

**Dette dokumentet er en innspillsrapport til reguleringsplan. Det bemerkes at denne versjonen av dokumentet ikke har gjennomgått uavhengig kontroll.**

## **Ingeniørgeologisk rapport tunnel for lokalvei for reguleringsplan E6 Skogheim – Fossum**

---

Ingeniørgeologisk rapport tunnel for lokalvei for reguleringsplan E6 Skogheim – Fossum,  
Profil 280 - 1070

PlanID: 2020001

Dokument ID:

### Revisjonsoversikt

Revisjon	Dato	Revisjon gjelder	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av
01	22.10.21	Opprinnelig dokument. Ikke gjennomgått uavhengig kontroll	Svrtrh	Enoe	Lontrh

#### Kontaktpersoner til planarbeidet:

Nye Veier v/Arild Mathisen, tlf. 47752696

Nye Veier v/Jan Olav Sivertsen, tlf. 91546871

Informasjon om planarbeidet kan ses ved å gå inn på følgende hjemmesider:

Nye Veier AS: [www.nyeveier.no](http://www.nyeveier.no)

Rennebu kommune: [www.rennebu.kommune.no](http://www.rennebu.kommune.no)

#### **Forord**

Nye Veier AS har utarbeidet forslag til detaljregulering av ny E6 i Midtre Gauldal kommune i Trøndelag fylke. Planområdet strekker seg fra Skogheim til Fossum i Vindåsliene. Reguleringsplanen skal danne grunnlag for bygging av parsell av ny E6 og lokaltrafikk som blant annet er planlagt lagt i tunnel.

Nye Veier AS  
Tangen 76  
4608 Kristiansand  
Tlf.: +47 479 72 727  
[www.nyeveier.no](http://www.nyeveier.no)

Organisasjonsnummer: 915 488 099

## Sammendrag

Det er i planfasen foretatt grunnboringer, seismikk, prøvegravinger og befaringer i forbindelse med planlegging av ny E6 og Lokalvei i tunnel gjennom Vindåsliene. Terrenget er bratt og krevende, spesielt med tanke på at E6 skal være trafikkert E6 under anleggsdriften. Det er stedvis svært tykke løsmassemektheter i området ved påhugg og over tunnelen og det må utføres sikring av løsmasser over påhugg før etablering av påhugg. Det må spesielt tas hensyn til trafikk ved etablering av påhugg da disse er svært nær eksisterende E6. Tunnelen vil bli bygget gjennom en middels til tett oppsprukken glimmerskifer med 4 kartlagte hovedsprekkeretninger, og det er identifisert 2 mulige svakhetssoner som krysser tunneltrasèen. Disse kan sikres med konvensjonell tung sikring som armerte sprøytebetongbuer. Det forventes ikke behov for mye injeksjon, men det kan forekomme hvis man treffer på åpne og vannførende sprekker. Det er ifølge undersøkelser ikke behov for spesielle tiltak ved behandling av bergmassene i forhold til syredannende berg, tungmetaller eller radon. Bergmassen kan ikke brukes i øvre deler av veikroppen da den ikke har tilfredsstillende kvalitet for dette. Det må tas hensyn til trafikk og jernbane ved sprenging. Det må også videre utredes fare for snøskred ved det søndre påhugget. Det er ingen tidligere registrerte hendelser, men teoretisk er det bratt nok for at dette kan løsne.

## INNHALDSFORTEGNELSE

1. Innledning – bakgrunn og hensikt.....	6
2. Utførte undersøkelser .....	6
Tidligere utførte undersøkelser .....	7
Utførte undersøkelser ifm. Reg. plan .....	7
Befaringer .....	7
Grunnboringer .....	7
Andre undersøkelser .....	7
3. Grunnlag.....	7
Grunnlag for prosjektering og rapportens oppbygging.....	7
4. Myndighetskrav og geoteknisk kategori .....	8
Geoteknisk kategori ihht N500.....	8
5. Krav til kontroll.....	10
Faktadel .....	10
6. Tunnelen .....	10
7. Topografi og løsmasser.....	10
8. Berggrunn .....	16
9. Svakhetssoner/ Lineament .....	18
10. Krav til håndtering av sprengsteinsmasser .....	20
11. Skredfare .....	20
12. Radon.....	24
13. Vannforhold – hydrologi/hydrogeologi.....	24
14. Omgivelser.....	24
Ingeniørgeologiske vurderinger – Tolkningsdel .....	25
15. Vurderinger av utfallsmekanismer og boravik .....	25
16. Vurderinger av tiltak ved omgivelser .....	29

17.	Vurdering av innlekkasje og vannforhold .....	29
18.	Vurdering av mekaniske egenskaper og anvendelse av sprengsteinsmassene ....	30
19.	Vurdering av Bergspenninger .....	31
20.	Bergsikring – metode og mengder .....	31
21.	Vurdering av skredfare .....	33
22.	Krav til håndtering av sprengsteinsmasser .....	34
23.	Gjennomførbarhet/SHA/spesielle forhold.....	34
24.	Ingeniørgeologiske kompetanse og oppfølging i byggefasen.....	35
25.	Videre undersøkelser .....	35

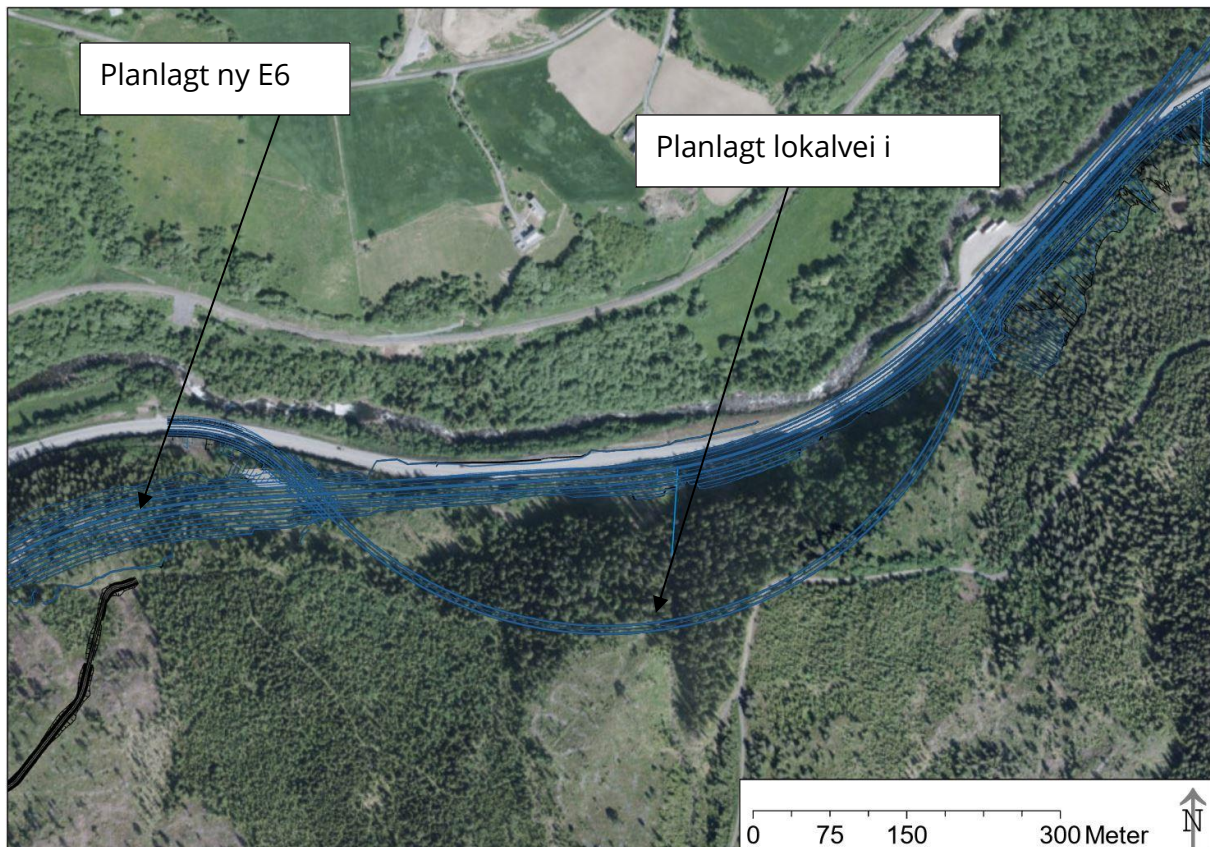
## **Vedlegg**

Vedlegg 1 Ingeniørgeologisk plankart og lengdeprofil

Vedlegg 2 Tverrsnitt påhuggsområder

## 1. INNLEDNING – BAKGRUNN OG HENSIKT

Nye veier AS planlegger utbygging og har stedvis startet utbygging av ny 4-felts E6 på strekningen Ulsberg-Vindåsliene. Planområdet strekker seg fra krysset E6 og riksvei 3 ved Ulsberg i Rennebu kommune til Fossum sør for Soknedal i Midtre Gauldal kommune. Gjeldende reguleringsplan for E6 Skogheim-Fossum har et tunneløp gjennom Vindåsliene, men nye Veier ønsker å legge til rette for firefelts E6 i dagen med lokalvei i en ca. 790 meter lang tunnel, og har derfor startet planprosessen for E6 Skogheim-Fossum i Midtre Gauldal kommune. Dette er en ingeniørgeologisk innspillsrapport for reguleringsplan for tunnelen, se Figur 1. En fullverdig uavhengig kontrollert rapport vil etter at alle grunnundersøkelser er utført og implementert i rapporten.



Figur 1. Oversikt over planområdet for E6 Fossum - Skogheim.

## 2. UTFØRTE UNDERSØKELSER

Resultatene fra alle undersøkelsene gjort i denne planfasen og tidligere relevante undersøkelser er vist i vedlegg 1.

### ***Tidligere utførte undersøkelser***

Det er utført grunnundersøkelser i flere runder mellom Ulsberg og Vindåsliene. Undersøkelsene er utført for en tidligere veilinje som gikk gjennom Berkåk og for ny linje som følger østsiden av dalføret fra Ulsberg til Vindåsliene. Det er utført seismiske undersøkelser i forbindelse med både nordlige og sørlige påhugg for den tidligere planlagte tunnelen gjennom Vindåsliene. Undersøkelsene i nærheten av det nordlige påhugget er i nærheten av påhugget til tunnelen som planlegges nå og beskrives i denne rapporten.

### ***Utførte undersøkelser ifm. Reg. plan***

#### *Befaringer*

Befaringer i området er utført en rekke ganger på strekningen Ulsberg - Vindåsliene mellom våren 2020 til sommeren 2021 av ingeniørgeologer i Rambøll: Stein Vegar Rødseth, Werner Stefanussen, Sverre Paulsen Thoresen, Endre Kjærnes Øen og Torgeir Fiskum Hansvik. Det er benyttet drone for oversiktsbilder. Sprekker er kartlagt med geologisk kompass. Befaringer er gjort både når det var snøfritt og med snødekke.

#### *Grunnboringer*

Det er utført grunnboringer i området langs regulert vei i nærheten av og over planlagt tunnel. Resultatene er vist på tegninger og vedlegg i denne rapporten.

#### *Miljøundersøkelser*

Det er tatt prøver for å undersøke tilstedeværelsen av syredannende berg, [21] og [22].

#### *Andre undersøkelser*

Det er gjort innmåling av eksisterende skjæring i Vindåsliene for bruk i modell og planlegging. Det er gjort ytterligere seismiske undersøkelser ved det nordlige påhugget samt i bergskjæringene for planlagt vei, der også det sørlige påhugget vil komme. Det er gjort 3 prøvegravinger over det nordre påhugget.

## **3. GRUNNLAG**

### ***Grunnlag for prosjektering og rapportens oppbygging***

Grunnlag for prosjektering:

- Eurokode 7 [2].
- SVV håndbok N500 Vegtunneler [3].
- SVV håndbok N200 Vegbygging [4].
- NS 8141:2001 Vibrasjoner og støt, 2. utg. 2001 [10].
- NBG Eurokode 7 Geoteknisk prosjektering, Veileder [15].

Følgende grunnlag er benyttet i forberedelse av feltarbeidet og utarbeidelse av denne rapporten:

- Novapoint modell, Rambøll, 2021
- Berggrunnskart fra NGU, 1:50 000 [5]
- Kvartærgeologisk kart fra NGU, 1:250 000 [6]
- NGU Radon aktsomhetskart [7]
- NGU GRANADA, grunnvannsdatabase [8]
- Aktsomhetskart skred, skredhendelser fra NVE Atlas [9]
- Ing rap for reg plan, Sweco, 2019 [13]
- Ny geoteknisk rapport for reguleringsplan, Rambøll, 2021 [14]

#### 4. MYNDIGHETSKRAV OG GEOTEKNISK KATEGORI

##### ***Geoteknisk kategori ihht N500***

For tunnel:

Alle vegtunnelprosjekter skal i utgangspunktet ligge i geoteknisk kategori 3. I klassifiseringen ligger det muligheter til å variere geoteknisk kategori innenfor forskjellige deler av prosjektet og i ulike faser av prosjektet. For tunneler der forundersøkelsene viser godt og forutsigbart berg kan det være aktuelt å benytte geoteknisk kategori 2. Ingen deler av tunnelprosjekter skal ligge i geoteknisk kategori 1.

Geoteknisk kategori bestemmes ut ifra «vanskelighetsgrad» og «pålitelighetsklasse» som blant annet er omtalt i Eurokode 7.

##### **Vanskelighetsgrad**

Vanskelighetsgraden vurderes på grunnlag av grunnforhold og type prosjekt.

Vanskelighetsgraden i dette tilfelle vurderes å falle inn under «**høy vanskelighetsgrad**» som tilsier «Uoversiktlige eller vanskelige grunnforhold og et prosjekt som er påvirket av grunnforholdene. Grunnforholdene kan bare delvis fastlegges og undersøkelser under bygging vil være nødvendig». Dette skyldes først og fremst løsmassene over påhugg i forskjæring som i utgangspunktet er en geoteknisk vurdering,



men som vil påvirke sprengingen og bygging av tunnelpåhuggene med tanke på plassering og tiltak i forbindelse med etablering av både nordre og søndre påhugg.

## Pålitelighetsklasse (CC/CR)

Tabell NA.A1 (901) i nasjonalt tillegg til Eurocode 0 /1/ viser følgende inndeling:

### Pålitelighetsklasse

For pålitelighetsklasse refereres til NS-EN 1990 og Nasjonalt tillegg til denne, se Tabell 2.

**Tabell 2 Utdrag fra tabell NA.A1 i Nasjonalt Tillegg til NS-EN 1990**

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 <sup>1)</sup>		(x)	x	(x)
Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg i enkle og oversiktlige grunnforhold <sup>1)</sup>	x	(x)		

<sup>1)</sup> Ved vurdering av pålitelighetsklasse for grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg skal det også tas hensyn til omkringliggende områder og byggverk

Figur 2 Pålitelighetsklasse

Vi vurderer tiltaket å havne inn under **pålitelighetsklasse (CC/RC) 3** på grunn av at tunnelen ligger i et utfordrende område med tanke på bratthet av terreng over påhuggsområder og lite synlig kartlagt berg rett over tunneltraséen og nærhet til viktig infrastruktur. Dette gir en geoteknisk kategori som vist i Figur 3 og markert rød sirkel.

Pålitelighetsklasse	Vanskelighetsgrad		
	Lav	Middels	Høy
CC/RC1	1	1	2
CC/RC2	1	2	2/3
CC/RC3	2	2/3	3
CC/RC4*	*	*	*

\* vurderes særskilt

Figur 3 Definisjon av Geoteknisk Kategori etter NBG Eurokode 7 Geoteknisk prosjektering, Veileder [15].

## 5. KRAV TIL KONTROLL

Tabell 203.5 Krav til kontrollform

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 <sup>1)</sup>	Kreves	Kreves	Kreves <sup>1)</sup>
PKK3/UKK3	Kreves	Kreves	Kreves <sup>2)</sup>	Kreves	Kreves	Kreves <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> 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.

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

Figur 4 Krav til kontrollform, jamfør Håndbok N200 (Statens vegvesen, 2018)

Ved PKK3 settes det krav til utvidet kontroll (uavhengig kontroll) i tillegg til egenkontroll og kollegakontroll. Det settes også krav til utvidet kontroll ved utførelse (UKK3).

## FAKTADEL

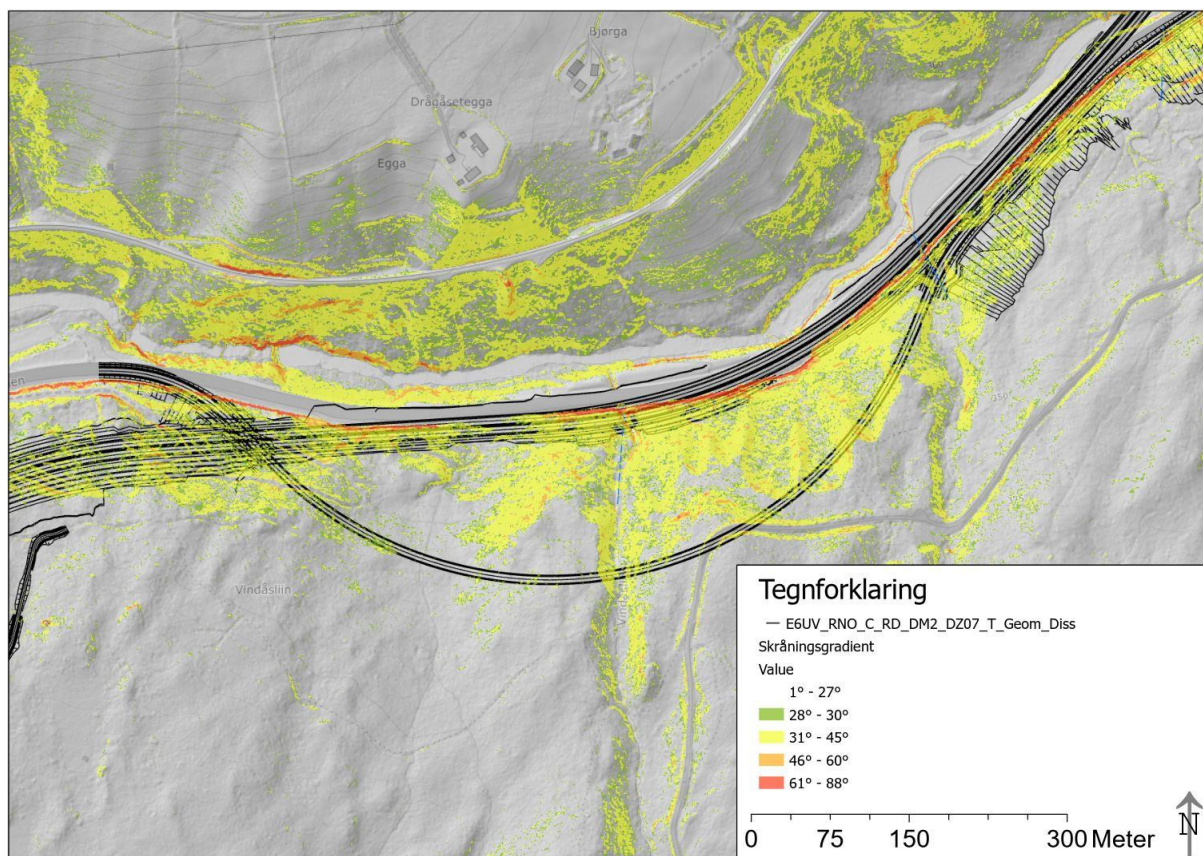
### 6. TUNNELEN

Tunnelen er planlagt ca. 790 meter lang mellom profil ca. 280 og 1070. Tunnelen skal i utgangspunktet ha T8,5 tunnelprofil. Tunnelen går i kurve og vil ha behov for noe siktutvidelse. I tillegg er det planlagt en utvidelse for tungtransport slik at profilet vil bli mellom T8,5 og T9,5 (se [3]). Det er beregnet lav trafikkmengde (ÅDT ca. 300) ved ferdigstilling og skal brukes for lokaltrafikk i området. Tunnelen er planlagt brukt til omkjøring i forbindelse med utvidelsen av E6 i Vindåsliene da all E6-trafikk er planlagt lagt i tunnelen i anleggsperioden for arbeidet med vei i dagen. I denne perioden vil det være høy trafikkmengde i tunnelen. Tunnelen vil gå med en stigning på 4 % fra nord til sør, se vedlegg 1.

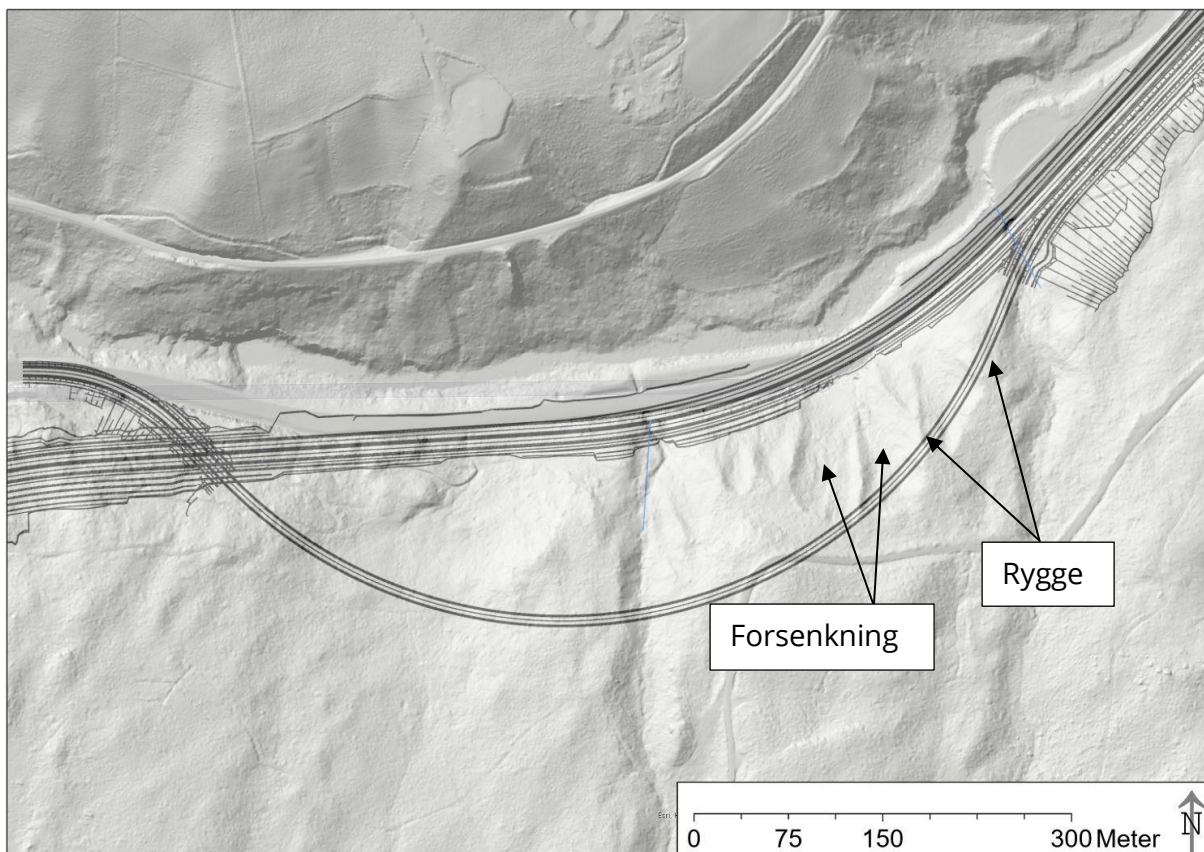
### 7. TOPOGRAFI OG LØSMASSER

Topografien der tunnelen er planlagt er gjennomgående bratt terreng ned mot eksisterende E6, se helningskart i Figur 5. Langs Vindåsliene, der tunnelen er planlagt, ligger skråningsgradienten i sideterrenget bratt og stedvis opp mot ca. 45°. Det er enkelte parti der det er skrenter, men dette er kun et fåtall steder og skrentene er relativt små. Ellers er Vindåsliene preget av løsmasserygger med stor variasjon i tykkelse over berg som man kan se i Figur 6. Tunnelpåhuggene for søndre og nordre påhugg

ligger henholdsvis ca. 320 moh og ca. 295 moh, mens skogsvei over tunnel (se Figur 6), hvor terrenget flater noe ut, ligger på ca. 400 moh.



Figur 5: Helningskart ved tunnelen

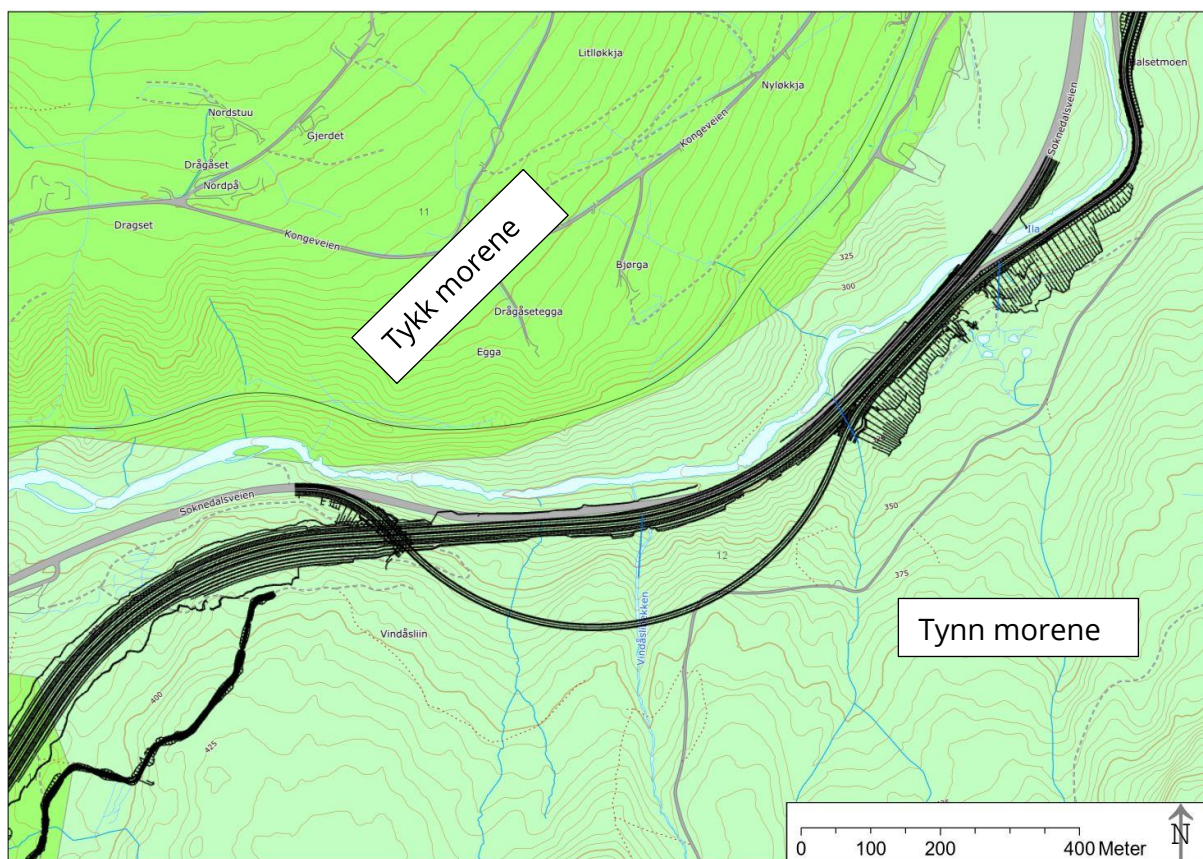


Figur 6 Relieff

På strekningen ved tunnelen er det i henhold til kvartærgeologisk kart fra NGU vist «tynn morene» og «Morenemateriale, sammenhengende dekke, stedvis med stor mektighet».

Tynn *morene* antyder et usammenhengende dekke med tykkelse normalt mindre enn 0,5 meter, men som lokalt kan være noe mer.

Morenemateriale, sammenhengende dekke, stedvis med stor mektighet er i NGUs løsmassekart 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. Moreneavsetninger med tykkelse fra 0,5 m til flere ti-talls meter. Det er få eller ingen fjellblotninger i området.*» NGUs løsmassekart med veilinje kan ses i Figur 7.



Figur 7 NGUs løsmassekart med veilinje.

Observasjoner og grunnundersøkelser i linjen og over tunnel viser at det stedvis er betydelige løsmassetykkelser som er tykkere enn det som er markert som tynn morene i NGU-kart.

I en rapport fra Rambøll [23] i forbindelse med utvidelse av veien i Vindåslia er det beskrevet «Mesteparten av massene er meget faste, antatt moreneavsatt. Det er et parti med noe løsere, antatt (bre-?)elvavsatte, masser lengst nord.» Det er sannsynligvis de elveavsatte massene som kan ses i bakgrunnen på Figur 8 det henvises til. Det henvises forøvrig til geoteknisk rapport for reguleringsplan for strekningen for detaljer.



*Figur 8 Løsmasser helt nord i Vindåsliene. Foto Rambøll, 2004*

Det er utført flere prøvegravinger på åsen over Vindåsliene, der man var usikker på grunnboringens resultat. Resultatet viste en meget fast morene etter noen få meter, noe som bekrefter beskrivelsen av «Mesteparten av massene er meget faste, antatt moreneavsatt» i Ref /9/. Bilde fra prøvegraving er vist i Figur 9.



Figur 9 Prøvegravingshull med plassering. Bilde fra prøvehull lengst i nord.

Det er også gjort boringer fra anleggsveien ifm. utvidelsen i 2004- 2006, reguleringsplanfasen for den tidligere regulerte Vindåslitunnelen og boringer ifm. denne reguleringsplanfasen. Det henvises til geoteknisk rapport for ytterligere informasjon om løsmassene på strekningen.

I denne rapporten er forøvrig løsmassene beskrevet som følgende:

«Fra Løklia, Figur 7, ved profil 31615 frem til ca. profil 34300 (E6) viser sonderingene et tynt organisk topplag over friksjonsmasser (silt, sand, grus) og morene over berg. Dybde

til berg varierer mellom 1,0 - 11,6 meter med en gjennomsnittlig dybde til berg på ca. 5,6 meter.

Nedover langs Vindåsliene viser sonderingene, både langs Ila og langs Vindåsliene, friksjonsmasser med varierende fasthet over morene og berg. Langs Ila varierer dybde til berg mellom 1,3 og 11,5 meter, mens den langs Vindåsliene varierer mellom 0 og 19,6 meter.»

Størst dybde til berg er det nederst i Vindåsliene over ca. profil 35100 og prøvegraving av massene her har avdekket at løsmassene består av meget faste morenemasser (Figur 9).

En oversikt over blotninger og borepunkter og seismikk som er utført er vist i ingeniørgeologisk kart i vedlegg.

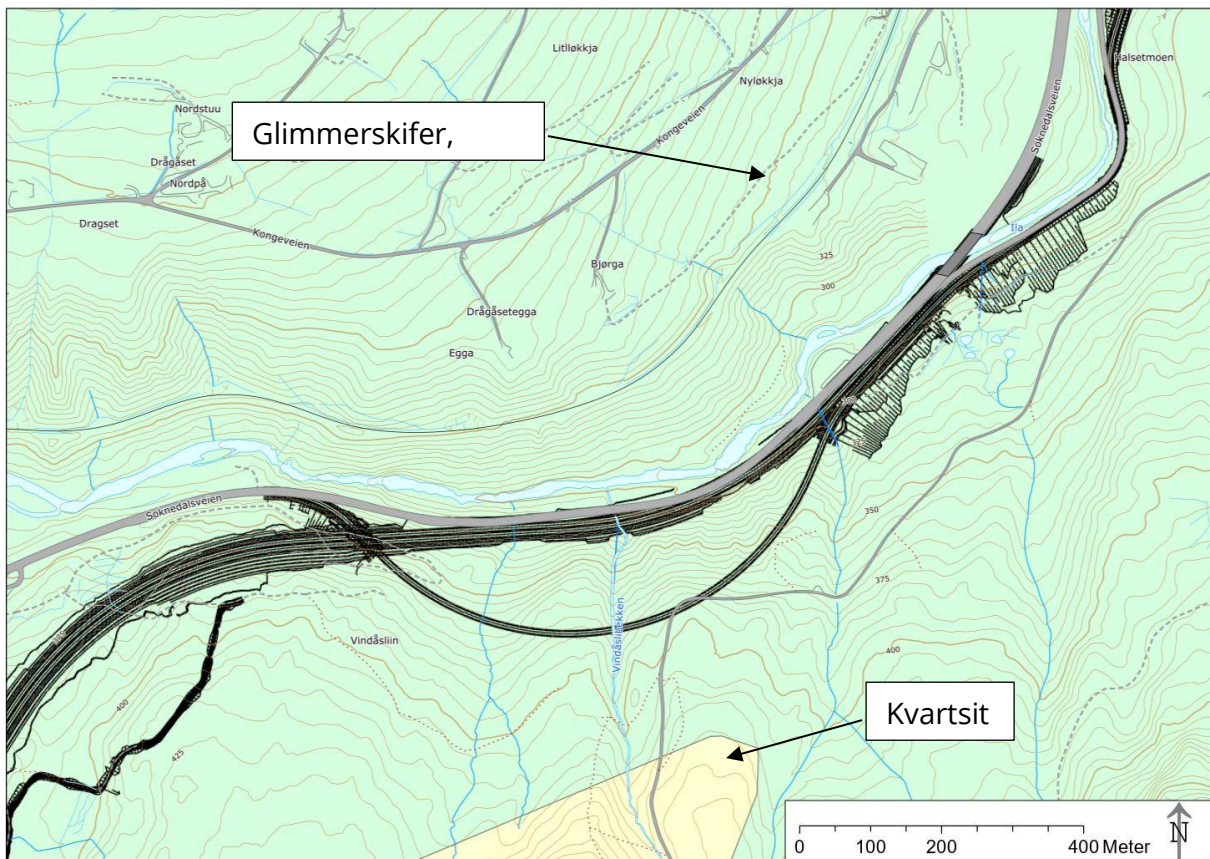
## **8. BERGGRUNN**

### **Bergarter og regionalgeologi**

I henhold til berggrunnskart fra NGU er bergmassen i området en del av Guladekket, antatt innskjøvet i tidligordovicisk tid. Sammen med Trondheimsdekkekomplekset og Rørosdekkekomplekset utgjør disse den øvre dekkserien i Trondheimsområdet med bergarter fra kambrisk til ordovicisk tid. Berggrunnskartet fra NGU, Figur 10, viser at bergartene i området er mørk kalkholdig biotittfyllitt, glimmerskifer og grafittfyllitt (grønn farge på berggrunnskart). 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.

Bergmassen som er observert i skjæringer i berg langs eksisterende E6 i området er mørk, finkornet og stedvis skifrig. Bergartsgrensen mellom fyllitten og amfibolitten er ikke observert i felt. Over og ved tunneltrasèen viser berggrunnskartet fra NGU at berggrunnen består av bergarter som fyllitt, glimmerskifer. Det bemerkes at berggrunnskartet til dels også baserer seg på tolkninger. Det er derfor knyttet usikkerhet til detaljene i kartet.





Figur 10 Bergmassekart

### Oppsprekking og bergmassebeskrivelse

Berggrunnskart fra NGU angir at berggrunnen i området i hovedsak består av *mørk kalkholdig biotittfyllitt, glimmerskifer og grafittfyllitt*. Det er en glimmerskifer/ fylitt som er observert i felt.

Bergmassen i eksisterende skjæring i berg langs E6 kan karakteriseres som middels til lite oppsprukket i henhold til oppsprekkingstallet (RQD-verdi). Typisk blokkstørrelse i skjæringen er 0,5-1,0 m<sup>3</sup>. Det har forekommet enkelte utfall i forbindelse med gjennomsettende sprekker og slepper. Noe nedfall kan ses i grøft.

Det er utført sprekkekartlegging i skjæringer i berg langs eksisterende E6 og i linja over E6 i Vindåslia der det har vært synlige bergblotninger i skråningen sør for E6 Vindåslia og over tunnelen. Målingene viser at bergmassens oppsprekkningsgrad og sprekkeorienteringer varierer i området. Sprekkeorienteringer kan karakteriseres som bølgete i stor skala og ru i liten skala. Bergmassen er typisk foliert med varierende grad av oppsprekking langs foliasjonplanet. Observerte sprekkeflater bærer preg av å være

overflateoksiderte og påvirket av forvitring. Sprekker er stedvis åpne og gjennomsettende. Det er typisk registrert 4 sprekkesett i bergmassen, samt tilfeldige sprekker. Bergmassen kan karakteriseres som moderat til lite oppsprukket i henhold til oppsprekkingstallet (RQD-verdi).

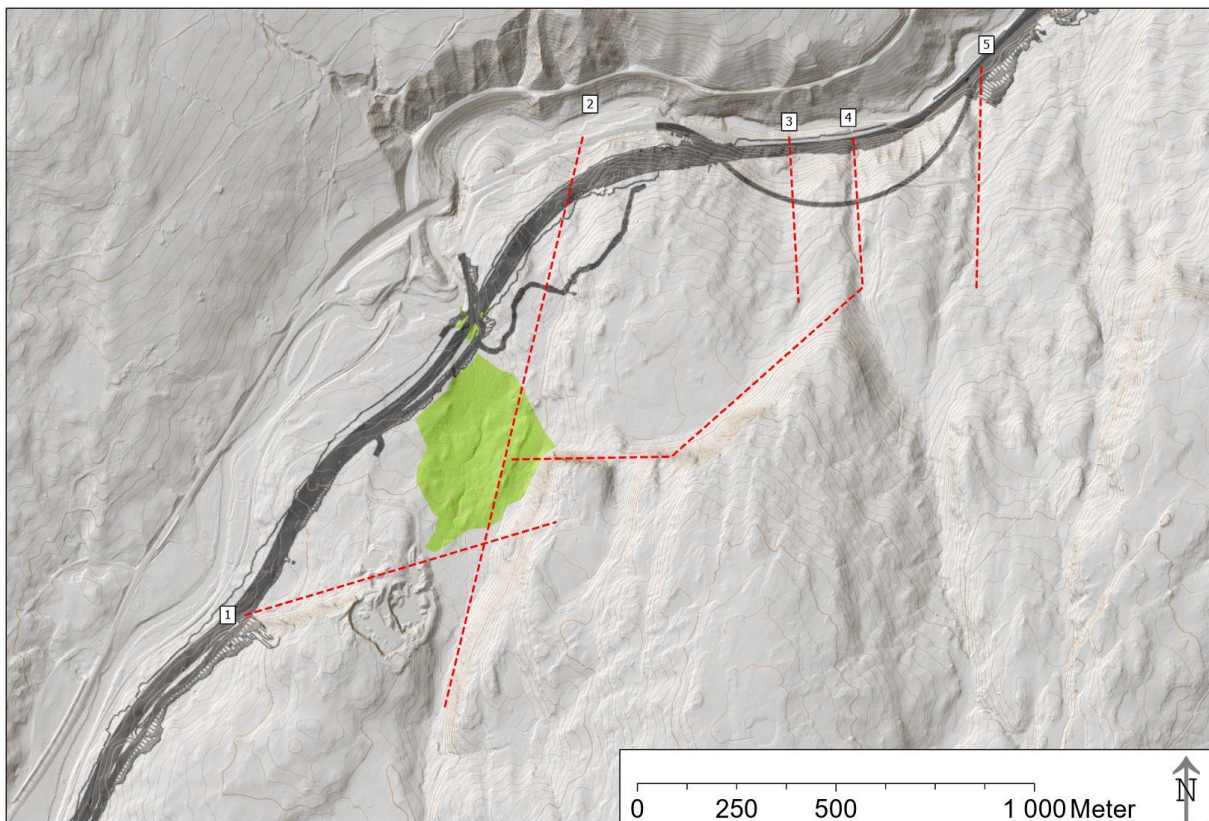
1. N80-90°Ø og N80-90°V / 10-20°S (Foliasjon/lagdelingsplan)
2. N40-60°V / 40-70°NØ
3. N80-90°Ø og N80-90°V / ~90°S
4. N30-50°Ø / 45-75°NV

## **9. SVAKHETSSONER/ LINEAMENT**

I terrenget over E6 er det observert daler og forsenkninger som i geologiske termer ofte omtales som lineamenter. Lineamenter er ofte et tegn på en svakhetssone i grunnen. Disse kan deles inn i to hovedtype /1/:

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 spaltesoner og knusningssoner.

Det er registrert 3 lineamenter i området (nr, 3, 4 og 5) som kan representere svakhetssoner som kan komme i kontakt med linjen (Figur 11). Bredde og influenssone for det som kan representere en svakhetssone vil være svært usikkert er ikke tallfestet, men det forventes at den påvirker tunnelen i mindre utstrekning da de går med stor vinkel til tunnelaksen.



Figur 11 Lineament

1. Påvirker ikke tunnel
2. Påvirker ikke tunnel
3. Lineament i løsmasser langs bekkeløp i nord-sørlig retning. Krysser tunnelen i terrenget ved profil 34680. Lineamentet er kartlagt i felt og ved bruk av kartdataverktøy.
4. Lineament i løsmasser langs Vindåslibekken i nord-sørlig retning. Krysser traséen i terrenget ved profil 34830. Lineamentet er kartlagt i felt og ved bruk av kartdataverktøy.
5. Lineament i løsmasser i bekkeløp i nord-sørlig retning. Krysser traséen i terrenget ved profil 35170. Lineamentet er kartlagt i felt og ved bruk av kartdataverktøy.

Bredde på lineament er ikke angitt da det usikkert hvor mye de forskjellige påvirker veilinjen.

Lineamentene kan også kun være et resultat av at vann har erodert vekk det opprinnelige løsmasselaget over berg.

## 10. KRAV TIL HÅNDTERING AV SPRENGSTEINSMASSER

Det forventes i utgangspunktet ikke spesielle krav til håndtering av sprengsteinsmassene. Det er utført undersøkelser i forbindelse med at borkaks i fra grunnundersøkelser er undersøkt for syredannende egenskaper og tungmetaller samt radon. Resultatet viste at det ikke har nivå som tilsier at det er spesielle krav til håndtering av sprengsteinsmassene [20] og [21].

Ved mistanke om eller at det er store endringer i berggrunnen under driving av tunnel må det tas ytterligere undersøkelser. Det er i tillegg tatt prøver lenger sør enn Vindåsliene i prosjektområdet i tilnærmet samme bergart som også viser at det ikke er behov for spesielle tiltak [20].

## 11. SKREDFARE

Statens vegvesen har utarbeidet risikoakseptkriterier for skred på veg (N200, 208 Sikkerhet mot skred). Jamfør N200 skal Figur 12 benyttes som risikoakseptkriterier for skred på veg.

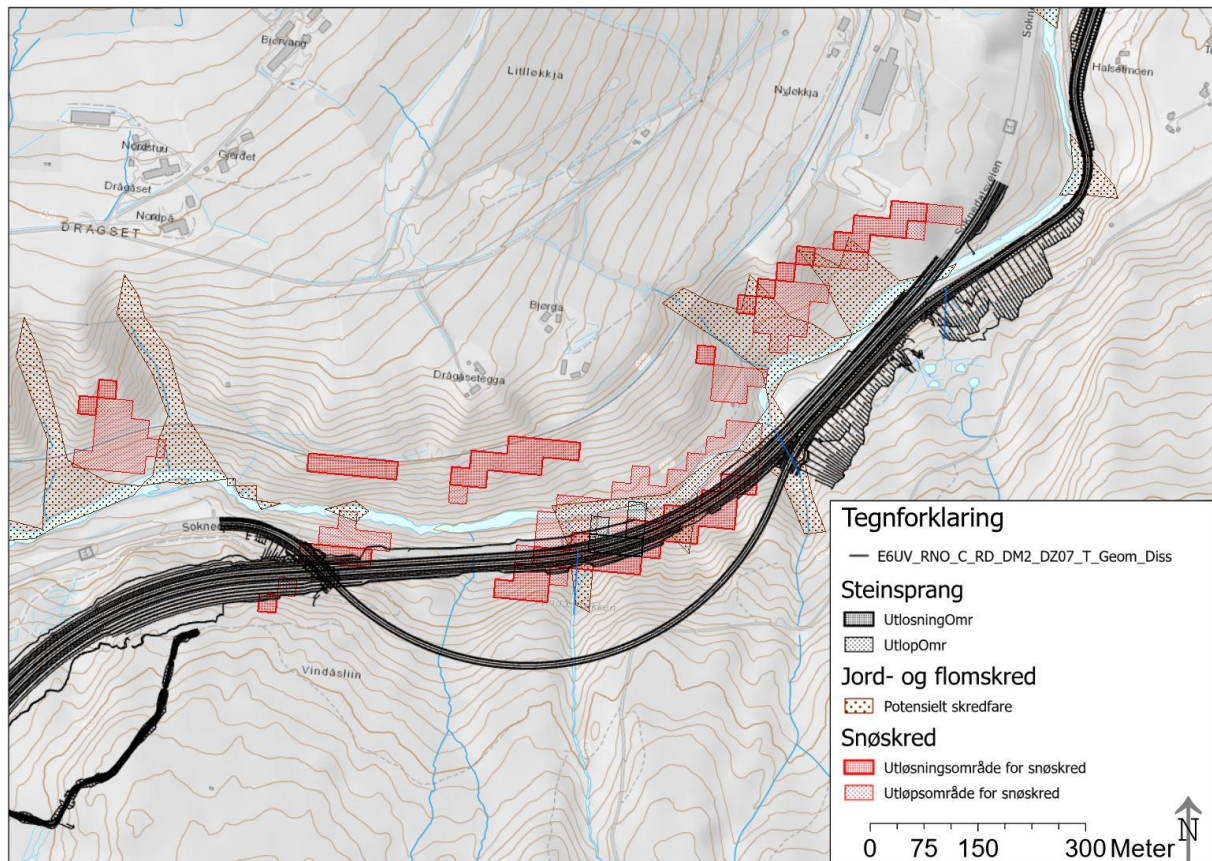
Akseptkriteriene/sikkerhetskravet skal hensyntas i alle planfaser av prosjekteringen. Begrepet skred omfatter i denne sammenheng snøskred, flomskred, jordskred, isskred, steinsprang, steinskred og fjellskred.

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 12 Sikkerhetskrav til skredsannsynlighet på vei.

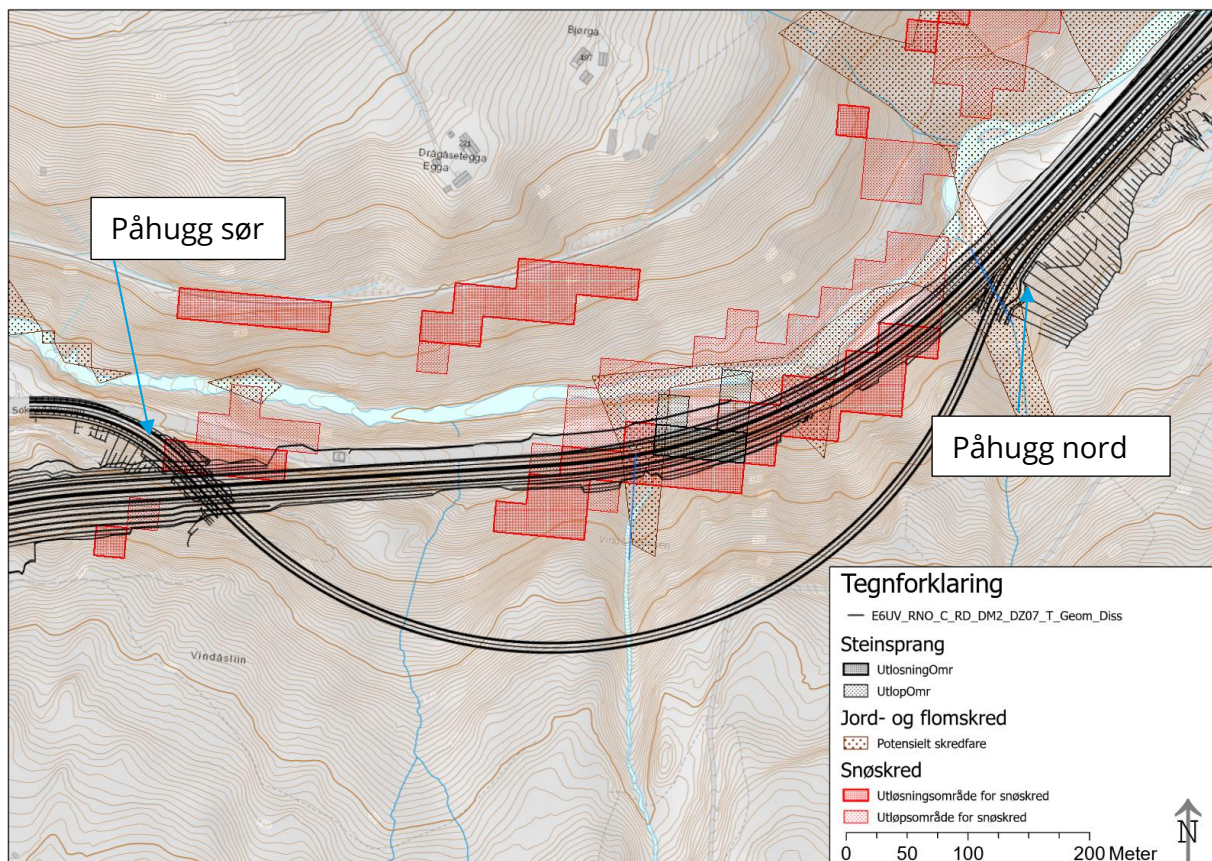
Topografien lags planlagt veistrekning er gjennomgående brattere i nordlig del av trasé, vist i Figur 5. Langs Vindåsliene varierer skråningsgradienten i sideterrenget opp mot ca. 45°.

Det finnes aktsomhetsområder for snøskred, steinsprang samt jord og flomskred i sideterrenget til planlagt veitrasé. Disse er vist i Figur 13.



Figur 13: Aktsomhetsområder langs planlagt veitrasé. Grønt felt er et massedeponi

I påhuggsområdene er det aktsomhetsområde for jord- og flomskred i nordre påhugg og i nærheten av aktsomhetsområde for snøskred ved det søndre påhugget (se Figur 14)



Figur 14 Aktsomhetskart ved påhugg

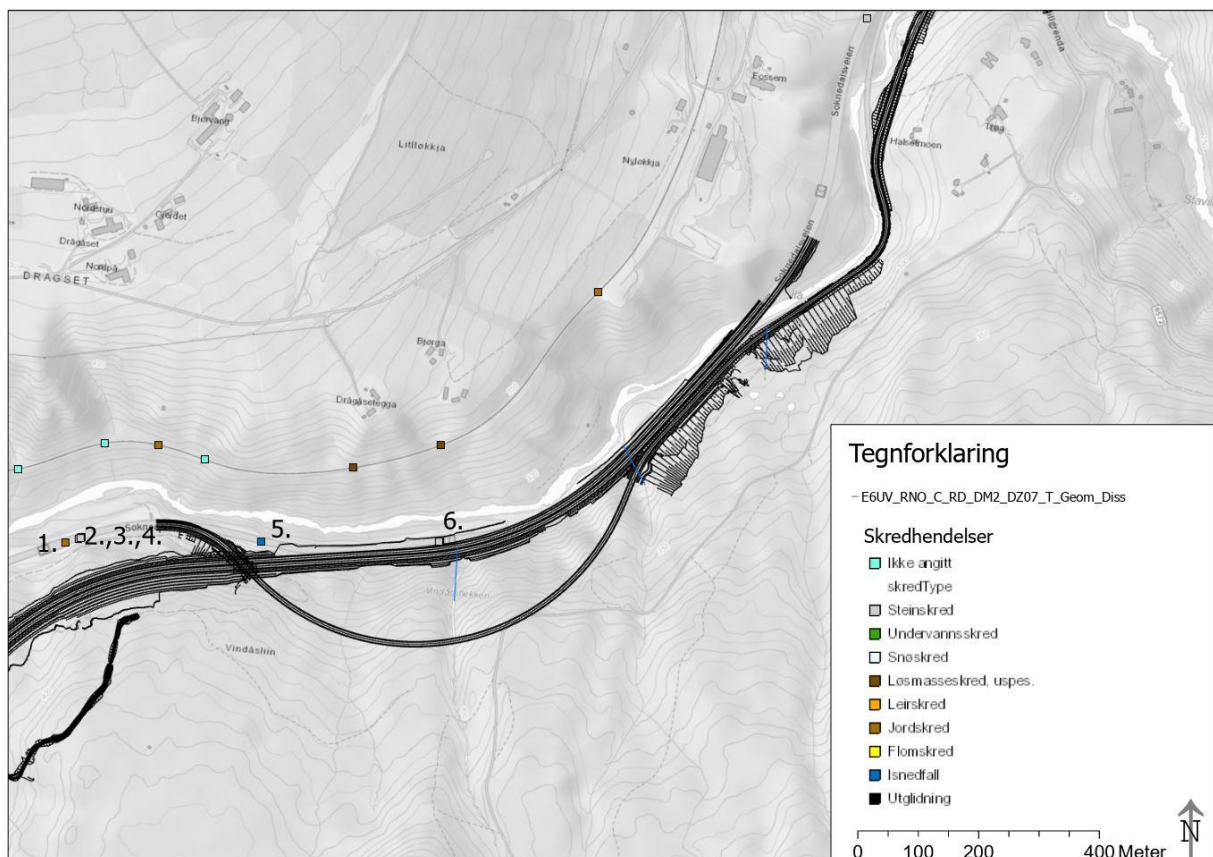
Det er registrert 6 skredhendelser på E6 ved vindåsliene: 4 steinsprang, 1 isnedfall og 1 jordskred. Skredhendelsene er vist under på Figur 15.

Skredhendelsene er oppgitt i Tabell 1, fra vest mot øst og er markert i Figur 15.

Tabell 1: Registrerte skredhendelser.

Skredtype	Dato	Beskrivelse
1. Jordskred	06.05.2019	løsnet fra vegskjæring 0-50m over veg. Anslått skredvolum: <math><10\text{m}^3</math>. Blokkert veglengde: Kun i grøft..
2. Steinsprang	21.08.2018	Stein på EV. 6 løsnet fra vegskjæring 0-50m over veg. Anslått skredvolum:

		<10m <sup>3</sup> . Blokkert veglengde: Kun i grøft.
3. Steinsprang	02.11.2016	Mangler beskrivelse i databasen.
4. Steinsprang	01.08.2007	Mangler beskrivelse i databasen.
5. Isnedfall	05.05.2008	Mangler beskrivelse i databasen.
6. Steinsprang	29.04.2016	Stein på ev. 6 løsnet fra fjell/dalside 0-50m over veg. anslått skredvolum: <10m <sup>3</sup> . blokkert veglengde: kun i grøft. tidspunkt for skredhendelsen kan være usikkert



Figur 15: Registrerte skredhendelser.

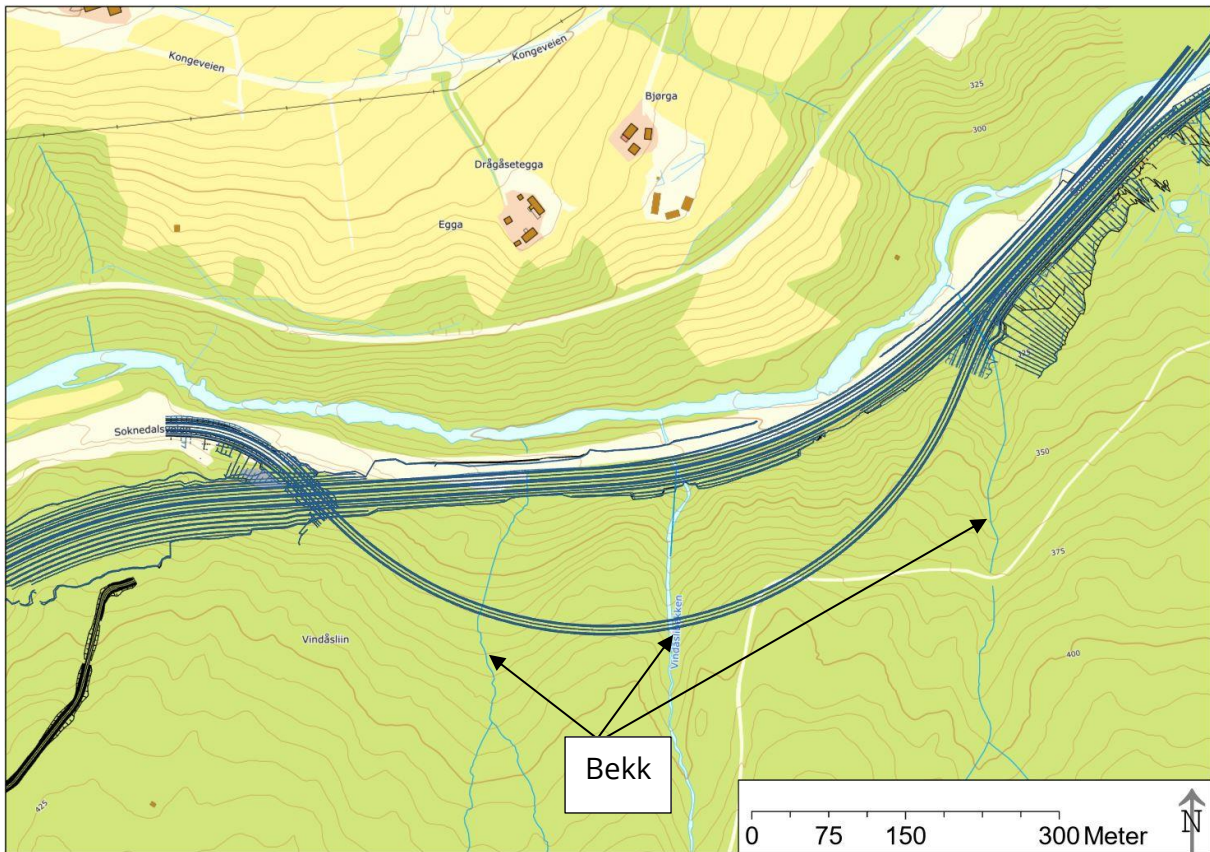
## 12. RADON

NGUs radon aktsomhetskart [7] viser «moderat til lav aktsomhet».

## 13. VANNFORHOLD – HYDROLOGI/HYDROGEOLOGI

Det er ingen registrerte brønner i området ved tunnelen Granada [8].

Det er i Vindåsliene registrert 3 bekker som går ned eksisterende skråninger og videre i stikkrenner under dagens E6 og ut i Ila som er navnet på elven på andre siden av dagens E6.



Figur 16 Bekker i Vindåsliene vist med pil.

Det er ingen myrområder i nærheten av tunnelen.

## 14. OMGIVELSER

Det er ingen bygninger nærmere enn 100 meter til planlagt tunnel. Bru ved nordre påhugg ligger lenger enn 100 meter fra påhugg.

Dagens E6 ligger fra ca. 0 m – ca. 150 m i fra planlagt tunnel.

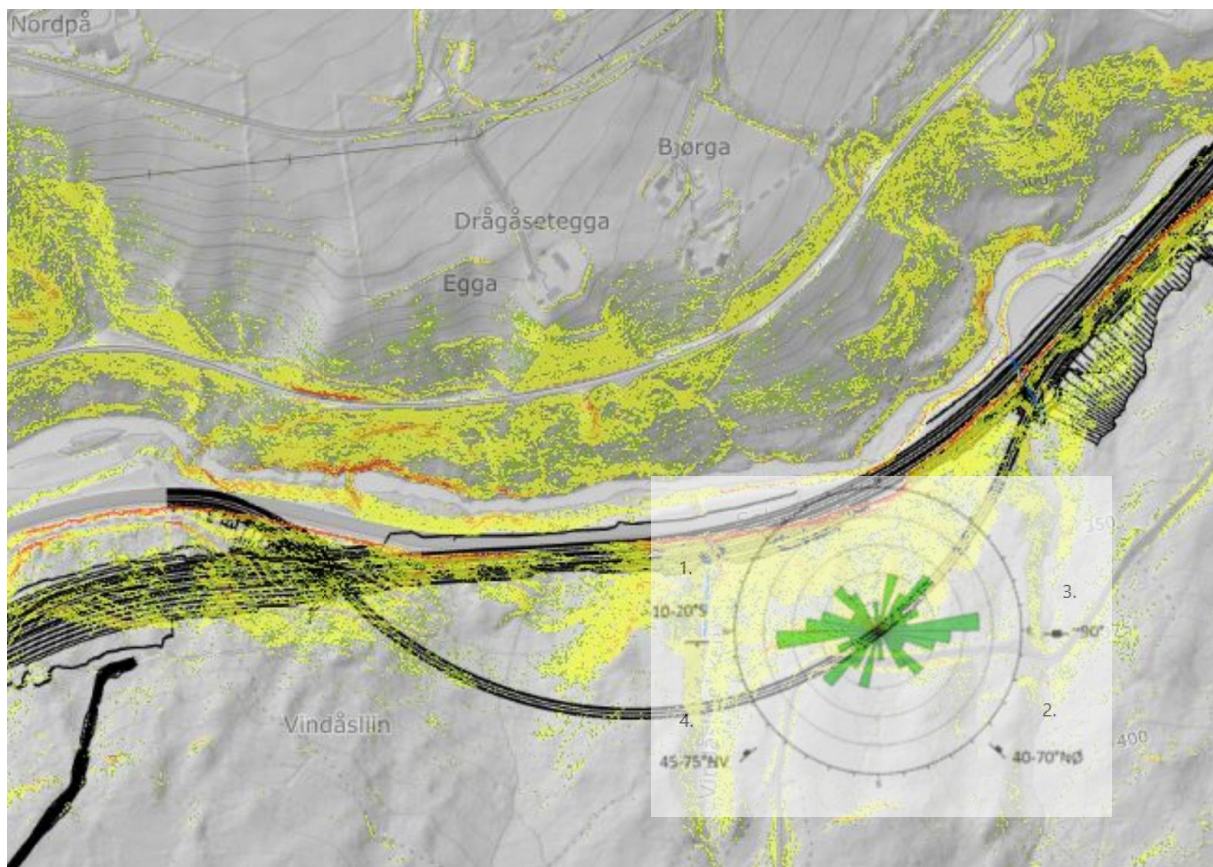


Jernbane ligger på andre siden av dalen og i sikker avstand til tunnel, men sprenging av påhugg vil være innenfor sikkerhetsavstanden til jernbanen på 800 meter som BaneNor opererer med.

## INGENIØRGEOLOGISKE VURDERINGER – TOLKNINGSDEL

### 15. VURDERINGER AV UTFALLSMEKANISMER OG BORAVVIK

Det vurderes at de viktigste utfallsmekanismene vil være der man får kiledannelser mellom hovedsprekkeretningene og der hovedsprekkeretningene går parallelt eller nesten parallelt tunnelaksen. Der vil man kunne få større sammenhengende bergparti med eksponering ut i tunnelrommet, som må vurderes alene og i sammenheng med de andre hovedsprekkene og evt. tilfeldige sprekker. Tunnelaksen varierer såpass mye da tunnelen at hvor dette vil være aktuelt vil variere mye og etter hvert som tunnelen dreier. Sprekkerose som viser sprekkeretninger er lagt over plankart i Figur 17. Det forventes ikke store problemer med boravvik, men det kan forekomme at salveboringer blir dratt mot å følge de steile sprekkeene i sprekkesett 2,3 og 4.

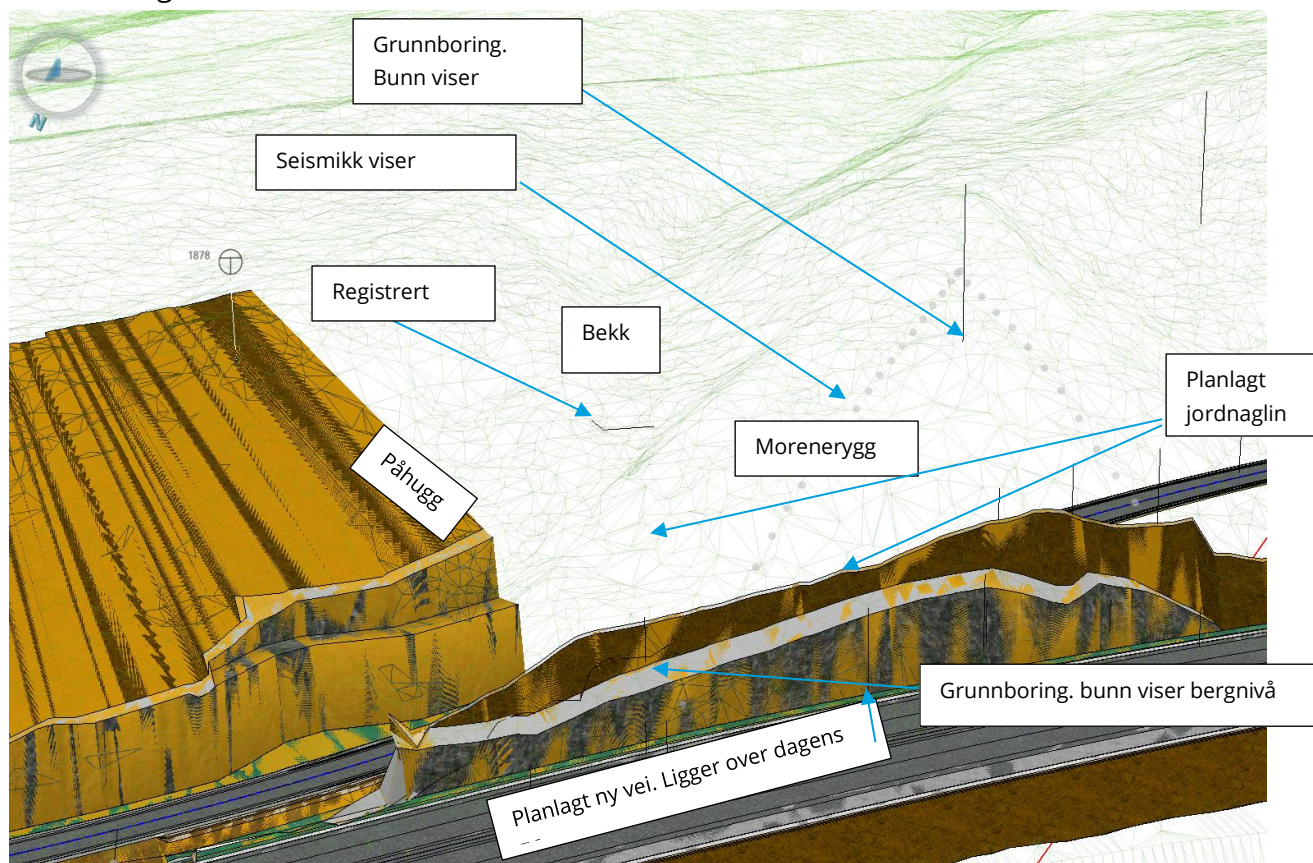


Figur 17 Veilinje med sprekkerose

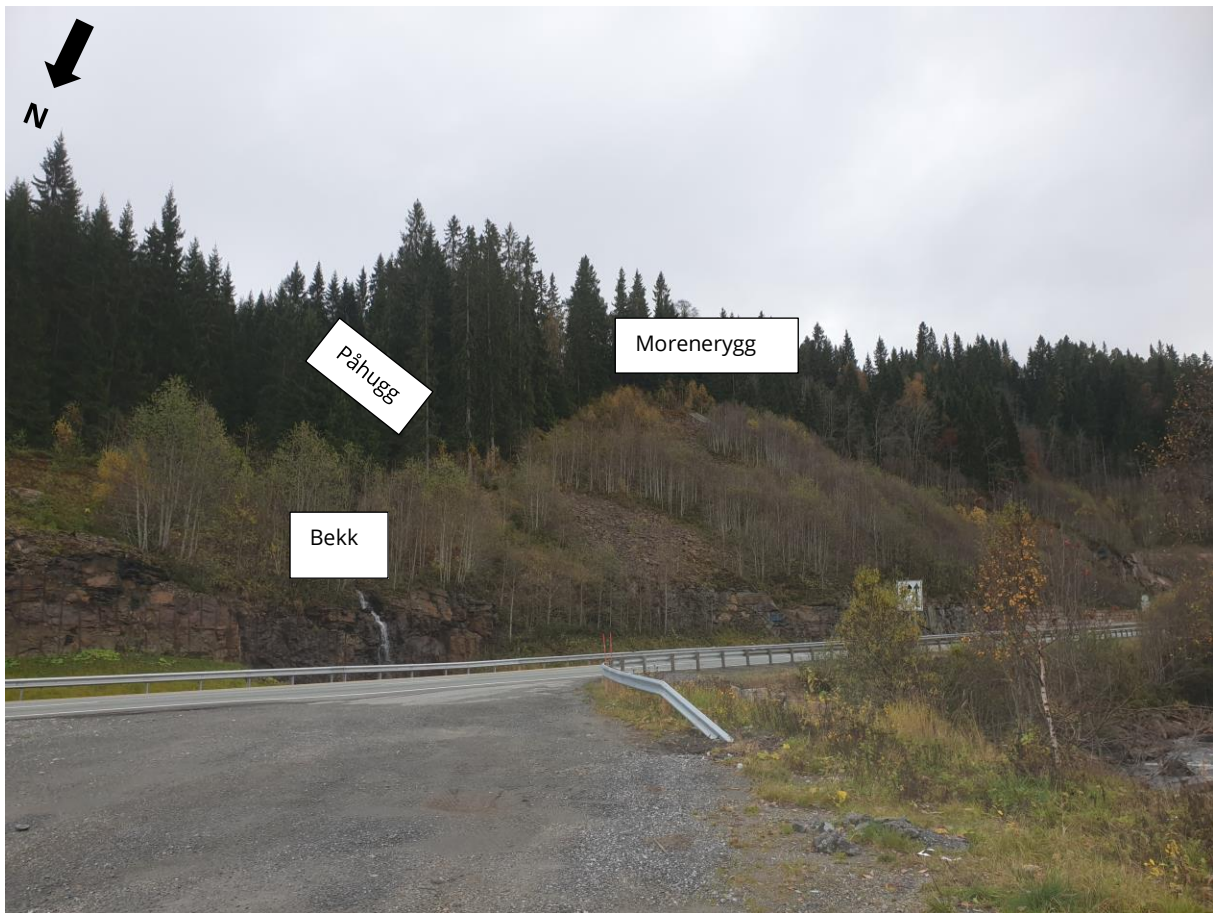
## 17 Vurdering av påhugg i dagen

### Påhugg sør og nord

Før tunnelarbeidene ved påhugg sør og nord kan starte må bergoverflaten avdekkes. I nord legger man opp til å etablere påhugg før man går inn i en større løsmasserygg som stiger opp rett etter planlagt påhugg. Det er beregnet ca. 4-5 meter bergoverdekning ved etablering av påhugget ut ifra bergmodellen som er etablert basert på grunnundersøkelser og observasjoner i felt (se også vedlegg 1 og 2). Seismikken viser at løsmassemektheten øker rett over tunnelen etter at man har kommet under moreneryggen. På toppen av grusryggen sørøst for påhugg er løsmasstykkelsen helt opp i 18 meter. Løsmassene over påhugg og til side for påhugg må stabiliseres før det kan utarbeides forskjæring og påhugg. Se /1/ for geotekniske vurderinger. Det er utført bergregistreringer i bekken noe sørøst for påhugg og i skjæring langs eksisterende E6 og utført seismikk og grunnboringer i grusryggen sør for planlagt påhugg. Påhugg er vist i Figur 18 og bilde fra område der påhugget planlegges etablert i figur 19.

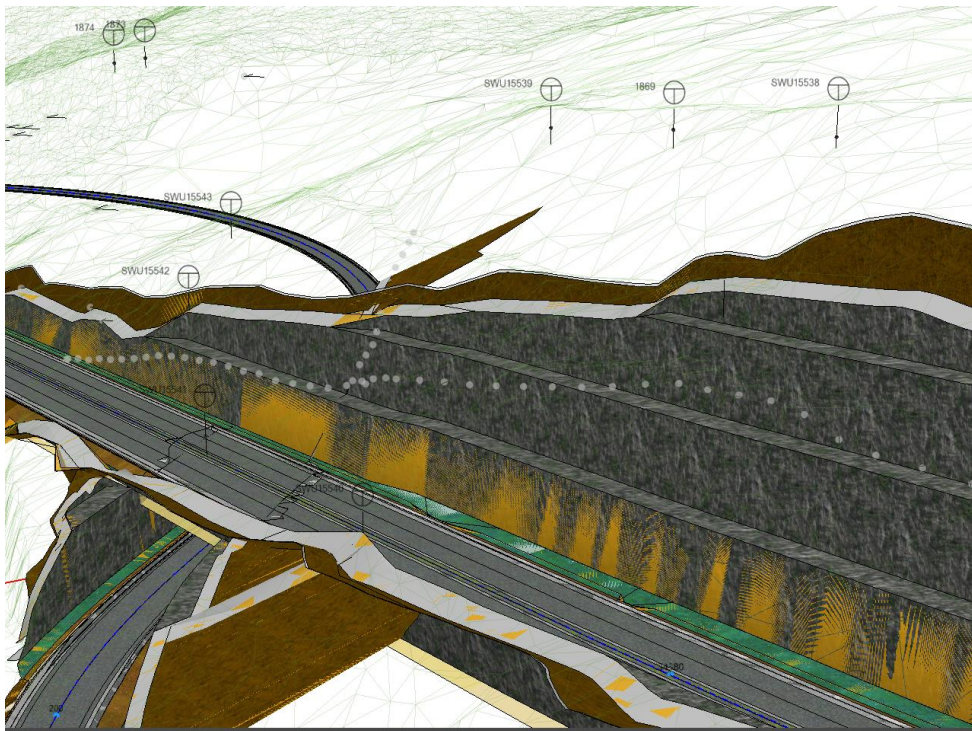


Figur 18 Situasjon ved nordre påhugg.



*Figur 19 Skjæring, morenerygg og bekk ved nordre påhugg*

Ved det sørlige påhugget vil det også være behov for å stabilisere løsmasser over påhugget før påhugget og forskjæring etableres. Dette må bli gjort i forbindelse at man etablerer sikring over bergskjæring for ny E6 som er planlagt (se Figur 20). Ny E6 vil gå over den planlagte portalen for tunnelen.



Figur 20 Søndre påhugg

Både ved det nordlige og det sørlige påhugget må ta høyde for at det under utarbeidelse av forskjæring og tunneldriving kan måtte utføres sikringstiltak mot skred i anleggsperioden. Det må også tas hensyn til at eksisterende E6 skal være åpen under hele anleggsperioden.

Det vil også kunne være behov for sikringstiltak i terrenget mot skred for den permanente situasjonen. Dette må gjøres i samråd med geotekniker. Se også kapittel 21 *Vurdering av skredfare*.

Det må forventes at begge forskjæringene må sikres med forbolter, bolter, sprøytebetong og grundig rensk. Hvis det skulle forekomme svært dårlig berg og kollaps i borehull vil selvborende stag være et alternativ som stabilitetssikring. I påhuggsområdene vil det være lav bergoverdekning og dagbergsonen vil erfaringsmessig være forvitret. Dette kan gi dårlig innspenning av berget de første 10-15 meterne av tunnelen. Som stabilitetssikring vil det derfor være aktuelt med forbolting rundt profilet før sprengning slik at konturen sikres. Bergsikring vil trolig være en kombinasjon av tett boltemønster og tykk fiberarmert sprøytebetong. Er

bergmassekvaliteten spesielt dårlig kan sprøytebetongbuer være aktuelt. Ved driving bør det benyttes forsiktig sprengning med reduserte salvelengder til dagbergsonen er passert og berget er bedre innspent.

## **16. VURDERINGER AV TILTAK VED OMGIVELSER**

Vindalslibrua nær nordre påhugg er mer enn 100 meter fra påhugg. Rystelser i forbindelse med forskjæring er omtalt i rapport for skjæringer på strekningen.

Ved sprenging i forskjæringer og tunnel vil det sannsynligvis bli behov for å stanse trafikk i korte perioder da tunnelen ligger nært eksisterende E6. Sprengningsrystelser kan oppleves skremmende for trafikkanter og rystelser kan i ekstreme situasjoner føre til ustabile situasjoner i skråningene/skjæringene over eksisterende E6. Trafikken bør derfor stenges i korte perioder ved sprenging og befares før åpning.

Sprenging i forskjæringer må gjøres i perioder der det ikke går tog og i god dialog med BaneNor.

## **17. VURDERING AV INNLEKKASJE OG VANNFORHOLD**

De konsekvenser som er av mest betydning for et tunnelanlegg med tanke på det ytre miljøet er: /24/

- En reduksjon i grunnvannsspeil eller vanntilførsel til vannkrevende flora og fauna. Det gjelder for eksempel myrområder der grunnvannsspeilet ligger generelt høyt.
- Poretrykkreduksjon mht. setningspotensiale.

Terrenget langs tunneltraseen er i hovedsak vegetert av skog. Det er ikke registrert nærliggende bebyggelse. Som angitt i [25, 26] er et moderat innlekkasjekrav lik 15-20 l/min/100 meter. Dette er typisk krav som settes for anlegg uten sensitive omgivelser, noe som også er tilfellet for den planlagte tunnelen i Vindåsli. Et innlekkasjekrav lik 20 l/min/100 meter for hele tunnelens lengde vurderes derfor å være tilfredsstillende. En innlekkasje i tunnelen lik 20 l/min/100 meter vil i henhold til [24, 25] ha et potensielt influensområde på 250-550 meter.

I de tilfeller hvor innlekkasjekravet, vurdert opp mot hele tunnelens lengde, ikke

tilfredsstilltes, og hvor vannførende soner/områder fører til innlekkasjer som gir problemer under driving, kan det forventes bruk av forinjeksjon. Innlekkasje forventes hovedsakelig å forekomme i forbindelse med vannførende soner. I tilfeller hvor det er oppsprukket berg kan injeksjon også benyttes for å stabilisere bergmassen.

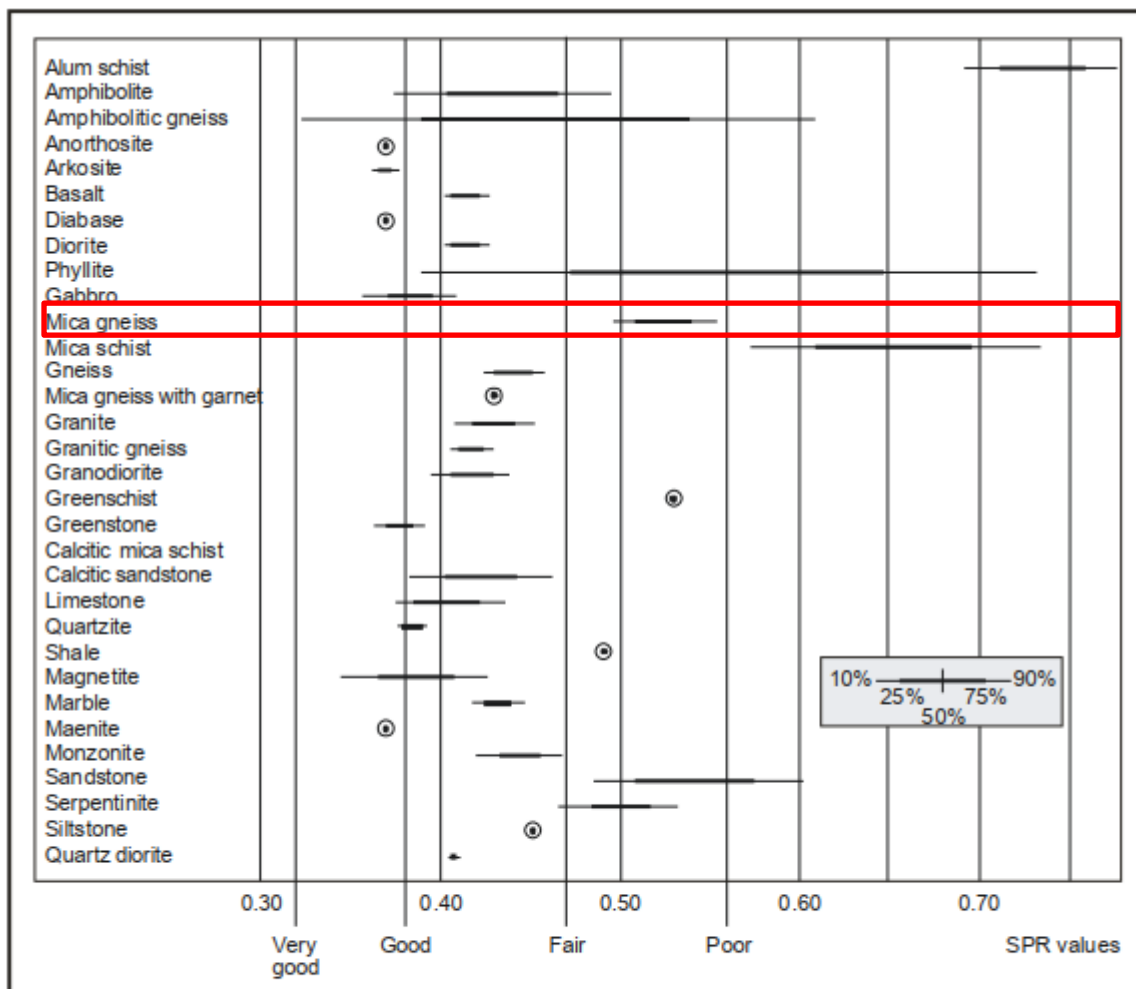
### **18. VURDERING AV MEKANISKE EGENSKAPER OG ANVENDELSE AV SPRENGSTEINSMASSENE**

Borsynkindeks (DRI): Høy til ekstremt høy [11].

Borslitasjeindex (BWI): Meget lav til ekstrem lav [11].

Det er tatt prøver (Micro-Deval og LA-test) ved det nordre påhugget. Resultat viser at bergmassen ikke er egnet til bruk i bærelag eller forsterkningslag (Resultat: Los Angeles: 18, Micro-Deval: 27). Visuell og ingeniørgeologisk vurdering av påtrufne masser i linjen der det er fyllitt/ glimmerskifer tilsier også at massen er lite egnet i bærelag eller forsterkningslag

Sprengbarhet: Sprengbarhet vurderes å være dårlig (se data for Mica schist i Figur 21).



**Figure 2.1 SPR values for samples tested in the Engineering Geological Laboratory at NTNU. The experience values are based on limited data. The values represent the explosives data described in Table 2.1.**

Figur 21 Sprengbarhet til bergarter hentet fra Anleggsteknikk kompendiet [11]. Glimmerskifer markert med rødt.

## 19. VURDERING AV BERGSPENNINGER

Noe dårlig innspenning kan forekomme i påhuggsområde pga. liten overdekning. Tunnelen går delvis parallelt en bratt skrent, men da denne har relativt lav høyde forventes det ikke problemer med skjevfordelte bergspenninger som kan forårsake bergslag og nedfall av berg.

## 20. BERGSIKRING – METODE OG MENGDER

## ***Sikringsmetoder***

I forbindelse med begge påhugg anslås det behov for bergsikring med 2 rader à 40 forbolter utenfor og rundt tunnelprofilen. I forbindelse med forbolter kan endene av forbolter «sys» sammen med fjellbånd og sprøytes inn med sprøytebetong for optimal påhuggssikring. Det bør anvendes sprøytebetong med absorpsjonsklasse E1000 i påhuggsområder.

I sprøytebetongbuer skal det også benyttes sprøytebetong uten fiber for å fylle området mellom armering og berg.

Hele tunnelen skal sikres med fiberarmert sprøytebetong med Absorpsjonsklasse E700 eller E1000 ihht. til Q-metode [16].

Det forventes bruk av fjellbånd i de tilfeller det brukes forbolter for å binde sammen bolteender i samspill med fiberarmert sprøytebetong. Ellers forventes det lite bruk av fjellbånd i tunnelen.

Det kan være aktuelt med sprøytebetongbuer ved passering av svakhetssoner og i forbindelse med etablering av påhugg eller de første meterne etter påhugg inne i tunnelen.

All sikring skal være av kvalitet og utføres ihht. til Håndbok R761 Prosesskode 1, Statens vegvesen, 2018 [17].

Det forventes ikke behov for full utstøpning, men dette kan ikke utelukkes. I de fleste tilfeller der det er behov for tung sikring kan armerte sprøytebetongbuer anvendes.

Det forventes behov for å sikre løsmasser over påhugg. Se geoteknisk rapport.

Det kan bli behov for å støtteforbygninger mot snøskred over søndre påhugg.

### **Q-verdier og bergsikringsklasser og sikringsomfang**

Basert på utført kartlegging og vurdering av bergoverdekning, bergmassekvalitet, svakhetssoner og bergspenninger er det utarbeidet et anslag på Q-verdier [16] langs tunneltraseen med tilhørende bergmasseklasse, se Figur 22. Det bemerkes at det vil være en del usikkerhet med anslaget da berget over tunnelen i store deler av tunnelen ikke er synlig.



**Bergmasseklasse Q-verdi Sikringsklasse Andel av tunnelen [%]**

Bergmasseklasse	Q-verdi	Sikringsklasse	Andel av tunnelen [%]
A/B	10-100	I	Ca 20, ca 158 m
C	4-10	II	Ca 42, ca 332 m
D	1-4	III	35, ca 277 m
E/F	0,1-1 / 0,01-0,1	IV/ V	3, ca 24 m
G	<0,01	VI	0

Figur 22 Vurdert fordeling av bergmasseklasser

I tabell 6.1 i /3/ er sammenhengen mellom bergmasseklasser og sikringsklasse/permanent sikring angitt. Denne er sammen med inndeling av sikringsklasser i Figur 22 benyttet til å gi et grovt anslag på sikringsmengder for tunnelen vist i Figur 23.

Sikringstype	Type	Mengde	Sted
Sikringsbolt,	3 og 4 meter	Ca. 3700 stk	I vegger og heng
Sikringsbolt,	5 og 6 meter	50 stk	Ved utvidelser an profilet
Sprøytebetong	E700/ E1000	1350 m <sup>3</sup>	Sikringsklasse A-C
Sprøytebetong	E1000	600 m <sup>3</sup>	Sikringsklasse D-G + påhuggsflater
Forbolt	6 meter	Ca. 450	Påugg og svakhetssoner
Sprøytebetongbuer		7 stk	Evt. påugg og svakhetssoner

Figur 23 Sikringsmengder

Disse mengdene tilsvarer ca. 4,8 bolt/lm og ca. 2,5 m<sup>3</sup> fiberarmert sprøytebetong/lm.

**21. VURDERING AV SKREDFARE**

For vurdering av skredfare henvises det til rapport for skjæringer på strekningen.

## **22. KRAV TIL HÅNDBTERING AV SPRENGSTEINSMASSER**

Det forventes i utgangspunktet ikke spesielle krav til håndtering av sprengsteinsmassene. Resultatene som foreligger på nåværende tidspunkt, viser at bergprøvene ikke har syredannende potensial, ikke har høyt radoninnhold eller ikke inneholder skadelige nivåer av tungmetaller. Resultater av tester foreligger i rapport [21 og 22].

## **23. GJENNOMFØRBARHET/SHA/SPESEILLE FORHOLD**

Bygging av ny E6 og tunnel for lokaltrafikk i Vindåsliene vil medføre omfattende sikringsarbeider over og rett ved eksisterende E6 i og er teknisk krevende i forhold til topografi, berg- og løsmasser og trafikkavvikling. Det vil være behov for transport og sikring av store mengder løsmasser for å oppnå stabil skjæringsvinkel eller omfattende sikringstiltak for å støtte opp løsmassene enten permanent eller midlertidig.

Det vurderes at det vil være gjennomførbart å utføre anleggsarbeidene, men det er lite tvil om det vil kreve omfattende sikringsarbeider i stor skala og potensiale for at uforutsette problemer kan forekomme vil være til stede og det må gjøres omfattende tiltak for å forhindre uønskede hendelser i form av nedfall på E6.

I forbindelse med forskjæring og påhugg skal arbeid foregå i til dels svært bratt terreng direkte over eller til side for viktig infrastruktur og det settes dermed store krav til planleggingen av gjennomføringer og oppfølgingen av arbeidene med sikring av berg og jordskjæringer både i anleggsfasen og permanentfasen. Det vil utvilsomt bli perioder der trafikken må stoppes. Det er i tillegg viktig at trafikkavvikling for eksisterende trafikk gjøres sikkert og pålitelig under anleggsarbeidene der dette er aktuelt.

Ved sprengingen av selve tunnelen vil det også måtte gjøres tiltak og stans i trafikken langs E6 da tunnelen vil gå så nær vei at det er risiko for at sprenging kan føre til at berg eller løsmasse blir destabilisert i de bratte skråningene/ skjæringene over dagens E6.

Arbeid med høye skjæringer under og i bratt sideterreng kan medføre uoversiktlige og potensielt farlige situasjoner med tanke på stabiliteten av berg og løsmasser over arbeidsstedet. Ved arbeid med rensk og sikring av skjæringer er det viktig å utvise aktsomhet og benytte maskiner og utstyr med tilstrekkelig rekkevidde slik at eventuell nedfall ikke skader personer og utstyr. Det er viktig at det utføres hyppige sikker jobb analyser (SJA) for arbeidene med påhuggene og sideterrenget for å identifisere alle farer og utveksle erfaringer.

Arbeidene med løsmassene vil også sette store krav til utførelsene oppe i sideterrenget med tanke på mulig nedfall på E6. Morenemassene kan for eksempel inneholde bergblokker som under arbeid oppe i Vindåsliene potensielt kan rase ned langs terrenget og ut på E6 eller at vann graver ut blokker eller fører til at eksponerte løsmasser raser ut.

Det må vurderes om det i anleggstiden skal settes opp midlertidige sikringskonstruksjoner ned ved veien for å unngå slike situasjoner.

Sideterrenget er opp i vindåsliene så bratt at det også er aktsomhetskart for både steinsnø og jordskred. Selv om det i dagens situasjon ikke er registrert stort omfang av disse skredtypene kan arbeidene oppe i skråningene forandre på dette bildet slik at det kan bli behov for sikring i anleggstiden eller permanentsituasjonen mot disse skredtypene.

#### **24. INGENIØRGEOLOGISKE KOMPETANSE OG OPPFØLGING I BYGGEFASEN**

For byggefasen skal det sørges for at prosjektet har tilstrekkelig bemanning og den nødvendige bergtekniske/ingeniørgeologiske kompetansen for å håndtere de forventede

utfordringene. En person med bergteknisk/ingeniørgeologisk kompetanse skal ha det faglige

ansvar for permanentsikringen [1]. Med tanke på de forhold som forventes for denne traseen, bør denne personen minimum ha 5 års erfaring. Oppfølgingen må foregå i samarbeid med person med høy geoteknisk kompetanse. Det vil sannsynligvis også bli nødvendig og trekke inn folk med kompetanse på konstruksjoner og samarbeidet med geoteknisk ansvarlig må være tett i forbindelse med påhuggene.

For bergtunnelen må det foretas en ingeniørgeologisk kartlegging og detaljprosjektering av sikring for hver salve. Kartlegging og sikring av slavene bør utføres suksessivt og fortløpende. Den utførte sikringen skal sammen med de geologiske forholdene dokumenteres i en sluttrapport. Rapporten skal også inneholde informasjon for fremtidig vedlikehold [1]. Det skal utføres utvidet kontroll av prosjektering og utførelse for områder som er i geoteknisk kategori 3.

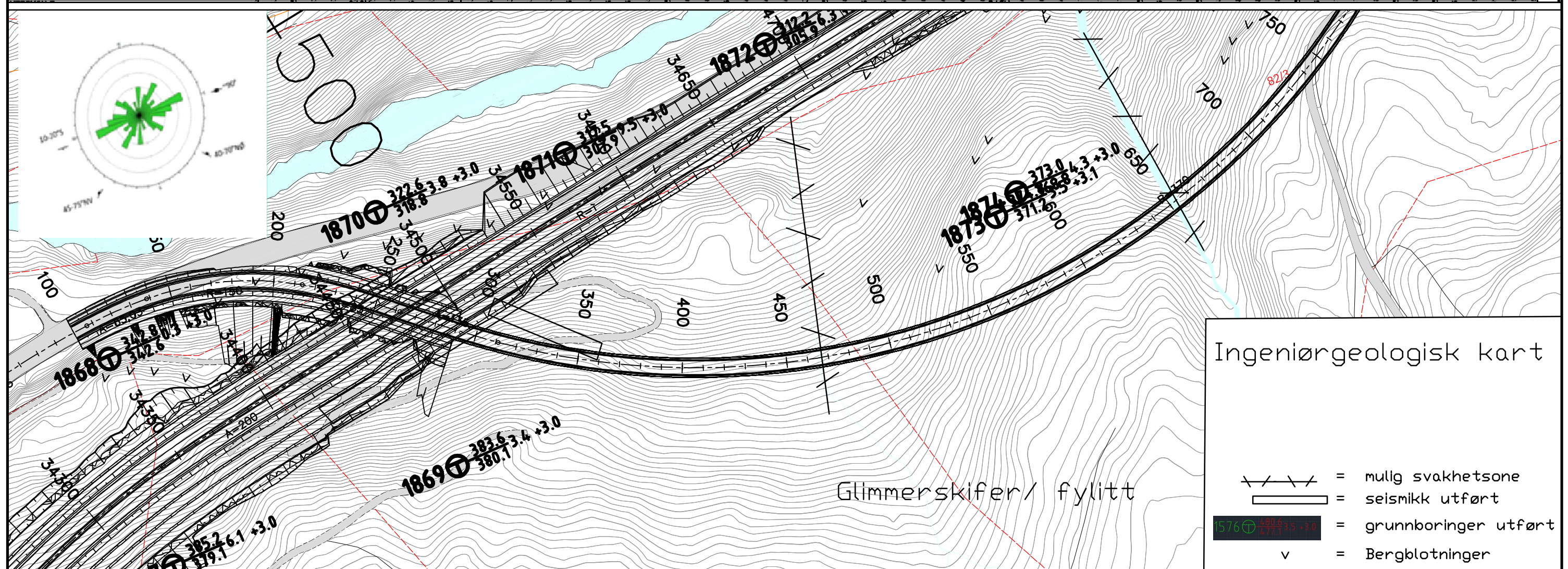
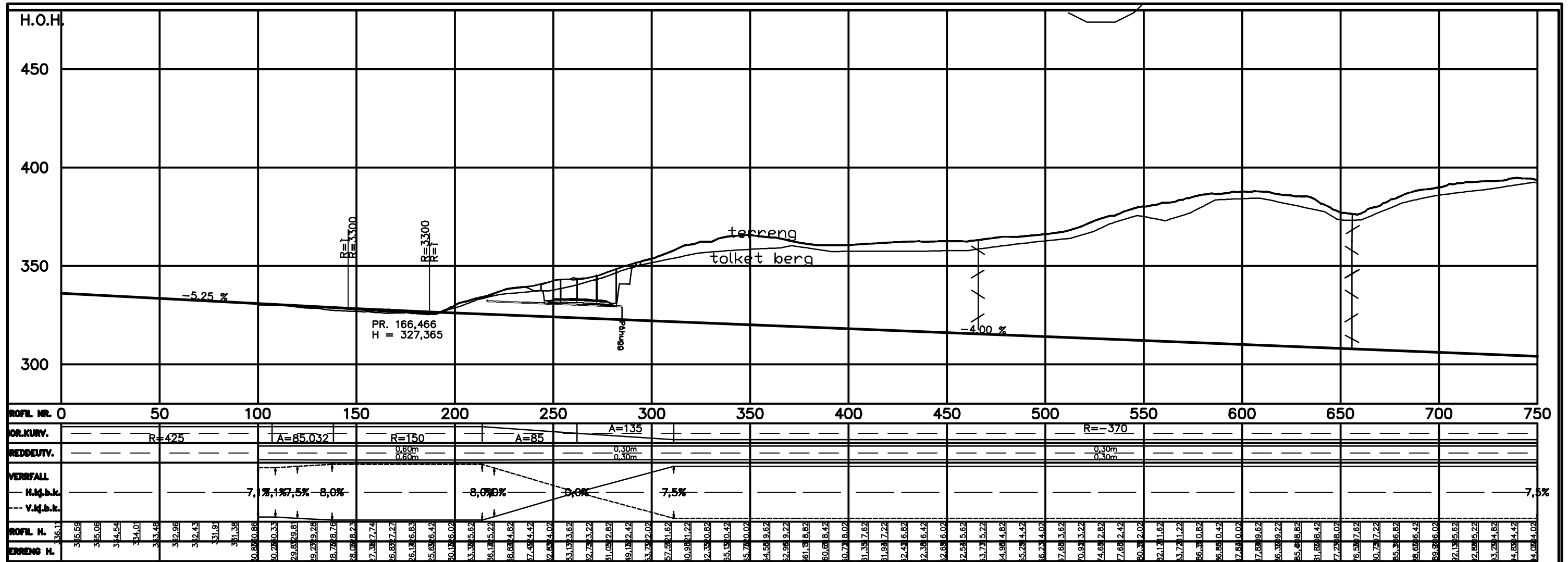
#### **25. VIDERE UNDERSØKELSER**

Det anbefales detaljundersøker av skredfare over påhugg.

## REFERANSER

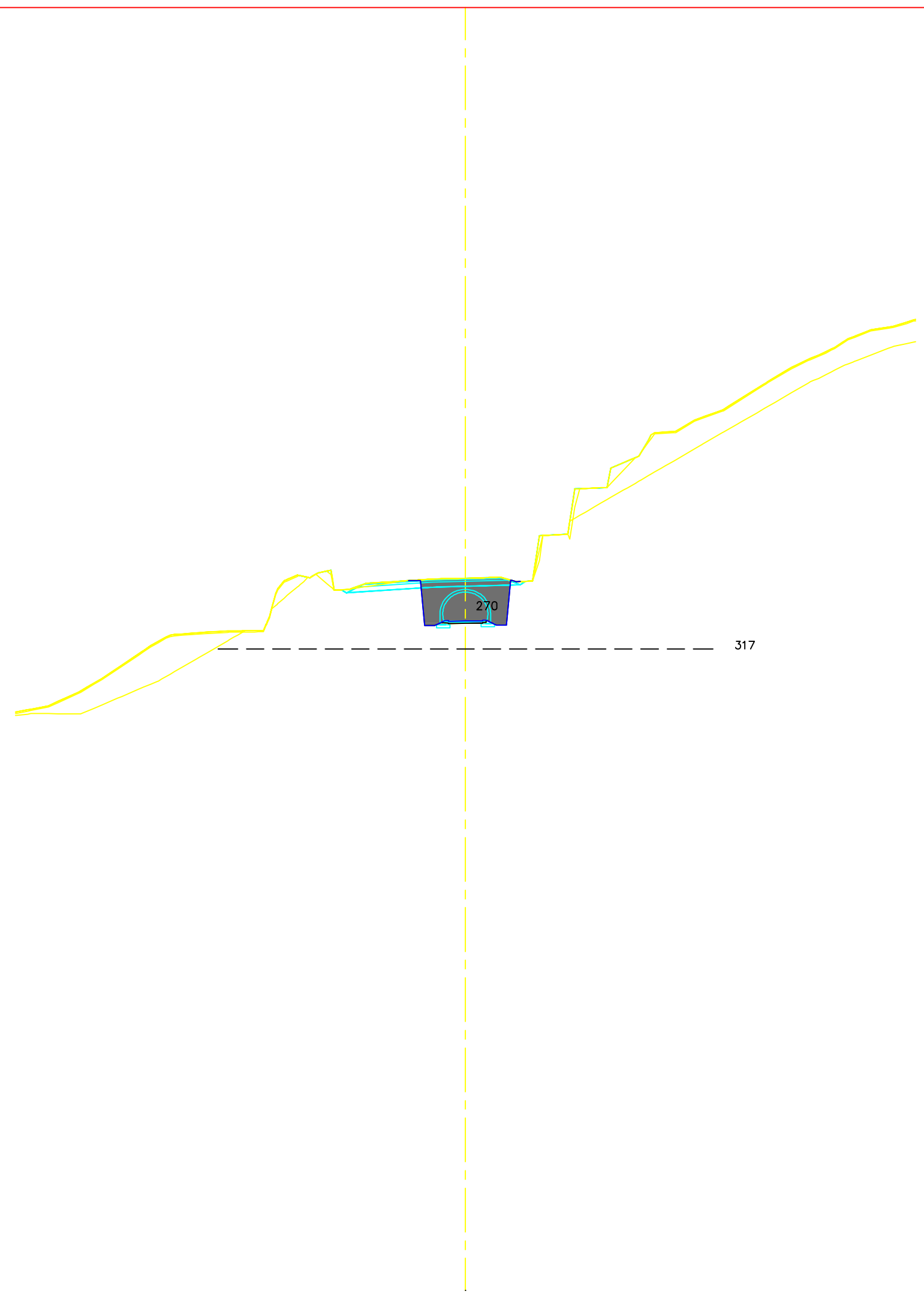
- [1] «NV50E6UV-GTK-RAP-0003-Geoteknisk prosj.rap. for område 7, Rambøll, 2021.
- [2] Standard Norge, NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016 (Eurokode 7), Standard Norge.
- [3] Statens vegvesen, «N500 Vegtunneler,» 2020.
- [4] Statens vegvesen, Håndbok N200, Vegbygging, Vegdirektoratet, 2018.
- [5] Norges geologiske undersøkelse (NGU), «Berggrunnskart,» 2020.
- [6] Norges geologiske undersøkelse, «Norges geologiske undersøkelse løsmassekart,» 2020. [Internett]. Available: [http://geo.ngu.no/kart/losmasse\\_mobil/](http://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/).
- [7] Norges geologiske undersøkelse (NGU), «Radon aktsomhetskart,» 2020. [Internett]. Available: [http://geo.ngu.no/kart/radon\\_mobil/](http://geo.ngu.no/kart/radon_mobil/).
- [8] NGU, «GRANADA - Nasjonal grunnvannsdatabase,» [Internett]. Available: [http://geo.ngu.no/kart/granada\\_mobil/](http://geo.ngu.no/kart/granada_mobil/). [Funnet 24 1 2019].
- [9] NVE, «NVE skredatlas [Skredenett.no]».
- [10] Standard Norge, NS 8141 Vibrasjoner og støt, måling av svingehastighet og beregning av veiledende grenseverdier for å unngå skade på byggverk
- [11] A. Bruland, «Anlegsteknikk GK Kompendium,» NTNU, Trondheim, 2016.
- [13] E6 Ulsberg-Vindåsliene  
Ingeniørgeologisk rapport til reguleringsplan - Vindåslitunnelen, Sweco, 2019
- [14] NV50E6UV-GTK-RAP-0003-Geoteknisk prosj.rap. for område 7, Rambøll, 2021
- [15] Veileder for bruk av eurokode 7 til bergteknisk prosjektering, Norsk bergmekanikkgruppe, 2011
- [16] NGI, «Bruk av Q-systemet - Bergmasseklassifisering og bergforsterkning,» 2013.
- [17] Prosesskoden, Håndbok R761 Prosesskode 1 - Standard beskrivelse for vegkontrakter, Statens vegvesen, 2018. Statens vegvesen, 2015
- [18] SØKNAD OM UTSLIPP FRA MIDLERTIDIG ANLEGG SARBEID OG FYSISKE TILTAK I VASSDRAG, Rambøll, 2020
- [19] E6UV-YML-RAP-006-Geokjemisk vurdering av berg med syredannende potensial.docx, Rambøll, 2020.

- [20] Sikteanalyse Håndstykker for lab knusing Vannømfintlighet Vindåsliene, Veidekke industri, 2021
- [21] E6UV-RNO-PL-MAL-NN00-N00-G-001-Geokjemisk vurdering av berg med syredannende potensial-  
.docx, Rambøll, 2020.
- [22] Geokjemisk vurdering av svartskifer – Ulsberg, Rambøll, 2020
- [23] 640060A\_320B\_B01, E6 Vindalsliene - Fossumbrua i Midtre Gauldal. Massetak i framtidig trase, 28.08.2004.
- [24] Statens vegvesen v/Teknologiavdelingen, *Publikasjon 103 – Undersøkelser og krav til innlekkasje for å ivareta ytre miljø*, 2003
- [25] Norsk forening for fjellsprengningsteknikk, *Håndbok nr.06 Praktisk berginjeksjon for underjordsanlegg*, juli 2010
- [26] Statens vegvesen v/Teknologiavdelingen, *Publikasjon 104 – Berginjeksjon i praksis*, 2004



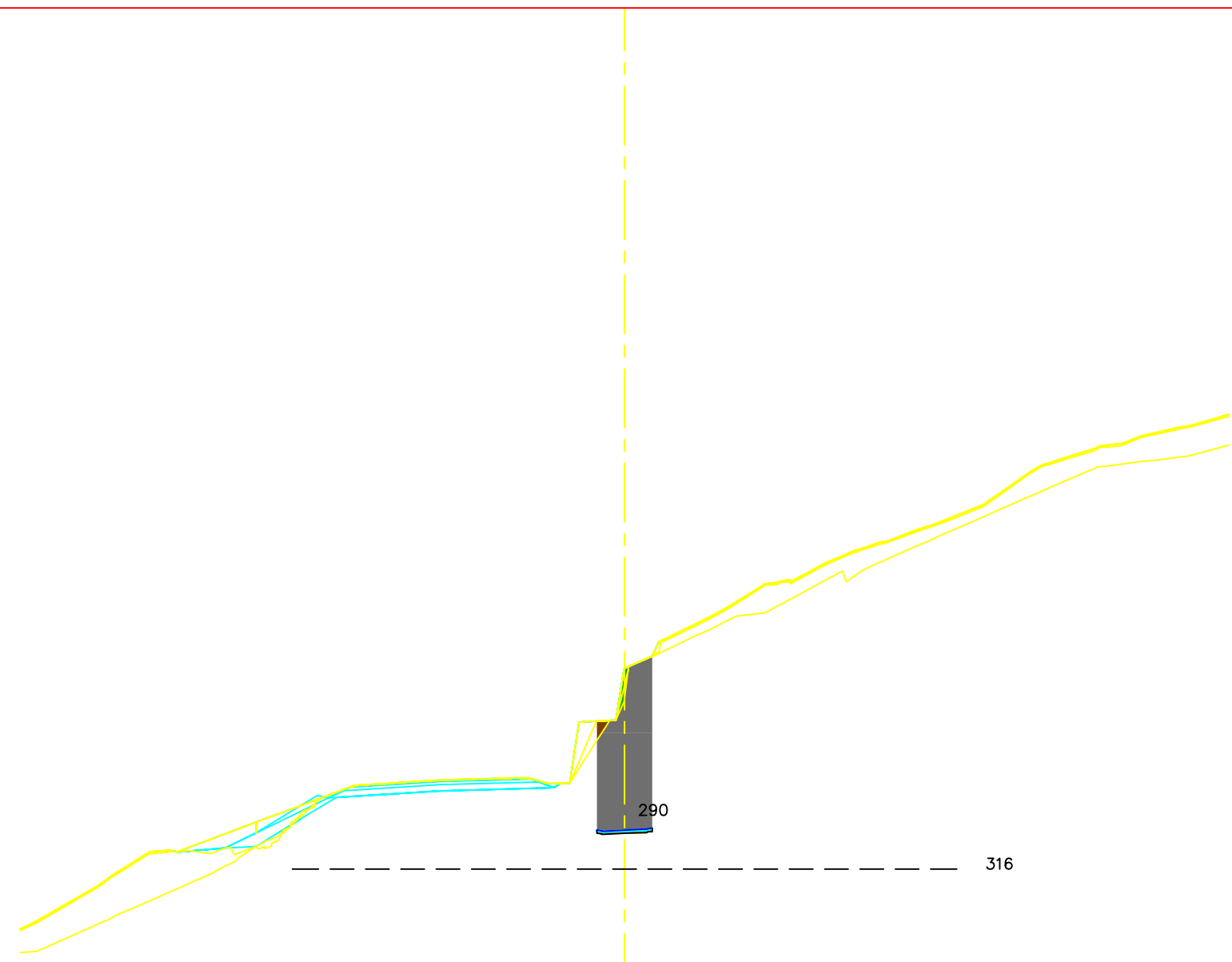


Vedlegg 2

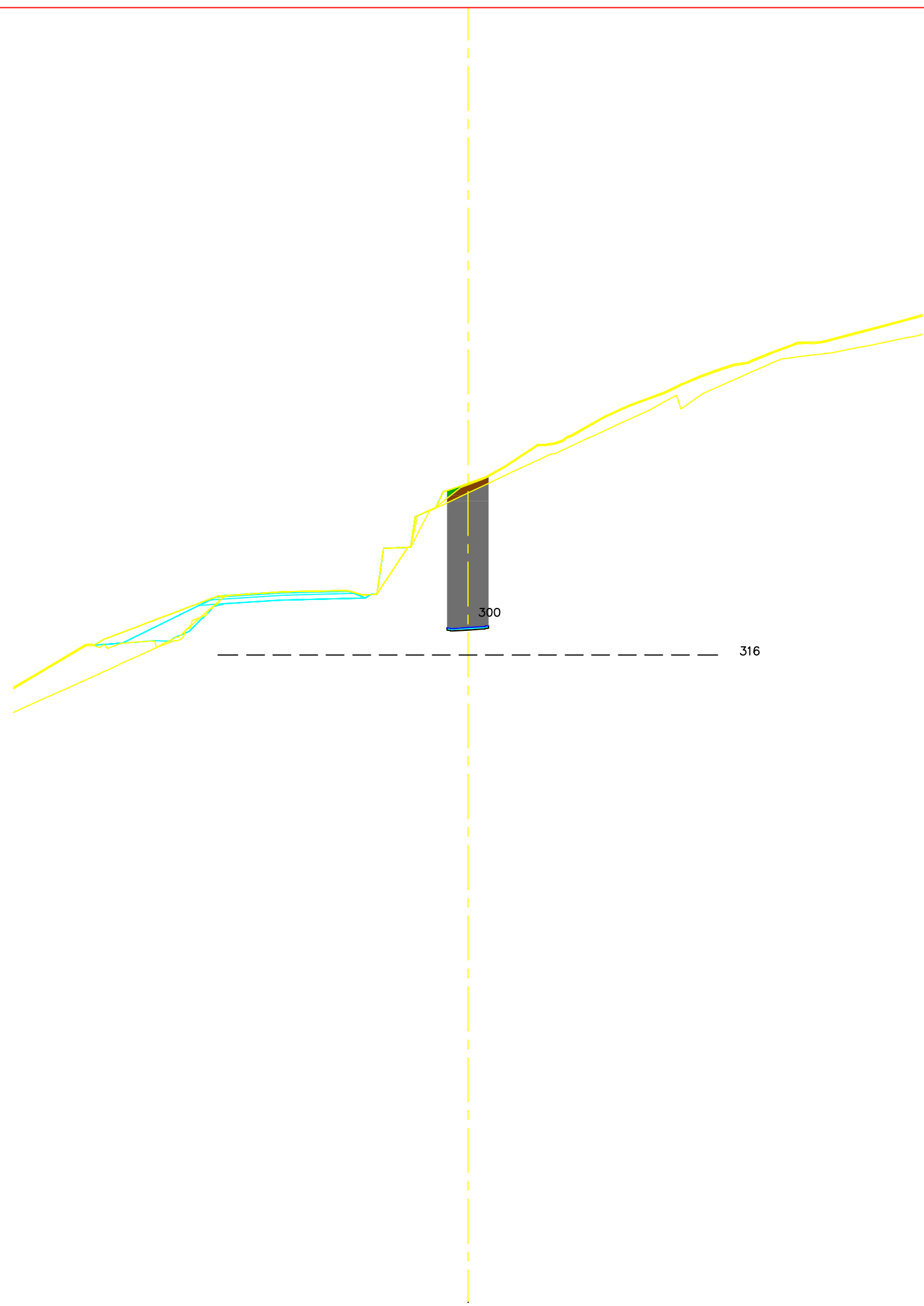


Jord 1	0,05 m2
Fjell 1	193,81 m2
Vegetasjon 1	0,10 m2
Bærelag 1	0,64 m2
Bærelag 3	0,95 m2
Forsterkningslag 1	2,95 m2
Bindlag 1	0,27 m2
Bindlag 2	0,02 m2
Sitelag	0,32 m2

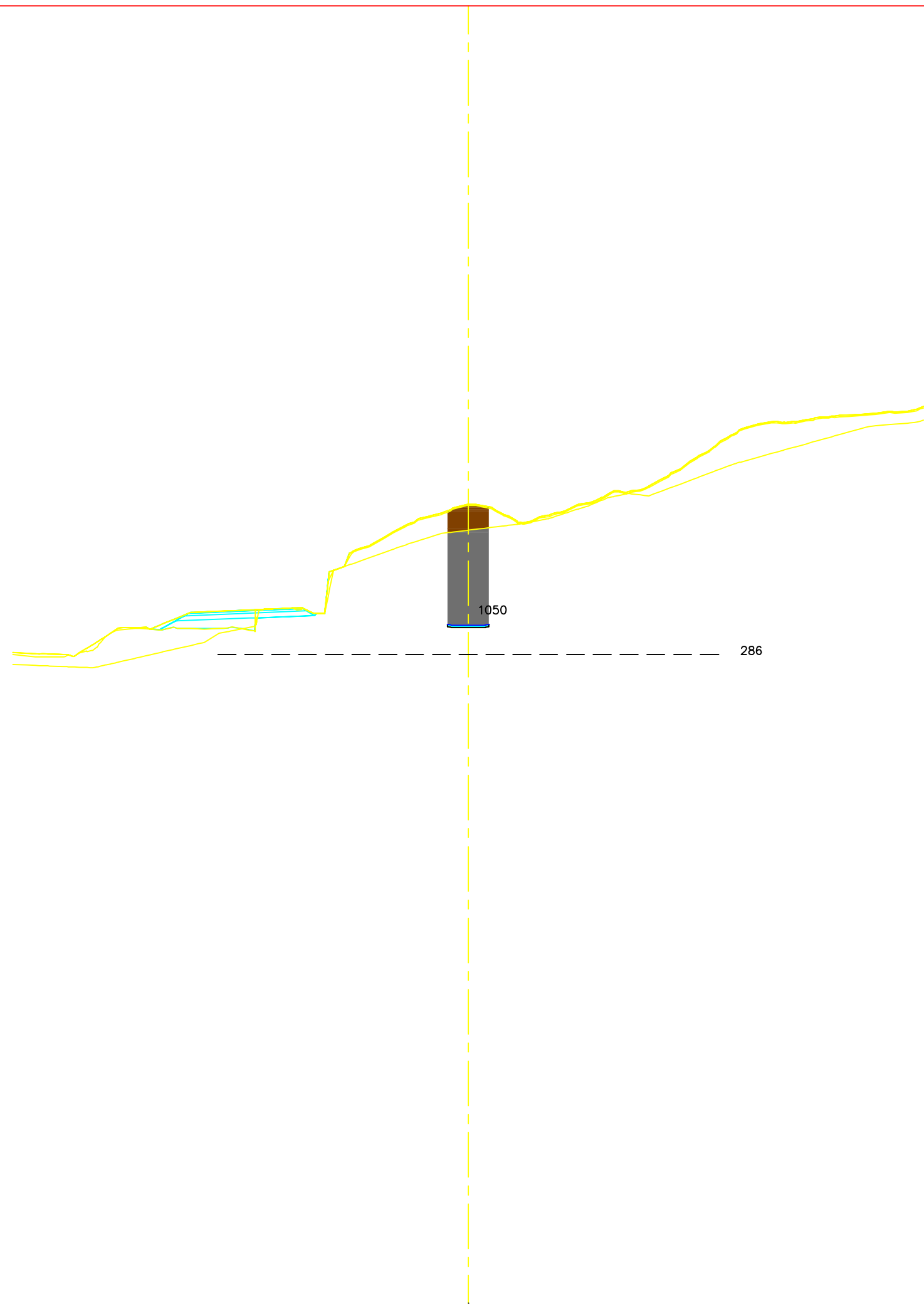




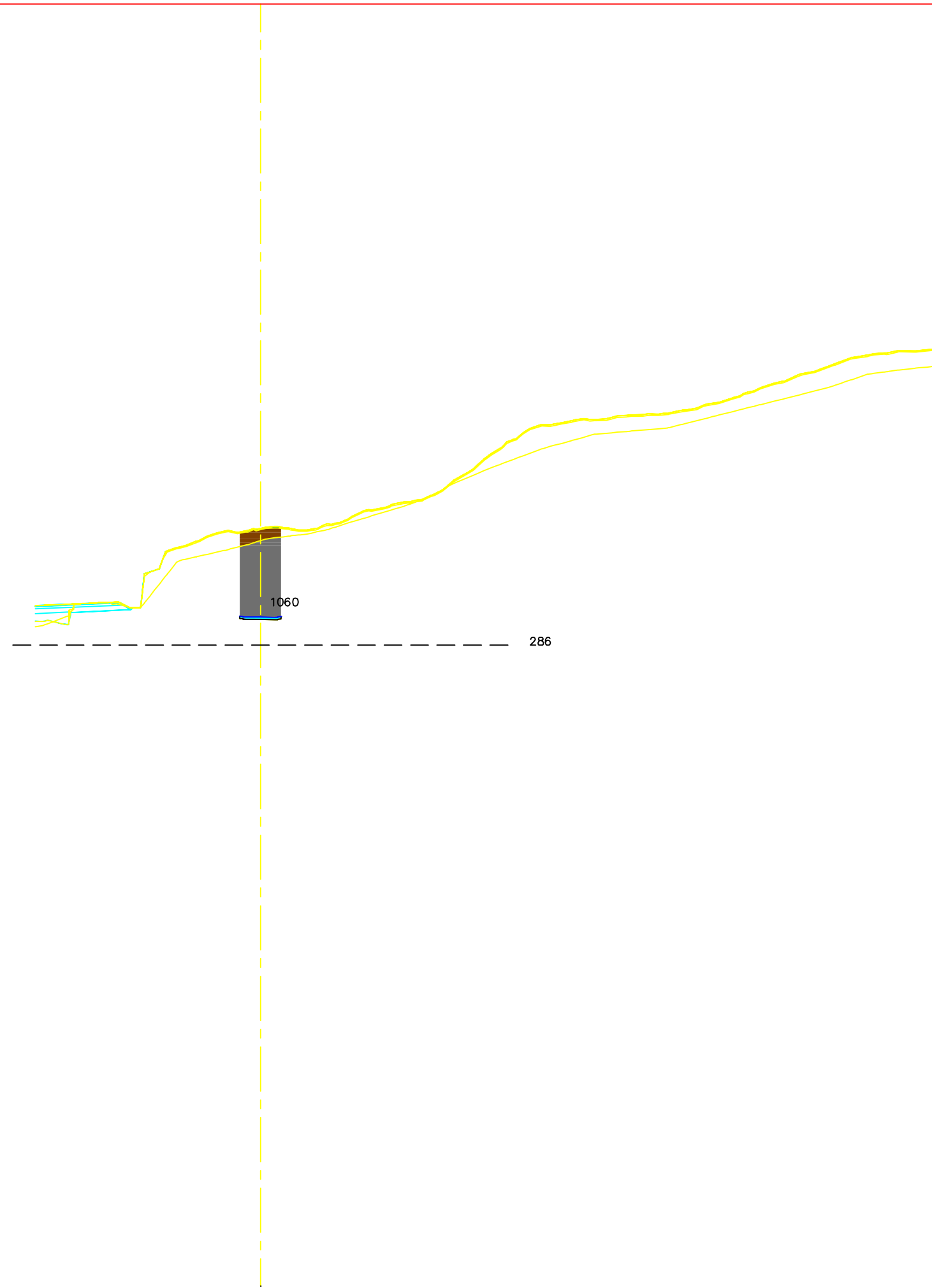
Jord 1	3,36	m <sup>2</sup>
Fjell 1	213,92	m <sup>2</sup>
Vegetasjon 1	5,78	m <sup>2</sup>
Bærelag 1	0,64	m <sup>2</sup>
Bærelag 3	2,46	m <sup>2</sup>
Forsterkningslag 1	2,74	m <sup>2</sup>
Bindlag 1	0,27	m <sup>2</sup>
Slitelag	0,32	m <sup>2</sup>



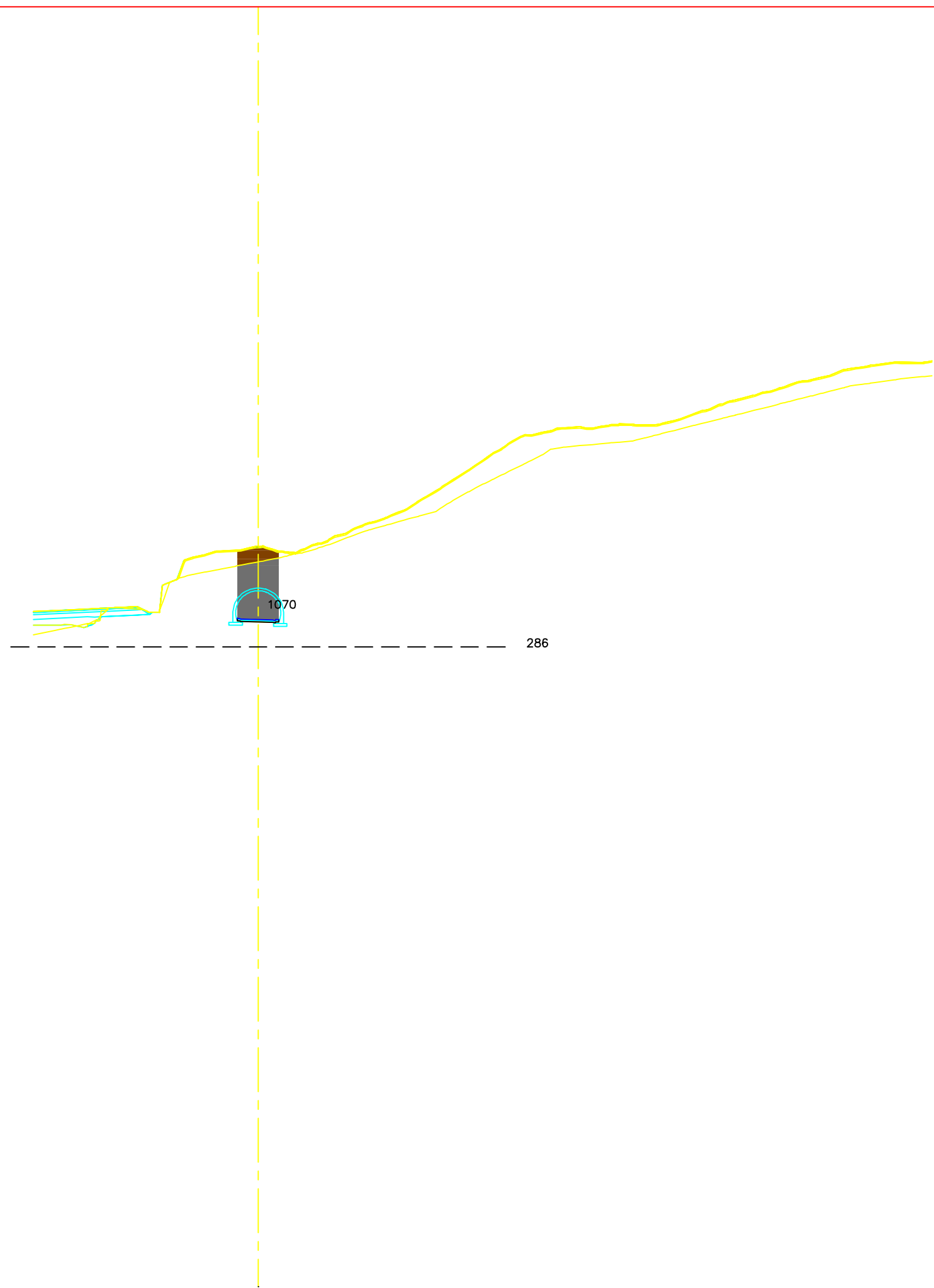
Jord 1	14,70 m <sup>2</sup>
Fjell 1	275,02 m <sup>2</sup>
Vegetasjon 1	4,82 m <sup>2</sup>
Bærelag 1	0,64 m <sup>2</sup>
Bærelag 3	2,46 m <sup>2</sup>
Forsterkningslag 1	2,74 m <sup>2</sup>
Bindlag 1	0,27 m <sup>2</sup>
Slitelag	0,32 m <sup>2</sup>



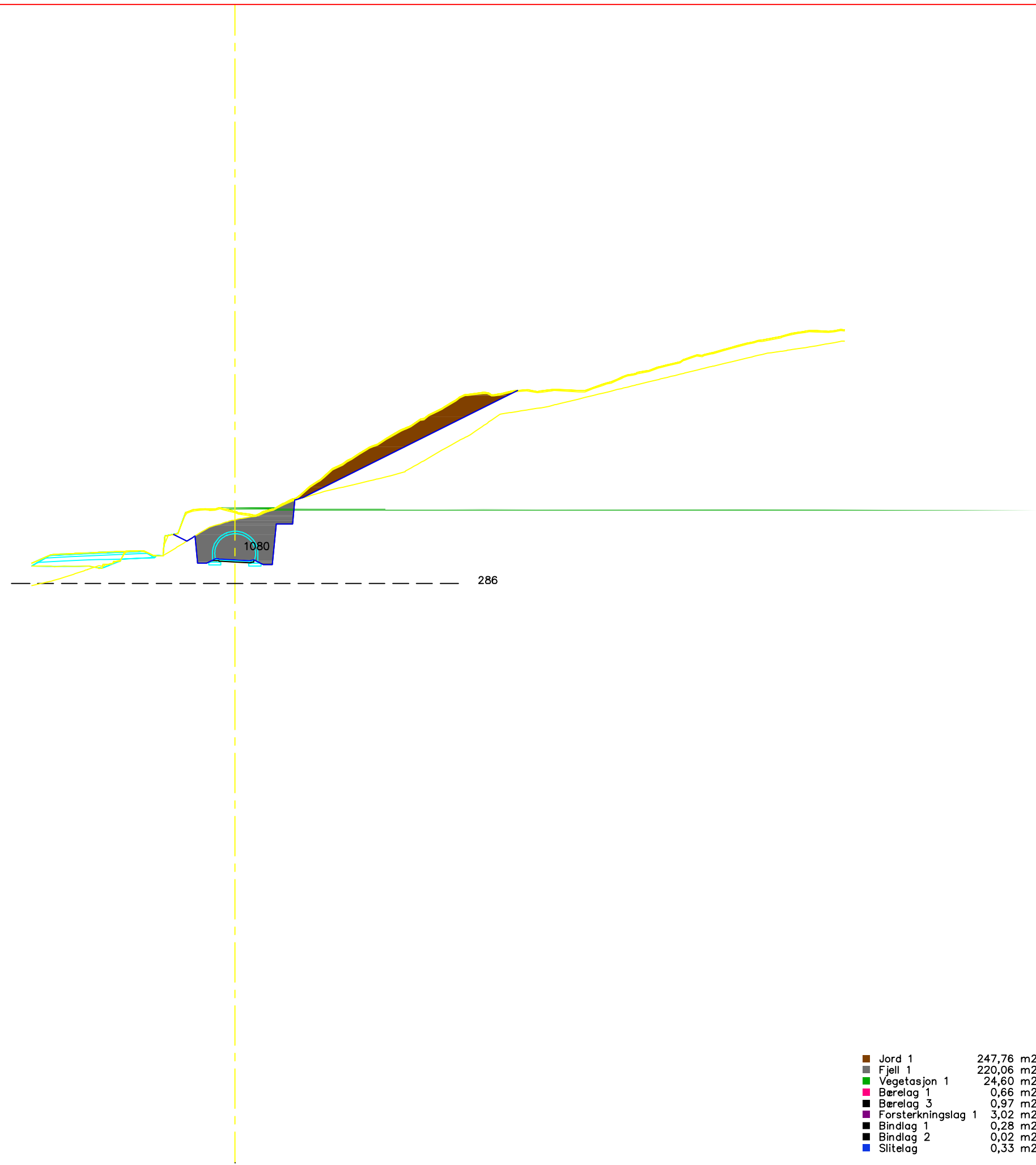
Jord 1	45,82 m2
Fjell 1	194,99 m2
Vegetasjon 1	2,74 m2
Bærelag 1	0,64 m2
Bærelag 3	2,46 m2
Forsterkningslag 1	2,74 m2
Bindlag 1	0,27 m2
Slitelag	0,32 m2



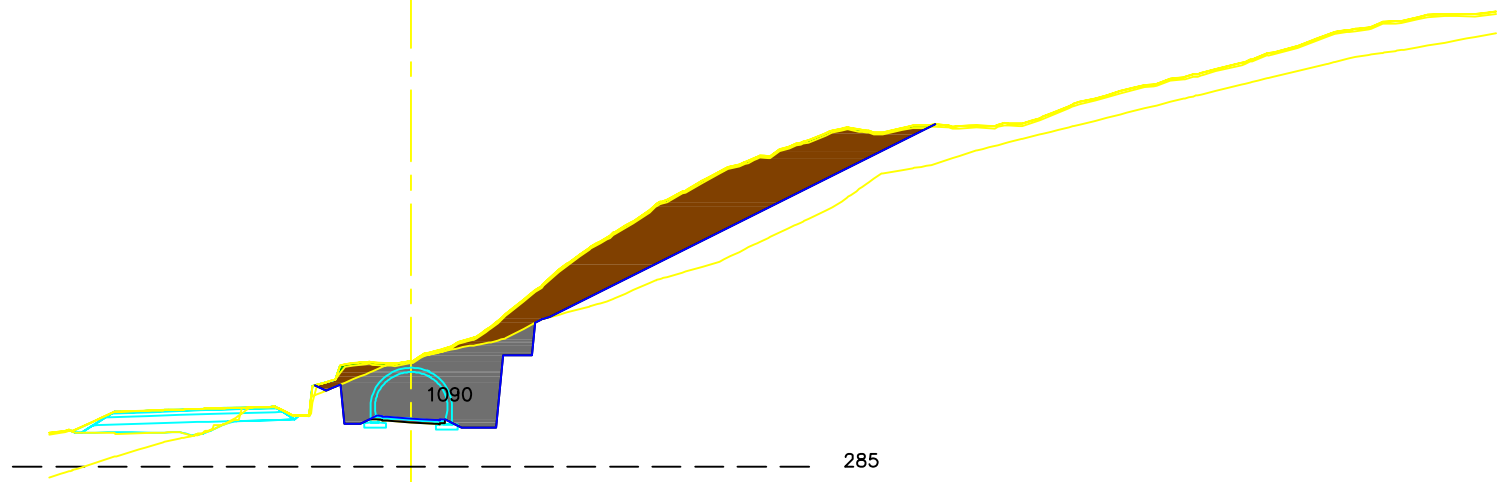
Jord 1	23,22 m2
Fjell 1	160,07 m2
Vegetasjon 1	2,76 m2
Bærelag 1	0,64 m2
Bærelag 3	2,48 m2
Forsterkningslag 1	2,76 m2
Bindlag 1	0,28 m2
Slitelag	0,32 m2



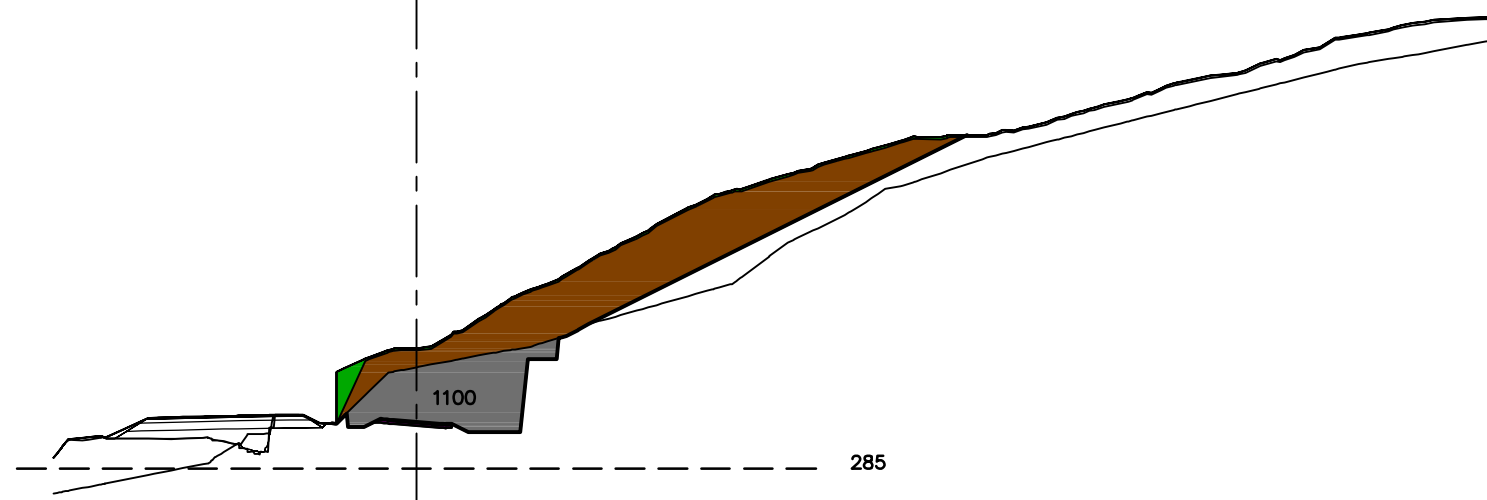
Jord 1	25,76 m <sup>2</sup>
Fjell 1	124,13 m <sup>2</sup>
Vegetasjon 1	2,78 m <sup>2</sup>
Børelag 1	0,65 m <sup>2</sup>
Børelag 3	2,51 m <sup>2</sup>
Forsterkningslag 1	2,78 m <sup>2</sup>
Bindlag 1	0,28 m <sup>2</sup>
Slitelag	0,32 m <sup>2</sup>



Jord 1	247,76 m2
Fjell 1	220,06 m2
Vegetasjon 1	24,60 m2
Bærelag 1	0,66 m2
Bærelag 3	0,97 m2
Forsterkningslag 1	3,02 m2
Bindlag 1	0,28 m2
Bindlag 2	0,02 m2
Slitelag	0,33 m2

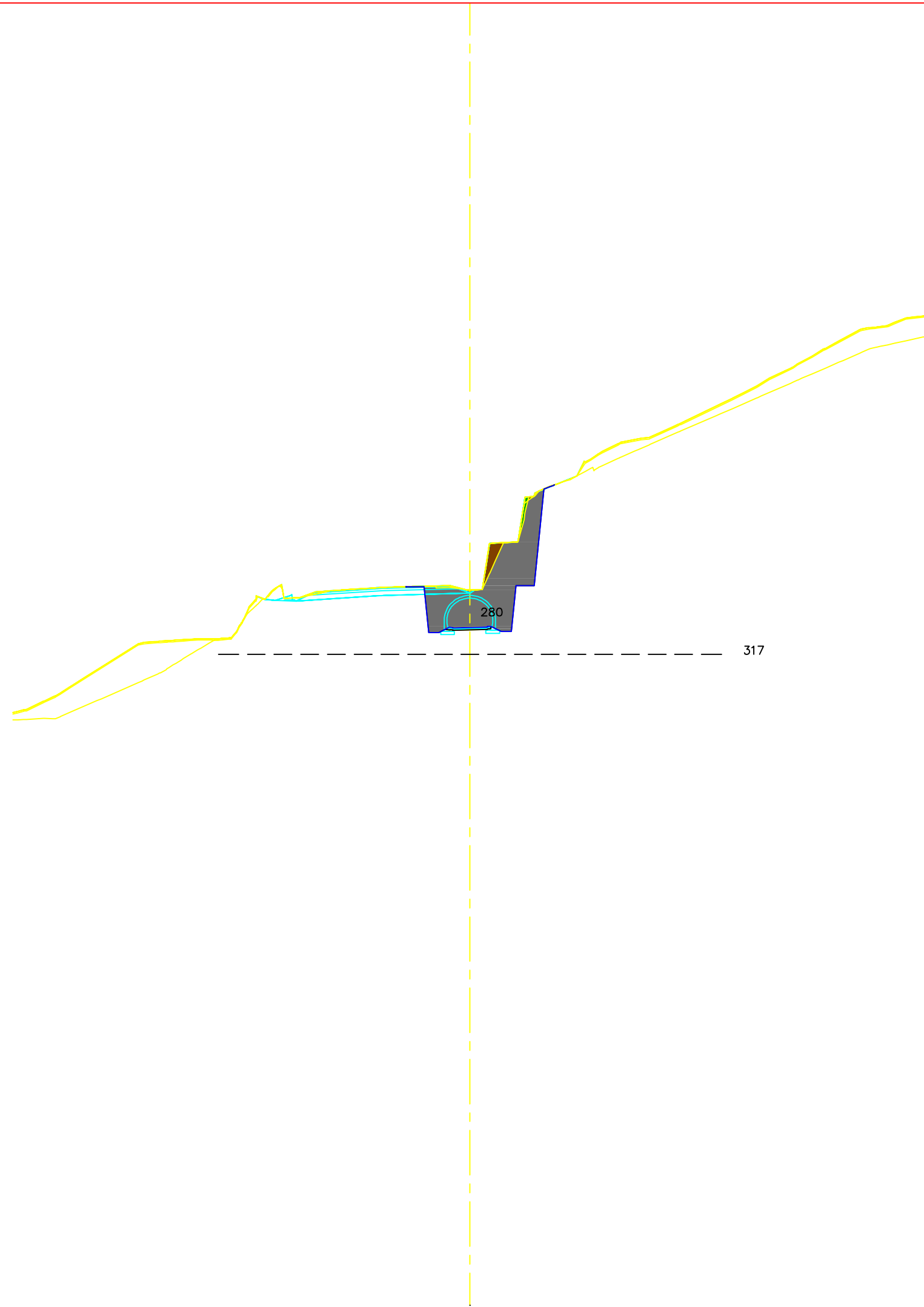


Jord 1	360,49 m2
Fjell 1	210,34 m2
Vegetasjon 1	25,17 m2
Bærelag 1	0,66 m2
Bærelag 3	0,98 m2
Forsterkningslag 1	3,04 m2
Bindlag 1	0,28 m2
Bindlag 2	0,02 m2
Slitelag	0,33 m2



Jord 1	491,68 m <sup>2</sup>
Fjell 1	212,38 m <sup>2</sup>
Vegetasjon 1	39,59 m <sup>2</sup>
Bærelag 1	0,65 m <sup>2</sup>
Bærelag 3	1,01 m <sup>2</sup>
Forsterkningslag 1	3,15 m <sup>2</sup>
Bindlag 1	0,28 m <sup>2</sup>
Bindlag 2	0,08 m <sup>2</sup>
Slitelag	0,32 m <sup>2</sup>





Jord 1	16,03 m2
Fjell 1	313,73 m2
Vegetasjon 1	7,02 m2
Bærelag 1	0,64 m2
Bærelag 3	0,95 m2
Forsterkningslag 1	2,95 m2
Bindlag 1	0,27 m2
Bindlag 2	0,02 m2
Slitelag	0,32 m2