

INGENIØRGEOLOGISK NOTAT



| | | | | | |
|--|-----------------|--------------------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------|
| Oppdrag: Esefjorden Geoteknikk | | | Vår ref.: ØR/BEE | Side: 1 av 19 | |
| Oppdragsgiver: Nordplan AS | | | Rev: 0 | Dato: 07.09.16 | |
| Prosjekt nr: 20351 | | | Dokumentnummer: GEO-N-001 | | |
| Saksbehandler: Øyvind Rem / Bjørn Erling Eggen | | | | | |
| Til: Øyvind Sødal | | | | | |
| Kopi: | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| 0 | 07.09.16 | Ingeniørgeologisk notat | ØR | BEE/GBTh | BEE |
| REV. | Dato | Beskrivelse | Utarbeidet av | Kontrollert av | Godkjent av |

Sammendrag

Nordplan AS har engasjert ÅF Reinertsen for å gjøre en vurdering av rassikkerhet for to alternative traseer for ny vegløsning langs Fv55 rundt Esefjorden. Balestrand Kommune er ansvarlig for prosjektet og er avgjørende myndighet for alternativsvalget.

Alternativ 1 omfatter omlegging av veg med tunnel. Alternativ 2 omfatter bru over Esefjorden. De ingeniørgeologiske oppgavene har bestått i å vurdere rassikkerheten for de to alternativene basert på Statens Vegvesens retningslinjer for risikoakseptkriterier for skred og veg. Ulike skredtyper er vurdert og årlig nominell sannsynlighet for skred er estimert. Vegstrekningen rundt fjorden er inndelt i 6 delområder etter stedsnavn.

Notatet konkluderer med at alle delstrekninger, foruten en, har akseptabel strekningsrisiko i henhold til Vegvesenets retningslinjer. Dette gjelder for strekningen rundt Kjenesskreda. Denne strekningen utgår hvis alternativ 1 velges, da strekningen legges i tunnel. Brualternativet sees også på som et godt rassikringsalternativ da de skredfarlige strekningene unngås i sin helhet. Da vil eksisterende vegstrekning endre funksjon til lokalveg med antatt ÅDT<200. Strekningen rundt Kjenesskreda endrer da akseptnivå til tolererbar strekningsrisiko.

Kostnadmessig er rassikkerhet vurdert alene. Feltbefaring og rapport for alternativ 1 vil beløpe seg på ca. 100 000 NOK. For alternativ 2 vil beløpet for det samme kunne bli halvert.

Kontoradresse:
ÅF REINERTSEN AS
7492 TRONDHEIM

Fakturaadresse:
ÅF REINERTSEN AS
Postboks 1264
7492 TRONDHEIM

Telefon:
(+47) 815 52 100

Organisasjonsnr:
915 229 719

Innhold

| | |
|--|----|
| Sammendrag..... | 1 |
| 1 Introduksjon | 3 |
| 1.1 Sammendrag av forprosjekt..... | 4 |
| 1.1.1 Alternativ 1: Omlegging av veg med lang tunnel og rasoverbygg..... | 4 |
| 1.1.2 Alternativ 2: Bru over Esefjorden | 5 |
| 2 Områdebeskrivelse | 6 |
| 2.1 Aktsomhetsområder | 7 |
| 2.2 Aktuelle skredtyper i prosjektområdet | 8 |
| 2.2.1 Snøskred og sørpeskred..... | 8 |
| 2.2.2 Steinskred og steinsprang..... | 8 |
| 2.2.3 Jordskred | 8 |
| 2.2.4 Flomskred..... | 8 |
| 2.3 Tidligere skredhendelser..... | 9 |
| 2.3.1 Strondi | 9 |
| 2.3.2 Hølen | 10 |
| 2.3.3 Esebotn | 11 |
| 3 Skredfarevurderinger | 12 |
| 3.1 Risikoakseptkriterier..... | 12 |
| 3.2 Skredfarevurdering Strondi | 13 |
| 3.3 Skredfarevurdering Hølen | 14 |
| 3.4 Skredfarevurdering Esebotn | 15 |
| 3.5 Risikovurdering av anleggsfasen..... | 16 |
| 3.6 Risikovurdering av ny turveg ved valg av bualternativet | 16 |
| 3.7 Oppsummering | 17 |
| 4 Andre naturfarer | 18 |
| 4.1 Elveflom | 18 |
| 4.2 Tidevannsflom | 18 |
| 4.3 Radongass..... | 18 |
| 5 Videre undersøkelser..... | 18 |
| 5.1 Grovt kostnadsestimat rassikring/ingeniørgeologi | 19 |
| 6 Kilder..... | 19 |

1 Introduksjon

Ingeniørgeologer i ÅF Reinertsen er bedt om å bidra med en skredfaglig vurdering på kommuneplannivå av de planlagte tiltakene langs Fv55 rundt Esefjorden. Kriteriene i (Statens vegvesen, 2014), "Retningslinjer for risikoakseptkriterier for skred på veg" legges til grunn for arbeidet. Vurderingen omfatter redegjørelse av følgende naturfarer i henhold til den planlagte ROS analysen:

- Fjell og steinskred
- Steinsprang
- Snøskred
- Flømskred
- Elveflom
- Tidevannsflo
- Radongass

Resultatene i dette notatet kan benyttes som input til ROS analysen som utføres av Nordplan AS på oppdrag fra Balestrand kommune. Det er ikke foretatt feltbefaring av de omtalte områdene. Dette tilrådes i neste steg av planleggingen (reguleringsplannivå) for å senke usikkerhetene i analysen som presenteres her. Det gis anbefalinger og et grovt kostnadsestimat av slike videre undersøkelser.

Grunnlagsmaterialet for denne rapporten består av:

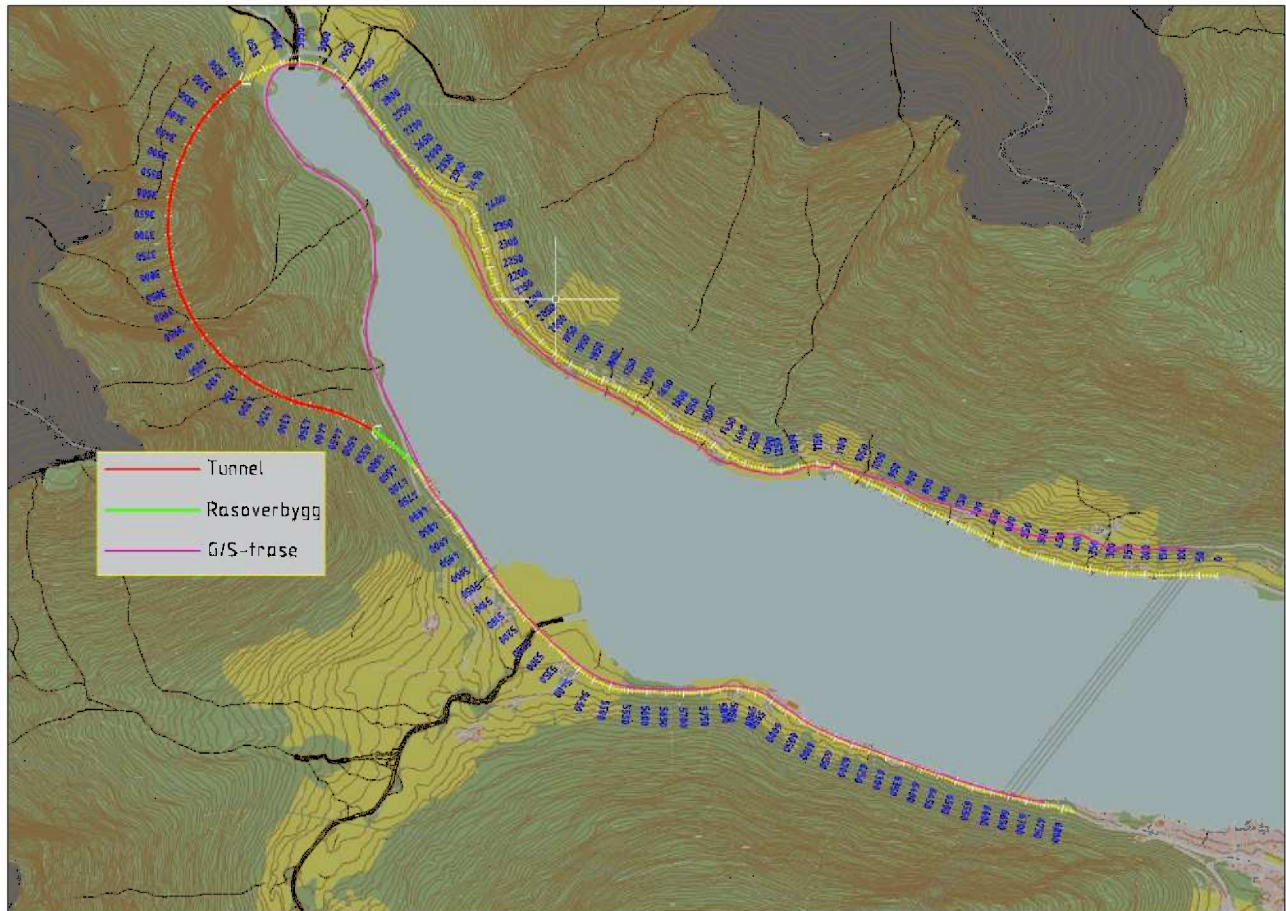
- Aktsomhetskart og hendelse kart (NVE, 2016)
- Faresonekart kartlagt av NGI (NGI, 2014)
- Flyfoto
- Helningskart og topografi (Statens kartverk)
- Terrengmodeller (Statens kartverk)
- Infracore 3D modell av prosjektområdet mottatt av Nordplan AS
- Bilder fra befaringen av de to planlagte veialternativene

1.1 Sammendrag av forprosjekt

To alternativer for framtidig vegløsning er presentert i forprosjektet. Et kort sammendrag er gitt her.

1.1.1 Alternativ 1: Omlegging av veg med lang tunnel og rasoverbygg

Dette alternativet innebærer en lengre tunnel fra Esebotn (Figur 1). Det vil trolig bli et rasoverbygg mot sør, før vegen går inn på eksisterende veg. Tunnelen vil bli ca. 1320 m lang. Rasoverbygget kan bli ca. 150 m langt inkl. tunnelportaler. Se forprosjekt for mer detaljerte beskrivelser.



Figur 1: Omlegging av veg med lang tunnel og rasoverbygg (ÅF Reinertsen, 2016).

1.1.2 Alternativ 2: Bru over Esefjorden

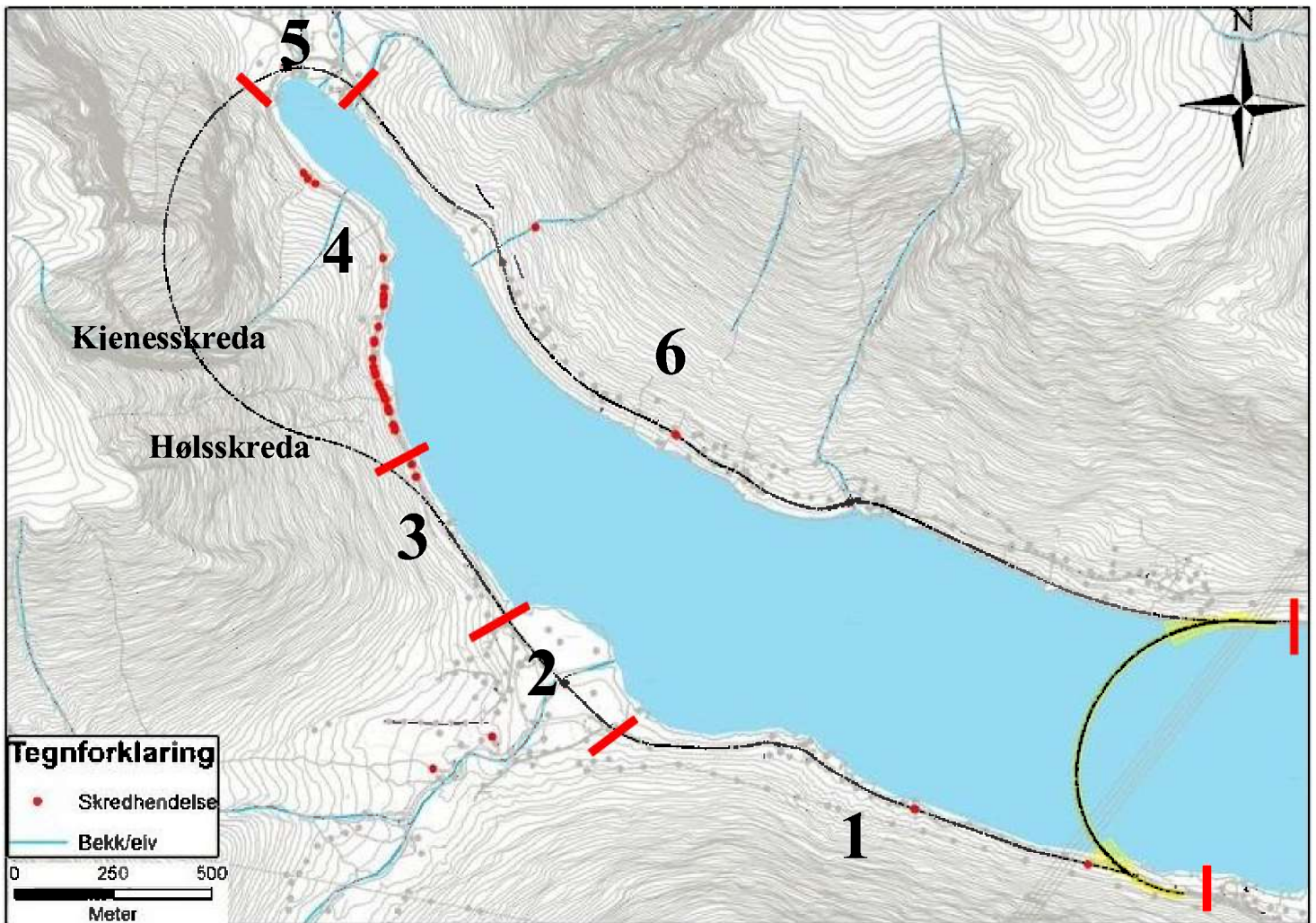
Foreslått veilinje går i kurve over fjorden (figur 2). Det bygges ut fyllinger på begge sider. Fyllingen på nordsiden av fjorden går ut ca. 60 m i fjorden for å gjøre plass til påkobling av eksisterende veg. På sørsiden av fjorden er det under forprosjektet kartlagt fjell i dagen slik at landkaret kan fundamenteres direkte på fjell. På den nordre siden vil landkaret fundamenteres på såle i steinfyllingen. Stabiliteten ivaretas ved masseutskifting til fjell. Se forprosjekt for mer detaljerte beskrivelser.



Figur 2: Brualternativet (ÅF Reinertsen, 2016).

2 Områdebeskrivelse

Fjellsidene rundt Esefjorden er stedvis svært bratte med mange kløfter og skredbaner som leder ned mot fylkesvegen. Skredhistorikk viser at deler av strekningen er svært skredutsatt. Dagens eksisterende Fv55 er svingete og periodevis meget smal. Noen partier er så smale at bare ett kjøretøy kan passere om gangen. Vi deler området inn i følgende strekninger (figur 3).



Figur 3: Oversiktskart over de to veialternativene og de forskjellige vegstrekningene.

| Vegstrekning | Navn |
|--------------|-----------------|
| 1 | Strondi |
| 2 | Ese |
| 3 | Hølen |
| 4 | Kjenneskreda |
| 5 | Esebotn |
| 6 | Esefjorden Nord |

2.1 Aktsomhetsområder

Aktsomhetsområdene utarbeidet av NVE er ment som et grunnlag for vurdering av skredfare på kommuneplannivå. Aktsomhetskart kan ha ulik detaljeringsgrad, avhengig av hvilke metoder og ressurser som er nyttet i kartleggingen (NVE, 2014). Siden disse kartene er basert på en 25x25 meter høydemodell, vil skrenter med mindre høydeforskjell kunne falle utenfor kartleggingen.

I forbindelse med reguleringsplaner og byggesøknader må mer detaljerte faresonekart utarbeides. Innenfor prosjektområdet er det tidligere utført faresonekartlegging iht TEK10 av NGI (NGI, 2014). NGIs undersøkelser fokuserer på områder med bebyggelse og omfatter enhetsstrekningene som vi har kalt Balestrand, Ese og Esefjorden Nord. Disse faresonene kan brukes som grunnlag for arealplanlegging og for godkjenning av reguleringsplaner og byggesøknader innenfor sonene som dekkes.

Hele vegbanen rundt Esefjorden ligger innenfor NVEs aktsomhetsområde for enten steinsprang, snøskred eller jord og flomskred. Aktsomhetsområdene for jordskred settes i sammenheng med de mange skredviftene på nordsiden av fjorden og i Esebotn. På grunn av de bratte fjellsidene rundt fjorden er hele vegbanen innenfor aktsomhetsområdet for snøskred. Aktsomhetsområdet for steinsprang dekker hele vegbanen bortsett fra stekningen gjennom Ese.

2.2 Aktuelle skredtyper i prosjektområdet

De aktuelle skredtypene i området beskrives kort nedenfor. For mer utfyllende beskrivelser, se (NVE, 2014).

2.2.1 Snøskred og sørpeskred

Snøskred utløses vanligvis i terreng med helning mellom 30° og 50°. De største skredene opptrer der terrenget har helling mellom 35° – 45 ° og hvor det kan samle seg store snømengder. Der terrenget er brattere enn 45 ° opptrer skredene oftere som mindre skred, og som vises som smale skredbaner i terrenget. Skog i løsneområdene kan redusere mulighetene for utløsning av snøskred. Sørpeskred er en spesiell type snøskred og består av vannmettet snø. Sørpeskred følger vanligvis bekkeløp eller andre forsenkninger i terrenget. Skredmassene i et sørpeskred har høy tetthet og kan derfor forårsake store skader selv om volumet er forholdsvis beskjedent. Overgangen mellom våte snøskred og sørpeskred kan være fin (NVE, 2014). Snøskred sees på som den mest aktuelle skredtypen i prosjektområdet rundt Esefjorden grunnet bratt terreng med mange botner og gjel i overkant av vegbanen.

2.2.2 Steinskred og steinsprang

Steinskred og steinsprang forekommer vanligvis i oppsprukne fjellpartier der terrenget er brattere enn 40 - 45°. Blokker som ligger dårlig forankret i en bratt skråning kan begynne å rulle fordi løsmassene i skråningen siger. Ingeniørgeologiske undersøkelser kan være påkrevd for å få et realistisk bilde av muligheten for utfall av løst fjell. Skog med en viss tretetthet og trestørrelse kan bidra til å bremse steinsprangblokker (NVE, 2014). Steinsprang og steinskred forekommer oftest om våren og høsten pga store nedbørmengder og fryse/tine prosesser. Flere steder rundt Esefjorden finnes det bratte skrenter som kan føre til steinsprang. Disse rastypene deles inn etter volum (tabell 1).

Tabell 1: Inndeling av skred etter volum

| | |
|-------------|--|
| Steinsprang | < 100 m ³ |
| Steinskred | 100 m ³ - 1000 m ³ |
| Fjellskred | 1000 m ³ < |

2.2.3 Jordskred

Jordskred er utglidninger av løsmasser i bratte skråninger langs en mer eller mindre definert glideflate. Jordskred starter med en plutselig utglidning i vannmettede løsmasser og løsner i et punkt eller en bruddsone. Jordskred utløses oftest i skråninger med helning mellom 25-30° (NVE, 2014). I Norge kan jordskred i denne type bratt terreng ganske grovt omtales som kanaliserte eller ikke-kanaliserte jordskred.

2.2.4 Flomskred

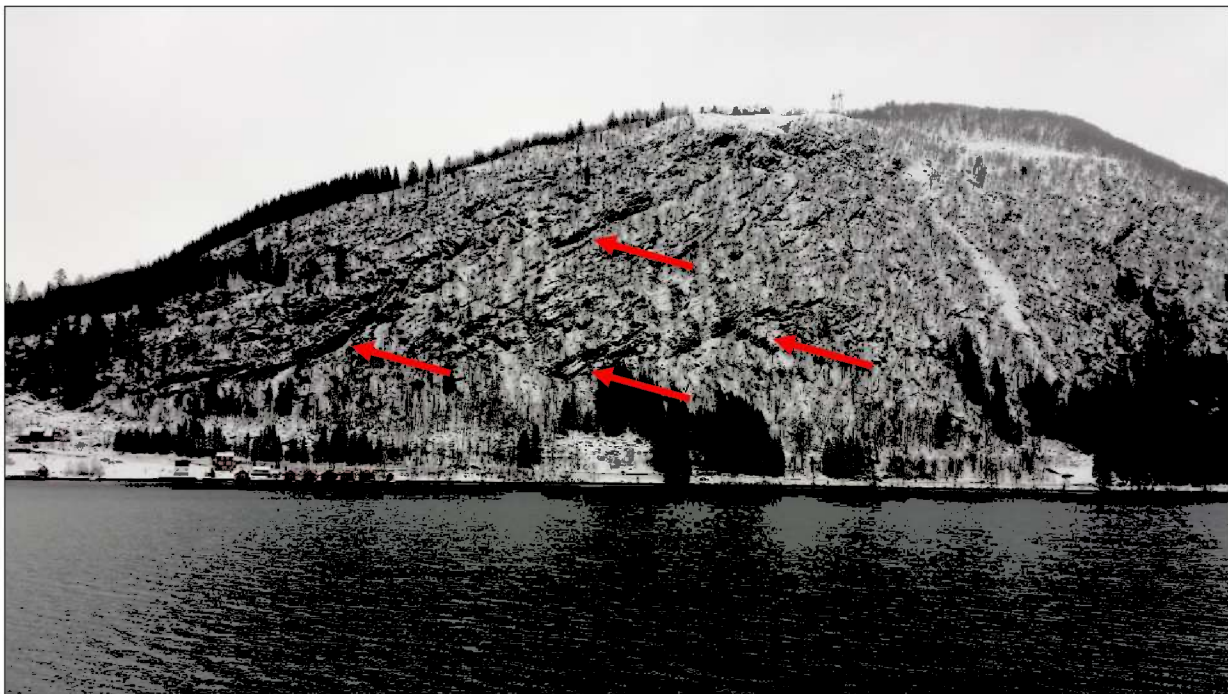
Flomskred er et hurtig, vannrikt, flomlignende skred som opptrer langs klart definerte elve- og bekkeløp. Flomskred kan også følge raviner, gjel eller skar der det vanligvis ikke er permanent vannføring. Flomskred skiller seg fra jordskred ved at vanninnholdet er større og bevegelsen mer flytende (NVE, 2014).

2.3 Tidligere skredhendelser

NVE har registrert totalt 60 tidligere skredhendelser i området rundt Esefjorden. Majoriteten av disse er snøskred. Denne databasen over tidligere skredhendelser er på ingen måte komplett og en kan regne med at ikke alle hendelser rapporteres inn. Tidligere snøskred er konsentrert ved Hølsskreda og Kjenesskreda (Figur 4). Flankene på skredviften ved Kjenesskreda virker særlig utsatt. Undersøkelsene som presenteres i dette notatet er fokusert på områder som ikke dekkes av NGIs undersøkelser. De forskjellige delområdene er vist i figur 3 og presenteres i det følgende.

2.3.1 Strondi

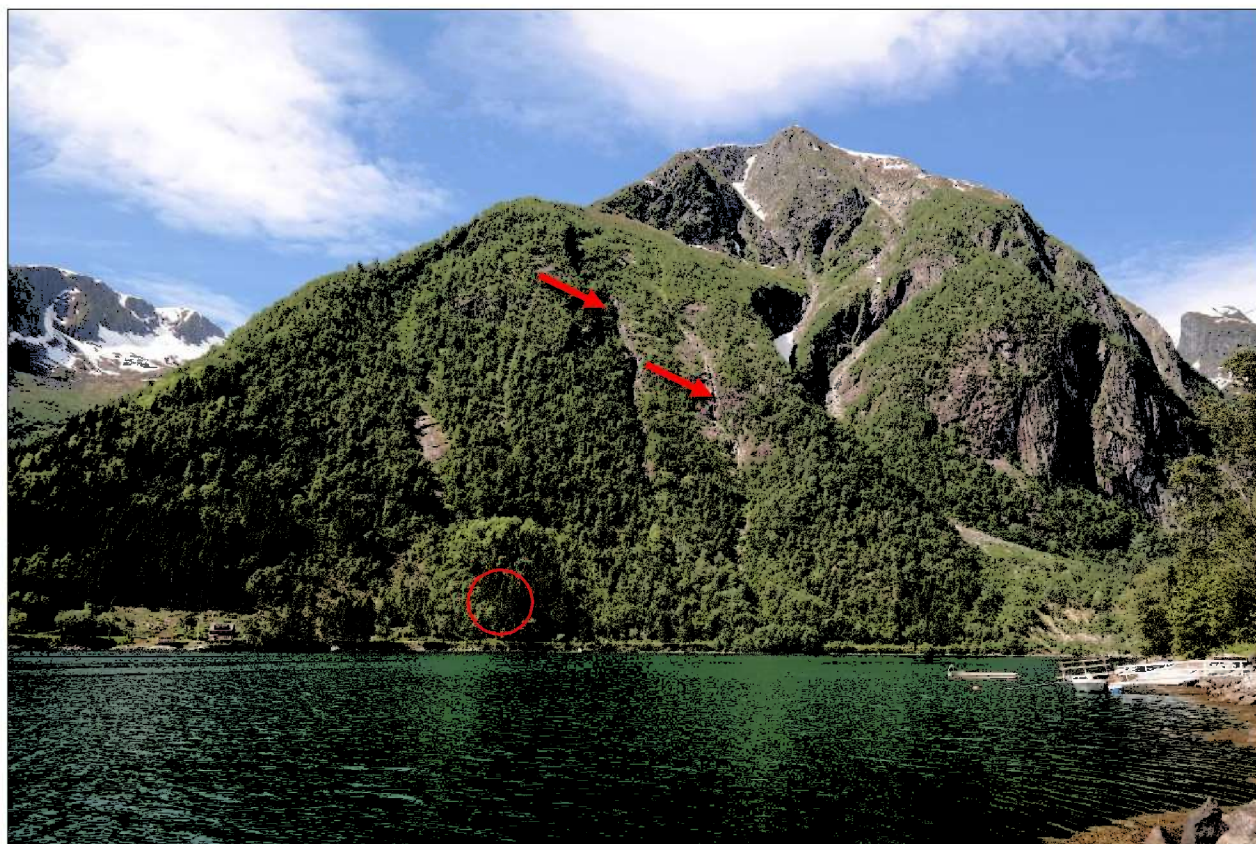
Dette området omfatter vegstrekningen fra Balestrand sentrum til Ese. Deler av strekningen, fra Balestrand sentrum frem til høyspentlinjen er dekket av NGIs kartlegging. Området karakteriseres av en bratt skråning med fall mot NNØ. Skråningen har flere små skrenter hvor steinsprang kan løsne. Disse skjules delvis av vegetasjon om sommeren, men trer tydeligere frem på vinteren (Figur 4). Høyden på skrentene er for liten til å bli oppfattet som løsneområder for steinsprang når GIS analysen som ligger til grunn for aktsomhetskartene benyttes. Delstrekningen Strondi må befares nærmere i reguleringsplanfasen. Et steinsprang er registrert av Statens Vegvesen i 1998 rett vest fra Storesva, i tillegg til et uspesifisert løsmasseskred ved Øygarden i 2015. Begge skredene er rapportert å ha gjort skade på vegen. Det søndre landkaret til den planlagte broen er planlagt rett øst for høyspentlinjen som strekker seg over fjorden. (Figur 2).



Figur 4: Vinterbilde tatt av området vest for Balestrand sentrum (Strondi). Røde piler indikerer skrenter som kan være mulige løsneområder for steinsprang.

2.3.2 Hølen

Dette området strekker seg nordvest fra Ese og fram til det planlagte tunnelpåhugget sør for Kjenesskreda. To markerte skredbaner leder ned mot vegen; Merkesgjelet og Hølsskreda (Figur 5). Hendelseskartet viser at dette området er det mest skredutsatte i prosjektområdet. Langs dagens vegbane er det registrert 47 skredhendelser på strekningen fra Ese til Esebotn. Majoriteten av disse er snøskred, men også steinsprang og steinskred har forekommet. Mye av skredfaren unngås ved bygging av tunnel, siden tunnelpåhugget er lokalisert sør for det mest skredfarlige området.



Figur 5: Vegstrekningen ved Hølen. Skredviften fra Kjenesskreda sees til høyre i bildet. Røde piler markerer skredløpene som leder ned mot fylkesvegen. Området for planlagt tunnelpåhugg er indikert med rød sirkel.

2.3.3 Esebotn

Dette området befinner seg innerst i Esefjorden og omfatter det planlagte nordlige tunnelpåhugget (Figur 6). Et løsmasseskred er registrert her av statens vegvesen i 1981. Området karakteriseres av de bratte fjellveggene i overkant av det planlagte tunnelpåhugget og av flere skredvifter på begge sider av dalen.



Figur 6: Bildet viser området i Esebotn og den bratte fjellveggen over det planlagte nordlige tunnelpåhugget (rød sirkel).

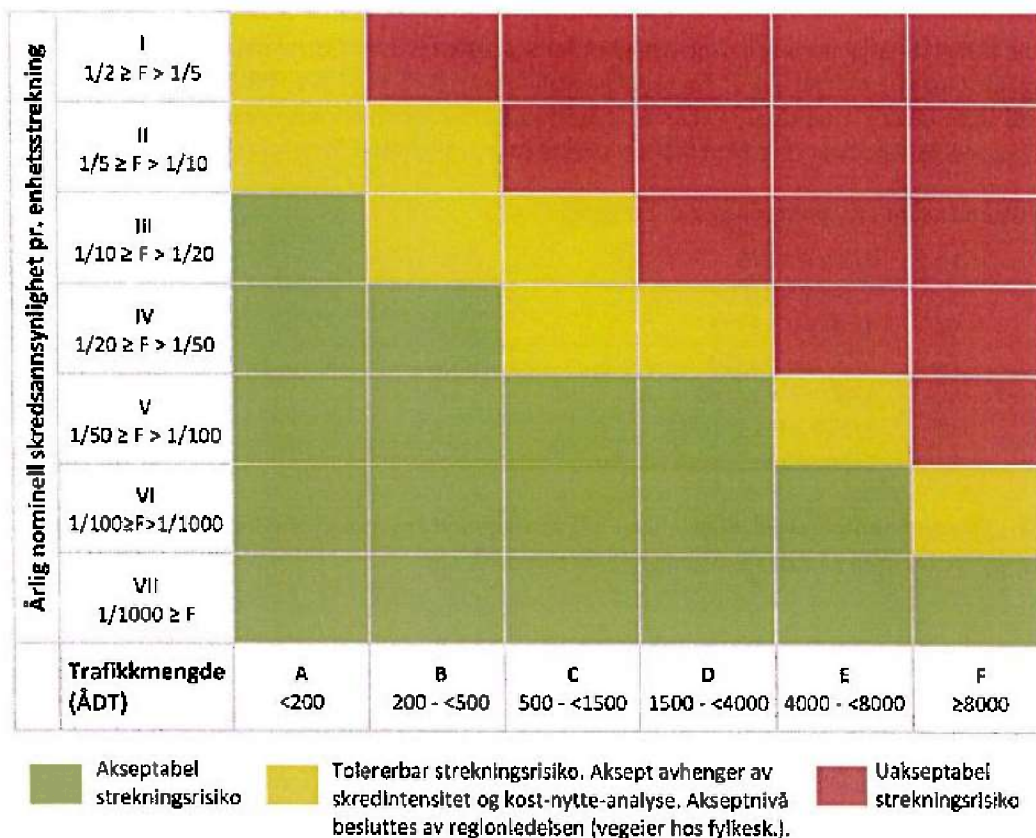
3 Skredfarevurderinger

Krav til sikkerhet mot naturpåkjenninger er for bygninger og bebyggelse gitt i byggt teknisk forskrift til plan og bygningsloven, TEK10. Disse kravene er ikke tilpasset veg og trafikk i flyt på en skredusatt strekning. Kriteriene som gjengis her er Statens vegvesens tilpasning av sikkerhetskravene i §7-3 i TEK 10 (Statens vegvesen, 2014).

3.1 Risikoakseptkriterier

Risikomatrise og akseptkriterier for skred er vist i Figur 7. Konsekvens er her relatert til årsdøgntrafikk (ÅDT) på en gitt enhetsstrekning. Vegstrekningers ÅDT fremskrives 20 år ved planlegging av skredsikringstiltak. En enhetsstrekning er i denne sammenheng definert som en veglengde på en km med start fra ene ytterkant av skredfarezone til andre ytterkant. Dette danner lengden som den samlede sannsynligheten for skred på veg skal beregnes/estimeres for. I mange tilfeller vil det ikke være mulig å beregne en reell sannsynlighet for skred. TEK 10 benytter begrepet «nominell sannsynlighet» som betyr at det ikke settes krav til at sannsynligheten beregnes eksakt, men at man må bruke et visst faglig skjønn (Statens vegvesen, 2014).

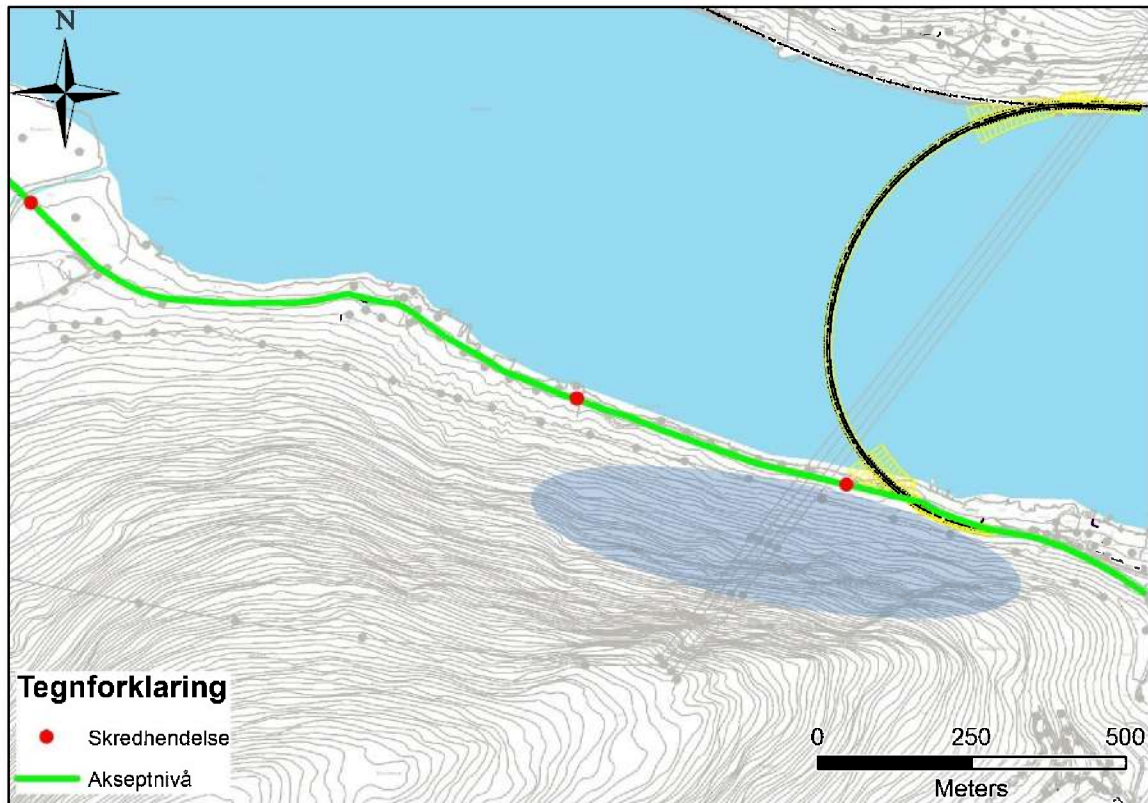
ÅDT er beregnet til 650 kjt/døgn, hvorav 12% er tunge kjøretøy (tall fra 2015) (ÅF Reinertsen, 2016). Det forventes en svak økning av ÅDT når prosjektet ferdigstilles. På grunnlag av dette vil vegen havne innenfor konsekvensklasse C i Figur 7, også etter utbedring. Skredsannsynligheten er vurdert separat for hver vegstrekning.



Figur 7: Risikomatrise for skred på vegstrekning (Statens vegvesen, 2014)

3.2 Skredfarevurdering Strondi

NGIs kartlegging strekker seg til området hvor det søndre landkaret til den planlagte broen i alternativ to er plassert. Det er funnet løse blokker på 1m^3 og mer i skråningen på oversiden av veien (NGI, 2014). Landkaret ligger innenfor NGIs faresone 1/100. Konsekvensklasse C gir i dette tilfellet akseptabel strekningsrisiko for området ved landkaret. Resten av strekningen vestover mot Ese kan være steinsprangutsatt. Den tette vegetasjonen kan ha en positiv effekt ved å stoppe mindre steinsprang fra å nå veien. Basert på frekvensen av tidligere skredhendelser og topografien i området er det antatt at denne strekningen har en årlig nominell sannsynlighet for skred mellom 1/50-1/100. Dette resulterer i akseptabel strekningsrisiko for denne enhetsstrekningen (Figur 8).

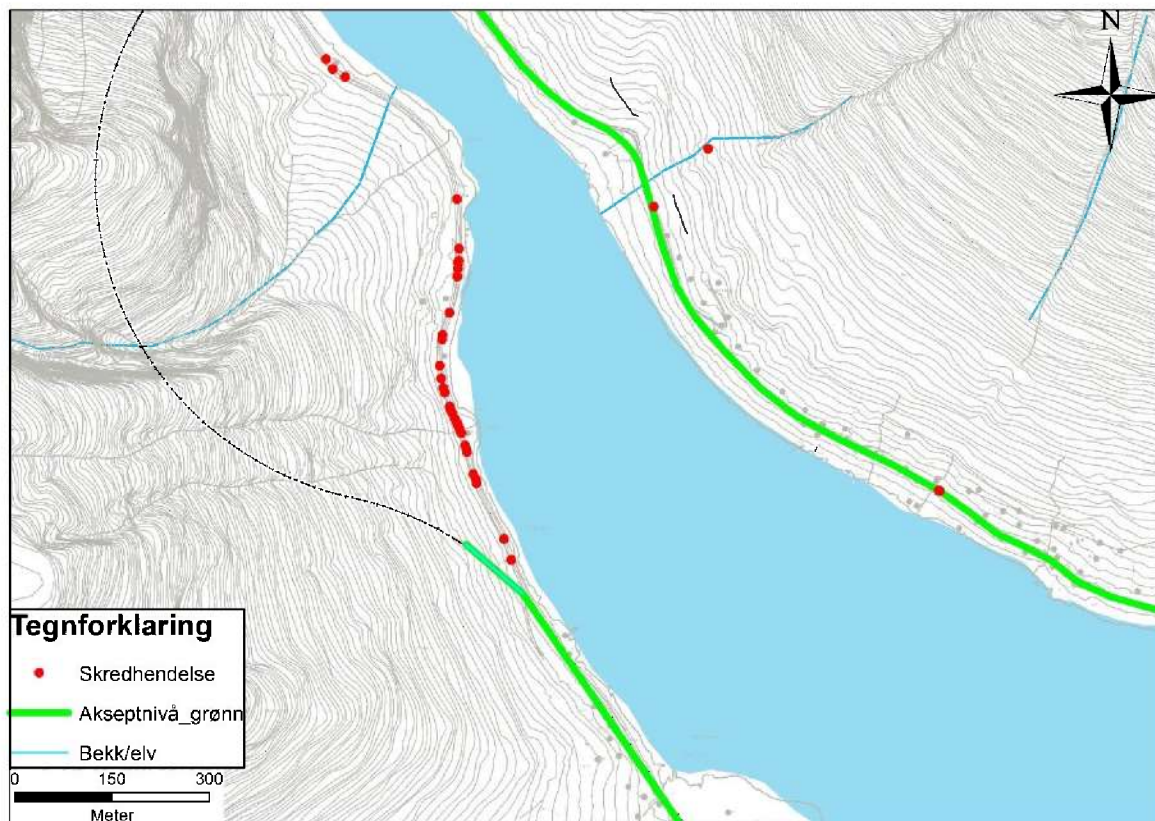


Figur 8: Skredfarevurdering Strondi. Kartet viser at det planlagte søndre landkaret ligger innenfor akseptabel strekningsrisiko. Blå ellipse indikerer det viktigste området med tanke på senere feltbefaringer.

3.3 Skredfarevurdering Hølen

Dette er det området med høyest hyppighet av skredhendelser i prosjektområdet. Det planlagte tunnelpåhugget ligger innenfor aktsomhetsområdet for steinsprang, snøskred og jordskred. Tunnelpåhugget er likevel gunstig plassert sør for området med flest registrerte skredhendelser. Basert på topografien ovenfor det planlagte tunnelpåhugget; med bratte skreenter og ur, er selve tunnelpåhugget samt en strekning på ca. 150 meter sør for dette, særlig skredutsatt. Forprosjektet anbefaler et rasoverbygg sør for tunnelportalen for å bedre sikkerheten i dette området. Dette støttes av undersøkelsene gjort i forbindelse med denne rapporten. I dette området har det tidligere forekommet små steinskred, snøskred og steinsprang. I Figur 9 er området sør for tunnelpåhugget markert med akseptnivå grønn. Dette er for situasjonen etter tunnelen og skredoverbygget er ferdig. Befaringer bør foretas av området over tunnelpåhugget for å foreta eventuell midlertidige tiltak for å trygge byggegrunnen.

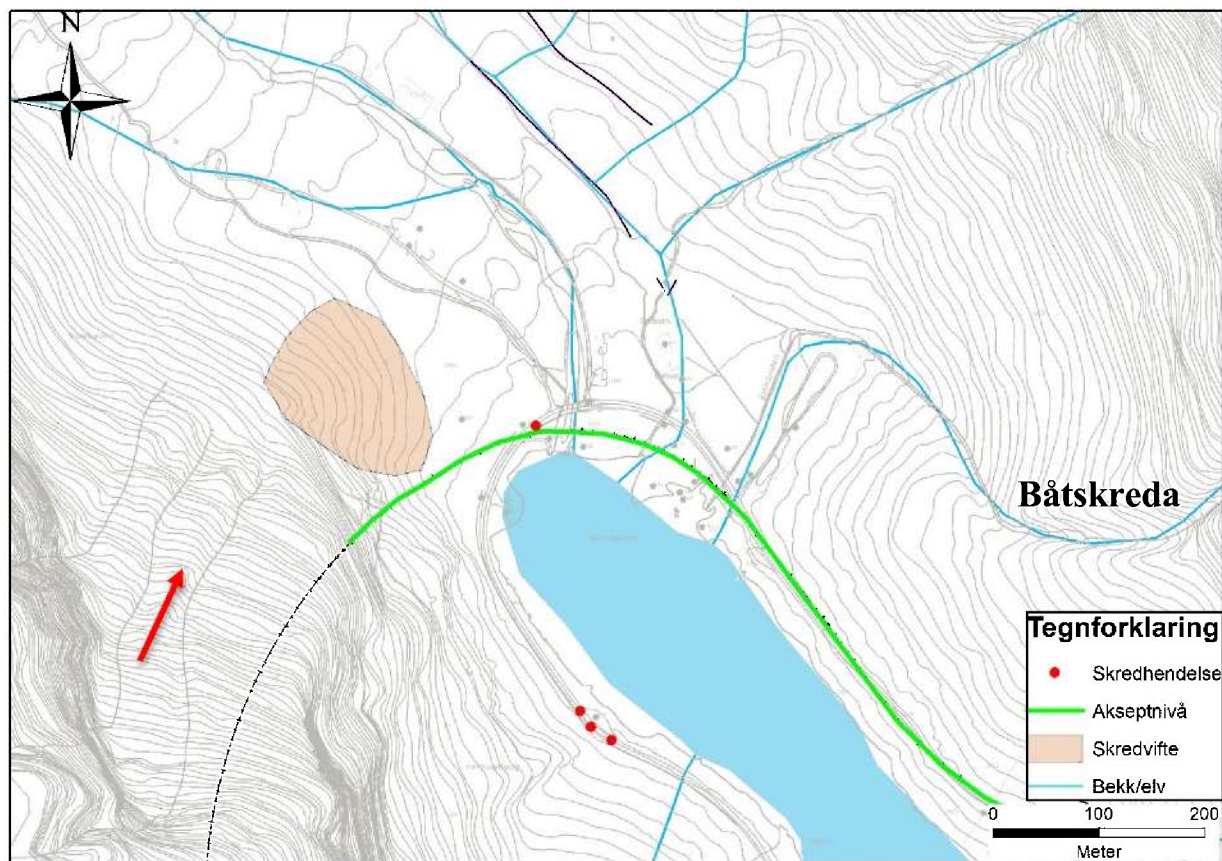
Delstrekningen Kjenesskreda/Hølsskreda er ca. 1 km lang og betraktet som én enhetsstrekning. Denne strekningen er den desidert mest skredutsatte i prosjektområdet med flere registrerte skred fra Hølsskreda, Merkesgjelet og ved begge flankene av Kjenesskreda. Samlet betraktes dette som fire skredløp som kan føre til skred mot vegbanen i dette området. Frekvensen av tidligere skredhendelser viser at denne strekningen i gjennomsnitt har blitt truffet av ett skred i året siden 1979. I tillegg er vegen ofte stengt pga stor skredfare. Dette gjør at denne enhetsstrekningen er vurdert til å ligge innenfor uakseptabel strekningsrisiko i Figur 7.



Figur 9: Skredfarevurdering for område Hølen. Området sør for tunnelpåhugget er vurdert til å ha uakseptabel strekningsrisiko uten rasoverbygg.

3.4 Skredfarevurdering Esebotn

Dagens veibane innerst i Esefjorden er lite skredutsatt. Det planlagte tunnelpåhugget ligger innenfor aktsomhetsområdet for steinsprang, snøskred og jord og flomskred. Topografien i området vil lede de fleste skred nordover der det er en markert skredvifte (Figur 10). Det er fortsatt muligheter for skred mot tunnelpåhugget. Det anbefales befaringer i veggen like ovenfor det planlagte påhugget. Det kan tenkes at det går flere skred i området enn hva som kommer frem i databasen til NVE siden mange av skredene ikke når frem til vegen men blir avsatt i skredvifter like nord for det planlagte tunnelpåhugget. Skredfaren mot veibanen fra nordsiden av dalen er sett på som liten, siden eventuelle skred fra Båtskreda vil ledes nordover langs flanken av skredviften bort fra veibanen. Basert på topografien i området og lav frekvens av tidligere hendelser er det antatt at denne strekningen har en årlig nominell sannsynlighet for skred mellom 1/50-1/100. Dette gir akseptabel strekningsrisiko for den utbedrede veistrekningen (Figur 10).



Figur 10: Skredfarevurdering Esebotn. Pilen indikerer retningen topografien vil lede de fleste skred som kommer fra den subvertikale veggen i nedre venstre hjørnet av kartet. De fleste steinsprang vil ende utenfor, men nært inntil, området for tunnelpåhugget.

3.5 Risikovurdering av anleggsfasen

For tunnelalternativet vil risikomomentene tilknyttet skredfare i vesentlig grad omhandle påhuggene på begge sider av tunnelen. Den største risikoen forventes for det søndre tunnelpåhugget der forskjæringen og påhugget til tunnelen vil være skredutsatt. Her skal det bygges rasoverbygg, et arbeid som på samme måte vil være utsatt for skredfare. Det må utredes om det er behov for installering av steinsprangnett for å sikre trygg byggegrunn. Rensk av de mest utsatte partiene over påhugget vil være svært aktuelt, siden terrenget er meget bratt. Rystelser fra sprengningsarbeidet kan initiere steinsprang fra uren over den planlagte forskjæringen. Dette faremomentet må vurderes nærmere i neste planfase. Skredfaren må også utredes mot anleggsområdet ved det nordre påhugget (se figur 10). Rensk og eller steinsprangnett kan bli aktuelt. Omfanget av preliminært sikringsarbeid må utredes nærmere under befaring i forbindelse med neste planfase.

Risikoen i anleggsfasen for brualternativet er vesentlig mindre siden landkarene på begge sider ligger i mindre skredutsatte områder. Her vil steinsprang mot det søndre landkaret utgjøre størst risiko. Behovet for rensk av eventuelle løse blokker fra skrentene indikert i figur 4 må vurderes. Steinsprangnett er trolig ikke nødvendig her.

3.6 Risikovurdering av ny turveg ved valg av brualternativet

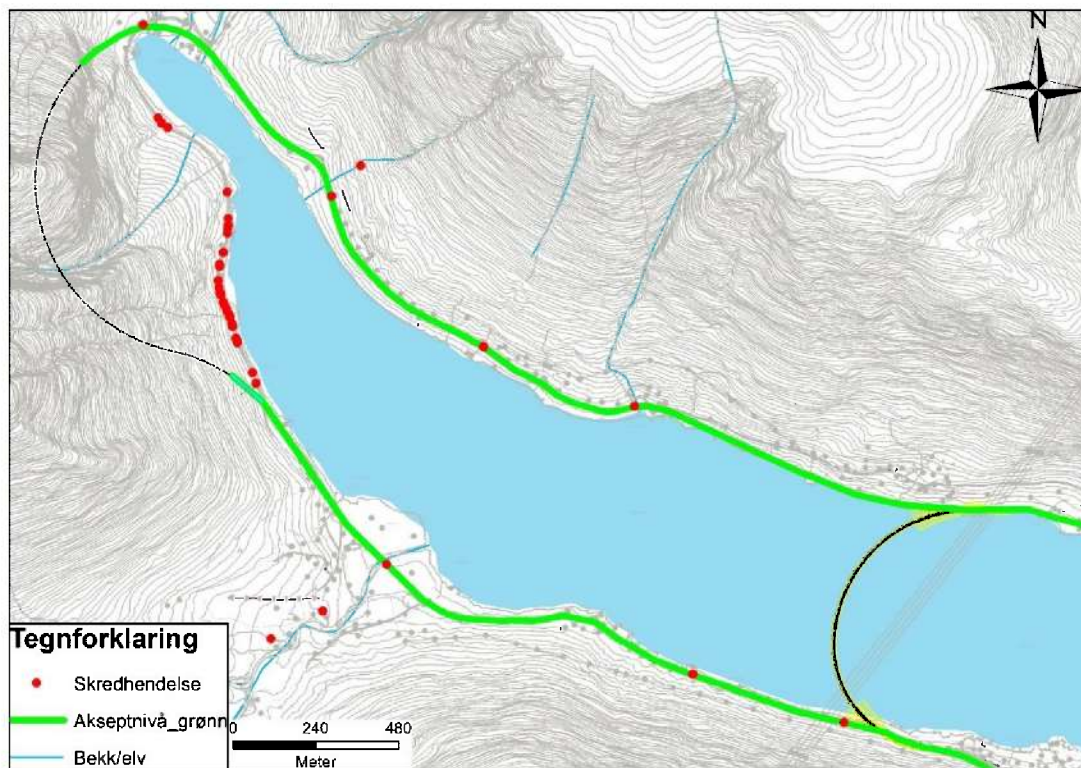
Skulle brualternativet velges vil dagens Rv55 rundt Esefjorden endre funksjon til lokalveg/turveg. ÅDT på denne strekningen er da antatt å synke til risikoklasse A (ÅDT<200). Dette medfører at akseptnivået for strekningen forbi Kjenesskreda endres til gult nivå (tolererbar strekningsrisiko). Her vil aksepten avhenge av skredintensiteten og en kost-nytte-analyse. Denne analysen vil bestemme om det er hensiktsmessig å utføre skredsikringstiltak når ÅDT<200. Det er i dette tilfelle ingen fastboende eller andre funksjoner i kommunen som er avhengige av denne delstrekningen som tilkomst ved gjennomføring av brualternativet. Selv om lokalvegen på sørsiden blir sperret for ferdsel en periode, kan ferdsel inn mot Esebotn gjennomføres som vanlig via nordsiden av fjorden.

3.7 Oppsummering

Områdene som er kartlagt av NGI viser at enhetsstrekningene Esefjorden Nord og Ese ligger enten utenfor skredfare eller i faresonene 1/1000-1/5000. De ligger derfor godt innenfor akseptabel strekningsrisiko. Landkaret på nordsiden av den planlagte broen ligger utenfor faresonene som NGI har kartlagt. Et kart som viser akseptnivået for hele strekningen rundt fjorden er vist i Figur 11. Dette er vurderinger gjort på strekningen etter at tiltak er gjennomført. Kartet viser at hele strekningen rundt fjorden ligger innenfor akseptabel strekningsrisiko etter planlagte tiltak er utbygd. Dette inkluderer områdene hvor landkarene til broen er planlagt. Enhetstrekningen Kjenesskreda er vurdert til uakseptabel strekningsrisiko og utbedring av vegen er derfor nødvendig (tabell 2). Skredsikring i form av tunnel vil senke risikoen på strekningen til grønt nivå. Brualternativet må regnes som et meget godt rassikringstiltak i seg selv, siden de mest skredfarlige områdene unngås i sin helhet.

Tabell 2: Oppsummering av de omtalte strekningene rundt Esefjorden med tilhørende antatt sannsynlighet for skred og akseptnivå.

| Strekning | Nominell årlig sannsynlighet | Akseptnivå |
|-----------------|------------------------------|------------------------------|
| Strondi | 1/50-1/100 | Akseptabel strekningsrisiko |
| Ese | 1/1000-1/5000 | Akseptabel strekningsrisiko |
| Hølen | 1/50-1/100 | Akseptabel strekningsrisiko |
| Kjenesskreda | 1/2 - 1/5 | Uakseptabel strekningsrisiko |
| Esebotn | 1/50-1/100 | Akseptabel strekningsrisiko |
| Esefjorden Nord | 1/1000-1/5000 | Akseptabel strekningsrisiko |



Figur 11: Oversikt over Esefjorden med akseptnivåer for de forskjellige strekningene.

4 Andre naturfarer

4.1 Elveflom

Vegstrekningen i Ese og i Esebotn ligger innenfor aktsomhetsområdene for flom. Dette må vurderes i neste planfase hvis alternativ 1 videreføres.

4.2 Tidevannsflom

Ingen problemer forventes med tidevannsflom på den aktuelle vegstrekningen.

4.3 Radongass

Ingen problemer med radongass forventes i området.

5 Videre undersøkelser

Dette notatet konsentreres om rasfaren. Det er derfor naturlig at også dette kapittelet omhandler rasfare og ingeniørgeologi. Geotekniske spørsmål er derfor ikke tatt med her. Vi viser til neste planfase og borefirmaets kalkyler for de geotekniske og fjordtekniske spørsmål omkring løsmasser. Vi vil få svært usikre prognoser dersom vi skal estimere geotekniske undersøkelser basert på grunnlaget som foreligger.

Alternativ 1: Omlegging av veg med lang tunnel og rasoverbygg

Rassikring:

Her er det nødvendig med feltbefaring av områdene over begge tunnelpåhuggene. I tillegg vil det være nødvendig med befaring ovenfor delstrekningen Strondi. (Se figur 9). I sum vil vi anta 2-3 befaringsdager for 2 personer for dette arbeidet. Det vil bety at kostnadene for befaring vil summeres til omtrent 50 000 NOK i tillegg til reiseutgifter.

Tunnel:

Det er på det rene at de ingeniørgeologiske undersøkelseskostnadene vil bli betydelig høyere om tunnelkartleggingen skal inkluderes.

Alternativ 2: Bru over Esefjorden

Rassikring:

Skredbefaring i områdene over landkaret på søndre side: 1 feltdag for 2 personer: Ca. 30 000 NOK totalt.

Geoteknikk:

Stabilitet av grunnen under vann (Geoteknisk boreteam).

Grunnforhold for fundamentering av landkar på begge sider (Geoteknisk boreteam).

Fjellkontrollboring (Geoteknisk boreteam).

5.1 Grovt kostnadsestimat rassikring/ingeniørgeologi

Alternativ 1: Veg rundt fjorden.

Befaringskostnader: 70 000 NOK

Rapport: 30 000 NOK

Sum: 100 000 NOK

Alternativ 2: Bru.

Befaringskostnader: 30 000 NOK

Rapport: 15 000 NOK

Sum: 45 000 NOK

6 Kilder

NGI. (2014). *Skredfarekartlegging Balestrand kommune: Utarbeidelse av detaljert faresonekart (20130593-01-R)*. Hentet fra <http://www4.nve.no/PageFiles/32582/20130593-01-R%20Skredfarekartlegging%20Balestrand%20kommune%20-%20med%20vedlegg.pdf?epslanguage=no>

NVE. (2014). *Sikkerhet mot skred i bratt terreng. Kartlegging av skredfare i arealplanlegging og byggesak*. Hentet fra http://publikasjoner.nve.no/veileder/2014/veileder2014_08.pdf

NVE. (2016, 08 25). *Skredatlas*. Hentet fra Skrednett: <http://skredatlas.nve.no/html5Viewer/?viewer=nveatlas>

Statens vegvesen. (2014). *Retningslinjer for risikoakseptkriterier for skred på veg*. Hentet fra http://www.vegvesen.no/fag/Teknologi/Geofag/Skred/Skredsikring/_attachment/653006?_ts=1470162ec30&fast_title=Retningslinjer+for+risikoakseptkriterier+for+skred+p%C3%A5+veg

Statens Vegvesen. (2014). *Veger og Snøskred (Håndbok V138)*.

ÅF Reinertsen. (2016). *Forprosjekt og kommunedelplan Esefjorden. Vegalternativ med tunnel / rassikring*. Teknisk rapport.