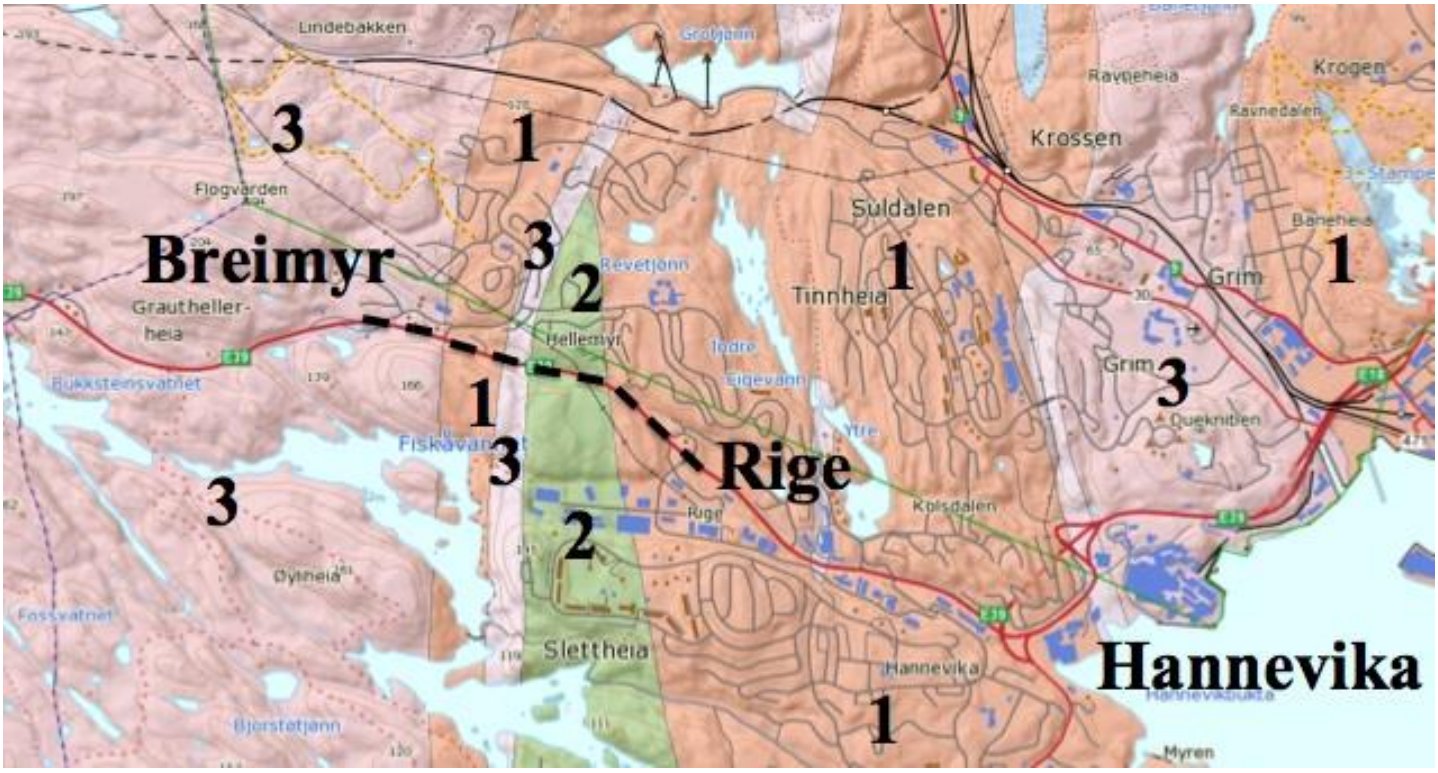
Statens vegvesen

REGULERINGSPLAN



GEOLOGISK RAPPORT

E39 Gartnerløkka – Breimyrkrysset

RIGE – BREIMYR

Detaljregulering

Kristiansand kommune

Region sør
Kristiansand kontorsted
20.06.2014

DOKUMENTINFORMASJON

Oppdragsgiver:	Statens vegvesen
Rapporttittel:	Geologisk rapport
Utgave/dato:	rev 1 / 20. jun. 2014
Arkivreferanse:	-
Oppdrag:	533981 – Reguleringsplan for E 39 Meieriet - Breimyrkrysset
Oppdragsleder:	Atle Solheim
Fag:	Ingeniørgeologi
Tema	Beskrivelse av de geologiske forhold
Skrevet av:	Agder Bergkonsulent – Ing.geolog Egil Tveide
Kvalitetskontroll:	Egenkontroll: Egil Tveide
Uavhengig kontroll:	Stefan Degelmann (ing.geolog),Rambøll – Kristiansand

INNHOLDSFORTEGNELSE

Sammendrag 4
1 Innledning 5
1.1 Bakgrunn og orientering 5
1.2 Geoteknisk kategori 5
2 Geologiske undersøkelser - faktadel 7
2.1 Topografi 7
2.2 Løsmasser 7
2.3 Geologisk beskrivelse 8
2.4 Eksisterende fjellskjæringer 10
2.5 Vann- og isforhold 12
3 Ingeniørgeologiske vurderinger – tolkinger 14
3.1 Stabilitet i skjæringer 14
3.2 Rasfare fra terreng over skjæringstopp 15
3.3 Skjæringsutforming / grøftedimensjon 16
3.4 Sprengning - stengetider 17
3.4 Sprengningsmetode/ Vaierkutting 18
3.5 Permanent sikring – anslått behov 18
3.6 Arbeidssikring 20
4 Risiko for skred 21
4.1 Generelt 21
4.2 Trafikkgrunnlag 21
4.3 Vurdering av skredsannsynlighet. 21
4.4 Risikomatrise 23
5 Videre geologisk planlegging 24
5.1 Prosjektering for konkurransegrunnlag 24
5.2 Detaljert plan for permanent fjellsikring 24

Sammendrag

Denne ingeniørgeologiske rapporten er laget i forbindelse med forslag til reguleringsplan for E39 mellom Rigekrysset og Breimyrkrysset. Planen forutsetter utvidede skjæringer i fjell på sydsiden av eksisterende veg.

Bergarter og oppsprekking av berget er kartlagt uten at det er funnet forhold som tilsier at det er risiko for utglidning av store fjellpartier. Innen planområdet er det heller ikke funnet mineraler som kan ha særlig miljøskadelig virkning.
Det er registrert fare for steinsprang fra skrått terreng bak planlagt vegskjæring. Det må derfor gjennomføres sikringstiltak for at krav til strekningsrisiko skal være oppfylt (NA-rundskriv 2014/08). Rasfaren anbefales kartlagt og sikring utført som et første trinn i byggearbeidene.

På grunnlag sprekkekartlegging og vurdering av fjellet ventes det normal fjellkvalitet i skjæringene lengst øst. Sikringsmengdene ventes å bli som normalt for slike skjæringer i Kristiansandsområdet.

Lenger vest, ved kryss med Breimyrvegen, er skjæringene høyere, fjellkvaliteten dårligere og sikringsmengdene blir her noe større enn normalt.

Rapporten gir ellers anbefalinger om skånsom sprengning og sikring av de nye fjellskjæringene - blant annet med utgangspunkt i at steinsprangnett monteres i den øverste del av høye skjæringer (ned til 10 meter over vegbane). Dette for å sikre at mulig nedfall av stein blir fanget opp av grøfta (strengere enn krav i Håndbok-018).

Det forutsettes mer detaljert geologisk kartlegging som grunnlag for konkurranse-grunnlag.
Detaljert oppmerking for fjellsikring i de nye skjæringene bør gjøres under byggeprosessen, så snart skjæringen er rensket.

1 Innledning

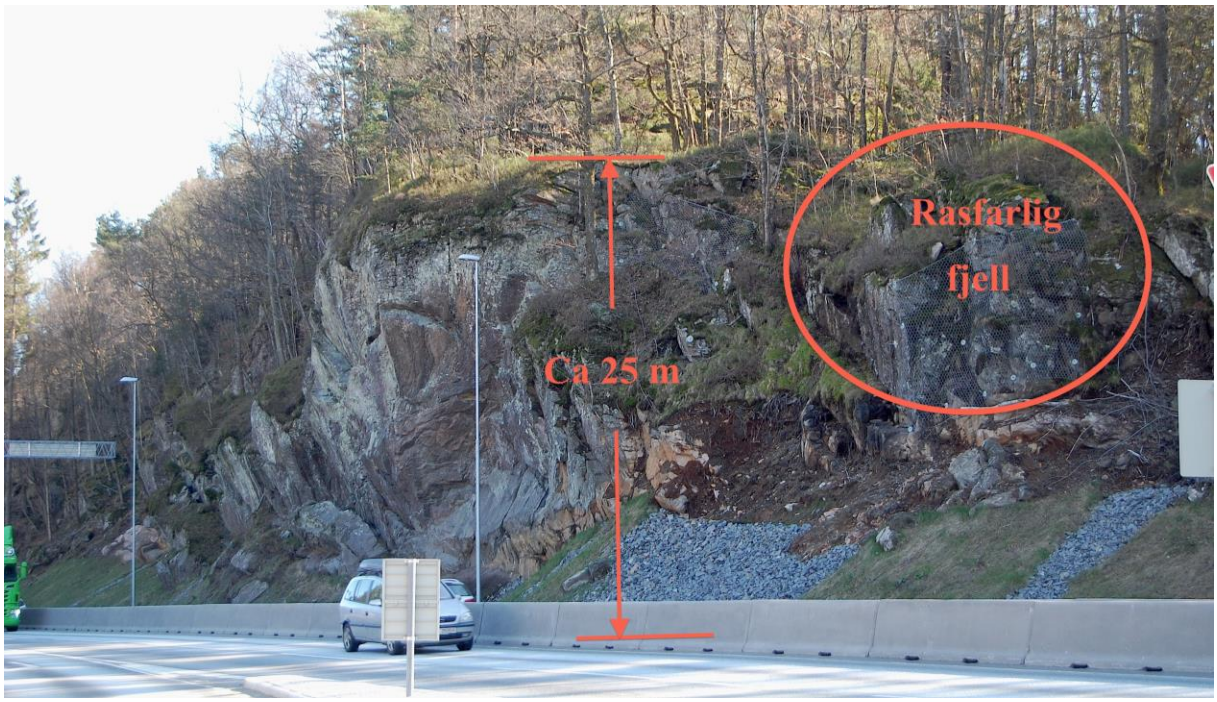
1.1 Bakgrunn og orientering

Denne rapporten er laget i tilknytning til reguleringsplan for utvidelse av E39. Det er strekningen mellom Rigekrysset og krysset med Beimyrveien som blir behandlet her. Prosjektet er en parsell på EV 39 Gartnerløkka-Breimyrkrysset, hovedparsell 02, km 1,33 – 2,87.

Ev 39 skal ombygges til 4 kjørefelt med parallell gang- og sykkelveg og etablering av nytt planskilt kryss forutsetter at det sprenges nye fjellskjæringer langs størstedelen av eksisterende E39. Vegen er sterkt trafikkert på denne strekningen. Normale skjæringshøyder vil være 10 – 15 meter, men enda høyere der krysset med Breimyrveien skal bygges.
Til støtte i arbeidet med å utarbeide forslaget til reguleringsplanen er ingeniørgeologiske forhold behandlet i to foreløpige notater der det er gitt opplysninger om geologi. Dessuten er det blant annet gitt innspill til valg av kryssalternativ og råd om grøftebredder og sprengning/sikring av fjellskjæringene.
Denne rapporten behandler derfor bare forhold som er relevante for det endelige forslaget til reguleringsplan.

1.2 Geoteknisk kategori

Stedlige forhold
I det meste av dette vegprosjektet vil det måtte sprenges fjellskjæringer på anslagsvis 5 – 15 meters høyde. Uttak av fjellet må gjøres helt inntil eksisterende E39 som her er sterkt trafikkert. Bildet nedenfor viser et område der fjellskjæringen blir på det høyeste, omkring 25 meter. I tillegg er deler av fjellet sterkt oppsprukket og rasfarlig.



Konsekvenser ved uhell

Siden skjæringene blir høye og fjellet flere steder er ustabilt, vil arbeidene med uttak og sikring av fjell kunne innebære fare for ulykker.
Utilsiktede ras og andre uhell under arbeidet kan føre til trafikkulykker og stengning av vegen i lengre perioder. (Østgående trafikk er mest utsatt for slik stengning)

Klassifisering.

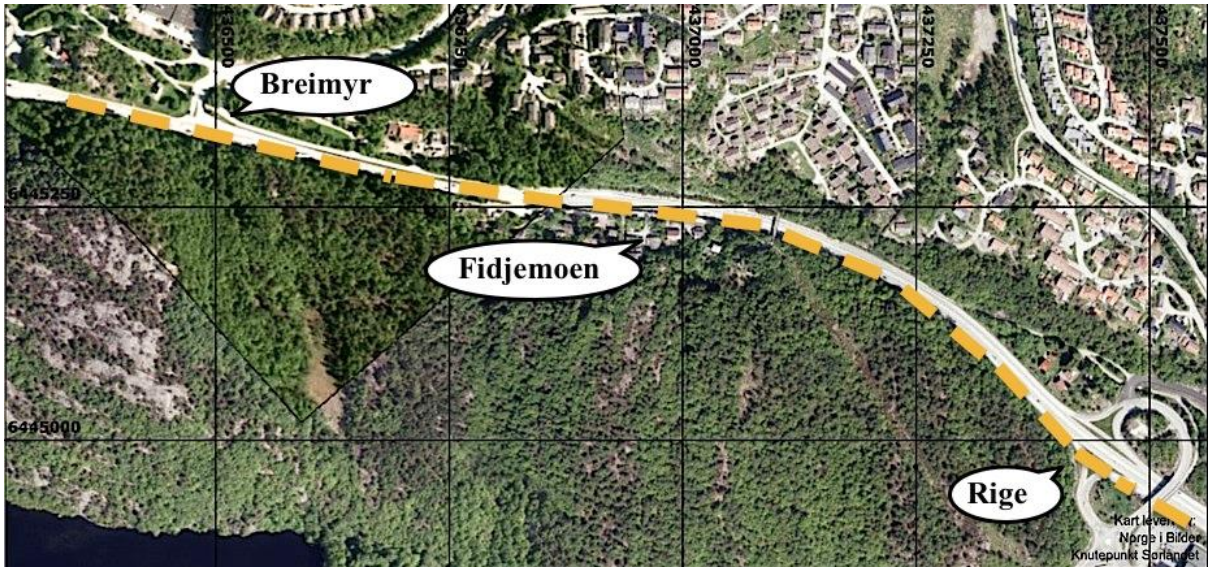
Pålitelighetsklasse (CC 1 – 3) angir hvor stor sannsynlighet for farlige uhell som kan aksepteres. (For eksempel farlige ras i anleggsperioden og i permanent situasjon)
Pålitelighetsklassen foreslås satt til mellom 2 og 3.
Prosjektets kompleksitet/ vanskelighetsgrad kan kreve omfattende undersøkelser og kontroll uavhengig av pålitelighetsklasse. Håndbok 018 angir derfor at fjellskjæringer med høyde over 10 meter vanligvis klassifiseres i *Geoteknisk kategori 3*
I dette prosjektet er det meste av fjellskjæringene over 10 meter. Det er dessuten stedvis ustabilt fjell og rasfare.
Enkelte deler av prosjektet kunne ha vært satt i en lavere klasse, men dette vil være upraktisk og det anbefales derfor at hele prosjektet får *Geoteknisk kategori 3* når det gjelder fjelluttak / rassikring

Kontroll

Geoteknisk kategori 3 innebærer *kontrollklasse U* – blant annet med utvidet og uavhengig kontroll av geologiske rapporter for det forskjellige planfaser. Under utførelsen kreves på samme måte utvidet og uavhengig kontroll.

2 Geologiske undersøkelser - faktadel

2.1 Topografi



Vegen ligger i en dal med retning omtrent øst – vest. Dalen er ganske trang, men med noe utvidelse på Fidjemoen og ved krysset med Breimyrvegen.
Fjellene på begge sider av dalen når opp til ca. kt. 130 som er ca. 40 meter over nivået for E39. Terrenget er småkupert med hyppige avsatser og skrenter slik som det er typisk for området.

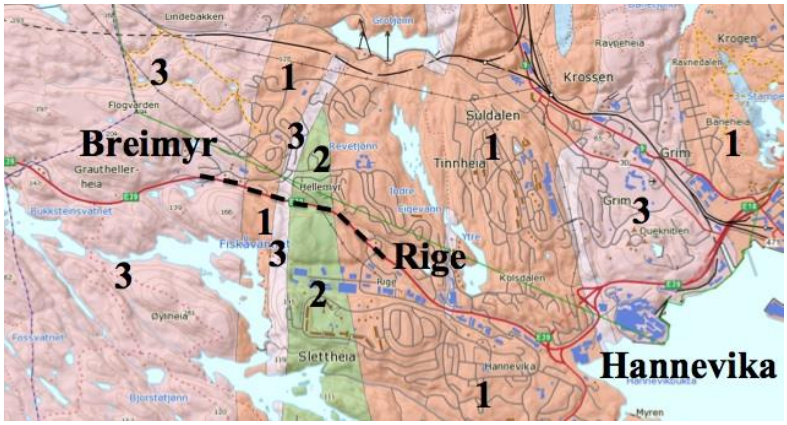
2.2 Løsmasser

Vegen ligger over marine grense og man kan derfor ikke vente å finne marine leirer i området som omfattes av planen. I myrområdet ved krysset med Breimyrveient kan man vente å finne grunn med gytje og svak humusholdig grunn. Slike masser er skiftet ut i forbindelse med pågående utbygging i Bydalen, ca 300 meter lenger nordvest. Byggegrunn for vegen blir behandlet i en egen geoteknisk undersøkelse som blant annet bygger på en rekke totalsonderinger på nærmere anviste steder.

Flyfoto ovenfor viser at flate fjelloverflater høyt oppe har mye bart fjell og bare spredt vegetasjon. Kløfter og avsatser lenger nede kan ha litt morene i bunnen og mer humus som gir grunnlag for tettere vegetasjon. Mest løsmasse finner vi som ventelig nederst i dalen.
I tillegg til dette finner vi løsrevne fjellblokker og ur under de høyeste fjellskrentene syd for vegen.

2.3 Geologisk beskrivelse

Bergarter



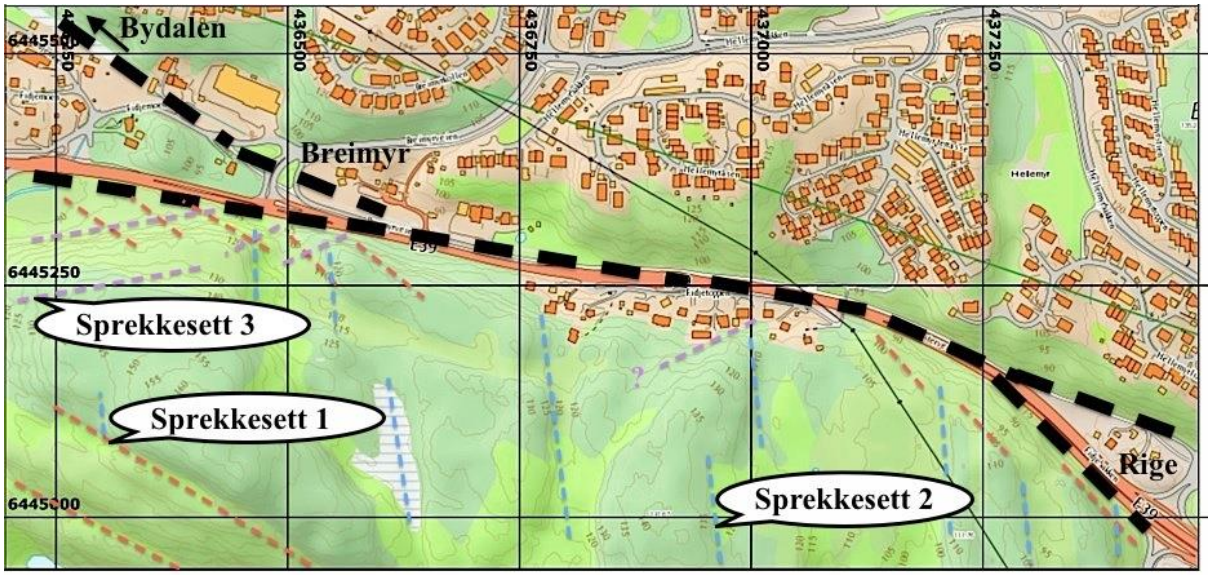
Til venstre er gjengitt et utsnitt av NGU´s berggrunnskart. Vegtraséen mellom Rige og Breimyr er markert med stiplet sort linje.
På kartet viser de forskjellige fargene 3 forskjellige bergarter. Kartet er svært grovt og gir ikke detaljerte grenser som lett finnes igjen i marka. Det kan dessuten være diffuse overganger mellom bergartene. I hovedsak består berget av mineralene kvarts, feltspat, amfibol, hornblende og biotitt. I tillegg kan det være kalkspatt i sprekkefyllinger. Kloritt og forskjellige leirmineraler vil man finne som belegg på sprekker. Enkelte korn av svovelkis vil forekomme, men mineralet jarositt som gir sur avrenning fra sprengsteinsfyllinger er ikke registrert. Det har heller ikke vært problemer med slik avrenning fra andre anlegg i nærheten. Fibermineraler er ikke påvist i området.
Nærmere petrografisk undersøkelse av berget ansees ikke relevant med henblikk på de byggetekniske utfordringer ved dette veganlegget, og dette er derfor ikke gjort.

NGU angir de 3 markerte bergartene på kartutsnittet slik:

1. Øyegneis, foilert granitt, granitt (lyse)
2. Amfibolitt og glimmerskifer (begge mørke)
3. Amfibolitt, hornblendegneis, glimmergneis, migmatitt. (vekslende farger og mye små foldinger)

Tektonikk

Forkastninger, bruddsoner og oppsprekking av fjellet har generelt stor betydning for rasfaren fra fjellsider og for utforming og stabilitet av fjellskjæringer. Grunnlaget for å kunne velge optimale metoder for sprengning og sikring av de nye skjæringene ligger derfor i kunnskapen om fjellets oppsprekking.



På kartet ovenfor har jeg lagt inn det jeg tolker som forkastninger og bruddsoner med sort stipling. Sonen følger stort sett dalen oppover fra sjøen i Hannevika, men fortsetter mot Bydalen ved Breimyrkrysset. Fra kryss med Breimyrveien går også en arm mot tjernet ved Grauthelleren.
Generelt er det slik at disse sonene står ganske nær vertikalt og fjellet vil være svært oppknust i midten mens oppsprekkingen blir mindre intens jo lenger man fjerner seg fra senter av sonen og utover – noe avhengig av type bergart.

De stiplede røde, blå og oransje linjene på kartet foran representerer forskjellige sprekkesett, det vil si sprekker i fjellet som har omtrent samme retning og fall. Det røde settet som er nr 1 har svært utholdende, plane og gjennomsettende sprekker. Sprekkene faller ca 65 – 85 mot syd. De er brattest i vest og slakere nærmere Rigekrysset. På kartet ser vi også at de røde sprekkene er mest konsentrert i vest selv om de også fins i øst. Sprekkene følger nesten langsetter vegen med en vinkel på ca. 20 – 30°
Sprekkesett nr. 2 er vist med de blå stiplingene på kartet ovenfor. Sprekkene i dette settet står omtrent loddrett med retning omtrent nord – syd. I dette settet kan sprekkene være ganske åpne nær fjelloverflaten, men de er mindre gjennomsettende enn sprekkene i sett nr. 1 (de stanser når de møter en "rød" sprekk). Jeg antar at de kan dø ut dypere nede i fjellet. Som det fremgår av kartet er de blå sprekkene mest dominerende i øst.
Sprekkesett nr. 3 som er markert med oransje stipling på kartet, har retning omtrent øst – vest og faller ca. 80 ^{o} mot syd.
Sprekkene er plane og gjennomsettende, men forekommer mer lokalt og kan ha sammenheng med armen av knusningssonen som går mot Grauthelleren.

Det er dessuten et sett med nesten horisontale sprekker . Sprekkene har et stort antall, men er mindre plane og lite utholdende (brudd). Dessuten forekommer villsprekker.

2.4 Eksisterende fjellskjæringer

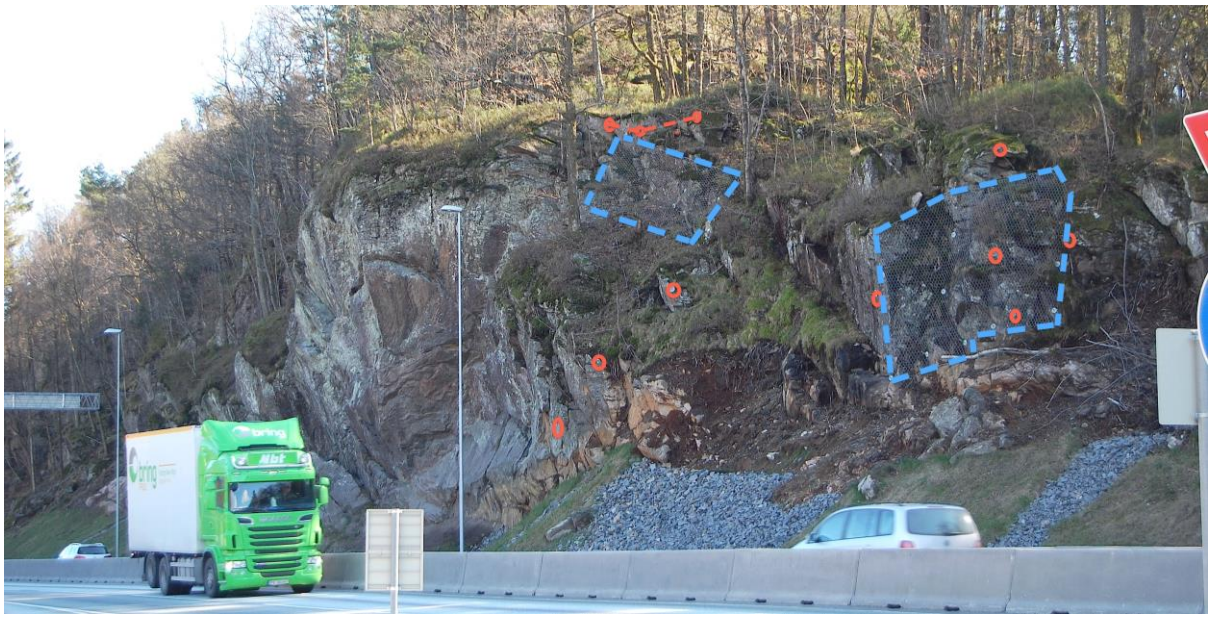
Forslag til reguleringsplan forutsetter at utvidelse av vegen i hovedsak gjøres ved å sprenge større fjellskjæringer på sørsiden av eksisterende veg. Også det planskilte krysset med Breimyrveien forutsetter nye store skjæringer i fjellet på sydsiden.
De eksisterende fjellskjæringene går flere steder lite inn i naturlig terreng og viser derfor bare i liten grad hvilke utfordringer man vil møte i forbindelse med uttak og sikring av fjellet.
Bildene nedenfor viser eksisterende vegskjæring eller sideterreng på utvalgte steder.

Bildet ovenfor viser fjellskjæringen ved eksisterende rampe /avkjøring fra E39 vest til rundkjøring på lokalveg ved Rige. Fjellskjæringen er markert med rød stipling. Skjæringen er fra ca. 2 til ca. 7 meter høy. Fjellet er ikke sikret med bolter eller andre metoder utover vanlig fjellrensk. Sikkerhet mot ras vurderes som god. Steinblokker vil kunne løsne i skjæringsveggen, men disse vil bli fanget opp av grøfta. I dette området forekommer overflateparallelle sprekker som har ført til noe overfjell under sprengningen.

Bildet ovenfor viser eksisterende skjæring i Fidjebakken på sydsiden av E39 mellom Rige og Fidjemoen. Skjæringen er ca. 7 -9 meter høy og er sikret med spredt fjellbolting.

Bildet nedenfor viser hvordan fjellet er sikret på en del av denne skjæringen.

De røde ringene viser hvor det er satt fjellbolter og den røde stiplingen viser et fjellband. Med grunnlag i skjæringens høyde og veggrøftens bredde vurderes sikringen som utilstrekkelig. Det kan også være mulighet for at er rasfarlige løse blokker i det skrå terrenget høyere bakenfor skjæringstoppen.



Bildet ovenfor viser naturlig fjellside på vegens sydside, omtrent i området der nytt kryss med Breimyrveien kommer, der det skal sprenges langt inn i fjellet når det bygges rundkjøring med ramper.
På bildet er eksisterende rassikring markert med rødt for fjellbolter og fjellband.
Innenfor de blå stiplingene er det montert steinsprangnett. Sikringsarbeidene er av ny

dato og vurderes som tilstrekkelig når man tar hensyn til at det også er bred grøft og betongfender mot vegkanten.

Bildet ovenfor er tatt litt lenger vest der det skal legges en rampe for kryss med Breimyrveien inn i fjellet. Det er nylig rensket ned flere løse fjellblokker og i tillegg er det sikret med fjellbolter som markert med rødt på bildet. Sikringen vurderes som tilstrekkelig når man tar hensyn til at det også er bred grøft og betongfender mot vegkanten.

2.5 Vann- og isforhold

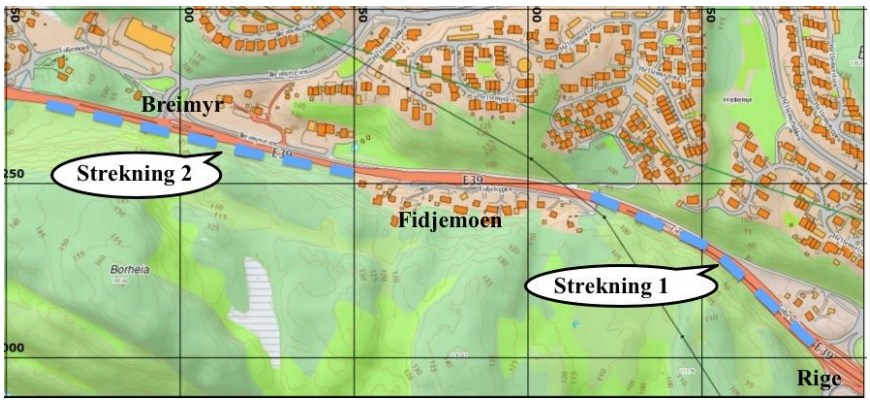
Skjæringer og fjellsider langs eksisterende veg har ikke registrerte problemer med iskjøving og trafikkfarlig nedfall av is. Det er heller ikke satt opp isnett.
Likevel registreres flere steder fukt fra sprekker i fjellet og fra toppen av fjellskjæringer

I området der kryss med Breimyrveien (med ramper) er planlagt kommer det et markert bekkenedløp fra fjellet i syd. På bildet til venstre er dette markert med blå piler.

3 Ingeniørgeologiske vurderinger – tolkinger

3.1 Stabilitet i skjæringer

Stabiliteten vurderes noe forskjellig etter hvor man befinner seg i planområdet.



Innenfor strekning nummer 1 på kartutsnittet vurderes fjellforholdene som forholdsvis like. Det sammen er tilfelle innenfor strekning nummer 2.
Imidlertid oppfattes forskjellene mellom de to strekningene som så store at de kommenteres hver for seg.

Strekning nr. 1
Gjennomgående er det 3 sprekkesett pluss sporadiske sprekker på denne strekningen.

i. Et sprekkesett følger foliasjonen i gneisen/amfibolitten og er markert over hele området. Strøket varierer en del, fra ca. 290 ^{o} til ca. 330 ^{o} og sprekkene faller ca. 30° mot sydvest – altså inn i fjellet bort fra vegen. Et par steder er fjellet helt lokalt sterkt småfoldet og dette sprekkesettet vil da følge foldingene. Foliasjonssprekkene er plane og gjennomsettende med en typisk sprekkeavstand på 0,1 -1,0 meter.

ii. Disse sprekkene har omtrent samme retning som foliasjonssprekkene – ca. 310°, men fallet er helt forskjellig - ca. 70 – 80° mot syd. Sprekkene er svært gjennomsettende og noen er ganske åpne i toppen. Typisk sprekkeavstand kan være 1,5 -3 meter.

iii. Dette sprekkesettet har retning omtrent omtrent øst - vest og fall utover mot vegen. Retningen er målt til ca. 90 – 110 ^{o} og fallet 40 – 50 ^{o} mot nord. Sprekkene er ru, lite gjennomsettende og har ikke belegg. Typisk avstand mellom sprekkene kan være 0,5-1,5 meter. Sprengning av eksisterende fjellskjæring har flere steder ført til at fjellet nær skjæringstoppen er avløst og har falt ut etter disse sprekkene (overfjell).

Samlet sett vurderes stabiliteten i en utvidet fjellskjæring på denne strekningen som normalt for Kristiansandsområdet.
Det er ikke registrert store svakhetssoner som kan tenkes å føre til utglidning av større deler av fjellet.

Strekning nr. 2
Gjennomgående er det her 3 sprekkesett pluss flattliggende uregelmessige bruddflater. Foliasjonssprekkene på den første strekningen fortsetter omtrent på samme måte. Det samme gjør de steiltstående sprekkene med retning omtrent 310°, men sprekkene er her mye mer åpne (flere cm) nær overflaten og har dannet fjellsider med litt overheng utover mot vegen.
På denne strekningen kommer også et nytt steiltstående sprekkesett med retning omtrent øst – vest. Sprekkesystemet på strekning nr. 2 er vurdert slik:

i. Et sprekkesett følger foliasjonen i gneisen. Sprekkene er ikke like markerte over hele området. Strøket varierer en del, fra ca. 310 ^{o} til ca. 330 ^{o} og sprekkene faller 30 - 40° mot sydvest – altså inn i fjellet bort fra vegen.. Foliasjonssprekkene er plane og gjennomsettende med en typisk sprekkeavstand på 0,2 -1,0 meter.

ii. Disse sprekkene har omtrent samme retning som foliasjonssprekkene – ca. 310°, men fallet er helt forskjellig - ca. 70 – 80° mot syd. Sprekkene er svært gjennomsettende og åpne i toppen, slik at det kan dannes avløste skiver/søyler som lener seg utover mot vegen. Sprekkene er plane, gjennomsettende og kan være jordfylte. Det er ikke registrert leirbelegg. Typisk sprekkeavstand kan være 0,5 -2 meter.

iii. Dette sprekkesettet har retning ca. 270°, omtrent øst - vest. Fallet er målt til 85 – 90 ^{o} mot syd. Sprekkene er plane, gjennomsettende og har ikke belegg. Typisk avstand kan være 0,5-3 meter.

Samlet sett vurderes stabiliteten i utvidet fjellskjæring som vanskeligere enn normalt for Kristiansandsområdet. Dette begrunnes delvis med store skjæringshøyder, men også fordi de viktigste sprekkene er åpne og lett vil føre til blokkutfall når de kombineres med en normal skjæringshelling i fjell.

Det er ikke registrert store svakhetssoner som kan tenkes å føre til utglidning av større deler av fjellet.

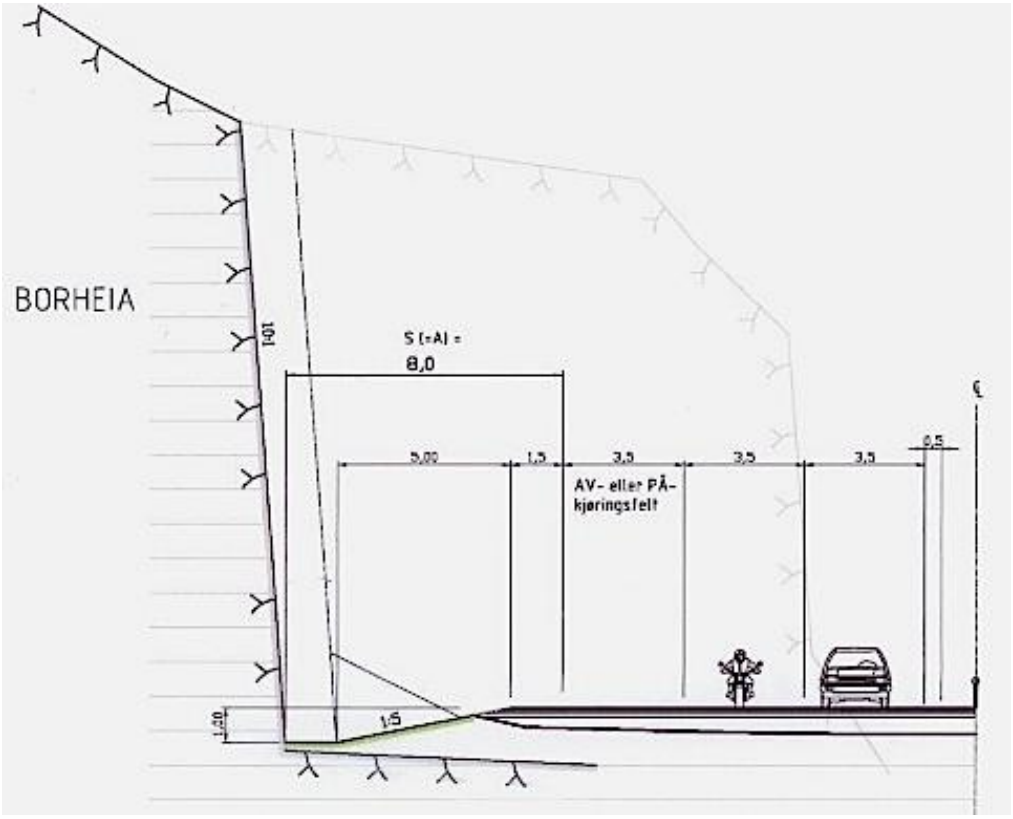
3.2 Rasfare fra terreng over skjæringstopp.

Strekning nr. 1 (lengst øst)
Det er ikke gjort detaljert undersøkelse av mulig rasfare fra terrenget ovenfor skjæringstopp. Så langt man vet er det ikke gjort registreringer av nedfall i grøft/veg på strekningen, men det er for tiden ikke synlige spor etter slike ras i grøfta.
Terrenget ovenfor vegen er likevel noen steder så skrått at steinblokker vil kunne rulle nedover. Det ligger mange løse blokker i terrenget og det er også bratte fjellskrenter der det er mulighet for at steinblokker vil kunne falle ut.
Sannsynlighet for ras fra terrenget ovenfor vegen vil øke når skjæringen utvides, og man bør ikke overse denne faren.

Strekning nr. 2 (lengst vest)

På denne strekningen er faren for steinsprang fra terrenget bak vesentlig større. Det er stedvis store variasjoner i rasfaren, med den største faren lengst vest i planområdet. Bildet til venstre viser dette området der det allerede er gjort en del sikringstiltak.
Når ny skjæring kommer inn i dette fjellet vil det være nødvendig å foreta en del undersøkelser og sikringsarbeider i terrenget bakenfor.
De røde pilene indikerer steder der det kanskje kan være ustabile fjellblokker eller ustabilt fjell.
Heller ikke her er rasfare og sikringsbehov kartlagt i detalj.

3.3 Skjæringsutforming / grøftedimensjon



Fjellskjæringer

Fjellskjæringene som er under 20 meter høye vil bli utformet slik som vist ovenfor.
Dette er et kompromiss der det blant annet er lagt vekt på :

- Oppnå krav til sikkerhetsavstand uten bruk av rekkverk
- Få tilstrekkelig snøopplag.
- Visuelt akseptabelt.
- Begrense uttak av masser og skjæringshøyder
- Begrense sikringsbehovet ved at grøften har bredde og utforming som gjør at en stor del av mulig nedfall kan fanges opp.

Steinblokker på vegbanen

Det forutsettes at nedfall av større fjellblokker ikke aksepteres selv om de vil bli fanget opp av grøfta. Alle større fjellblokker som over tid kan bli ustabile bør derfor sikres med fjellbolter.
Selv om fjellet sikres med bolter og det blir foretatt en grundig spettrensk av fjellet vil det med tiden løsne og falle ut mindre stein fra en sprengt skjæring. Påvirkning fra vann og frost gjør at dette ikke kan unngås.
Det tillates her at mindre stein faller ned når det er helt sikkert at de fanges opp av grøfta. Hvor langt ut en slik liten stein kan sprette vil være avhengig av hvilken høyde den løsner fra. Håndbok 018 , kap. 2 angir en nødvendig grøftebredde på 4,5 meter dersom skjæringshøyden er 10 – 20 meter og 8 meters grøftebredde dersom skjæringshøyden er over 20 meter.
Etter diverse senere erfaringer er det funnet at disse kravene ikke alltid vil forhindre at større eller mindre steinblokker kommer ut i kjørebanen før de stanser. NVE´s veileder for vurdering av skredfare tyder på det samme.
Her forutsettes at den planlagte grøfta med sikkerhet kan ta i mot stein som løsner fra høyder opp til 10 meter. Skjæringshøyder over 10 meter bør i utgangspunktet planlegges sikret med steinsprangnett. Stein som løsner bak nettet fanges opp av dette eller blir ledet bak nettet og får et fritt fall på 10 meter fra underkant av nettet.

Fjellskjæring over 20 meter

Der fjellskjæringen blir høyere enn 20 meter, og man samtidig kan vente ustabilt fjell med store utfall, anbefales en fjellhylle omtrent midt i skjæringen.
Hyllen bør utformes mer detaljert i en senere planfase, men det antydes her en bredde på ca. 8 meter. Skjæringsveggen over fjellhyllen er ikke forutsatt sikret med steinsprangnett, men det kan være aktuelt med et lavt sikringsgjerde langs kanten av hyllen.

3.4 Sprengning - stengetider

Dersom det legges sterke restriksjoner på stengning av vegen i forbindelse med sprengning må det skytes små salver. Dette gir gjennomgående dårligere kvalitet og redusert sikkerhet. Kostnadene vil øke betraktelig og byggetiden kan bli lengre. Arbeidet ansees ikke gjennomførbart med stengningstider på under 30 minutter.

Av hensyn til sikkerhet for arbeidere, trafikanter og naboer bør sprengningsarbeidene foregå i den lyse årstiden, i perioden april – september.
Gjennomføring i løpet av en sommerperiode forutsetter at det kan sprenges salver med rimelig størrelse. Dette vil dette flere steder føre til at man må bruke deler av eksisterende veg til å ta i mot sprengsteinen når salven skytes. (Utvidelse fra fast fjell til sprengstein er omtrent 1,75 og i tillegg vil sprengsteinen bli liggende lavere enn fjellet var) Dette betyr videre at deler av vegen (østgående kjørefelt) må være stengt til det aller meste av salven er lastet ut.

Løsningen vil være at det sprenges og lastes ut om natten og at det etableres en omkjøringsveg for østgående trafikk. Trafikklys kan være aktuelt enkelte steder.

3.4 Sprengningsmetode/ Vaierkutting

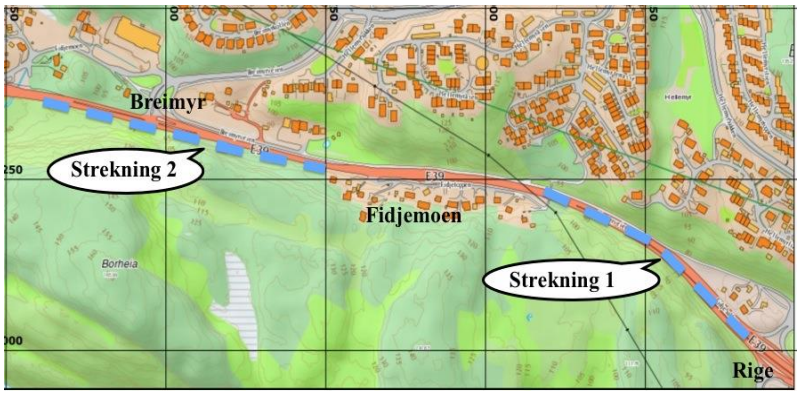
Ved vanlig sprengning vil sprenggassene også åpne sprekker i sidefjellet bak konturen og når salven løftes oppover vil den gjerne trekke med seg eller løsne store fjellblokker like bak planlagt skjæringstoppen. Dersom det ikke tas spesielle hensyn under sprengningen vil man derfor ofte få skjæringer med ujevn overflate og mye overfjell / utfall i toppen. Skjæringen vil da slå lenger bakover enn planlagt og dette kan kreve vesentlig mer sikring.
For å unngå dette bør to aktuelle metoder tas med som en mulighet i kontraktsgrunnlaget og vurderes under detaljprosjekteringen.:

- Forbolting bak skjæringstoppen. Dette hindrer utfall i toppen og reduserer sikringsmengder. (For eksempel 6 m lange 32 mm kamstål innstøpt i rekke 1 meter bak konturen c/c 1,5 meter)
- Sømboring i konturen (for eksempel c/c 35 cm) og sprengning med svak avpasset ladning. Enten som presplitt eller som "slettsprengning" på høyeste nummer i salva. Metoden er skånsom mot sidefjellet og gir en slett skjæringsvegg. Nødvendig sikring reduseres.

Det er naturlig og mest skånsomt for sidefjellet at sprengning deles opp i 2 paller når høyden er mer enn ca.10 meter.

Vaiersaging av fjellet vil antakelig kunne gi enda bedre resultat enn tett oppboring i konturen. Metoden blir svært dyr (kanskje kr 1000 pr m^2) og den krever at det må sprenges inn nisjer for hver ca. 50 meter.
I en skjæring som er saget kan det være vanskelig å se rasfarlige fjellblokker.
Sikringsmengdene kan nok bli noe mindre, men ikke på langt nær nok til å oppveie kostnadene ved saging.
Vaiersaging bør derfor først og fremst velges dersom det kan begrunnes med bedre estetikk.

3.5 Permanent sikring – anslått behov



Også her vurderes de 2 strekningene for seg.
Sikringsomfanget blir minst på strekning nr. 1 som ligger lengst øst.
Som permanent sikring regnes her også forbolting og tett oppboring i konturen (sømboring) fordi dette vil ha innflytelse på senere sikring.

Aktuelle sikringsmetoder for begge strekninger vil være:

- Rassikring bak skjæringstopp
- Lavt rasgjerde ved skjæringstopp
- Tett boring i konturen (sømboring)
- Forbolting bak konturhullene
- Fjellrensk i skjæring.
- Fjellbolter med lengder fra 1,5 til 6 meter.
- Steinsprangnett /isnett

Strekning nr. 1

Anslått sikringsomfang:

Sikring bak skjæringstopp	150 timer manuelt	Svært usikkert
Sikringsgjerde	50 meter	Svært usikkert
Sømboring i kontur	Anbefaler alle skjæringer over 5 meters høyde	Velges
Forbolting bak konturhullene	Ca 25 % av skjæringsveggen	Velges - usikkert
Fjellrensk i skjæring - spettrensk	Normalt omfang	Ganske sikkert
Fjellbolting- forskjellig lengde	Ca. 1 fjellbolt pr 8 m^2 fjellskjæring	Ganske sikkert
Steinsprangnett/ isnett	Anbefaler å dekke øverste del av skjæring ned til 10 m	Velges etter vurdering av sprengt skjæring.

Strekning nr. 2

På denne strekningen er det også aktuelt å sprenge en bred fjellhylle der høyden blir mer enn 20 meter.

Anslått sikringsomfang:

Sikring bak skjæringstopp	300 timer manuelt	Usikkert
Sikringsgjerde	50 meter	Svært usikkert
Fjellhylle – 8 meter bred.	Lengde Ca. 75 meter	Usikkert
Sømboring i kontur	Anbefaler alle skjæringer over 5 meters høyde	Velges
Forbolting bak konturhullene	Anbefales Ca. 75 % av skjæringsveggen	Velges - usikkert
Fjellrensk i skjæring - spettrensk	Stort omfang	Ganske sikkert
Fjellbolting- forskjellig lengde	Ca. 1 fjellbolt pr 6 m^2 fjellskjæring	Ganske sikkert
Steinsprangnett/ isnett	Anbefaler å dekke øverste del av skjæring ned til 10 m	Velges etter vurdering av sprengt skjæring.

3.6 Arbeidssikring

I utgangspunktet må konkret arbeidssikring gjøres i samarbeid med utførende entreprenør og hans folk på jobben. En del viktige forutsetninger legges også i planfasen og under utarbeiding av kontraktsgrunnlaget.
Grunnlaget for god arbeidssikring vil blant annet henge sammen med at følgende forhold er godt tilrettelagt:

- At rasfarlig fjell og steinblokker bak skjæringstoppen sikres før sprengningsarbeidene begynner.
- At sprengning og fjellsikring kan utføres i den lyse årstiden.
- At vegen (østgående felt) kan stenges i lange perioder slik at man unngår tidspress samtidig som det kan sprenges store salver
- At det ikke sprenges med for store pallhøyder (helst ikke over 10 m)
- At permanent fjellsikring i størst mulig grad utføres så tidlig at det også fungerer som arbeidssikring
- At geologisk fagkyndig jevnlig vurderer fjell og sikring under sprengningsarbeidene.

4 Risiko for skred

4.1 Generelt

Det vises til NA-rundskriv 2014/08 fra Statens vegvesen.
For å bedømme akseptabel strekningsrisiko over enhetsstrekningen (1 km) må følgende vurderes:

- Dimensjonerende trafikkmengde for vegprosjektet.
- Årlig nominell sannsynlighet for farlige skredhendelser

Disse to størrelsene settes sammen i risikomatrisen i rundskrivet. Dersom sannsynligheten for farlige skred er for stor i forhold til trafikkmengden (rødt eller gult felt), må det avgjøres om det fins relevante sikringstiltak som kan bringe sannsynligheten tilstrekkelig ned. (grønt felt)

4.2 Trafikkgrunnlag

Trafikken på den aktuelle vegstrekningen mellom Rigekrysset og kryss med Breimyrveien blir langt over ÅDT 8000, og man vil derfor komme i konsekvensklasse F i risikomatrisen.

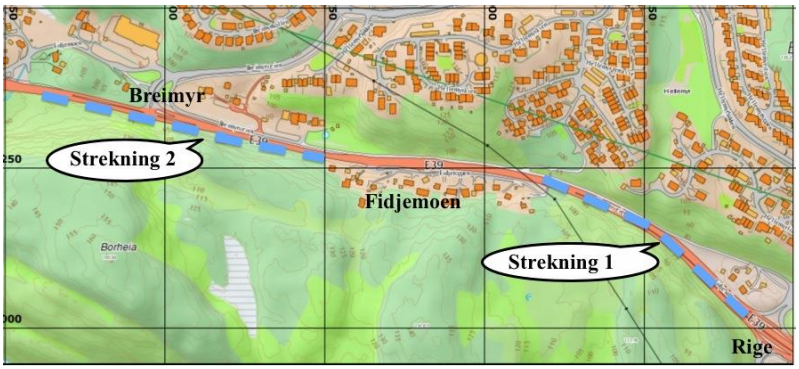
4.3 Vurdering av skredsannsynlighet.

Skredatlas
NVE´s nettsted "skrednett.nve.no" angir ett aktsomhetsområde for snøskred ved planområdet. Utløpsområdet berører en liten del av vegen omtrent der krysset mot Breimyr skal anlegges.
Ellers i planområdet angir «*skrednett*» ikke aktsomhetsområder for andre typer skred – heller ikke steinsprang. Nettstedet har ikke registreringer av noen typer skred – eller flomhendelser i området.

Vurderinger i marka

- Snøskred er ikke registrert på strekningen. Nærmere vurderinger i marka viser at det ikke er sammenhengende områder med terreng som er bratt nok til at store mengder snø kan begynne å gli. Terrenget er stort sett avtrappet med bratte skrenter der det ikke vil samles snø, og flate partier der snø ikke vil gli. I tillegg er det store steinblokker i terrenget. Disse vil fastholde snø. Årlig sannsynlighet for farlige snøskred vurderes derfor som klart mindre enn 1/1000. Dette gjelder for hvilken som helst enhetsstrekning på 1 km innen planområdet, og selv om skogen fjernes.
- Flomskred er ikke registrert i området, og det er heller ikke elve- eller bekkeløp som kan tenkes å ha potensiale til å utløse flomskred.
- Jordskred er ikke registrert. Området har ikke marine leirer og det er ellers ikke forhold som medfører fare for jordskred.
- Isskred er ikke registrert, og det er ikke forhold på stedet som medfører fare for slike skred.

- Steinsprang på eksisterende veg er så vidt man vet ikke registrert, men i terrenget på sydsiden av vegen er det allerede nå gjort arbeider for å sikre mot nedfall fra fjellsider og mot at løse blokker i terrenget skal falle ut.

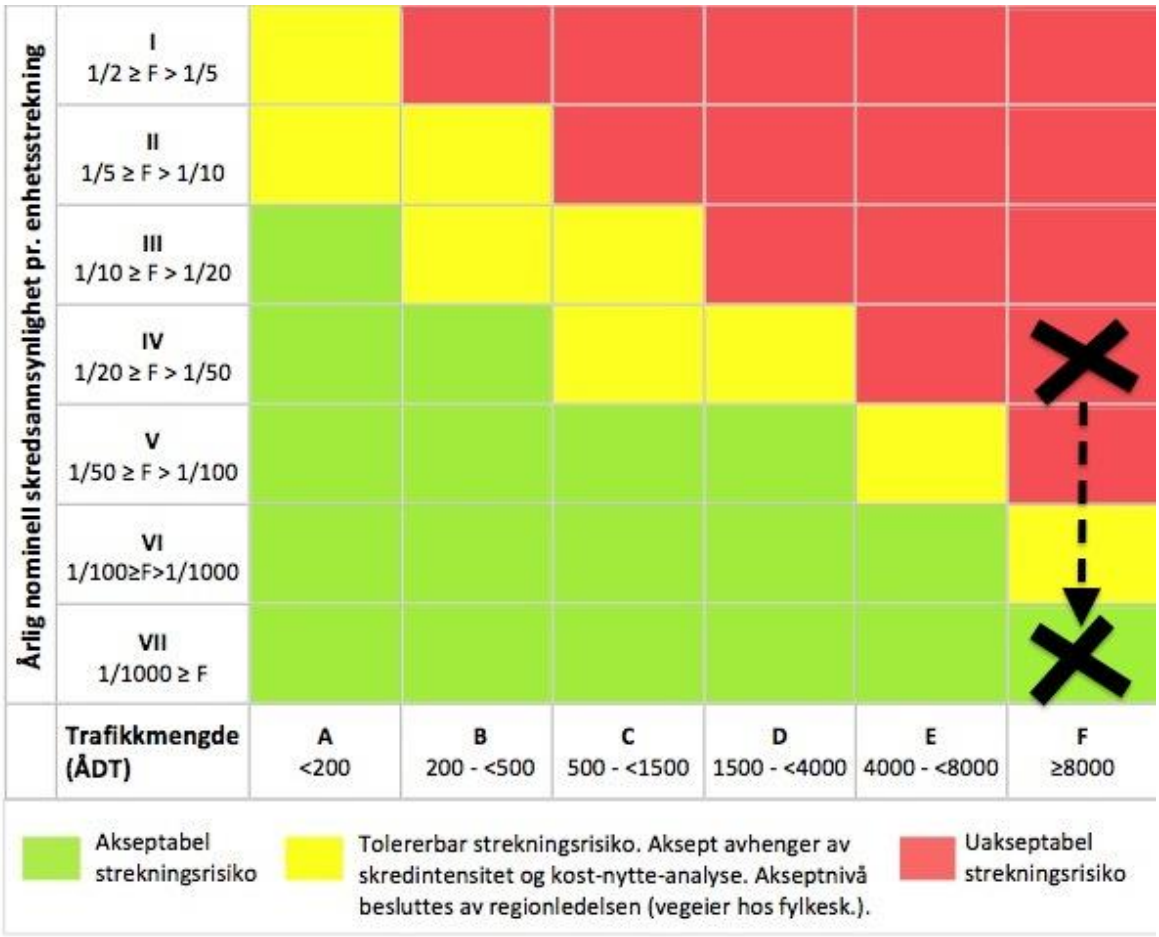


Etter inspeksjon i terrenget vurderes rasfaren som klart økende når vegen vides i bredden ved å sprenge seg inn i fjellet på sydsiden. Det er registrert fare for steinsprang vest for Rigekrysset og ved Breimyr slik som angitt med blå stipling på kartutsnittet. Ellers i planområdet er det ikke fare for steinsprang fra terrenget ovenfor vegen.
Årlig sannsynlighet for farlige steinsprang på blå strekning (ca 1 km) vurderes å ha en nominell årlig sannsynlighet mellom 1/20 og 1/50 – det vil si i sannsynlighetsklasse IV (rødt felt i risikomatrisen på neste side).
Ved befaringer i terrenget er det også vurdert at det er fullt mulig å ta ned eller sikre rasfarlige blokker slik at man kommer ned i sannsynlighetsklasse VII (grønt felt).
Dette krever en detaljert kartlegging av rasfaren i senere planfase og konkret sikring til slutt.

- Steinskred er ikke registrert. Det er ikke urmasser eller annet som kan gi grunnlag for slike skred.
- Fjellskred. Det er ikke observert strukturer eller svakheter i fjellet som kan gi farlige glideplan slik at større partier av fjell blir ustabilt. Det må likevel kontrolleres for slike strukturer når ny fjellskjæring er sprengt og tilgjengelig for inspeksjon.

4.4 Risikomatrise

Siden trafikkmengden er langt over ÅDT 8000 vil man være i konsekvensklasse F i risikomatrisen.
For alle skredtyper samlet, vil det bare være steinsprang som bidrar i sannsynligheten for skred. I risikomatrisen kommer man derfor i sannsynlighetsklasse IV før det er utført sikringsarbeider i terrenget. Etter sikring bør man være i klasse VII (grønt felt)



5 Videre geologisk planlegging

5.1 Prosjektering for konkurransegrunnlag

Det anbefales å gjennomgå terrenget bakenfor planlagt skjæringstopp, slik at rasfarlige forhold blir dokumentert og sikring planlagt. Årlig nominell sannsynlighet for farlige steinsprang må etter sikringen være mindre enn 1/1000.

Videre anbefales at planlagt konturlinje settes ut i marka, og at det foretas en ny geologisk vurdering – blant annet ved å vurdere fjellforholdene langs denne linjen. På dette stadiet bør det også den brede fjellhylla detaljplanlegges.

5.2 Detaljert plan for permanent fjellsikring

Detaljert plan for sikring i terrenget bak skjæringstopp kan gjøres før fysisk arbeid starter i marka.
Endelig plan for forbolting og sømboring må utarbeides etter at fjellet er avgravd og konturlinjen er avmerket på fjellet.
Oppmerking for fjellbolter og sikringsnett kan først gjøres etter sprengning , utlasting og fjellrensk. Oppmerking og sikring bør alltid gjøres før det foregår manuelt arbeid under fjellskjæringen.