

---

GEIR BERTELSEN

# FORELØPIG RAPPORT

GEOLOGISK RAPPORT FOR REGULERINGSPLAN

## E39 Vikane – Eikangervåg. Gang- /sykkelveg

Oppdragsgiver: Statens vegvesen

Utarbeidet av: Ingeniørgeolog Geir Bertelsen

25. januar 2019

## Innhold

SAMMENDRAG .....	3
1 INNLEDNING .....	4
2 GRUNNLAG .....	4
3 UTFØRTE UNDERSØKELSER .....	4
4 STANDARDER OG VEGNORMALER.....	5
4.1 Geoteknisk kategori.....	5
4.2 Statens vegvesen. Vegnormaler .....	5
5 FAKTADEL.....	6
5.1 Veg-geometri og topografi .....	6
5.2 Løsmasser.....	6
5.3 Bergarter.....	7
5.4 Sprekkegeometri.....	8
5.5 Hydrologiske forhold .....	8
6 TOLKINGSDEL .....	9
6.1 Skredfare Generelt.....	9
6.2 Steinsprang .....	9
6.3 Snøskred.....	9
6.4 Jordskred og Flom-/Sørpeskred.....	9
6.5 Andre typer skred .....	9
6.6 Stabilitetsforhold i skjæringer. ....	9
6.7 Stabilitetssikring.....	14
6.8 Sprengningstekniske og anleggstekniske forhold .....	14
6.9 Fasthet, Borbarhet/Sprengbarhet, Egnethet som vegbyggingsmateriale. ....	15
7 KONKLUSJONER .....	17
8 VIDERE PROSJEKTERING / OPPFØLGING .....	17

## Vedlegg:

Vedlegg 1: Typiske tverrprofil ved skjæringshøyder 10 m eller større

## SAMMENDRAG

På oppdrag fra Statens vegvesen har vi gjort feltobservasjoner og vurdert geologiske forhold for en strekning på E39 i Lindås kommune. Det gjelder strekningen mellom Vikane og Eikangervåg.

Det planlegges utbygging av gang-/sykkelveg på strekningen. Tiltaket vil medføre inngrep i eksisterende skjæringer og bakenforliggende terreng. I fire områder vil nye skjæringer bli 10 – 15 m høye.

Bergarter og sprekkegeometri gir relativt gunstige stabilitetsforhold i eksisterende skjæringer. Det er kun utført sporadisk boltesikring. Stabilitetsforholdene vurderes i hovedsak ikke å ville endre seg vesentlig ved de planlagte inngrepene.

Et mulig unntak er skjæringen mellom pel 350 og 400. Her kan det ikke utelukkes at en sprekkesone vil påvirke totalstabiliteten. Forholdene her bør undersøkes nærmere ved videre planlegging.

På en strekning i østre del av området har man erfart vannsig og isdannelse i eksisterende skjæringer. I perioder med tining har man fått nedfall av is. Her anbefales sikring med isnett.

Bergartene i området er anortositt, gabbro og amfibolittisk gneis. Sprengstein fra disse bergartene vurderes å være godt egnet til de fleste veg- /utfyllingsformål.

## 1 INNLEDNING

På oppdrag fra Statens vegvesen har vi gjort feltobservasjoner og vurdert geologiske forhold på en strekning langs E39 i Lindås kommune. Det gjelder strekningen mellom Vikane og Eikangervåg, der det planlegges bygging av gang-/sykkelveg. Tiltaket vil medføre inngrep i eksisterende sprengte skjæringer.

Stabilitetsforhold og sikringsbehov er vurdert. Det samme er bergmassens anvendelighet som vegbyggingsmateriale.

I Statens vegvesens skredsikringsplaner er en strekning i østre del av området angitt som et skredpunkt med nedfall av is. Dette området er vurdert spesielt.

Denne rapporten er utarbeidet på plannivå for reguleringsplan.

## 2 GRUNNLAG

Som grunnlag for rapporten er følgende dokumenter benyttet:

- Statens vegvesen: Håndbok N200 – Vegbygging.
- Statens vegvesen: VD-rapport 32 – Sikring av veger mot steinskred.
- Statens vegvesen: NA-rundskriv 2014/08 - Retningslinjer for akseptkriterier for skred på veg.
- NGU: Løsmassekart og geologisk kart ( [www.ngu.no](http://www.ngu.no) ).
- NVE: Kartkatalog [gis3.nve.no](http://gis3.nve.no).
- Rambøll: Tegninger i plan og profil.
- Norsk Bergmekanikkgruppe: Veileder for bruk av Eurokode 7 til bergteknisk prosjektering.

## 3 UTFØRTE UNDERSØKELSER

Denne rapporten bygger på ingeniørgeologiske feltobservasjoner ved flere befaringer i perioden november 2018 – januar 2019.

## 4 STANDARDER OG VEGNORMALER

### 4.1 Geoteknisk kategori

NS EN 1997 - Eurocode 7 definerer regler og kontrollrutiner for geoteknisk prosjektering, også omfattende bergteknisk prosjektering. Her er også følgende dokument fra Norsk Bergmekanikkgruppe benyttet:

- Norsk Bergmekanikkgruppe: Veileder for bruk av Eurokode 7 til bergteknisk prosjektering.

Det er definert tre geotekniske kategorier utfra vanskelighetsgrad og risikoforhold. I henhold til retningslinjer fra Statens vegvesen (ref.: Hb N200) skal all planlegging, prosjektering og bygging av framtidige skjæringer med mer enn 10 meters høyde plasseres i prosjektklasse 3. Det gjelder som et utgangspunkt. Et «klasse 3 – prosjekt» kan imidlertid nedklassifiseres til klasse 2 dersom visse vilkår er oppfylt.

For store deler av dette prosjektet er forholdene oversiktlige og skadekonsekvensene begrenset. Men usikkerhet knyttet til inngrep i eksisterende skjæring ved p 350-400 gjør at Geoteknisk Prosjektklasse 3 anbefales for denne strekningen.

Øvrige deler av prosjektet kan etter våre vurderinger plasseres i klasse 2.

### 4.2 Statens vegvesen. Vegnormaler

Statens vegvesens håndbok N200 danner et overordnet grunnlag for denne rapporten. Det vises spesielt til kapittel 22. Skråninger og skjæringer i berg.

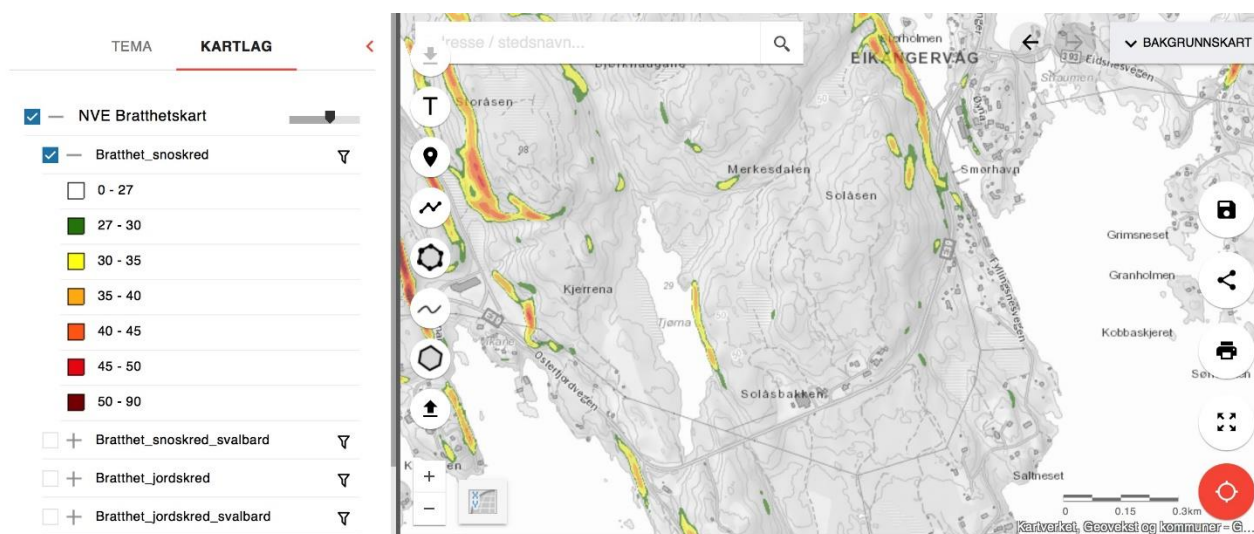
Skredfare er vurdert utfra retningslinjer gitt i disse dokumentene fra Statens vegvesen:

- VD-rapport 32 – Sikring av veger mot steinskred.
- NA-rundskriv 2014/08. – Retningslinjer for akseptkriterier for skred på veg.

## 5 FAKTADEL

### 5.1 Veg-geometri og topografi

Dagens veg er for en stor del lagt i skjæringer med høyde fra ca. 2 m til i overkant av 10 m. Delvis er den lagt i dobbeltskjæringer. Ved fire lokaliteter vil tiltaket medføre nye skjæringer med høyde 10-15 m. Stabilitetsforhold og sikringsbehov ved disse lokalitetene vurderes nærmere i avsnitt 6.6 nedenfor. Det vises også til typiske tverrprofiler i vedlegg 1.



Figur 1. Helningskart

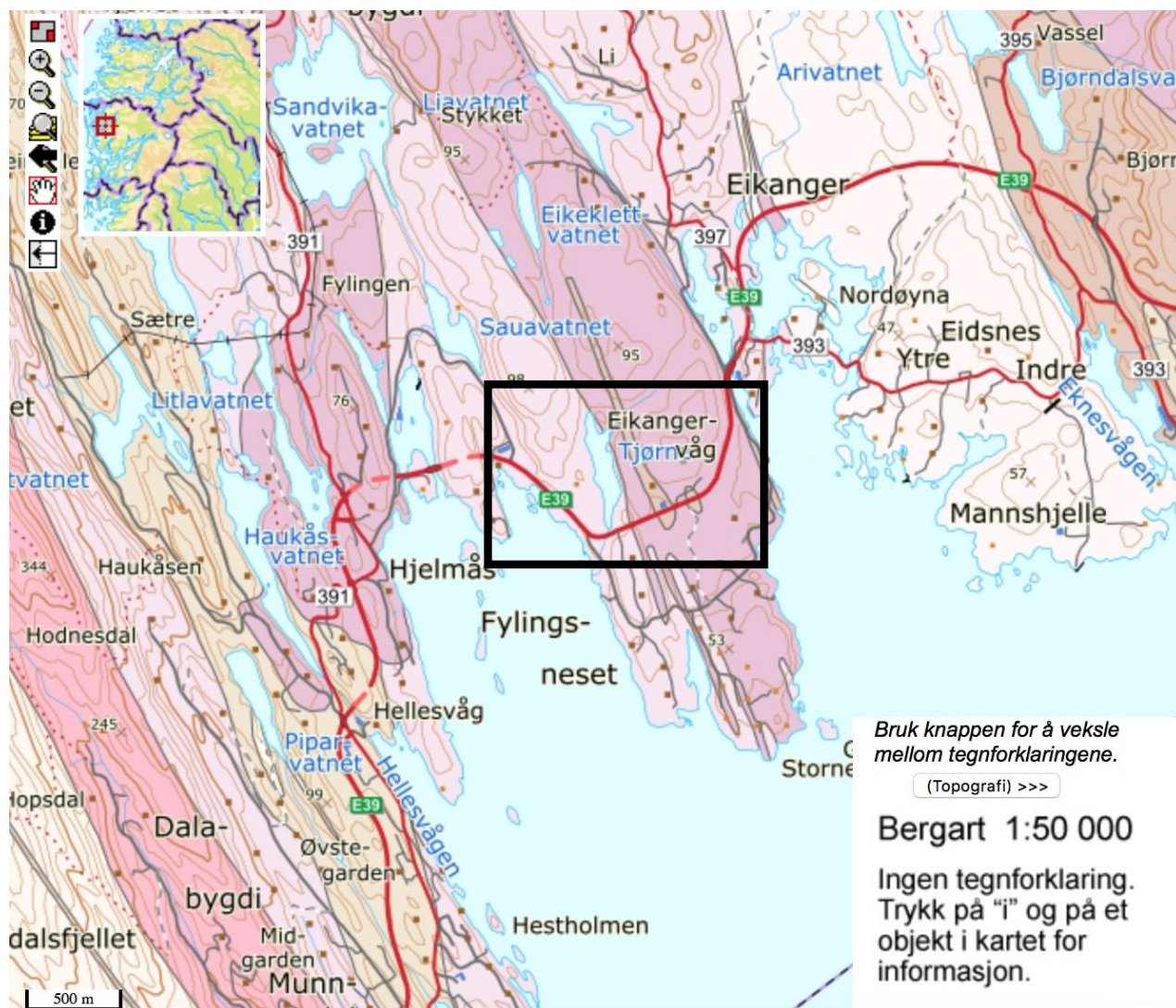
Terrenget i området er relativt slakt. Helningsvinklene i vegens sideterreng er i hovedsak mindre enn 27°. Det vises til helningskartet i figur 1.

I begge ender av strekningen ligger vegbanen på ca. kote 9. Den stiger til ca. kote 38 i midtpartiet ved Solåsbakken. Terrenget på nordsiden av vegen utgjøres av en slak fjellrygg, der toppen Solåsen når opp i ca. 80 moh.

### 5.2 Løsmasser

Det er ikke registrert større, naturlige løsmasseavsetninger i området. NGUs kvartærgeologiske kart viser bart fjell og stedvis tynt løsmassedekke.

### 5.3 Bergarter



Figur 2. Geologisk kart. Planområdet er merket med svart rektangel.

To geologiske hovedformasjoner gjør seg gjeldende i området. Vestre del består av en amfibolrik gneis, stedvis med båndet struktur, og stedvis med en uregelmessig migmatittisk struktur.

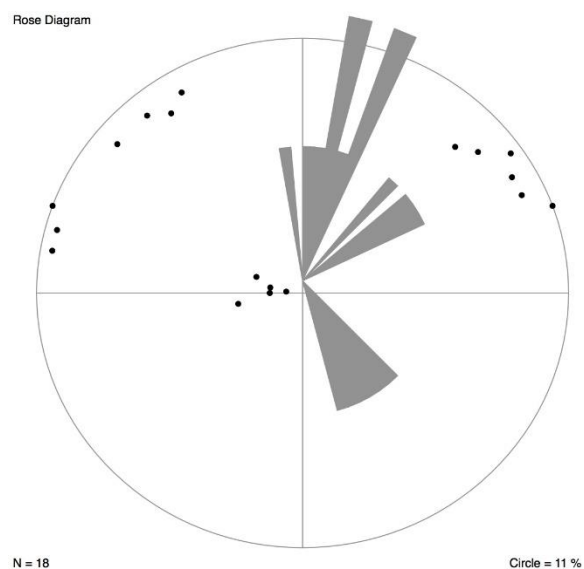
Østre del består av anortositt, stedvis i veksling med gabbro. Grensen mellom de to formasjonene følger søkket som danner vatnet Tjørna. Det vises til utsnitt av geologisk kart i figur 2.

## 5.4 Sprekkegeometri

Bergmassen i området er grovt sett oppsprukket i et mønster med følgende hovedsprekkeretninger:

1. Det dominerende sprekkesystemet følger bergartens foliasjon (lagdeling), som har et nær flattliggende forløp. Strøkvinkelene er svært varierende. Fallvinklene er stort sett mellom 10 og 30°. Typisk avstand mellom sprekkeene er 0,2 – 1 m.
2. Et annet sprekkesystem har strøk ØNØ – VSV til NNØ-SSV og steile nordlige fall 70 – 90°. Typisk avstand mellom slike sprekker er  $\geq 2$  m.
3. Stedvis forekommer sprekker med strøkretning SØ-NV og varierende steile fall.

I tillegg finnes en del såkalt tilfeldig oppsprekking. Det vil si sprekker som ikke klart kan defineres til et systematisk sprekkemønster.



Figur 3

Figur 3 viser sprekkeregistreringer som stereoplott og sprekkerose.

## 5.5 Hydrologiske forhold

Vegen krysser nær utløpet av vatnet Tjørna. Bekken fra vannet er lagt i rør under vegen. Den er også lagt i rør forbi en boligeiendom på nedsiden av vegen.

På strekningen p1840 – 2150 kommer en del vannsig fra terrenget og ned i eksisterende skjæringer. Her danner det seg mye is i frostperioder.



## 6 TOLKINGSDEL

### 6.1 Skredfare Generelt

Skredfaren er vurdert på grunnlag av feltobservasjoner, tilgjengelig arkivmateriale og meteorologiske data. Akseptkriterier for skred på veg er gitt i NA-rundskriv 2014/08.

### 6.2 Steinsprang

Feltobservasjonene har ikke avdekket fare for steinsprang fra terreng over vegen.

### 6.3 Snøskred

Klimatiske og topografiske forhold tilsier at det ikke er fare for snøskred langs den aktuelle vegstrekningen.

### 6.4 Jordskred og Flom-/Sørpeskred

Det forutsettes at bekken fra Tjørna ledes under vegen i rør eller kulvert som er tilstrekkelig dimensjonert for en flomvassføring. I så fall vurderes det ikke å være fare for flomrelaterte skred i området.

Det vurderes heller ikke å være fare for jord-/sørpeskred fra terrenget på oppsiden av vegen.

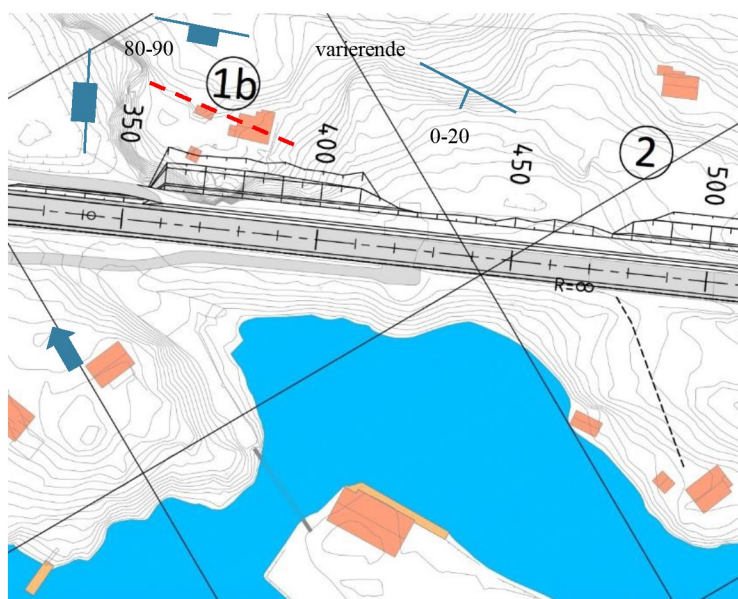
### 6.5 Andre typer skred

Fra skjæringer i østre del av området er det registrert en del nedfall av is. Tiltak i den forbindelse er vurdert nærmere i avsnitt 6.6 nedenfor.

### 6.6 Stabilitetsforhold i skjæringer.

Ved fire lokaliteter på strekningen er det planlagt skjæringer med høyde 10 – 15 m. Disse vurderes spesielt nedenfor.

#### P350 - 400



Det planlegges inngrep i eksisterende skjæring med høyde noe over 10 m. Terrenget over skjæringen danner et platå der det er oppført en hytte.

Inngrepet vil medføre at man sprenger seg 5-6 meter inn i den eksisterende skjæringen, og at ny skjæringskant vil bli etablert betydelig nærmere hytten.

Den nye skjæringen vil ikke bli vesentlig høyere enn den eksisterende.

Figur 4. - Planutsnitt

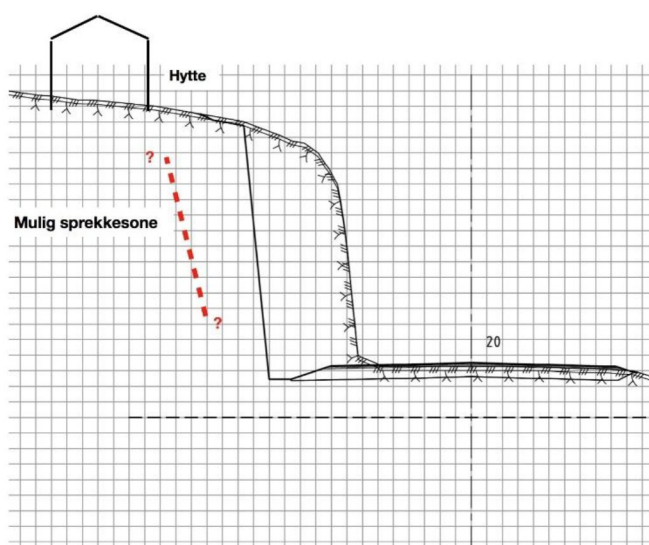


Figur 5. Foto av eksisterende skjæring p 350 – 400.

Berget er generelt lite oppsprukket, med RQD-verdier i området 90-100. Sprekker langs den nær flattliggende foliasjonen dominerer. Noen mindre overheng, og noen forvitrede sprekkeflater, kan sees i øvre del av skjæringen.

Det er utført noe spredt boltesikring i denne skjæringen. Det antas å være endeforankrede bolter.

Lokal topografi indikerer at det kan finnes en sleppe / sprekkesone i bakkant av det framstikkende bergplatået. Den er antydnet med rød stiplet linje på planutsnitt i figur 4. Observasjoner av eksponert berg på nordsiden av platået tyder på at dette kan være en mindre sprekkesone med tilnærmet vertikalt forløp, eller et steilt sydvestlig fall. En slik sone kan påvirke stabiliteten i en ny skjæring. Her bør mer detaljerte undersøkelser og vurderinger gjøres i forbindelse med videre planlegging.

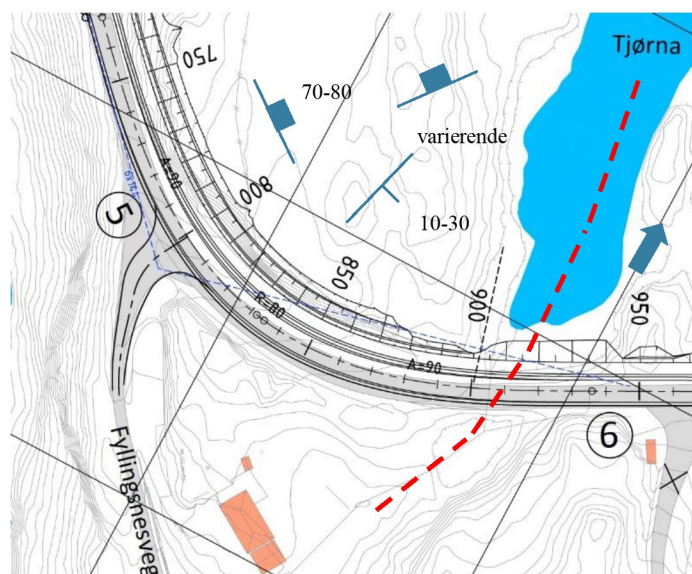


Figur 6. Skisseprofil ved hytte

Observasjoner av eksponert berg på nordsiden av platået tyder på at dette kan være en mindre sprekkesone med tilnærmet vertikalt forløp, eller et steilt sydvestlig fall.

Skisseprofilet i figur 6 til illustrerer situasjonen. Dersom en slik sone finnes, og har et noe slakere fall enn antatt, kan det få store konsekvenser for stabiliteten av ny skjæring. I verste fall kan man få utgliding inn mot hytten.



**P750 – 850:**

Her planlegges gang-/sykkelvegen lagt inn mot eksisterende skjæring med høyde ca. 10 m. Det vil bli behov for å sprengne seg noe inn i de eksisterende skjæringene.

Søkket som danner vannet Tjørna antas å representere en svakhetsone. Den er antydnet med rød linje på planutsnitt i figur 7. Den vil ikke berøre skjæringene ved dette anlegget.

Stabilitetsforholdene ventes ikke å avvike vesentlig fra forholdene i eksisterende skjæring.

Figur 7 - Planutsnitt

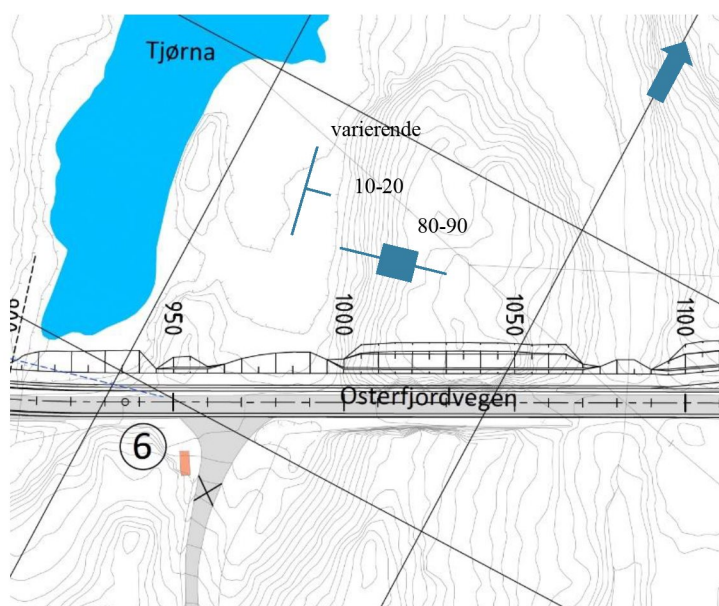


Figur 8 – Foto av eksisterende skjæring ved p 750 – 850.

Eksisterende skjæring er vist på foto i figur 8. Berget har en uregelmessig foldet struktur (migmatittisk). Bergmassen er moderat oppsprukket, med RQD-verdier 90-100.

Det er ikke utført sikring i form av bolter eller nett i denne skjæringen.

Det er ikke observert indikasjoner på gjennomgående slepper eller svakhetssoner som kan påvirke totalstabiliteten i nye skjæringer her.

**P 1000 – 1060:**

Gang- / sykkelvegen på denne strekningen planlegges lagt inn i nye skjæringer på begge sider av dagens veg.

Dagens veg går i dobbelskjæring gjennom en lokal fjellrygg. Skjæringshøydene på begge sider er ca. 10 m.

Terrenget på toppen av ryggen er tilnærmet flatt. Nye skjæringer vil derfor ikke bli vesentlig høyere enn eksisterende.

Stabilitetsforholdene ventes ikke å avvike vesentlig fra forholdene i dagens skjæringer.

Figur 9 – Planutsnitt P1000-1060



Figur 10 – Foto av eksisterende skjæring p 1000 – 1050.

Eksisterende skjæring er vist på foto figur 10. Bergartens foliasjon og det dominerende sprekkesystemet ses tydelig til venstre. Videre mot høyre i skjæringen er berget preget av uregelmessige foldestrukturer og mindre markerte foliasjonssprekker.

På bildet kan man også se markerte sprekker med strøk nær parallelt med skjæringen og tilnærmet vertikale fall. Berget er moderat oppsprukket med antatt RQD 70 – 90.

Det er ikke observert indikasjoner på gjennomgående slepper eller svakhetssoner som vil påvirke totalstabiliteten. Det vises til et typisk tverrprofil i vedlegg 1.



**P 1840 – 2150:**

Figur 11. Planutsnitt P 1840 - 2150

På denne strekningen er vegen lagt i skrånende terreng ned mot strandlinjen. Eksisterende skjæringer er ca. 10 m høye. Det planlegges inngrep her, slik at nye skjæringene vil bli opp mot 15 m høye.



Figur 12 – Foto av eksisterende skjæring p 2000 – 2050.

Foto - Figur 12 viser eksisterende skjæring på en del av denne strekningen. Bergmassen er markert oppsprukket langs en nær flattliggende foliasjon. Noen markerte, steile sprekker kan også sees. Disse har strøketning nær normalt skjæringen. RQD-verdiene antas å være i området 70-90.

Det er ikke utført sikring i form av bolter eller nett i disse skjæringene. Stabilitetsforholdene ventes ikke å avvike vesentlig fra forholdene i eksisterende skjæringer.

Heller ikke på denne strekningen er det observert indikasjoner på gjennomgående slepper / svakhetssoner som kan påvirke totalstabiliteten i de nye skjæringene. Det vises til typisk tverprofil i vedlegg 1.

## 6.7 Stabilitetssikring

Det antas å bli behov for en del sikring i de nye skjæringene som skal etableres. I tabellen nedenfor er sikringsmengder anslått.

Profilnr	Sikringsbolter L2,4-6 m / Ø 20 – 32 mm (stk)	Steinsprangnett / Isnett (m2)
350 - 400	50 *	100
780 - 860	30	100
1000 - 1060	50	500
1840 - 2150	100	1000
Øvrige skjæringer	50	100

\* Spesiell sikring med lange bolter eller stag må vurderes i tillegg til konvensjonell boltesikring.

Det presiseres at dette kun er grove anslag. Detaljer i sikringen må bestemmes på stedet av personer med ingeniørgeologisk kompetanse.

## 6.8 Sprengningstekniske og anleggstekniske forhold

All sprengning må utføres i henhold til lover og forskrifter. Det vises til «Brann- og eksplosjonsvernloven» med forskrift «Sivil håndtering av eksplosjonsfarlige stoffer.»

Praktisk gjennomføring av sprengningsarbeidene, med salvestørrelser etc., må planlegges slik at det blir til minst mulig hinder for trafikken. Tiltak for å begrense skade på eksisterende veg må vurderes.

I reguleringsplan anbefales det generelt å planlegge med skjæringshelning 10:1. Det må også planlegges med avgraving av løsmasser til minimum 2 meter inn fra teoretisk skjæringskant. De høye skjæringene bør man vurdere å sprengre i to pallhøyder. I praksis vil det kreve en avtrapping med bredde ca. 1 m. Det bør reguleres et område som tillater en slik avtrapping.

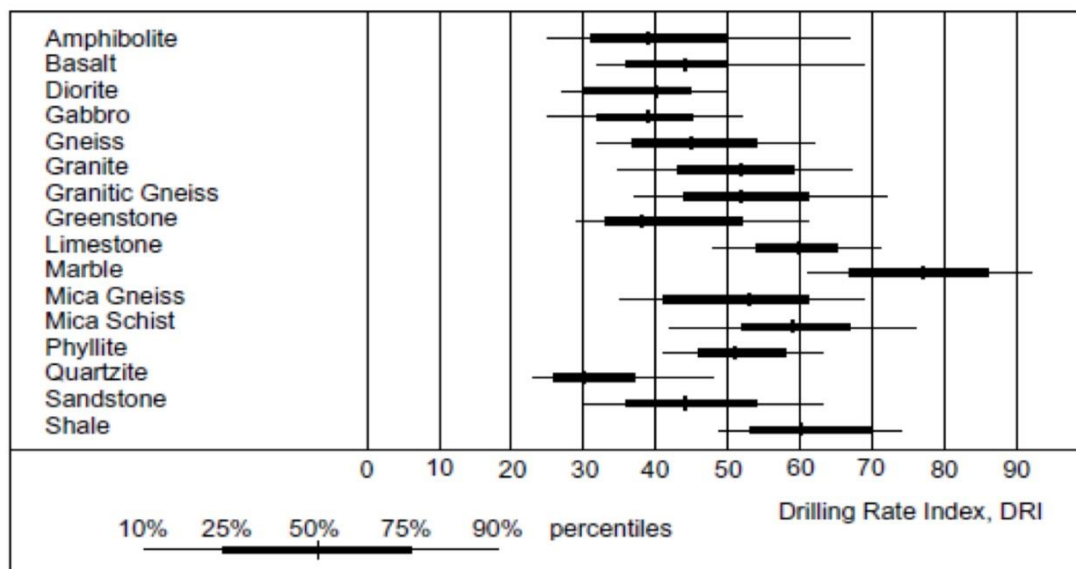
Ved etablering av nye, høye skjæringer må det legges spesiell vekt på skånsom sprengning mot de endelige skjæringsflatene. Det forutsettes kontursprengning med maksimal hullavstand 0,7. Evt. behov for tettere kontur, eller sømboring må vurderes på stedet.

Det skal delvis sprenges nær bebyggelse. I den forbindelse må grenseverdier for sprengningsinduserte vibrasjoner fastsettes. Det gjøres i henhold til NS8141. Sprengningen må planlegges og utføres slik at disse grenseverdiene ikke overskrides.

## 6.9 Fasthet, Borbarhet/Sprengbarhet, Egnethet som vegbyggingsmateriale.

Intakt bergartsmateriale fra de to formasjonene ved dette prosjektet antas å ha enaksiell trykkfasthet større enn 100 MPa.

Oppsprekking vil i varierende grad redusere bergmassens styrkeegenskaper.



Figur 12 – Erfaringsverdier for borbarhet DRI.

Bergartene i planområdet har et lavt innhold av kvarts, eller andre mineraler som kan være spesielt slitende på borstål. Erfaringsmateriale indikerer borbarhetsindekser i området 30 – 45, tilsvarende som for bergarten gabbro i tabell figur 12.



God sprengbarhet SPR = 0,38	Grovkornede homogene granitter, syenitter og kvartsdioritter. For eksempel "svensk" granitt.
Middels sprengbarhet SPR = 0,47	For eksempel gneis.
Dårlig sprengbarhet SPR = 0,56	Metamorfe bergarter med skifrig struktur, oftest høyt glimmerinnhold og liten trykkstyrke. For eksempel krystalline skifre i Rana området.

Figur 13 – Erfaringsverdier for sprengbarhet SPR

Bergartenes sprengbarhet er i hovedsak knyttet til disse egenskapene:

- Mekaniske egenskaper (spesielt sprøhet)
- Oppsprekingsgrad
- Tetthet (spesifikk vekt)
- Anisotropi

Utfra erfaringsmateriale antas bergartene i dette området å ha middels sprengbarhet, med SPR i området 0,45 – 0,5.

Sprengstein fra anlegget vurderes utfra styrkeegenskaper og oppsprekking å være godt egnet til de fleste vegformål.



## 7 KONKLUSJONER

Prosjektet vurderes utfra ingeniørgeologiske forhold å være fullt ut gjennomførbart ved bruk av konvensjonelle metoder for sprengning og sikring. Det vurderes også å kunne gjennomføres innenfor normale kostnadsrammer for disse arbeidsoperasjonene.

En viss usikkerhet er knyttet til stabilitet av ny skjæring på strekningen p 350 – 400. Forholdene her må vurderes spesielt ved videre prosjektering.

## 8 VIDERE PROSJEKTERING / OPPFØLGING

Videre geoteknisk- /geologisk prosjektering og oppfølging må utføres i henhold til relevante håndbøker fra Statens vegvesen. Det vises spesielt til følgende:

- Hb N200 Vegbygging
- Hb R211 Feltundersøkelser
- Hb V220 Geoteknisk prosjektering
- Hb V224 Fjellbolting

I forbindelse med videre prosjektering bør følgende undersøkelser utføres:

- Kjerneboring ved p 350-400. Borehull med lengde ca. 30 m (alternativt grovhullsborring med videoinspeksjon).
- Detaljert ingeniørgeologiske feltobservasjoner.
- Uttak av representative bergartsprøver.
- Laboratorieundersøkelser (Fasthet, borbarhet, sprengbarhet).

I geologisk rapport for byggeplan må det gjøres mer detaljerte vurderinger av følgende forhold:

- Stabilitetsforhold og sikringsbehov i skjæringer.
- Utforming av skjæringer.
- Utføring av sprengningsarbeid (inkludert salvestørrelse, pallhøyder og metoder for kontursprengning)
- Fastsetting av grenseverdier for sprengningsinduserte vibrasjoner.

Under utførelse må anleggsarbeidene regelmessig følges opp av person(er) med ingeniørgeologisk kompetanse.  
Detaljer i sikring må bestemmes utfra observasjoner under utførelse av sprenging og rensk.

Bergen 15.01.2019

Utarbeidet av:

Geir Bertelsen

Sivilingeniør  
Ingeniørgeologi

Kontrollert av:

Arne Instanes

Dr.ing  
Geoteknikk