
RAPPORT

KDP og KU Voldsfjordkryssinga

OPPDRAAGSGIVER

Volda kommune

EMNE

Ingeniørgeologi og skredfarevurderinger

DATO / REVISJON: 5. mars 2021 / 00

DOKUMENTKODE: 10215087-RIGberg-RAP-001



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Hvis kunden i samsvar med oppdragsavtalen gir tredjepart tilgang til rapporten, har ikke tredjepart andre eller større rettigheter enn det han kan utlede fra kunden. Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

RAPPORT

OPPDRAG	KDP og KU bru over Voldsfjorden	DOKUMENTKODE	10215087-RIGberg-RAP-001
EMNE	Ingeniørgeologi og skredvurderinger i dagen	TILJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Volda kommune	OPPDRAGSLEDER	Sissel Enodd
KONTAKTPERSON	Erlend Sporstøl Vikestrand	UTARBEIDET AV	Ine Gressetvold
KOORDINATER	SONE: 33 ØST: 35174 NORD: 6919345	ANSVARLIG ENHET	10234013 Bergteknikk Midt
GNR./BNR./SNR.	-		

SAMMENDRAG

Multiconsult Norge AS er engasjert av Volda kommune for utredning til kommunedelplan (KDP) med konsekvensutredning (KU) for kryssing av Voldsfjorden med flytebru. Det er to hovedalternativer med to underalternativer på hvert hovedalternativ:

- Alternativ 1A: Kryssing av fjorden med lav flytebru med skipssluse mellom Krumsvikneset og Greifsneset. Ny tunnel med tilknytning til eksisterende E39 Rotsethorntunnelen.
- Alternativ 1B: Kryssing av fjorden med flytebru mellom Krumsvikneset og Greifsneset med fast seglingsløp nært land på Greifsneset. Brua knytter seg til eksisterende veg i rundkjøringa på lokalvegen mellom bebyggelsen på Greifsneset og eksisterende tunnelarm inn til E39 Rotsethorntunnelen.
- Alternativ 2A: Kryssing av fjorden med lav flytebru og skipssluse mellom Folkestad og Andaneset. Ny veg i dagen og tunnel fra Andaneset med tilknytning til E39 på Rotset.
- Alternativ 2C: Kryssing av fjorden med flytebru mellom Folkestad og Andaneset med fast seglingsløp nært land på Andaneset. Ny veg i dagen og tunnel fra Andaneset med tilknytning til E39 på Rotset.

Dette er en rapport som omhandler ingeniørgeologi og skredfare for de ulike alternativene.

Aktsomhetskart fra NVE indikerer at det er potensiell skredfare for alle de ulike alternativene. Alternativ 1B og 2C oppnår ikke tolererbar skredsannsynlighet uten skredsikringstiltak. De andre alternativene har akseptabel skredsannsynlighet.

Fra et geologisk og skredfaglig synspunkt er alternativene 1A, 1B og 2A gjennomførbare. Alternativene har moderate skredutfordringer, som kan løses med skredsikringstiltak. Alternativ 1A har en lenger tunnel på Greifsneset enn alternativ 1B. Både alternativ 1A og 1B har kryss i tunnel, noe som krever ekstra sikring og siktutvidelser i eksisterende Rotsethorntunnel, samt en godkjenning fra Statens vegvesen.

Fra et geologisk og skredfaglig synspunkt frarådes alternativ 2C. Tunnelpåhugget på Andaneset går inn i et skredutsatt område, og det vurderes som utfordrende å bygge veg og etablere påhugg på Andaneset. Det er mulig å flytte tunnelpåhugget lenger sør, uten at dette er tegnet opp som et alternativ og vurdert.

00	05.03.2021	Ingeniørgeologi og skredvurderinger	Ine Gressetvold/Ole Håvard Barstad	Karsten Østerås	
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	5
1.1	Vegstandard	6
2	Grunnlag	6
3	Geologi og topografi	7
3.1	Topografi og markslag	7
3.2	Løsmasser	7
3.3	Bergarter.....	8
3.4	Strukturer	8
3.5	Hydrogeologi.....	10
3.6	Bergtrykk.....	10
4	Skredfarevurdering	11
4.1	Snøskred	12
4.2	Steinsprang	12
4.3	Jord- og flomskred	12
4.4	Klimadata	12
4.5	Skredhendelser	13
4.6	Akseptkriterium for skred på veg.....	14
4.7	Krumsvikneset (Alt. 1A og 1B).....	14
4.8	Mekstranda (Alt. 1A og 1B).....	16
4.9	Greifsnaset (Alt. 1A og 1B).....	19
4.10	Andanaset (Alt. 2A og 2C)	21
4.11	Rotset (Alt. 2C).....	25
4.12	Folkestad (Alt 2A og 2C).....	25
4.13	Oppsummering skredfare	27
5	Tunnel og tunnelpåhugg	28
5.1	Alternativ 1A/1B – Mekstranda – Krumvikneset	28
5.2	Alternativ 1A – Greifsnaset – Rotsethorntunnelen.....	28
5.3	Alternativ 1B – Greifsnaset – Rotsethorntunnelens arm (høy)	29
5.4	Alternativ 2A/2C – Folkestad	29
5.5	Alternativ 2A – Andanaset - Rotset.....	30
5.6	Alternativ 2C – Andanaset - Rotset.....	30
6	Vurdering av alternativer	32
6.1	Alternativ 1	32
6.2	Alternativ 2	32
7	Videre undersøkelser	33
8	Referanser	33

TEGNINGER

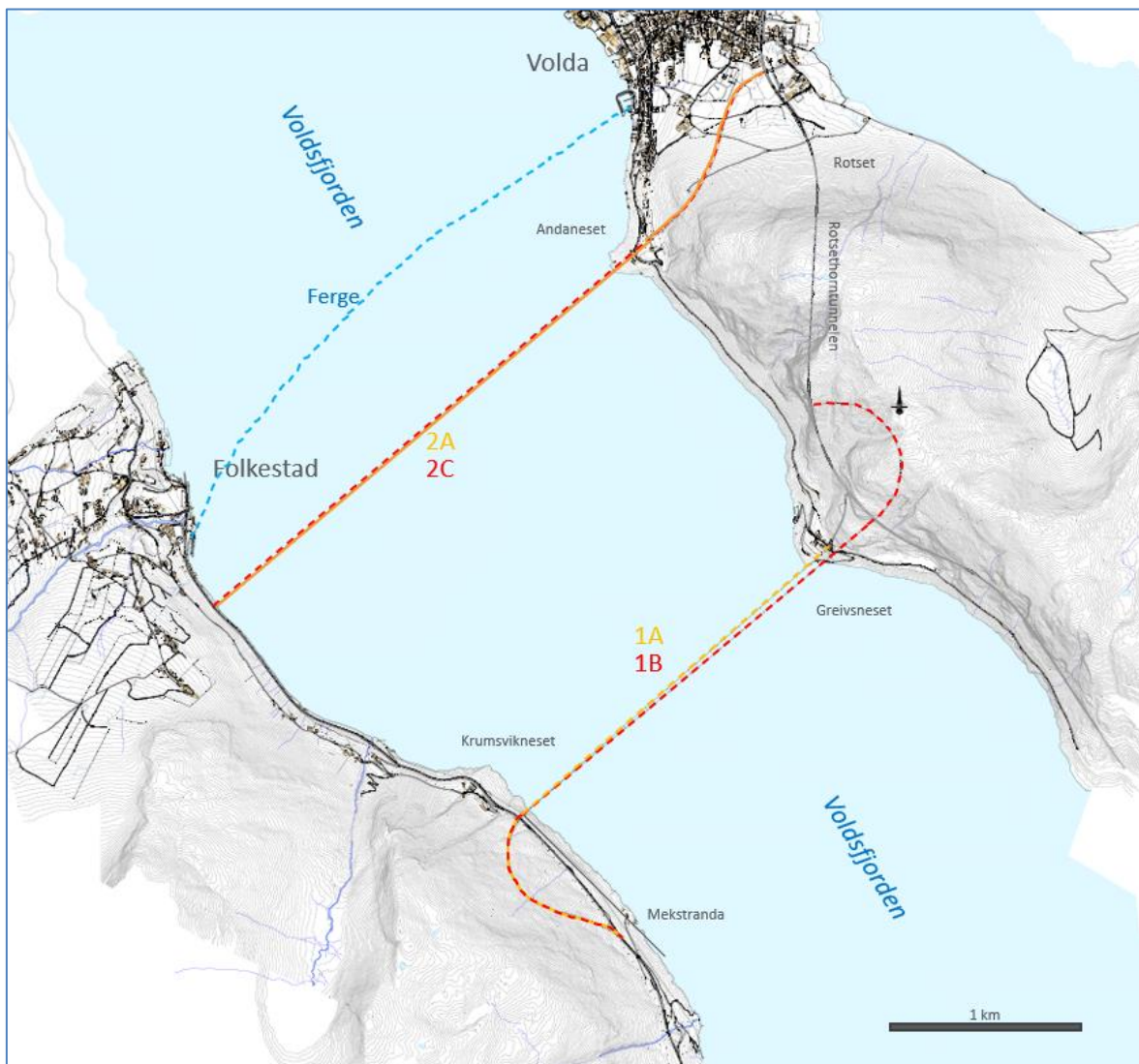
V101	Alternativ 1a og 1b Tunnel Mekstranda – Krumvikneset Ingeniørgeologisk plan og profil	M=1:1000 (A1)
V102	Alternativ 1a og 1b Tunnel Mekstranda – Krumvikneset Ingeniørgeologisk plan og profil	M=1:1000 (A1)
V103	Alternativ 1a Tunnel Greifsnaset – Rotsethorntunnelen Ingeniørgeologisk plan og profil	M=1:1000 (A1)
V104	Alternativ 2a Tunnel Andanaset – Rotset Ingeniørgeologisk plan og profil	M=1:2000 (A1)
V105	Alternativ 2a Tunnel Andanaset – Rotset Ingeniørgeologisk plan og profil	M=1:1000 (A1)
V106	Alternativ 2c Tunnel Andanaset – Rotset Ingeniørgeologisk plan og profil	M=1:1000 (A1)

1 Innledning

Multiconsult Norge AS er engasjert av Volda kommune for utredning til kommunedelplan (KDP) med konsekvensutredning (KU) for kryssing av Voldsfjorden med flytebru.

Formålet med planarbeidet er å legge til rette for å erstatte ferja Volda-Folkestad med bru over Voldsfjorden. Rv. 651 går i dag mellom Volda og Folkestad med ferje.

To hovedalternativ for kryssing av Voldsfjorden skal utredes. Hovedalternativ 1 er kryssing med flytebru mellom Krumsvikneset på Folkestadsida og Greivsneset på Voldasida. Hovedalternativ 2 er kryssing med flytebru mellom Folkestad og Andaneset. Begge hovedalternativene har underalternativ med sluse som kan åpnes for skipstrafikk eller seglingsløp nært land på østsida av fjorden. Dette åpner for flere løsninger for å knytte brua til vegnettet.



Figur 1: Oversiktskart med alternativene.

- Alternativ 1A: Kryssing av fjorden med lav flytebru med skipssluse mellom Krumsvikneset og Greifsneset. Ny tunnel med tilknytning til eksisterende E39 Rotsethorntunnelen.
- Alternativ 1B: Kryssing av fjorden med flytebru mellom Krumsvikneset og Greifsneset med fast seglingsløp nært land på Greifsneset. Brua knytter seg til eksisterende veg i rundkjøringa på lokalvegen mellom bebyggelsen på Greifsneset og eksisterende tunnelarm inn til E39 Rotsethorntunnelen.
- Alternativ 2A: Kryssing av fjorden med lav flytebru og skipssluse mellom Folkestad og Andaneset. Ny veg i dagen og tunnel fra Andaneset med tilknytting til E39 på Rotset.
- Alternativ 2C: Kryssing av fjorden med flytebru mellom Folkestad og Andaneset med fast seglingsløp nært land på Andaneset. Ny veg i dagen og tunnel fra Andaneset med tilknytting til E39 på Rotset.

Alternativ 2B er silt ut i en tidligere fase.

Dette er en rapport som omhandler ingeniørgeologi og skredfare for alternativene.

1.1 Vegstandard

Vegen utformes etter dimensjoneringsklasse H2, ÅDT < 4000 og dimensjonerende hastighet 80 km/t. Tunnelprofil T9,5 skal legges til grunn for alle alternativa. Maksimal tillatt stigning i tunnel er 5%.

2 Grunnlag

Grunnlaget for rapporten er:

- Plan- og profiltegninger av trase, Multiconsult 2020-09-23
- Kvartærgeologisk kart, NGU [3]
- Berggrunnskart, NGU [2]
- Aktsomhetskart for skred, NVE [6]

Befaring ble utført av ingeniørgeolog Ole Håvard Barstad og Ine Gressetvold og geotekniker Christian Havnegjerde fra Multiconsult Norge AS den 22. september 2020. Befaringer ble utført til fots på begge sider av fjorden. Tunnelpåhugg og landfester for bru ble befart.

Det er ikke utført grunnundersøkelser i området.

3 Geologi og topografi

3.1 Topografi og markslag

På nordøstsida av Voldsfjorden er området prega av bratte fjellsider ned mot fjorden. Ved fjellfoten ligger det mange steder morene og ras-/urmasser. Det høgste fjellet, Rotsethornet, ligger på omtrent 650 moh. Nord- og nordøstsida av fjellmassivet har ikke fullt så bratte sider som i sørvest. Det meste av fjellsidene i nord og nordøst er dekket av løsmasser.

På sørvestsida av fjorden er området prega av noe slakere fjellsider ned mot fjorden og nordover mot Folkestad er terrenget slakt og består av dyrka mark

3.2 Løsmasser

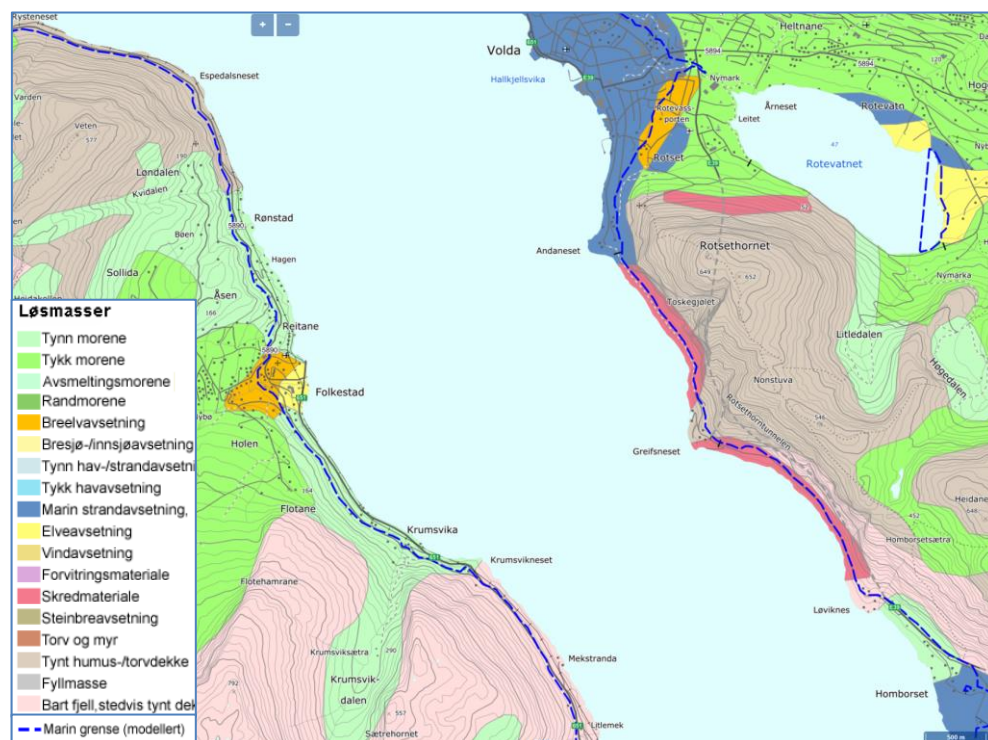
Løsmassene i området er vist i Figur 2.

På nord- og nordøstsida av Rotsethornet er det svært få bergblotninger. Det aller meste av området er dekket av et morenelag av varierende mektighet. Grunneier på stedet fortalte også om bløtere masser under morenen lengst mot nord. Noe høyere i terrenget er det skredmateriale.

På sørvestsida av fjellmassivet, langs fjorden, fins en del morene og skredmasser (ur) mellom bergblotningene.

Løsmassene i området sørvest for Voldsfjorden er hovedsakelig morene i varierende mektighet over berg. Flere steder er det bart berg. Ved Folketsad er det angitt både breelvavsetning og elveavsetning.

Området langs fjorden ligger under marin grense (ca. 50-60 m.o.h.). Selv om det ikke er angitt marine avsetninger på kartet fra NGU, kan det være marine avsetninger under de løsmassene som er angitt.

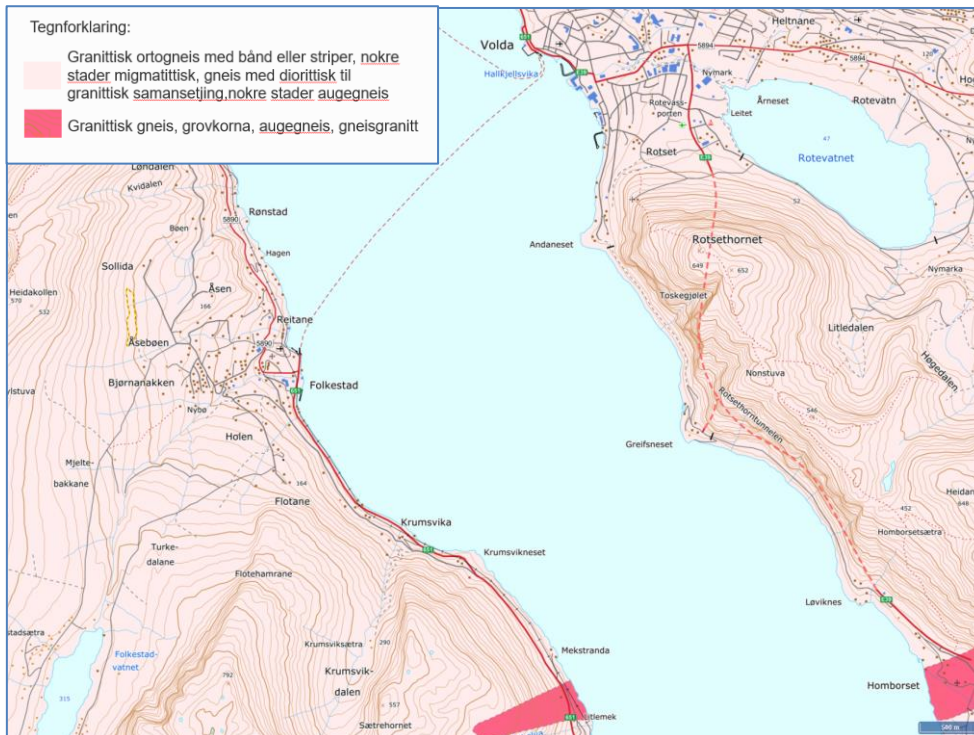


Figur 2: Kvartærgeologisk kart med inntegnet marin grense fra NGU.

3.3 Bergarter

På berggrunnskart (1:250 000) er det angitt «*Granittisk ortogneis med bånd eller striper, nokre stader migmatittisk, gneis med diorittisk til granittisk samansetjing, nokre stader augegneis*» i hele prosjektområdet, se Figur 3. Det eksisterer ikke berggrunnsgeologisk kart 1:50 000 for området, slik at detaljeringsgraden er lav.

Bergartene som ble registrert ved befarung var båndet gneis, stedvis mer glimmerrik og skifrig.



Figur 3: Berggrunnskart fra NGU.

3.4 Strukturer

Ved studier av flyfoto og høydekart kommer det fram enkelte lineamenter i berggrunnen i området. Disse lineamentene kan være svakhetssoner. Svakhetssonene er tegnet inn på vedlagte ingeniørgeologiske kart. Det er ikke registrert svært mektige svakhetssoner langs tunneltraseene.

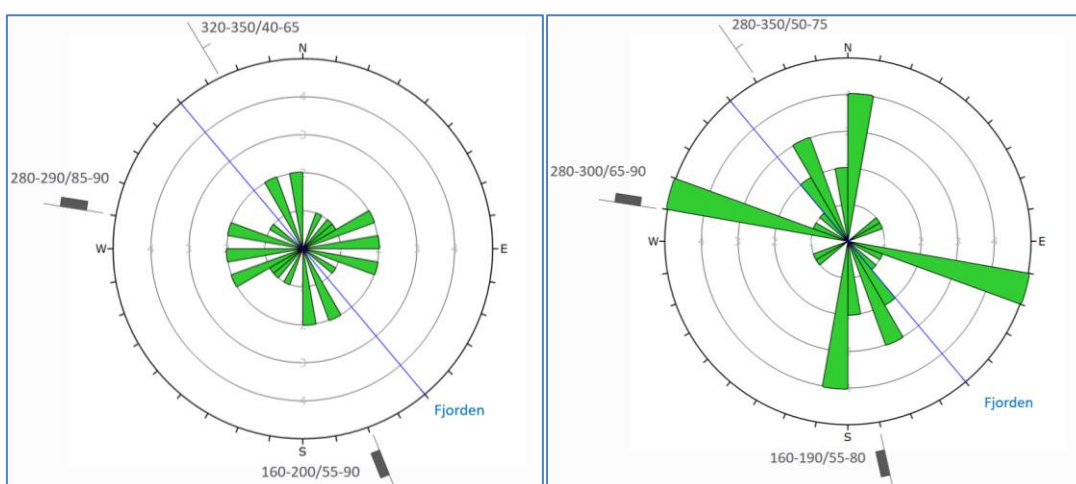
Det er gjort enkle registreringer av strukturer på begge sider av fjorden. Gneisbergarten er foldet, slik at strøk og fall for foliasjonen til bergarten varierer en god del. Oppsprekingsgraden varierer, fra tett oppsprukket til mer massivt, se Figur 4. Generelt er berget som stikker ut som nes i fjorden av god bergkvalitet med liten grad av oppsprekking. Berget som er synlig oppe i fjellsida ved Greifsneset, og spesielt ved Andaneset er sterkt oppsprukket. Den markerte og delvis tette oppsprekkinga ute i dagen gjør at berget er ustabil slik at mindre steinsprang kan opptre flere steder. Vanligvis vil oppsprekkinga ute i dagen være mer utvikla og markert enn inne i fjellet. Det er rimelig å anta at det er slik i dette området også, men det kan ikke fastlås med sikkerhet.



Figur 4: Oppsprukket, glimmerrik gneis ved Mekstranda og mer massiv, båndet gneis ved Greifneset.

De geologiske strukturene i områdene preges av tre retninger, se også Figur 5:

- Foliasjonssprekker $280-350^{\circ}/40-75^{\circ}$. Gneisen er foldet, slik at både strøk og fall kan varierer en del, også mer enn disse målingene viser. Sprekkeplanene faller mot fjorden på Folkestadsida.
- Sprekker $160-200^{\circ}/55-90^{\circ}$. Sprekker som er omtrent parallelle med foliasjonssprekkene, men med fall i motsatt retning.
- Sprekker $280-300^{\circ}/65-90^{\circ}$. Sprekker som er omtrent vinkelrett på de to andre sprekesettene.



Figur 5: Sprekkerose, hhv. Voldasida og Folkestadsida av fjorden.

3.5 Hydrogeologi

Det er ingen vann over de aktuelle tunneltraseene. Det er heller ikke registrert myrdrag eller løsmassetyper som kan inneholde mye vann. Det er enkelte bekker som renner ned fjellsidene på begge sider av fjorden. Det meste av berget som fins i området er relativt stivt. Det betyr at det vil kunne finnes åpne og vannførende sprekker som kan nå ned til tunnelene.

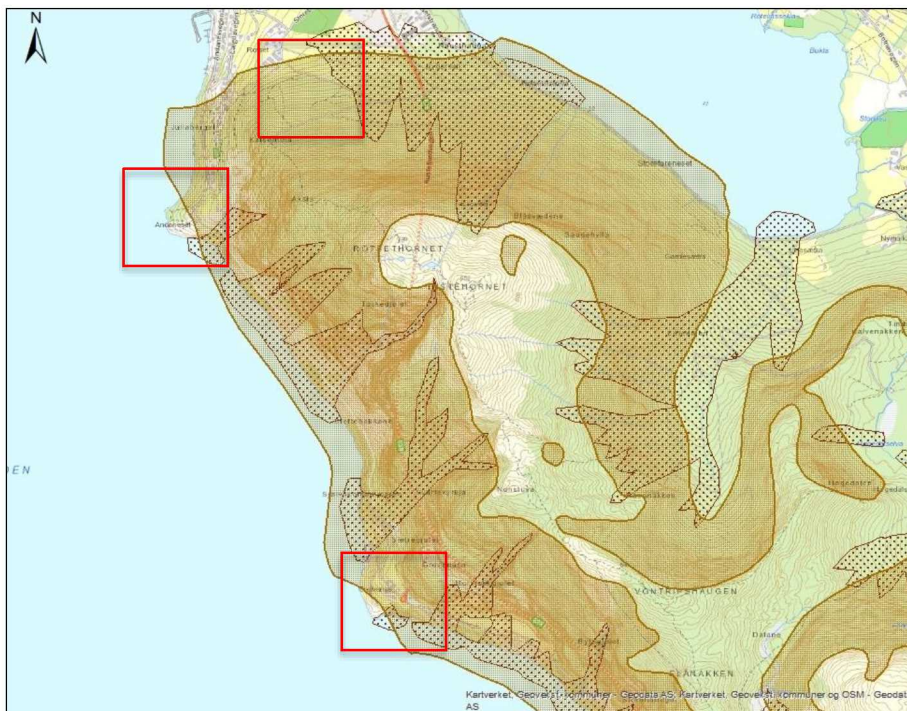
Utfordringer tilknyttet store vannmengder og behov for injeksjon forventes å bli små. Likevel må det påregnes en del vann og frostsikring siden gneis har stort sett åpne sprekker med god kommunikasjon mellom sprekker.

3.6 Bergtrykk

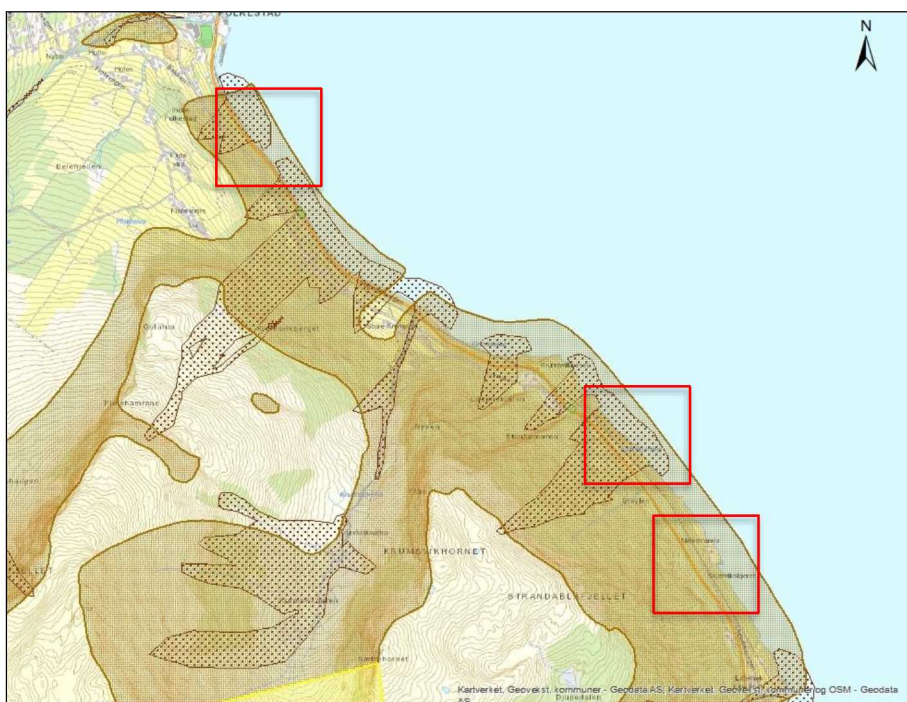
Tunnelene eller deler av tunnelene er planlagt relativt nært dalsiden. Dette gjør at det kan forekomme utfordringer tilknyttet høye spenninger i form av sprakefjell eller oppbomming i deler av tunnelen som er nært fjellsida. Overdekning på omtrent 500 m i gneis kan også gi noe sprakefjell på grunn av topografiske spenninger.

4 Skredfarevurdering

Aktsomhetskart fra NVE [7] indikerer at det er potensiell skredfare for de ulike alternativene. Dette gjelder ved Andaneset, Rotset, Greifsnaset, Folkestad, Krumsvikneset og Mekstranda. Figurene nedenfor (Figur 6 og Figur 7) viser aktsomhetskart for jord- og flomskred (prikkete brunt område) og stein og snøskred (brunt område).



Figur 6: Potensiell skredfare for Rotset, Andaneset og Greifsnaset (NVE) [7]. Røde firkanter markerer områdene som ble befart.



Figur 7: Potensiell skredfare for Folkestad, Krumsvikneset og Mekstranda (NVE) [7]. Røde firkanter markerer områdene som ble befart.

4.1 Snøskred

Snøskred løses som oftest ut i områder med helning mellom 30 og 60 °. I områder med tett skog vil den tette skogen hindre snøen i å treffe bakken direkte. Grenene på trærne gjør at snøen faller på bakken i klumper og hindrer at det dannes glideplan i snøen. Skogen reduserer dermed sannsynligheten for snøskred. Skogen i områdene er generelt dominert av løv- og bartrær med stammeavstand på omkring 1-2 meter.

4.2 Steinsprang

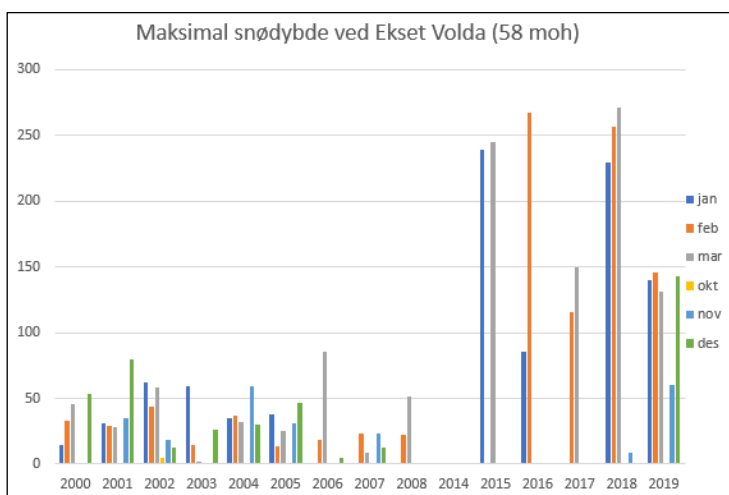
Steinsprang forekommer fra bratte fjellsider med dårlig berg. Dårlig berg kan her defineres som meget oppsprukket berg hvor frostsprengning og vann kan fremskynde denne prosessen. Det er registrert flere steiner/blokker som har falt ned fra fjellsiden fra både gammel og nyere aktivitet. Tett skog med tykke stammer kan redusere utløpslengden på eventuelle steinsprang. Tykkelsen på stammene i områdene varierer mellom 10 og 30 cm diameter brysthøyde (DBH).

4.3 Jord- og flomskred

Jord- og flomskred forekommer når jordsmonnet blir mettet av vann og begynner å bli ustabil. Løsmassene i området er dominert av bart berg, tynt torvdekke, skredmaterialer og morenemasser. Nedbørsområdet er svært begrenset da det hovedsakelig er naturlig nedbør og avrenning fra fjellsiden. Ved mye og tett vegetasjon vil vannet trekke ned i bakken under skredmaterialet/løsmassene og vil sammen med den tette vegetasjonen binde jorden. Prognoser for nedbør i fremtiden indikerer et våtere klima med økt nedbør.

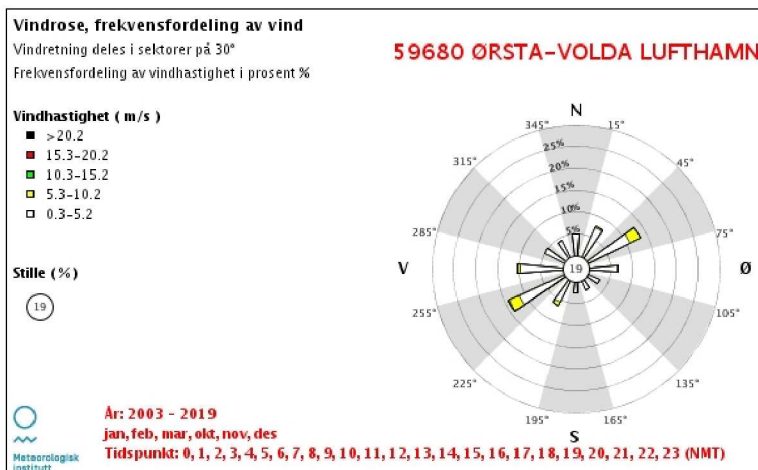
4.4 Klimadata

Snødata og vinddata er hentet fra Meteorologisk institutt (www.eklima.no) og viser at snømengden varierer mye, men at de siste årene har generelt vært over 1 meter i maksimal dybde og noen ganger helt opp i 2,5 meter. Volda har et kystnært klima som tilsier at snøen sjelden ligger veldig lenge før den smelter. I de øverste fjellpartiene vil snøen ligge lenger.



Figur 8: Maksimal snødybde målt ved Ekset i Volda (58 moh) [9].

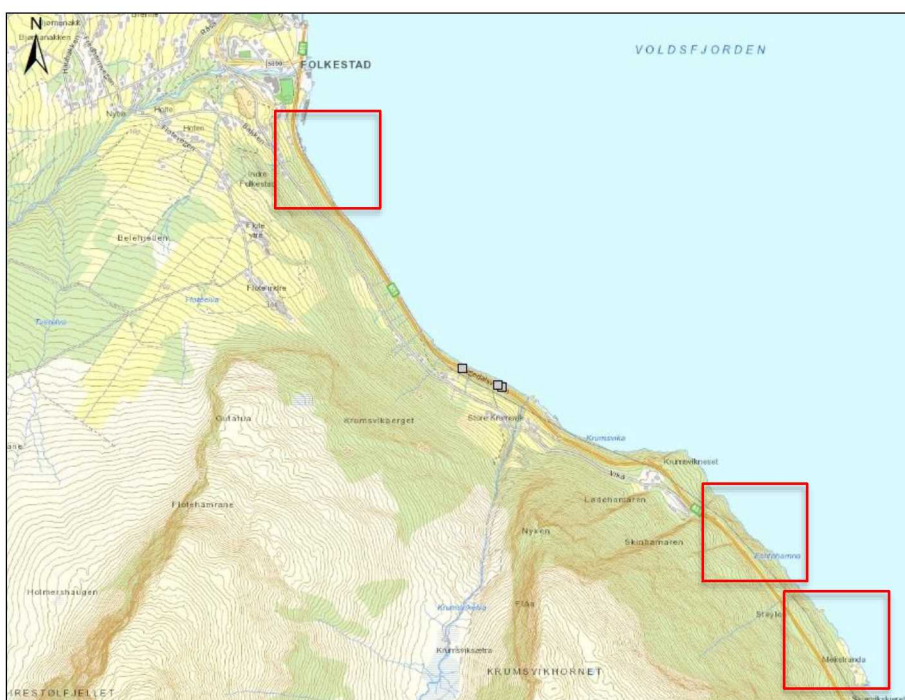
Med dominerende vind fra NØ og SV er det grunn til å anta at det er størst sannsynlighet for at den snøbærende vinden kommer fra NØ og at snø kan akkumuleres i sørvestvendte fjellsider.



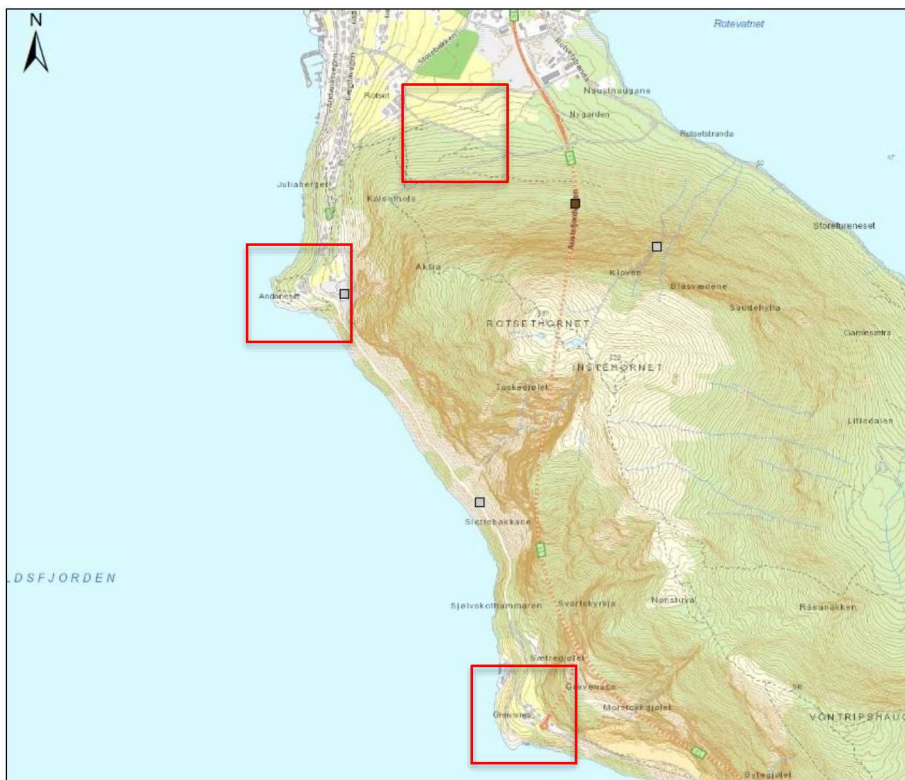
Figur 9: Vinddata viser at vindretninger i vintermånedene er fra NØ og SV [9].

4.5 Skredhendelser

Figurene nedenfor viser skredhendelser som er registrert i NVEs skrednett [7]. Etter samtale med lokale personer i området bekreftes det at det finnes ytterligere skredhendelser som ikke er registrert i NVEs skrednett. Disse områdene er stort sett på østsiden av Voldsfjorden omkring Andaneset og Greifsneset.



Figur 10: Skredhendelser på Folkestadsida av Voldsfjorden viser at det er kun registrert nedfall av stein (grå firkant) fra NVEs skrednett [7].



Figur 11: Skredhendelser på Voldasida av Voldsfjorden viser at det hovedsakelig er nedfall av stein (grå firkant) fra NVEs skrednett [7].

4.6 Akseptkriterium for skred på veg

Figur 12 viser samlet sikkerhetskrav for skred på veg angitt i Statens vegvesens Håndbok N200 Vegbygging [4]. Kravene i Figur 12 er en tilpasning av sikkerhetskravene i byggt teknisk forskrift til plan- og bygningsloven (TEK17), og gjelder for strekninger hvor trafikken normalt er i flyt. For områder hvor det tilrettelegges for stans, som oppstillingsplasser, rasteplasser mv, gjelder sikkerhetskravene i TEK17. Det er ikke lagt til grunn noen slike steder langs traseen i den videre vurderinga.

Dimensjonerende trafikkmengde (årsdøgntrafikk) for år 2040 (ÅDT (2040)) er beregnet for ulike snitt langs traseen [6]. Maksimal trafikkmengde er beregnet til 1220 kjøretøy/døgn, og det varierer i de ulike snittene. Tolererbar skredsannsynlighet per kilometer for traseen er 1 skred hvert 10. år (1/10) for alle traseene.

Dimensjonerende trafikkmengde \ Skred-sannsynlighet	Dimensjonerende trafikkmengde					
	< 200	200 – 499	500 – 1499	1500 – 3999	4000 – 7999	> 8000
Akseptabel skredsannsynlighet pr. km og år (bør-krav)	1/10	1/20	1/50	1/50	1/100	1/1000
Tolererbar skredsannsynlighet pr. km og år (skal-krav)	1/2	1/5	1/10	1/20	1/50	1/100

Figur 12: Sikkerhetskrav for skredsannsynlighet på veg [4].

4.7 Krumsvikneset (Alt. 1A og 1B)

Ved Krumsvikneset er det planlagt at alternativ 1A og 1B skal gå inn i berget i tunnel og ut ved Mekstranda. ÅDT (2040) beregnet til 1220.

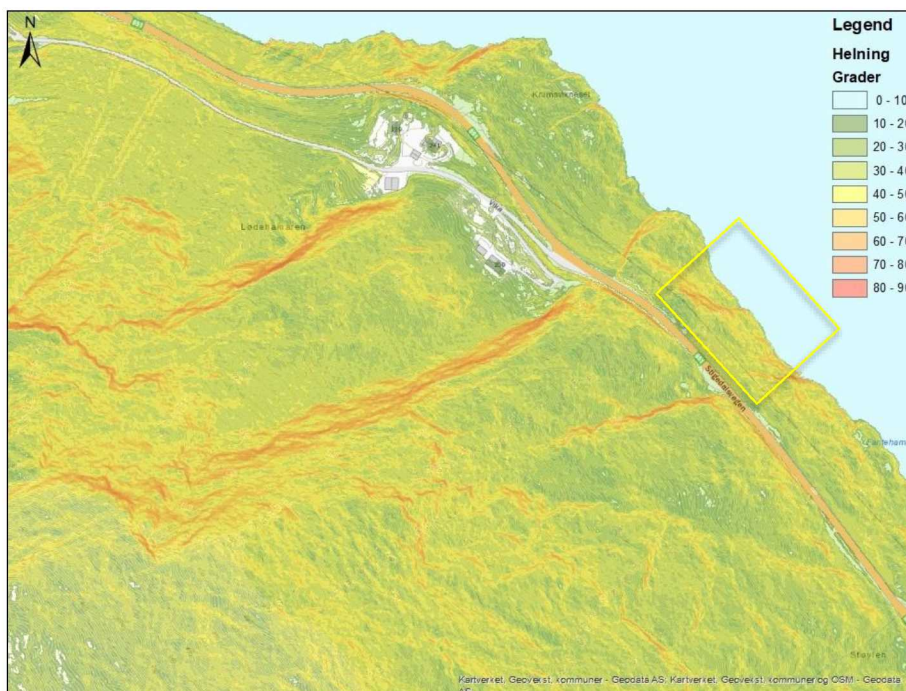
4.7.1 Befaringsobservasjoner

I området nedenfor veien er terrenget bratt med helning på over 40° (Figur 13). Bratte skrenter på over 60° er også registrert (Foto 1). Over bilveien er terrenget noe slakkere, med helning mellom 20 og 40°, avgrenset i nord og sør av NØ-SV-gående bratte skrenter på over 60°.

Vegetasjonen i området er dominert av meget tett blandet skog, som har meget god kronedekning og stammeavstand på mindre enn 2 meter og stammetykkelse på ca. 30 cm (DBH).



Foto 1: Planlagt tunnelinnslag like over vannflaten i fast berg (venstre). Området over planlagt tunnelinnslag er dekket av tett skog (høyre).



Figur 13: Helningskart for Krumsvikneset viser at terrenget ligger på ca. 20-50° med enkelte bratte lokale skrenter på opp mot 60-90°(NVE).

4.7.2 Vurdering

Fjellsiden over brufestet er tett vegetert av blandet skog. Helningen på området varierer stort sett mellom 20 og 40° (Figur 13). Selv om helningen i områder er større enn 30° gjør den tette skogen av sannsynligheten for snøskred er liten, siden snøen ikke danner glideplan når snøen faller ned fra greiner. Sannsynligheten for snøskred vurderes til mindre enn 1/1000.

På grunn av den tette vegetasjonen var det ikke mulig å observere bratte bergskrenter som kunne være ustabile. Multiconsult vurderer likevel sannsynligheten for steinsprang til brufeste til å være liten. Eventuelle mindre steinsprang vil trolig dempes i områder med urmasse og av tett skog og/eller veibanen og autovern. Sannsynligheten for steinsprang vurderes til mindre enn 1/500

Jord- og flomskred kan forekomme langs naturlige vannveier, men ingen av vannveiene går inn i området hvor brufeste er planlagt. Sannsynligheten for jord- og flomskred vurderes til mindre enn 1/1000.

Multiconsult vurderer at samlet sannsynlighet for skred for alternativ 2A og 2C ved Krumsvikneset til å være 4/1000 (1/250).

4.8 Mekstranda (Alt. 1A og 1B)

Ved Mekstranda er det planlagt at alternativ 1A og 1B skal gå ut av fjellet. ÅDT (2040) beregnet til 960.

4.8.1 Befaringsobservasjoner

I dette området er helningen opp mot 30° opp til kote 100. Fra kote 100 og opp til Strandablåfjellet er det noe brattere helning opp mot 50°.

Vegetasjonen i området er dominert av meget tett blandet skog med meget god kronedekning og stammeavstand på ca. 1-2 meter. Stammetykkelsen er ca. 30 cm. DBH (Foto 2, Foto 3 og Foto 4).

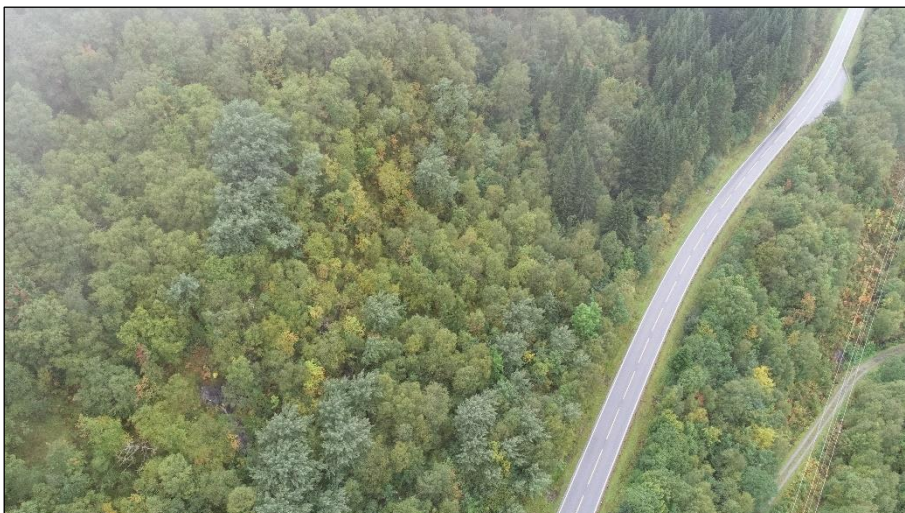


Foto 2: Dronefoto viser tett skog med god kronedekning.

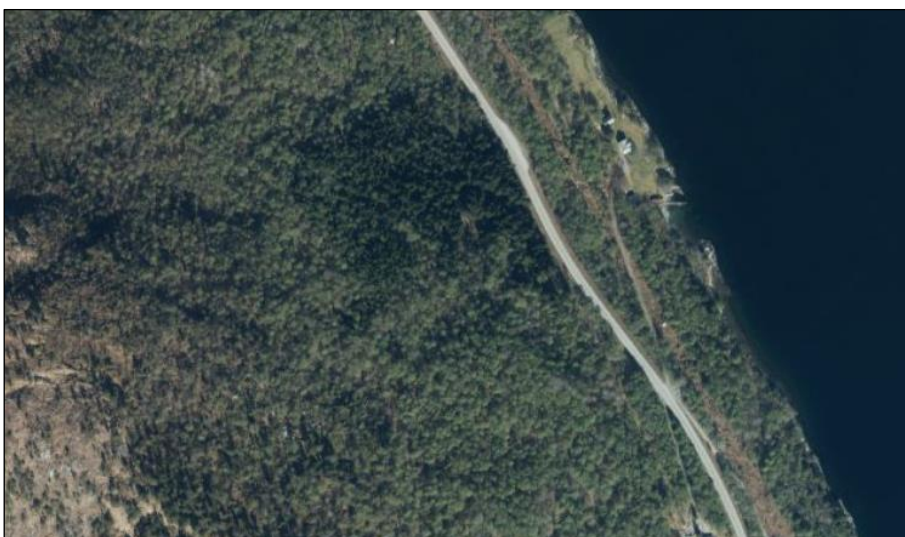
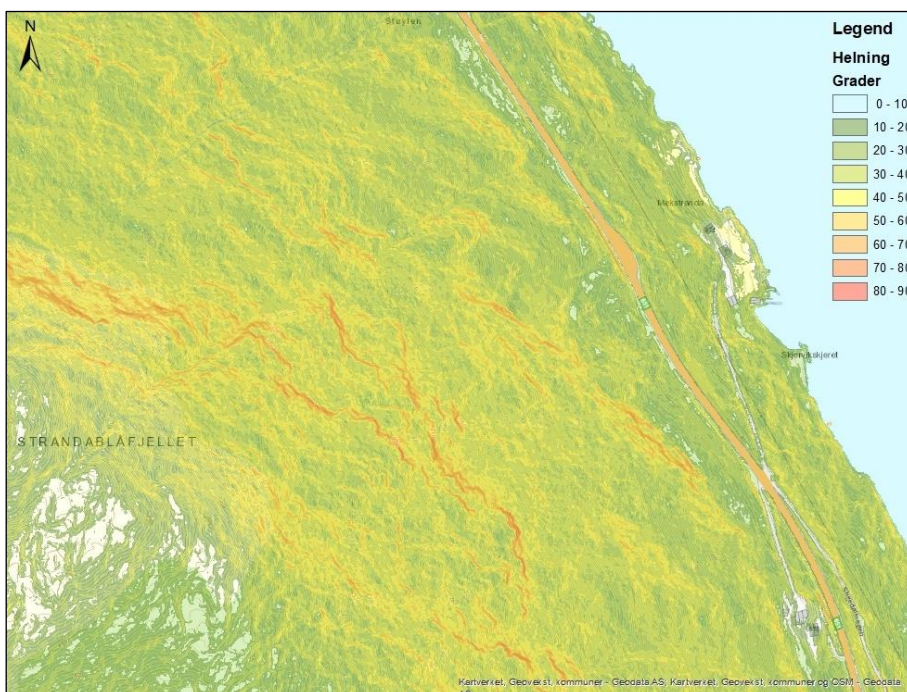


Foto 3: Flyfoto viser tett skog videre oppover mot toppen av fjellet med god kronedekning.



Foto 4: Lokale urmasser som er mosegrodd som stammer fra eldre aktivitet.



Figur 14: Helningskart for Mekstranda viser at terrenget har en helning på oppimot 30° opp til omtrent kote 100. Derfra og opp til Strandablåfjellet er det noe brattere med helning mellom 20-50 med lokale skrenter som er brattere (NVE).

4.8.2 Vurdering

Helningen på fjellsiden over planlagt tunnelåpning ligger mellom 20-50 grader med enkelte lokale brattere skrenter med helning på over 70°. Snøskred kan utløses i områder over 30°, men tett vegetasjon hindrer dannelsen av glideplan snøen når snø smelter/faller fra trærne. Sannsynligheten for snøskred vurderes til mindre enn 1/1000.

Området over planlagt tunnelåpning er tett vegetert av blandet skog. Det er registrert en del urmasser i fjellsiden over veien, i underkant av noen lokale bratte skrenter. Disse urmassene er mosegrodde hvor det vokser store trær mellom blokkene (Foto 4). Dette indikerer at det ikke er av nylig aktivitet, men at det likevel kan være ustabile partier. Sannsynligheten for steinsprang vurderes til 1/100.

Det er ikke registrert noen etablerte vannveier i området, men det er grunn til å tro at vann renner under urmassene da det ble registrert lyder av vann i bevegelse under urmassene. Sannsynligheten for jord- og flomskred er vurdert til 1/1000)

Multiconsult vurderer samlet sannsynlighet for skred for alternativ 2A og 2C ved Mekstranda til å være 12/1000.

4.9 Greifsneset (Alt. 1A og 1B)

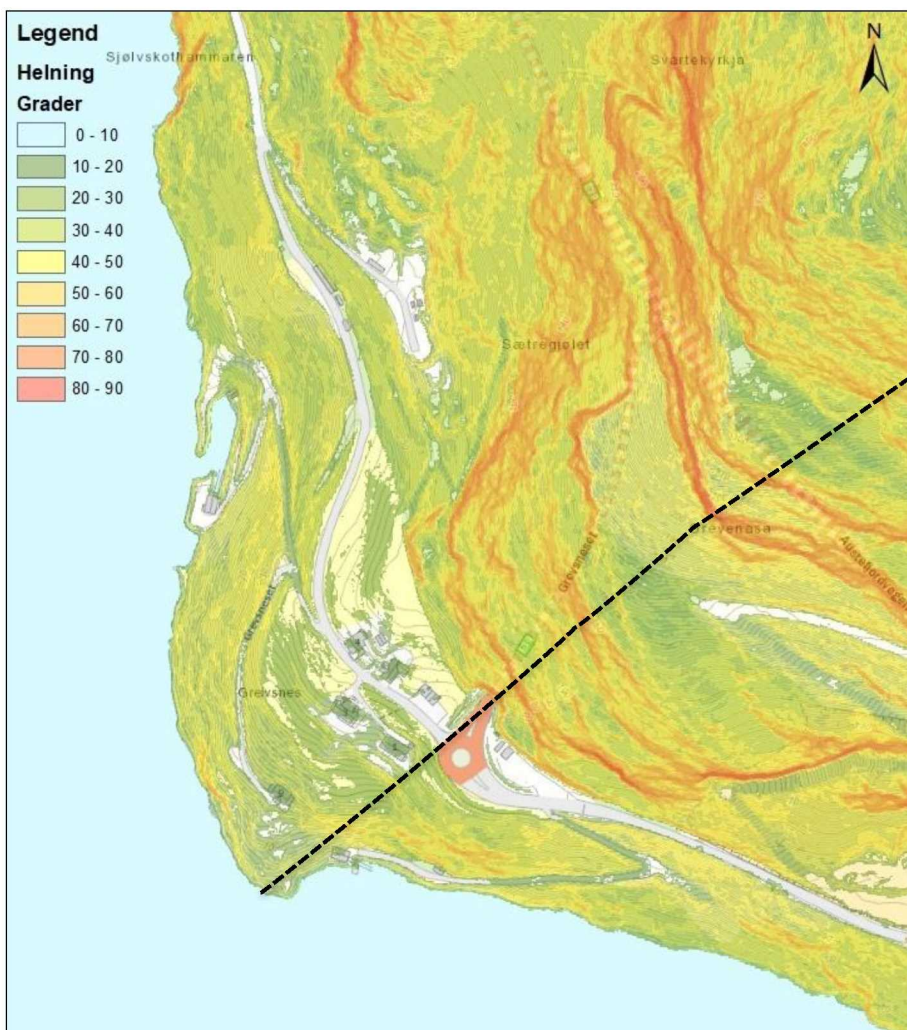
Alternativ 1A (lav bru med tunnelinngang og utgang ved Rotset) og 1B høy bru som knyttes til rundkjøring. ÅDT (2040) beregnet til 1220.

4.9.1 Befaringsobservasjoner

Fra Greifsneset går det en tunnel inn i fjellet som knyttes til den eksisterende Rotsethorntunnelen. Over tunnelen er det montert et steinspranggjerdet som er omtrent 2 meter høyt. Bak dette steinspranggjerdet ble det registrert et par små blokker på størrelse 20 x 30 x 30 cm, som indikerer at det fortsatt er et aktivt område med tanke på steinsprang.



Foto 5: Tunnelinngang til tunnelarm til Rotsethorntunnelen. Før tunnelen ble etablert ble det gjort et stort arbeid med å fjerne urmasser i området, noe som tyder på at området har tidligere vært utsatt for steinsprang.



Figur 15: Helningskart for Greifsnaset viser at terrenget har helning på 10-30° inn mot fjellfoten. Fra fjellfoten og oppover er helningen over 60°, bortsett fra enkelte mindre avgrensede parti. Den stiplede linjen indikerer profiler hvor det gjort steinsprangmodellering.

4.9.2 Vurdering

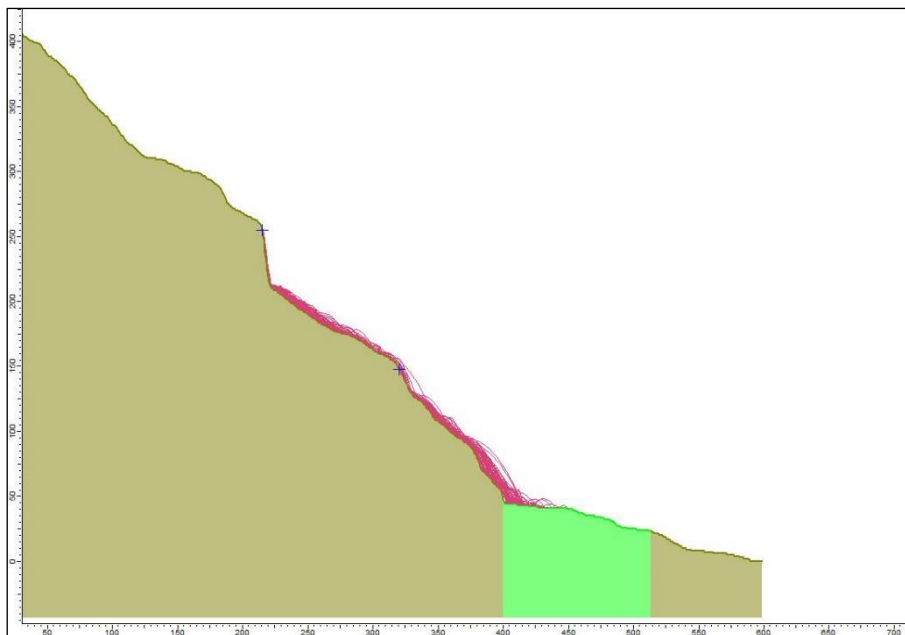
Snøskred er lite aktuelt for Greifsnaset da det også her er generelt for stor helning til at det vil samles opp store nok mengder snø, som vil utløse skred. Berghelningen i området varierer stort sett fra ca. 60 til 80°, med enkelte mindre parti med helning på 10 til 50°. Bergpartiet er dominert av bratte skrenter på over 50° helning, med enkelte slakere parti mellom skrentene. Sannsynligheten for snøskred vurderes til mindre enn 1/1000.

Jord- og flomskred ansees også som lite aktuelt i dette området da det også her er lite vegetasjon, lite løsmasser og begrenset nedbørsfelt. Nedbørsfeltet er begrenset til naturlig avrenning av nedbør. Sannsynligheten for jord- og flomskred vurderes til mindre enn 1/1000.

For steinsprang er det utført en modellering i RocFall ettersom berget ved Greifsnaset er av samme kvalitet som ved Andaneset, meget oppsprukket og svært bratt (Figur 15). Modelleringen indikerer utløpsområde helt ned til omtrent kote 41 (Figur 16). Rundkjøringen og tunnelinngang ligger ved kote 41-42. Området omkring rundkjøringen er derfor noe skredutsatt. Sannsynligheten for steinsprang vurderes til 1/10.

Multiconsult vurderer samlet skredfare for alternativ 1A (lav bru med ny tunnel inn i fjellet) ved Greifsnaset til å være 3/1000 (1/333). Dette er tolererbar skredsannsynlighet og krever ingen spesielle skredsikringstiltak.

Multiconsult vurderer samlet skredsannsynlighet for alternativ 1B (høy bru med påkobling til eksisterende rundkjøring) ved Greifsnaset til å være 102/1000. Dette er ikke en tolererbar skredsannsynlighet. Tolererbar skredsannsynlighet vil kunne oppnås med høyere og kraftigere rasfanggjerd og/eller forlengelse av portal.



Figur 16: Rocfall-modellering av profil ved Greifsnaset. Modelleret steinsprang har utløpsområde helt ned til omtrent kote 41.

4.10 Andaneset (Alt. 2A og 2C)

Alternativ 2A, lav bru med tunnel med utgang til Rotset. Alternativ 2C, høy bru med tunnel, utgang ved Rotset. ÅDT (2040) beregnet til 1220.

4.10.1 Befaringsobservasjoner

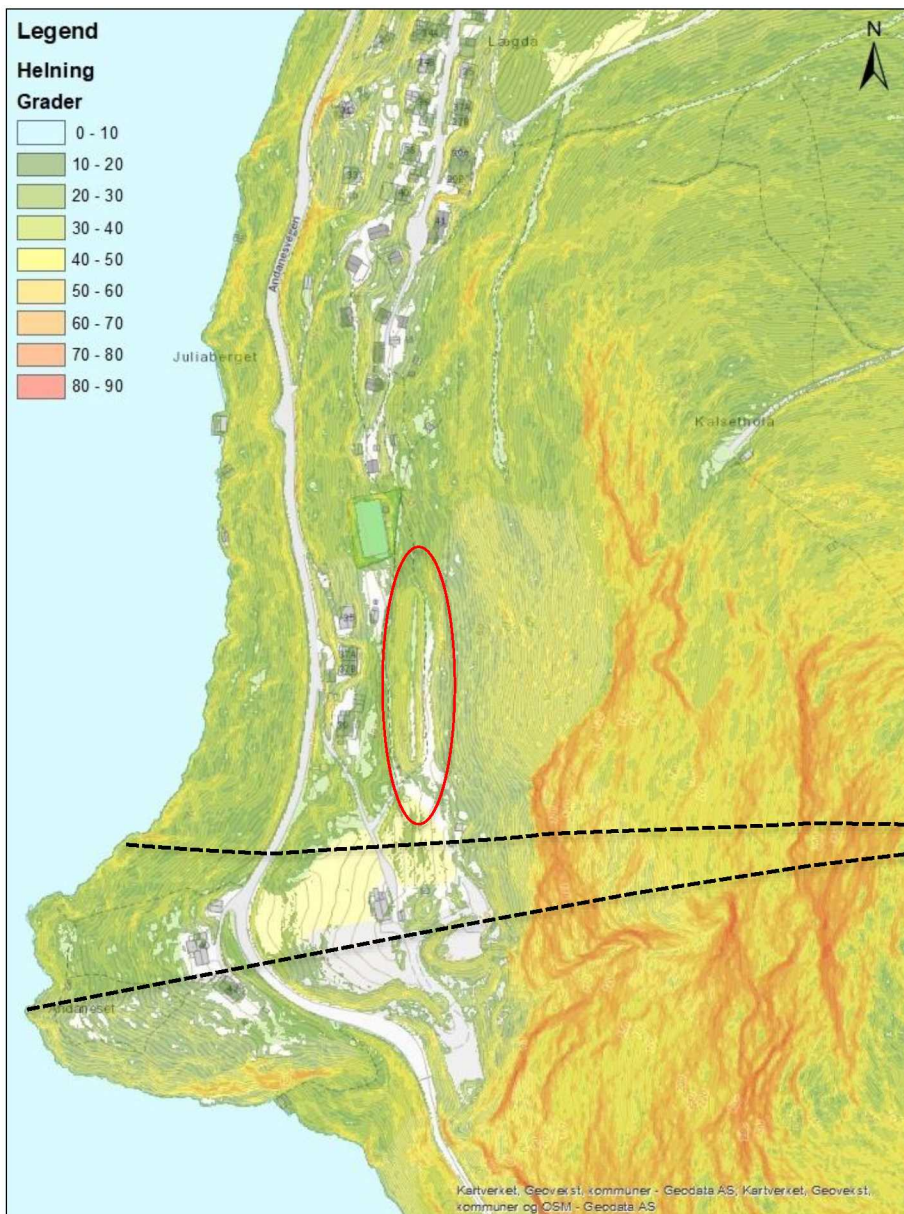
Ved Andaneset er det registrert en bratt bergvegg i området hvor alternativ 2C er planlagt å gå inn i fjellet. Nedenfor denne bergveggen er det registrert store urmasser som stammer fra nedfall fra fjellet Aksla. Berget er i tillegg svært oppsprukket (Foto 6). Berghelningen over denne bratte nederste skrenten er mellom 40 og 90°, der de slakeste partiene har en del skog. Det er etablert en skredvoll i området like nord for planlagt tunnelåpning. Bak denne skredvollen er det registrert store mengder urmasser, men ikke helt ned til skredvollen. Denne skredvollen var en forutsetning for at personer kan oppholde seg i boligene (kommentarer fra lokale innbyggere). Det er med andre ord gjort en tidligere vurdering av skredfaren i området og ansett som nødvendig å sette opp skredvoll bak husene. Det er derfor naturlig å anta at skredfaren ble vurdert til å være større enn 1/1000 ved boligene.

Ytterst på Andaneset er det registrert flere steder med berg i dagen (svaberg), men ingen urmasser.

Det er kun registrert en vannvei i området. Det er vannveien som går langs et gjel i berget hvor berget er meget oppsprukket. Denne vannveien/gjelet kan sees i Foto 6, øverst til høyre. Det er ikke registrert løsmasser langs vannveien/gjelet.



Foto 6: Foto av bergvegg og urmasser hvor planlagt tunnel går inn i fjellet (øverst). Ytterst på Andaneset er det registrert flere blotninger i form av svaberg (nederst).



Figur 17: Helningskart for Andaneset samt nord for Rotsethorn viser at terrenget er relativt slakt inn mot fjellfoten. Fra fjellfoten og oppover er helningen over 60°. De to stiplete linjene indikerer profiler hvor det gjort steinsprangmodellering. Skredvoll er markert med rødt ellipse.

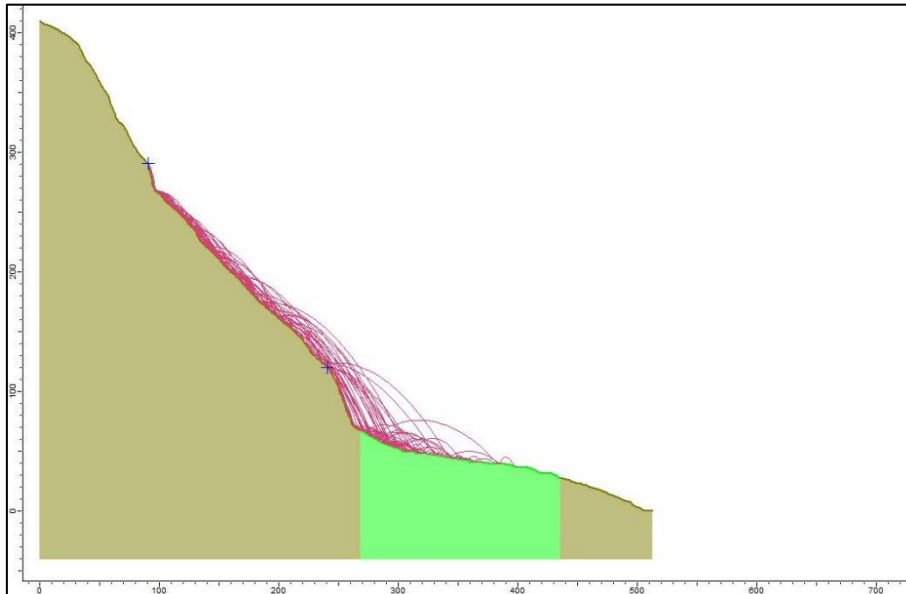
4.10.2 Vurdering

Snøskred er lite sannsynlig ved Andaneset da berghelningen er for bratt til at det vil samles opp store nok mengder snø til at det vil utløse skred. I områder som ligger mellom 30 og 60° er arealet svært avgrenset, samtidig som at det i disse områdene er noe mer vegetasjon som reduserer skredsannsynligheten. Sannsynligheten for snøskred vurderes til mindre enn 1/1000.

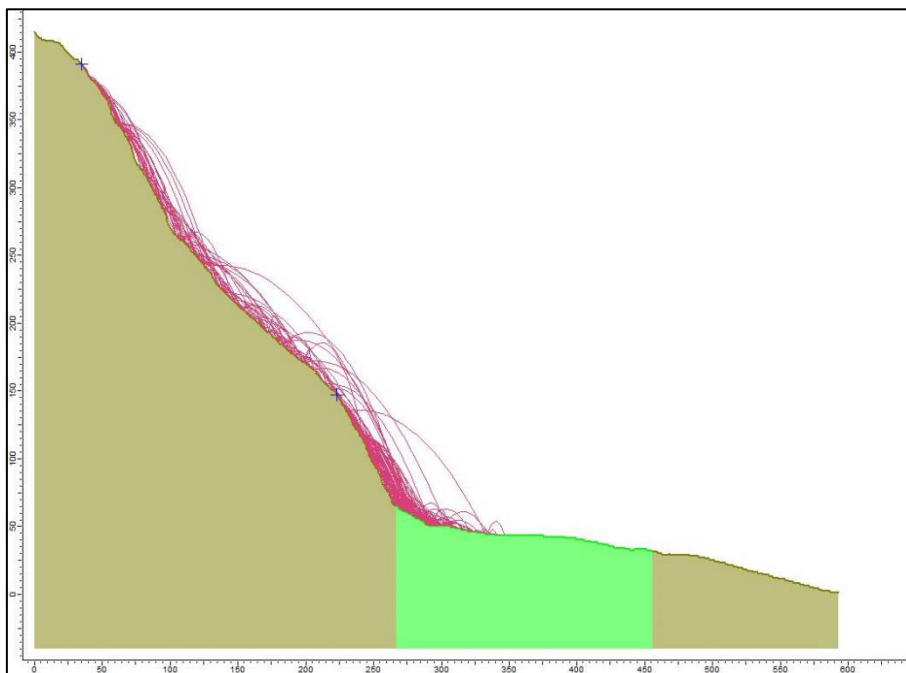
Jord- og flomskred ansees også som lite aktuelt da dette området stort sett har nedbørsområde fra naturlig avrenning fra den bratte fjellsiden med få naturlige vannveier. Sannsynligheten for jord- og flomskred vurderes til mindre enn 1/1000.

Når det gjelder steinsprang er det utført en modellering i Rocfall ettersom berget er meget oppsprukket og svært bratt. Det er benyttet to ulike profiler med hver sine to løsnepunkt (Figur 17). Modelleringen indikerer utløpsområde helt ned til omtrent kote 37 for den nordlige profilen og kote

44 for den sørlige profilen (Figur 18 og Figur 19). Området inn mot fjellfoten er derfor noe skredutsatt for steinsprang. Sannsynligheten for steinsprang vurderes til 1/5.



Figur 18: Rocfall-modellering av nordlige profil. Modellert steinsprang har utløpsområde helt ned til omtrent kote 37.



Figur 19: Rocfall-modellering av sørlige profil. Modellert steinsprang har utløpsområde helt ned til omtrent kote 44.

Multiconsult vurderer skredfaren for alternativ 2A (med lav bru og tunnel) til å være mindre enn 1/1000. Dette er tolererbar skredsannsynlighet og krever ingen spesielle skredsikringstiltak.

Multiconsult vurderer skredfaren for alternativ 2C (med høy bru og tunnel) til å være 202/1000 uten sikringstiltak. Dette er ikke en tolererbar skredsannsynlighet. Tolererbar skredsannsynlighet er krevende å oppnå, da det må utføres arbeid i et urområde, og dette alternativet anbefales ikke.

4.11 Rotset (Alt. 2C)

Utgang av tunnel fra Andaneset. ÅDT (2040) beregnet til 1220.

4.11.1 Befaringsobservasjoner

Ved Rotset er terrenghelningen stort sett under 30°. I fjellsiden er det tett vegetasjon med blandet skog. På grunn av vegetasjonen var det ikke mulig å observere blotninger av bart berg i terrenget.



Foto 7: Fjellside for tunnelutgang for alternativ 2C ved Rotset.

4.11.2 Vurdering

Ved terrenghelning under 30° er sannsynligheten for snøskred veldig liten (1/1000). I tillegg er det tett vegetasjon i området, som vil hindre at eventuell snø danner glideplan.

Jord- og flomskred opptrer som oftest omkring etablerte vannveier, noe som ikke var mulig å påvise ved befaringsobservasjon på grunn av tett vegetasjon. Sannsynligheten for jord- og flomskred vurderes til mindre enn 1/500.

Siden det ikke ble observert store blotninger av ustabil berg, er det grunn til å anta at sannsynligheten for steinsprang er liten, selv om det likevel kan være enkelte mindre lokale parti med mindre skrenter. Sannsynligheten for steinsprang vurderes til 1/1000.

Samlet sannsynligheten for skred i dette området er vurdert ved Rotset til å være 4/1000 (1/250). Dette er tolererbar skredsannsynlighet og krever ingen spesielle skredsikringstiltak.

4.12 Folkestad (Alt 2A og 2C)

Dette området er det planlagt at alternativ 2A og 2C (fra Andaneset) skal tilknyttes eksisterende vei. ÅDT (2040) beregnet til 1210.

4.12.1 Befaringsobservasjoner

Ved dette området er det brattest i nedre del av fjellsiden mens helningen avtar noe oppover. Terrenget er dominert av tett skog. Over kote 100 er terrenget slakere og består for det meste av dyrket mark.



Foto 8: Del av fjellsiden som er vegetert (venstre). Over planlagt brufeste er det registrert tett skog i det bratteste partiet og dyrket mark i områder hvor helningen er maksimalt 20-30°. Langs veikanten i bildet til venstre er det etablert gode stikkrenner.



Figur 20: Helningskart for Folkestad viser at terrenget er brattest fra sjøen og opp mot ca. 250 meter hvor helningen er opp mot 40-50°. Videre oppover avtar helningen til 10-30° (NVE).

4.12.2 Vurdering

Fjellsiden over planlagt brufeste er tett vegetert i de områdene hvor helningen er brattest og mindre enn 30° i de dyrkede områdene. Dette medfører at sannsynligheten for snøskred er liten (1/1000).

Det ble ikke registrert ustabile bratte bergparti eller nedfall i området av betydning og det vurderes derfor at steinsprang ikke er aktuelt (1/5000).

Jord- og flomskred kan forekomme langs naturlige vannveier. Gode stikkrenner er registrert i området (Foto 8). Men med økt nedbørsmengde de kommende år vurderer Multiconsult skredfaren til å være 1/200.

Multiconsult vurderer samlet skredfare for alternativ 2A og 2C ved Folkestad til å være 31/5000. Dette er tolererbar skredsannsynlighet og krever ingen spesielle skredsikringstiltak.

4.13 Oppsummering skredfare

Tabell 1 viser en sammenstilling av årlig nominell skredsannsynlighet pr. enhetsstrekning for de ulike alternativene (lokalitetene).

Tabell 1: Samlet årlig nominell sannsynlighet for skred pr. enhetsstrekning.

	1A (lav)	1B (høy)	2A (lav)	2C (høy)
Andaneset			4/1000 (1/250)	202/1000
Greifsneset	3/1000 (1/333)	102/1000		
Rotset			7/1000	7/1000
Folkestad			31/5000	31/5000
Krumsvikneset	4/1000 (1/250)	4/1000 (1/250)		
Mekstranda	12/1000	12/1000		

For alternativ 1B på Greifsneset er samlet årlig nominell sannsynlighet for skred på veg (ved tunnelportal) større enn tolererbar grense uten at det gjøres ekstra tiltak mot skred. Dette kan være rasfanggjerd og/eller forlenget portal. Da vil krav kunne oppnås.

For alternativ 2C på Andaneset er samlet årlig nominell sannsynlighet for skred på veg (ved tunnelportal) større enn tolererbar grense uten at det gjøres ekstra tiltak mot skred. For dette tilfellet kan det være vanskelig å oppnå tilstrekkelig sikkerhet mot skred, slik at traseen bør flyttes.

5 Tunnel og tunnelpåhugg

5.1 Alternativ 1A/1B – Mekstranda – Krumvikneset

5.1.1 Tunnelpåhugg Mekstranda – P240

Tunnelpåhugget ligger i sidebratt terreng dekket av løsmasser og delvis urmasser. Urmassene er dekket av mose og trær og det er ikke tegn til nye skred, bortsett fra noen små steiner som kan ha kommet fra en skrent like ovenfor. Det er en del rennende vann i terrenget og en liten bekk. Det observeres ikke bart berg i påhuggsområdet, men løsmasseoverdekninga antas å være liten, da det observeres berg nede ved vegen samt i bekkeløpet.

Løsmassene anbefales fjernet og påhugg antas å kunne etableres på omtrent profil 240, se tegning V101. Det kan være aktuelt med en noe lengre portal på grunn av sidebratt terreng. I tillegg kan det være aktuelt med et rasfanggjerd/sikring av blokker i påhuggsområdet, samt noe issikring.

5.1.2 Tunnelpåhugg Krumvikneset – P1150

Det er bratt berg som stuper ned i fjorden på dette stedet. Foliasjonssprekker heller utover mot fjorden. For å få plass til brufestet og tilstrekkelig rom til anleggsarbeidet med tunnelpåhugg, må det antakelig sprenges noe lengre forskjæringer enn kravet til tunneloverdekning skulle tilsi, se tegning V102. Det vil da bli noe mer sikring både av forskjæringer og over påhugg. Adkomstveg ned til området krever også en del plass og kan være krevende.

5.1.3 Tunnel

Tunnelen vil bli omtrent 910 meter lang. Den har helning 4 % og går i kurve. Tunnelen vil gå delvis parallelt bergsida, men dreier til vinkelrett på fjellsida før brufestet.

Etter påhuggene går tunnelen med god overdekning, med største overdekning på omtrent 170 m.

Det er registrert enkelte skrenter/forsenkninger i terrenget som kan representere svakere lag i berget/svakhetssoner. På ingeniørgeologisk kart er det antydnet 4 svakhetssoner, se tegning V101 og V102

Det er ingen tjern over tunnelen, slik at det forventes ingen store innlekkasjer eller strenge krav til innlekkasje for tunnelen.

5.1.4 Brufeste Krumvikneset

Brufestet er planlagt på bratt berg ned mot fjorden. Foliasjonssprekker heller utover i fjorden.

5.2 Alternativ 1A – Greifsneset – Rotsethorntunnelen

5.2.1 Tunnelpåhugg Greifsneset – P3260

Traseen kommer litt skrått inn mot land, slik at påhugget blir skrått, se tegning V103. Terrenget for påhugget er sannsynligvis dekket av et tynt løsmassedekke, da det er synlig berg i området, selv om det ikke er registrert i selve påhuggsflata. Terrenget går bratt ned fra lokalvegen og påhugget kan sannsynligvis etableres nedenfor vegen.

5.2.2 Tunnelpåkobling – P4540

Traseen for tunnelen kobles sammen med eksisterende Rotsethorntunnel ved omtrent profil 4540, se tegning V103. Det er sannsynlig at det også må utvides for tilstrekkelig sikt i eksisterende tunnel. Bergoverdekninga i kryssområdet er omtrent 350 meter. Berget i eksisterende tunnel er ikke befart.

Det må påregnes tung sikring i områder der spennvidden på tunnelen blir stor, som i krysset og delvis for siktutvidelsen.

Etablering av kryss i tunnel må avklares med Statens vegvesen.

5.2.3 Tunnel

Tunnelen vil bli omtrent 1280 meter lang og går med en signing fra 0 – 5 %, der de flate partiene er i starten og ved påkoblinga. Etter en rettstrekning på ca. 350 meter og kryssing under eksisterende Rotsethorntunnel, går den i en jevn kurve før påkobling. Tunnelen går med omtrent 20 meter overdekning de første 70 meterne, for deretter oppnå en overdekning på opptil 450 m.

Hvor stor overdekning av berg det er på de første 70 meterne er ukjent, men det antas at det er tilstrekkelig bergoverdekning (>5m). Dette er et punkt som må undersøkes i neste planfase. Om det ikke er tilstrekkelig bergoverdekning, er prosjektet fortsatt gjennomførbart. Det blir da en lenger strekning med veg i dagen før det kan etableres bergpåhugg. Portalen må da være lang, for komme langt nok unna fjellsida og skredfare.

Tunnelen vil krysse under eksisterende Rotsethorntunnel med en avstand på omtrent 15-20 meter, noe som er tilstrekkelig. Det er ikke utført innmåling av eksisterende tunnel.

Det er registrert enkelte forsenkninger i terrenget som kan representere svakere lag i berget/svakhetssoner. På ingeniørgeologisk kart er det antydning 3 svakhetssoner. I tillegg kan det være mer oppsprukket berg i området med liten overdekning.

En overdekning på 450 meter kan gi noe sprakefjell på grunn av topografiske spenninger, i tillegg kan også berget nært fjelloverflata gi noe sprakefjell pga. residualspenninger i fjellet.

5.2.4 Brufeste Greifsneset

Traseen kommer noe skrått inn mot land, og det er berg i området for brufestet.

5.3 Alternativ 1B – Greifsneset – Rotsethorntunnelens arm (høy)

Traseen går her inn i eksisterende tunnelarm inn til Rotsethorntunnelen, slik at det ikke er planlagt en ny tunnel. Derfor er det ikke laget eget ingeniørgeologisk plan og profil for denne tunnelen, men den er synlig på tegning V103. Tunnelportalen er kort og det er et rasfanggjerde over tunnel. Det er ikke gjort kartlegging av berg inne i eksisterende tunnel.

Det er sannsynlig at eksisterende tunnel må utvides (strosses ut), tunnelkryss utbedres og portal forlenges. Det kan også være behov for et høyere og lengre rasfanggjerde enn i dag.

Påkobling Rotsethorntunnelen må avklares med Statens vegvesen.

5.3.1 Brufeste Greifsneset

Traseen vil ligge på fylling inn mot land. Det er synlig berg på land.

5.4 Alternativ 2A/2C – Folkestad

5.4.1 Brufeste Folkestad

For dette alternativet er det ikke berg i dagen for brufestet, det observeres kun store steiner i fjærområdet, der det sannsynligvis er andre løsmasser videre under steinblokkene.

5.5 Alternativ 2A – Andaneset - Rotset

5.5.1 Tunnelpåhugg Andaneset lavbru – P2840

Tunnelpåhugget ligger like under et bolighus. Det er observert berg nede ved fjorden og på oversida av huset, men ikke i selve påhuggsområdet, se tegning V104. Løsmasseoverdekninga ved påhuggsområdet antas å være liten.

5.5.2 Tunnelpåhugg Rotset – P3700

Tunnelpåhugget ligger i et slakt terreng som går opp til Rotsethorn. Det er ingen bergblotninger i området og løsmassemektigheten antas å være omtrent 5-10 meter., se tegning V105. Påhugget antas å være gjennomførbart, det vil være nødvendig å grave bort og stabilisere løsmassene.

5.5.3 Tunnel

Tunnelen vil bli omtrent 860 meter lang og går med 5% stigning i hele lengden, dette er maksimalt tillatt stigning. Tunnelen vil gå gjennom nedre del av Rotsethornet.

Tunnelen går med liten overdekning de første 200 meterne, se tegning V104. Deretter oppnås en overdekning på opptil 150 m.

Hvor stor overdekning av berg det er på de første 200 meterne er ukjent, men det antas at det er tilstrekkelig bergoverdekning (>5m). Dette er et punkt som må undersøkes i neste planfase. Om det ikke er tilstrekkelig bergoverdekning, er prosjektet fortsatt gjennomførbart. Det blir da en lenger strekning med veg i dagen før det kan etableres bergpåhugg. Portalen må da være lang, for komme langt nok unna fjellsida og skredfare.

Det er ikke registrert terrengformasjoner som tyder på svakhetssoner. I området med liten overdekning kan det være mer oppsprukket berg enn ellers i tunnelen.

5.5.4 Brufeste Andaneset

Brua kommer inn omtrent vinkelrett på Andaneset og det er berg i dagen.

5.6 Alternativ 2C – Andaneset - Rotset

5.6.1 Tunnelpåhugg Andaneset høybru -P3100-3150?

Tunnelpåhugget er planlagt å gå inn i ei ur, se tegning V106. Det er ikke observert sikkert berg i området og det må sannsynligvis graves bort en del ur for å få til å etablere et påhugg. Dette er et krevende/ikke anbefalt påhugg både når det gjelder anleggsfase og i permanent fase. Det er et rasutsatt sted.

Å flytte påhugget 30-50 meter mot sør, vil gi en noe bedre anleggsgjennomføring, men også dette påhuggsområdet vil være rasutsatt. Det er en utfordring i anleggsfase, mens en for ferdig tunnel kan sikre med ekstra lang portal. I anleggsfasen kan det være aktuelt å sikre med rasfanggjerdar.

5.6.2 Tunnelpåhugg Rotset – P3650

Tunnelpåhugget ligger i et slakt terreng som går opp til Rotsethorn. Det er ingen bergblotninger i området og løsmassemektigheten antas å være omtrent 5-10 meter., se tegning V106. Påhugget antas å være gjennomførbart, det vil være nødvendig å grave bort og stabilisere løsmassene.

5.6.3 Tunnel

Tunnelen vil bli omtrent 500-550 meter lang. Tunnelen vil gå gjennom nedre del av Rotsethornet. Etter at påhugg er etablert vil tunnelen raskt få god overdekning. Maksimal overdekning er på omtrent 150 meter. Det er ikke registrert terrengformasjoner som tyder på svakhetssoner.

5.6.4 Brufeste Andaneset

Traseen vil ligge på fylling inn mot land. Det er synlig berg på land.

6 Vurdering av alternativer

6.1 Alternativ 1

Fra et geologisk og skredfaglig synspunkt er begge alternativene gjennomførbare. Begge alternativene har moderate skredutfordringer, som kan løses med skredtiltak.

Alternativet har et noe skrått tunnelpåhugg på Mekstranda, med noe løsmasser og bratte hammere i overkant som må sikres. Stedet antas å være egnet for tunnelpåhugg med noen justeringer. Tunnelen vil gå med god overdekning hele veien.

Alternativ 1A har en lenger tunnel på Greifsneset, i utgangspunktet skal det ikke bygges ny tunnel for alternativ 1B. Det vil nok være aktuelt å både utvide tunnelarm, samt forlenge tunnelportal om dette alternativet velges.

Begge alternativene har kryss i tunnel, noe som krever ekstra og sannsynligvis tung sikring og siktutvidelser i eksisterende Rotsethorntunnel, samt en godkjenning fra Statens vegvesen.

For alternativ 1B bør det vurderes om armen bygges på nytt for å få til en bedre kryssutforming i eksisterende tunnel.

6.2 Alternativ 2

Fra et geologisk og skredfaglig synspunkt frarådes alternativ 2C. Tunnelpåhugget på Andaneset går inn i et skredutsatt område, og det vurderes som utfordrende å bygge veg og etablere påhugg på Andaneset. Det er urmasser i påhuggsområdet og disse må graves ut, med usikker mengde og dybde til fast berg. I tillegg vil det være arbeid i rasutsatt terreng. Det er mulig å flytte tunnelpåhugget lenger sør, uten at dette er vurdert nøye.

Alternativ 2A er et bedre alternativ, der en unngår rasfare. Det er noe usikkerhet knyttet til bergoverdekning de første 200 meter av tunnelen. Tiltaket er gjennomførbart, men med noe ulik tunnallengde, avhengig av løsmasseoverdekning. Om det blir en kortere tunnel, bør betongportal føres en del lengre.

7 Videre undersøkelser

Det anbefales å utføre nærmere undersøkelser for det alternativet som velges. Alternativ 2C er et alternativ som frarådes slik det nå er presentert.

For tunnelene er det viktig å få oversikt over overdekning for å kunne bestemme påhugg, samt bergmassekvalitet og svakhetssoner, spesielt der det er liten overdekning. Derfor anbefales det grunnboringer og seismikk for alle tunnelpåhuggene. Det anbefales også videre kartlegginger. Om alternativ med kryss i eksisterende Rotsethorntunnel velges, så anbefales det også å kartlegge inne i tunnelen(e).

Det anbefales også å gjøre ytterligere skredkartlegginger for nærmere bestemme hvilke sikringstiltak som er nødvendige.

8 Referanser

- [1] Asplan Viak, Notat 611528-02 – Vegtilknytning for bru over Voldsfjorden. Vurdering av påhuggsområder tunneler og landkar, datert 31.08.2017
- [2] NGU, Berggrunnskart på nett 1:250 000, <http://geo.ngu.no/kart/berggrunn/>
- [3] NGU, Kvartærgeologisk kart med marin grense på nett, http://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/
- [4] Statens vegvesen, Håndbok N200 Vegbygging, 2018
- [5] Statens vegvesen, Håndbok N500 Vegtunneler, 2020
- [6] Multiconsult, 10215087-RIT-NOT-001-Rev001_Notat Trafikkmengder
- [7] NVE, <https://www.nve.no/flaum-og-skred/skrednett/>
- [8] NVE (2019) Ekstern rapport 53-2019 Faresonekartlegging i Volda kommune.
- [9] Meteorologisk institutt, (www.eklima.no)