

Kvinnherad kommune

Fv. 62 Fjelbergsambandet

Fagrapport ingeniørgeologi for reguleringsplan

Høge bergskjeringar, skredfare og skisseprosjekt
brufundament



Oppdragsnr.: 5174907 Dokumentnr.: RP-002 Versjon: J01
2017-10-20



Oppdragsgiver: Kvinnherad kommune
Oppdragsgivers kontaktperson: Sigmund Øye
Rådgiver: Norconsult AS, Klæbuveien 127 B, NO-7031 Trondheim
Oppdragsleder: Anders Jamne
Fagansvarlig: Ingvar Tyssekvam
Andre nøkkelpersoner: Kristian Loftesnes, Martine Lund Andresen

Martine Lund Andresen

Kristian Loftesnes Amstein Ommedal

J01	2017-10-20	Fagrapport ingeniørgeologi, reguleringsplan	MALAN, KTLOF	AROMM	
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. 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.

Samandrag

Norconsult er engasjert av Kvinnherad kommune for å utarbeide detaljreguleringsplan med konsekvensutgreiing for Fjelbergsambandet. Denne rapporten omtaler følgande ingeniørgeologiske forhold langs planlagt trasé:

- høge bergskjeringar (>10m)
- skredfare
- bergmasekvalitet ved planlagde brufeste.

Høge bergskjeringar

Det blir ei strekning på ca. 80 m med tosidig høg bergskjering på Borgundøy med skjeringshøgder inntil 15 m. For denne planfasen er høge bergskjeringar vurdert til å ligge i pålitelegheitsklasse 2 og geoteknisk kategori 2. Bergskjeringar under 10 m høgde er også vurdert å ligge i geoteknisk kategori 2. Strekninga med høg bergskjering skal etablerast i tonalitt/grønnstein, som er vurdert å vera kompetent men med varierende oppsprekingsgrad. Kartlagde sprekkeretningar viser at det finst risiko for ugunstig orienterte sprekker, som kan medføre utgliding under sprenging og behov for sikring i ferdig skjeringssvegg. Terrenget i overkant av planlagde skjeringar har lite eller ingen lausmassar, og er slakt. Totalstabilitet i skjeringane ventast å kunne ivareta ved bruk av sikringsbolt, eventuelt i kombinasjon med steinsprangnett og/eller sprøytebetong ved tett oppsprekking og/eller svakheitssoner.

Bergskjeringar bør generelt utformast med helling 10:1, men må tilpassast stadleg oppsprekking. Fanggrøft anbefalast utforma etter figur 225.4 i Statens vegvesen handbok N200 Vegbygging.

Vest på Fjelbergøy vil det verte fleire parti med tosidig skjering med høgder inntil 10 meter (profil 3500 – 4200). Hovudandelen av skjeringane i dette området ventast å gå i tonalitt, men i austre del (profil 3650-4000) er det usikkerheit knytt til overgangen til ein omvandla, tett oppsprukken og lite kompetent amfibolitt. Det kan ikkje utelukkast at dei austlegaste skjeringane vil kunne gå i denne amfibolitten. Tonalitten i området er generelt vurdert som kompetent og hard, og vurderast å vera lite oppsprukken, med det er ikkje gjort detaljkartlegging ved aktuelle skjeringar. Det må påreknast opptreden av gjennomsettande sprekkeseit i skjeringane som stadvis vil medføre utfall ved sprenging. Det må også påreknast behov for boltesikring for å låse opp kantar og blokker i skjeringane.

Skredfare

Delar av vegstrekninga ligg innanfor aktsemdområde for snøskred og steinsprang. Norconsult har utført skredfarevurdering for alle skredtypar langs heile strekninga. Til grunn for vurderinga ligg statens vegvesens akseptkriterier for skred på veg. ÅDT for Fjelbergsambandet er opplyst å vere < 200, dette gir største tillatne årlege nominelle sannsyn for skred på 1/10 per einingsstrekning (1km). Basert på vurdering av terreng, flyfoto og resultat frå feltkartlegging vurderast heile strekninga å ha akseptabel risiko for skred frå bratt terreng.

Bergkvalitet ved brufundament

Det er utarbeidd skisseprosjekt for bru på to strekningar langs traseen; over Sundnessundet og over Fjelbergsundet. Det er gjort ei innleiande vurdering av bergkvalitet i områda for brufundament. Ved det austre fundamentet ved Sundnessundet består berget av skifrig fyllitt. Generelt er fyllitt ein svak bergart med relativt låg bereevne. For å avgjere bereevna er det nødvendig å gjere undersøkingar av berget på staden. Ved dei tre andre brufesta er det observert betre bergkvalitet, der mest kompetent berg er observert ved austre sida av Fjelbergsundet (tonalitt). Også for desse fundamenta må ein vurdere behovet for undersøkingar for å avgjere bereevna meir eksakt. Generelt anbefalast fundamentering eit stykke inn frå bratte bergskrentar. Vidare vil bergmassen ofte ha mindre oppsprekking nokre meter under overflata, dermed kan ein venteleg oppnå betre bereevne ved å



senke fundamenta noko. Då bergmassens bereevne må bestemast ved laboratorietestar og disse ikkje er utførd, er det viktig at ein har fleksibilitet i design av fundamenta

Innhold

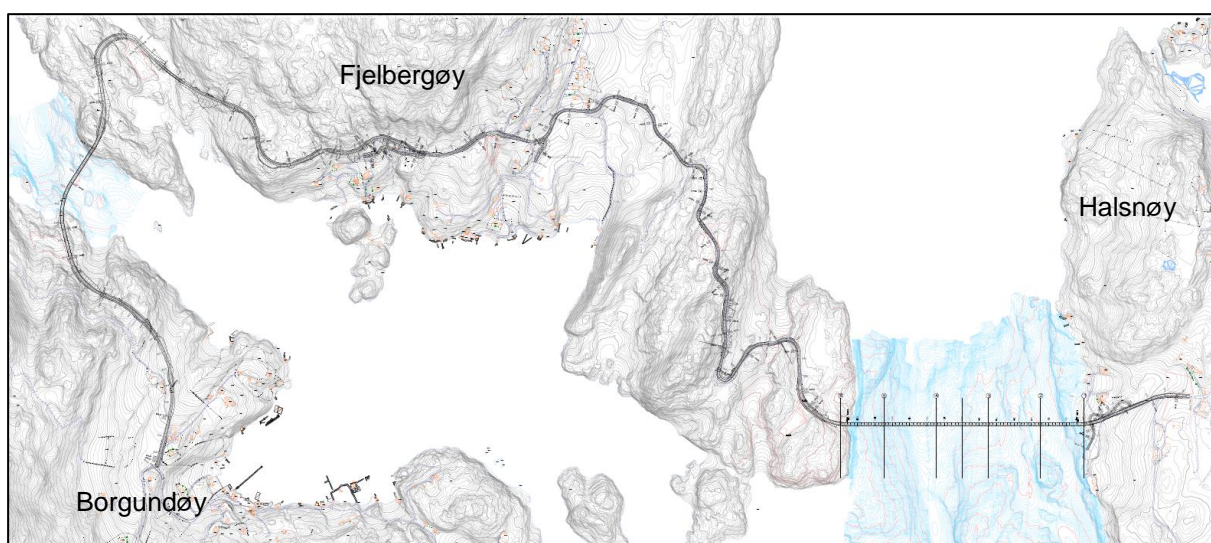
1	Innleiing	6
1.1	Bakgrunn og hensikt	6
1.2	Geoteknisk kategori	7
1.2.1	Pålitelighetsklasse og kontrollomfang under planlegging	8
1.3	Grunnlagsmateriale	8
1.4	Feltkartlegging	9
2	Grunnforhold (faktadel)	10
2.1	Topografi	10
2.2	Berggrunn og oppsprekking	10
2.3	Lausmassar	11
2.4	Skredfare	11
2.4.1	Aktsemdkart for skred	11
2.4.2	Akseptkriterium for skred på veg	12
2.4.3	Hellingskart	14
2.4.4	Registrerte skredhendingar	14
3	Ingeniørgeologiske vurderingar (tolkingsdel)	15
3.1	Høge bergskjeringar (>10m)	15
3.1.1	Utforming av bergskjering og fanggrøft	15
3.1.2	Km 5520 - 5600 (Borgundøy)	15
3.1.3	Km 3500-4000 (Fjelbergøy)	17
3.1.4	Hydrogeologi	18
3.1.5	Bruk av steinmateriale	19
3.1.6	Vibrasjonar frå sprengingsarbeid	19
3.1.7	Sikkerheit, helse og arbeidsmiljø	19
3.2	Skredfare	20
3.2.1	Ikkje aktuelle skredtypar	20
3.2.2	Aktuell skredtype – steinsprang	20
3.2.3	Skredfare for einingsstrekningane 1 – 6	23
3.3	Bergmassekvalitet ved brufeste	24
3.3.1	Sundnessundet	24
3.3.2	Fjelbergsundet	29
4	Ingeniørgeologisk bemanning under utføring	32
5	Vidare undersøkingar	33
6	Referansar	34

1 Innleiing

1.1 Bakgrunn og hensikt

Kvinnherad kommune ynskjer å utbetre sambandet mellom dei to Fjelbergøyene (Fjelbergøy og Borgundøy) og Halsnøy (Figur 1). Norconsult er engasjert av Kvinnherad kommune for å utarbeide detaljreguleringsplan med konsekvensutgreiing for Fjelbergsambandet. Traseen følgjer alternativ 2A i vedtatt kommunedelplan, med nokre justeringar. Detaljreguleringsplanen omfattar fast vegsamband mellom Borgundøy og Fjelbergøy, altså bru over Fjelbergsund. Kabelferje over til Halsnøy er erstatta med ferjefri brukryssing av Sundnessundet.

Planlagt trasé er vist med plan og profil på teikningar C001-C012.



Figur 1: Oversiktskart som viser veglinje.

Denne rapporten omtalar følgjande ingeniørgeologiske forhold langs planlagt trasé:

- høge bergskjeringar (>10m)
- skredfare
- bergmasekvalitet ved planlagde brufeste

1.2 Geoteknisk kategori

Pålitelighetsklasse	Vanskelighetsgrad		
	Lav	Middels	Høy
CC/RC 1	1	1	2
CC/RC 2	1	2	2/3
CC/RC 3	2	2/3	3
CC/RC 4	*	*	*

* Vurderes særskilt (gjelder hovedsakelig atomreaktorer og lagre for radioaktivt avfall)

PROSJEKTERINGSKONTROLL

	Enhet/Navn	Signatur	Dato
Grunnleggende kontroll (B)	Norconsult, Martine L. Andresen		
Kollegakontroll (N)	Norconsult, Kristian Loftesnes		
Uavhengig kontroll (U)			
Godkjent			

Kontrollklasse	Kontrollform					
	Prosjektering			Utførelse		
	Grunnleggende kontroll	Kollega-kontroll	Uavh. eller utvidet kontroll	Basis kontroll	Intern systematisk kontroll	Uavhengig kontroll
B (begrenset)	Kreves	Kreves ikke	Kreves ikke	Kreves	Kreves ikke	Kreves ikke
N (normal)	Kreves	Kreves	Kreves ikke	Kreves	Kreves	Kreves ikke
U (utvidet)	Kreves	Kreves	Kreves	Kreves	Kreves	Kreves

Geoteknisk kategori vert sett som ein funksjon av eit prosjekts pålitelighetsklasse (CC/RC) og vanskegrad (sjå Tabell 1) og vert sett i høve til NS-EN 1997-1:2004+NA:2008 Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering – Del 1: Allmenne regler og Veileder for bruk av Eurokode 7 til bergteknisk prosjektering (Den Europeiske standardiseringsorganisasjonen , 2004).

Tabell 1 Vurdert geoteknisk kategori for området med høge bergskjeringar vist med raud ring.

Konsekvens-/ Pålitelighetsklasse	Vanskelighetsgrad		
	Lav	Middels	Høy
CC/RC 1	1	1	2
CC/RC 2	1	2	2/3
CC/RC 3	2	2/3	3
CC/RC 4	*	*	*

*Vurderast spesielt (gjeld i hovudsak atomreaktorar og lager for radioaktivt avfall)



Det vil bli høge tosidige bergskjeringar (> 10 m) langs ei delstrekning på ca. 80 meter, største høgde vil bli ca. 15 meter. Skjeringane skal etablerast i tonalitt/grønnstein, som er vurdert til å vera kompetent men med varierende oppsprekingsgrad. Terrenget i overkant av planlagde skjeringar har lite eller ingen lausmassar, og er slakt. Det er vurdert å vera akseptabel risiko for skred frå naturleg terreng over skjering. Det er gjort avgrensa geologisk kartlegging i området og det er difor noko usikkerheit knytt til grunnforholda i området. Vanskegraden vurderast ut frå dette å ligge i klassa «middels».

Prosjektet vurderast å ha middels konsekvensar på grunn av mogleg tap av menneskeliv, og middels økonomiske konsekvensar då trafikkmengda er avgrensa. Veg er einaste eksisterande infrastruktur som vil kunne påverkast av eventuelt grunnbrot. Strekninga med høg bergskjering vurderast difor å tilhøyre konsekvensklasse (CC/RC) 2. Strekninga med høge bergskjeringar vurderast ut frå dette å ligge i geoteknisk kategori 2.

Bergskjeringar med høgder <10 m vurderast å ligge i pålitelegheitsklasse 2 og geoteknisk kategori 2.

Det kan vera aktuelt å revidere val av geoteknisk kategori i neste planfase når grunntilhøva er fastsett med større grad av sikkerheit.

1.2.1 Pålitelighetsklasse og kontrollomfang under planlegging

Pålitelighetsklassen til eit byggverk, ein konstruksjon eller ein konstruksjonsdel angir krav til kontroll og type kontroll av prosjektering og utføring. Pålitelighetsklassen er direkte kopla til prosjekteringskontrollklasse og utførelseskontrollklasse som igjen angir krav til kontroll og kontrollform. Ved fastsetting av pålitelighetsklasse for byggverk, konstruksjonar og konstruksjonsdelar nyttast tabell NA.A1(901) i NS-EN 1990:2002+A1:2005+ NA:2016 med rettleiande eksempel.

Den anbefalte pålitelighetsklasse (CC/RC) 2 medfører at strekninga med høge bergskjeringar hamnar i prosjekteringskontrollklasse (PKK) 2. PKK 2 stiller krav om eigenkontroll, intern systematisk kontroll og utvida kontroll (avgrensa til systemkontroll). Pålitelighetsklasse 2 medfører også at høge bergskjeringar hamnar i utførelseskontrollklasse (UKK) 2. UKK 2 stiller krav om eigenkontroll, intern systematisk kontroll og utvida kontroll (avgrensa til systemkontroll).

1.3 Grunnlagsmateriale

Følgande grunnlagsmateriale er nytta i utarbeidinga av denne rapporten:

- Topografisk kart henta frå www.norgeskart.no.
- Flybilete frå www.norgebilder.no.
- Berggrunn- og lausmassekart frå Norges geologiske undersøkelse (NGU, 2017)
- Aktsemdskart for steinsprang, flaum- og jordskred og snøskred (NVE, 2017)
- Hellingskart frå Norges geotekniske institutt (NGI, 2017)
- Oversikt over historiske skredhendingar (NVE, 2017) og (Statens vegvesen, 2017)
- «Flaum og skredfare i arealplanar», retningslinjer nr. 2/2011 med vedlegg (NVE, 2014a)
- «Sikkerhet mot skred i bratt terreng. Kartlegging av skredfare i arealplanlegging og byggesak» (NVE, 2014b)



1.4 Feltkartlegging

Synfaring vart utført av ingeniørgeologane Kristian Loftesnes og Martine Lund Andresen 06.09.2017. Synfaringa var ei fellessynfaring med deltakarar frå andre fag. Det vart gjort vurderingar av bergmassekvalitet- og oppsprekking, lausmassemektigheit og skredfare. Dette vart gjort ved registreringar av sprekkeorientering og bergmasseparameterar, moglege lausneområder for skred samt kartlegging av blokker frå tidlegare hendingar.

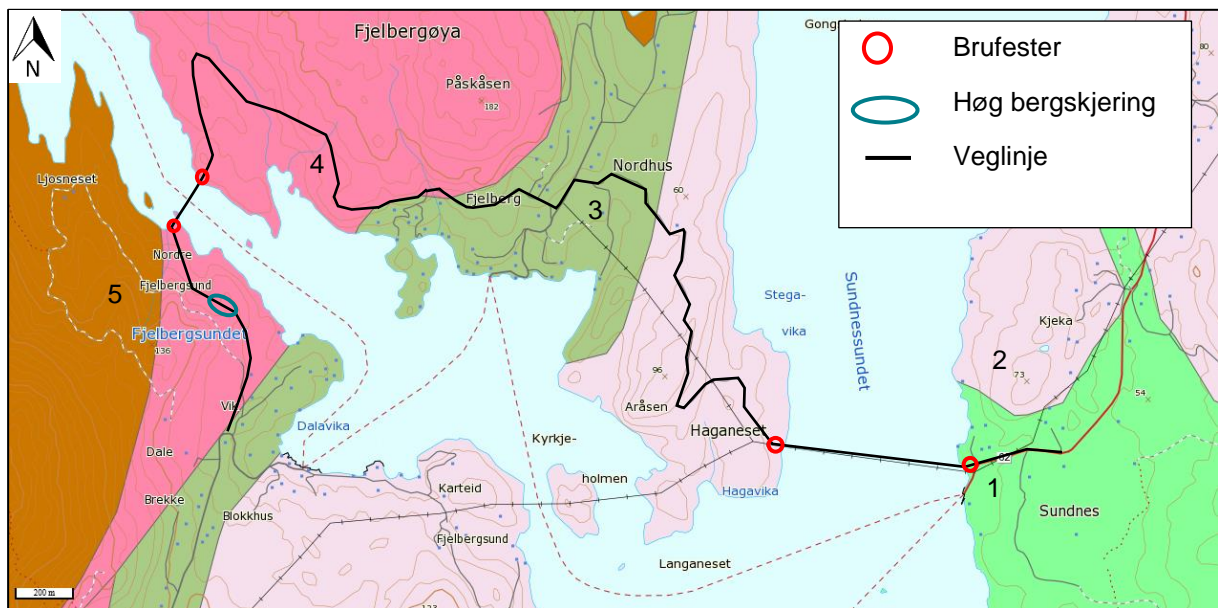
2 Grunnforhold (faktadel)

2.1 Topografi

Traseen går på bru over Sundnessundet. Etter ilandføring på Fjelbergøy går den i slakt, jomfrueleg terreng før den koplarseg på eksisterende skogsbilveg. Her går den i sidebratt terreng med bratt stigning før den knekk vestover og nedover mot busetnaden på Fjelbergøy. Vidare føl traseen eksisterende veg i skrå li vestover før den tek av og stig opp i terrenget. Her går traseen i bratt stigning og varierende terreng før den går ut på bru over Fjelbergsundet. Frå ilandføring på Borgundøy stig traseen jamt oppover, stadvis i skjering, før det flater ut mot busetnaden ved enden av parsellen.

2.2 Berggrunn og oppsprekking

Berggrunnskart frå NGU viser ein relativt kompleks berggrunnsgeologi i området (Figur 2). Dette skuldast skyvedekkeaktivitet.



Figur 2: Berggrunnskart (NGU, 2017). Bergartar er skildra iht. nummerering i liste under. Parti med høge bergskjeringar > 10 m, samt ilandføring av planlagde bruer er vist.

Ifølge NGUs berggrunnskart består området av fem bergartar.

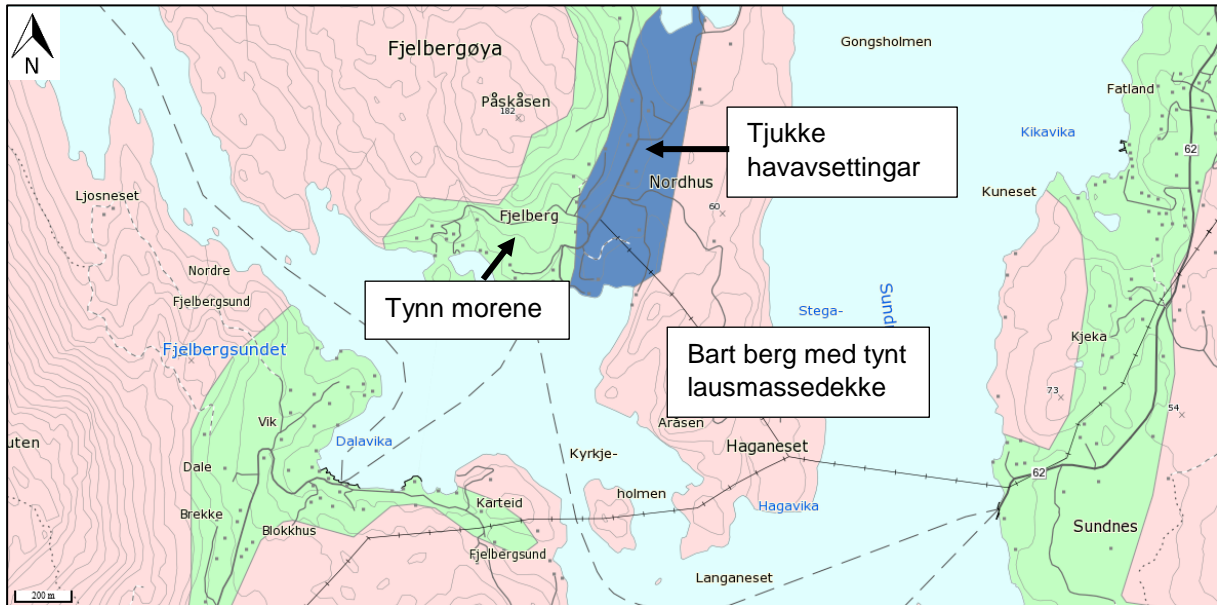
1. Fyllitt og glimmerskifer. Kvarstglimmerskifer, fyllitt med kvartslinser og stadvis granatførande.
2. Diorittisk til granittisk gneis. Granodiorittisk til tonalittisk og diorittisk.
3. Amfibolitt og glimmerskifer. Glimmerskifer og grønnskifer, stedvis tektonisk konglomerat, bruddstykker av serpentinit og marmor.
4. Kvarstdioritt, tonalitt, trondhemitt. Tonalitt, dels trondhemitt.
5. Grønnstein, amfibolitt. Grønnskifer.

Observasjonar i felt viser at det er fyllitt i området ved planlagt ilandføring av bru på Sundnes, og gneis ved ilandføring på Fjelbergøy. Vidare mot vest føl eit parti med gneis før ein når eit belte med

amfibolitt/glimmerskifer av varierende kvalitet. I området for tenkt brufeste vest på Fjelbergøya er det observert ein lys, kompetent bergart, antatt tonalitt. Ved tenkt brufeste på Borgundøy verkar bergarten å variere mellom tonalitt og grønnstein.

2.3 Lausmassar

Lausmasekart frå NGU viser at traseen stort sett går i bart berg, med stadvis tynt lausmassedekke berre avbrote av mindre belte med tynn morene og tjukke havavsettingar (Figur 3).



Figur 3: Lausmasekart (NGU, 2017).

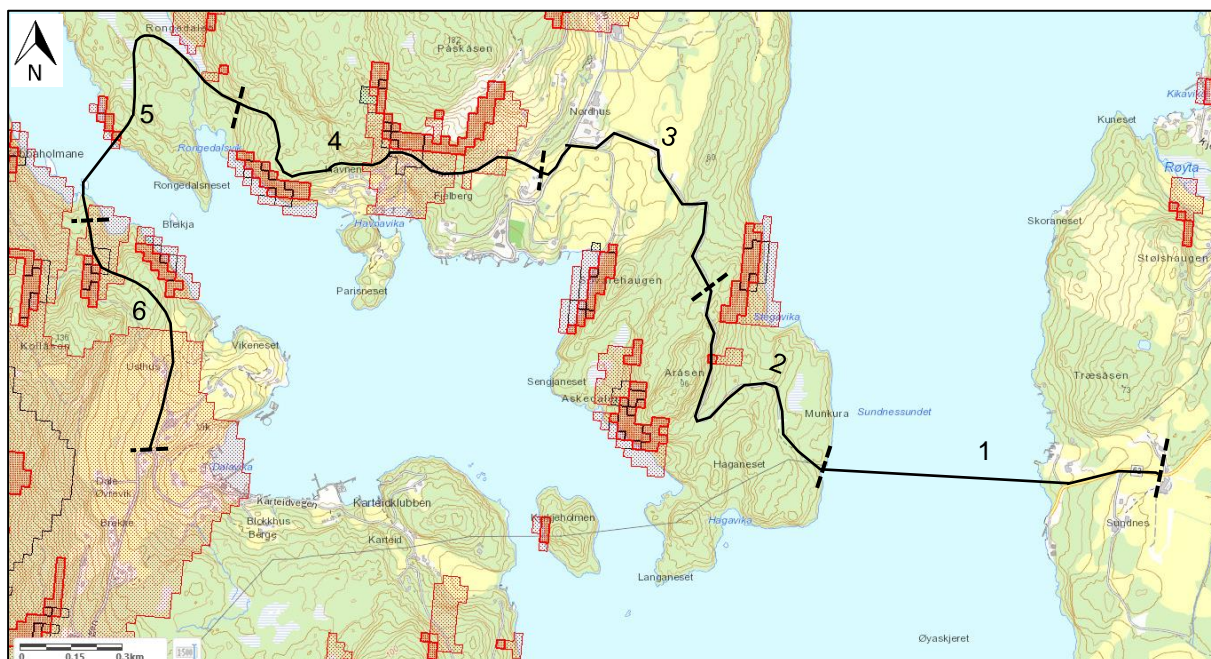
2.4 Skredfare

Skredfaren for fv. 62 Fjelbergsambandet er vurdert ut frå aktsemdkart frå NVE, topografiske kart, hellingskart og feltobservasjonar.

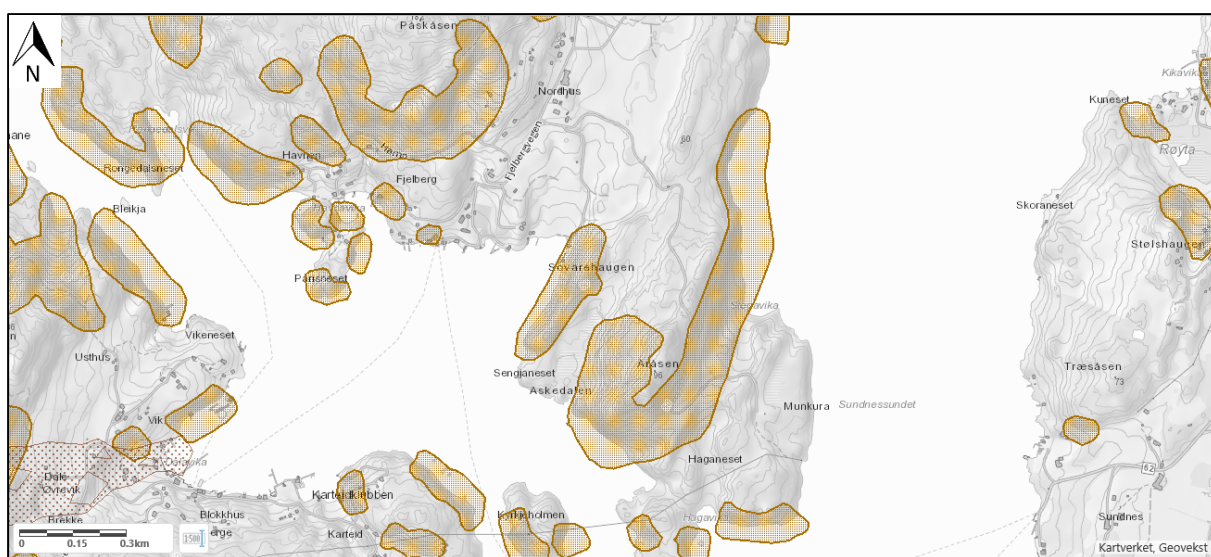
2.4.1 Aktsemdkart for skred

Delar av traseen ligg innanfor aktsemdområder for skred, definert av Noregs vassdrags- og energidirektorat (NVE, 2017). Det eksisterer også aktsemdkart utarbeidd av Norges geotekniske institutt (NGI).

Delar av traseen ligg innanfor aktsemdområder for snøskred og steinsprang både på NVE og NGI sitt kart (Figur 4 og Figur 5). Traseen ligg ikkje innanfor aktsemdområder for jord- og flaumskred.



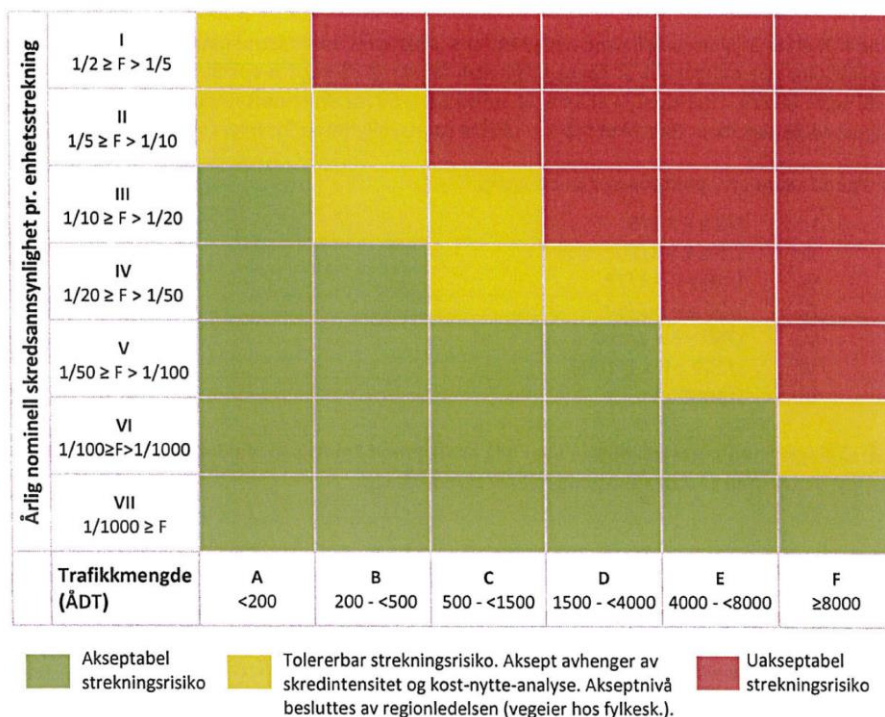
Figur 4: Aktsemdkart for skred (NVE, 2017). Omtrentleg veglinje med inndeling i einingsstrekningar 1-6 er vist. Lausne- og utløpsområder for snøskred og steinsprang er markert med høvesvis raudt og svart.



Figur 5: Aktsemdkart for snøskred og steinsprang utarbeidd av NGI (NVE, 2017).

2.4.2 Akseptkriterium for skred på veg

Statens vegvesen har utarbeida retningslinjer for risikoakseptkriterium for skred på veg (Statens vegvesen, 2014a). Sjå Figur 6. ÅDT for Fjelbergsambandet er opplyst å vere < 200 , dette gir største tillatne årlege nominelle sannsyn for skred på 1/10 per einingsstrekning (1km).



Figur 6: Risikomatrix for skred på veg. Kopiert frå (Statens vegvesen, 2014a).

Strekninga mellom Sundnes på Halsnøy og Vik på Borgundøy er delt inn i 6 einingsstrekningar på 1 km (Tabell 2). Det er vurdert å ikkje vere hensiktsmessig å utføre ei detaljert trafikkanalyse for å finne framtidig ÅDT, dette på bakgrunn av dagens låge? ÅDT og prosjektet sitt avgrensa omfang.

Tabell 2: Einingsstrekningar for vurdering av skredfare. Eventuelle aktsemdsområder for skred er gitt for kvar strekning.

Einingsstrekning	Profilnummer	Aktsemdsområder
1	0 – 1200	Ingen
2	1200 – 2200	Snø: 2080-2120
3	2200 – 3200	Ingen
4	3200 – 4200	Snø: 3300-3450, 3500-3750 Stein: 3600-3680
5	4200 – 5200	Snø: 4960-4980, 5180-5200
6	5200 - 5900	Snø: 5200-5450, 5850-6050 Stein: 5350-5400

2.4.3 Hellingskart

Traseen går i relativt slakt terreng, helling under 20°, med unntak av enkelte parti på Fjelbergøy (Figur 7).



Figur 7: Hellingskart over området (NGI, 2017).

2.4.4 Registrerte skredhendinger

Det er ikkje registrert historiske skredhendinger innanfor planområdet (NVE, 2017) og (Statens vegvesen, 2017).



3 Ingeniørgeologiske vurderinger (tolkingsdel)

3.1 Høge bergskjeringar (>10m)

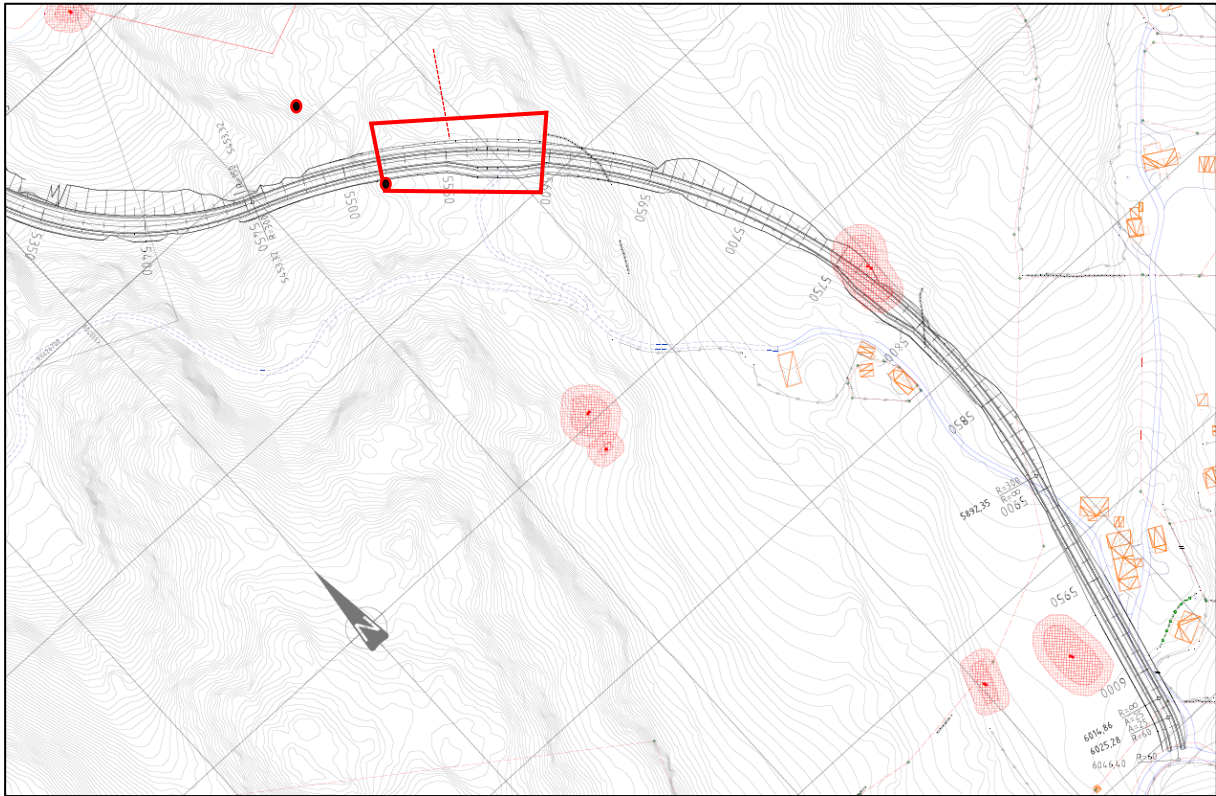
Slik veglinja føreligg per 09.10.2017 vil det bli ei strekning på ca. 80 m med tosidig høg bergskjering på Borgundøy. Skjeringshøgder vil bli inntil 15 m. I tillegg vil det vest på Fjelbergøy verte fleire parti med tosidig bergskjering med høgde inntil 10 meter.

3.1.1 Utforming av bergskjering og fanggrøft

Bergskjeringar bør generelt utformast med helling 10:1, men må tilpassast stadleg oppsprekking. Fanggrøft anbefalast utforma etter figur 225.4 i Statens vegvesen handbok N200 Vegbygging, for å sikre veg mot eventuelle nedfall frå skjering (Statens vegvesen, 2014b). Det er viktig å oppnå jamn kontur på skjeringa, og små hyller og kantar bør i størst mogleg grad unngåast, då slike vil fungere som sprettkantar for eventuelle steinfall. Det anbefalast ikkje å legge tilbakefylling mot bergskjering, då dette reduserer effekten av fanggrøfta.

3.1.2 Km 5520 - 5600 (Borgundøy)

Det vil bli tosidig bergskjering med høgde over 10 m over ei strekning på ca. 80 m, profilnummer 5520- 5600. Skjeringa si orientering er N120-N140. Bergmassen i området består ifølge berggrunnskartet av tonalitt. Observasjonar viser at berget har varierende karakter. Berget er gjennomgåande grovkorna og massivt (truleg tonalitt), men det er observert fleire innslag av skifrig og foliert berg (mogleg grønnstein/grønnskifer). Variasjonen kan skuldast at tonalitt og grønnskifer/glimmerskifer kan opptre vekselvis i overgangen mellom bergartane sjølv om berggrunnskartet indikerer at grensa ligg lengre aust (Figur 2). Ein må pårekne variasjonar i bergart og bergkvalitet langs skjeringane, og berggrunnsgeologien i området er kompleks som følgje av skyvedekkeaktivitet. Ifølgje berggrunnskartet ligg austre del av skjeringane eit stykke unna overgangen til amfibolitt, men det kan ikkje utelukkast innslag av skifrig og lite kompetent amfibolitt i den austre delen av skjeringa.

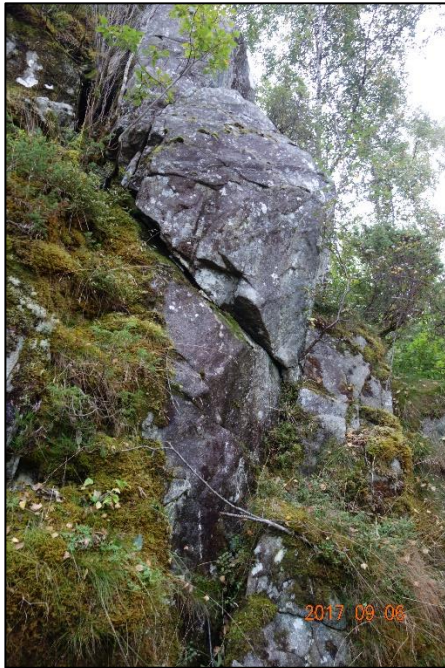


Figur 8: Utsnitt av teikning C011. Område med høge bergskjeringar er markert med raudt. Raudsvarte sirklar viser kvar sprekkkartlegging er utført. Terrengsøkk som kan representere svakheitssone er merka med raud stipla linje.

Det er gjort sprekkkartlegging ved to lokalitetar i området. Observerte trendar i sprekkorientering er vist i Tabell 3:

Tabell 3: Oversikt over dominerande sprekksett. Kartlagde lokalitetar vist i Figur 8. Høgrehandsregelen er nytta for strøk/fall- målingar. Bergart: Tonalitt i mogleg veksling med grønstein.

Sprekkesett	Strøk/fall	Kommentar
S1	N170-190°/90°± 20	Sprekkeavstand 1-2 m. Ved en lokalitet er fallvinkel 50 grader mot øst.
S2	N270°/90 ± 10	Sprekkeavstand 0,8 m.
S3	N205/70 V	Sprekkeavstand 0,5 m
S4	N110/55 S	Sprekkeavstand 0,5 – 1 m
S5	N140/60 Ø	Enkeltsprekk



Figur 9: Delvis avløyst blokk i parti ved høge bergskjeringar ved profil 5510.

Bergmassen i området varierer frå lite til moderat oppsprukke (i høve til Q-systemet) og er gjennomsett av 3-4 sprekesett. Den mest markante sprekeretninga i området er orientert N-S og vil krysse framtidige skjeringar med relativt gunstig vinkel. Stadvis vil slike sprekker i kombinasjon med sprekker orientert Ø-V kunne danne kilar i skjeringane med behov for boltesikring. Sprekkesett S4 og S5 er setta som er orientert mest parallelt skjering. S4 vil kunne medføre utgliding langs ugunstig orienterte sprekeplan i nordleg skjering, medan ein kan få toppling i sørleg skjering. S5 vil kunne medføre utgliding langs ugunstig orienterte sprekeplan i den sørlege skjeringa, medan ein kan få toppling i nordleg skjering.

Det må utførast reinsk av skjeringar etter utsprenging. Totalstabilitet i skjeringane ventast å kunne ivaretakast ved bruk av sikringsbolt, eventuelt i kombinasjon med steinsprangnett og/eller sprøytebetong ved tett oppsprekking i bergmassen.

Eit terrengsøkk orientert NNØ-SSV strekk seg nordover frå planlagd veglinje ved profil ca. 5555 (sjå Figur 8). Søkket kan representere ei svakheitssone bestående av tettare oppsprukke berg. Dersom dette er tilfelle vil sona krysse skjeringa med gunstig vinkel, og influenslengda ventast å vere kort. Det må påreknast dårlegare berg med behov for sikring med bolt og nett/sprøytebetong ved opptreden av eventuelle svakheitssoner i framtidig skjering.

Lausmassar bør avgravast minimum 3 m inn frå toppkant skjering. Det er observert hyppige bergblottingar og det verkar å vere lite lausmassar i området. Dette, i kombinasjon med at terrenget over toppkant skjering stort sett er slakt, gjer at det ikkje ventast større utfordringar knytt til handtering av lausmassar ovanfor toppkant av bergskjering.

3.1.3 Km 3500-4000 (Fjelbergøy)

På Fjelbergøy vil det bli einssidig bergskjering ved profil 3820 og 3900 samt tosidig bergskjering med høgde inntil ca. 8 m på strekninga 3960 – 4240. Sjå teikning C009 for detaljar. Også i området 4600-4730 vil det bli tosidig bergskjering med høgder inntil 10 meter.

På synfaringstidspunktet var det uavklart korvidt ein fekk bergskjeringar i dette området, og det vart difor ikkje gjort detaljkartlegging her. Bergartsgrensa mellom tonalitt og amfibolitt ligg ifølge

berggrunnskartet ved profil ca. 3550. Det er observert det som vurderast å vere tonalitt ved ca. profilnummer 4000 og amfibolitt/glimmerskifer ved ca. profil 3670. Grensa mellom bergartane ventast å ligge ein stad mellom desse profilnumra men overgangen er ikkje detalj kartlagt og kan vera gradvis. Det må gjerast feltkartlegging for å fastsette bergartsgrensa i dette området.

Hovudandelen av skjeringane i dette området ventast å gå i tonalitt, Tonalitten er kartlagt ved brufestet ved Fjelbergsundet, sjå avsnitt 3.3.2. Bergarten er vurdert som kompetent og hard, og vurderast å vera lite oppsprukken. Gjennomsettande sprekkesett i skjeringa som stadvis vil medføre utfall ved sprenging kan opptre og må påreknast. Det må også påreknast behov for boltesikring for å låse opp kantar og blokker i skjeringane.

Då det er usikkert kvar overgangen mellom tonalitt og amfibolitt går kan det ikkje utelukkast at skjeringane aust for km 4000 vil gå i amfibolitt. Observasjonar av amfibolitten er gjort langs eksisterande veg ved km 3600 - 3650. Berget er her svært omvandla, tett oppsprukke og av svært dårleg kvalitet. Mindre skjeringar langs eksisterande veg er stadvis utgrave med gravemaskin (Figur 10). Lagdelinga i berget er orientert NNØ med ca. 40 grader fall mot vest, dette er gunstig for skjeringsstabiliteten. Over tid må ein i skjeringar i amfibolitten påreknne forvitring av berget som vidare vil føre til utfall. Det mest gunstige tiltaket for å hindre stein på veg vil vera god fanggrøft, men sikring med bolt/nett kan vera aktuelt.



Figur 10: Foto som viser mindre skjeringar i amfibolitt/glimmerskifer langs eksisterande veg, stadvis utteken med gravemaskin.

Ved eit fåtal lokalitetar finst det mindre berghamrar i overkant av skjering. Desse må inspiserast og om nødvendig reinskast og sikrast for å hindre nedfall både i anleggsfase og i driftsfase.

3.1.4 Hydrogeologi

Det er ikkje observert vatn/bekkar av betydeleg omfang i områder med framtidig høge bergskjeringar. Partiet med høg bergskjering på Borgundøy går gjennom ein kolle i terrenget, dermed har



dreneringsfeltet liten storleik. Det er ingen bekkar synlege på kartet som kryssar område med framtidig skjering. Behov for isnett må vurderast når skjering er sprengt, men basert på eksisterande kjennskap til området er det lite som indikerer at det vil vera mykje vatn i skjeringane. Tosidig skjering medfører at alt vatn må drenerast langs veggroft ut av området.

3.1.5 Bruk av steinmateriale

Det er ikkje utført testar av mekaniske eigenskapar til bergmassen. Generelt ventast kvaliteten å variere med type bergart og grad av forvitring. Tonalitten er ved visuell inspeksjon vurdert å vere kompetent og sterk, mens grønnsteinen er vurdert å vere noko svakare. Amfibolitten er vurdert å vere av dårleg kvalitet, og ventast å ikkje kunne brukas som materiale i t.d. forsterkningslag og/eller berelag. Bruksområda til steinmaterialet i området må avgjerast ved laboratorieundersøkingar.

3.1.6 Vibrasjonar frå sprengingsarbeid

I høve til anbefalingar i NS8141:2001 bør hus mindre enn 100 meter frå sprengingsarbeid, dersom fundamentert på lausmassar og 50 meter dersom fundamentert på fjell, tilstandsregistrerast. Då fundamenteringsforhold for bygningar i området er ukjent anbefalast det at ein legger opp til ein tilstandsregistrering som inkluderer alle bygg nærmare enn 100 meter frå sprengingsstad. Dersom det kan dokumenterast at bygg står på berg kan ein vurdere om registrering (videofilming innandørs) er nødvendig når avstanden er større enn 50 meter. Alle bygg mindre enn 50 meter frå sprengingsstad bør inkluderast uavhengig av om dei er fundamentert på berg. Ut ifrå eksisterande planar ligg det enkelte bygningar innanfor grensa på 100 m, eksempelvis ventast det behov for sprenging ved profilnummer 3280, 3620, 3900 og 5750.

Rettleiande grenseverdiar for vibrasjonar for bustadhus er presentert i Tabell 4. Verdiane er berekna i høve til NS8141:2001, som er gyldig standard for bygningar/byggverk. Vibrasjonskrav for bygningar er basert på generelle vurderingar, tilstandsregistrering av bygningar kan avdekke svake konstruksjonsdelar eller material som gir grunnlag for differensiering.

Tabell 4: Rettleiande grenseverdiar for vibrasjonar frå sprengingsarbeid.

Grunnforhold	Lausmasser (morene)*		Berg (skifer/myk kalkstein)	
	Sprenging	Pigging	Sprenging	Pigging
Bustadhus, avstand <100 m	19 mm/s	16 mm/s	48 mm/s	38 mm/s
Bustadhus, avstand >100 m	17 mm/s	14 mm/s	48 mm/s	38 mm/s

Vibrasjonskrava er berekna med antatt grunnforholdsfaktor (F_g) lik 1,8 for lausmasser (fast, lagra morene, fylling med komprimert sprengstein) og 2,5 for berg (skifer, myk kalkstein, oppsprukke berg med seismisk hastigheit 2000-4000 m/s). Vidare er det antatt at bustadhusa er bygd i armert betong, stål eller tre og at det er nytta platefundament.

3.1.7 Sikkerheit, helse og arbeidsmiljø

Det vil vera viktig med god planlegging for uttak av berg og utføring av reinsk og bergsikring i skjeringar langs strekninga. Eventuelle område der skjering eller riggområde ligg tett inntil ovanforliggende berghamrar må risikovurderast før oppstart.



3.2 Skredfare

Skredfaren er vurdert for dei ulike einingsstrekningane. Det er ikkje registrert skredhendingar innanfor planområdet i NVE eller Statens vegvesen sine skreddatabasar (NVE, 2017) og (Statens vegvesen, 2017).

3.2.1 Ikkje aktuelle skredtypar

3.2.1.1 Snøskred og sørpeskred

Enkelte strekningar langs traseen er av NVE definert innanfor aktsemdsområdet for snøskred. Dette gjeld to parti der traseen følger eksisterande veg på Fjelbergøy samt i området for brufeste ved kryssing av Fjelbergsundet, einingsstrekning 2, 4, 5 og 6.

Snøskred utløysast vanlegvis i terreng brattare enn 30 ° (Lied, 2014). Det finst parti langs traseen som er teoretisk bratt nok til at snøskred kan utløysast (Figur 4, Figur 7). Områda ovanfor dei delane av vegstrekninga som ligg innanfor NVE sine aktsemdsområde for snøskred består av anten utsprengt skjering, bratte skrentar med vekslande terreng eller dei er dekkja av tett skog. Bergskrentane har for bratt helling til at det kan akkumulere seg større snømengder i dei. Det vil normalt ikkje legge seg større mengder snø i disse områda. Den tette skogen minskar risikoen for at eit snøskred vil kunne utløysast. Eit eventuelt snødekke delast i mindre seksjonar og bindast til den ujamne grunnen. Dette fører til at sannsynet for at eit større lausneområde skal etablerast er lav. Det er ikkje observert teikn til tidlegare snøskredhendingar eller andre områder som vurderast å kunne vere moglege lausneområder. På bakgrunn av dette vurderast sannsynet for snøskred som vil nå veg å vere lågt.

Framtidig veg vurderast ikkje å vera utsett for snøskred på denne parsellen.

3.2.1.2 Jord- og flaumskred

Det er ingen parti innanfor planområdet som er definert innanfor aktsemdsområdet for jord- og flaumskred. Det er heller ikkje observert betydeleg lausmassemektigheit eller vannførande formasjonar kor det vurderast å vere stor fare for utløyning av jord- eller flaumskred. Det er heller ikkje observert teikn til tidlegare hendingar av denne typen. På austsida av Fjelbergøy går eksisterande veg i sidebratt terreng og delvis på fylling. Stabiliteten i skråning og fylling vil vere ei geoteknisk problemstilling.

Framtidig veg vurderast å ikkje vera utsett for jord- og flaumskred langs parsellen.

3.2.2 Aktuell skredtype – steinsprang

3.2.2.1 Einingsstrekning 2

Aust på Fjelbergøy føl traseen eksisterande skogsbilveg oppover lia i retning busetnaden. Her går vegen langs eksisterande skjering/skrent, stadvis tett på. Berggrunnen i området består av ein gneis, som vurderast å vere kompetent, men med noko varierende oppsprekkingsgrad. Generelt er berget vurdert å vere lite til moderat oppsprukke langs denne delen av strekninga. Skjering/skrent opptre i veksling med vegetasjon langs vegen, moglege lausneområde for steinsprang er derfor noko avgrensa. Topografien er terrassert og vegetasjonen stadvis tett (Figur 11). Det er ikkje observert ferske blokker langs strekninga, dette tyder på låg steinsprangaktivitet i nyare tid. (Statens vegvesen, 2014b)



Figur 11: Bilete som viser skjering langs eksisterande traktorveg.

Framtidige blokknedfall kan ikkje utelukkast, men det ventast at den terrasserte topografien og vegetasjonen vil ha god fangevne slik at nedfall med utløp til veg vil vere avgrensa. Det kan ikkje utelukkast at det vil bli nødvendig med boltesikring i områda der vegen går tett på skjering. På bakgrunn av topografi, vegetasjon og teikn til låg steinsprangaktivitet i området vurderast strekninga å ha akseptabel tryggleik mot steinsprang.

3.2.2.2 Einingsstrekning 4

Sentralt på Fjelbergøy finst eit parti kor traseen går i aktsemdsområdet for steinsprang, ca. profilnummer 3600 – 3680. Her går ein berghammar langs dalsida over traséen, og det er observert enkelte nedfall i skråninga (Figur 12). Berggrunnen i dette området består av amfibolitt/glimmerskifer og er skifrig, oppsprukke og vurderast å vere av dårleg kvalitet. Dette fører til at de fleste observerte nedfall er flakforma. Skrålia består av jordmassar, dette gir god demping og gjer at blokker ofte står stuka ned i bakken.



Figur 12: Bilde av nedfall i aktsemdsområdet sentralt på Fjelbergøy, einingsstrekning 4. Ein ser at nedfall er flakforma.

Det vart utført sprekkekartlegging i skrent i skråning ovanfor eksisterande veg, i nærleiken av observerte blokker. Hovudsprekkeretningar er vist i Tabell 5.

Tabell 5: Skrent i skråning langs eksisterande veg på Fjelbergøy.

Sprekkesett	Strøk/fall	Kommentar
S1	N224-240°/30-50°N	Sprekkeavstand 0,02 - 1 m.
S2	N320°/80°Ø	Sprekkeavstand 1 m.
S3	N80°/90°	Gjennomsettende, 15 m lang. Parallell med veg.

*høgrehandsregelen er nytta

Lagdelinga i hammaren over veg står med gunstig fall inn i skjering. Det er observert enkelte skredblokker i skrålia ovanfor veg, men det er ikkje observert ferske blokkfall. Dette indikerer at det er låg steinsprangaktivitet frå området. Framtidige utfall kan ikkje utelukkast, men ut frå sannsynlege blokkformer og vegetasjons- og lausmassedekke i skråninga vurderast einingsstrekninga å ha akseptabel tryggleik mot steinsprang.

3.2.2.3 Einingsstrekning 6

Etter ilandføring av bru på Borgundøy går traseen inn i et område kor terrenget stiger og det finst enkelte berghamrar/skrentar. Området er definert innanfor aktsemdsområde for steinsprang. Det er her observert fleire enkeltblokker og teikn til gamle urmassar. Blokkene som er observert er svært overgrodde (Figur 13). Det er ikkje observert teikn til nylege hendingar eller ferske blokker, dette tydar



på liten aktivitet i nyare tid. Potensielt lausneområde ligger med god avstand til veg. Det vurderast å vere lite sannsynleg at eventuelle steinsprang vil nå veg.

Det vurderast å vere akseptabel risiko for steinsprang langs einingsstrekningen.



Figur 13: Bilde som viser overgrodde blokker nedanfor skrent på Borgundøy.

3.2.3 Skredfare for einingsstrekningane 1 – 6

Det vurderast å vere akseptabel risiko for skred langs alle einingsstrekningar.

3.3 Bergmassekvalitet ved brufeste

Det er planlagt bru på to strekningar langs traseen; over Sundnessundet, og over Fjelbergsundet. I forbindelse med reguleringsplanarbeidet Norconsult utfører vert det utarbeida skisseprosjekt for bruløysingar. Basert på visuell observasjon er det gjort ei innleiande vurdering av bergmassekvaliteten ved ilandføringane for dei to planlagde bruene. Då bergmassens bereevne må bestemast ved laborietestar og disse ikkje er utført, er det viktig at ein har fleksibilitet i design av fundamenta.

3.3.1 Sundnessundet

Brufeste Sundnes, Halsnøy

I området der det er planlagt brufeste på Halsnøy er det observert mørk grå og skifrig fyllitt. Lagdeling/foliasjon ligg med slakt fall (0-20°) mot sørøst. Det er observert kvartslinser på 10-30 cm i bergarten. Utifrå verdiar for RQD/oppsprekkingsgrad i Q-systemet, vurderast berget å vere moderat til lite oppsprukke. Hovudtrendar i sprekeorientering som er observert i området er vist i Tabell 6:

Tabell 6: Oversikt over observerte sprekesett i området for brufeste ved Sundnes, Halsnøy. Bergart: fyllitt.

Sprekesett	Strøk*/fall	Kommentar
F/S1	N40-70°/0-20°SØ	Lagdeling. Undulerande flater. Gjennomsettande sprekker har sprekeavstand 0,05-0,40 m i utsprengt skjering, 0,5-0,7 m i naturleg skrent.
S2	N340°/60-85°Ø	Sprekeavstand 0,5 – 1 m.
S3	N240°/70-90°N	Sprekeavstand 0,7 – 1 m.

*høgrehandsregelen er nytta

I tillegg til hovudtrendane er det registrert enkeltsprekker med varierende orientering og fall.

Generelt er fyllitt ein svak bergart med låg bereevne. Observasjonar bekreftar dette sjølv om fyllitt kan vera langt mindre kompetent enn det som er observert i området. For å avgjere bereevna er det nødvendig å gjere undersøkingar av berget på staden. Normalt vil oppsprekkingsgraden og bergkvaliteten vera betre nokre meter under overflata, difor kan det vera eit alternativ å sprengje seg noko ned for å etablere fundamenteringsflata.

Figur 14 viser tabell over generell bereevne for ulike bergartstypar (Statens vegvesen, 2004). Her er bereevne for bergmassen grovt klassifisert. Fyllitten ved Sundnes er ikkje undersøkt. Ut frå visuell observasjon av berget må det påreknast at fyllitten ved overflata har avgrensa bereevne og fell inn under ein av dei to nedste klassane (1-3 MPa).



Det finnes også enkle tabeller i litteraturen over bæreevne (typiske verdier)

Bergartstype	Uforvitret og massiv	Sterkt oppsprukket
Sterke bergarter, størkningsbergarter og gneiser, enakset trykkfasthet ≥ 100 MPa	10 MPa	6 MPa
Sterk kalkstein og sandstein	4 MPa	3 MPa
Skifer og skifrige bergarter, trykkfasthet < 100 MPa	3 MPa	2 MPa
Svake bergarter, talkskifer, grønnskifer, leirstein, trykkfasthet < 50MPa	2 MPa	1 MPa

Figur 14: Utsnitt av tabell over bæreevne frå Statens vegvesen internrapport 2360 (Statens vegvesen, 2004).

Ein bør ikkje fundamentere nær kant av bergskrentar. Eksakt plassering av brufundament er ikkje avklart, men registreringar i ulike botningar i området viser liten variasjon i bergkvalitet. Sjå Figur 15 og Figur 16 for bilete av berget i området.

Generelt vurderast lausmassemektigheita i området som avgrensa og fleire stader er berg synleg i dagen. Når plassering av brufundament er avgjort må det vurderast behov boringar for å påvise bergoverflata og lausmassemektigheit.

Lagdellingas slake fall vurderast som gunstig. Slakt fall reduserer faren for utgliding langs foliasjonsplan ved stor belastning.



Figur 15: Fyllitt i skjering bak bygning sør for ferjekai ved Sundnes.



Figur 16: Fyllitt i skjering ved ferjekai på Sundnes.

Brufeste Haganeset, Fjelbergøy

I området ved og eit stykke sør for planlagt brufeste på Haganeset aust på Fjelbergøy er det observert ein kompetent og hard bergart. Bergarten er lys grå, grovkorna og stadvis banda. Stadvis er det observert erosjon langs enkelte band i berget og det er observert teikn til overflateforvitring. Ved planlagt ilandføringspunkt av brua er berget gjennomgåande dekkja av vegetasjon. For å avgjere bereevne må det utførast testar av berget. Detaljplassering av brufeste må vurderast vidare, generelt anbefalast det ikkje å påføre store laster nær kanten av bergskrentar ut mot sjøen. Ut frå observasjonar verkar lausmassemektigheita i området som liten. Ut ifrå verdiar for RQD/oppsprekingsgrad i Q-systemet, vurderast berget å vere moderat til lite oppsprukke. Ut ifrå visuell observasjon vurderast bereevna til bergarten ved brufestet på Haganeset, Fjelbergøy å ligge i klasse 1, Figur 14 (6 – 10 MPa). Bereevna må bestemmast ved laboratorieundersøkingar.

Trender i sprekeorientering observert i området er vist i Tabell 7.

Tabell 7: Oversikt over observerte sprekesett i området for brufeste ved Haganeset, Fjelbergøy. Bergart: gneis.

Sprekesett	Strøk*/fall	Kommentar
F/S1	N220°/38°S	Foliasjon/lagdeling. Gunstig orientering. Sprekkeavstand 0,1 – 1 m.
S2	N330-350°/50-65°Ø	Sprekkeavstand 0,07 – 1 m. Ugunstig orientering
S3	N20-40°/50-70°Ø/SØ	Sprekkeavstand 0,7 – 1 m.

*høgrehandsregelen er nytta



Figur 17: Banda gneis ved planlagt brufeste på Haganeset, Fjelbergøy.



Figur 18: Gneis ved planlagt brufeste på Haganeset, Fjelbergøy.

3.3.2 Fjelbergsundet

Brufeste Fjelbergøy, vest

I området for planlagt brufeste for bru over Fjelbergsundet er det på Fjelbergøysida observert ein grovkorna, magmatisk bergart. Den er lys grå i fargen og det er observert ein del kvarts. Bergartens sprekkeoverflate er stort sett ru. Bergarten vurderast å vere ein kompetent tonalitt. Ut ifrå registrerte verdiar for RQD/oppsprekkingsgrad i Q-systemet, vurderast berget å vere særst lite oppsprukket. Det er observert mykje bart berg i området og det stadvise lausmassedekket vurderast å ha liten mektigheit. Bereevna til tonalitten er ikkje bestemt, men ut ifrå visuell observasjon vurderast bereevna til bergarten ved brufestet vest på Fjelbergøy å ligge i klasse 1, Figur 14 (6 – 10 MPa). Bereevna må bestemast ved laboratorieundersøkingar.

Følgjande trendar i sprekkeorientering observert i området er vist i Tabell 8.

Tabell 8: Oversikt over observerte sprekkesett i området for brufeste på vestsida av Fjelbergøy. Bergart: tonalitt.

Sprekkesett	Strøk*/fall	Kommentar
S1	N155°/80°V	Sprekkeavstand 0,5 m.
S2	N265°/90°± 20	Sprekkeavstand 0,3 – 1 m.

*høgrehandsregelen er nytta



Figur 19: Til venstre: Oversiktsbilde som viser område for planlagt brufeste på Fjelbergøy sett frå Borgundøy. Kartlagt område vist med raud sirkel. Til høgre: Detaljebilde av bergmasse ved sjøen nedanfor brufestet på Fjelbergøy.

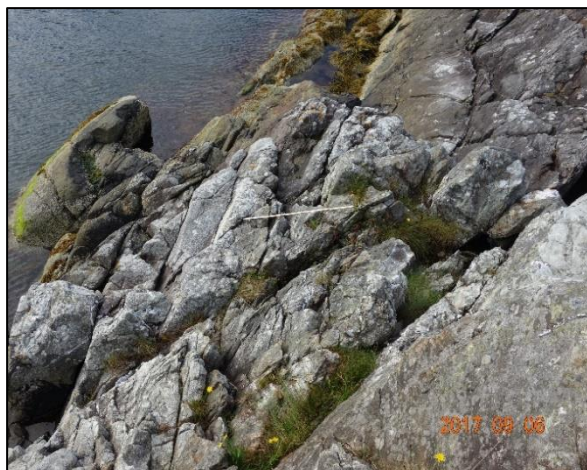
Holme i Fjelbergsundet

Ein holme nær land på Borgundøysida er synfart for å vurdere moglegheita for å plassere eit brufundament her. Berget er noko foliert og banda, lagdelt og lys i fargen. Øvre delar av holmen ser ut til å vere ein tonalitt, og ut frå registrerte verdiar for oppsprekkingsgrad frå Q-systemet vurderast berget å vere særst lite oppsprukke. Berget vurderast generelt som kompetent, men både nordlege og sørlege delar av holmen har tettare oppsprekking og dermed noko redusert kvalitet (Figur 20). Bergarten i desse partia liknar grønnstein/grønskifer. Her framstår berget som meir forvittra og tettare oppsprukke enn på holmens øvre del. Ut frå registrert oppsprekkingsgrad vurderast berget å vere moderat oppsprukke på nedre del av holmen. Holmen ligg ifølgje berggrunnskartet i nærleiken av grensa til grønnstein/amfibolitt så variasjonen kan skuldast vekslingar i bergart/kvalitet i ei overgangssone. Best bereevne ventast på toppen av holmen og det anbefalast å eventuelt fundamentere her. Dimensjonerande bereevne må bestemast ved prøvetaking av berget. Ut ifrå observasjonar vurderast bergmassen på holmen å hamne i klasse 2 (3-4 MPa), sjå tabell vist i Figur 14.

Følgjande trendar i sprekkorientering observert i området er vist i Tabell 9.

Tabell 9: Oversikt over observerte sprekkeseitt på holme i Fjelbergsundet, vurdert som mogleg plassering av brufundament. Bergart: tonalitt/grønnstein.

Sprekkesett	Strøk/fall	Kommentar
S1	N130°/72°S	Sprekkeavstand 0,8 m.
S2	N55-60°/90°±10	Sprekkeavstand 0,07 – 1 m. Kan representere lagdeling.
S3	N170°/70-90°V	Sprekkeavstand 1 - 2 m for gjennomsettande sprekker.
S4	N260 -270/70°N	Sprekkeavstand 1 m.



Figur 20: Bilete som viser varierende bergmassekvalitet på holme i Fjelbergsundet. Til venstre: Oppsprukken bergmasse i nordenden av holmen. Til høgre: Kompetent bergmasse i øvre del av holmen.

Brufeste Borgundøy

Brufestet ved Borgundøy er planlagt å ligge i ein terrengrygg. Denne verkar å ligge i ei overgangssone mellom ulike bergartar. Det er observert både det som vurderast å vere grønnstein i veksling med det



som vurderast å vere ein meir grovkorna bergart, antatt ein tonalitt. Lausmassemektigheita langs terrengryggen er liten, og det er observert mykje bart berg.

Generelt vurderast bergmassen å vere kompetent, men med lokale variasjonar. Grønsteinen vurderast å vere av dårlegare kvalitet enn den grovkorna bergarten som er observert i området. Dimensjonerande bereevne må bestemast ved prøvetaking av berget. Ut ifrå visuell observasjon vurderast bereevna til bergartane i området å falle inn under klasse to i tabellen vist i Figur 14 (3 – 4 MPa).



Figur 21: Bilde av bergblotting ved brufeste på Borgundøy.



4 Ingeniørgeologisk bemanning under utføring

Det er nødvendig med ingeniørgeologisk kompetanse under bygging av bergskjeringar. Byggherre skal i byggefase sørge for at prosjektet har tilstrekkeleg bemanning, med nødvendig kompetanse ut frå forventa geologiske utfordringar. Minst ein av desse skal ha bergteknisk/ingeniørgeologisk kompetanse og fagansvarleg ingeniørgeolog bør ha minimum 5 års utdanning og 10 års relevant erfaring. Vedkommande skal ha overordna ansvar for permanentsikringa og sørge for at:

- Berget blir kartlagt for å avgjere omfang og metode for permanent sikring og vurdere og rettleie i forbindelse med berguttak i høge skjeringar for å sikre sikker gjennomføring.
- Registrere og dokumentere geologi og utført sikring i høve til gjeldande krav. Det må utførast fortløpande ingeniørgeologisk kartlegging under sprengingsarbeida.



5 Vidare undersøkingar

For etablering av høge bergskjeringar og brufundament på Fjelbergsambandet anbefalast følgande undersøkingar:

- Kartlegging av bergmasse og bergartsgrense i området for høge bergskjeringar på Fjelbergøy.
- Laboratorieundersøkingar for å bestemme kvalitet på steinmateriale for å avgjere områder for vidare bruk.
- Det må gjerast meir detaljerte kartlegging bergmassekvalitet og prosjektering av brufundament. For å avgjere bereevna til berget ved brufundament må det utførast testar. Aktuelle testar er kjerneboring, grovhullsboring og laboratorietestar for å bestemme bergartens styrke.



6 Referansar

- Den Europeiske standardiseringsorganisasjonen . (2004). *NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016. Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler*. Standard Norge.
- Lied, K. (2014). Snøskred. I K. Høeg, K. Karlsrud, & K. Lied, *Skred. skredfare og sikringstiltak*. Oslo: NGI og Universitetsforlaget.
- NGI. (2017, 09 04). *NGI skredkart. Helningskart*. Henta frå skredkart.ngi.no
- NGU. (2017, 09 04). *Norges Geologiske Undersøkelse*. Henta frå Kart og data - Berggrunnskart og løsmassekart: www.ngu.no/kart-og-data/kartinnsyn
- NVE. (2014a). *Flom- og skredfare i arealplaner*. Norges vassdrags- og energidirektorat.
- NVE. (2014b). *NVE-veileder nr.8-2014. Sikkerhet mot skred i bratt terreng. Kartlegging av skredfare i arealplanlegging og byggesak*. Oslo: Norges vassdrags og energidirektorat (NVE).
- NVE. (2017, 09 04). *Skrednett*. Henta frå atlas.nve.no
- Statens vegvesen. (2004). *Intern rapport nr. 2360 Fundamentering på berg*. Statens vegvesen, vegdirektoratet. Teknologidivisjonen.
- Statens vegvesen. (2014a). *NA-rundskriv 2014/08. Retningslinjer for risikoakseptkriterier for skred på veg*. Vegdirektoratet.
- Statens vegvesen. (2014b). *Håndbok N200 Vegbygging*. Vegdirektoratet.
- Statens vegvesen. (2017, 09 04). *Vegkart*. Henta frå www.vegvesen.no/vegkart