljøhensyn – Tolkningsdel.....	31
5.1	Vannforholdene i berggrunn og tunnel	31
5.2	Influensområde	31
5.3	Miljøhensyn.....	32
5.4	Vurdering av setningsfare.....	32
5.5	Innlekkasjekrav	32
5.6	Sonderboring og injeksjon	33
5.7	Vann- og frostsikring – oppsummering sikring	33
6	Anbefalinger og forslag til videre undersøkelser	34
6.1	Tetthetskrav til tunnel.....	34
6.2	Krav til overvåking av spesielle forhold	34
6.3	Krav til håndtering av sprengsteinsmasser	34
6.4	Ingeniørgeologisk kompetanse i byggefasen	34
6.5	Supplerende grunnundersøkelser	34
7	Sikkerhet, helse og arbeidsmiljø (SHA).....	35
	Referanser.....	36

Vedlegg nr.	Navn	Antall sider
1	Bilder	4
2a	Berggrunnskart NGU 1:50 000	1
2b	Kvartærgeologisk kart NGU 1:250 000	1
2c	Aktsomhetsområder for skred	2
2d	Fjellskyggekart med lineamenter	1
3	Sprekkerose og stereogram	1
4	Tverrprofiler ved påhugg	2
5	Ingeniørgeologiske kart	7

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Nye Veier (NV) planlegger ny E6 i Rennebu og Midtre Gauldal kommune, Trøndelag fylke. Traseen strekker seg fra krysset mellom E6 og riksveg 3 ved Ulsberg i Rennebu kommune til Vindåsliene ved Fossembrua sør for Soknedal i Midtre Gauldal kommune, se figur 1. Sweco er engasjert for utarbeidelse av reguleringsplan for strekningen.



Figur 1: Oversiktskart som viser trase for ny E6 mellom Ulsberg og Vindåsliene.

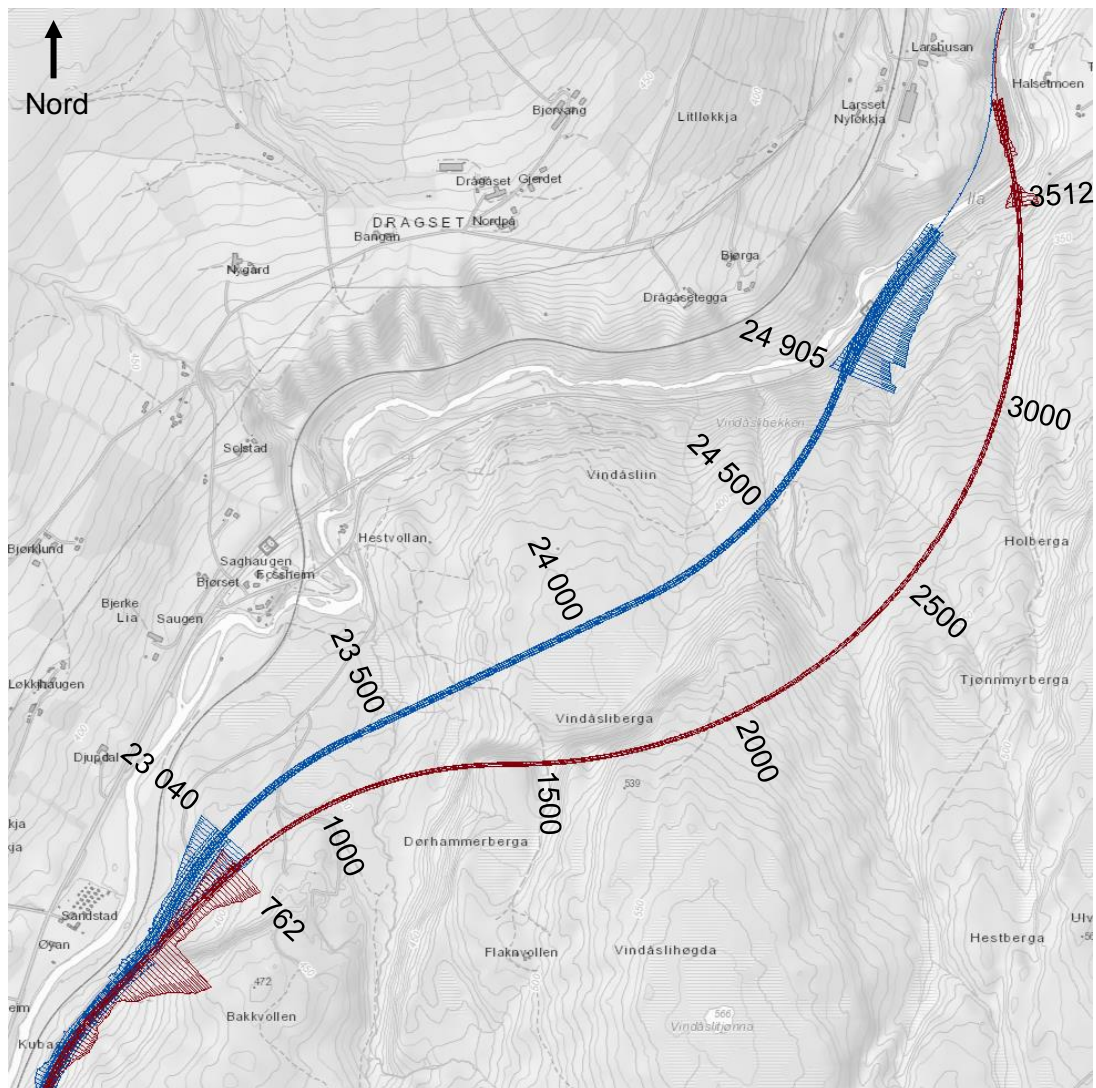
Det skal bygges to tunneler på strekningen, Ulsbergstunnelen (1440 meter) som ligger nord for Ulsberg og Vindåslietunnelen (1900 meter) gjennom Vindåsliene sør for Soknedal sentrum.

1.2 Rapportens innhold

Denne rapporten beskriver ingeniørgeologiske og hydrogeologiske forhold for Vindåslitunnelen. Rapporten er utarbeidet etter kravene i Statens vegvesen Håndbok N500 [1] og er skrevet for reguleringsplannivå.

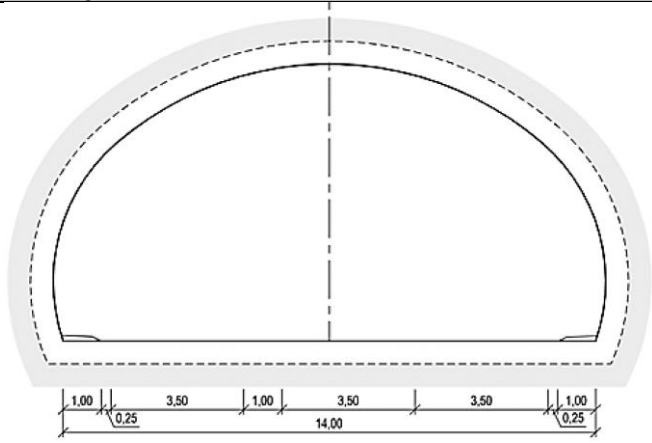
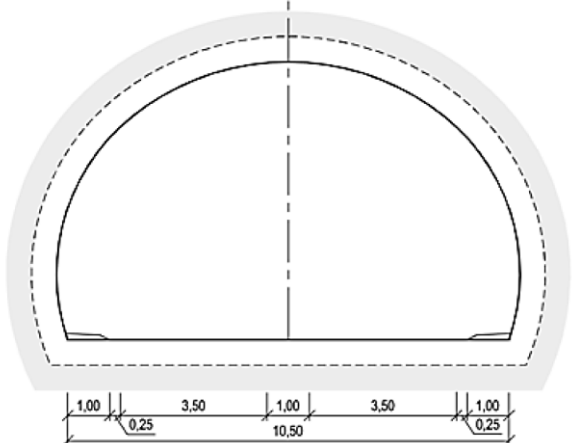
1.3 Linjeføring og tunneltversnitt

Strekningen er planlagt som 4-feltsveg med fartsgrense 110 km/t etter standardklasse H3 – Nasjonal hovedveg for ÅDT > 12 000. ÅDT ved åpningsåret i 2022/2023 er anslått til 6000, og i første omgang bygges derfor tunnelen med et løp. Trafikkprognosene anslår at ÅDT øker til 8660 i 2042, og løp nr. 2 må da etableres. Vindåslitunnelen er derfor regulert med to løp, se hoved data for løpene i tabell 1 og oversikt i plan på figur 2. For løp nr. 1 etableres det en overgangssone før og etter tunnelen hvor tverrprofilen reduseres fra firefeltsvei til trefeltsvei og fartsgrensen reduseres til 80 km/t.



Figur 2: Vindåslitunnelen, oversiktskart. Løp nr. 1 er vist ved blå linje og løp nr. 2 ved rød linje.

Tabell 1: Hovedtall løp nr. 1 og 2

		Løp nr. 1
Påhugg sør	Profil 23 040 Kote +374	
Påhugg nord	Profil 24 905 Kote +297	
Lengde	1865 m 4,05% helning	
Tunnelprofil	T14 (figur 3)	
		Figur 3: Geometri tunnelprofil T14 [1].
		Løp nr. 2
Påhugg sør	Profil 762 Kote +377	
Påhugg nord	Profil 3512 Kote +285	
Lengde	2750 m 3,5% helning	
Tunnelprofil	T10,5 (figur 4)	
		Figur 4: Geometri tunnelprofil T10,5 [1].

1.4 Grunnlag

Følgende grunnlag er benyttet som grunnlag til denne rapporten:

- Kartgrunnlag fra Sweco/Nye veier
- Berggrunnskart fra NGU, 1:50 000 og 1:250 000
- Kvartærgeologisk kart fra NGU, 1:250 000
- Radon aktsomhetskart, aktsomhetsområder, skredhendelser, grunnvannsdatabase og NVE Atlas fra NGU og NVE
- Terrengdata fra Høydedata.no
- Eiendomsinformasjon fra Kartverket.no

Følgende standarder er lagt til grunn ved utarbeidelse av denne rapporten:

- [1] Statens vegvesen Håndbok N500 Vegtunneler (2016)

- [2] Statens vegvesen Håndbok V520 Tunnelveiledning (2016)
- [4] Statens vegvesen Håndbok N200 Vegbygging (2018)
- [5] Eurocode 7 (2014)
- [6] NS 8141:2001 Vibrasjoner og støt, 2. utg. 2001

Sweco utarbeidet reguleringsplan for alternativ trasé på strekningen i 2013-2015. Vindåslitunnelen, slik den foreligger per dags dato, var også del av denne reguleringsplanen, men kun med ett løp. Feltkartlegging, grunnundersøkelser og ingeniørgeologisk rapport utført i forbindelse med tidligere reguleringsplan [15-21], er benyttet som basis for denne rapporten. Utover dette foreligger det ingen dokumenter for tidligere planfaser for strekningen.

1.5 Geoteknisk kategori

Eurokode 7 har vært veiledende prosjekteringsstandard siden 2010, og skal benyttes for dette prosjektet. Eurokode 7 anbefaler fire forskjellige prosjekteringsmetoder:

1. Geoteknisk prosjektering ved beregning.
2. Prosjektering ved konstruktive tiltak.
3. Prøvebelastning og modellprøving.
4. Observasjonsmetoden.

Typisk for tunnelprosjekter vil det bli benyttet prosjektering ved konstruktive tiltak og observasjonsmetoden. Prosjektering ved konstruktive tiltak gjennomføres ved at det benyttes erfaring og normal praksis for å oppnå tilfredsstillende stabilitet. Dette gjelder for eksempel bruk av Q-metoden for å bestemme permanent sikring.

Observasjonsmetoden går i prinsipp ut på at forutsetninger og utført prosjektering verifiseres ved målinger og iaktakelser under bygging. For dette skal det utarbeides planer som inkluderer effektive mottiltak dersom foreskrevet akseptabel stabilitet ikke er tilfredsstillt under byggingen.

Jamfør håndbok N500 [1] skal alle vegtunnelprosjekttunneler i utgangspunktet ligge i geoteknisk kategori 3. For tunneler der forundersøkelsene viser godt og forutsigbart berg kan det være aktuelt å benytte geoteknisk kategori 2.

Vindåslitunnelen går i utgangspunktet i forutsigbare forhold i et ikke-urbant område. Dette åpner for å kategorisere tunnelen til geoteknisk kategori 2, men på grunn av et potensielt utfordrende påhugg nord med bratt sideterreng og store løsmassemektingheter, vurderes tunnelen å tilhøre geoteknisk kategori 3.

Etter håndbok N200 [4] er konsekvensklasse, pålitelighetsklasse, prosjekteringskontrollklasse, utførelseskontrollklasse og krav til kontrollform vurdert til følgende:

- Geoteknisk kategori 3
- Konsekvensklasse **CC3**
- Pålitelighetsklasse **RC3**
- Prosjekteringskontrollklasse **PKK3**
- Utførelseskontrollklasse **UKK3**

Dette gir følgende kontrollregime, se figur 5.

Kontroll- klasse	Kontrollform					
	Ved prosjektering			Ved utførelse		
	Egen- kontroll	Intern, system- atisk kontroll (kollegakontroll)	Utvidet kontroll	Egen- kontroll	Intern, system- atisk kontroll (kollegakontroll)	Utvidet kontroll
PKK1/UKK1	Kreves	Kreves ikke	Kreves ikke	Kreves	Kreves ikke	Kreves ikke
PKK2/UKK2	Kreves	Kreves	Kreves ¹⁾	Kreves	Kreves	Kreves ¹⁾
PKK3/UKK3	Kreves	Kreves	Kreves ²⁾	Kreves	Kreves	Kreves ²⁾

¹⁾ Utvidet kontroll i prosjekterings- og utførelseskontrollklasse PKK2/UKK2 kan begrenses til en kontroll av at egenkontroll og intern systematisk kontroll (kollegakontroll) er gjennomført og dokumentert.

²⁾ Utvidet kontroll i prosjekterings- og utførelseskontrollklasse PKK3/UKK3 skal utføres som en faglig kontroll.

Figur 5: Krav til kontrollform etter håndbok N200 [4]

Ved PKK3 settes det krav til utvidet kontroll (uavhengig kontroll) i tillegg til egenkontroll og kollegakontroll. Dokumentasjon av fastsettelse av geoteknisk kategori og utført prosjekteringskontroll er vist i tabell 2 og 3.

Det bemerkes at det også settes krav til utvidet kontroll ved utførelse av prosjektet. Dette er ytterligere omtalt i avsnitt 6.4.

Tabell 2: Fastsettelse av geoteknisk kategori

	Navn/enhet	Dato/Signatur
Geoteknisk Prosjekterende	Torbjørn Yri Sweco	
Oppdragsgiver	Kari Charlotte Sellgren Nye Veier	

Tabell 3: Prosjekteringskontroll

	Navn/enhet	Dato/Signatur
Egenkontroll	Asgeir Samstad Gylland Sweco	
Kollegakontroll	Torbjørn Yri Sweco	
Uavhengig kontroll	Martine Lund Andresen Norconsult	

2 Utførte undersøkelser

2.1 Tidligere undersøkelser

Sweco utarbeidet reguleringsplan for alternativ trasé på strekningen i 2013-2015. Vindåslitunnelen var også del av denne reguleringsplanen, men kun med ett løp. Feltkartlegging, grunnundersøkelser og ingeniørgeologisk rapport utført i forbindelse med tidligere reguleringsplan [15-21], er benyttet som basis for denne rapporten. Utover dette foreligger det ingen dokumenter for tidligere planfaser for tunnelen.

Den kartlegging og de grunnundersøkelser som ble utført for tidligere reguleringsplan, ble utført med hensikt å undersøke forholdene langs løp nr. 1. For denne reguleringsplanen, med to tunnellop, er resultatene fra disse undersøkelsene benyttet til best mulig å beskrivelse forholdene langs løp nr. 2.

Kartlegging av bergmassen i området er hovedsakelig utført langs eksisterende E6, da terrenget over løp nr. 1 er dekt av løsmasser. Avstanden fra hvor det er utført kartlegging til tunnellop nr. 2, er større enn til løp nr. 1, noe som fører til at usikkerheten i fakta og tolkninger øker.

Utgangspunktet for reguleringsplanen er at løp nr. 1 skal bygges før løp nr. 2. Erfaringene fra driften av løp nr. 1 vil dermed gi god informasjon om hvilke bergmasseforhold som kan forventes langs løp nr. 2. Denne informasjonen må videreformidles og benyttes som grunnlag ved planlegging av løp nr. 2.

2.2 Undersøkelser

2.2.1 Feltkartlegging

I forbindelse med tidligere reguleringsplan, ble det foretatt befarings i sideterrenget langs eksisterende E6 den 17.11.2014 og 20.11.2014 og langs eksisterende E6 den 10.12.2014. Terrenget over tunneltraseen ble befart den 27.05.2015. Befaringene er utført av ingeniørgeologene Torbjørn Yri og Asgeir S. Gylland.

2.2.2 Grunnboringer

Sweco utførte flere fjellkontrollboringer i området ved nordlige påhugg i forbindelse med tidligere reguleringsplan i 2013-2015 [19,20]. Plassering og resultater er vist på ingeniørgeologisk kart, og nærmere omtalt i kapittel 3.2 og 4.5.

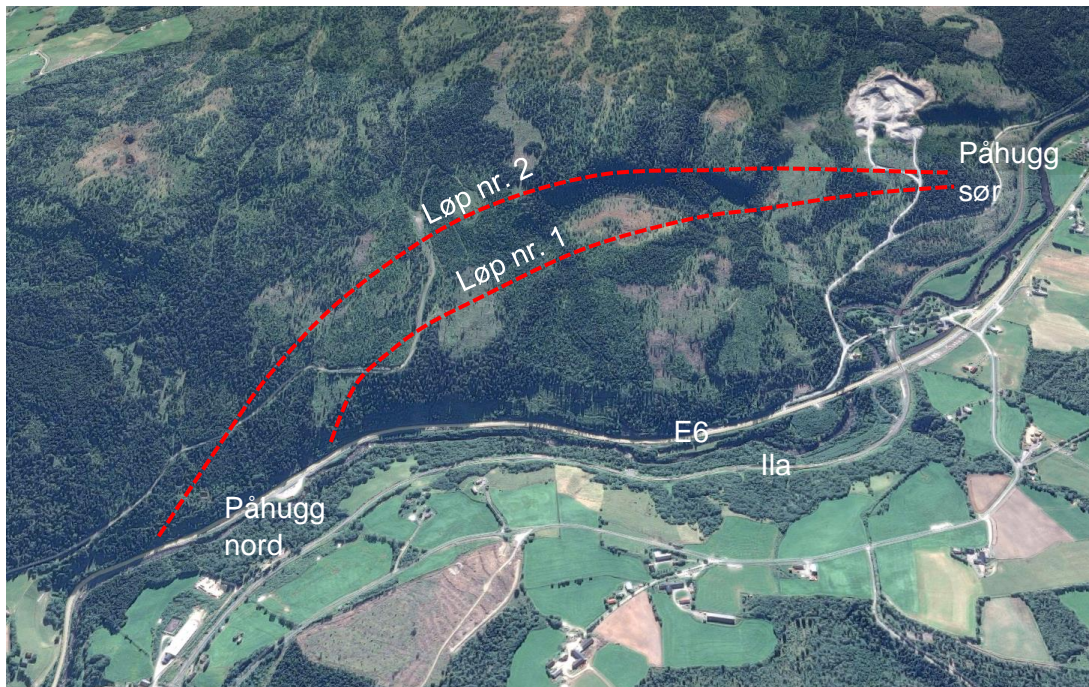
2.2.3 Refraksjonsseismikk

Sweco utførte refraksjonsseismiske undersøkelser ved nordlig påhugg for Vindåslitunnelen, og langs lokalvegen som er planlagt å krysse over tunnelportalen, i forbindelse med tidligere reguleringsplan i 2013-2015 [21]. Resultatene er nærmere omtalt i kapittel 3.2 og 4.5.

3 Grunnforhold – Faktadel

3.1 Topografi og overdekning

Tunnelene følger den østlige dalsiden langs elva Ila og eksisterende E6. Terrenget heller mot nordvest og vest, og er stedvis svært bratt ned mot eksisterende E6. Det er vegetert av skog, stedvis myr uten nærliggende bebyggelse. Sørlige påhugg er planlagt i et skog- og myrområde på østsiden av Ila, vest for et dagbrudd. Terrenget er i dette området slakt hellende mot nordvest. Tunnelene går i nordøstlig-sørvestlig retning med økende overdekning, og svinger av mot nord ved nordlige påhugg. Nordlige påhugg er planlagt som utvidelse av skjæringer i berg langs eksisterende E6, se bilde 4 i vedlegg 1. Sideterrenget er stedvis svært bratt (20-40°) i påhuggsområdene. En oversikt er vist på figur 6.



Figur 6: Oversikt topografi langs tunneltraseer, bildet er sett mot sør.

Fra sørlige påhugg går tunnelene på synk i slakt hellende terreng, med 15-25 meter overdekning de første 500-600 meterne. Herfra stiger terrenget og overdekningen øker opp mot 100 meter for løp nr. 1 og 200 meter for løp nr. 2, som ligger noe lengre inn i massivet mot sørst enn løp nr. 1. Overdekningen er jevnt over 30-100 meter langs nordlige del av traseen, og avtar raskt ned mot nordlige påhugg på grunn av det bratte sideterrenget. Se også lengdeprofil på ingeniørgeologisk kart i vedlegg 5.

3.2 Løsmasser – Kvartærgeologi

I henhold til kvartærgeologisk kart fra NGU består løsmassene i området over tunnelen av tynn og tykk morene, se vedlegg 2b. Morene er iht. kartet definert som: *materiale plukket opp, transportert og avsatt av isbreer, vanligvis hardt sammenpakket, dårlig sortert og kan*

inneholde alt fra leir til stein og blokk. Tynn morene antyder et usammenhengende dekke med tykkelse normalt mindre enn 0,5 meter, men som lokalt kan være noe mer. Tykk morene antyder sammenhengende dekke med stedvis stor mektighet.

Tynn morene er angitt ved påhuggsområdene og langs store deler av traseene. Langs et mindre område over sørlig del av traseene er det angitt tykk morene.

Fjellkontrollboringer, utført ved sørlige påhugg, viser at løsmassemektheten typisk varierer fra 4 til 10 meter. Dette bekreftes av de refraksjonsseismiske undersøkelsene, utført mellom profil 22 930-23 040 langs løp nr. 1, som viser en tilnærmet konstant løsmassemekthet på ca. 8-9 meter. Den seismiske hastigheten i løsmassene er angitt til 2100 m/s.

Det er utført to fjellkontrollboringer langs en lokalveg som krysser traseen for løp nr. 1 ved profil 24 700-24 800. Resultatene fra disse boringene viser at løsmassemektheten er 2,5-4,2 meter.

Ved løp nr. 1 er nordlige påhugg planlagt som en utvidelse av eksisterende skjæringer i berg på sørøstsiden av E6. I overkant av skjæringene i berg ligger det løsmasser som stedvis er dekket av plastringsmasser og sikret med nett. Helningsvinkelen på terrenget i overkant av påhugget er 30-35°. Plastringsmasser og nett er sikringstiltak som ble utført i forbindelse med utvidelsen av E6 i årene 2005-2006. Videre sørover langs E6, er det observert flere forsenkninger i sideterrenget på sørvestsiden av E6, hvor det er montert tørrmurer som sikringstiltak mot løsmassene i skråningen.

De refraksjonsseismiske undersøkelsene, utført for løp nr. 1, viser at løsmassemektheten ved nordlige påhugg, mellom profil 24 900-24 970, varierer fra 5 til 15 meter. Mektheten øker mot sør, og er størst i de øvre delene av skråningen.

Terrenget ved nordlige påhugg for løp nr. 2 er dekt av løsmasser og vegetert. Det er ikke utført kartlegging eller andre grunnundersøkelser i området. En oversikt over boringer er vist på ingeniørgeologiske kart.

Resultatene fra boringene og de refraksjonsseismiske undersøkelsene viser at løsmassemektheten er langt større enn det som er antydnet på kvartærgeologisk kart fra NGU. Det må derfor forventes stor løsmassemekthet også i andre områder hvor kvartærgeologisk kart angir tynt morenedekke og det ikke er utført grunnundersøkelser.

3.3 Berggrunnsgeologi

3.3.1 Bergarter og regionalgeologi

I henhold til berggrunnskart fra NGU er bergmassen i området en del av Guladekket, antatt innskjøvet i tidligordovicisk tid. Sammen med Trondheims- og Rørosdekkekomplekset utgjør disse den øvre dekkserien i Trondheimsområdet, med bergarter fra kambrisk til ordovicisk tid. Iblant dekkekompleksene er det også angitt dypbergarter fra ordovicium og silurtiden.

De øvre dekkeseriene er ofte svært forskjellige fra de underliggende, og inneholder bergarter med stor variasjon både i sammensetning, deformasjonsstil og omdanningsgrad. Dette gjør at geologien ofte er kompleks, og at det er usikkerhet knyttet de ulike bergartenes forløp i grunnen. Trondheimsdekkekomplekset består hovedsakelig av sedimentære og metamorfe bergarter som for eksempel grønnstein, gråvakke, ulike typer fyllitt, sandsteiner og kvartsitter.

Berggrunnskartet fra NGU, se vedlegg 2a, viser at bergartene langs tunneltraseene består av *mørk kalkholdig biotittfyllitt*, *glimmerskifer* og *grafittfyllitt* (lys grønn farge på berggrunnskart), *amfibolitt*, *grønnstein*, *tufitt* (brun farge på berggrunnskart) og *båndet kvartsitt* (gul farge på berggrunnskart). Jmfør berggrunnskart har hovedstrukturen i bergmassen slakt fall mot øst og sørøst. En nærmere beskrivelse av bergartene er gitt under:

- *Fyllitt og glimmerskifer* er finkornede bergarter der hovedmineralene er kvarts og glimmer. Som angitt i bergartsnavnet kan det forekomme fyllitter med innhold av kalk, biotitt og grafitt. Disse bergartene har utpregede kløvegenskaper noe som gjør de skifrige.
- *Grønnstein* er en middelskornet, grønnlig og metamorf bergart hovedsakelig bestående av feltspat og amfibol. *Amfibolitt* er en middelskornet, mørk og metamorf bergart hovedsakelig bestående av hornblende og plagioklas. I dette området er både amfibolitt og grønnstein metamorfe bergarter med utgangspunkt i basalt og diabas.
- *Båndet kvartsitt* er en metamorforert sandstein som hovedsakelig består av kvarts. Bergarten er typisk hard og kompetent.

Bergmassen som er observert i skjæringer i berg langs eksisterende E6 i området er mørk, finkornet og stedvis skifrig. Bergartsgrensene som er angitt på berggrunnskartet fra NGU er ikke observert i felt.

3.3.2 Strukturgeologi

Det er utført sprekkekartlegging i skjæringer i berg langs eksisterende E6 nordvest for tunneltraseene. Vedlegg 3 viser sprekkerose basert på totalt 51 sprekkemålinger.

Målingene viser at bergmassens oppsprekingsgrad og sprekkeorienteringer varierer i området. Sprekkene kan karakteriseres som *bølgete* i stor skala og *ru* til *glatt* i liten skala. Bergmassen er typisk foliert/lagdelt med varierende grad av oppsprekking langs dette planet. Sprekkeflater nære dagen bærer preg av å være overflateoksiderte og påvirket av forvitring. Sprekker er stedvis åpne og gjennomsettende.

Det er typisk registrert tre til fire sprekkesett i bergmassen, samt tilfeldige sprekker. Typisk sprekkeavstand er 0,3 til 0,5 meter og bergmassen kan karakteriseres som *moderat* til *lite* oppsprukket i henhold til oppsprekkingstallet (RQD-verdi). De fire hovedsprekkeretningene har strøk/fall:

1. N80-90°Ø og N80-90°V / 10-20°S (Foliasjon/lagdelingsplan)
2. N40-60°V / 40-70°NØ
3. N80-90°Ø og N80-90°V / ~90°S
4. N30-50°Ø / 45-75°NV

Bergmassen i eksisterende skjæring i berg langs E6, hvor nordlige påhugg ved løp nr. 1 er tiltenkt, kan karakteriseres som *lite* oppsprukket i henhold til oppsprekkingstallet (RQD-verdi). Typisk blokkstørrelse i skjæringen er 0,5-1,0 m³. Det har forekommet enkelte utfall i forbindelse med gjennomsettende sprekker og slepper. Det er observert to mindre sprekkesoner med bredde 10-20 cm. Se bilde 5 i vedlegg 1.

Tabell 4 gir en oversikt over typiske Q' -verdier basert på kartlegging av skjæringer langs eksisterende E6. For Q' verdier er ikke parameterne J_w og SRF hensyntatt i beregningen. Som vist av tabellen er typisk Q' -verdi for bergmassen i området 7-8, noe som kan karakteriseres som *middels godt berg* jamfør Q -systemet [13].

Tabell 4: Oppsummering Q' -verdier kartlagt i terrenget

Parameter	Min	Maks	Snitt
RQD	50	80	70
J_n	12	9	9
J_r	2	3	2
J_a	4	2	2
Q' -verdi	2-3	13-14	7-8

3.3.3 Svakhetssoner

I terrenget over tunneltraseene er det observert daler og forsenkninger som i geologiske termer ofte omtales som lineamenter. Lineamenter er ofte et tegn på en svakhetsone i grunnen. Disse kan deles inn i to hovedtyper [7]:

1. *Svake bergartslag*: Dannet primært som bergarter med høyt innhold av parallellorienterte mineraler som for eksempel talk, grafitt, kloritt, glimmer eller det kan være bergarter med svak mineralkornbinding. Skyveplan, forkastningssoner, pegmatittganger og diabasganger regnes også som svake bergartslag.
2. *Tektoniske bruddsoner*: Er et resultat av tektoniske spenninger og er en sone hvor det har foregått bevegelse. Deles videre inn i spaltsoner og knusningssoner.

Vedlegg 2d viser et fjellskyggekart over området hvor tunnelen skal utarbeides. I områdene sør for eksisterende E6 og planlagte tunneler, er flere lineamenter tydelige. Disse er typisk orientert i nord-sørlig retning. Mot sør og tunneltraseene, viskes lineamentene ut etter hvert som terrenget blir mer dominert av løsmasseavsetninger. Se kapittel 4.3 for vurdering av usikkerhetene knyttet til lineamenter og svakhetssoner i området. De mest markerte lineamentene er omtalt under, se også vedlegg 5.

1. Terskel i nordøst-sørvestlig retning langs steil bergside med fjellmassiv mot sørøst og slakere terrenget dekket av løsmasser mot nordvest. Observert i felt og ved bruk av kartdataverktøy.
2. Lineament i nord-sørlig retning som krysser terrenget over løp nr. 1 ved profil 23 700 og løp nr. 2 ved profil 1300. Tydelig i fjellmassivet mot sørøst. Mindre markert nordvest for lineament 1 og over tunneltraseene hvor terrenget er dekket av løsmasser. En fjellkontrollboring utført ved profil 23 690 langs løp nr. 1 viser at løsmassestyrkelsen er 14-15 meter. Lineamentet er kartlagt ved bruk av kartdataverktøy.
3. To parallelle lineament i nord-sørlig retning. Tydelig i fjellmassivet mot sørøst over løp nr. 2. Ikke tydelig i terrenget mot nord og løp nr. 1 hvor terrenget er dekket av løsmasser. Det mest markerte lineamentet er ekstrapolert mot løp nr. 1, og krysser da i terrenget ved ca. profil 23 965. Lineamentene krysser løp nr. 2 ved ca. profil 1560 og 1660. Lineamentene er kartlagt ved bruk av kartdataverktøy.

4. Lineament i løsmasser langs bekkeløp i nordvest-sørøstlig retning. Krysset terrenget over løp nr. 1 ved ca. profil 23 535 og løp nr. 2 ved ca. profil 1160. Det er ikke observert bergblotninger i bekkeløpet ved krysningspunktet med løp nr. 1. Fjellkontrollboringer viser at løsmassemektigheten her er 3-5 meter. Lineamentet er kartlagt i felt og ved bruk av kartdataverktøy.
5. Lineament i løsmasser langs bekkeløp i nord-sørlig retning. Krysset terrenget over løp nr. 1 ved profil 24 310. Det er ikke observert bergblotninger i bekkeløpet i krysningspunktet med tunneltraseen. Lineamentet er kartlagt i felt og ved bruk av kartdataverktøy.
6. Lineament i løsmasser langs bekkeløp i nord-sørlig retning. Krysset terrenget over løp nr. 1 ved ca. profil 24 580 og løp nr. 2 ved ca. profil 2340. Det er ikke observert bergblotninger i bekkeløpet i krysningspunktet med løp nr. 1. Lineamentet er kartlagt i felt og ved bruk av kartdataverktøy. Se bilde 2 i vedlegg 1.
7. Lineament i langs bekkeløp i nord-sørlig retning. Krysset terrenget over løp nr. 2 ved ca. profil 2470. Mot sør følger lineamentet en markert kløft i terrenget. Lineamentet er kartlagt ved bruk av kartdataverktøy.
8. Lineament langs bekkeløp i nordvest-sørøstlig retning. Krysset terrenget over løp nr. 2 ved ca. profil 2645. Lineamentet er kartlagt ved bruk av kartdataverktøy.
9. Lineament som delvis ligger langs bekkeløp i nord-sørlig retning. Krysset terrenget over løp nr. 2 ved ca. profil 3080. Mot sør følger lineamentet en markert kløft i terrenget. Lineamentet er kartlagt ved bruk av kartdataverktøy.

Under kartlegging av skjæringer i berg langs eksisterende E6 nordvest for tunneltraseene ble det observert enkelte mindre sprekkesoner og sletter med bredde 0,1 – 0,3 meter. De refraksjonsseismiske undersøkelsene ved nordlige påhugg for løp nr. 1, har konstatert en lavhastighetssone ved ca. profil 24 950. Dette er ca. 40 meter nord for påhugget.

3.4 Vannforhold – hydrologi/hydrogeologi

3.4.1 Elveløp og myrområder

Kartdata angir flere bekkeløp som krysset de to tunneltraseene. Et større bekkeløp krysset løp nr. 1 ved profil 23 550 og løp nr. 2 ved profil 1160. Et annet markert bekkeløp krysset løp nr. 1 ved profil 24 600. Bekkeløpene renner fra nord mot sør og ut i Ila.

Det er angitt et myrområde mellom midtre deler av de to tunneltraseene.

3.4.2 Brønner

Data fra den nasjonale grunnvannsdatabasen (GRANADA) viser at det ikke er registrert brønner langs eller i umiddelbar nærhet til traseene.

3.5 Naturfarer

3.5.1 Skred

Sørlige påhugg for begge løp ligger i slakt hellende terreng, uten registrerte skredhendelser eller aktsomhetsområder for skred. Det er ikke observert tegn etter tidligere skred i terrenget under befaringene.

Nordlige påhugg for løp nr. 1 er planlagt som utvidelse av eksisterende skjæringer i berg langs E6. Sideterrenget har helningsvinkel 30-35° mot påhugget. Løsmassemektheten er målt til 5-15 meter. Skråningen er stedvis sikret med nett og plastringsmasser.

Et mindre overflateskred er observert ca. 20-30 meter sørøst for profil 24 850. Skredet omfatter et ca. 5 meter bredt, 10-15 meter langt og 20-40 cm tykt flak med løsmasser. Terrenget har ved dette punktet en helning på 30-32°. Løsmassene består av delvis avrundede steiner med diameter opp mot 10-20 cm og noe finstoff. Det er ikke observert bekkeløp i området. Skredet har stoppet ca. 10-15 meter nedenfor utløsningsstedet. Se bilde 3 i vedlegg 1. På aktsomhetskart for skred er det angitt aktsomhetsområde for både snø og jord- og flomskred i nærheten av planlagt påhugg.

Nordlige påhugg for løp nr. 2 ligger ca. 600 meter nordøst for påhugget til løp nr. 1. Påhugget er planlagt tilnærmet normalt inn i den sørvendte dalsiden. Terrenget stiger ca. 20-30°. Det er ikke angitt aktsomhetsområder for skred.

3.5.2 Andre naturfarer

Påhugg og tunneltraseer ligger over marin grense uten nærliggende områder hvor det er angitt kvikkleire. Forhold knyttet til stormflo eller andre naturfarer er ikke aktuelt for traseene.

4 Ingeniørgeologiske vurderinger – Tolkningsdel

4.1 Bergoverdekning og bergspenninger

Tabell 5 gir en oversikt over overdekningen langs tunneltraseene. Høyeste overdekning er ca. 100 meter for løp nr. 1 og ca. 200 meter for løp nr. 2. Se også ingeniørgeologiske kart for lengdeprofil langs traseene.

Tabell 5: Oversikt overdekning

Løp nr. 1		Løp nr. 2	
Profilnummer	Overdekning	Profilnummer	Overdekning
23 040 - 23 700	10-50 meter	760 - 1370	10-50 meter
23 700 - 24 860	50-100 meter	1370 - 1400	50-100 meter
24 860 - 24 905	10-50 meter	1400 - 2900	100-200 meter
		2900 - 3300	50-100 meter
		3300 - 3515	10-50 meter

Bergspenninger er et resultat av gravitasjon, topografi, platetektonikk, residualspenninger og strukturbetingede spenninger. Bergspenningsmålinger utført i Norge viser at de horisontale spenningene svært ofte er høyere enn de gravitativt betingede horisontalspenningene, og at disse kan være høye helt opp til bergoverflaten. Horisontalspenningene er vanligvis også større enn de vertikale spenningene. Prosjektområdet ligger i den Kaledonske fjellkjeden hvor største horisontalspenning typisk har orientering i nordøst-sørvestlig retning [10].

Generelle tegn på høye spenninger i dagen er dalsideparallel/overflateparallel oppsprekking [7]. Det er ikke observert tegn til høye spenninger i bergmassen under befaringen, og overdekningen langs tunneltraseene er mindre enn 200 meter. Det forventes derfor ikke vesentlige stabilitetsproblemer som følge av høye bergspenninger i tunnelen.

Inn mot svakhetssoner vil det kunne inntreffe spenningskonsentrasjon i bergmassen, da svakhetssonen i seg selv ikke overfører spenninger i like stor grad som sideberget. Dette kan gi lokale stabilitetsproblemer i overgangen mot sonene.

Ved påhugsområdene forventes det liten innspenning for første del av tunnelen, dette er ytterligere omtalt i avsnitt 4.5.

4.2 Bergmassekvalitet

Det forventes at løp nr. 1 i hovedsak skal drives i mørk kalkholdig biotittfyllitt, glimmerskifer og grafittfyllitt som angitt på berggrunnskart fra NGU. Bergarten som er observert i skjæringer langs eksisterende E6, er finkornet og varierer noe i skifrihet og farge.

Nordlig og sørlig del av løp nr. 2 forventes også å gå gjennom disse bergartene, og midtre del gjennom båndet kvartsitt som angitt på berggrunnskartet. Det er også angitt to kryssende ganger av amfibolitt, grønnstein og tufitt som krysser traseene. Se ingeniørgeologiske kart i vedlegg 5 for bergarter og bergartsgrenser langs tunneltraseene.

Det forventes at det vil opptre tre sprekkesett og sporadiske sprekker. Bergmassen forventes å være *moderat* til *lite* oppsprukket i henhold til oppsprekkingstallet (RQD-verdi). Ett sprekkesett er registrert med strøk tilnærmet parallelt langs tunneltraseene. Sprekkesettet faller 45-75° mot NV. Dette kan være ugunstig for stabiliteten i østlig vegg og vederlag.

Resterende tre sprekkesett har strøk som er orientert fra normalt på til 10-50° i forhold til tunneltraseene.

I skjæringene i berg langs eksisterende E6 er det observert flere slepper og mindre sprekkesoner med bredde 10-30 cm. Disse følger ofte sprekkesettene i bergmassen, men kan ikke relateres til et spesielt sett. Det kan forventes at tilsvarende slepper og mindre soner også kan forekomme i tunnelene.

Det er knyttet stor usikkerhet til bergartstyper, bergartsgrenser og bergmassens beskaffenhet langs traseene. Dette kommer av at terrenget langs traseene er dekket av løsmasser. Observasjoner av bergmassen er kun gjort ved nordlige påhugg for løp nr. 1 og langs skjæringer i berg langs eksisterende E6 som ligger vest for traseene. Dette kan gi andre bergartsgrenser, annen type oppsprekking, utfall og problemområder enn det som vurderes basert kartleggingen.

4.3 Svakhetssoner

Som beskrevet i avsnitt 3.3.3 er det registrert flere lineamenter i terrenget over tunnelene som antas å kunne representere svakhetssoner.

1. Terskel i nordøst-sørvestlig retning langs steil bergside. Ujevnt forløp og trolig ikke en sammenhengende svakhetszone. Krysser ikke tunneltraseene.
2. Lineament i nord-sørlig retning som krysser terrenget over løp nr. 1 ved profil 23 710 og løp nr. 2 ved profil 1300. Det er usikkerhet knyttet til mektigheten av sonen, men den antas å ha bredde 5-10 meter basert på observasjoner av lineamentet mot sør. Totaloverdekningen er ca. 45 meter ved krysningpunktet med løp nr. 1. En fjellkontrollboring utført ved profil 23 690 viser at løsmassemektigheten er 14-15 meter. Bergoverdekningen, ved dette punktet, forventes derfor å være ca. 30 meter. Ved krysningpunktet for løp nr. 2 er overdekningen ca. 30-40 meter. Løsmassemektigheten ved krysningpunktet for løp nr. 2 er ikke kjent.

Sonen antas å ha tilnærmet steilt fall. Det ligger ikke bekkeløp eller andre vannkilder langs eller i nærhet til sonen. Sonen forventes derfor å være uten større innlekkasjer.

3. To parallelle lineament i nord-sørlig retning. Det mest markerte lineamentet kan ekstrapoleres mot løp nr. 1, og krysser da i terrenget ved ca. profil 23 965. Lineamentene krysser løp nr. 2 ved ca. profil 1560 og 1660.

Det er usikkerhet knyttet til mektigheten av sonene, men de antas å ha bredde < 5 meter basert på observasjoner av lineamentet i sør. Overdekningen er ved krysningpunktet for løp nr. 1 ca. 90 meter, og ca. 100-130 meter for løp nr. 2.

Sonen antas å ha tilnærmet steilt fall. Det ligger ikke bekkeløp eller andre vannkilder langs eller i nærhet til sonen. Sonen forventes derfor å være uten større innlekkasjer.

4. Lineament i løsmasser langs bekkeløp i nordvest-sørøstlig retning. Krysser terrenget over løp 1 ved ca. profil 23 535 og løp nr. 2 ved ca. profil 1160.

Fjellkontrollboringer viser at løsmassemektigheten ved krysningpunktet med løp nr. 1 er 3-5 meter. Avstanden fra tunnelhengen til terrengoverflaten er ved krysningpunktet ca. 15 meter. Dette tilsier at bergoverdekningen er ca. 10 meter.

Overdekningen ved krysningspunktet med løp nr. 2 er ca. 20 meter. Sonen antas å ha bredde < 5 meter og tilnærmet steilt fall.

Sonens krysningspunkt med tunnelen sammenfaller med krysningspunktet for et mindre bekkeløp. Med liten overdekningen, kan det forventes noe innlekkasje fra sonen. Det er ikke observert bergblotninger i bekkeløpet ved krysningspunktet med løp nr. 1 og det er usikkerhet knyttet til hvorvidt dette er en svakhetsone i grunnen.

5. Lineament i løsmasser langs bekkeløp i nord-sørlig retning. Krysser terrenget over løp nr. 1 ved profil 24 310. Sonen antas å ha bredde < 5 meter og tilnærmet steilt fall. Sonens krysningspunkt med tunnelen sammenfaller med krysningspunktet for et mindre bekkeløp. Det kan derfor forventes noe innlekkasje fra denne sonen, men større innlekkasje forventes ikke.

Det er ikke observert bergblotninger i bekkeløpet i krysningspunktet med tunneltraseene og det er usikkerhet knyttet til hvorvidt dette er en svakhetsone i grunnen.

6. Lineament i løsmasser langs bekkeløp i nord-sørlig retning. Krysser terrenget over løp nr. 1 ved ca. profil 24 580 og løp nr. 2 ved ca. profil 2340. Sonen antas å ha tilnærmet steilt fall og ha bredde < 5 meter. Sonens krysningspunkt med tunnelen sammenfaller med krysningspunktet for et mindre bekkeløp. Det kan derfor forventes noe innlekkasje fra denne sonen, men større innlekkasje forventes ikke.

Det er ikke observert bergblotninger i bekkeløpet i krysningspunktet med løp nr. 1, og det er usikkerhet knyttet til hvorvidt dette er en svakhetsone i grunnen.

7. Lineament langs bekkeløp i nord-sørlig retning. Krysser terrenget over løp nr. 2 ved ca. profil 2470. Sonen antas å ha tilnærmet steilt fall og ha bredde < 5 meter.
8. Lineament langs bekkeløp i nordvest-sørøstlig retning. Krysser terrenget over løp nr. 2 ved ca. profil 2645. Sonen antas å ha tilnærmet steilt fall og ha bredde < 5 meter.
9. Lineament som delvis ligger langs bekkeløp i nord-sørlig retning. Krysser terrenget over løp nr. 2 ved ca. profil 3080. Sonen antas å ha tilnærmet steilt fall og ha bredde < 5 meter.

Lineament 7, 8 og 9 følger bekkeløp i områder med store løsmasseavsetninger og er ikke kartlagt i felt. Det vurderes å være knyttet usikkerhet til hvorvidt dette er svakhetssoner i grunnen. Dette gjelder også bredde, fall og eventuell potensiale for innlekkasje.

Det er kun observert bergblotninger i skjæringer i berg ved nordlige påhugg for løp nr. 1. Resterende del av terrenget over tunneltraseen er dekket av myr- og skogsområder. Dette gjør at svakhetssoner i berggrunnen kan være kamuflert av løsmassene og dermed ikke kan observeres i form av daler og forsenkninger i terrenget. Det er også knyttet usikkerhet til hvorvidt forsenkninger i løsmassene er dannet som følge av forsenkninger i bergoverflaten eller på grunn av eksisterende eller gamle elve- og bekkeløp. Det må derfor forventes at det vil kunne forekomme svakhetssoner av varierende mektighet, som ikke lar seg registrere i terrenget over tunnelen, og lineamenter i løsmasse som ikke representerer svakhetssoner i grunnen.

Bergmasse er et diskontinuerlig medium der forkastninger, intrusjoner, foldninger og lignende gjør at observasjoner i dagen ikke kan ekstrapoleres i rette plan ned til tunnelnivå. Denne usikkerheten øker med økende overdekning. Dette fører til at svakhetssoner og

sprekkesoner kan inntreffe andre steder og med andre bredde enn forutsett basert på observasjoner i overflaten.

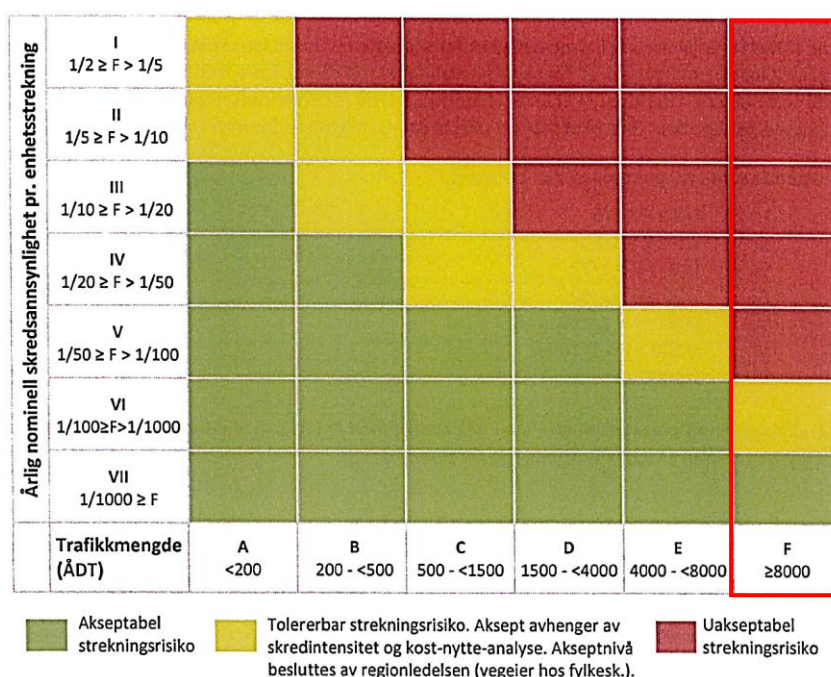
4.4 Naturfarer

4.4.1 Akseptkriterier

Jamfør NA-rundskriv 2014/08 [26] skal figur 7 benyttes som risikoakseptkriterier for skred på veg. Tilsvarende er beskrevet i håndbok N200 [4], som angir oppdatert sikkerhetskrav for skredsannsynlighet på veg tilpassert sikkerhetskravene i TEK 17, se figur 8.

Akseptkriteriene/sikkerhetskravet skal hensyntas i alle planfaser av prosjekteringen.

Begrepet skred omfatter i denne sammenheng snøskred, flomskred, jordskred, isskred, steinsprang, steinskred og fjellskred. Ved planlegging av skredsikringstiltak skal ÅDT fremskrives 20 år. Prognosen for 2042 anslår en økning i ÅDT til 8660.



Figur 7: Risikomatrix for skred på en vegstrekning [26]

Dimensjonerende trafikkmengde	< 200	200 – 499	500 – 1499	1500 – 3999	4000 – 7999	> 8000
Skred-sannsynlighet						
Akseptabel skredsannsynlighet pr. km og år (bør-krav)	1/10	1/20	1/50	1/50	1/100	1/1000
Tolererbar skredsannsynlighet pr. km og år (skal-krav)	1/2	1/5	1/10	1/20	1/50	1/100

Figur 8: Sikkerhetskrav for skredsannsynlighet på veg [4]

4.4.2 Skredfarevurdering

Sørlige påhugg for begge løp ligger i slakt hellende terreng, uten registrerte skredhendelser eller aktsomhetsområder for skred. Det er ikke observert tegn etter tidligere skred i terrenget under befaringene.

Nordlige påhugg for løp nr. 2 ligger ca. 600 meter nordøst for påhugget til løp nr. 1. Påhugget er planlagt tilnærmet normalt inn i den sørvendte dalsiden. Terrenget stiger ca. 20-30°. Det er ikke angitt aktsomhetsområder for skred.

Nordlige påhugg for løp nr. 1 er planlagt som utvidelse av eksisterende skjæringer i berg langs E6. Sideterrenget har helningsvinkel 30-35° mot påhugget. Løsmassemektigheten er målt til 5-15 meter. Skråningen er stedvis sikret med nett og plastringsmasser. Som omtalt i avsnitt 3.5 er det angitt aktsomhetsområder for både snø og jord- og flomskred i nærheten av planlagt påhugg sør for løp nr. 1. Det er også observert et overflateskred i sideterrenget i dette området.

Det er ikke registrert skredhendelser som omfatter snøskred, og området hvor det kan akkumuleres snø er både lite og vegetert. Skredfaren i området vurderes derfor å hovedsakelig være knyttet til løsmasseskred. Dette gjelder både totalstabiliteten til løsmassene, lokale overflateskred og nedfall av plastringsmasser.

Ettersom utarbeidelsen av påhugget vil føre til store inngrep i terrenget, pga. potensiell stor løsmassemektighet og bratt sideterrenge, må endelig beskrivelse av skredsikringstiltak utføres i samråd med geoteknikk og konstruksjon i detaljprosjekteringen. Typiske skredsikringstiltak vil være plastring, sikringsnett, mur o.l. Tiltakene må utføres slik at det oppnås akseptabel skredsannsynlighet, dvs. årlig nominell skredsannsynlighet < 1/100 som vist på figur 7 og 8.

4.5 Påhugg

For alle påhugg må det forventes dårlig innspenning av bergmassen de første 10-20 meter som følge av lav overdekning og at tunnelen ligger i dagbergsonen. Dagbergsonen er erfaringsmessig mer utsatt for forvitring og dermed fått sine mekaniske egenskaper endret. Den er av den grunn normalt svakere enn den underliggende bergmassen.

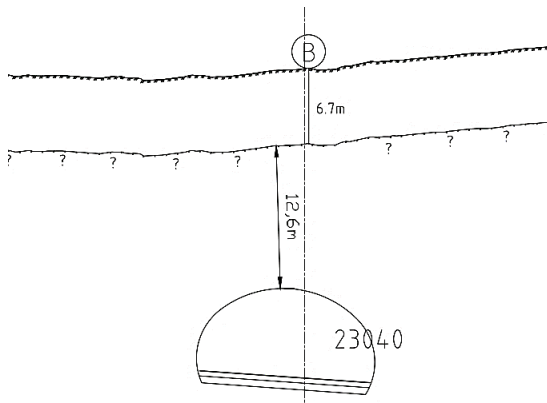
4.5.1 Påhugg sør ved løp nr. 1 og 2

Sørlige påhugg er lokalisert i et område med typisk 7-10 meter løsmassemektighet, og det er ikke gjort registreringer av bergmassen i umiddelbar nærhet. På berggrunnskart fra NGU er det angitt tilsvarende bergart (fyllitt eller glimmerskifer) ved sørlige påhugg som langs eksisterende E6, hvor det er utført kartlegging av bergmassen.

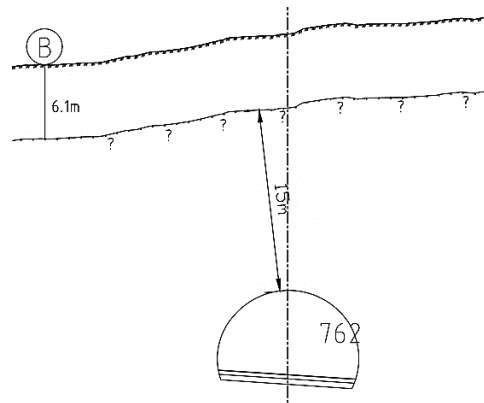
Med bakgrunn i dette, forventes det at bergmassen ved påhugget består av en *lite* til *moderat* oppsprukket fyllitt og glimmerskifer. Ved påhuggene går tunnelene inn i bergmassivet i nordøstlig retning. Dette er tilnærmet parallelt til hovedsprekkesett 4 med strøk/fall N30-50°Ø / 45-75°NV. I forskjæringen kan dette typisk gi utfall fra østlig vegg. Vestvendt skjæringsvegg vil trolig være mer stabil da nevnte sprekkesett har fallretning innover i skjæringsveggen.

Fjellkontrollboring utført ved påhugget for løp nr. 1 viser 6,7 meter løsmassemektighet. Dette tilsvarer ca. 12 meter bergoverdekning, se figur 9. Fjellkontrollboringene utført mot sørøst og påhugg nord for løp nr. 2, viser at fjelloverflaten stiger mot sørøst. Ekstrapolering av resultatene mot planlagt påhuggsplassering, viser at overdekningen er ca. 12-15 meter ved

påhugg for løp nr. 2, se figur 10. Jæmfør Håndbok V520 [2] bør bergoverdekningen ved påhugg være minst halvparten av tunnelens spennvidde. I dette tilfellet er spennvidden til teoretisk sprengningsprofil 15-16 meter for løp nr. 1 og 10-11 meter for løp nr. 2, og dermed anbefalt bergoverdekning ved påhugget henholdsvis 7-8 og 5-6 meter. I praksis vil bergoverdekningen trolig bli noe lavere enn det som teoretisk kan måles, men til tross for dette være innenfor grensen til det som vurderes å kunne sprenges og sikres forholdsvis enkelt.



Figur 9: Tverrsnitt sørlig påhugg for løp nr. 1



Figur 10: Tverrsnitt sørlig påhugg for løp nr. 2

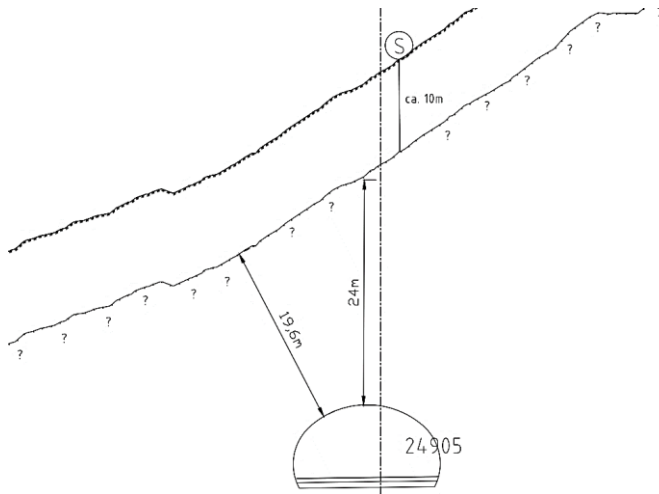
Både for løp nr. 1 og 2 går de første ca. 500-600 meterne av tunnelen i tilnærmet flatt terreng. Stedvis avtar også terrenget, men på grunn av at tunnelene går på synk øker eller opprettholdes overdekningen som typisk er 20-30 meter. Langs løp nr. 1 er det utført fjellkontrollboring for hver 50-60 meter i dette området, men langs løp nr. 2 er det ikke utført grunnundersøkelser. Det er derfor knyttet usikkerhet til bergoverdekningen langs sørlige del av løp nr. 2.

De refraksjonsseismiske undersøkelsene ved påhugg for løp nr. 1 viser hastighet i berg fra 3800 til 4600 m/s. Det er ikke påvist lavhastighetssoner.

4.5.2 Påhugg nord ved løp nr. 1

Påhugg nord er planlagt som en utvidelse av skjæring i berg på sørøst siden av eksisterende E6. Skjæringene er i dette området 4-6 meter høye. Sideterrenget består av plastrede løsmasser som ligger med helningsvinkel 30-35°. I øvre deler av sideterrenget mot skoggrensen, er skråningen sikret med nett. Refraksjonsseismiske undersøkelser viser at løsmassemekktigheten er ca. 10 m ved påhugget (profil 24 905), noe som gir ca. 20 meter bergoverdekning, se figur 11. Dette er innenfor det som vurderes kunne sprenges og sikres forholdsvis enkelt jæmfør Håndbok V520 [2].

Med bergoverdekningen på ca. 20 meter, vurderes det å være potensiale for å flytte påhugget lengre ut. Dette vil redusere lengden av portalen og minske inngrepet i det bratte sideterrenget. En vurdering av dette må gjøres som del av detaljprosjekteringen.



Figur 11: Tverrsnitt nordlig påhugg for løp nr. 1

Øst for påhugget er det et bekkeløp. Dette må tas hensyn til ved utarbeidelse av forskjæring. Det må forventes at det kan forekomme iskjøving i dette området i kuldeperioder.

Det forventes at bergmassen ved påhugget består av en *lite* til *moderat* oppsprukket fyllitt og glimmerskifer. Typisk blokkstørrelse er 0,5-1,0 m³. Gjennomsettende sprekker, leirfylte slepper og sprekkesoner med bredde 10-20 cm har ført til utfall i eksisterende skjæringer i berg i dette området. Dette må også forventes ved utarbeidelse av forskjæring og påhuggsflate.

Ved påhugget går tunnelen inn i bergmassivet i sørvestlig retning. Dette er tilnærmet parallelt til hovedsprekkesett 4 med strøk/fall N30-50°Ø / 45-75°NV, og normalt på hovedsprekkesett 2 med strøk/fall N40-60°V / 40-70°NØ. For forskjæringen kan dette typisk gi utfall fra sørøstlig vegg og fra selve påhuggsflaten.

Det skal utarbeides en lokalveg som krysser over tunnelportalen ved ca. profil 24 910. Ingeniørgeologiske observasjoner og vurderinger knyttet til lokalvegen er beskrevet i skjæringsrapporten for strekningen [22].

Påhugget ligger i et område med løsmassemekthet opp mot 10 meter, og bratt sideterreng. Endelig utforming av påhugg og sideterreng må vurderes i samråd med geoteknikk og konstruksjon. Se [19,20] for geotekniske vurderinger.

4.5.3 Påhugg nord ved løp nr. 2

Nordlige påhugg for løp nr. 2 ligger ca. 600 meter nordøst for påhugget til løp nr. 1. Påhugget er planlagt tilnærmet normalt inn i den nordøstvendte dalsiden. Terrenget stiger ca. 20-30°. Jmfør berggrunnskart fra NGU består bergmassen av fyllitt eller glimmerskifer. Det er ikke utført kartlegging eller grunnundersøkelser i området.

4.6 Bergsikring – oppsummering sikring

4.6.1 Fordeling av bergmasseklasse

Basert på utført kartlegging, vurdering av bergoverdekning, bergmassekvalitet, svakhetssoner og bergspenninger er det utarbeidet et anslag på Q-verdier langs

tunneltraseene med tilhørende bergmasseklasse. Se tabell 6 og 7 for løp nr. 1 og tabell 8 og 9 for løp nr. 2. Tilsvarende inndeling er også vist på ingeniørgeologisk kart.

Tabell 6: Anslag Q-verdier langs løp nr. 1 med tilhørende bergmasseklasse

Profil nr. fra	Profil nr. til	Overdekning [m]	RQD	Jn	Jr	Ja	Jw	SRF	Q-verdi	Bergmasseklasse
23040	23060	10-30	12	1	8	1	1	5	0,08	F - Påhugg
23060	23080	10-30	12	1	4	1	1	5	0,21	E - Påhugg
23080	23530	10-30	12	2	4	1	1	1	2,08	D
23530	23540	10-30	12	1	4	1	1	5	0,21	E - Sone 4
23540	23560	10-30	12	2	4	1	1	1	2,08	D
23560	23675	30-50	9	2	2	1	1	1	7,78	C
23675	23695	30-50	12	2	4	1	1	1	2,08	D
23695	23705	30-50	12	1	4	1	1	5	0,21	E
23705	23715	30-50	12	1	8	1	1	5	0,08	F - Sone 2
23715	23725	30-50	12	1	4	1	1	5	0,21	E
23725	23745	50-100	12	2	4	1	1	1	2,08	D
23745	23795	50-100	9	2	2	1	1	1	7,78	C
23795	23895	50-100	9	2	1	1	1	1	16,6	A/B
23895	23945	50-100	9	2	2	1	1	1	7,78	C
23945	23965	50-100	12	2	4	1	1	1	2,08	D
23965	23975	50-100	12	1	4	1	1	5	0,21	E - Sone 3
23975	23995	50-100	12	2	4	1	1	1	2,08	D
23995	24065	50-100	9	2	2	1	1	1	7,78	C
24065	24190	50-100	9	2	1	1	1	1	16,6	A/B
24190	24270	50-100	9	2	2	1	1	1	7,78	C
24270	24290	50-100	12	2	4	1	1	1	2,08	D
24290	24300	50-100	12	1	4	1	1	5	0,21	E - Sone 5
24300	24320	50-100	12	2	4	1	1	1	2,08	D
24320	24370	50-100	9	2	2	1	1	1	7,78	C
24370	24490	50-100	9	2	1	1	1	1	16,6	A/B
24490	24550	50-100	9	2	2	1	1	1	7,78	C
24550	24570	50-100	12	2	4	1	1	1	2,08	D
24570	24580	50-100	12	1	4	1	1	5	0,21	E - Sone 6
24580	24600	50-100	12	2	4	1	1	1	2,08	D
24600	24700	50-100	9	2	2	1	1	1	7,78	C
24700	24750	50-100	9	2	1	1	1	1	16,6	A/B
24750	24800	50-100	9	2	2	1	1	1	7,78	C
24800	24865	50-100	12	2	4	1	1	1	2,08	D
24865	24885	30-50	12	1	4	1	1	5	0,21	E - Påhugg
24885	24905	10-30	12	1	8	1	1	5	0,08	F - Påhugg

Tabell 7: Anslag på fordeling av bergmasseklasser og sikringsklasser for løp nr. 1

Bergmasse-klasse	Q-verdi	Sikrings-klasse	Andel av tunnel [%]	Andel av tunnel [m]
A/B	10-100	I	21	395
C	4-10	II	33	625
D	1-4	III	37	695
E	0,1-1	IV	6	100
F	0,01-0,1	V	3	50
G	<0,01	VI	0	0

Tabell 8: Anslag Q-verdier langs løp nr. 2 med tilhørende bergmasseklasse

Profil nr. fra	Profil nr. til	Over-dekning [m]	RQD	Jn	Jr	Ja	Jw	SRF	Q-verdi	Bergmasse-klasse
762	782	10-30	12	1	8	1	1	5	0,08	F - Påhugg
782	802	10-30	12	1	4	1	1	5	0,21	E - Påhugg
802	1155	10-30	12	2	4	1	1	1	2,08	D
1155	1165	10-30	9	2	2	1	1	1	7,78	E - Sone 4
1165	1185	10-30	12	2	4	1	1	1	2,08	D
1185	1265	10-30	9	2	2	1	1	1	7,78	C
1265	1285	30-50	12	2	4	1	1	1	2,08	D
1285	1295	30-50	9	2	2	1	1	1	7,78	E
1295	1305	30-50	12	1	8	1	1	5	0,08	F - Sone 2
1305	1315	30-50	12	1	4	1	1	5	0,21	E
1315	1335	30-50	12	2	4	1	1	1	2,08	D
1335	1400	30-50	9	2	2	1	1	1	7,78	C
1400	1490	50-200	9	2	1	1	1	1	16,6	A/B
1490	1535	100-200	9	2	2	1	1	1	7,78	C
1535	1555	100-200	12	2	4	1	1	1	2,08	D
1555	1565	100-200	12	1	4	1	1	5	0,21	E - Sone 3
1565	1585	100-200	12	2	4	1	1	1	2,08	D
1585	1635	100-200	9	2	2	1	1	1	7,78	C
1635	1655	100-200	12	2	4	1	1	1	2,08	D
1655	1665	100-200	12	1	4	1	1	5	0,21	E - Sone 3
1665	1685	100-200	12	2	4	1	1	1	2,08	D
1685	1785	100-200	9	2	2	1	1	1	7,78	C
1785	2215	100-200	9	2	1	1	1	1	16,6	A/B
2215	2315	100-200	9	2	2	1	1	1	7,78	C
2315	2335	100-200	12	2	4	1	1	1	2,08	D
2335	2345	100-200	12	1	4	1	1	5	0,21	E - Sone 6
2345	2365	100-200	12	2	4	1	1	1	2,08	D
2365	2445	100-200	9	2	2	1	1	1	7,78	C
2445	2465	100-200	12	2	4	1	1	1	2,08	D
2465	2475	100-200	12	1	4	1	1	5	0,21	E - Sone 7
2475	2495	100-200	12	2	4	1	1	1	2,08	D
2495	2545	100-200	9	2	2	1	1	1	7,78	C
2545	2570	100-200	9	2	1	1	1	1	16,6	A/B
2570	2620	100-200	9	2	2	1	1	1	7,78	C
2620	2640	100-200	12	2	4	1	1	1	2,08	D
2640	2650	100-200	12	1	4	1	1	5	0,21	E - Sone 8
2650	2670	100-200	12	2	4	1	1	1	2,08	D

Profil nr. fra	Profil nr. til	Overdekning [m]	RQD	Jn	Jr	Ja	Jw	SRF	Q-verdi	Bergmasseklasse
2670	2770	100-200	9	2	2	1	1	1	7,78	C
2770	2955	50-200	9	2	1	1	1	1	16,6	A/B
2955	3055	50-100	9	2	2	1	1	1	7,78	C
3055	3075	30-50	12	2	4	1	1	1	2,08	D
3075	3085	30-50	12	1	4	1	1	5	0,21	E - Sone 9
3085	3105	30-50	12	2	4	1	1	1	2,08	D
3105	3180	30-50	9	2	2	1	1	1	7,78	C
3180	3297	30-50	9	2	1	1	1	1	16,6	A/B
3297	3372	30-50	9	2	2	1	1	1	7,78	C
3372	3472	10-30	12	2	4	1	1	1	2,08	D
3472	3492	10-30	12	1	4	1	1	5	0,21	E - Påhugg
3492	3512	10-30	12	1	8	1	1	5	0,08	F - Påhugg

Tabell 9: Anslag på fordeling av bergmasseklasser og sikringsklasser for løp nr. 2

Bergmasseklasse	Q-verdi	Sikringsklasse	Andel av tunnel [%]	Andel av tunnel [m]
A/B	10-100	I	31	847
C	4-10	II	35	970
D	1-4	III	27	753
E	0,1-1	IV	5	130
F	0,01-0,1	V	2	50
G	<0,01	VI	0	0

4.6.2 Sikringsmengder

Tabell 6-9 er videre benyttet til å utarbeide et anslag på sikringsmengder basert på sammenheng mellom bergmasseklasser og sikringsklasser jmfør tabell 6.1 i Håndbok N500 [1]. Anslaget for løp nr. 1 er vist i tabell 10 og for løp nr. 2 i tabell 11. Det bemerkes at kartlegging av bergmassen i dagen kan variere betydelig fra bergmassen som inntreffer i tunnelen. Endelig omfang av permanent sikring i tunnelen må bestemmes basert på kartlegging under driving.

Tabell 10: Anslag sikringsmengder løp nr. 1

Bergsikring	Type	Mengde	Kommentar
Bolter	Forbolt, 6 m	2800 stk	Påhugg og svakhetssoner
	Sikringsbolt, 4 m	3400 stk	Sikring av vegg
	Sikringsbolt, 5 m	5600 stk	Sikring av heng
	Sikringsbolt, 6 og 8 m	2200 stk	Sikring i nisjer
Sprøytebetong	E700	2935 m ³	Sikringsklasse A - C
	E1000	4000 m ³	Sikringsklasse D - G
	Uarmert	500 m ³	Sprøytebetongbuer
Sprøytebetongbuer		38 stk	Sikringsklasse E - G

Anslaget for løp nr. 1 utgjør i snitt ca. 6,0 bolt/tunnelmeter og 3,7 m³ sprøytebetong/tunnelmeter.

Tabell 11: Anslag sikringsmengder løp nr. 2

Bergsikring	Type	Mengde	Kommentar
Bolter	Forbolt, 6 m	2500 stk	Påhugg og svakhetssoner
	Sikringsbolt, 3 m	3500 stk	Sikring av vegg
	Sikringsbolt, 4 m	5900 stk	Sikring av heng
	Sikringsbolt, 5 og 6 m	2300 stk	Sikring i nisjer
Sprøytebetong	E700	4300 m ³	Sikringsklasse A - C
	E1000	3800 m ³	Sikringsklasse D - G
	Uarmert	440 m ³	Sprøytebetongbuer
Sprøytebetongbuer		40 stk	Sikringsklasse E - G

Anslaget for løp nr. 2 utgjør i snitt ca. 4,3 bolt/tunnelmeter og 3,0 m³ sprøytebetong/tunnelmeter.

Det forventes at hovedmengden bergsikring i tunnelen vil bestå av systematisk bruk av sprøytebetong og bolting. Etersom det ikke forventes betydelig problematikk med sprakeberg og bergslag, vil det trolig hovedsakelig bli benyttet kombinasjonsbolter evt. fullt innstøpte bolter og E700 sprøytebetong. Jamfør Håndbok N500 [1] skal sprøytebetong ha minimum tykkelse 8 cm og føres helt ned til såle uavhengig av bergmasseklasse. For tunnelprofil T14 anbefales sikring med 5,0 meter lange bolter fra vederlag til vederlag og 4,0 meter lange bolter i vegg. I forbindelse med nisjer vil det kunne bli behov for 6,0 og 8,0 meter lange bolter. Boltelengdene for en tunnel med tverrsnitt T10,5 bør være minimum 3 meter i veggene og 4 meter fra vederlag til vederlag. I forbindelse med breddeutvidelser og nisjer vil det være aktuelt med inntil 5-6 meter lange bolter i heng og vederlag [3].

Ved påhugg vil det kunne bli behov for forbolting i kombinasjon med forsiktig sprengning og korte salver til bergmassen er bedre innspent. Sprøytebetongbuer vil også være aktuelt dersom bergmassen er av spesielt dårlig kvalitet eller overdekningen er begrenset.

Ved kryssing av svakhetssoner må det påberegnes behov for forbolting, injeksjon, reduserte salvelengder og sikring med sprøytebetongbuer, i spesielle tilfeller kombinert med sålestøp. Dersom det påtreffes leirsoner under driving skal det utføres laboratorietester for undersøkelser av leirens egenskaper som svelletrykk osv.

4.7 Bergartenes mekaniske egenskaper og anvendelse av sprengsteinsmassene

Det er ikke utført undersøkelser av bergmassen mekaniske egenskaper.

Erfaringsmessig er bergarter som fyllitt og skifer bergarter med *høy* til *ekstremt høy* borsynkindeks og *meget lav* til *ekstremt lav* borslitasjeindeks. Grønnstein, amfibolitt og tufitt har erfaringsmessig *lav* til *middels* borbarehet og *lav* til *middels* borslitasjeindeks. Båndet kvartsitt har erfaringsmessig *ekstremt lav* til *lav* borsynkindeks og *middels* til *ekstremt høy* borslitasjeindeks. Borslitasjeindeksen avhenger hovedsakelig av kvartsinnholdet i bergarten [7].

Geologiske forhold som påvirker sprengbarheten er blant annet strekkstyrke, anisotropiforhold og oppsprekingsgrad. Bergarter som fyllitt og glimmerskifer har typisk en skifrig karater. Dette gir økt anisotropiforhold, dvs. ulike materialetekniske egenskaper i ulike

retninger. Dette vil redusere bergmassens sprengbarhet. Bergarter som grønnstein, amfibolitt og kvartsitt kan karakteriseres som homogene med lavt anisotropiforhold og forventes å ha god sprengbarhet [7].

Det forventes i utgangspunktet ikke utfordringer knyttet til bore- eller ladevansker i bergarter som grønn silt, gråvakke og grønnstein. Bore- eller ladevansker må forventes i forbindelse med svakhetssoner hvor f.eks. borehullene kan kollapse.

Det er ikke utført undersøkelser av bergmassens egnethet om byggemateriale. Bergarter som fyllitt og glimmerskifer er erfaringsmessig dårlig egnet som byggemateriale. Grønnstein, amfibolitt og kvartsitt er erfaringsmessig egnet som byggemateriale.

Det vil kunne forekomme variasjoner innenfor de ulike bergartstypene som avviker fra erfaringsverdiene. Dette gjelder både borbarhets- og borslitasjeindekser og egnethet som byggemateriale.

4.8 Bergartenes syredannende egenskaper og potensiale for radon

Jamfør NGI-veileder [25] er sulfidrike malmer og sedimentære bergarter dannet fra sedimenter avsatt under oksygenfattige forhold, som svarte og mørke leirskifer, de viktigste gruppene med potensiale for syredannede egenskaper.

Jamfør berggrunnskart fra NGU er det ikke registrert leirskifer eller sulfidrike bergarter i området. Dette er heller ikke observert under feltkartleggingen. Med bakgrunn i dette vurderes bergmassen i området som utgangspunkt å ikke ha syredannede egenskaper. Det vil derfor ikke være behov for spesielle tiltak mtp. håndtering og rensing av avrenningsvann fra tunnelene og massene generelt.

Som omtalt i avsnitt 3.3.1 er geologien i området komplekst og inneholder bergarter med stor variasjon både i sammensetning, deformasjonsstil, omdanningsgrad og dermed også syredannede egenskaper. En vurdering av bergmassens syredannende egenskaper må derfor vurderes fortløpende i både neste planfase og i anleggsperioden. Dersom det påtreffes for eksempel mørke skiferbergarter, bør det utføres undersøkelser for vurdering av syredannende egenskaper.

Dersom det påvises syredannende egenskaper hos bergmassen, vil dette blant annet kunne ha betydning for avrenning fra tunnelen, potensiale for forvitring av betong og stål, mulig svelling og trykk mot konstruksjoner og fundamenter og dannelse av radongass.

NGUs aktsomhetskart for Radon angir at bergartene i området har aktsomhetsgrad usikker og moderat til lav.

4.9 Omgivelser

4.9.1 Infrastruktur

Nordlige påhugg for begge løp er planlagt som utvidelse av eksisterende skjæring i berg langs E6. Arbeider med forskjæring, påhugg og nordlige del av tunneltraseen vil av den grunn foregå nær eksisterende E6 i anleggsperioden.

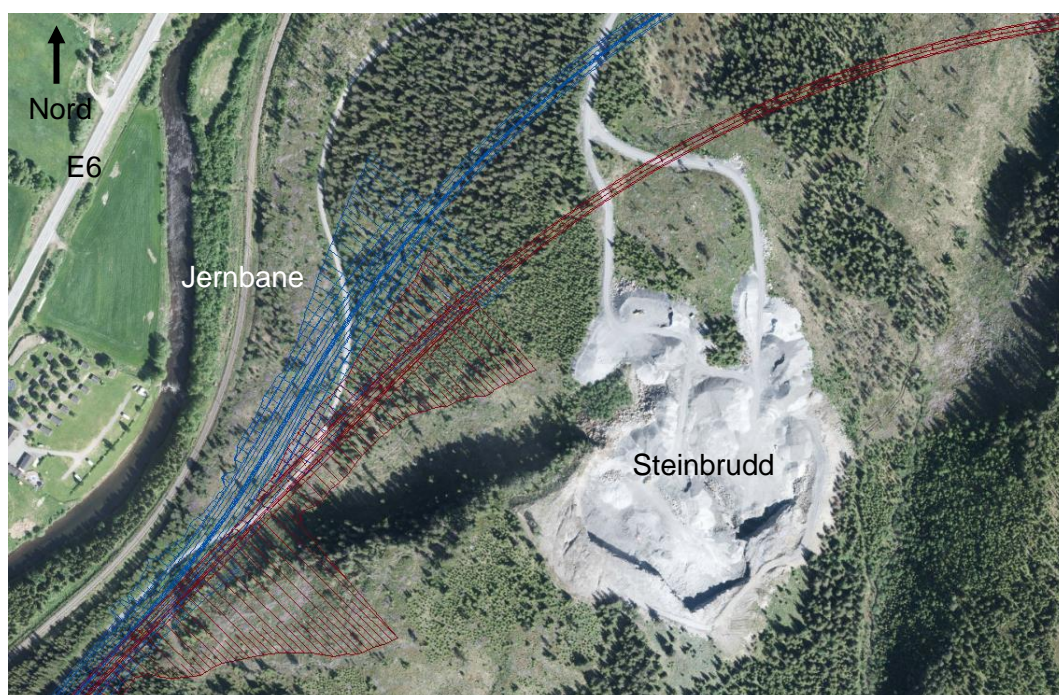
Sørlige påhugg ligger 150-250 meter øst for jernbanelinja. Sprengningen kan påvirke signalanlegget langs jernbanelinja. Det anbefales at det opprettes kontakt med Bane Nor angående dette. Sørlige påhugg ligger også nære en lokalveg.

4.9.2 Bebyggelse

Det er ikke nærliggende bebyggelse til traseene. Sørlike påhugg ligger nordvest for Solberg steinbrudd, se figur 12. Horisontalavstanden til løp nr. 2 er ca. 250 meter og ca. 325 meter til løp nr. 1. Bruddet vil kunne bli berørt av forskjæringen inn mot tunnelen, men endelig konsekvens avhenger av utformingen i detaljprosjekteringen.

Uttak av masser i bruddet gjøres ved sprengning, og vil dermed ikke være sensitivt for eventuelle rystelser fra driving av tunnelene.

Med tanke på eventuell påvirkning på tunnelene ved sprengning i bruddet, vurderes denne å være minimal. Avstanden mellom bruddet og tunnelene er mye større enn det som normalt utløser krav til inspeksjon og rystelser (50-100 meter [6]), samtidig som tunnelene vil bli systematisk sikret med sprøytebetong og bolter. Dette reduserer potensiale for nedfall og oppbomming av blokker og sprøytebetong.



Figur 12: Omgivelser ved sørlike påhugg

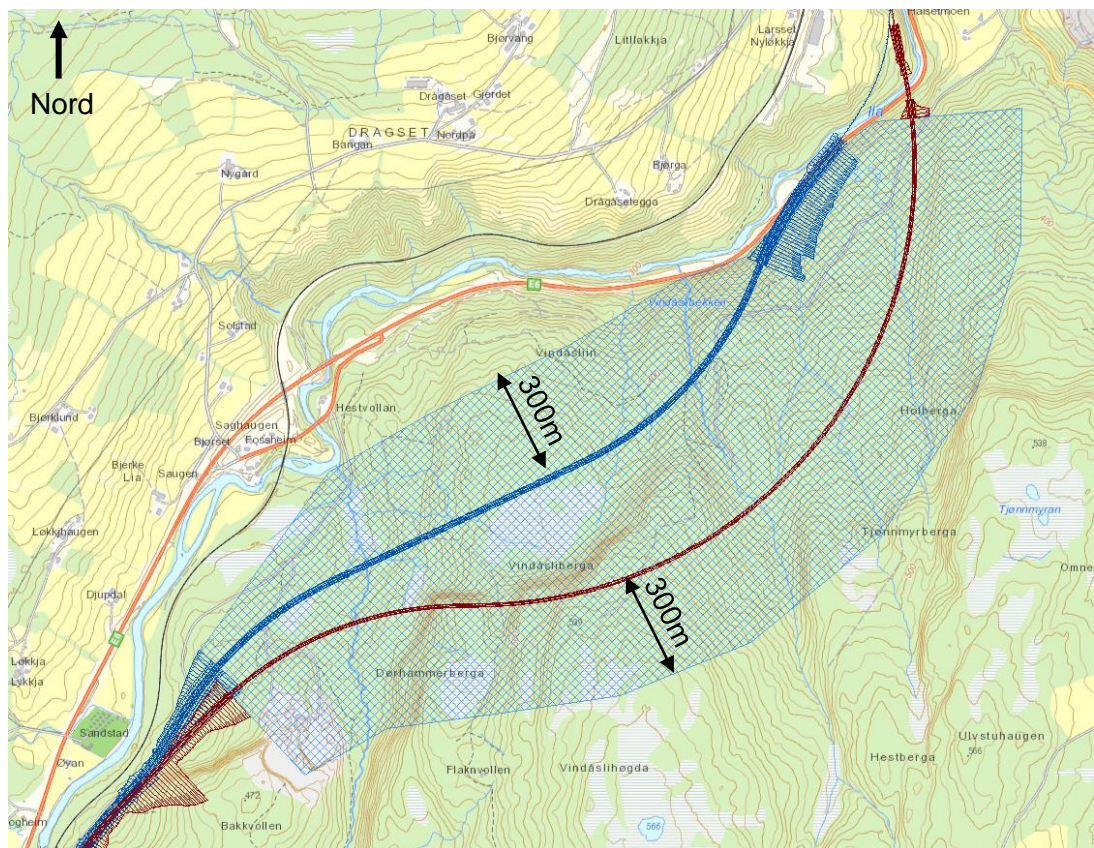
5 Hydrologi og miljøhensyn – Tolkningsdel

5.1 Vannforholdene i berggrunn og tunnel

Bergartene langs tunneltraseen (fyllitt, glimmerskifer, grønnstein o.l.) er erfaringsmessig lite permeable. Vannstrømning i bergmassen og potensiell innlekkasje til tunnelen forventes i hovedsak i forbindelse med vannførende soner i grunnen. Dette kan for eksempel være svakhetssoner, bergartsgrenser, gjennomsettende enkeltsprekker o.l. Lekkasje i forbindelse med enkeltsprekker er mest vanlig i dagbergsonen. Det er en generell erfaring fra målinger at hydrauliske konduktivitet i bergmasse avtar med dybden under overflaten.

5.2 Influensområde

Influensområdet til tunnelen omfatter det området som kan tenkes å påvirkes av endringer med hensyn til grunnvannsforhold og overflatevann som følge av innlekkasje i tunnelen. Influensavstand er avhengig av innlekkasjekrav, topografi, type løsmasser og berggrunn. I henhold til [8] vil en innlekkasje i tunnelen lik 15-25 l/min/100 meter ha et potensielt influensområde på 250-500 m. Erfaringer fra studier av grunnvannssenkning knyttet til tunneldrift i Norge viser at det sjelden observeres endringer i grunnvannsnivå i avstander mer enn 200-300 m fra tunnelanlegg [8].



Figur 13: Influensområde

Figur 13 viser en vurdering av tunnelenes influensområde. Influensområdet er lagt ca. 300 meter til hver side av tunnelene. Ettersom terrenget heller mot nordvest, er influenssonen noe kortere på nordvestsiden.

5.3 Miljøhensyn

Det er ikke registrert sårbart naturmangfold, naturressurser eller landbruksområder i innenfor influensområdet til tunnelen [23,24]. Tunnelene krysser delvis under myrområder i sørlig og midtre del av traseen som vist på figur 13.

5.4 Vurdering av setningsfare

Innlekkasje i tunnelen kan gi reduksjon i grunnvannsspeilet over og til sidene av tunnelen. Dersom det er setningsutsatte masse innenfor dette området kan dette føre til setninger i grunnen og skader på bygninger og infrastruktur. Det er ikke registrert bebyggelse innenfor influensområdet til tunnelene.

5.5 Innlekkasjekrav

Konsekvenser av innlekkasje som er av mest betydning for et tunnelanlegg med tanke på det ytre miljøet er [8,9,11]:

- En reduksjon i grunnvannsspeil eller vanntilførsel til vannkrevende flora og fauna. Det gjelder for eksempel myrområder der grunnvannsspeilet ligger generelt høyt eller jordbruksarealer som er vannavhengige.
- Reduksjon i grunnvannsnivå som påvirker grunnvannsbrønner innenfor influensområdet
- Poretrykkreduksjon mht. setningspotensiale.

Det er ikke registrert grunnvannsbrønner, sårbart naturmangfold, naturressurser eller bebyggelse innenfor influensområdet til tunnelene. Terrenget over tunnelene består av skogsområder, med noe myr over midtre og sørlig del. Områdene vurderes å i utgangspunktet å være lite ømfintlig for grunnvannssenkning, så fremt senkningen ikke er betydelig.

Et moderat innlekkasjekrav, typisk 25-30 liter/min/100 meter tunnel, vurderes som tilfredsstillende for tunnelene. Ettersom det skal reguleres for to løp, med til dels overlappende influensområder, anbefales det at innlekkasjekravet reduseres til 15 liter/min/100 meter for hvert av løpene. Dette kan kategoriseres som er middels strengt krav [9].

I utgangspunktet skal løp nr.1 bygges først, deretter skal løp nr. 2 bygges på et senere tidspunkt. Ettersom tunnellopene har overlappende influensområder, vil innlekkasjen i tunnelene kunne påvirke hverandre. Det anbefales derfor at erfaringene fra drivingen av, og målt innlekkasje i løp nr.1, tas hensyn til ved endelig fastsettelse av innlekkasjekrav for løp nr. 2. Dersom det påtreffes større lekkasjer under driving av løp nr. 1, bør det planlegges for forinjeksjon ved driving inn mot samme område i løp nr. 2 for å unngå ytterligere grunnvannssenkning i et område.

5.6 Sonderboring og injeksjon

Behov for forinjeksjon må vurderes fortløpende under tunneldrivingen basert på vanninntrenging på stuff i salveborehull og i eventuelle sonderboringshull. Dersom strekninger i tunnelen ikke tilfredsstillende innlekkasjekravet etter driving, kan det bli behov for etterinjeksjon. Når tunnelen er ferdigstilt og satt i drift vil den gjennomgående vann- og frostsikringen sørge for at det ikke drypper på vegbanen og at vannet ledes kontrollert ned til grøft.

I forhold til antatte svakhetssoner er det knyttet usikkerhet til deres forløp og mektighet ved tunnelnivå. Under driving bør det derfor utføres systematisk sonderboring i de områder hvor det forventes kryssende soner.

Eventuelt behov for forinjeksjon og sonderboring i løp nr. 2, utover det som er beskrevet over, må vurderes basert på erfaringene fra drivingen av løp nr. 1.

5.7 Vann- og frostsikring – oppsummering sikring

Veggtunneler skal sikres mot vann og is. Dette gjelder for trafikkrommet, nødutganger, nisjer til teknisk bygg og i ventilasjonssjakter.

Frostisolering for vann- og frostsikringshvelv skal dimensjoneres etter F_{10} ($h^{\circ}C$). For Midtre Gauldal er F_{10} angitt til 16 000 $h^{\circ}C$ [4]. Jamfør web-basert frostmengdekart fra SVV varierer F_{10} for området over tunneltraseen fra 17879-19447 $h^{\circ}C$. Årsmiddeltemperaturen varierer fra 2,7-3,1 $^{\circ}C$ jamfør web-basert årsmiddelkart fra SVV.

Frostmengden setter krav til at hvelvet skal frost isoleres.

Innlekkasje i tunnelen forventes hovedsakelig i forbindelse med vannførende soner i grunnen som svakhetssoner, bergartsgrenser, gjennomsettende enkeltsprekker o.l. I tillegg må det forventes områder med fukt og spredte drypp i hele tunnelen. Anslagsvis forventes det behov for vann- og frostsikring i 60-80% av tunnelen. Det bemerkes at dette er et grovt anslag og at endelig omfang ikke kan bestemmes før etter at tunnelen er drevet.

6 Anbefalinger og forslag til videre undersøkelser

6.1 Tetthetskrav til tunnel

Det er anbefalt innlekkasjekrav lik 15 l/min/100 meter for hvert av tunnelløpene. Se kapittel 5 for detaljer.

6.2 Krav til overvåking av spesielle forhold

Det er ikke funnet forhold som gir behov for overvåking av grunnvannstand eller andre forhold.

6.3 Krav til håndtering av sprengsteinsmasser

Det er ikke funnet behov for spesielle krav til håndtering av sprengsteinsmasser.

6.4 Ingeniørgeologisk kompetanse i byggefasen

I henhold til Håndbok N500 [1] skal det utføres geologisk kartlegging før påføring av sprøytebetong i hele tunnelens lengde som grunnlag for bestemmelse og senere dokumentasjon av geologi og utført sikring.

Det skal det avsettes tilstrekkelig tid til kartlegging under driving av tunnelen. Kartleggingen skal utføres etter at salven er utlastet, og etter at det er utført forsvarlig driftsrensk. Der berget ikke blir innsprøytet/tildekket etter hver salve, kan kartleggingen omfatte flere salver. Den bør omfatte kartlegging av bergartsfordeling, bergmassekvalitet (Q-verdi), strukturer, sprekkeorientering og karakteristikk og svakhetssoners orientering og karakteristikk, spenningsforhold, vannlekkasjer o.l. Registreringene skal sammen med arbeid- og permanentsikring dokumenteres i Novapoint tunnel: Geologi og bergsikring. En ingeniørgeologisk sluttrapport skal utarbeides senest tre måneder etter at prosjektet er overlevert.

Kartleggingen og oppfølgingen av tunnelarbeidene bør utføres av personell med ingeniørgeologisk kompetanse eller tilsvarende. Det bør være en ingeniørgeolog med minst 3 års erfaring som har overordnet ansvar for disse arbeidene.

6.5 Supplerende grunnundersøkelser

- Det anbefales utførelse av supplerende grunnundersøkelser i form av feltkartlegging og borer, evt. i kombinasjon med seismikk, ved begge påhugg for løp nr. 2. Dette gjelder spesielt for påhugg nord hvor det tidligere ikke er utført undersøkelser.
- Det er knyttet noe usikkerhet til bergartenes egnethet som byggemateriale. Det anbefales at det utføres laboratorietester for undersøkelse av dette i neste planfase.

7 Sikkerhet, helse og arbeidsmiljø (SHA)

Nordlige påhugg ligger tett på eksisterende E6 som skal være i drift i anleggsperioden. Dette stiller store krav til planlegging og gjennomføring for å ivareta sikkerhet til både trafikanter og anleggspersonell.

I et tunnelprosjekt har kvartsinnhold i bergmassen tunnelen drives i og i materialet som benyttes til vegoppbygging, stor betydning for helsefaren knyttet til støv i tunnelatmosfæren [12]. Det anbefales at det utføres undersøkelse av kvartsinnhold på prøver tatt under driving av tunnelen for kontroll med nivå på kvartstøv. Dette bør inngå i SHA-planen.

Referanser

- [1] Statens vegvesen (2016), *Håndbok N500 Vegtunneler*
- [2] Statens vegvesen (2016), *Håndbok V520 Vegtunneler*
- [3] Statens vegvesen (2000), *Håndbok V224 Fjellbolting*
- [4] Statens vegvesen (2018), *Håndbok N200 Vegbygging*
- [5] Norsk standard (2014), *Eurocode 7-Geotechnical design*, 1. utg 2014
- [6] Norsk standard (2001), *NS 8141:2001, Vibrasjoner og støt. Måling av svingehasting og beregning av veiledende grenseverdier for å unngå skade på byggverk*, 2. utg. 2001
- [7] Bjørn Nilsen og Einar Broch (2009), *Ingeniørgeologi Berg – Grunnkurskompendium*, Institutt for geologi og bergteknikk ved NTNU 2009
- [8] Statens vegvesen v/Teknologiavdelingen (2003), *Publikasjon 103 – Undersøkelser og krav til innlekkasje for å ivareta ytre miljø*, 2003
- [9] Statens vegvesen v/Teknologiavdelingen (2004), *Publikasjon 104 – Berginjeksjon i praksis*, 2004
- [10] Norsk bergmekanikkgruppe (2011), *Veileder for bruk av eurokode 7 til bergteknisk prosjektering*, versjon 1 november 2011
- [11] Norsk forening for fjellsprengningsteknikk (2010), *Håndbok nr.06 Praktisk berginjeksjon for underjordsanlegg*, juli 2010
- [12] Norsk forening for fjellsprengningsteknikk (2015), *Håndbok nr.09 Håndbok for arbeidsmiljø under jord*, april 2015
- [13] NGI (2015), *Håndbok – Bruk av Q-systemet, Bergmasseklassifisering og bergforsterkning*, november 2015.
- [14] Arne Myrvang (2001), *Bergmekanikk*, Institutt for geologi og bergteknikk ved NTNU 2001
- [15] Sweco (2016), *11927001-RIGBERG-R01-A01 E6 Ulsberg-Vindåsliene, Ingeniørgeologisk rapport til reguleringsplan – Skjæringer i berg*, datert 08.06.2016
- [16] Sweco (2016), *11927001-RIGBERG-R02-A01 E6 Ulsberg-Vindåsliene, Ingeniørgeologisk rapport til reguleringsplan – Tosettunnelen*, datert 08.06.2016
- [17] Sweco (2016), *11927001-RIGBERG-R03-A01 E6 Ulsberg-Vindåsliene, Ingeniørgeologisk rapport til reguleringsplan – Berkåktunnelen*, datert 08.06.2016
- [18] Sweco (2016), *11927001-RIGBERG-R04-A01 E6 Ulsberg-Vindåsliene, Ingeniørgeologisk rapport til reguleringsplan – Vindåslietunnelen*, datert 08.06.2016
- [19] Sweco (2015), *11927001-RIG-R01 E6 Ulsberg-Vindåsliene Datarapport fra grunnundersøkelse*, datert 01.10.2015
- [20] Sweco civil AB (2015), *11927001-RIG-R02 Prosjekt 302607 E6 Reguleringsplan, Vurderingsrapport: Ulsberg-Vindåsliene*, datert 01.10.2015
- [21] Sweco civil AB (2015), *Seismik E6 Ulsberg-Prestteigen oppdragsnummer 2070016212*, datert 06.11.2015.

[22] Sweco (2018), 11927300-RIG-R02 *Detaljregulering for E6 Ulsberg-Vindåsliene, Ingeniørgeologisk rapport, Skjæringer i berg*, datert 15.02.2018

[23] Sweco (2018), 11927001-R02 *Detaljregulering for E6 Ulsberg-Vindåsliene, Konsekvensutredning naturmiljø*, datert 05.03.2019

[24] Sweco (2018), 11927001-R02 *Detaljregulering for E6 Ulsberg-Vindåsliene, Konsekvensutredning naturmangfold*, datert 05.03.2019

[25] NGI (2015), *Dok.nr. 20120842-01-R Identifisering og karakterisering av syredannende bergarter – Veileder for miljødirektoratet*, datert 09.02.2015

[26] Statens vegvesen (2014), *NA-rundskriv 2014/8 Retningslinjer for risikoakseptkriterier for skred på veg*, datert 08.05.2014



Bilde 1: Terreng over løp nr. 1 ved ca. profil 24 100. Terreng dominert av løsmasser og skog.



Bilde 2: Lineament 6, forsenkning og bekkeløp i løsmasser. Det er ikke observert bergblotninger i området. Bildet er tatt sør for profil 24 580 (løp nr. 1) mot nord.



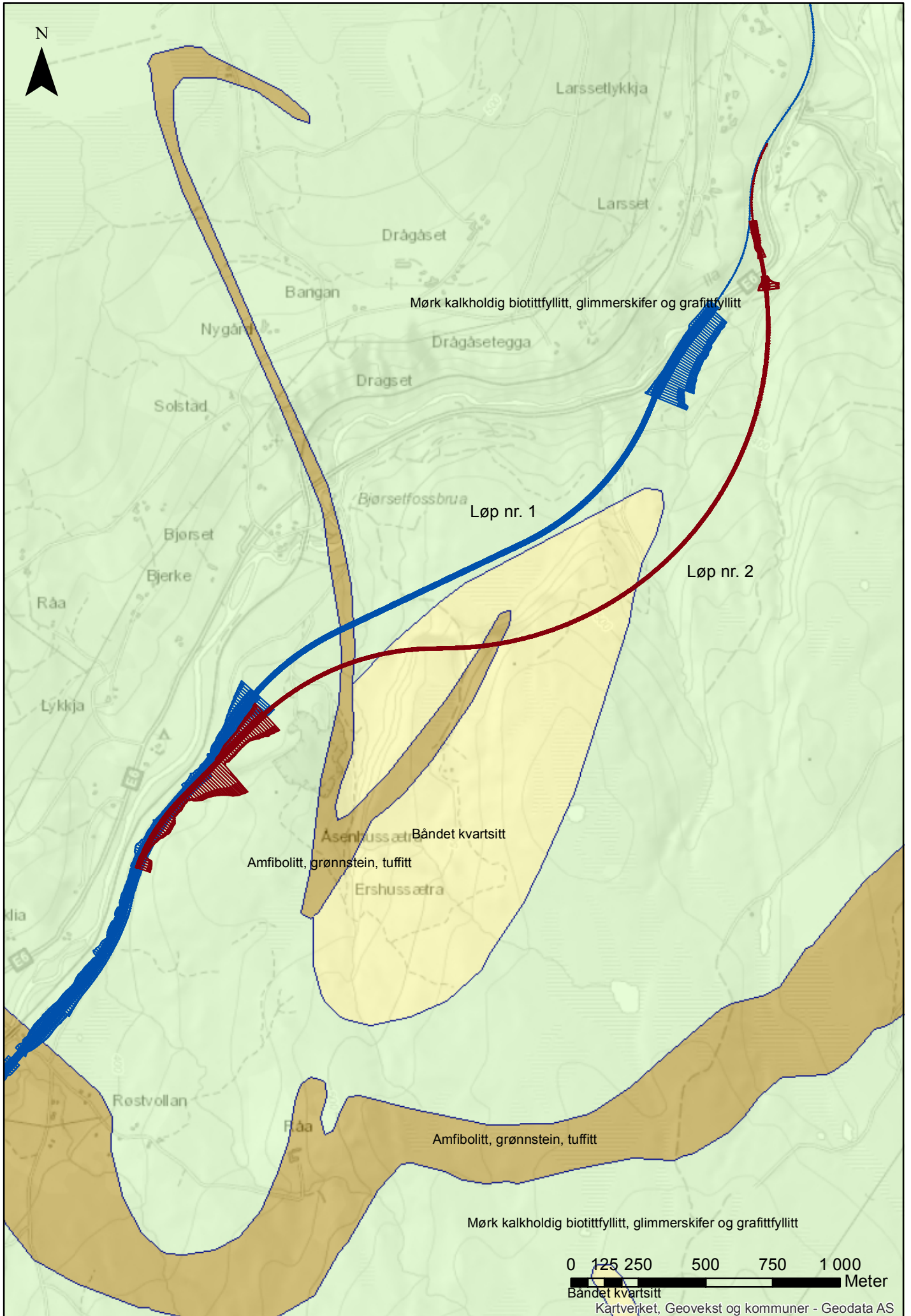
Bilde 3: Eldre løsmasseskred i sideterenget, ca. 20 meter øst for profil 24 850 langs løp nr. 1.

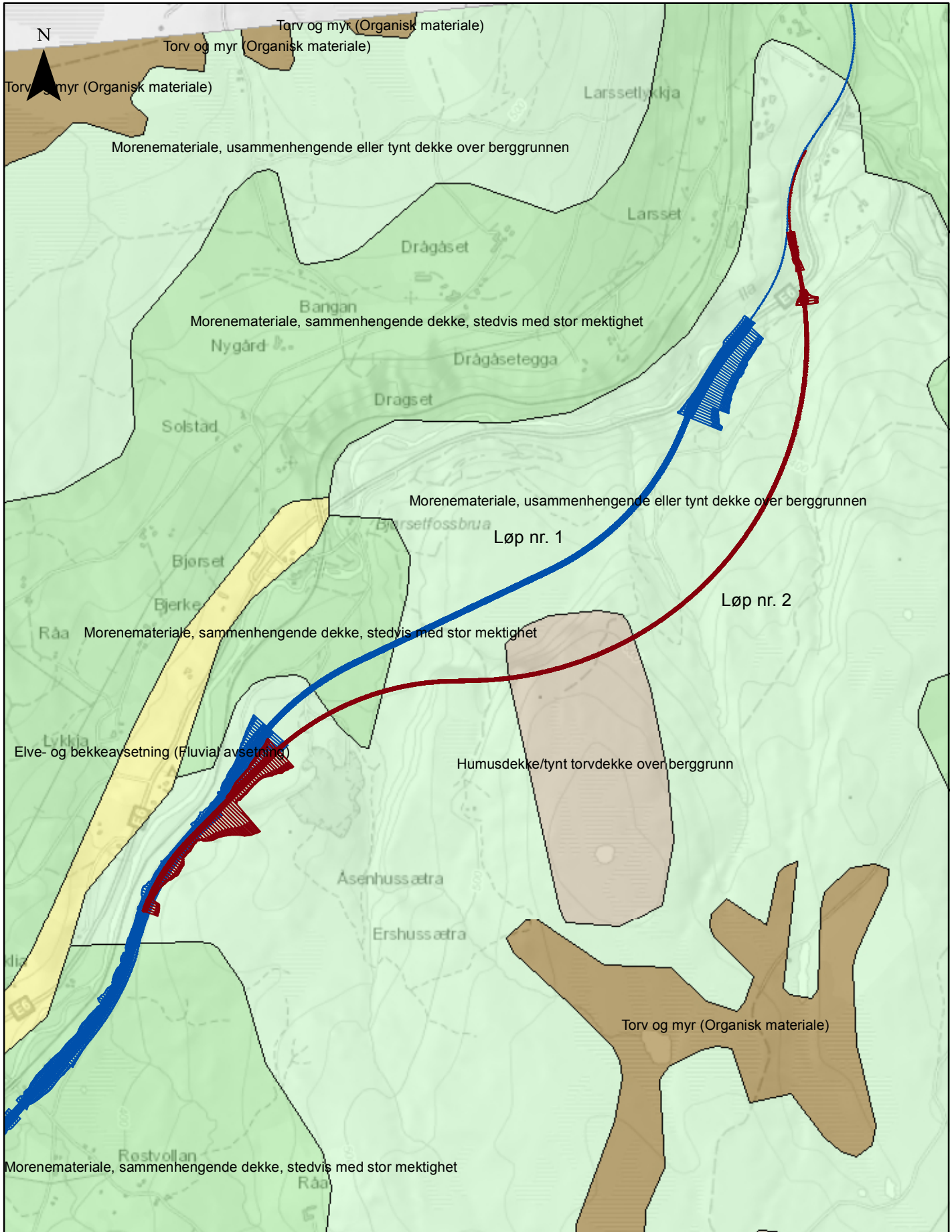


Bilde 4: Nordlige påhugg for løp nr. 1 er planlagt ved utvidelse av eksisterende skjæringer i berg langs E6, se område markert med rød ring. Bratt sideterreng dekket av plastringsmasser.



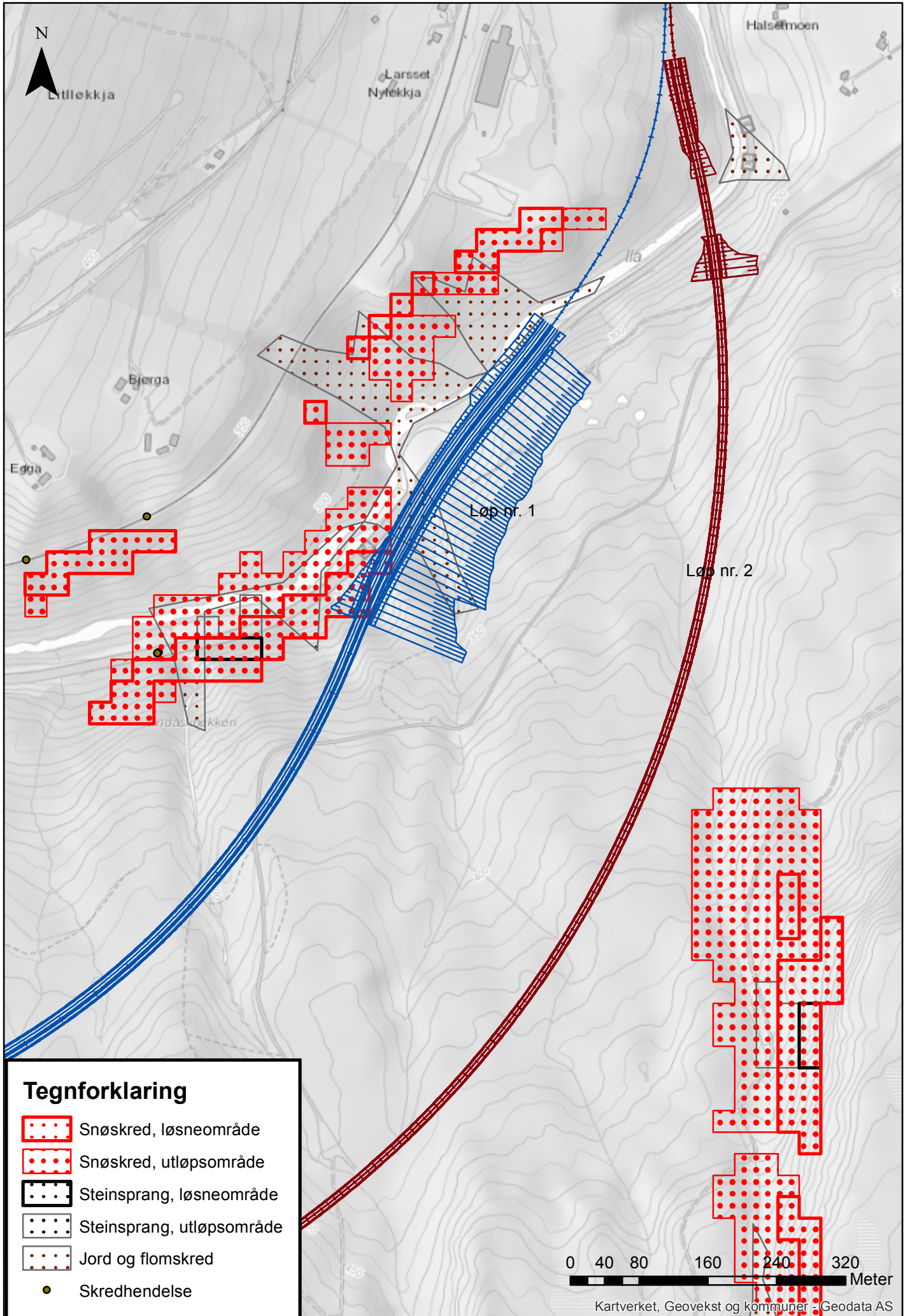
Bilde 5: Eksisterende skjæring i berg langs E6, vest for påhugg nord langs løp nr. 1. Grovblokkig bergmasse (0,5-1,0m³), enkelte utfall.

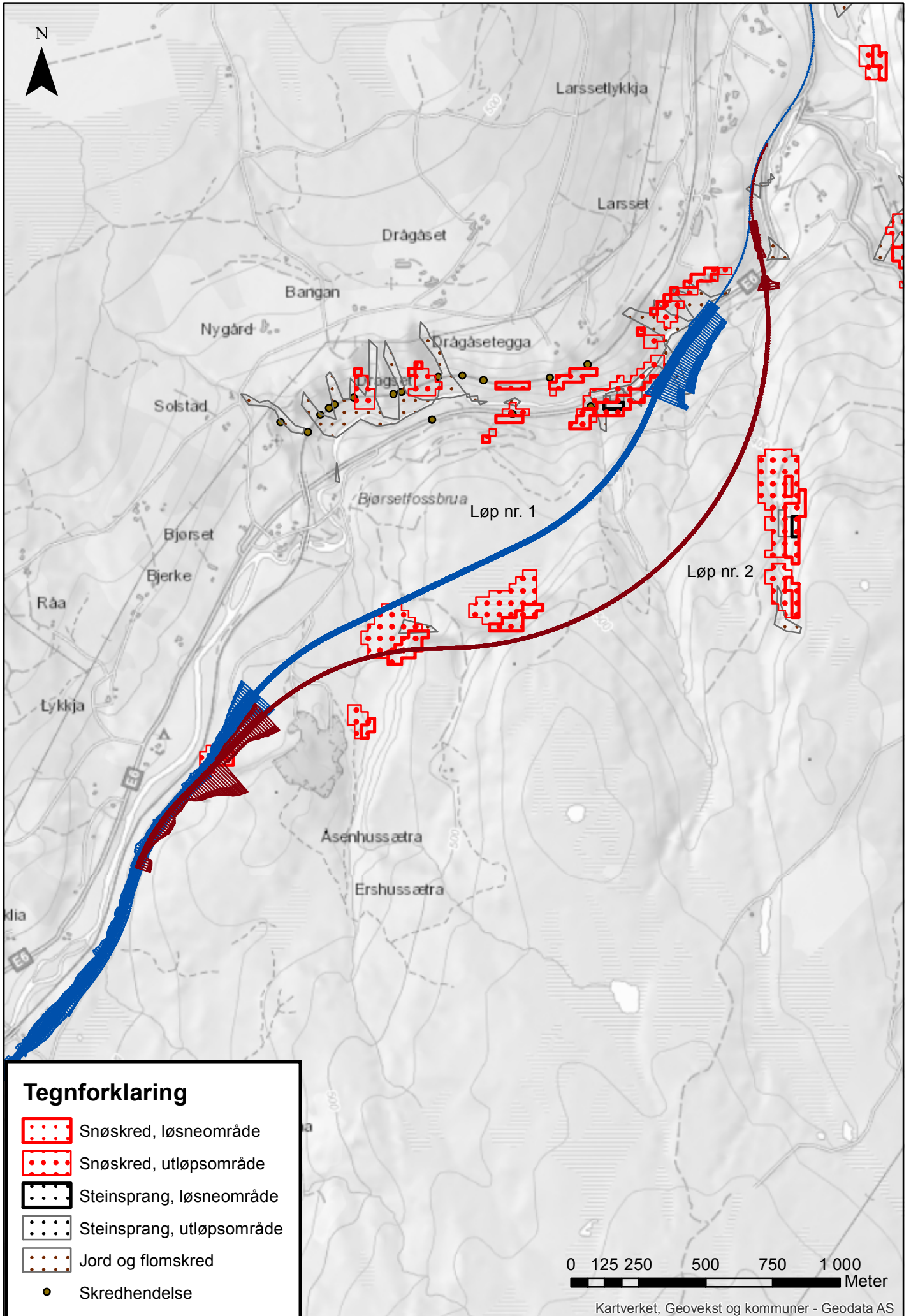


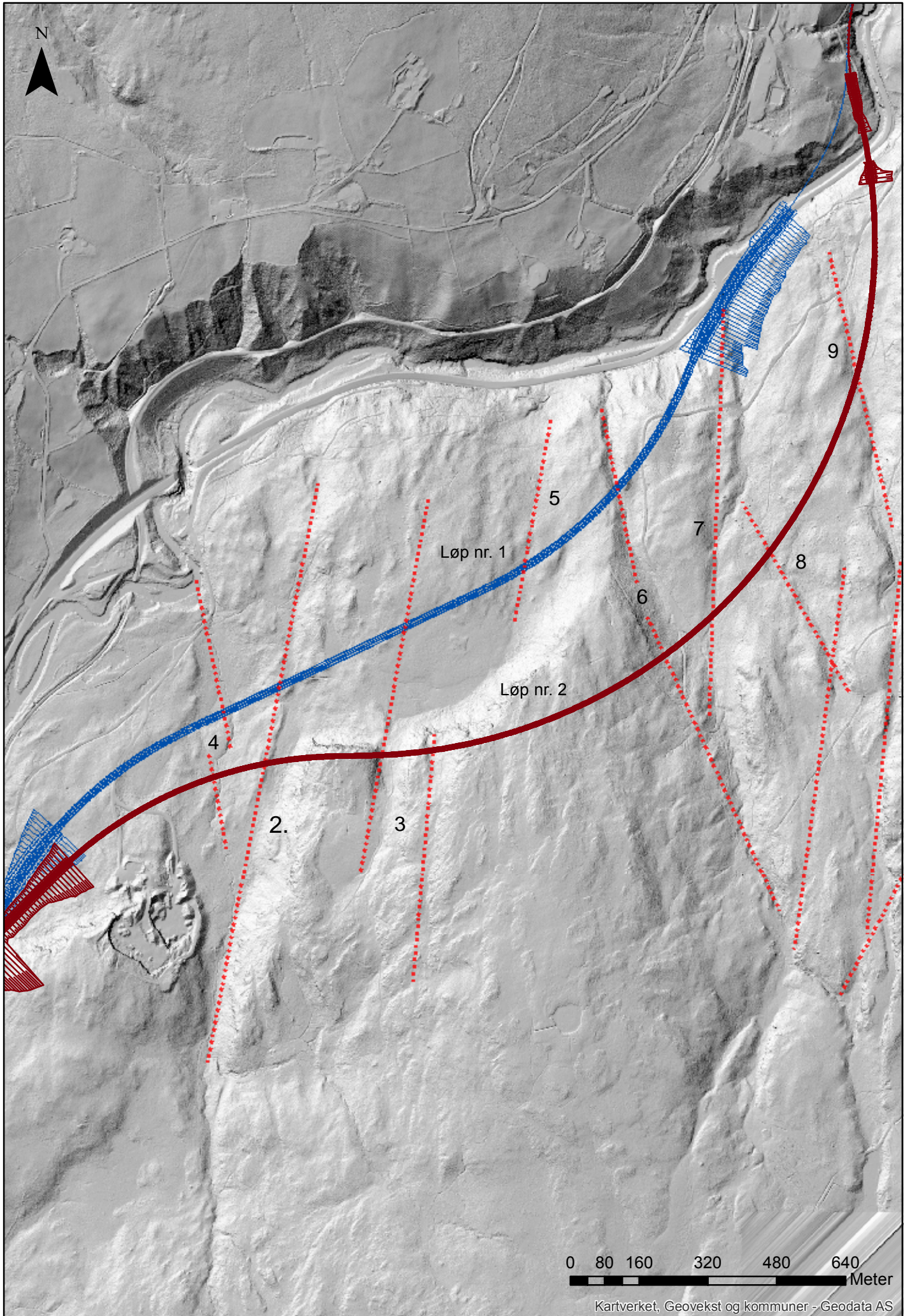


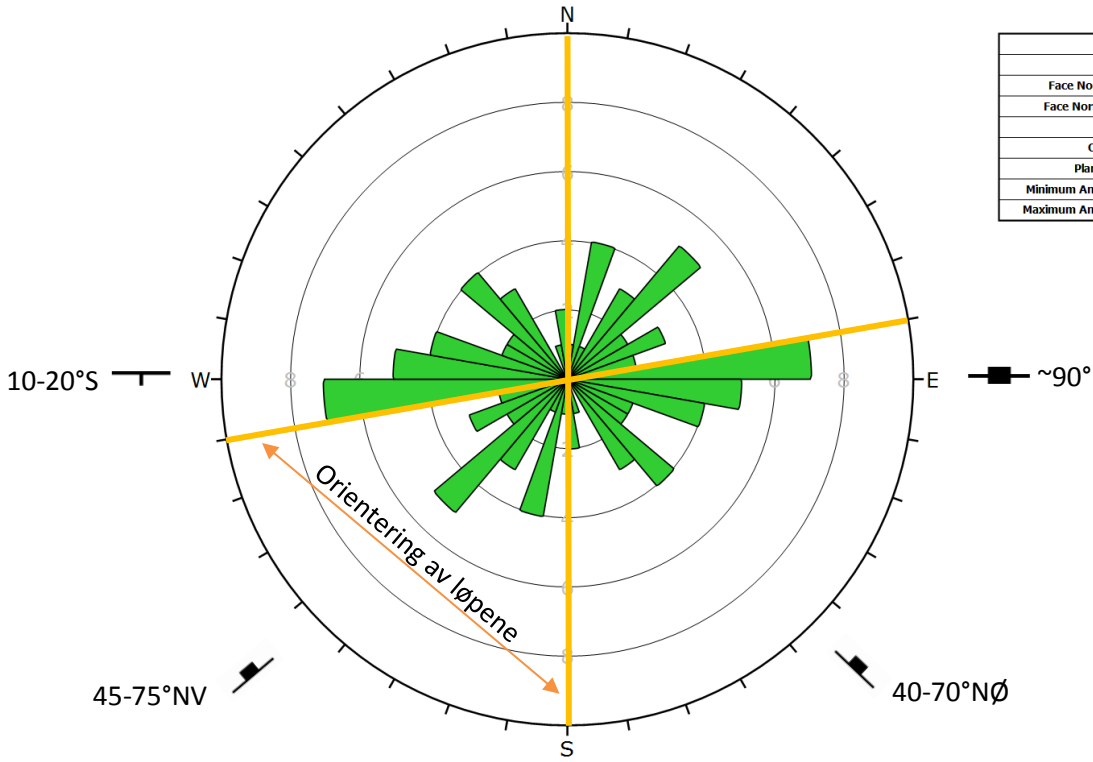
Det bemerkes at grunnundersøkelsene i påhuggsområdene viser 5-15 meter løsmassemektighet i områder hvor det er angitt tynt morenedekke. Det må derfor forventes stor løsmassemektighet også i andre områder hvor kvartærgeologisk kart angir tynt morenedekke og det ikke er utført grunnundersøkelser.



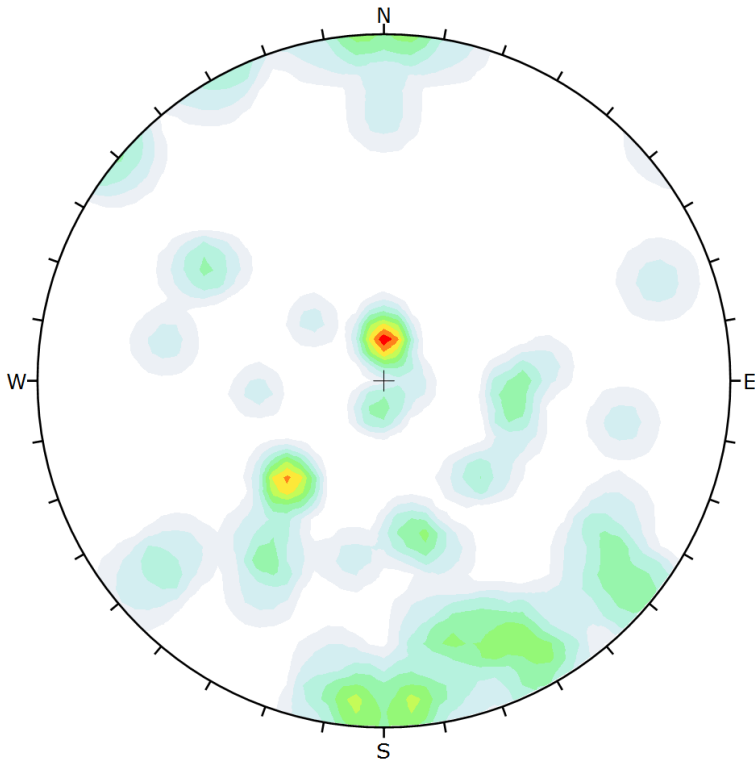








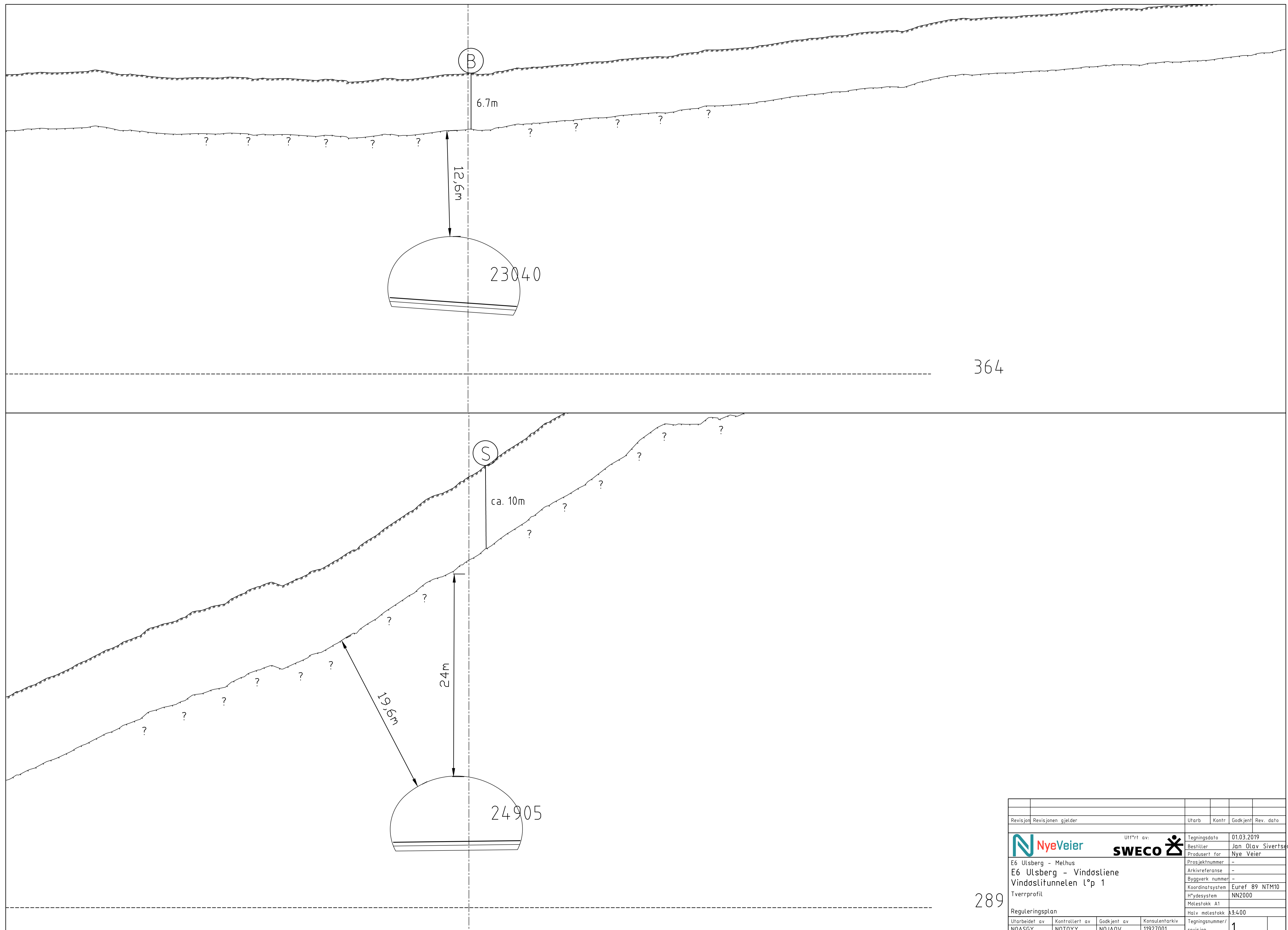
Plot Mode	Rosette
Plot Data	Apparent Strike
Face Normal Trend	0.0
Face Normal Plunge	90.0
Bin Size	10°
Outer Circle	10 planes per arc
Planes Plotted	51
Minimum Angle To Plot	0.0°
Maximum Angle To Plot	90.0°



Color	Density Concentrations
	0.00 - 0.90
	0.90 - 1.80
	1.80 - 2.70
	2.70 - 3.60
	3.60 - 4.50
	4.50 - 5.40
	5.40 - 6.30
	6.30 - 7.20
	7.20 - 8.10
	8.10 - 9.00



Maximum Density	8.82%
Contour Data	Pole Vectors
Contour Distribution	Fisher
Counting Circle Size	1.0%

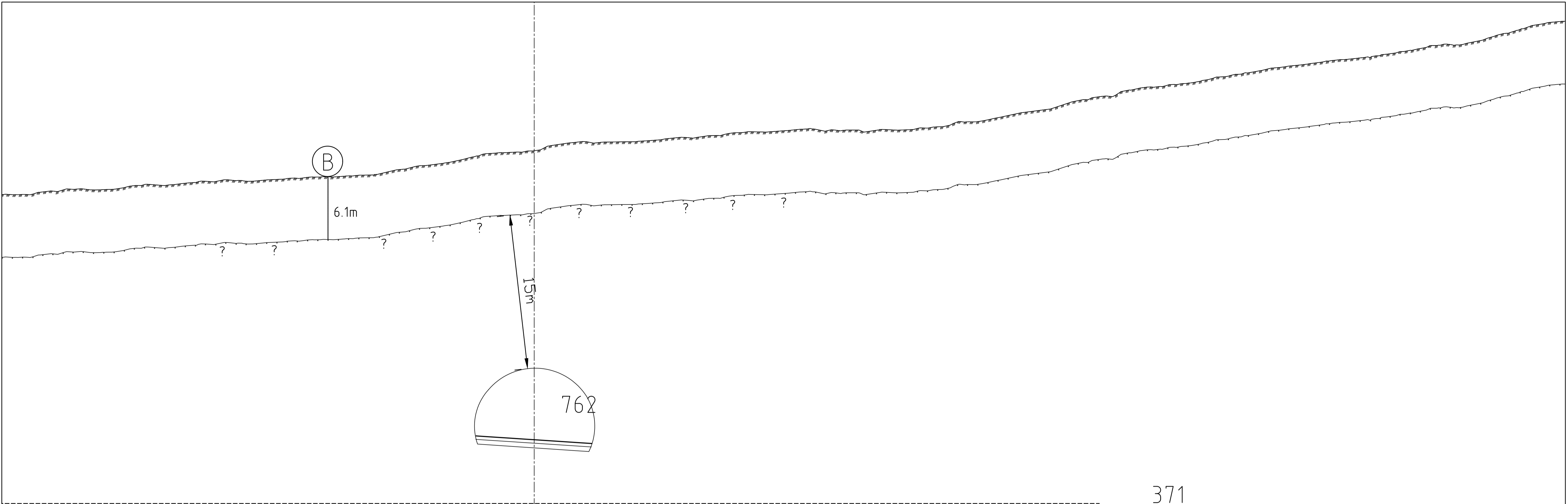
Plot Mode	Pole Vectors
Vector Count	51 (51 Entries)
Hemisphere	Lower
Projection	Equal Angle



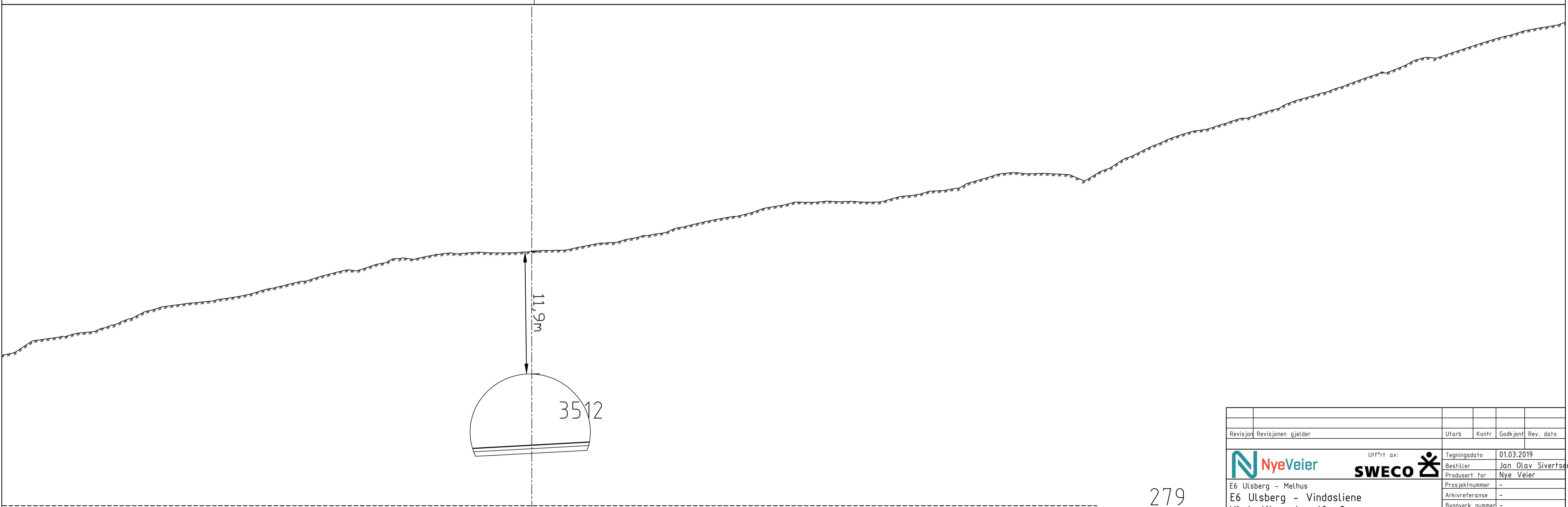
364

289



Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb.	Kontr.	Godkjent	Rev. dato
 Utført av:		 Tegningsdato: 01.03.2019		Bestiller: Jan Olav Sivertsen	
E6 Ulsberg - Melhus E6 Ulsberg - Vindøsliene Vindøslitunnelen l'p 1		Produsert for: Nye Veier		Prosjektnummer: - Arkivreferanse: - Byggeværk nummer: - Koordinatsystem: Euref 89 NTM10 Høydesystem: NN2000 Målestokk: A1 Halv målestokk: 1:400	
Tverrprofil Reguleringsplan		Utarbeidet av: NOASGY Kontrollert av: NOTOYY Godkjent av: NOJA0V Konsulentarkiv: 11927001		Tegningsnummer/ revisjon: 1	

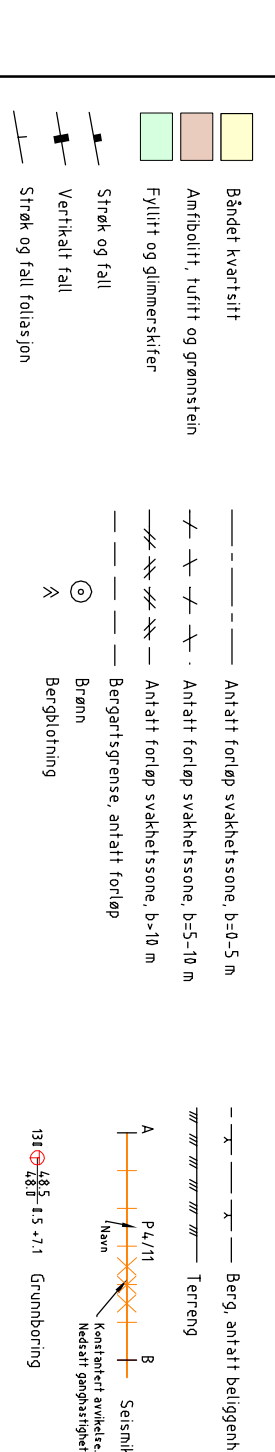
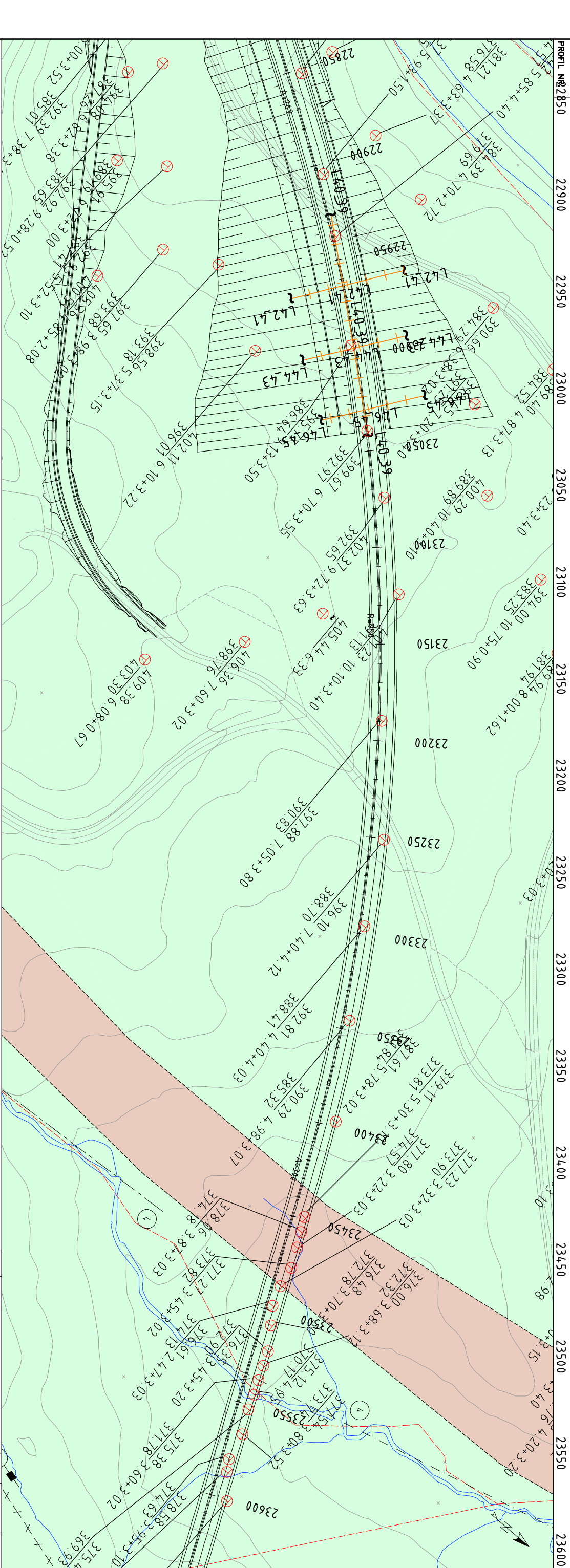
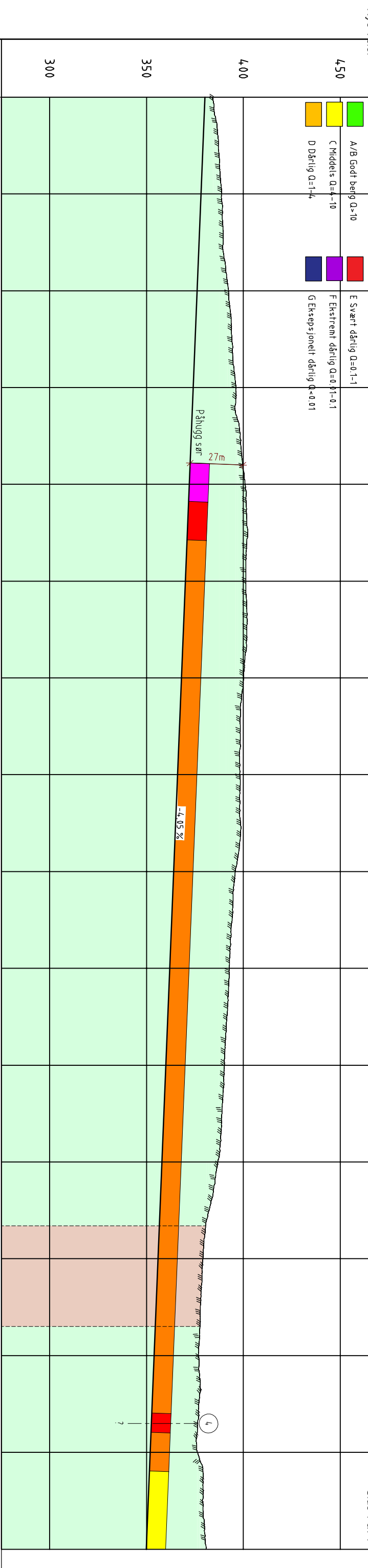


371



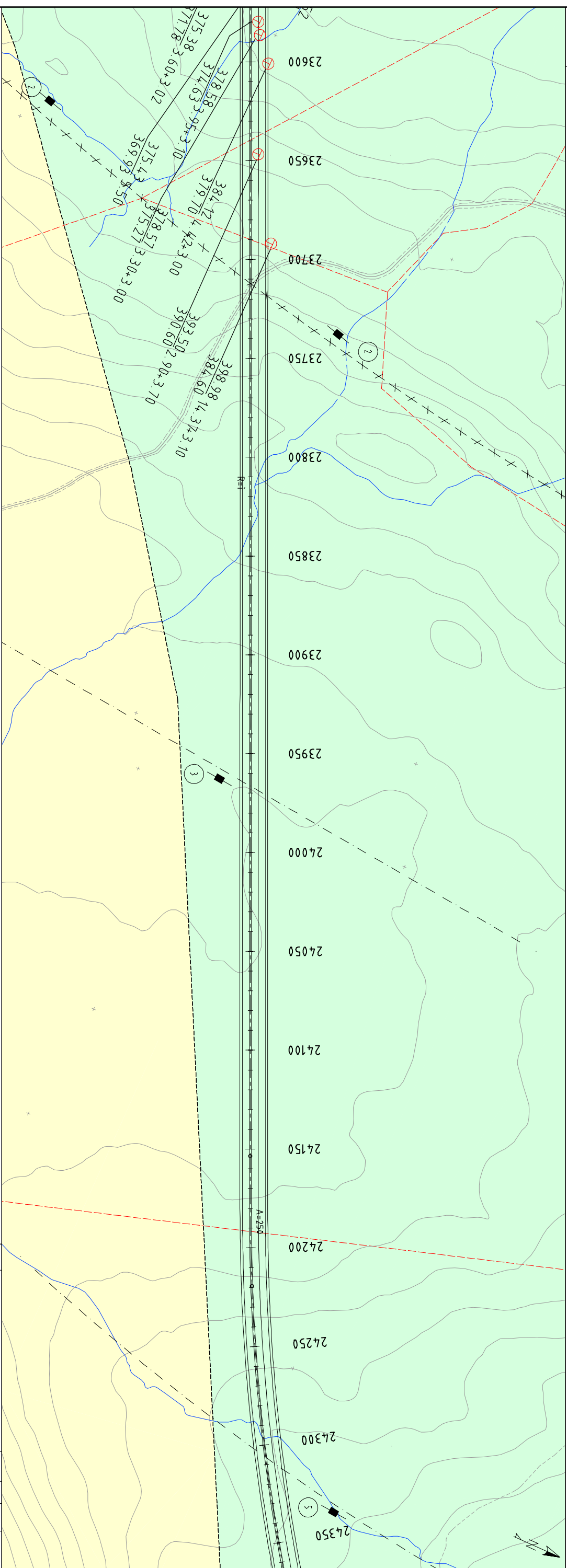
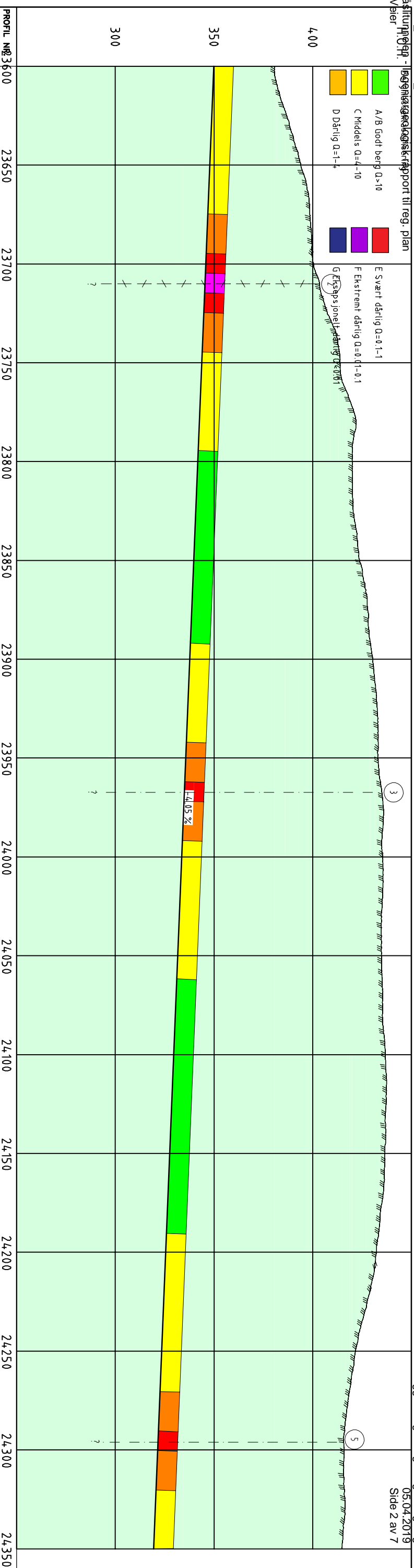
279

Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb.	Kontr.	Godkjent	Rev. dato
				Utført av: Tegningsdato Jan Olav Sivertsen 01.03.2019	
E6 Ulsberg - Melhus E6 Ulsberg - Vindøsliene Vindøslitunnelen l'p 2 Tverrprofil		Produsert for: Nye Veier		Bestiller: Jan Olav Sivertsen Prosjektnummer: - Arkivreferanse: - Byggeværk nummer: - Koordinatsystem: Euref 89 NTM10 Høydesystem: NN2000 Målestokk: A1	
Reguleringsplan		Halv målestokk		1:400	
Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv	Tegningsnummer/	revisjon
NOASGY	NOTOYY	NOJA0V	11927001		2

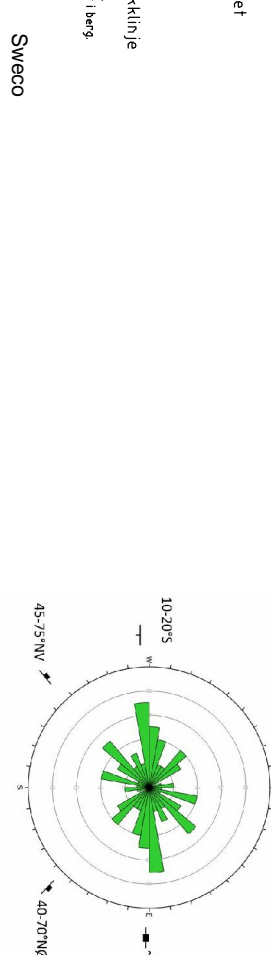


SWECO

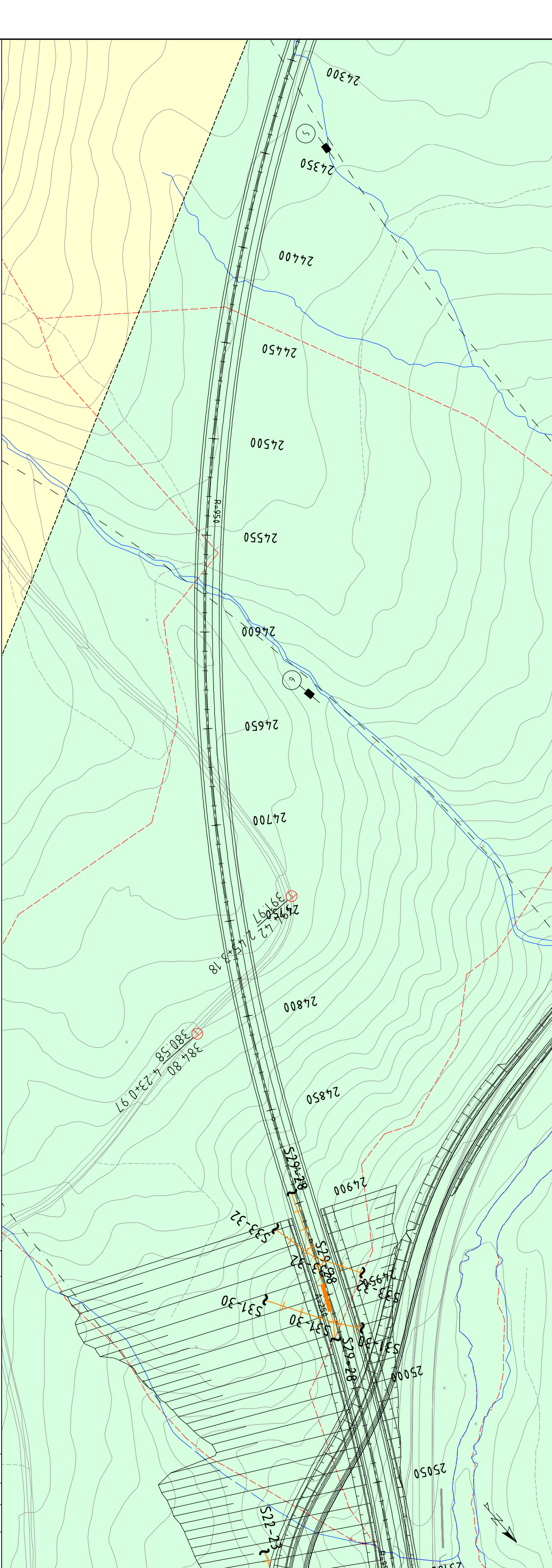
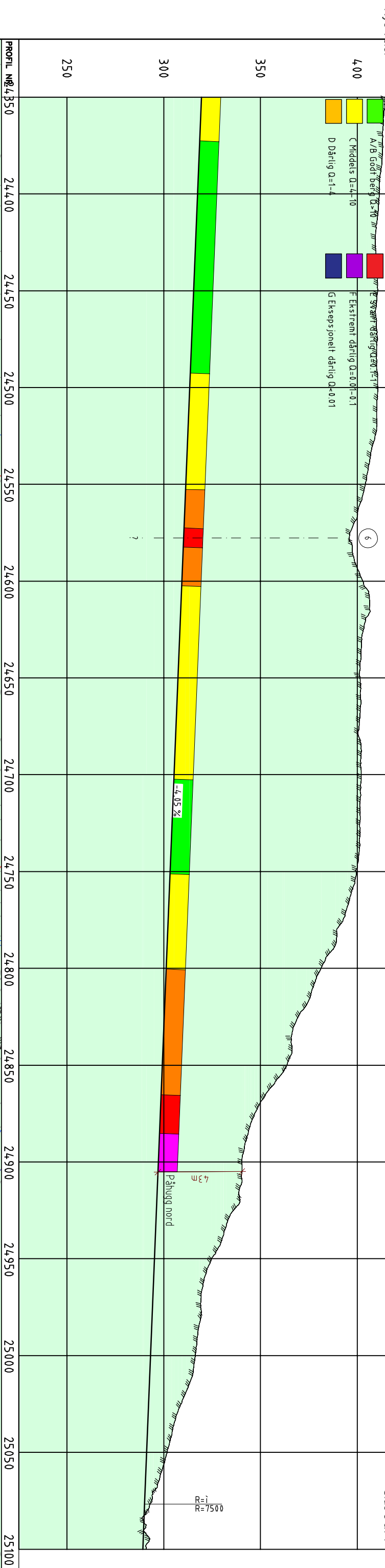
<p>Rennisjøl Rennisen gilder</p> <p>Nye Veier</p> <p>E6 Ulsberg - Melhus E6 Ulsberg - Vindstleiene Plan og Profil, 22850 - 23600</p> <p>Ingeniørgologisk kart Reguleringsplan</p> <p>Utarbeidet av: NOTOYV Kontrollert av: NO/ADV</p>	<p>Uttitt av: SWECO</p> <p>15.13.2019</p> <p>Jon Olav Swertsen Prosjektleder Nye Veier</p> <p>37538 37463 37458 37453 37447 37442 37437 37432 37427 37422 37417 37412 37407 37402 37397 37392 37387 37382 37377 37372 37367 37362 37357 37352 37347 37342 37337 37332 37327 37322 37317 37312 37307 37302 37297 37292 37287 37282 37277 37272 37267 37262 37257 37252 37247 37242 37237 37232 37227 37222 37217 37212 37207 37202 37197 37192 37187 37182 37177 37172 37167 37162 37157 37152 37147 37142 37137 37132 37127 37122 37117 37112 37107 37102 37097 37092 37087 37082 37077 37072 37067 37062 37057 37052 37047 37042 37037 37032 37027 37022 37017 37012 37007 37002</p>
--	--



- Båndet kvartstitt
- Amfibolitt, turfitt og grønnstein
- Fyllitt og glimmerskifer
- Strøk og fall
- Vertikalt fall
- Strøk og fall foliasjon
- Antatt forløp svakhetssone, b=0-5 m
- Antatt forløp svakhetssone, b=5-10 m
- Antatt forløp svakhetssone, b>10 m
- Bergartsgrense, antatt forløp
- Brønn
- Bergblotning
- Berg, antatt beliggenhet
- Terreng
- Seismikklinje
- Konstant avviklede, Nedre gangbarhet i berg
- 138 ± 1.5 ± 7.1 Grunndrilling



Rennisjøl Revneisen gleder	Urbp	Kont	Gedingsl	Rev. dato
E6 Ulsberg - Melhus	Uttitt av			
E6 Ulsberg - Vindstiene	SWECO			
Plan og profil, 23600 - 24350	Uttitt av			
Vindstatistikk og plan nr. 1	SWECO			
Ingeniørgeologisk kart	Uttitt av			
Reguleringsplan	SWECO			
Uttitt av	Kontrollert av	Gedingsl av	Konsulentforv	
NOTOY	NOTOY	NO/ADV	11927300	
Uttitt av	Kontrollert av	Gedingsl av	Konsulentforv	
NOTOY	NOTOY	NO/ADV	11927300	
Uttitt av	Kontrollert av	Gedingsl av	Konsulentforv	
NOTOY	NOTOY	NO/ADV	11927300	

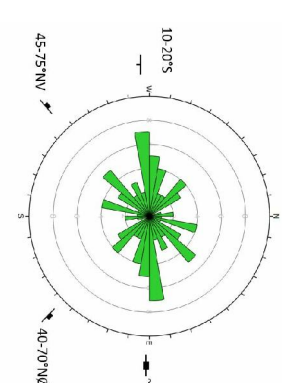


<ul style="list-style-type: none"> Båndet kvartsitt Ambolitt, turfitt og grønstein Fyllitt og glimmerskifer Strøk og fall Vertikalt fall Strøk og fall foliasjon 	<ul style="list-style-type: none"> Antatt forløp svakhetssone, b=0-5 m Antatt forløp svakhetssone, b=5-10 m Antatt forløp svakhetssone, b>10 m Bergantagelse, antatt forløp Brenn Bergblotning 	<ul style="list-style-type: none"> Berg, antatt beliggenhet Terreng Seismikklinje Konstant avvikle Nedre gangstigning berg
--	---	---

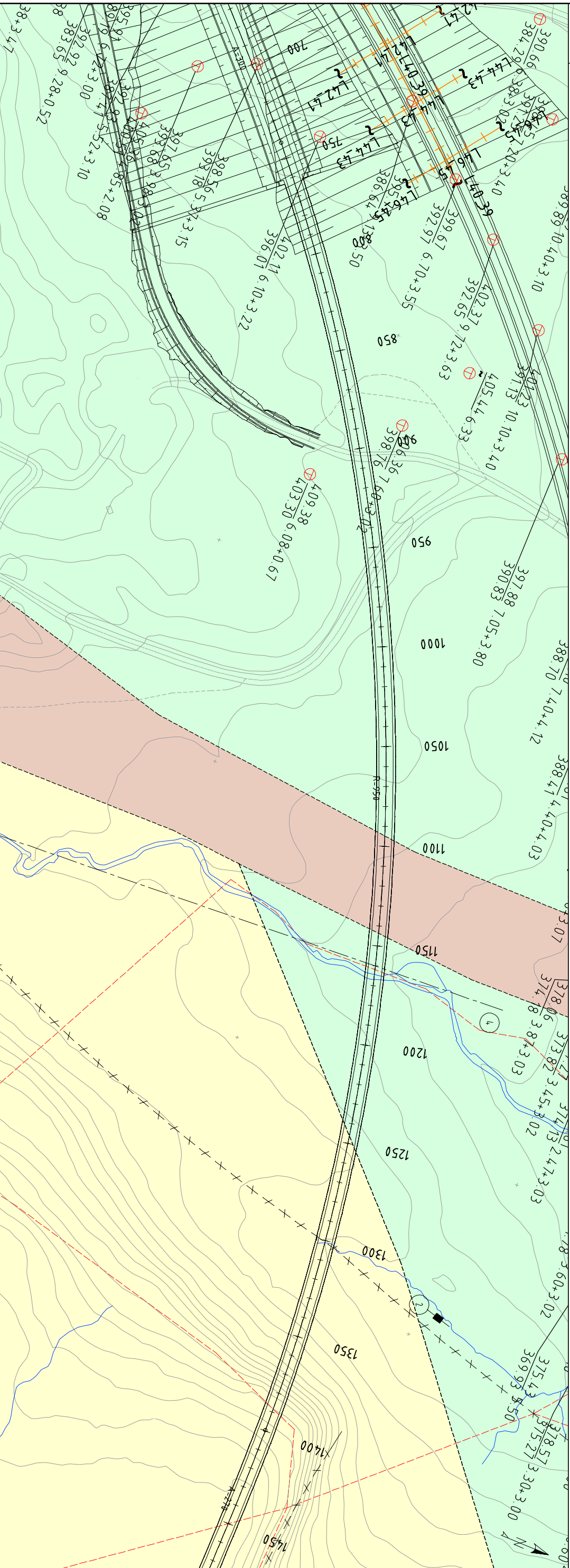
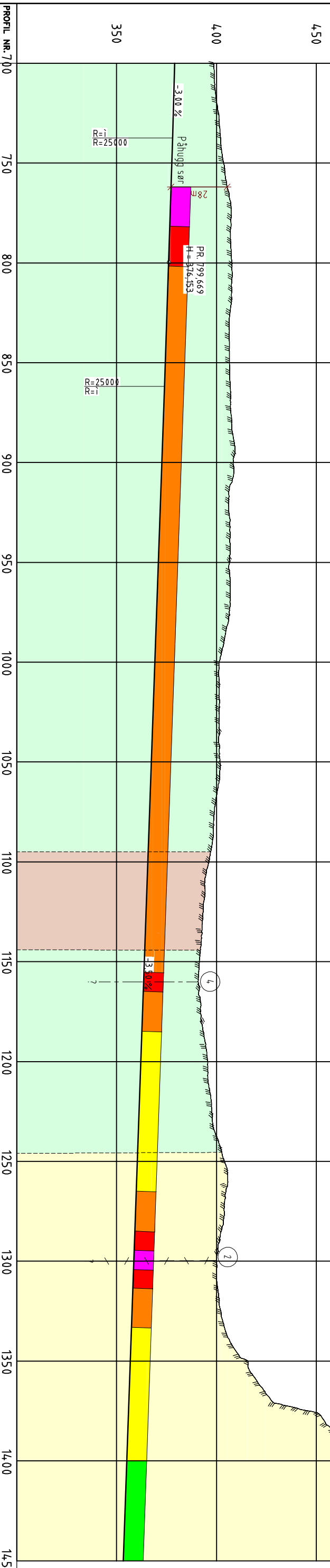
1:31 1:50 1:5 +7:1 Grunndrøring

Sweco

Rensjøl Rensjølens gleder	Utørb	Kontr	Gedgjennl Rev. dato
E6 Ulsberg - Melhus	15.13.2019		
E6 Ulsberg - Vindstiene			
Plan og profil, 24350 - 25100			
Vindstiftningen t.p. nr. 1			
Ingeniørgeologisk kart			
Reguleringsplan			
Utørbekr. av	KONTOLVY	Gedgjennl. av	11927300
NOASGV		NO/ADV	
		Konsulentforv.	
		tegningsnummer	3
		revisjon	

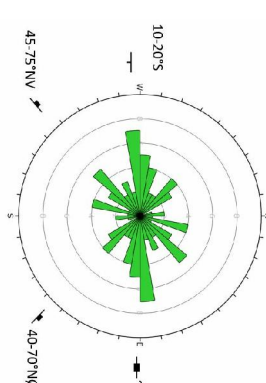


	A/B Godt berg Q=10		E Svært dårlig Q=0.1-1
	C Middels Q=4-10		F Ekstremt dårlig Q=0.01-0.1
	D Dårlig Q=1-4		G Eksepsjonelt dårlig Q<0.01

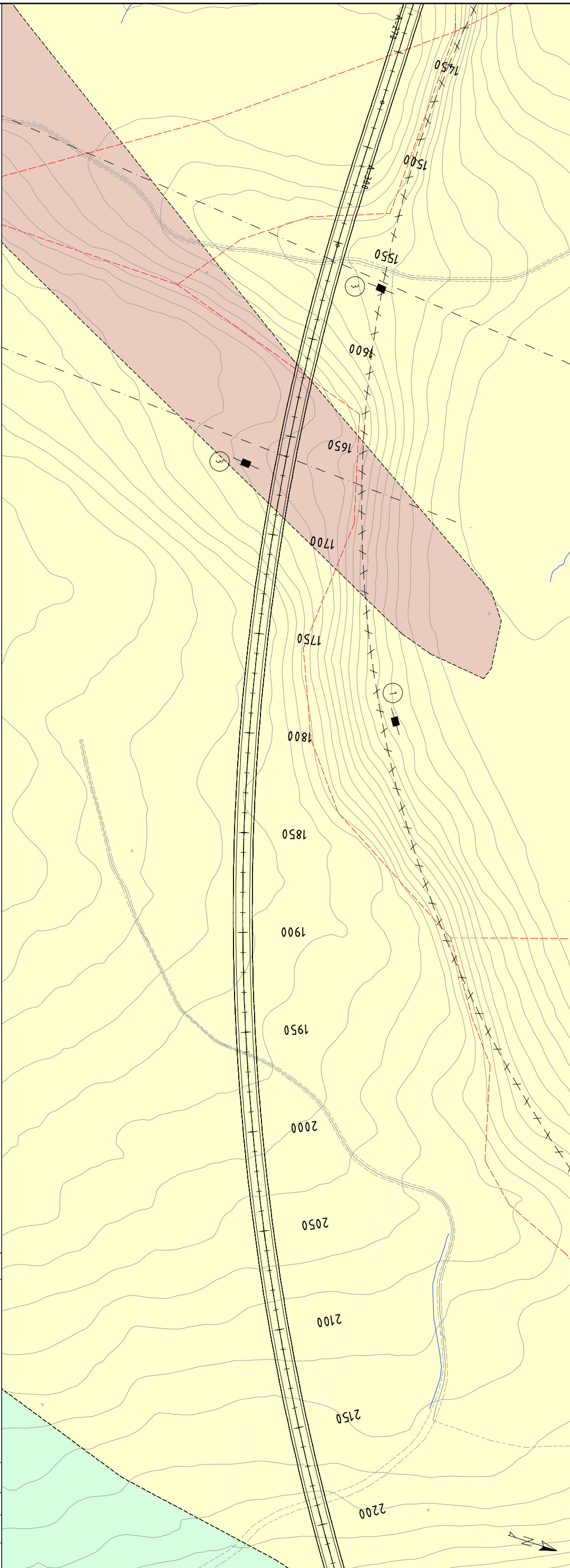
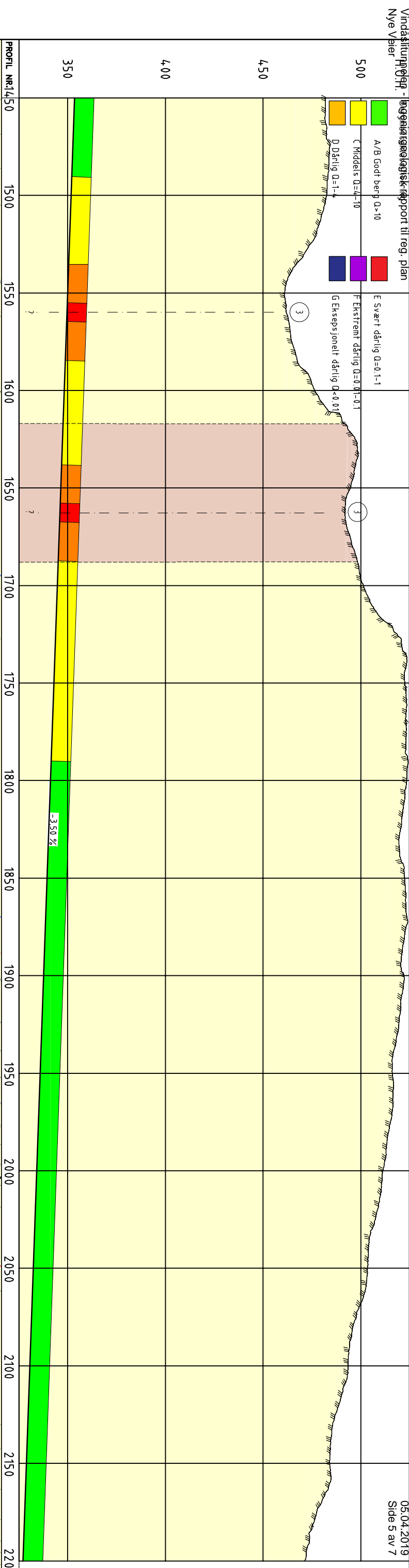


- Båndet kvartsitt
- Amfibolitt, turfitt og grønnstein
- Fyllitt og glimmerskifer
- Strøk og fall
- Vertikalt fall
- Strøk og fall foliasjon
- Antatt forløp svakhetssone b=0-5 m
- Antatt forløp svakhetssone, b=5-10 m
- Antatt forløp svakhetssone, b>10 m
- Bergartsgrense, antatt forløp
- Brønn
- Bergblotning
- Berg, antatt beliggenhet
- Terreng
- Seisnikklinjé
- Konstruert avvikete, Nedsett gangstige/berg
- 138 ϕ 488 1.5 \pm 7.1 Grunndrøring

Sweco



Rennisjøl Rennisjøl gilder	Utbygd	Kontr.	Geodetisk Rev. dato
	Uttrent av		
E6 Ulsberg - Melhus	Saksbehandlingsdato 15.13.2019		
E6 Ulsberg - Vindsteliene	Saksbehandler Jon Olav Swertsen		
Plan og Profil, 700 - 1450	Prosjektleder Nye Veier		
Vindastiturningen - fremtidig 1^p nr. 2	Ansvaretskema		
Ingeniørgeosagisk kart	Byggesyk nummer		
Reguleringsplan	Innbyggingsnummer		
Utkastet av	Kontrollert av	Konsulentreferanse	Mikroskopisk At
NOASGV	NOTOVY	11927300	431111
			Hov. referanse
			4



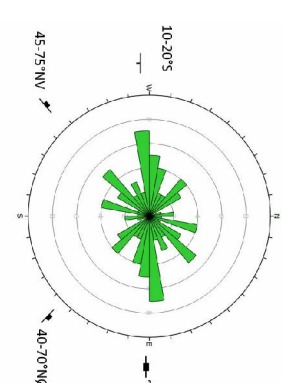
	Båndet kvartsitt		Antatt forløp svakhetssone b=0-5 m		Seismikklinje
	Ambolitt, turfitt og grønnstein		Antatt forløp svakhetssone, b=5-10 m		Konstant avviklede Nedre gangstige i berg
	Fyllitt og glimmerskifer		Antatt forløp svakhetssone, b>10 m		Konstant avviklede Nedre gangstige i berg
	Strøk og fall		Bergartsgrense, antatt forløp		Konstant avviklede Nedre gangstige i berg
	Vertikalt fall		Brenn		Konstant avviklede Nedre gangstige i berg
	Strøk og fall foliasjon		Bergblotning		Konstant avviklede Nedre gangstige i berg

	Antatt forløp svakhetssone b=0-5 m		Antatt forløp svakhetssone, b=5-10 m		Antatt forløp svakhetssone, b>10 m
	Bergartsgrense, antatt forløp		Brenn		Bergblotning
	Bergartsgrense, antatt forløp		Brenn		Bergblotning

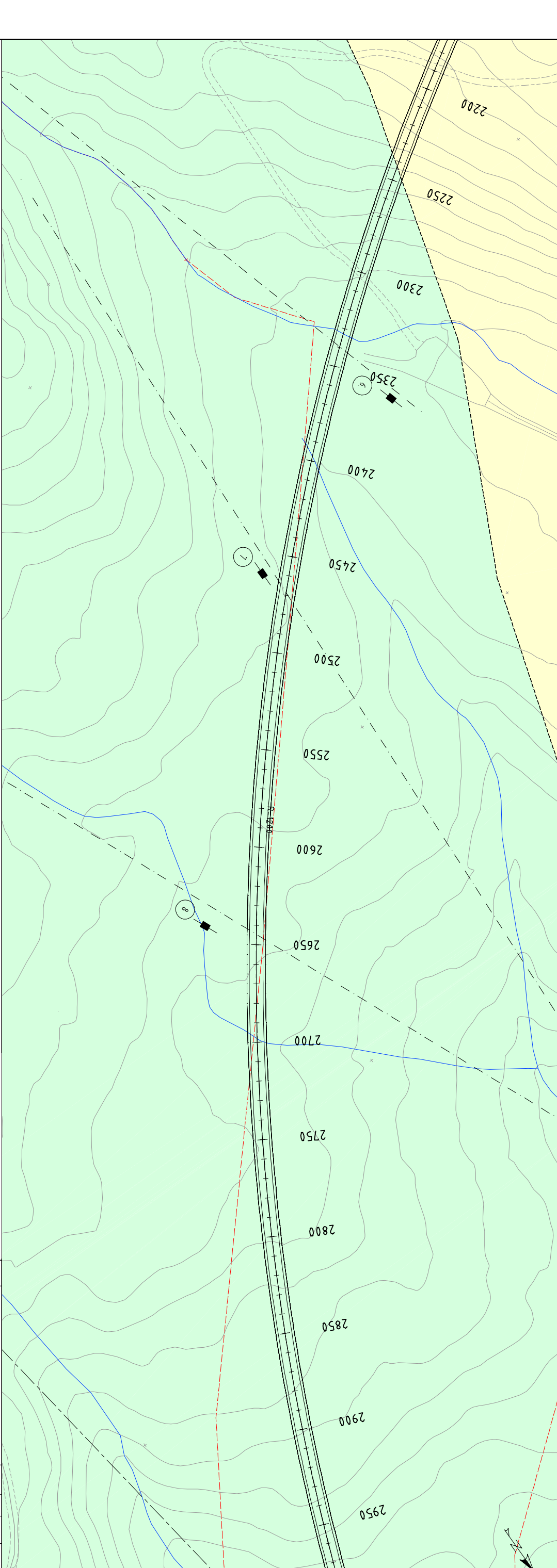
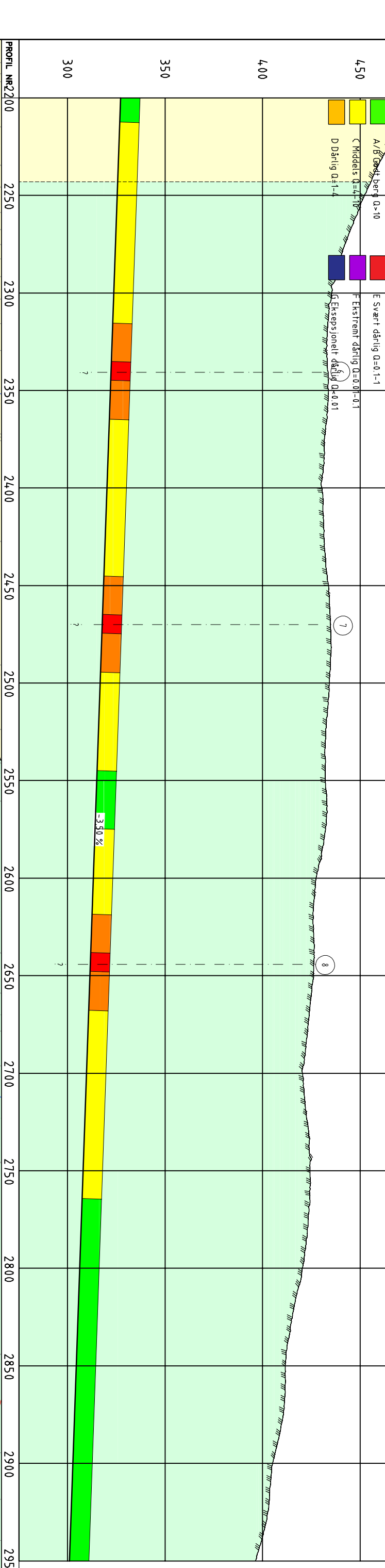
	Berg, antatt beliggenhet		Terrang
	Terrang		Seismikklinje

138 1.5 ± 7.1 Grunndrilling

Sweco



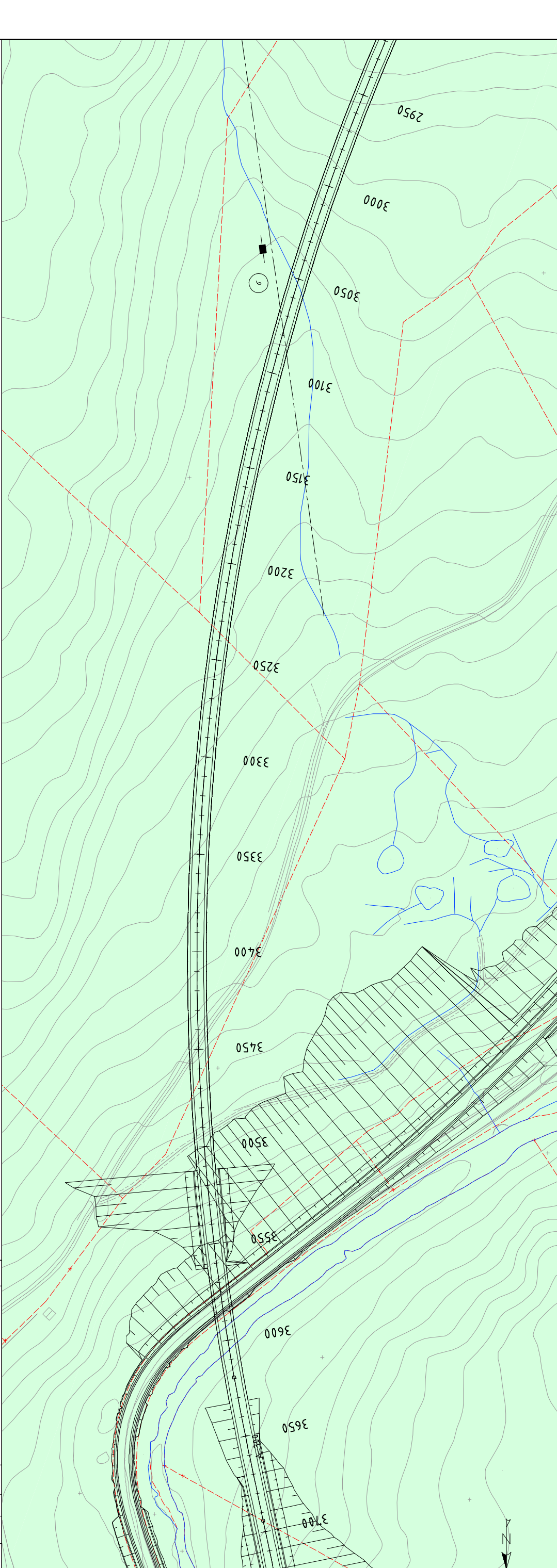
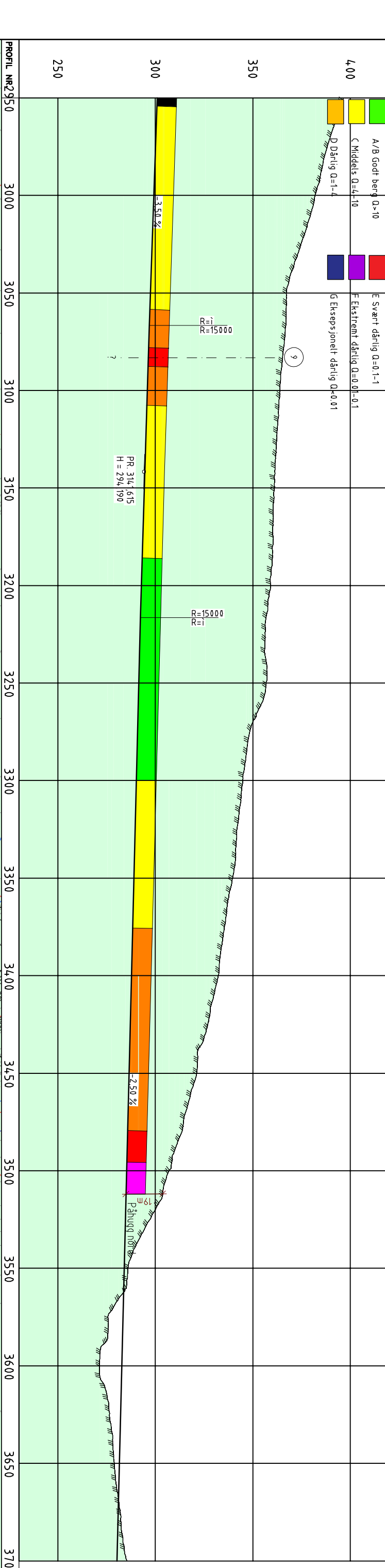
Rennisjøl Ravnjamen gleder	Utbygd	Kontrollert av	Geologisk Rev. dato
	Utbygd av		15.13.2019
E6 Ulsberg - Melhus	Prosjektleder	Jon Olav Swertsgen	
E6 Ulsberg - Vindstiene	Prosjektleder	Nye Veier	
Plan og profil, 1450 - 2200	Byggeteknikk		
Vindstatistikk - fremtidig 1°p nr. 2	Koordinatystem	Euref 89 NTM11	
Ingeniørgeologisk kart	Utdragsystem	MIN2118	
Reguleringsplan	Reguleringsplan		
Utarbeidet av	Kontrollert av	Konsulentreferanse	11927300
NOTOY	NOTOY	Geologisk Rev. dato	
		Revisjon	5



<ul style="list-style-type: none"> Båndet kvartsitt Ambolitt, turfitt og grønnstein Fyllitt og glimmerskifer Strøk og fall Vertikalt fall Strøk og fall foliasjon 	<ul style="list-style-type: none"> Antatt forløp svakhetssone b=0-5 m Antatt forløp svakhetssone, b=5-10 m Antatt forløp svakhetssone, b>10 m Bergantagelse, antatt forløp Brønn Bergblotning Berg, antatt beliggenhet Terreng Seismikklinje Konstant svikete Nedre gangstige i berg Grubborring 	<p>1:500</p> <p>138 288 1.5 + 7.1</p> <p>SWECO</p>
---	---	--

Rensjøl Ravnjenn gleder	Utørb	Konfr	Gedøgnl Rev dato
E6 Utberg - Melhus	Uttitt av		
E6 Utberg - Melhus			
Plan og profil, 2200 - 2950			
Vindastiftningen - fremtidig t.p nr. 2			
Ingeniørgeoslogisk kart			
Reguleringsplan			
Utarbeidet av	kontrollert av	godkjent av	konsulentarkiv
NOASGV	NOTOYY	NO/ADV	11927300
			revisjon
			6

Uttitt av	15.13.2019
Prosjektleder	Jon Olav Sverrisen
Prosjektleder	Nye Veier
Aktyrkennelse	-
Bysykkelnummer	-
Koordinatssystem	Euref 89 NTM11
Utørb	NOASGV
Uttitt av	15.13.2019



<ul style="list-style-type: none"> Båndet kvartsitt Amfibolitt, turfitt og grønnstein Fyllitt og glimmerskifer Strøk og fall Vertikalt fall Strøk og fall foliasjon 	<ul style="list-style-type: none"> Antatt forløp svakhetssone, b=0-5 m Antatt forløp svakhetssone, b=5-10 m Antatt forløp svakhetssone, b>10 m Bergartsgrense, antatt forløp Brønn Bergbløtning 	<ul style="list-style-type: none"> Antatt forløp svakhetssone, b=0-5 m Antatt forløp svakhetssone, b=5-10 m Antatt forløp svakhetssone, b>10 m Bergartsgrense, antatt forløp Brønn Bergbløtning 	<ul style="list-style-type: none"> Berg, antatt beliggenhet Terreng Seismikklinje Konstruert avviklete, Nedstrømt gangstige/berg Grunndrøring
--	---	--	---

131 $\frac{1:5}{1:5}$ 1:5 +7:1 Grunndrøring

Sweco

10-20%
45-75%NW
40-70%NØ

10-20%
45-75%NW
40-70%NØ

Rensingskammeret gjelder			
	Uttrent av		
E6 Ulsberg - Melhus			
E6 Ulsberg - Vindstiene			
Plan og profil, 2950 - 3700			
Vindstatistikkprofil - fremitidig 1 ^o p nr. 2			
Ingeniørgeologisk kart			
Reguleringsplan			
Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentreferanse
NOASGT	NOTOYV	NO/ADV	11927300
Utdragsnr.	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentreferanse
NOASGT	NOTOYV	NO/ADV	11927300
Utdragsnr.	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentreferanse
NOASGT	NOTOYV	NO/ADV	11927300