

Beiarn kommune

► **Fv. 813 - Deler av Beiarfjellet**

Ingeniørgeologisk rapport bergskjæring og skred

Detaljregulering

Oppdragsnr.: 52301827 Dokumentnr.: INGCEO-01 Versjon: J01 Dato: 2023-10-02



Fv. 813 - Deler av Beiarnfjellet

Ingeniørgeologisk rapport bergskjæring og skred

Oppdragsnr.: 52301827 Dokumentnr.: INGCEO-01 Versjon: J01

Oppdragsgiver: Beiarn kommune
Oppdragsgivers kontaktperson:
Rådgiver: Norconsult AS, Grandfjæra 24, NO-6415 Molde
Oppdragsleder: Stig Andre Knudsen
Fagansvarlig: Marianne Kanestrøm Rødseth
Andre nøkkelpersoner: Ingvar Tyssekvam

| J01 | 2023-10-02 | For bruk | MaKRo | INT | SAK |
|---------|------------|-------------|------------|----------------|----------|
| Versjon | Dato | Beskrivelse | Utarbeidet | Fagkontrollert | Godkjent |

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Innhold

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Innledning | 4 |
| 1.1 | Bakgrunn | 4 |
| 1.2 | Grunnlagsmateriale | 5 |
| 1.3 | Krav til prosjektering, geoteknisk kategori og kontroll | 6 |
| 1.3.1 | <i>Prosjekteringsmetoder</i> | 6 |
| 1.3.2 | <i>Geoteknisk kategori, konsekvens- og pålitelighetsklasse</i> | 6 |
| 1.3.3 | <i>Prosjekterings- og utførelseskontroll</i> | 7 |
| 1.4 | Normalprofil for bergskjæring | 7 |
| 1.5 | Sikkerhet mot skred | 9 |
| 1.6 | Utførte undersøkelser | 9 |
| 2 | Grunnforhold | 10 |
| 2.1 | Topografi og områdebeskrivelse | 10 |
| 2.2 | Kvartærgeologi og løsmasser | 10 |
| 2.3 | Berggrunnsgeologi | 12 |
| 2.3.1 | <i>Bergarter</i> | 12 |
| 2.3.2 | <i>Strukturgeologi</i> | 13 |
| 2.3.3 | <i>Svakhetssoner</i> | 14 |
| 2.4 | Aktsomhet for skred | 14 |
| 2.5 | Omgivelser | 15 |
| 2.5.1 | <i>Hydrogeologi</i> | 15 |
| 2.6 | Bebyggelse og infrastruktur | 15 |
| 3 | Ingeniørgeologiske vurderinger | 16 |
| 3.1 | Stabilitet, utforming og uttak av bergskjæringer | 16 |
| 3.2 | Anvendelse av steinmaterialet | 18 |
| 3.3 | Vibrasjoner fra sprengningsarbeider | 18 |
| 3.4 | Hydrogeologiske forhold | 19 |
| 3.5 | Vurdering av skredfare fra sideterreng | 19 |
| 3.5.1 | <i>Steinsprang</i> | 21 |
| 3.5.2 | <i>Snøskred</i> | 21 |
| 3.5.3 | <i>Sørpeskred</i> | 22 |
| 3.5.4 | <i>Flomskred</i> | 22 |
| 3.5.5 | <i>Jordskred</i> | 22 |
| 3.5.6 | <i>Samlet skredsannsynlighet og tiltak i sideterreng</i> | 23 |
| 3.6 | Spesielle usikkerheter og restrisiko i anleggsfasen | 23 |
| 3.7 | Videre arbeid og undersøkelser | 23 |
| 4 | Referanser | 24 |

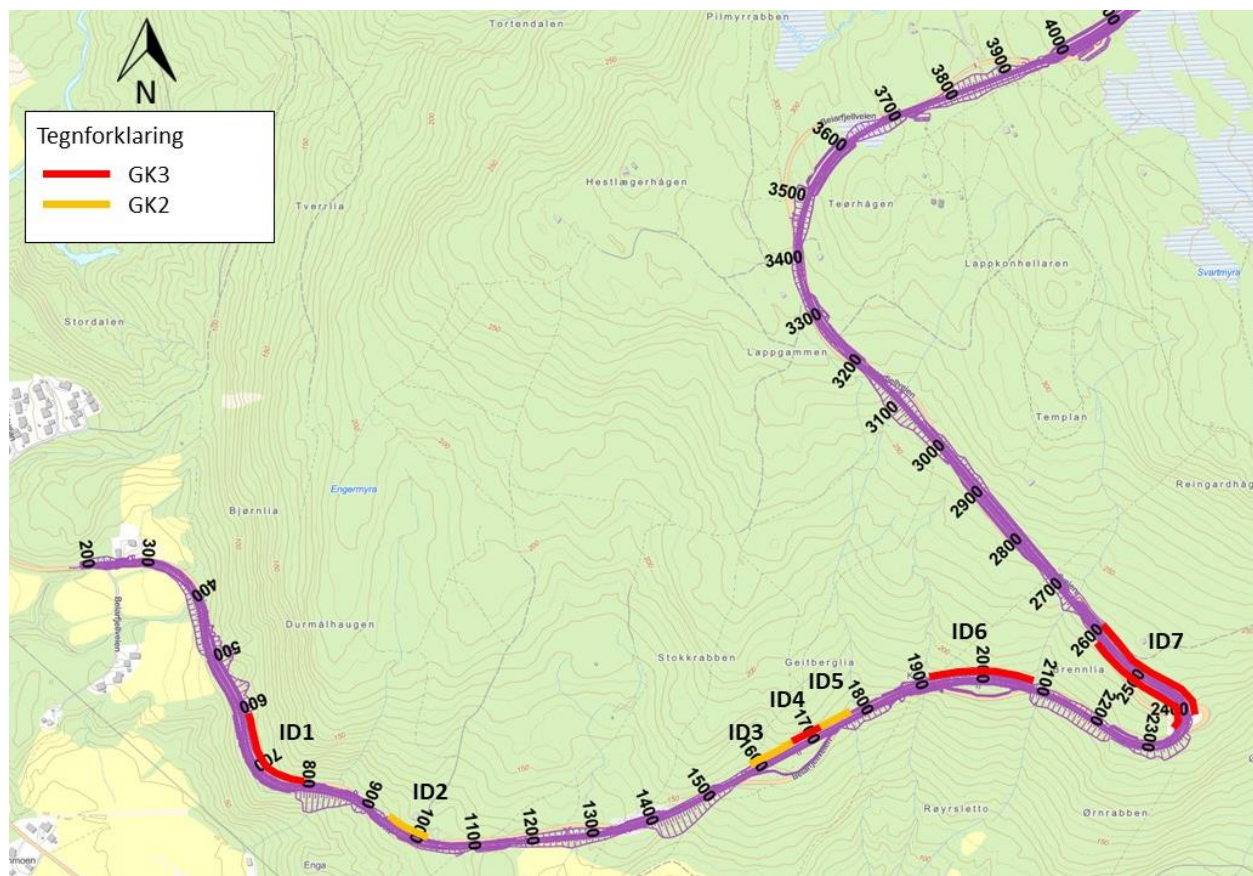
1 Innledning

1.1 Bakgrunn

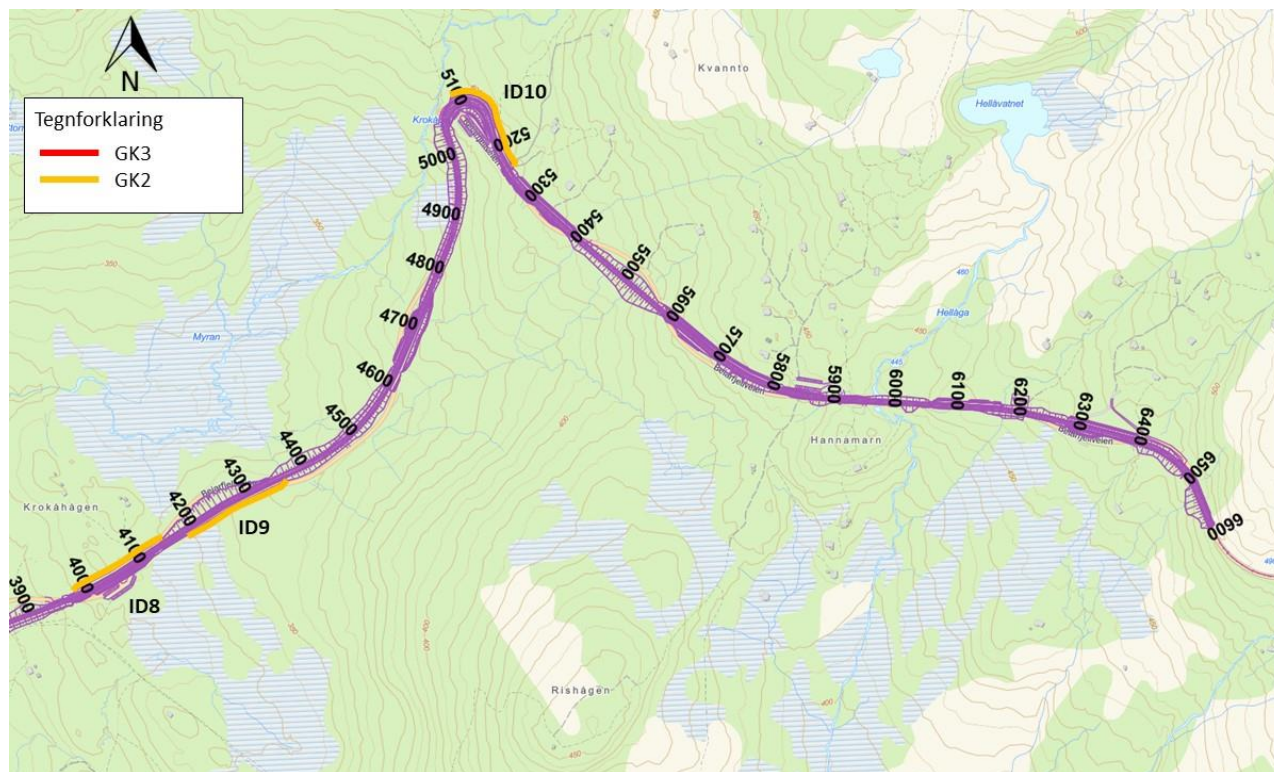
Norconsult er engasjert av Beiar kommune i forbindelse med detaljregulering av Fv. 813 på deler av Beiarfjellveien (Figur 1 og Figur 2). Det planlegges å utbedre denne delstrekningen langs eksisterende vegstrekning, da dagens veg har bratt stigning og krappe kurver.

Det blir flere strekninger hvor eksisterende bergskjæringer skal utvides, men også enkelte områder med nye bergskjæringer. Høyeste prosjekterte bergskjæring på strekningen er på 16 meter mellom profilnummer 750 og 780. Det er fire bergskjæringer langs strekningen hvor det er bergskjæring med høyde over 10 meter. Oversiktskart med inntegnet strekninger med bergskjæringer er vist i Figur 1 og Figur 2, hvor bergskjæringer er fordelt i geoteknisk kategori 2 og 3.

Denne ingeniørgeologiske rapporten til reguleringsplan inneholder vurdering av høye bergskjæringer og vurdering av skredfare fra sideterreng, og er utarbeidet i henhold til Statens vegvesen sin håndbok N200 med fokus på de viktigste temaene.



Figur 1: Oversiktskart profilnummer 200-4000 med inntegnet bergskjæringer i geoteknisk kategori 2 og 3.



Figur 2: Oversiktskart profilnummer 4000-6600 med inntegnet bergskjæring i geoteknisk kategori 2 og 3.

1.2 Grunnlagsmateriale

Følgende grunnlagsmateriale er benyttet i forberedelse av feltarbeid og utarbeidelse av ingeniørgeologisk rapport:

- Digitalt kartgrunnlag og veglinje
- Topografisk kart fra kartverket (www.norgeskart.no)
- Helningskart og skyggekart basert på digital terrengmodell (www.hoydedata.no)
- Berggrunnskart fra NGU (1: 50 000)
- Kvartærgeologisk kart fra NGU (1: 50 000)
- Skredhendelser og aktsomhetskart for skred fra NVE
- Grus- og pukkdatabasen fra NGU

For ingeniørgeologisk prosjektering er det lagt til grunn følgende regelverk og styrende dokumenter:

- Eurokode 0: NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 [1]
- Eurokode 7: NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020 [2]
- Byggteknisk forskrift, TEK17 §7 Sikkerhet mot naturpåkjenninger [3]
- Statens vegvesen, Håndbok N200 Vegbygging (2021) [4]
- Statens vegvesen, Håndbok N225 Bergskjæring (2023) [5]

1.3 Krav til prosjektering, geoteknisk kategori og kontroll

1.3.1 Prosjekteringsmetoder

Eurokode 7 [2] angir ulike prosjekteringsmetoder for geoteknisk prosjektering. Det er prosjektering ved konstruktive tiltak, prøvebelastning og modellering, og observasjonsmetoden. For ingeniørgeologisk prosjektering er det utfordrende å forutsi hvordan bergmassen oppfører seg ved sprengning og hvilke faktiske bergsikringstiltak som vil være nødvendige i forkant av sprengning. Siden det i dette prosjektet i stor grad er snakk om utvidelse av eksisterende bergskjæringer, benyttes observasjonsmetoden hvor endelig prosjektering av bergsikringstiltak etterprøves under bygging.

1.3.2 Geoteknisk kategori, konsekvens- og pålitelighetsklasse

Prosjektet klassifiseres i geotekniske kategorier avhengig av kompleksitet og risiko. Eurokode 7 bestemmer de geotekniske kategoriene for vegprosjekter, og ulike deler av prosjektet kan ha ulike geotekniske kategorier.

Fastsettelse i geoteknisk kategori er utført i henhold til skal-krav 1.1.1.3-1 i Håndbok N200 [4]. Basert på disse kravene fordeler geoteknisk kategori, konsekvensklasse og pålitelighetsklasse seg på følgende måte i prosjektet:

Tabell 1: Oversikt over geoteknisk kategori fordelt på profilnummer.

| ID | Profilnummer | | Lengde [m] | Største skjærings-høyde | Kommentar | GK | CC | RC |
|----|--------------|------|------------|-------------------------|--|----|----|----|
| | Fra | Til | | | | | | |
| 1 | 620 | 800 | | 16 m | Bergskjæring med høyde opp mot 16 meter. Sidebratt terreng over skjæring hvor stabilitet og skredfare må ivaretas. | 3 | 3 | 3 |
| 2 | 950 | 1020 | | 6 m | Moderat høy bergskjæring. Ikke sidebratt terreng over. | 2 | 2 | 2 |
| 3 | 1600 | 1680 | | 9 m | Moderat høy bergskjæring. Ikke sidebratt terreng over. | 2 | 2 | 2 |
| 4 | 1680 | 1710 | | 10 m | Bergskjæring med høyde opp mot 10 meter. | 3 | 3 | 3 |
| 5 | 1710 | 1770 | | 9 m | Moderat høy bergskjæring. Ikke sidebratt terreng over. | 2 | 2 | 2 |
| 6 | 1920 | 2090 | | 15 m | Bergskjæring med høyde opp mot 15 meter. | 3 | 3 | 3 |
| 7 | 2370 | 2600 | | 12 m | Bergskjæring med høyde opp mot 12 meter. | 3 | 3 | 3 |
| 8 | 3990 | 4160 | | 7 m | Moderat høy bergskjæring. Ikke sidebratt terreng over. | 2 | 2 | 2 |
| 9 | 4200 | 4370 | | 7 m | Moderat høy bergskjæring. Ikke sidebratt terreng over. | 2 | 2 | 2 |
| 10 | 5100 | 5260 | | 7 m | Moderat høy bergskjæring. Ikke sidebratt terreng over. | 2 | 2 | 2 |

1.3.3 Prosjekterings- og utførelseskontroll

Prosjekteringskontrollklasse og utførelseskontrollklasse skal velges på bakgrunn av pålitelighetsklasse (RC) og geoteknikk kategori (GK). For bergskjæringer skal disse velges i henhold til tabell 1.2.1-1 og 1.2.1-2 i håndbok N200 [4] som er gjengitt i Tabell 2 og Tabell 3.

Tabell 2: Sammenheng mellom geoteknikk kategori og kontrollklasse for bergskjæring.

| Geoteknikk kategori | Pålitelighetsklasse | Prosjekteringskontrollklasse | Utførelseskontrollklasse |
|---------------------|---------------------|------------------------------|--------------------------|
| 1 | RC1 | PKK1 | UKK1 |
| 2 | RC2 | PKK2 | UKK2 |
| 3 | RC3 | PKK3 | UKK3 |

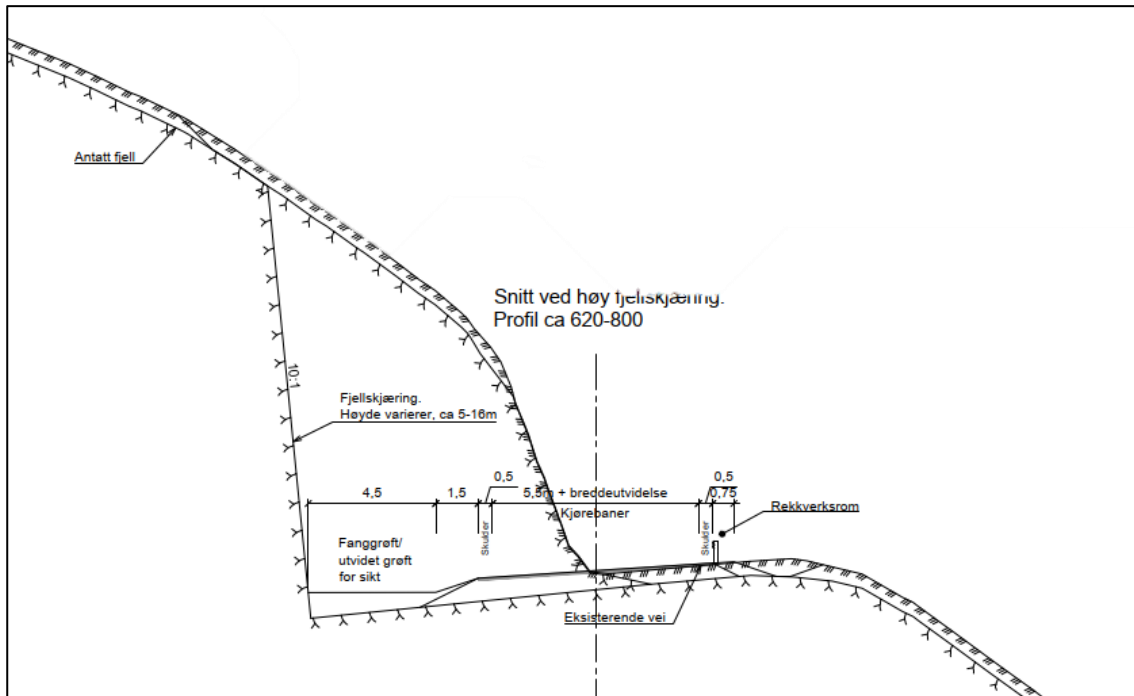
Tabell 3: Krav til kontrollform.

| Kontroll-klasse | Kontrollform | | | | | |
|-----------------|-------------------|---|----------------------|---------------|---|----------------------|
| | Ved prosjektering | | | Ved utførelse | | |
| | Egen-kontroll | Intern, systematisk kontroll (Kollega-kontroll) | Utvidet kontroll | Egen-kontroll | Intern, systematisk kontroll (Kollega-kontroll) | Utvidet kontroll |
| PKK1/UKK1 | Kreves | Kreves ikke | Kreves ikke | Kreves | Kreves ikke | Kreves ikke |
| PKK2/UKK2 | Kreves | Kreves | Kreves ^{a)} | Kreves | Kreves | Kreves ^{a)} |
| PKK3/UKK3 | Kreves | Kreves | Kreves | Kreves | Kreves | Kreves |

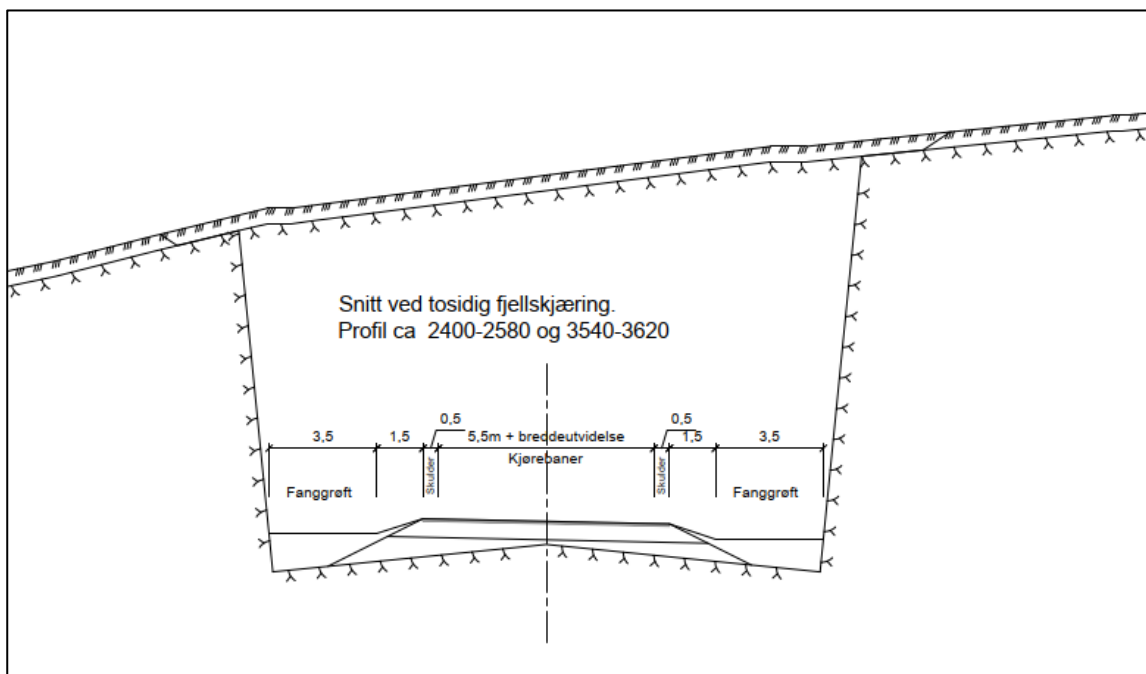
^{a)}Utvidet kontroll i prosjekterings- og utførelseskontrollklasse PKK2/UKK2 kan beregnes til en kontroll av at egenkontroll og intern systematisk kontroll (kollegakontroll) er gjennomført og dokumentert.

1.4 Normalprofil for bergskjæring

Bergskjæringene skal etableres med helning 10:1 (Figur 3, Figur 4). Grøfter er planlagt utformet som fanggrøft i henhold til krav i Vegnormal N200 med en bredde på 3,5 meter. Langs enkelte partier er grøft også utvidet med hensyn til sikt og har da bredde på 4,5 meter.



Figur 3: Tverrprofil ved bergskjæring profil 620-880.



Figur 4: Tverrprofil tosidig bergskjæring.

1.5 Sikkerhet mot skred

I henhold til håndbok N200 tabell 1.7-1 skal fare for skred ned på veg fra naturlig sideterreng utredes og sikkerhetstiltak skal planlegges ut fra sikkerhetsnivå gitt i Tabell 4.

Dagens ÅDT langs Fv. 813 på strekningen er på 380 for 2022. Vurdering av skredsannsynlighet skal hensynta fremskrevet ÅDT. Langs Fv. 813 er det ikke forventet stor økning i trafikkmengde. Dette betyr at strekningen havner i kategorien dimensjonerende trafikkmengde <500 i Tabell 4 og samlet skredsannsynlighet per km og år skal ikke være større enn 1/20.

Tabell 4: Sikkerhetskrav for skredsannsynlighet på veg. Gjeldende sikkerhetskrav for Fv. 813 er markert med rødt omriss.

| Dimensjonerende trafikkmengde | Samlet skredsannsynlighet per km og år |
|-------------------------------|--|
| < 500 | 1/20 |
| 500 - 3999 | 1/50 |
| 4000 - 5999 | 1/100 |
| 6000-11 999 | 1/300 |
| ≥ 12 000 | 1/1000 |

1.6 Utførte undersøkelser

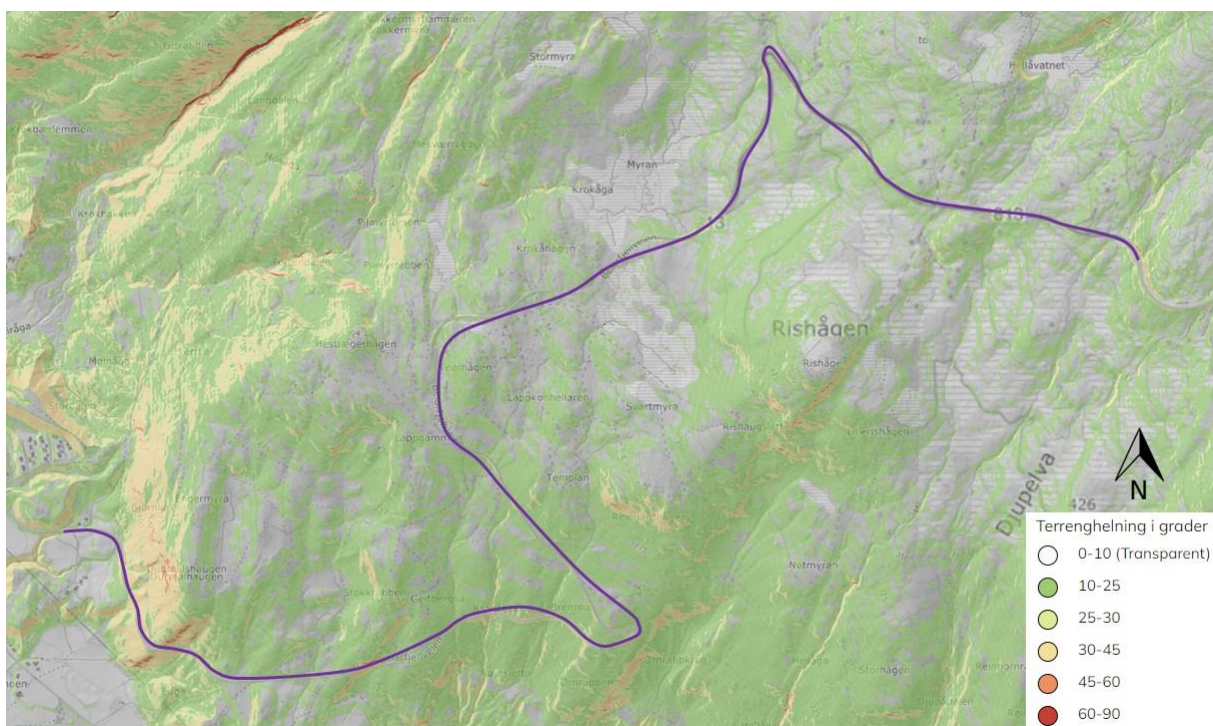
Det er utført feltbefaring langs hele strekningen med planlagt ny veglinje. Strukturgeologiske målinger er samlet og presentert i kapittel 2. Ved befaringen ble det også kartlagt for skredfare der hvor vegen ligger innenfor aktsomhetsområdet for skred fra bratt terreng. Befaringen ble utført av ingeniørgeolog Marianne Rødseth 05. juni 2023. Det er ikke utført grunnundersøkelser eller annen prøvetaking i forbindelse med utarbeidelse av denne rapporten.

2 Grunnforhold

2.1 Topografi og områdebeskrivelse

Prosjektområdet ligger i et område hvor terrenget stiger opp mot Beiarfjellet. Vegen starter ved kote 52 i vest og stiger opp mot kote 485 i øst. Første del av vegen fra vest har bratt sideterreng over vegen, med jevn helning mellom 30-45 grader. Ellers veksler terrenget mellom sideterreng med helning mellom 10-25 grader, samt partier med helning under 10 grader.

I nedre del av prosjektområdet (øst) veksler terrenget med å være dekket av gran-, furu- og løvskog med høy kronedekning. I øvre del av prosjektområdet er det generelt spredt løvskog. I partiene med helning under 10 grader er det partier med myr, mens ellers er terrenget stort sett lyng og skogsbunn.



Figur 5: DTM kart med inntegnet veglinje [6].

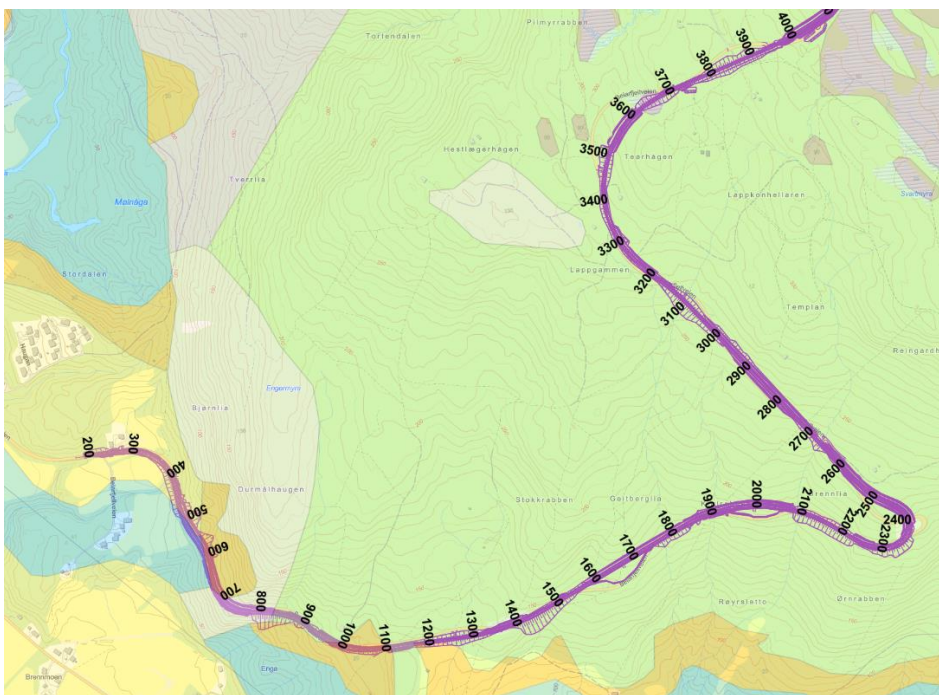
2.2 Kvartærgeologi og løsmasser

Figur 6 og Figur 7 viser kvartærgeologisk kart over området.

Jamfør kvartærgeologisk kart fra NGU (M 1:50 000) ligger nedre del av prosjektområdet under marin grense fem til profilnummer ca. 900. Mellom profilnummer 200 og 1100 viser løsmassekartet at løsmassene langs veglinjen veksler mellom elve- og bekkeavsetning, hav- og fjordavsetning og breelvavsetning. Mellom profilnummer 1100-6600 viser løsmassekartet at løsmassene langs veglinjene i hovedsak er tynt morenemateriale, stedvis avbrutt av torv/myr, mens det mellom profilnummer 5500-6100 vises forvitningsmateriale.

Langs eksisterende veg er det kartlagt i hovedsak bergskjæringer der hvor vegen skjærer inn i terrenget, noe som indikerer at mektighetene til løsmassene i områder med tynt morenedekke er begrenset. Dette kan variere lokalt i forhold til bergoverflatens forløp.

I Nasjonal database for grunnundersøkelser Geotekniske undersøkelser (NADAG), foreligger det datarapport for utførte grunnundersøkelser ved ca. profil 580-700. Undersøkelsene er utført i forbindelse med en utglidning av vegfyllingen. Undersøkelsene viser mektighet av løsmasser mellom 1,4-6,4 m meter bestående av steinfylling og noe løsere masser. I overgang til berg viser undersøkelsene antatt breelvavsetning.



Figur 6: Kvartærgeologisk kart over området mellom profilnummer 200-4000 [7].



Figur 7: Kvartærgeologisk kart over området mellom profilnummer 4000-6600 [7].

2.3 Berggrunnsgeologi

2.3.1 Bergarter

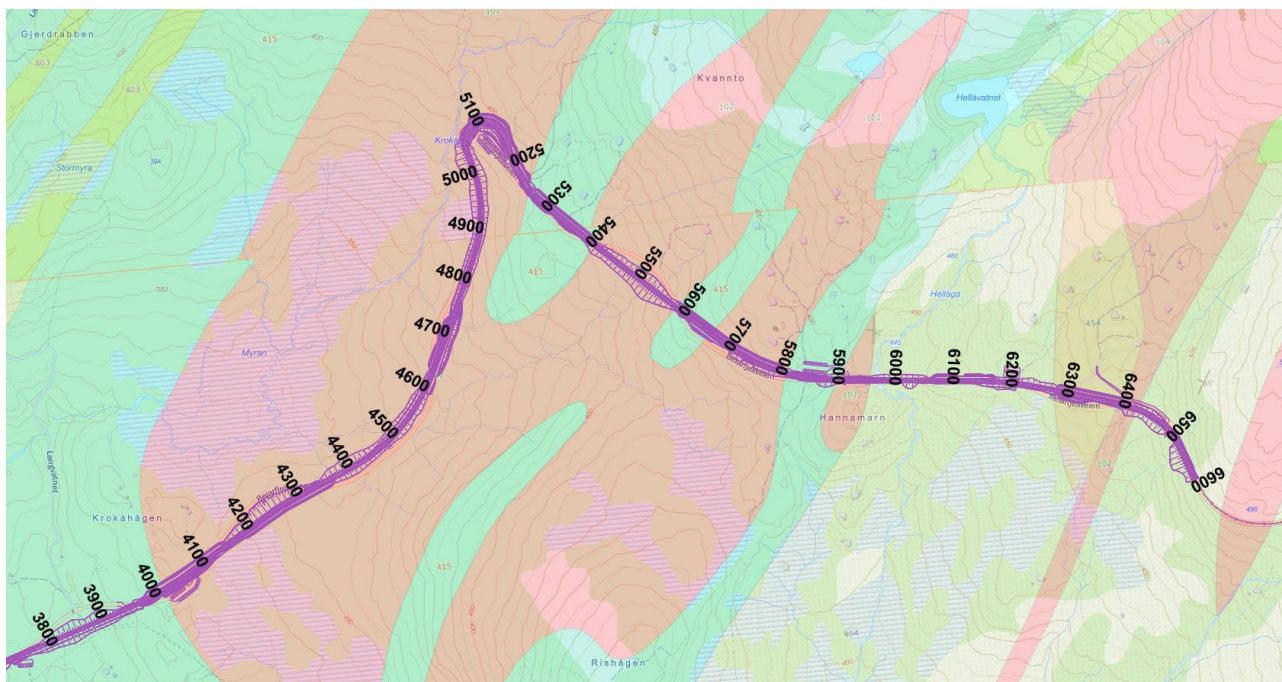
Figur 8 og Figur 9 viser berggrunnskart over området.

Det foreligger berggrunnskart i målestokk 1:50 000 for området. I henhold til kartene består berggrunnen i prosjektområdet av kalkspatmarmor/dolomitt, granatglimmerskifer og granitt. Berggrunnen tilhører den kaledonske fjellkjedefoldingen (kaledonsk orogen) og består i hovedsak av omdannede bergarter.

Dekkene og bergartstypene veksler gjennom hele prosjektområdet hvor det mellom profilnummer 400-4000 i hovedsak er en veksling mellom kalkspatmarmor/dolomitt og granatglimmerskifer, mens det i øvre del av prosjektområdet, profilnummer 4000-6000, i størst grad er granitt.



Figur 8: Berggrunnskart over området mellom profilnummer 200-4000 [7].



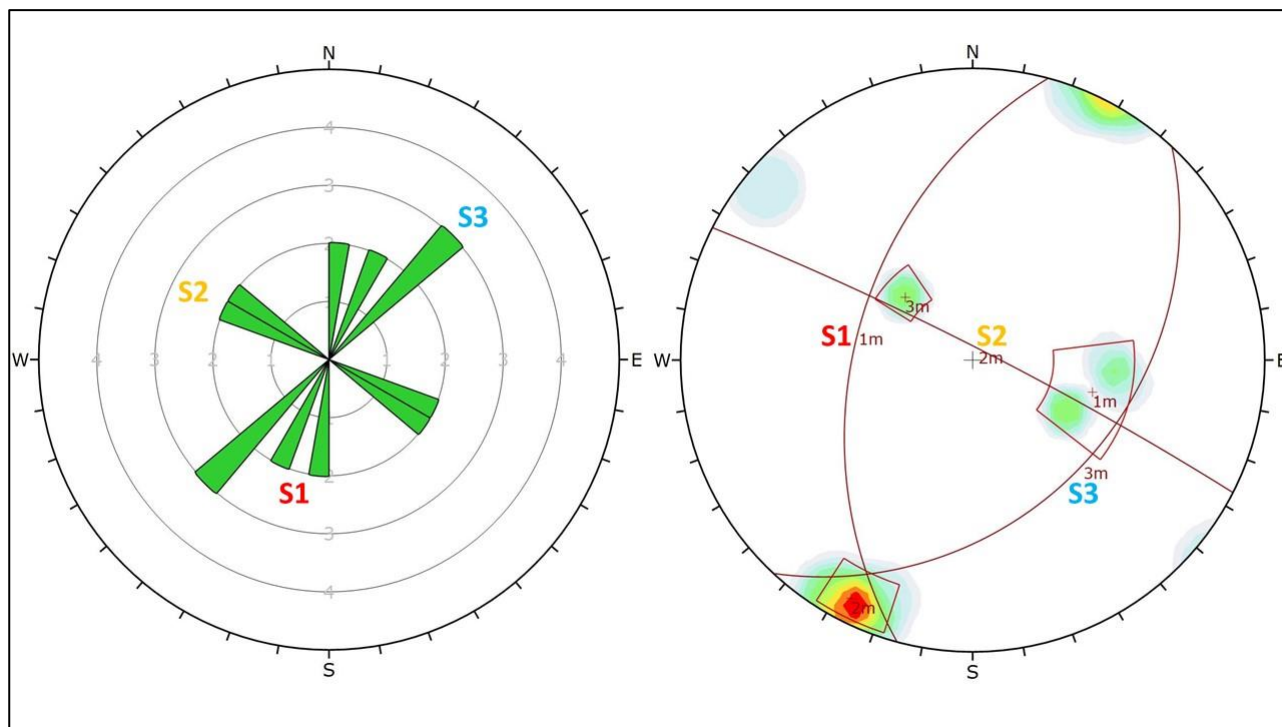
Figur 9: Berggrunnskart over området mellom profilnummer 4000-6600 [7]

2.3.2 Strukturgeologi

Det er utført sprekkekartlegging i eksisterende bergskjæring langs vegen, der hvor det blir bergskjæring innenfor GK3. Tolket hovedsprekkeretning er vist i Tabell 5, og sprekerose og stereoplott er presentert i Figur 10. Bergmassen i skjæringene fremgår å være påvirket av overflateforvitring i toppdelen, 1-2 meter ned. Bergmassen fremstår generelt storblokkig med stor avstand mellom sprekesettene. Men stedvis er det registrert tettere grad av oppsprekking langs sprekeplanene, spesielt langt sprekeplan S1 og S2. Det er også registrert bølging i storskala langs sprekesett S1.

Tabell 5: Tolket hovedoppsprekking.

| Struktur | Strøk [°] | Fall [°] | Spreketetthet | Kommentar |
|---------------|-----------|----------|----------------------------|---|
| Sprekesett S1 | 180-200 | 40-55 | 1-1,5. Stedvis ned mot 0,1 | Gjennomsettende. Stedvis partier med tettere oppsprekking langs planet. Ru og bølgete i stor skala. |
| Sprekesett S2 | 290-300 | 82-88 | 2,5. Stedvis ned mot 0,1. | Gjennomsettende. Ru og plan. |
| Sprekesett S3 | 040-045 | 30-40 | 0,2-0,5 | Fremstår stedvis som stikk og riss, og ikke like gjennomsettende som S1 og S2 |



Figur 10: Sprekkerose (figur venstre) og stereoplott (figur høyre), inntegnet tolkning av hovedsprekkesett.

2.3.3 Svakhetssoner

Ny Fv.813 er i hovedsak en utvidelse av eksisterende bergskjæring. Det er ikke registrert større svakhetssoner ved kartlegging i eksisterende bergskjæring langs vegen. Det er stedvis registrert mindre sprekkesoner langs sprekkesett som følger foliasjonen, og det er anrikning av glimmerholdig mineraler. Det er ikke registrert i et slikt omfang at det er registrert som en svakhetsone.

2.4 Aktsomhet for skred

Aktsomhetskart for snøskred, steinsprang, jord- og flomskred fra NVE sin kartdatabase er vist i vedlegg [8]. Kartene viser potensielle utløsnings- og utløpsområder for skred.

Aktsomhetskartene viser at vegstrekningen mellom profilnummer 340-620 ligger innenfor aktsomhetsområde for steinsprang, profilnummer 260-840 ligger innenfor aktsomhetsområde for snøskred, og profil 430-490 og 840-880 ligger innenfor aktsomhetsområde for jord- og flomskred.

Det er ikke registrert hendelser knyttet til skred langs eksisterende veg, men det er kjent at det har forekommet utglidning/utvasking av veg rundt profilnummer 750, samt utglidning av løsmasser fra sideterreng i det samme området.

2.5 Omgivelser

2.5.1 Hydrogeologi

De planlagte bergskjæringene følger eksisterende Fv. 813 og bergskjæringene som skal etableres er i hovedsak utvidelse av eksisterende skjæringer. Mellom profilnummer 3630-3700 og 4150-4250 ligger det myrområder i direkte nærhet til den planlagte traseen.

Det er ikke registrert at det kommer ned elver i tilknytning til bergskjæringene, men søkk i terrenget kan ha noe mer vannføring i forbindelse med mye nedbør/snøsmelting. Men vannføring virker å være sesongvariert.

I Nasjonal grunnvannsdatabase (Granada) er det ikke registrert nærliggende brønner til prosjektområdet.

2.6 Bebyggelse og infrastruktur

Det er lite bebyggelse i området hvor bergskjæringene skal etableres. Det ligger tre hus/hytter med avstand under 50 meter fra toppkant bergskjæring. Ved profilnummer 1000 er det ca. 20 meter avstand fra toppkant bergskjæring og bygg på gnr/bnr 16/127, ved profilnummer 5350 ca. 40 meter fra bygg på gnr/bnr 17/71 og ved 5780 er det ca. 25 meter fra bygg på gnr/bnr 17/19.

3 Ingeniørgeologiske vurderinger

3.1 Stabilitet, utforming og uttak av bergskjæringer

Generelt er bergskjæringer planlagt med helning 10:1. Det kan være behov for stedlige tilpasninger av skjæringsvinkel for optimalisering mot parallelle steiltstående sprekkeplan, noe som må vurderes på grunnlag av videre detaljprosjektering. Generelt er skjæringene prosjektert med bred fanggrøft som skal ivareta mindre utfall av stein og is, samt eventuelt vann fra skjæringer, og medfører at det er mindre behov for sikring av detaljstabilitet i bergskjæringene da fanggrøft skal ivareta dette.

Det vil være risiko for bakbryting ved sprengning av skjæringer. Dette må hensyntas både når det gjelder avgraving og med tanke på omfanget av regulert område inn fra toppkant bergskjæring. Ved befaringen er det registrert at det i hovedsak ligger et tynt løsmassedekke over fjell, men det er også registrert at mektighet varierer lokalt og at det kan være større mektighet av løsmasser i mindre terrengsøkk. Generelt anbefales det at det graves minimum 5 meter inn fra toppkant for bergskjæringer med høyde over 10 meter, hvorpå løsmasser videre legges på friksjonsvinkel.

Totalstabiliteten til bergskjæringer vurderes å kunne ivaretas ved kontursprengning og konvensjonelle bergsikringsbehov. Dersom en påtreffer spesielle grunnforhold som distinkte glideplan med sleppematerialer, tilstedeværelse av svelleleire med videre, må tiltak for å ivareta totalstabiliteten vurderes spesielt.

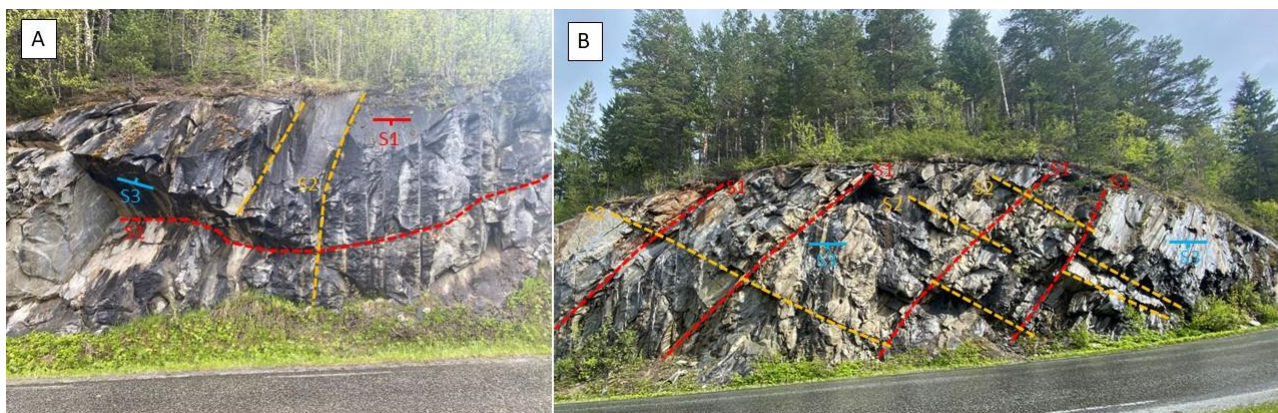
I det følgende er det gitt en nærmere beskrivelse av stabilitetsvurdering for de ulike bergskjæringene i GK3.

ID1 Bergskjæring profilnummer 620-800

Registrert bergart i eksisterende bergskjæring er kalkspatmarmor/dolomitt med soner med granatglimmerskifer som er tettere oppsprukket (Figur 11). I eksisterende bergskjæring mellom profilnummer 620-700 er det observert at sprekkesett S1 går omtrent parallelt med skjæringen. Dette har medført utfall av blokker langs S1, trolig i forbindelse med sprengning, og et gjenstående større overheng av bergmasse dannet av S3. Bergskjæringene er ikke sikret med bolter, noe som tyder på at ruheten til sprekkeplanet er høy. S1 er gjennomsettende og kan følges gjennom hele bergskjæringen som avløsende sprekkesett med fall mot veg. Der hvor bergskjæringen følger strøkretning til sprekkesett S1 og S3 må det forventes behov for å sikre skjæringer for eventuell plan utglidning og kileutglidning.

Mellom profilnummer 670-710 er det i dag en natursteinsmur langs skjæringen, som sikring av løsmasser mellom to bergskjæringer. Det er et søkk i terrenget, og trolig større ansamling av løsmasser enn områdene rundt. Muren må fjernes i sin helhet i forbindelse med etablering av ny veg.

Det er generelt et tynt løsmassedekke over berg langs store deler av lia. Løsmassemekthet kan variere. På grunn av det bratte sideterrenget kan det bli utfordrende å få etablert en stabil graveskråning over toppkant bergskjæring. Det må derfor forventes behov for sikringstiltak for å sikre løsmassene langs toppkant skjæring, som f.eks. en betongmur.



Figur 11: [A] Bergskjæring mellom profilnummer 640-670 med inntegnet oppsprekking. [B] Bergskjæring mellom profilnummer 750-790 med inntegnet oppsprekking.

ID4 Bergskjæring profilnummer 1680-1710

Langs dagens veg er det lav bergskjæring (<1 meter) som i hovedsak er vegetasjonsdekt. Det er ikke registrert oppsprekking i blotningen. Det er i dagen observert bergmasse med tettere laminering og trolig granatglimmerskifer, som grenser til et parti med mer storblokkig bergmasse som er kartlagt som kalkspatmarmor/dolomitt. I henhold til berggrunnskartet går det et bergartsskille i skjæringen, og observasjonene stemmer med bergartskartet. Bergmassen fremgår å være preget av overflateforvitring.

ID6 Bergskjæring profilnummer 1920-2090

I eksisterende bergskjæring er det observert en veksling mellom dolomitt og granatglimmerskifer (Figur 12). Det er partier med tettere oppsprekking langs sprekesett S1, og bergskjæringen er preget av overflateforvitring. Sprekesett S1 står med vinkel inn i skjæringen, og bergskjæringen går omtrent parallelt med sprekesett S3. Der hvor bergskjæringen følger strøkretning til sprekesett S3 må det forventes behov for å sikre skjæringene for eventuell plan utglidning og kileutglidning.



Figur 12: Bergskjæring langs eksisterende veg med inntegnet oppsprekking.

ID7 Bergskjæring profilnummer 2370-2600

Eksisterende bergskjæring langs vegen er nylig utvidet og det er tilbakefylt med masser inn mot skjæringen. Det er registrert at det er kalkspatmarmor/dolomitt i skjæringen. Det ligger et tynt dekke med humus over berg og stedvis er bergmassen påvirket av overflateforvitring. Store deler av bergskjæringen går parallelt med sprekkesett S2, som er positivt med hensyn til totalstabiliteten til skjæringen. Summen av sprekkesettene kan danne kiler i skjæringen, og det må forventes behov for å sikre skjæringen for dette.



Figur 13: Bergskjæring langs eksisterende veg med tilbakefylte masser i fot av skjæring.

3.2 Anvendelse av steinmaterialet

I nedre del av prosjektområdet er det hyppig vekslinger mellom kalkspatmarmoren og granatglimmerskifer. I øvre del av prosjektområdet er det i henhold til berggrunnskartet veksling mellom granatglimmerskifer og granitt. Det er i denne planfasen ikke utført testing av bergartene for å bestemme egenskapene for vurdering av egnet bruk av massene.

Granatglimmerskifer har erfaringsmessig høyt innhold av glimmerminerale, som vil gi lavere mekanisk styrke, og dermed lavere motstandsevne mot nedknusning og slitasje. Det er i tillegg ikke gunstig med høyt glimmerinnhold ved bruk i asfalt og betong. Videre er karbonatbergarter, som kalkspatmarmor, ofte myke og ikke egnet til veg-, bane-, og tilslagsformål. Granitt bruker normalt å være egnet for bruk i overbygning, avhengig av mineralsammensetning og kompetanse. Men dersom granitten har høyt innhold av glimmerminerale, eller er sterkt påvirket av forvitring, kan også denne ha lavere mekanisk styrke. Det anbefales derfor at det gjennomføres tester av massene for å bestemme materialeegenskaper og vurdering av disse opp mot gjeldende krav til ulike bruksformål. Andre bruksområder for masser, hvor det ikke stilles spesifikke krav (fyll- og dreneringsmasser, grøftepukk o.l.) er aktuell bruk.

3.3 Vibrasjoner fra sprengningsarbeider

Vibrasjonskrav i henhold til gjeldende standarder må fastsettes av byggherren før oppstart av byggearbeider. Generelt i henhold til NS8141:2022 [9] anbefales det at det gjennomføres tilstandsvurdering for bygg i nærheten av sprengningssted. I henhold til standarden gjelder dette alle bygg fundamentert på berg innenfor 50 meter fra sprengningssted og alle bygg innenfor 100 meter fundamentert på løsmasser.

Dersom det er spesielle forhold som tilstedeværelse av kvikkleire eller vibrasjonsømfintlig infrastruktur og lignende, må vibrasjonskrav vurderes spesielt i forhold til dette.

3.4 Hydrogeologiske forhold

Naturlig grunnvannstand i et område avhenger av hvor mye vann som tilføres området, og hvor mye som lekker eller fordampes ut av magasinet. Skjæringer kan medføre endrede strømningsforhold, og lekkasje av grunnvann inn i skjæringen vil føre til lokal senking av grunnvannsnivået, spesielt oppstrøms skjæringen.

Skjæringene er planlagt etablert i et bratt område med begrenset/varierende løsmassedekke, og det forventes at grunnvannsnivået ligger i bergmassen. Der hvor vegen ligger i nærheten av myrforekomster har terrenget rundt lav helning og dreneringsretning for myrene er ikke mot veg.

Dyp til grunnvann er ikke kjent, men grunnvannsnivået oppstrøms vegen har trolig blitt påvirket av eksisterende vegskjæringer. Utvidelser av vegen inn i terrenget gjør at skjæringer kan komme i kontakt med grunnvannet, men dette vurderes å ikke ha negative konsekvenser for sårbar natur oppstrøms skjæringene.

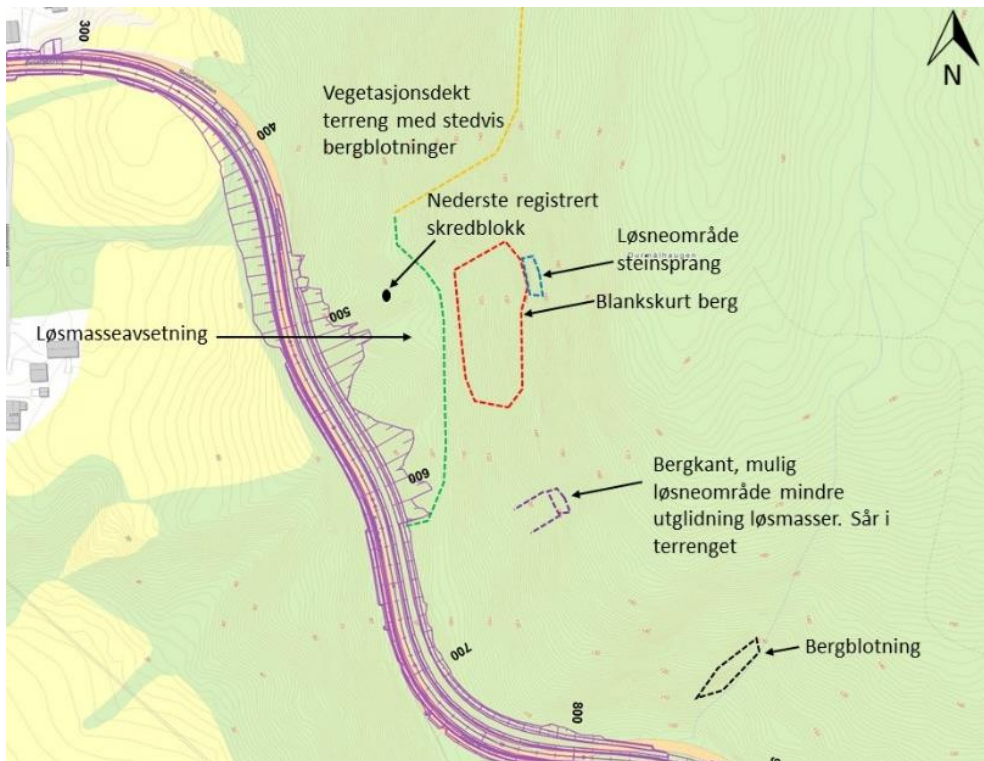
Det er ikke kjent at det er utfordringer knyttet til iskjøving langs de eksisterende bergskjæringene på grunn av vannsig fra løsmassene over skjæringene. Vann fra ovenforliggende terreng som drenerer ned mot skjæringene er forutsatt håndtert med avskjærende grøfter og nedføringskanaler ved behov. Behov må tilpasses stedlige forhold og håndteres i anleggsfasen. Behov for tiltak forutsettes ivaretatt av fagpersonell som håndterer vurderinger knyttet til overvann for prosjektet.

3.5 Vurdering av skredfare fra sideterreng

Denne skredfarevurderingen tar utgangspunkt i de terreng- og vegetasjonsforhold som er aktuelle på vurderingstidspunktet. Endringer innen disse, menneskeskapte eller naturlige, kan endre forutsetningene for vurderingen.

Det er utarbeidet et registreringskart over registreringer utført i terrenget mellom profilnummer 400 og 900 (Figur 14). I terrenget er det registrert ferskere hendelser knyttet til steinsprang, samt eldre hendelser som er tolket å være en mindre utglidning av løsmasser i terrenget. Mellom profilnummer 460 og 620 er det registrert terrengformasjoner som tyder på en større løsmasseavsetning over berg. I overkant av løsmasseavsetningen er det observert blankskurt berg med helning registrert rundt 30 grader (Figur 15). Sprekkeplanet har samme orientering som sprekkeseett S1. Ved ett parti er det registrert et overheng i bergmassen, og her er det tegn etter ferske nedfall av stein (Figur 16). Steinene er relativt flate, og lengste registrerte utløpslengde for blokkene er ca. 30 meter fra toppkant prosjektert veg.

Terrenget er ellers generelt vegetasjonsdekt med skogsbunn, og benyttes som beiteområde for sau. Det er registrert et står i terrenget over profilnummer 650 hvor det i terrenget er et mindre parti med blankskurt berg, og et markert søkk i terrenget rundt. Området er i dag vegetasjonsdekt, men terrengformasjonen kan tyde på tidligere mindre utglidning av løsmasser.



Figur 14: Registreringskart skredfarevurdering.



Figur 15: Bergoverflate med blankskurt berg.



Figur 16: Område med registrert steinsprang.

3.5.1 Steinsprang

Det er registrert partier hvor det har vært nedfall av steinflak i terrenget. Dette er over profilnummer 480. Blokkene har stoppet i terrenget der hvor det er overgang til vegetasjonsdekt terreng. Utglidningsmekanismen er knyttet til steinflak som har løsnet langs S3 i overheng, og flak som har glidd ned langs den glatte bergoverflaten. Det fremgår ikke at blokker har fått stor energi eller rotasjonsenergi i forbindelse med nedfallet. Avstand fra skredblokker og ned til fremtidig veg er 30 meter. Det er ikke registrert andre løснеområder for steinsprang i sideterrenget over veg.

Det er ikke registrert tidligere steinsprang mot veg i dette partiet, og det vurderes at strekningen har en nominell årlig sannsynlighet for steinsprang mindre enn 1/20, og har derav tilstrekkelig sikkerhet mot steinsprang.

3.5.2 Snøskred

Hele lia mellom profilnummer 400 og 750 har tilstrekkelig bratthet til å løse ut snøskred. Det er ikke registrert historiske snøskred i området, eller observert spor etter nylige hendelser i historiske flyfoto eller under befarings. Sideterrenget er i hovedsak dekket av tett granskog i nedre del av terrenget til kote 120, og løvskog opp mot toppkant av Durmålhaugen.

Det er utarbeidet et enkelt klimaberegnings verktøy for utførelse av skredfarevurderinger. Dette er benyttet for å se på klimaoversikt med 3 døgns snø og returverdi. Maks registrerte snømengde er 2 meter, og 100 års returverdi for ekstremverdier for 3 døgns snø er 67 cm. Det må normalt komme 1-2 meter snø i løpet av tre døgn før det oppstår ustabile forhold. Nedbørsførende vinder vinterstid er i hovedsak fra nordvest og vest i området. Dette betyr at pålagring av snø er størst i helninger mot øst/sørøst. Skråningen vender mot sørvest, som gir mindre akkumulasjon av snø fra vest/nordvest.

Bergoverflaten i terrenget er i partier glattskurt, og det er lite friksjon mot underlaget. Terrenghelningen er over 30 grader, og det er sannsynlig at snø vil gli ut langs disse bergflatene, og føres ned søkkene ned mot veg. Disse føringene ligger der i dag, og det er ikke registrert noen hendelser knyttet til snøskred ned på veg i dag. Dette kan være på grunn av begrenset akkumulasjon i terreng, og eventuell fortløpende utglidning på grunn av liten friksjon mot underlaget og at det er mindre sannsynlighet for større skred.

Basert på at det ikke er registrert tidligere skredhendelser knyttet til snøskred for vegen, samt klimaoversikt for området, vurderes det at nominell årlig sannsynlighet for snøskred er mindre enn 1/20, og har derav tilstrekkelig sikkerhet mot snøskred.

3.5.3 Sørpeskred

Det er ikke registrert spor etter aktivitet fra sørpeskred eller sørpeskredavsetninger, og det er ingen historiske hendelser knyttet til sørpeskred langs prosjektert vegstrekning. Sørpeskred forekommer ofte langs vannveger eller andre forsenkninger i terrenget. For at sørpeskred skal utløses kreves et snødekke av viss tykkelse og terrengformasjoner som muliggjør vannmetting av snødekket. Det kommer ned en bekk ved profilnummer 860. I bekkeløpet er det ikke registrert terrengformasjoner som sannsynliggjør større ansamling av snø og utløsning av sørpeskred. Det vurderes at strekningen har en nominell årlig sannsynlighet for sørpeskred mindre enn 1/20, og har derav tilstrekkelig sikkerhet mot sørpeskred.

3.5.4 Flomskred

Flomskred løsner ofte langs eksisterende bekkeløp eller som følge av et initialskred som utvikler seg ved å ta opp vann og erodere masser fra sidene av drensløpet. Det kommer ned en bekk ved profilnummer 860, som ligger innenfor aktsomhetsområdet for jord- og flomskred. I selve bekkeløpet er i det ikke registrert tegn til ferskere erosjonssår i sideterrenget, bekken er grunn og det fremgår å være normalt lite vannføring i bekken. Det ligger en god del større blokk langs bekkeløpet, og det er registrert bergblotninger og at det er tynt løsmassedekke i terrenget ved/rundt bekken. Det er ikke registrert hendelser knyttet til flomskred fra bekkeløpet, og i DTM kart er det ikke registrert tegn til større skredavsetninger nedstrøms vegen. Eventuelle ekstremhendelser knyttet til nedbør kan medføre noe massetransport i forbindelse med bekkeløpet, men sannsynligheten for større flomskred som kan skade veg og kjørebane vurderes å være liten.

Ved profilnummer 1920 er det registrert løsneområde for jord- og flomskred i kant med eksisterende veg. Terrenget nedstrøms vegen er bratt, og det er i dag fylling langs vegen her. Fremtidig veg vil også ligge på fylling mot sør. Det er ikke registrert hendelser knyttet til jord- og flomskred fra bekkeløpet tidligere, og aktsomhetskartet viser at utløp av jord- og flomskred vil stoppe før bebyggelse. Nedstrøms vegen er det registrert at bekken renner på berg i en bergkløft med høydeforskjell på ca. 2 meter fra omkringliggende terreng, og sannsynlighet for utløsning av flomskred i overgang mot veg er vurdert å være liten. Med hensyn til risiko for skred nedstrøms vegen er det en forutsetning at plassering av ny kulvert ikke endres i forhold til original plassering, slik at drenering av vannet går i det naturlige bekkeløpet.

Det vurderes at strekningen har en nominell årlig sannsynlighet for flomskred mindre enn 1/20, og har derav tilstrekkelig sikkerhet mot flomskred.

3.5.5 Jordskred

Sideterrenget mellom profilnummer 400 og 750 er teoretisk bratt nok til at jordskred kan utløses (> 20 grader). Deler av området består av tynt løsmassedekke over berg og jordskred kan ikke utelukkes.

Ved berfaringen er det registrert at bergoverflaten som de tynne løsmassene hviler på, er glatt og blankskurt. Det er registrert en lokasjon som kan være knyttet til en mindre lokal utglidning av løsmasser i det tynne løsmassedekket. Ny veg skal skjære seg inn i terrenget, og vil endre overgangen mellom berg og løsmasser

i området. Det er i dag i nedre del av terrenget tett vegetasjon i form av større granskog. Denne vil fjernes i forbindelse med at vegen flyttes inn i terrenget. Over granskogfjellet, er det spredt løvskog som bidrar mindre til hold av løsmassene. Det vurderes som sannsynlig at det kan forekomme mindre utglidninger i løsmassedekket over prosjektert veg, men det er ikke registrert tidligere hendelser knyttet til dette langs denne vegstrekningen. Det vurderes at mellom profilnummer 400 og 750 er nominell årlig sannsynlighet for jordskred større enn 1/50, men mindre enn 1/20. Vegen har derav tilstrekkelig sikkerhet mot jordskred.

3.5.6 Samlet skredsannsynlighet og tiltak i sideterreng

Samlet sannsynlighet for skred på veg fra sideterreng, er vurdert å være mindre enn 1/20 per km, og vegen oppfyller derfor krav til sikkerhet mot skred fra sideterreng.

3.6 Spesielle usikkerheter og restrisiko i anleggsfasen

Følgende restrisiko er identifisert i forbindelse med prosjekteringen og forutsettes ivaretatt ved videre detaljprosjektering og oppfølging av personale med ingeniørgeologisk kompetanse:

- **Uttak av berg:** Uttak av berg vil mellom profilnummer 620 og 800 foregå i terreng dekket av løsmasser. Tilkomst i sideterreng vil være utfordrende. Sprengning skal også forekomme inn imot veg som skal være trafikkert under anleggsperioden og berguttak og anleggsteknisk utførelse må hensyntas spesielt. Ved tre punkter langs vegen skal det etableres bergskjæring med avstand mellom 20-40 meter fra hus/hytter som ligger på oversiden av bergskjæring. Disse må hensyntas spesielt i forbindelse med anleggsarbeidene.
- **Sikkerhet, helse og arbeidsmiljø:** Uttak av berg vil medføre høye bergskjæring. Ved utførelse må entreprenør være oppmerksom på fare for utfall fra sprengte bergskjæring. Alt arbeid som skal utføres på kant av skjæring skal utføres med forsiktighet, og unngås dersom ikke nødvendig. Avgraving og rensk må planlegges på en slik måte at risiko knyttet til nedfall av løse blokker i terrenget minimeres. Risiko for sprut fra sprengning og støy fra anleggsarbeid må tas hensyn til ved planlegging av videre arbeid.

3.7 Videre arbeid og undersøkelser

Følgende arbeider anbefales utført i forbindelse med videre prosjektering og planlegging inn mot byggestart:

- **Detaljprosjektering av sikring av løsmasser over bergskjæring:** Det må utføres detaljprosjektering av en eventuell mur for sikring av løsmassene over toppkant bergskjæring mellom profil 620 og 800.
- **Mekanisk testing av bergarter:** Det anbefales utført mekaniske tester av de tre bergartstypene som forventes langs linja for å bestemme egnethet for bruken av massene.
- **Beregning av grenseverdier for vibrasjoner:** Fastsette grenseverdier for vibrasjoner i henhold til NS8141:2022 og gjennomføre bygningsbesiktigelse.
- **Nærliggende brønner:** Kartlegge om det forekommer nærliggende brønner som ikke er registrert i offentlige register.

4 Referanser

- [1] Norsk Standard, «NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016. Eurokode 0. Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner.,» 2016.
- [2] Standard Norge, «NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020. Eurokode 7. Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler.,» 2020.
- [3] Direktoratet for byggkvalitet, «Veiledning om tekniske krav til byggverk.,» [Internett]. Available: <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/>.
- [4] Statens vegvesen, «Håndbok N200 Vegbygging.,» 2022.
- [5] Statens vegvesen, «Håndbok N-V225 Bergskjæringer.,» 2023.
- [6] Statens Kartverk, «Høydedata.,» 2023. [Internett]. Available: www.hoydedata.no.
- [7] NGU, «Berggrunn- og løsmassekart.,» 2023. [Internett]. Available: www.ngu.no/emne/kart-pa-nett.
- [8] NVE, «NVE Atlas.,» [Internett]. Available: <https://atlas.nve.no/Html5Viewer/index.html?viewer=nveatlas#>. [Funnet 2023].
- [9] NorskStandard, «NS8141:2022. Vibrasjoner og støt. Veiledende grenseverdier for bygge- og anleggsvirksomhet, bergverk og trafikk.,» Norsk Standard, 2022.

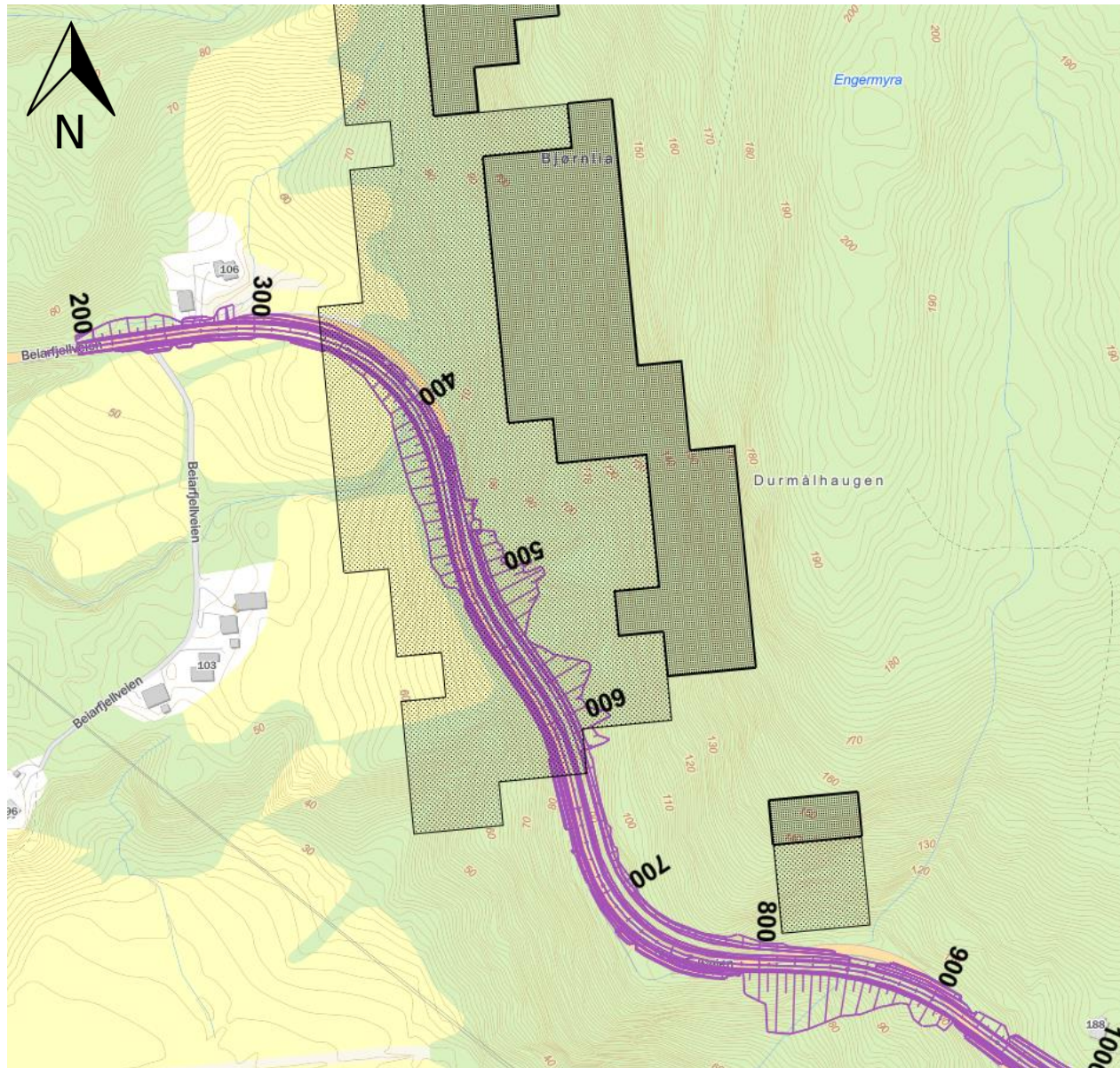
Vedlegg:

- Aktsomhetskart for skred

Vedlegg: Aktsomhetskart skred fra bratt terreng

Aktsomhetskart for steinsprang

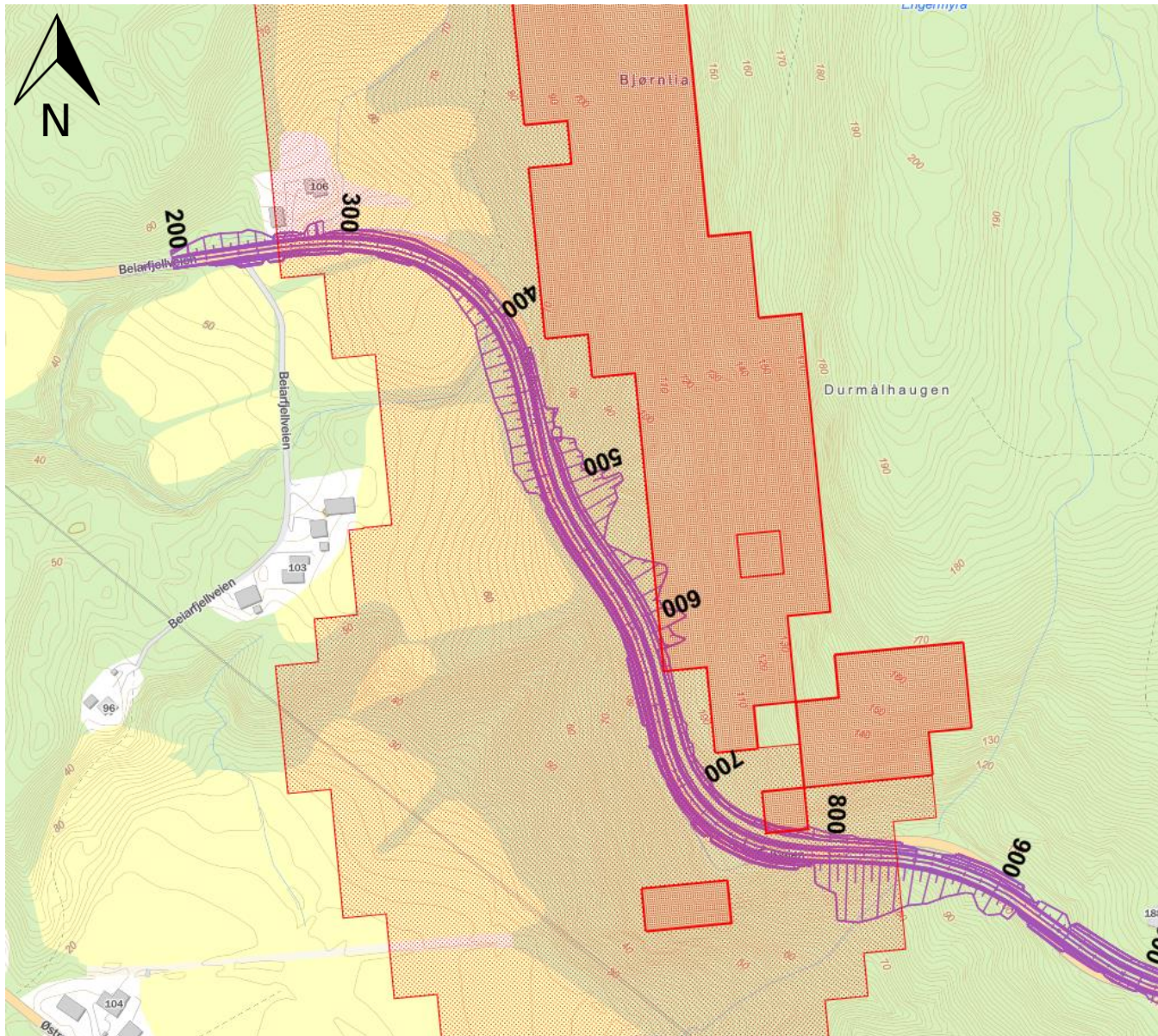
- Mørk svart skravur: Løsneområde
- Lys svart skravur: Utløpsområde



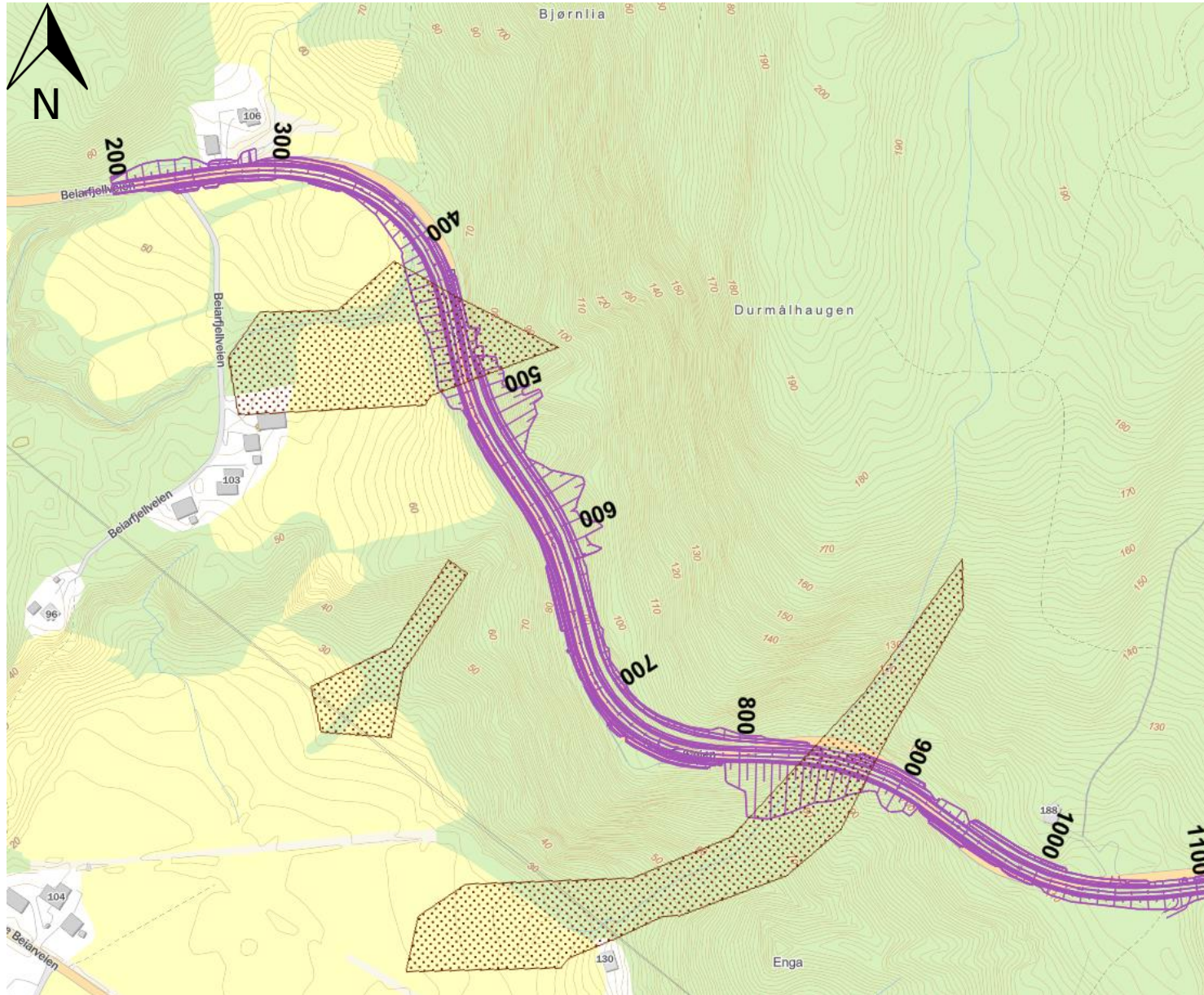
Vedlegg: Aktsomhetskart skred fra bratt terreng

Aktsomhetskart for snøskred:

- Mørk rød skravur: Løsneområde
- Lys rød skravur: Utløpsområde



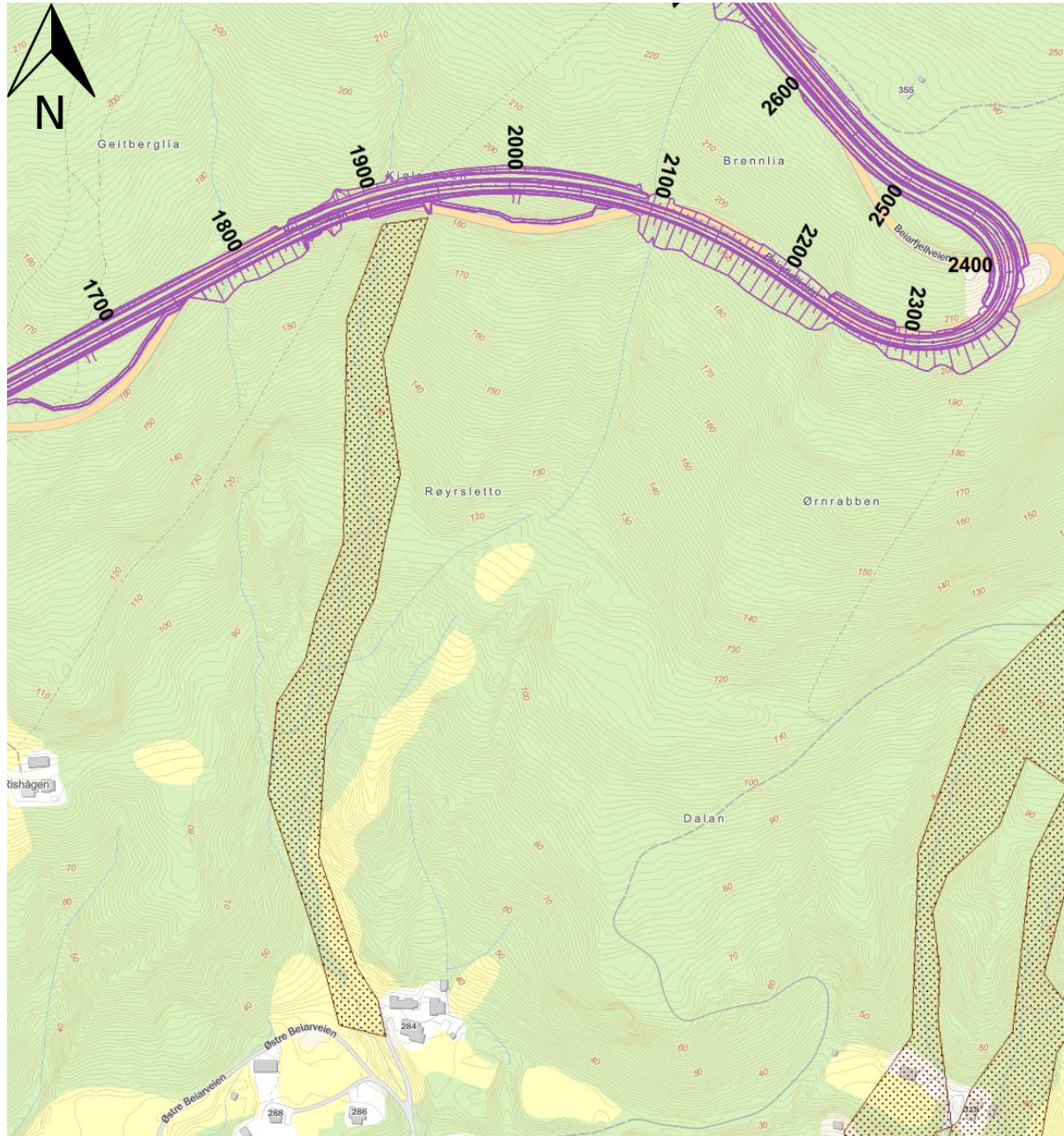
Vedlegg: Aktsomhetskart skred fra bratt terreng



Aktsomhetskart for jord- og flomskred

- Brunt skravert område: Løsne- og utløpsområde

Vedlegg: Aktsomhetskart skred fra bratt terreng



Aktsomhetskart for jord- og flomskred

- Brunt skravert område: Løsne- og utløpsområde