



Fagrapport skred

Detaljregulering E39 Lyngdal vest - Kvinesdal

NV Dokumentnummer: NV42E39LK-GEO-RAP-0006

ENT Dokumentnummer: 10220781-GEO-RAP-0006

Nye Veier AS | Kjøita 6
4630 Kristiansand
nyeveier.no

Prosjekt nr:	115510
Oppdragsnavn:	E39 Lyngdal vest - Kvinesdal
Kunde	Nye Veier AS

Revisjonsoversikt

Revisjon	Dato	Årsak til utgivelse	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av
01	15.05.2023	Til første gangs behandling	NOKALR	NOHMAA	NONOTT

Endringsoversikt

Revisjon	Endringsbeskrivelse
01	Til første gangs behandling i Lyngdal og Kvinesdal kommune

Sammendrag

På oppdrag fra Nye Veier AS utarbeider Sweco detaljreguleringsplan for E39 Lyngdal vest – Kvinesdal. Nåværende E39 skal erstattes med ny, firefelts motorvei med fartsgrense 110 km/t. Strekningen er ca. 24 km lang.

Følgende rapport omhandler skredfarevurdering for planområdet. Skredfarevurderingen er utført iht. SVVs Vegnormal N200. Iht. N200 og beregnet årsdøgntrafikk prosjekteres veien med største tillatte skredsannsynlighet på 1/1000 per km per år. De fleste lokalveier og tilførselsveier prosjekteres med en maksimal skredsannsynlighet på 1/50.

Skredtypene snø-, jord-, flom-, sørpe-, steinscred og steinsprang utredes i denne rapporten. Rapporten beskriver alle områder der veien er dekket av aktsomhetsområde for skred i bratt terreng, og spesifiserer områder der det vurderes behov for skredsikring for å oppnå akseptabel risiko for skred på den planlagte veien.

Det er spesifisert flere områder som krever skredsikring for å oppnå akseptabel risiko for skred. Det vurderes at steinsprang er skredtypen som vil kunne opptre hyppigst, i tillegg til en til to områder med snøskredfare og jordskredfare.

Ved følgende områder (listet med tilhørende skredfaretype) er det vurdert at risikoen for skred er større enn akseptabel risiko, og det må gjøres tiltak for å redusere risikoen:

- Meland: steinsprang
- Frøytland: steinsprang
- Øyetunnelens østlige påhugg (ved Fedafjorden): steinsprang, steinscred
- Refstiheitunnelens sørlige påhugg (ved Fedafjorden): steinsprang
- Espedalstunnelen nordlige påhugg (ved Fedafjorden): steinsprang
- Espedalstunnelen sørlige påhugg: steinsprang
- Oppofte: steinsprang
- Vatlandstunnelens vestlige påhugg: snøskred
- Vatlandstunnelens østlige påhugg (Rørdal): steinsprang.
- Dyblevannet: steinsprang, jordskred og snøskred.

De områdene som anses som mest utfordrende mhp. skred er ved Meland, ved alle tre påhuggene ved Fedafjorden og ved Oppofte. Det er viktig at disse områdene følges opp grundig i videre faser av prosjektet.

Ved de fleste områdene kan steinsprangfaren reduseres tilstrekkelig ved å utføre rensk av løse blokker, samt ved å installere sikringsmidler som bergbolter og/eller steinsprangnett. Ved de mer utfordrende områdene må det forventes omfattende sikringstiltak med lange bergstag, wireforsterkede nett og fanggjerder. Det vil bli omfattende bergrensk, og det kan bli behov for å sprengne ned enkelte bergblokker. I tillegg vil brede grøfter og at veien legges på fylling, øke sikkerheten mot skred.

Der det er vurdert fare for snøskred anbefales det å etablere støtteforebygninger som forankrer snøen. For å redusere risikoen for jordskred må det gjøres terrengtiltak som erosjonssikring, avskjærende grøfter, bortledning av vann, og etablering av støttemurer.

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	13
1.1	Bakgrunn.....	13
1.2	Om rapporten.....	14
1.3	Rapportens oppbygging.....	14
1.4	Oversikt over kartlagte områder	15
1.5	Forbehold og usikkerheter	16
1.6	Kart- og bildedatabaser	17
1.7	Styrende dokumenter	17
1.8	Sikkerhet mot skred	17
1.9	Modellering av skred.....	18
2	Generell områdebeskrivelse	21
2.1	Topografi.....	21
2.2	Vegetasjon	21
2.3	Berggrunnsgeologi	22
2.4	Kvartærgeologi	23
2.5	Klimatologiske data – av betydning for skredfare.....	24
2.6	Aktsomhetsområder for skred	25
2.7	Tidligere skredhendelser	28
3	Skredfarevurdering.....	30
3.1	Oppsummering skredfare	30
4	Meland	42
4.1	Kart og bilder	42
4.2	Områdebeskrivelse og observasjoner	48
4.3	Skredfarevurdering	49
4.4	Sikringsbehov	51
5	Frøytland	53
5.1	Kart og bilder	53
5.2	Områdebeskrivelse og observasjoner	56
5.3	Skredfarevurdering	56
5.4	Sikringsbehov	57
6	Fedafjorden nord, sørlig påhugg Refstiheitunnelen	58
6.1	Kart og bilder	58
6.2	Områdebeskrivelse og observasjoner	63
6.3	Skredfarevurdering	63
6.4	Sikringsbehov	66

7	Fedafjorden sør, nordlig påhugg Espedalstunnelen	68
7.1	Kart og bilder	68
7.2	Områdebeskrivelse og observasjoner	73
7.3	Skredfarevurdering	74
7.4	Sikringsbehov	76
8	Øyesletta, sørlig påhugg Øyetunnelen	79
8.1	Kart og bilder	79
8.2	Områdebeskrivelse og observasjoner	84
8.3	Skredfarevurdering	85
8.4	Sikringsbehov	88
9	Oppofte	91
9.1	Kart og bilder	91
9.2	Områdebeskrivelse og observasjoner	96
9.3	Skredfarevurdering	96
9.4	Sikringsbehov	100
10	Vatlandstunnelen SØ påhugg (Rørdal).....	102
10.1	Kart og bilder.....	102
10.2	Områdebeskrivelse og observasjoner	106
10.3	Skredfarevurdering.....	106
10.4	Sikringsbehov.....	108
11	Tjomslandsvann og Dyblevannet.....	109
11.1	Kart og bilder.....	109
11.2	Områdebeskrivelse og observasjoner	111
11.3	Skredfarevurdering.....	111
11.4	Sikringsbehov.....	113
12	Høyland	114
12.1	Kart og bilder.....	114
12.2	Områdebeskrivelse og observasjoner	116
12.3	Skredfarevurdering.....	116

Vedlegg

Vedlegg 1: Modelleringer Rockyfor3D

Vedlegg 2: Modelleringer RocFall2

Vedlegg 3: Hensynssoner skred

Vedlegg 4: Oversiktskart veilinje

Vedlegg 5: Bildevedlegg

Figurliste

Figur 1. Parsellen E39 Lyngdal vest-Kvinesdal.....	13
Figur 2: Oversikt over hovedområdene som er vurdert i forbindelse med skredfarevurderingen. Totalt refereres det til ni hovedområder som dekkes av aktsomhetskart for skred. Det er og mindre områder som berøres av aktsomhetsområde for skred i bratt terreng, og disse beskrives og i rapporten. Områdene henvises heretter med oppgitte navn.	16
Figur 3: Skyggerelieffkart over området som viser hovedstrukturer i berggrunnen. Veilinja i blått. Kart printet juni 2022. Tilførselsveien ved Birkeland ble vurdert i tidligere fase, men er ikke planlagt i dagens løsning.	21
Figur 4: Berggrunnsgeologisk kart 1:250 000 fra NGU [12]. Veilinjen er vist i blått. Svarte streker indikerer forkastninger. Kart printet juni 2022.	22
Figur 5 Utsnitt fra kvartærgeologisk kart fra NGU [13]. Veilinjen er vist i blått. Kart printet juni 2022.	23
Figur 6: Normal maksimum snødybde for normalperioden 1971-2000 [15].	24
Figur 7: Vindrose for Lista fyr for vintermånedene desember, januar og februar, basert på data de siste 10 årene [14].	25
Figur 8: NVEs aktsomhetsområder for jord- og flomskred. Tilførselsveien ved Birkeland ble vurdert i tidligere fase, men er ikke planlagt i dagens løsning.	26
Figur 9: NVEs aktsomhetsområder for snøskred. Tilførselsveien ved Birkeland ble vurdert i tidligere fase, men er ikke planlagt i dagens løsning.	27
Figur 10: NVEs aktsomhetsområde for steinsprang. Tilførselsveien mot Birkeland er ikke lenger aktuell. Tilførselsveien ved Birkeland ble vurdert i tidligere fase, men er ikke planlagt i dagens løsning.	28
Figur 11: Skredhendelser registrert i NVE Skreddatabase. Rektangelet indikerer hvor statistikken til Figur 12 er hentet fra. Veilinjen er markert i blått.	29
Figur 12: Registrerte skredhendelser i området, fordelt per skredtype. Angitt i prosent og antall. Se Figur 11 for kartreferanse.	29
Figur 13: Oversiktskart med utarbeidede hensynssoner for skred i rosa polygoner.	41
Figur 14: Oversiktskart for Meland nord som viser NVEs aktsomhetsområder for de ulike skredtypene i bratt terreng.	42
Figur 15: Oversiktskart for Meland sør som viser NVEs aktsomhetsområder for de ulike skredtypene i bratt terreng.	43
Figur 16: Oversiktsbilde tatt mot N-NV. Viser området omtalt som nordlig del. Veien er planlagt over jordet, delvis på fylling, og i skjæring nord for jordet.	43
Figur 17: Urblokker nedenfor bergside i nordlig del.	44
Figur 18: Nordlig del av påvirkningsområdet. Bilde tatt mot vest, sett ovenfra.	44
Figur 19: Nordlig område, viser bergsiden, med ur nedenfor.	45
Figur 20: Oversiktsbilde tatt mot sør. Område omtalt som midtre del skimtes helt til venstre i bildet, bak husene.	45
Figur 21: Midtre del av påvirkningsområdet. Bilde tatt mot SV.	46
Figur 22: Midtre del av kartleggingsområdet. Bilde tatt mot nord. Viser bekken og bergside mot øst.	46
Figur 23: Ny sidevei planlegges langsmed eksisterende vei.	47
Figur 24: Sørlig del. Ny hovedvei og sidevei legges langsmed eksisterende vei. Bilde tatt mot NV. Foto: Google street view.	47

Figur 25: Antatt elveavsatt materiale, nedenfor steilere bergknaus. Bilde tatt i sør, ved profil 21500, retning øst.	48
Figur 26: Skred hensynssoner for Meland nord. Hensynssoner gjelder skredfare >1/1000.	50
Figur 27: Skred hensynssoner for Meland midt og sør. Hensynssoner gjelder skredfare >1/1000.	51
Figur 28: Oversiktskart for Frøytland som viser NVEs aktsomhetsområder for de ulike skredtypene i bratt terreng.	53
Figur 29: Bildet er hentet fra Google street view og gir et oversiktsbilde av brattsiden opp mot toppen «Veden»535 moh. Bilde tatt fra veien, mot NØ.	54
Figur 30: Bilde tatt retning NV. Viser store blokkavsetninger på jordet, og urfot tettere på siden.	54
Figur 31: Bilde tatt nord i påvirkningsområdet, mot SØ. Viser overhengende blokker.	55
Figur 32: Bilde tatt mot NV, ved planlagt vestlig rundkjøring.	55
Figur 33: Kart med hensynssoner Frøytland. Hensynssoner gjelder skredfare >1/1000.	57
Figur 34: Oversiktskart for Fedafjorden nord som viser NVEs aktsomhetsområder for de ulike skredtypene. Kart printet mars 2023.	58
Figur 35: Påhugget slik det er vist i 3D modell. Sett mot nordvest. Skredfare for anleggsveier er ikke vurdert. Broa er vist som nettverksbuebro men kan også bygges som hengebro. Fundamenter for broa planlegges vertikale, og plassert der fylkesveien går i dag. Fylkesveien legges om ved behov, og etableres i skråningen nedenfor tunnelpåhugg.	59
Figur 36: Påhugg legges i kollen, nedenfor høyspentlinjen. Påhugg omtrentlig avmerket med omriss.	60
Figur 37: Fylkesveien legges inn i denne siden, og brukar etableres på eksisterende fylkesvei, i tillegg til ute på Skarpneset.	60
Figur 38: Parti vest for planlagt trasé.	61
Figur 39: Samme parti som i Figur 38, markert med mulig glideplan.	61
Figur 40: Bergblotning ovenfor påhugg, med steilt sprekkesett.	62
Figur 41: Snitt som viser plassering forskjæring og eksisterende fylkesvei.	62
Figur 42: Potensielle områder for fjellskred kartlagt av NGU i 2008 [17]. Tunnelpåhugg vist omtrentlig med rød markering. Urmasser er vist med trekanter. Linjer indikerer fremtredende sprekker.	65
Figur 43: Hensynssoner skred. Hensynssoner gjelder skredfare >1/1000.	66
Figur 44: Oversiktskart over Fedafjorden sør som viser aktsomhetsområder for de ulike skredtypene. Kart printet juni 2022.	68
Figur 45: Utklipp av 3D modell. Sett mot sør. Anleggsveier på oversiden er regulert inn, men skredfare langsmed disse er ikke vurdert.	69
Figur 46: Bilde av sørlig side av fjorden, hvor påhugg til Espedalstunnelen er planlagt. Påhugget planlegges under den vegetasjonsfrie bratte skrenten. Omtrentlig plassering av påhugget i hvitt.	69
Figur 47: Steil bergside på oversiden av påhugget. Sett mot S.	70
Figur 48: Steil bergside på oversiden av påhugget. Samme som i Figur 47, sett mot SØ.	70
Figur 49: Steil bergside på oversiden av påhugget. Samme som i Figur 47, sett ovenfra. Avløst parti uten fot i underkant vist i midten av bilde.	71
Figur 50: Bergblokk med åpen baksprekk over påhugget.	71
Figur 51: Brufundamentene skal etableres på høyre side av bekken, som ligger til venstre i bildet.	72
Figur 52: Mellom forskjæringen og brufundamenter. Det er observert enkelte avløste blokker...	72

Figur 53: Snitt som viser plassering av tunnelinnslag og brofundament.	73
Figur 54: Hensynssoner skred. Hensynssoner gjelder skredfare >1/1000.	75
Figur 55: Analyse utført i RocFall2. Antatt 1 m3 store blokker og tre steinspranggjerd, vist i grønt. Plassering, høyde og energiklasse må detaljeres i senere fase. Se også Vedlegg 2 for detaljer.	78
Figur 56: Oversiktskart over Øyesletta som viser NVEs aktsomhetsområder for de ulike skredtypene. Kart fra mars 2023.	79
Figur 57: Utklipp fra 3D modellen.	80
Figur 58: Påhuggsplassering i bergsiden, markert i rødt.	80
Figur 59: Påhugget legges i venstre flanke av søkket, omtrentlig plassering markert i rødt. Bilde tatt mot V.	81
Figur 60: Bilde tatt mot N. Overside påhugg. Markert med omtrentlig størrelse på blokker, målt i kart.	81
Figur 61: Bergsiden sett ovenfra.	82
Figur 62: Overside påhugg, tatt vertikalt nedover. Viser avløste blokker.	82
Figur 63: Bilde tatt mot SV. Viser vertikale sprekker med stor utholdenhet.	83
Figur 64: Tydelige sprekkeplan med overhengende blokker.	83
Figur 65: Foliasjonsplan, med sammenvokste sprekker og bølgete, ru plan.	84
Figur 66: Konturplott som viser orientering på sprekker i området ved påhugget. Modifisert fra Fagrapport Øyetunnelen.	85
Figur 67: Hensynssoner skred. Hensynssoner gjelder skredfare >1/1000.	88
Figur 68: Analyse utført i RocFall2. Snittet er lagt fra topp bergskrent og ned til tunnelportal. Antatt 3 m3 store blokker og 3000 kj fanggjerd. Dagens ur er vist i tynn blå strek. Bergoverflaten nedenfor uren er ikke kjent, men antatt i analysen. Eksakt plassering, høyde og energiklasse må detaljeres i senere fase. Se Vedlegg 2 for detaljer og flere beregninger.	90
Figur 69: Oversiktskart over Oppofte nord som viser NVEs aktsomhetsområder for de ulike skredtypene. Påhugg Espedalstunnelen i N.	91
Figur 70: Oversiktskart over Oppofte nord som viser NVEs aktsomhetsområder for de ulike skredtypene. Påhugg Vatlandstunnelen i SØ.	92
Figur 71: Utklipp fra 3D modellen, tatt retning S. Skjæringen i bildet blir 40-50 m høy.	93
Figur 72: Bilde tatt rett Ø for tunnelpåhugget til Espedalstunnelen.	93
Figur 73: Steil bergside langsmed planlagt kryss på Oppofte. Det er synlig et ferskt mindre steinskred fra siden. Det ligger ur langsmed hele siden.	94
Figur 74: Bilde tatt mot SØ, med eksisterende tunnel til høyre og parallellgående åsrygger. Planlagt linje legges gjennom åsryggene, og videre i tunnel som legges til høyre for eksisterende tunnel.	94
Figur 75: Dalsøkk, bilde tatt mot NØ. Linjen legges på fylling i dalsøkkene og med høy skjæring gjennom åskammene.	95
Figur 76: Vatlandstunnelen påhugg vest. Nytt løp legges til høyre for eksisterende løp.	95
Figur 77: Hensynssoner skred Oppofte nord. Hensynssoner gjelder skredfare >1/1000.	98
Figur 78: Hensynssoner skred Oppofte midt. Hensynssoner gjelder skredfare >1/1000.	99
Figur 79: Hensynssoner skred, sidevei og påhugg V Vatlandstunnelen. Hensynssoner gjelder skredfare >1/1000 for hovedveien, og >1/50 for sideveien.	100
Figur 80: Oversiktskart over Vatlandstunnelen SØ påhugg som viser aktsomhetsområder for de ulike skredtypene.	102
Figur 81: Eksisterende påhugg. Nytt påhugg skal legges til venstre for eksisterende, noe lenger inn i siden for å oppnå tilstrekkelig bergoverdekning.	103

Figur 82: Bilde fra Google street view, fra 2010 med mindre vegetasjon enn ved befaringen. Bildet er tatt rett SØ for eksisterende påhugg. Viser bekk som ledes ned i et basseng og videre i kulvert.	103
Figur 83: Løsmasser og urblokker i søkket som ligger nord for påhugget til Vatlandstunnelen. .	104
Figur 84: Stort (35-40 m høyt) bergparti med baksprekk som heller ca. 80°. Ved profil 7240-7290.	104
Figur 85: Bergskrent med tynt løsmassedekke på nordsiden av eksisterende vei. Terrassert terreng, med mellomliggende vegetasjon. Bilde tatt mot N.	105
Figur 86: Bekk ca. 300 m SØ for eksisterende påhugg, nordsiden av veien.....	105
Figur 87: Hensynssoner skred, Vatlandstunnelen SØ påhugg. Hensynssoner gjelder skredfare >1/1000.....	108
Figur 88: Oversiktskart over området ved Tjomslandsvann som viser aktsomhetsområder for de ulike skredtypene.....	109
Figur 89: Bilde tatt mot Ø.....	110
Figur 90: Bilde tatt mot V.	110
Figur 91: Skråning med morenemasser der veitraséen er planlagt. Bildet er tatt mot øst ved profil 4170.	111
Figur 92: Hensynssoner skred for Tjomslandsvann og Dyblevannet. Hensynssoner gjelder skredfare >1/1000.....	113
Figur 93: Oversiktskart over området ved Tjomslandsvann som viser aktsomhetsområder for de ulike skredtypene.....	114
Figur 94: Store steinblokker i skogkledt terreng	115
Figur 95: Et mindre bekkefar.	115

Tabelliste

Tabell 1: Utklipp av Tabell 1.12 Sikkerhet for skredsannsynlighet på veg, fra SVVs Vegnormal N200 [1].	18
Tabell 2: Oversikt over parametere benyttet i RocFall2.....	20
Tabell 3: Tabellen gir en oversikt over alle områder som er vurdert for skredfare. Det gis en oppsummering av de vurderingene som er gjort, og risikoen defineres som «Akseptabel» i grønt eller «Ikke akseptabel» i gult.	30

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Nye Veier har ansvaret for utbygging av E39 fra Kristiansand i Agder til Ålgård i Rogaland, en strekning på om lag 200 kilometer. Ny E39 planlegges som trafikksikker firefelts motorvei med fartsgrense 110 km/t. Motorveien vil, i tillegg til reduksjon i antall ulykker, gi vesentlig kortere reisetid for brukerne og knytte Agder og Rogaland tettere sammen som felles bo- og arbeidsmarked.

Utarbeiding av reguleringsplan med konsekvensutredning for parsellen Lyngdal vest-Kvinesdal er en del av dette arbeidet. Planlegging av ny vei og tunnel fra E39 til Øyesletta inngår i prosjektet. Det er Lyngdal og Kvinesdal kommuner som er planmyndighet.



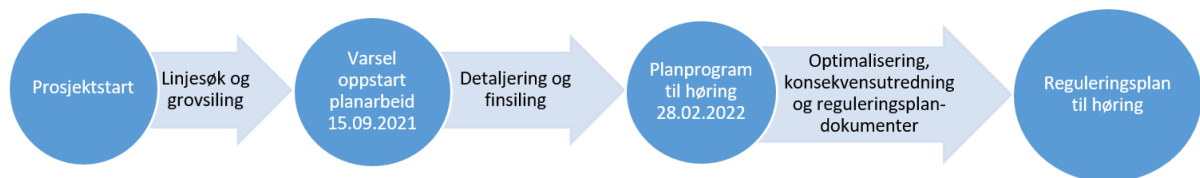
Figur 1. Parsellen E39 Lyngdal vest-Kvinesdal

Det foreligger trasé for veiløsning i de gjeldende kommunedelplanene E39 Vigeland-Lyngdal vest og E39 Lyngdal vest-Ålgård, men strekningen gjennom Kvinesdal kommune er ikke vedtatt. Ny trasé fra Røyskår til kommunegrensen mot Flekkefjord er nå utredet av Nye Veier.

I arbeidet med reguleringsplan er det gjennomført linjesøk og tverrfaglige vurderinger av et bredt utvalg av løsninger for å finne den samlet sett beste traséen fra Røyskår i Lyngdal, gjennom Kvinesdal, til kommunegrensen mot Flekkefjord, der fremtidig ny E39 skal fortsette i den vedtatte traséen i kommunedelplan videre vestover. Østover fra Røyskår er prosjektet E39 Lyngdal øst-Lyngdal vest under bygging, med forventet ferdigstilling i 2025.

Til varsel om oppstart av planarbeid (15.09.2021) ble det gjennomført en grovsiling av et stort antall alternative veilinjer for ny E39. Anbefalte linjer fra grovsilingen dannet grunnlaget for videre detaljering og vurdering. Frem mot utlegging av planprogram til offentlig høring (28.02.2022) ble det gjennomført en finsiling av de gjenstående linjene fra grovsilingen. Anbefalt linje fra finsilingen, sammen med linjer og kryssløsninger som kommunene vedtok utredet i planprogrammet, har dannet grunnlaget for videre

optimalisering, detaljering, konsekvensutredning og utarbeidelse av reguleringsplandokumenter.



Det henvises til silingsrapporter, planprogram, prosjektrapport, konsekvensutredning, reguleringsplandokumenter og fagrapporter for ytterligere detaljert informasjon om prosjektet. Dokumentene kan finnes på nettsidene til Nye Veier, Lyngdal og Kvinesdal kommune.

1.2 Om rapporten

Denne rapporten omhandler skredfare fra bratt terreng langsmed ny veitrasé. Det er utarbeidet egne ingeniørgeologiske rapporter for bergskjæringer og tunneler. Oversiktskart for prosjektområdet er vist i Figur 2.

Rapporten er et vedlegg til reguleringsplan for E39 Lyngdal vest-Kvinesdal.

1.3 Rapportens oppbygging

Rapporten beskriver alle områder der veilinjen er dekket av NVEs aktsomhetsområde for skred i bratt terreng. Det oppsummeres og spesifiseres områder der det vurderes behov for skredsikring for å oppnå akseptabel risiko for skred på den planlagte veien.

Skredtypene snø-, jord-, flom-, sørpe-, steinskred og steinsprang utredes i denne rapporten. Kvikkeleireskred og fjellskred, utover det som er identifisert tidligere, er ikke vurdert i denne rapporten. Skredvurderingene er utført ved hjelp av befaringer i felt, eksisterende kart- og bildedatabaser, terrenyanalyser, klimaanalyser, historiske data, modelleringer av skred og faglig skjønn.

Rapporten er basert på disposisjon fra SVVs Vegnormal N200:2021 [1] for reguleringsplannivå. Teksten er delt inn fakta, vurderinger og tolkningsdeler og sikringsomfang for de ulike områdene, gitt av kapitteloverskriftene.

Første del av rapporten gir en generell områdebeskrivelse for hele veilinjen, på et overordnet nivå. Videre fokuserer rapporten på inndelte områder, som beskrives i kap. 1.4. Tabell 1 oppsummerer de skredfarevurderingene som er gjort i påfølgende kapitler. Skredfarevurderingen for hvert område er inndelt i «Kart og bilder», «Områdebeskrivelse», «Skredfarevurdering», og «Sikringsbehov».

For hvert område er det til slutt utarbeidet «Hensynssoner skred», vist i kart i rapporten. Hensynssonene markerer områder hvor det er vurdert at det må gjøres tiltak for at

akseptabel risiko for skred skal oppnås, dersom veien også ligger innenfor hensynssonen for skred. Akseptabel skredrisiko er definert iht. kapittel 1.8.

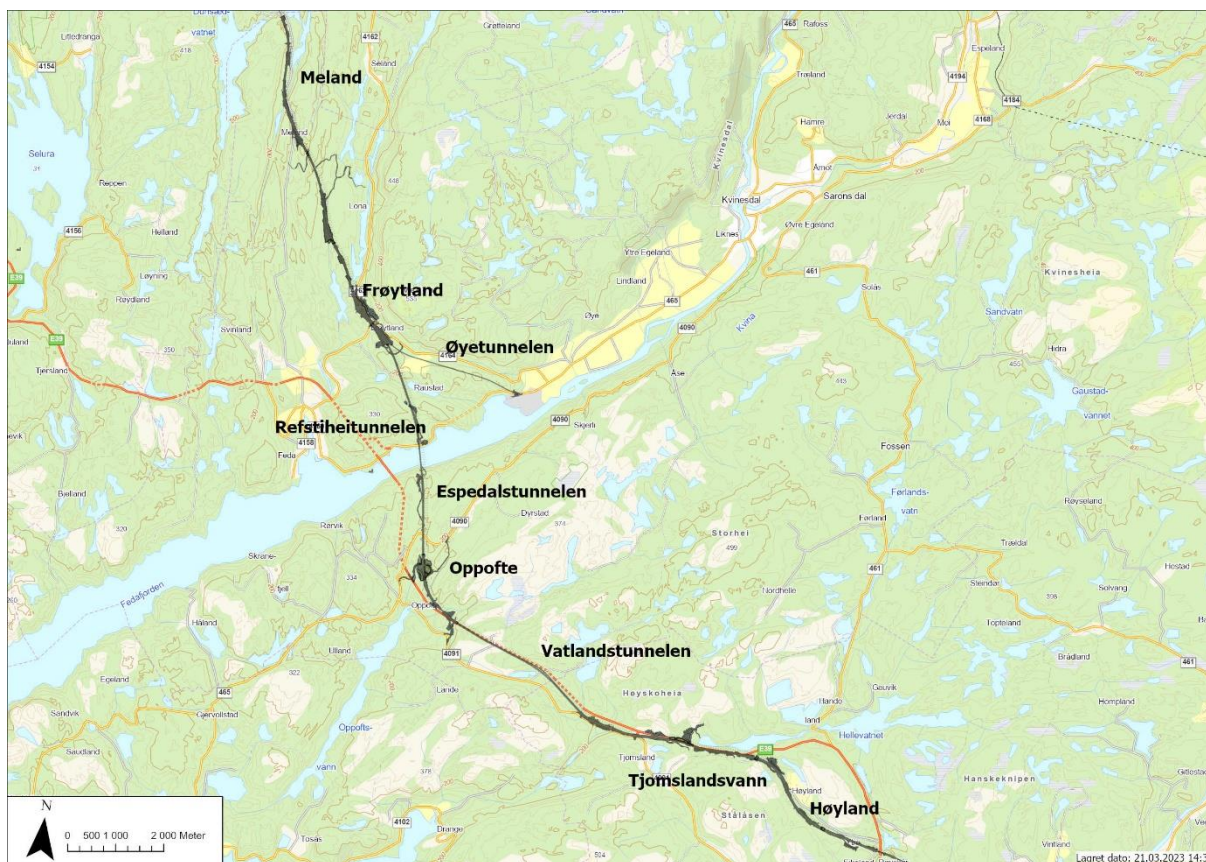
Det er utarbeidet egne ingeniørgeologiske rapporter for bergskjæringer og tunneler.

1.4 Oversikt over kartlagte områder

Figur 2 viser et oversiktskart over prosjektområdet med Meland lengst vest og Høyland i øst.

Basert på NVEs aktsomhetskart for skred i bratt terreng ble det avgrenset åtte områder som ble vurdert som viktigst å kartlegge for reell skredfare. Formålet med kartleggingen er vurdering av gjennomførbarhet, plassering av veilinjen og vurdering av nødvendige tiltak for skredsikring. Feltarbeidet ble gjennomført 18.05 - 20.05 i 2022. Resterende områder som ikke ble befart og som er dekket av NVEs aktsomhetskart er vurdert ved skrivebordsstudie. I tillegg er det gjort flere befaringer i forbindelse med kartleggingen av bergskjæringer og tunneler. Disse har supplert observasjonene som ble gjort under skredbefaringen. Det er og tatt dronebilder ved områdene Meland, alle tre påhugg ved Fedafjorden, samt ved Oppofte og Tjomslandvann/Dyblevannet, I tillegg er det gjort utvidede vurderinger av mulig steinsprangfare der modelleringsresultater viser potensiale for steinsprang, også der det ikke er avmerket i NVEs aktsomhetskart.

I ingeniørgeologisk rapport for bergskjæringer er det spesifisert områder med bergskjæringer som har bratt sideterreng over skjæringstopp, hvor det kan være potensiale for mindre steinsprang. De mest kritiske, og de største områdene er behandlet i denne rapporten. Ved kun små områder som ikke er spesifisert i NVEs aktsomhetskart, er disse kun nevnt i rapporten for skjæringer.



Figur 2: Oversikt over hovedområdene som er vurdert i forbindelse med skredfarevurderingen. Totalt refereres det til ni hovedområder som dekkes av aktsomhetskart for skred. Det er og mindre områder som berøres av aktsomhetsområde for skred i bratt terreng, og disse beskrives og i rapporten. Områdene henvises heretter med oppgitte navn.

1.5 Forbehold og usikkerheter

Denne rapporten er ment som grunnlag for videre detaljprosjektering av sikringstiltak. Vurdering av skredfare og sikringstiltak må detaljeres i neste fase. I rapporten er det angitt forslag til sikringstiltak som antas nødvendig for å sikre mot den aktuelle skredtypen. Endelig vurdering av sikringstyper, dimensjonering og plassering må detaljeres og bestemmes i videre faser.

Skredfarevurderingen er gjort med utgangspunkt i dagens terreng- og vegetasjonsforhold. For modellering og andre beregninger basert på terreng er det benyttet WMS-terrengmodell fra Geodata [2]. Ved endringer i disse forholdene, eksempelvis ved etablering av skogsbilvei, snauhogst og fjerning av vegetasjon og/eller endring av dreneringsveier er det viktig å gjøre nye vurderinger.

Rapporten er utarbeidet parallelt med at plassering og justering av veilinjen ble fastsatt. Skredrapporten har derfor gjennomgått flere iterative prosesser ved vurdering av skredfare, flytting av vei og vurdering av skredfare på ny. Flytting av veilinje kan også forekomme etter rapportleveranse. Det tas derfor forbehold om at skredfare må

vurderes på ny, og rapporten revideres, dersom linjen flyttes slik at foreliggende skredfarevurdering får endrede forutsetninger.

Enkelte steder ligger hensynssonen utenfor veilinjen. Dette er for å hensynta muligheten for at veilinjen justeres noe. Så lenge veilinjen ikke dekkes av en hensynssone, vurderes det at risikoen for skred er akseptabel, men dersom veilinjen flyttes innenfor en hensynssone, må det gjøres tiltak. Ved større endringer av veilinjen, må skredfare vurderes på ny.

1.6 Kart- og bildedatabaser

Følgende kart- og bildedatabaser er benyttet til forberedelse av feltarbeid, vurdering av skredfare og utforming av rapporten:

- Berggrunnskart fra NGU i 1:50.000-skala [5]
- Kvartærgeologisk kart fra NGU [6]
- Grunnvannsdatabase GRANADA fra NGU [7]
- Skredhendelser og aktsomhetskart fra NVE [8]

Snøskredhendelser registrert i Varsom Regobs [3]

Klassifisering av skredterreng for snøskred ved bruk av KAST og AutoKAST [4]

- Nettbaserte kartverktøy: «Norgebilder», «Norgei3D», «Norgeskart», «Google Maps»
- Markfuktighetskart fra NIBIO [5]
- Skogkart fra NIBIO [5]
- InSAR fra NGU [6]
- Klimadata fra SeNorge [7]

1.7 Styrende dokumenter

Følgende styrende dokumenter blir lagt til grunn ved prosjektering, planlegging, rapporter med mer for skred:

- Statens vegvesens Vegnormal N200 Vegbygging (2021)
- Eurokode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016.
- Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering – Del 1 Allmenne regler NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016.
- Byggeteknisk forskrift (TEK 17) §7 Sikkerhet mot naturpåkjenninger

1.8 Sikkerhet mot skred

Sikkerhet mot skred er omtalt i SVVs Vegnormal N200 [1]. Basert på samlet skredsannsynlighet pr. km vei og dimensjonerende trafikkmengde velges det et sikkerhetsnivå (restrisiko), iht. Tabell 1.12 i N200, gjengitt i Tabell 1. Restrisikoen skal være lavere enn akseptabel skredsannsynlighet gitt i Tabell 1. I valg av endelig sikkerhetsnivå skal det legges vekt på skredintensitet og skadepotensiale fra skred,

konsekvenser av stengt vei regionalt og lokalt, samt kostnader for å oppnå ulike sikkerhetsnivå.

Beregnet ÅDT for hovedveien og sideveiene varierer. På hovedveien ligger ÅDT mellom 6000-11999, mens det for sideveiene ligger på mellom 500 - 1500. ÅDT for hovedveien ligger helt i grensesjiktet mellom tillatt skredsannsynlighet på $\leq 1/300$ og $\leq 1/1000$.

I rapporten er skredfaren vurdert med utgangspunkt i en tillatt skredsannsynlighet på $1/1000$ på hovedveien. Dette er bestemt som følge av at det er flere forhold i vurderingen som krever en konservativ tilnærming. Under arbeidet med rapporten var endelig ÅDT ikke ferdig beregnet, før mot ferdigstilling av foreliggende rapport. Videre er dette en rapport hvor hensynet er å definere hensynssoner for å avgrense områder der det må gjøres ytterligere vurderinger for å bestemme eventuelle sikringstiltak og/eller for å avgrense og definere skredfaren. Dette er også for å fange opp den iboende usikkerheten knyttet til vurderingene.

Sideveiene har en tillatt skredsannsynlighet på $\leq 1/50$ iht. Tabell 1. For områder hvor det tilrettelegges for stans, eksempelvis oppstillingsplasser eller rasteplasser gjelder TEK17 [8]. Disse går inn under sikkerhetsklasse S2 som tilsvarer en tillatt skredsannsynlighet på $\leq 1/1000$.

Tabell 1: Utklipp av Tabell 1.12 Sikkerhet for skredsannsynlighet på veg, fra SVVs Vegnormal N200 [1].

Dimensjonerende trafikkmengde	Samlet skredsannsynlighet per km og år
< 500	1/20
500 - 1499	1/50
1500 - 3999	1/50
4000 - 5999	1/100
6000-11999	1/300
≥ 12000	1/1000

1.9 Modellering av skred

Det er utført simuleringer i Rockyfor3D og Rocfall2 for å modellere steinsprang. Resultatene gir informasjon om bla. utløpslengde, skredløp, hastighet, mm. Modelleringene er benyttet som supplement til resterende vurderinger.

Rockyfor3D

Det er foretatt modelleringer av steinsprangutløp i simuleringverktøyet Rockyfor3D. Modelleringene er kjørt med blokkstørrelse 1 m^3 og elliptisk form. Det er benyttet «Rapid automatic simulation» for å definere terrenget. Dette er basert på anbefalinger i NVEs eksterne rapport nr. 24/2020 [9]. Rockyfor3D viser generelt liten variasjon i utløp

ved ulike blokkstørrelser og former, og det er derfor valgt å holde disse konstante ved modelleringen. Terrengruheten gir stor innvirkning på resultatene. I de fleste tilfeller vil automatisk generering av terrengruheten gi representative verdier. Inputverdiene som er brukt som standard er som følger:

- Tetthet: 2700 kg/m³
- Form: Ellipse
- Ingen trær
- 50 % variasjon i blokkvolum
- Størrelse blokk: 1 m³
- 100 simuleringer
- Rapid automatic simulation
- 1 m oppløsning på terrengmodell. Benyttet siste og mest nøyaktige terrengmodell [10] [11], som er resamplert vha. Bilinear Resampling til ønsket oppløsning.

Sannsynlighet lavere enn 1,5 % er fjernet fra kartvisningen, ettersom disse kan anses som statistisk uteliggere. Resultater fra modelleringene er gitt i Vedlegg 1.

RocFall2

Som supplement til resultatene i Rockyfor3D er det også gjort simuleringer av steinsprangutløp i programvaren RocFall2. Det er gjort modelleringer med både «rigid body» og med «lumped mass». Inngangsparameterne er basert på representative verdier fra Rocscience [22], normalfordelt med anbefalte standardavvik. Benyttede parametere er oppgitt i Tabell 2. Det er og modellert med skog der det er aktuelt. Det er gjort simuleringer både med og uten normal skaleringsfaktor, skalert med hastighet. Skalering etter hastighet tillater deformasjoner av blokken ved høye hastigheter. Det tas da hensyn til økning i restitusjonskoeffisienten ettersom blokkene knuses til mindre blokker. Det gir og en mer plastisk oppførsel ved at blokkene pløyer seg ned i myke underlag eller knuses på harde underlag. Dette kan gi en mer realistisk oppførsel.

Der RocFall2 er benyttet for å estimere sikringsbehov er det gjort en scenariobasert modellering med antatte blokkstørrelser basert på observasjoner i felt. Sikringstiltak og kvantitative estimater må imidlertid detaljeres i videre faser.

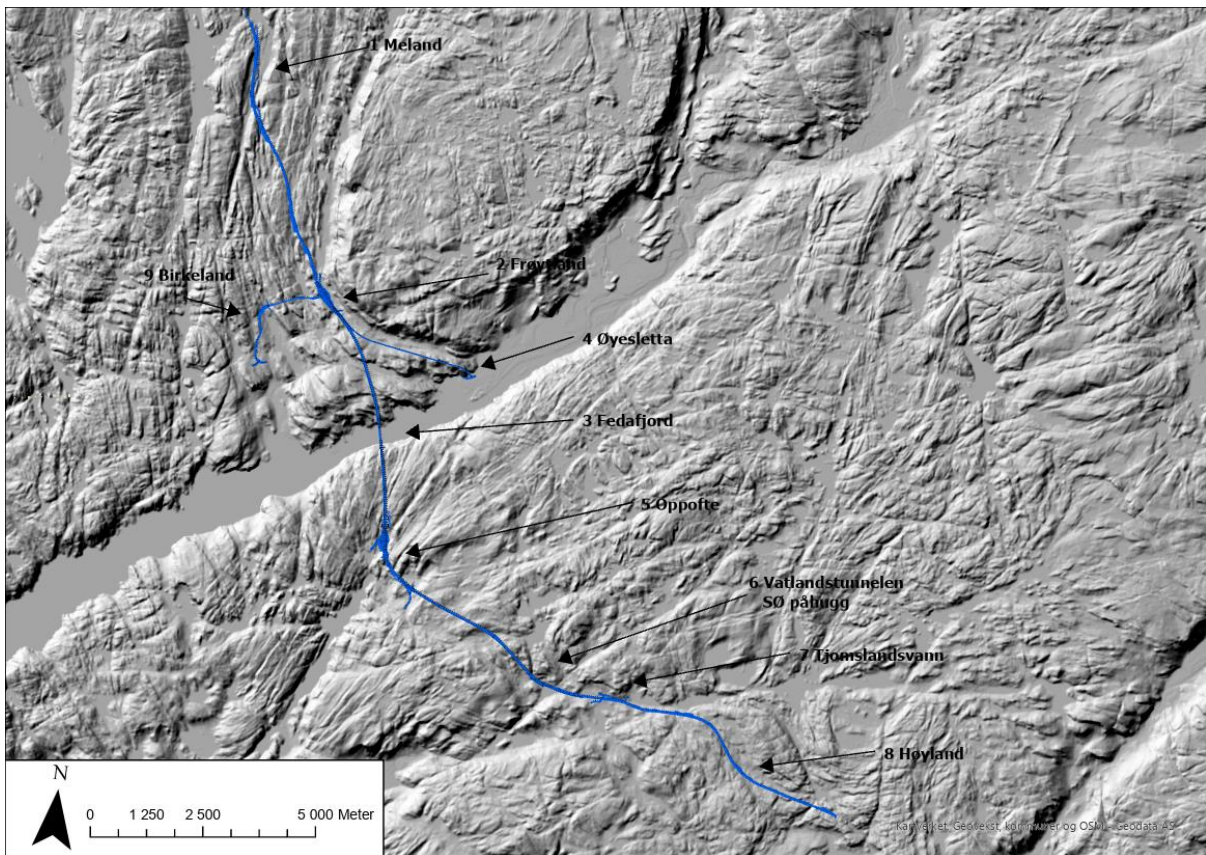
Tabell 2: Oversikt over parametere benyttet i RocFall2.

Type	Normal restitution, mean	Tangential restitution, mean
Bart berg	0,53	0,99
Ur	0,32	0,82
Jord	0,30	0,81
Asfalt	0,40	0,90

2 Generell områdebeskrivelse

2.1 Topografi

Veitraséen ligger i et heielandskap med myrområder og småvann og krysser flere vannførende daler, inkludert en fjordkrysning over Fedafjorden. Terrenget varierer i høyde langs veilinjens med topper og bratte fjellskrenter opp mot 500 moh. som høyeste punkt. Laveste punkt er ved krysning av Fedafjorden. Flere av sprekkesettene innenfor planområdet har en fallvinkel som medfører stedvis steile bergvegger og bratte høydestigninger, blant annet ved Meland, Frøymland, Øyesletta og begge sider av Fedafjorden. Ny vei vil som følge av det kupert terrenget etableres med til dels høye skjæringer, fyllinger, i tunnel og på broer. De høyeste skjæringene vil bli opp mot ca. 40-50 meter. Ved de høyeste skjæringene er det lagt opp til å ta ned toppen for å redusere høyden.



Figur 3: Skyggerelieffkart over området som viser hovedstruktur i berggrunnen. Veilinja er blått. Kart printet juni 2022. Tilførselsveien ved Birkeland ble vurdert i tidligere fase, men er ikke en del av planlagt løsning.

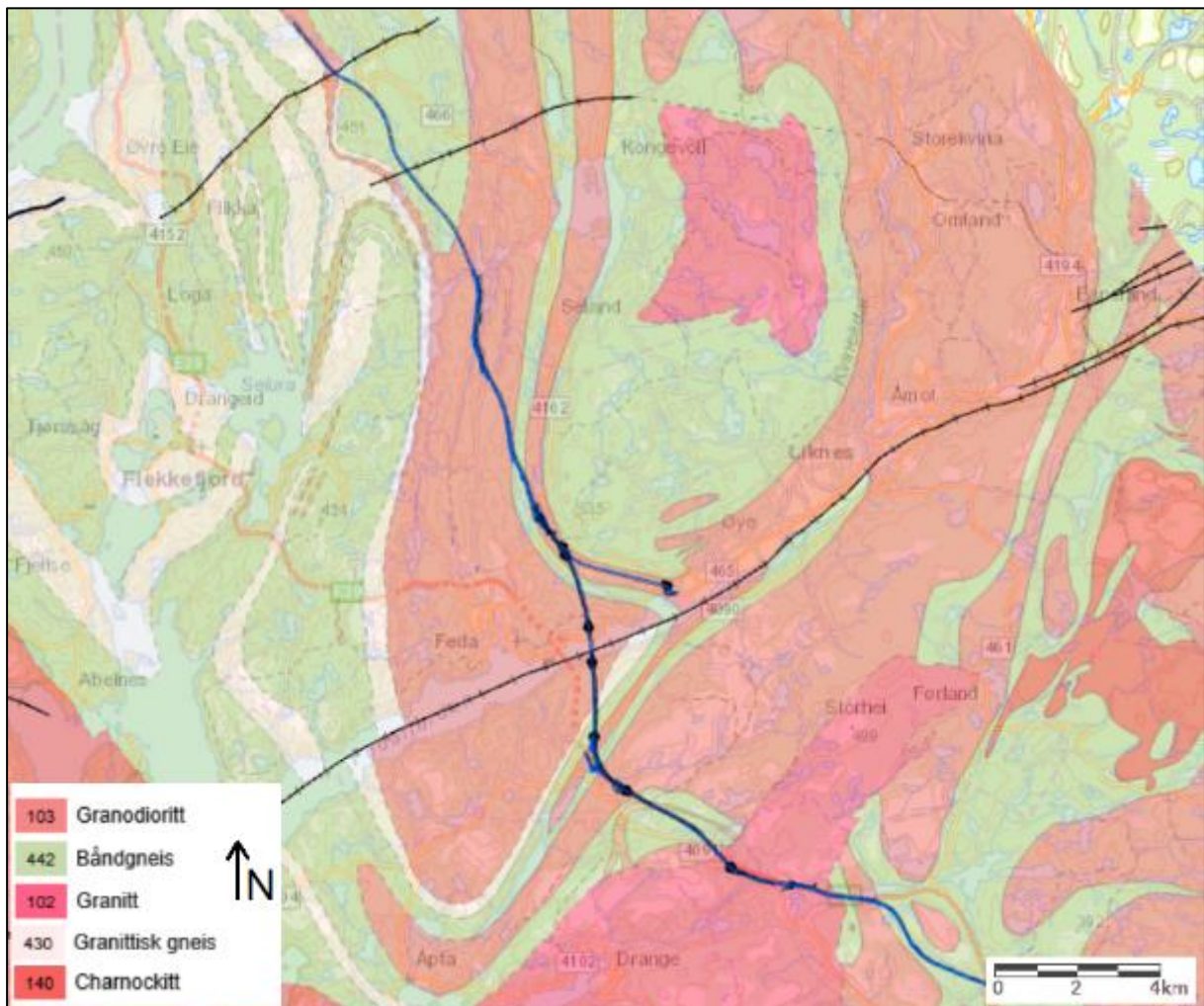
2.2 Vegetasjon

Vegetasjonen i planområdet består i stor grad av løvskog og noe barskog, samt mindre krattvegetasjon. Enkelte områder langs planlagt veitrasé er dyrket mark, eksempelvis ved Meland og Frøymland. Marken er i stor grad mose- og gresskledd.

2.3 Berggrunnsgeologi

Ifølge NGUs berggrunnskart N250 [12] ligger planområdet i et område med prekambriske grunnfjellsbergarter, hovedsakelig tilhørende Agderkomplekset. Berggrunnen består av migmatittiske båndgneiser, granittiske gneiser og granodioritt, se Figur 4. Bergartene i komplekset har vært gjennom flere metamorfose- og deformasjonsfaser før de ble gjennomgått av yngre granittiske dypbergarter etter at deformasjonsbevegelsene stanset. De eldste bergartene tilhørende Agderkomplekset kan være kontaktmetamorfe i kontaktsonen mot de yngre dypbergartene.

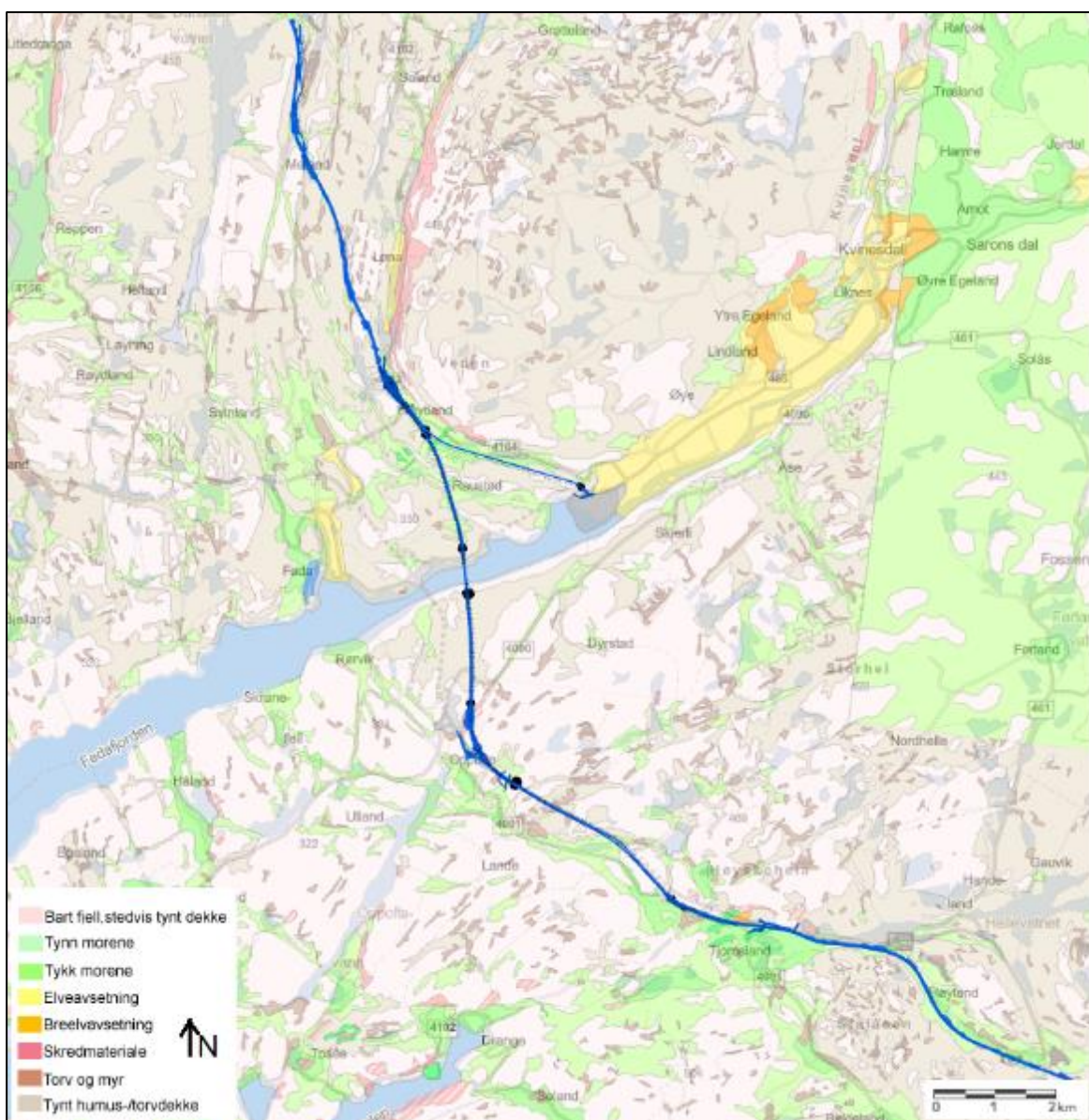
Ifølge kartet er det størst utbredelse av biotittgneis i bånding med lys gneis (442) og middels-grovkornet granodioritt (103) langs veitraséen. Det går en forkastning parallelt med Fedafjorden som gir en sideforskyvning mot øst av bergartene nord for fjorden.



Figur 4: Berggrunnsgeologisk kart 1:250 000 fra NGU [12]. Veilinjens er vist i blått. Svarte streker indikerer forkastninger. Kart datert juni 2022.

2.4 Kvartærgeologi

Kvartærgeologisk kart fra NGU indikerer at løsmassene i området veksler mellom bart fjell, tynt humusdekke, torvdekke og morenedekke over berggrunn, samt tykkere moreneavsetninger og myr. Et utsnitt fra kartet med veilinjens i blått er vist i Figur 5. Innerst i Fedafjorden, ved Øyesletta, er det forekomster av elve- og brelvavsatt materiale. Ved kryssområdet på Frøymland er det også forekomst av skredmasser langs en fjellskrent som følger fylkesvei 4162 og Ytre Lona nordover mot Kumlevollvatnet. Registreringer fra feltarbeid bekrefter i all hovedsak at NGU-kartet stemmer. Foruten Fedafjorden og Øyesletta, ligger planområdet over marin grense som i området ligger på ca. kote 20.

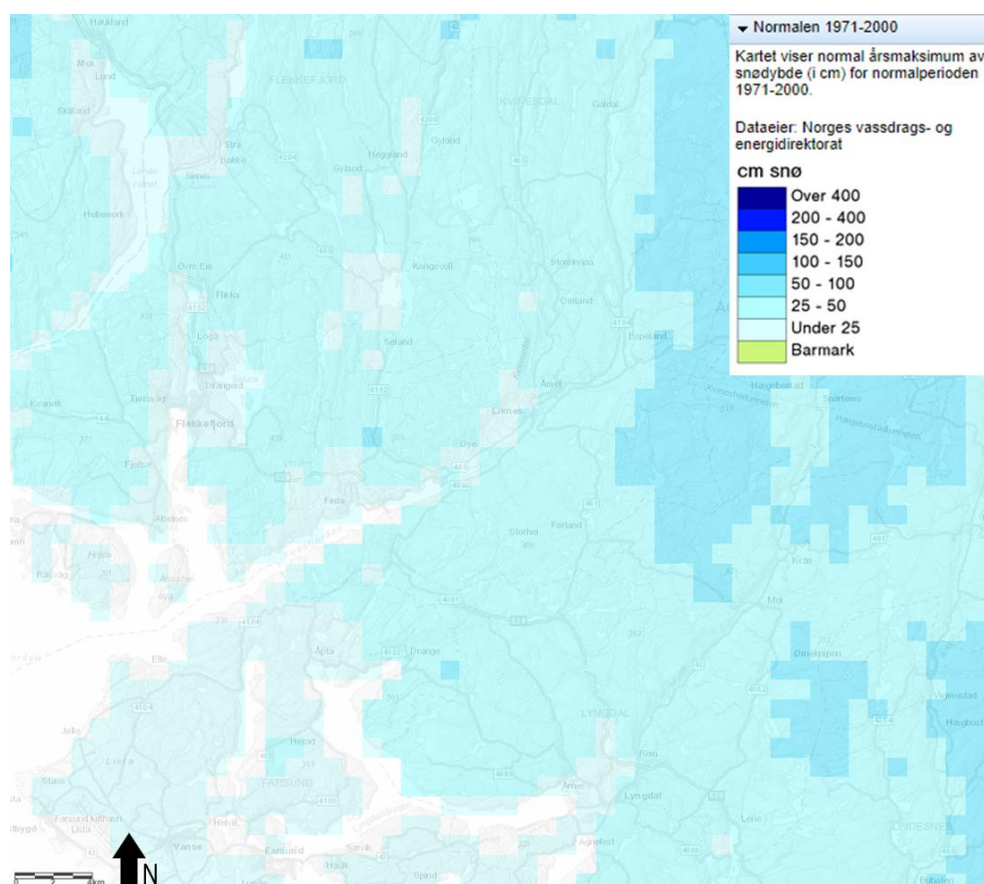


Figur 5 Utsnitt fra kvartærgeologisk kart fra NGU [13]. Veilinjens er vist i blått. Kart datert juni 2022.

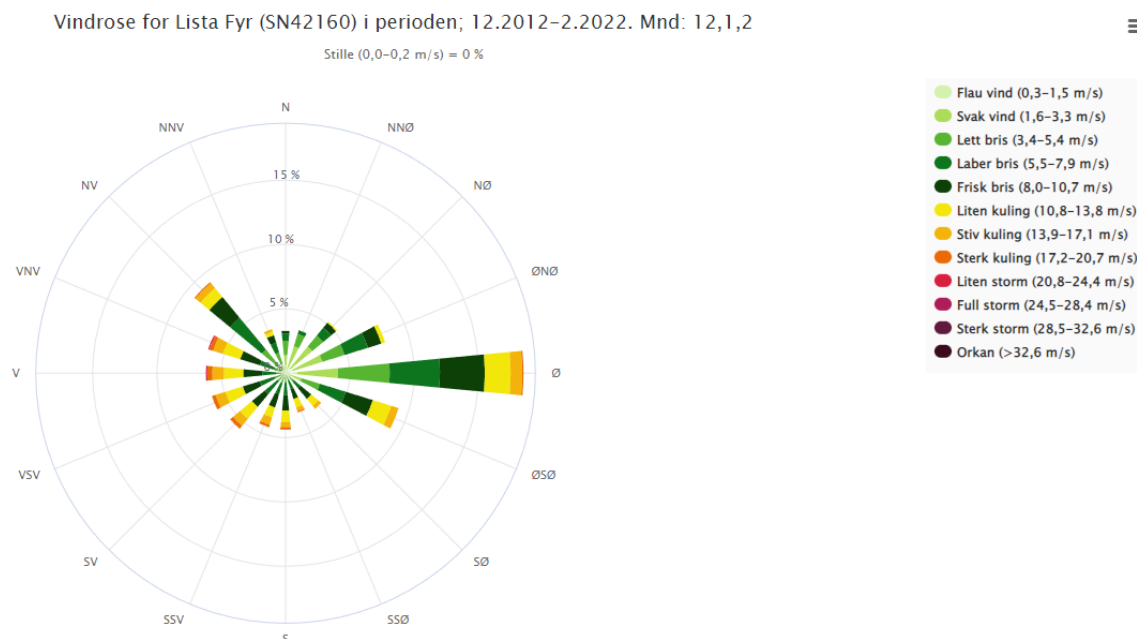
2.5 Klimatologiske data – av betydning for skredfare

Klimaet i området påvirkes av å ligge nært Norges sørlige kyst, og er karakterisert av mye nedbør, høy relativ luftfuktighet og små forskjeller mellom vinter og sommer. Kaldeste måned er februar med normaltemperatur på +1 til +2 °C. Det er mest nedbør i oktober med ca. 140-150 mm. Gjennomsnittlig årsnedbør er på ca. 2000-3000 mm. Gjennomsnittlig snødybde er ca. 25-50 cm. Antall dager med snødybde >25 cm varierer fra 10 til 50 dager. Største snødybde målt på værstasjonen Kvinesheia – Sørhelle er 128 cm (i perioden 1986-2022). Figur 6 viser et kart over gjennomsnittlig maksimum snødybde i området (i perioden 1971-2000) [14].

Nærmeste målestasjon for vind er Lista fyr som ligger helt ute ved kysten, ca. 40 km sørvest for aktuelt område. Data herfra viser at i vintermånedene desember-februar er dominerende vindretning fra øst, men det forekommer generelt vind fra alle retninger, se Figur 7 [14].



Figur 6: Normal maksimum snødybde for normalperioden 1971-2000 [15].

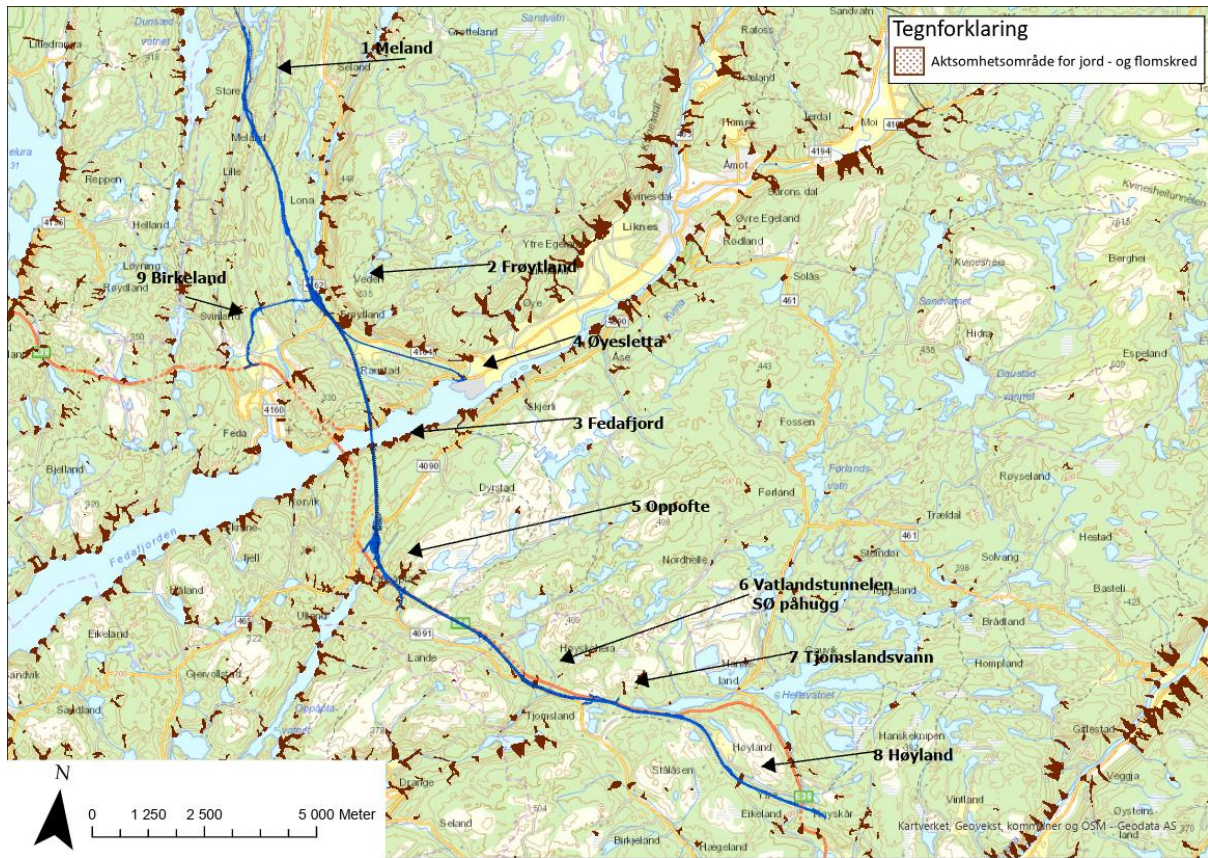


Figur 7: Vindrose for Lista fyr for vintermånedene desember, januar og februar, basert på data de siste 10 årene [14].

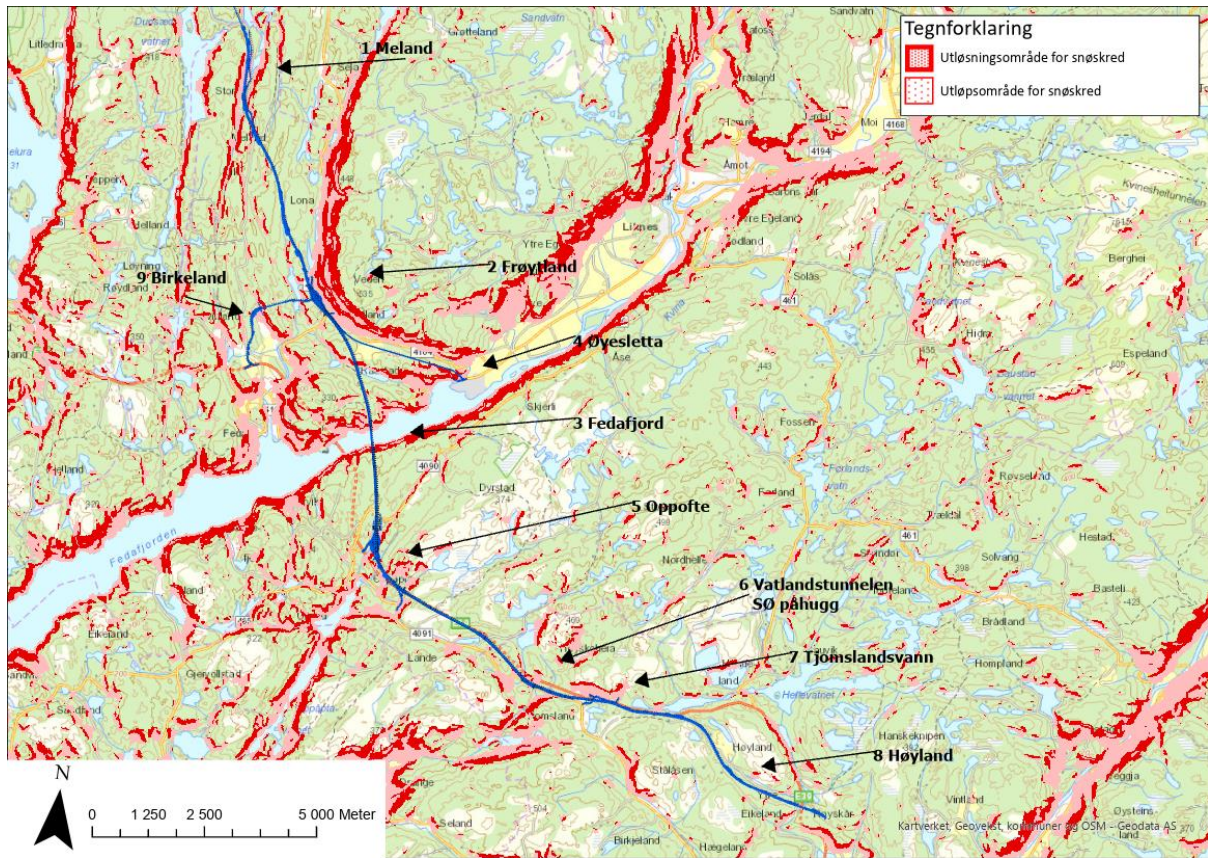
Norsk klimaservicesenter har utarbeidet klimaprofiler for de ulike fylkene, som beskriver hvordan klimaet vurderes å se ut fram i tid. Følgende er et utdrag for Agder fylke [14]: «Gjennomsnittlig årstemperatur i Agder er beregnet å øke med cirka 4,0 °C. Det er forventet at episoder med kraftig nedbør øker vesentlig både i intensitet og hyppighet i alle årstider. Nedbørmengden for døgn med kraftig nedbør forventes å øke med cirka 20 %. Det beregnes en betydelig reduksjon i snømengdene og antall dager med snø, med opptil 1–3 måneder kortere snøsesong. Det vil fortsatt være enkelte år med betydelig snøfall selv i lavlandsområder. Det vil bli flere smelteepisoder om vinteren som følge av økning i temperaturen.»

2.6 Aktsomhetsområder for skred

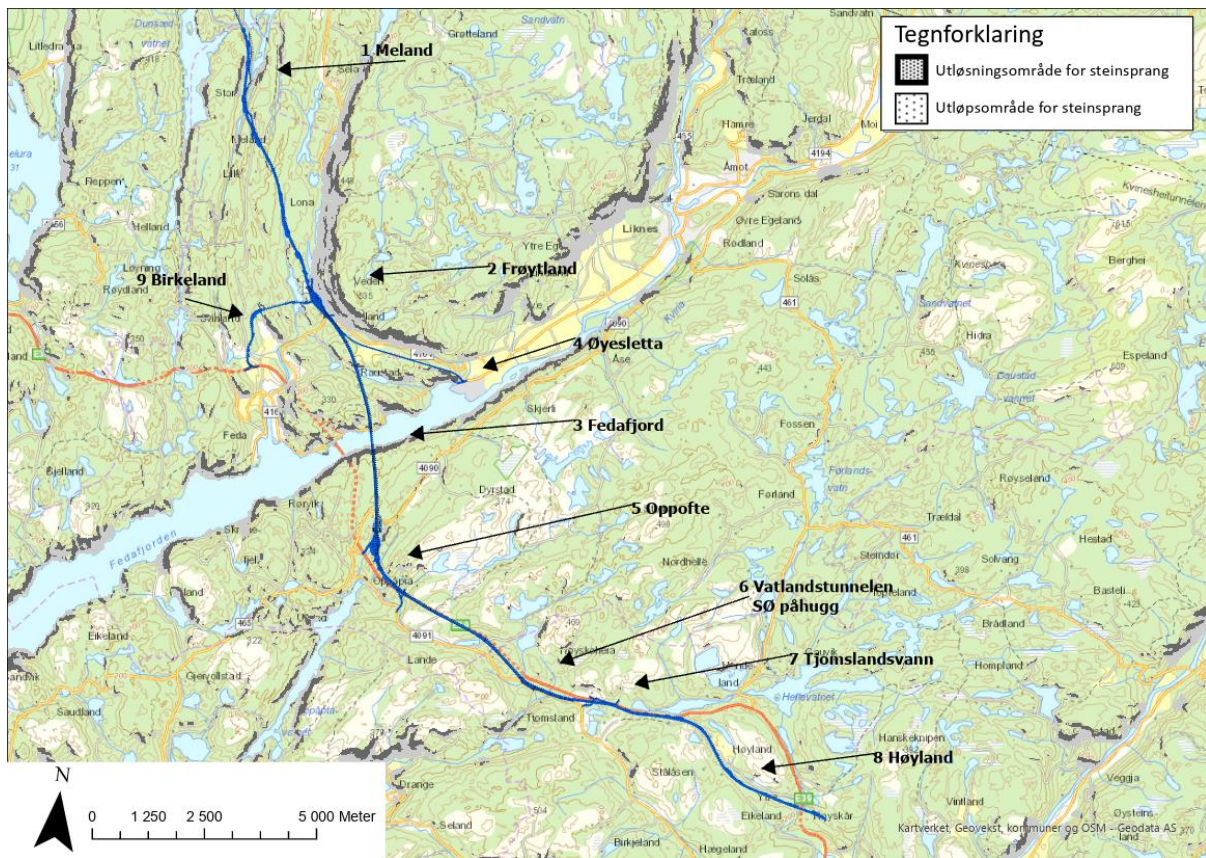
Figur 8 til Figur 10 presenterer NVEs aktsomhetsområder for skred i bratt terreng – jordskred, flomskred, snøskred og steinsprang. Aktsomhetskartene er basert på en landsdekkende høydemodell med oppløsning 25 x 25 m, og fanger ikke opp løsnemråder som er mindre enn 20 m høye, eller effekten av lokale faktorer som f.eks. skog og terrengruhet. Det kan forekomme skredfare i områder som ikke er dekket av aktsomhetsområder, og dette må vurderes nærmere i prosjekteringsfasen.



Figur 8: NVEs aktsomhetsområder for jord- og flomskred. Tilførselsveien ved Birkeland ble vurdert i tidligere fase, men er ikke planlagt i dagens løsning.



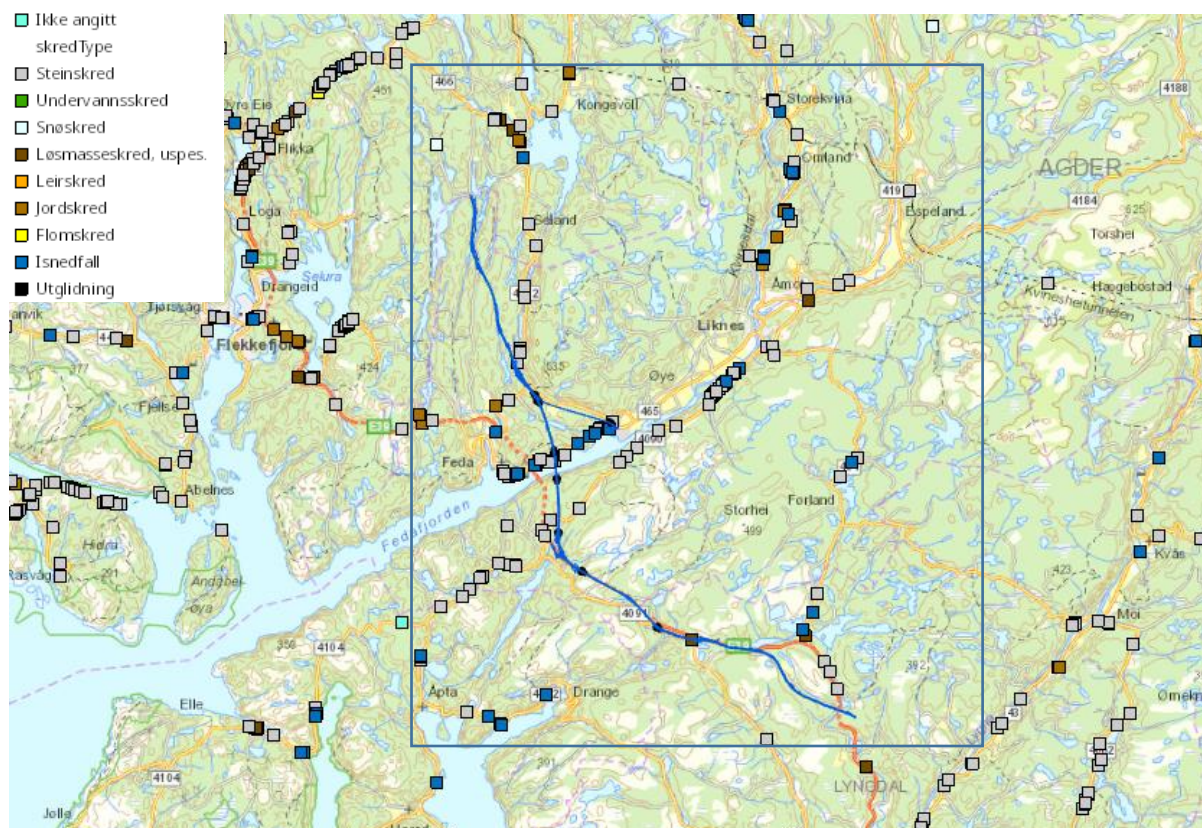
Figur 9: NVEs aktsomhetsområder for snøskred. Tilførselsveien ved Birkeland ble vurdert i tidligere fase, men er ikke planlagt i dagens løsning.



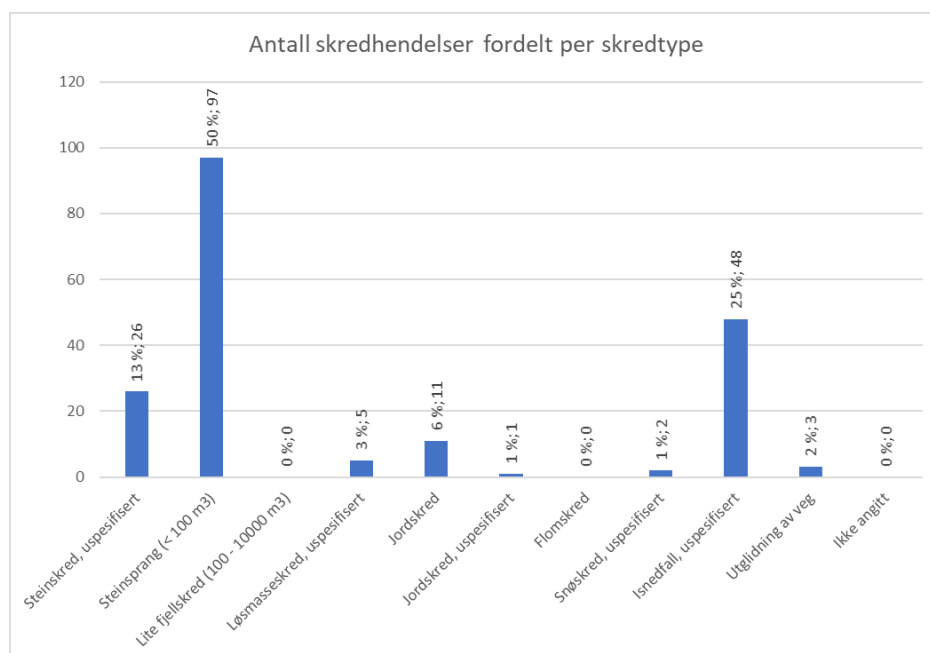
Figur 10: NVEs aktsomhetsområde for steinsprang. Tilførselsveien mot Birkeland er ikke lenger aktuell. Tilførselsveien ved Birkeland ble vurdert i tidligere fase, men er ikke planlagt i dagens løsning.

2.7 Tidligere skredhendelser

NVEs kartdatabase for skredhendelser gir en oversikt over registrerte skred i området. Alle skred blir ikke registrert i kartet, men det gir en indikasjon på hvilke skredtyper som forekommer hyppigst. Det er tatt ut data fra et polygon rundt veitraséen, representert i Figur 11. Skredtypene er framstilt i graf i Figur 12. Steinskrud og steinsprang forekommer hyppigst (63% av registrerte hendelser), mens isnedfall forekommer i 25% av tilfellene. Jord- flom og snøskred forekommer i svært liten grad. Det er heller ingen ytterligere snøskredhendelser registrert i Varsom Regobs.



Figur 11: Skredhendelser registrert i NVE Skred database. Rektangelet indikerer hvor statistikken til Figur 12 er hentet fra. Veilinj er markert i blått.



Figur 12: Registrerte skredhendelser i området, fordelt per skredtype. Angitt i prosent og antall. Se Figur 11 for kartreferanse.

3 Skredfarevurdering

I kapittel 4 til 12 følger skredfarevurdering for hvert delområde. Kapitlene gir først en oversikt med kart og bilder, så en områdebeskrivelse og til slutt en tolkningsdel og skredfarevurdering. I kapittel 3.1 er alle områder oppsummert i en tabell, og risikoen er definert som «Akseptabel» eller «Ikke akseptabel»

3.1 Oppsummering skredfare

Tabell 3: Tabellen gir en oversikt over alle områder som er vurdert for skredfare. Det gis en oppsummering av de vurderingene som er gjort, og risikoen defineres som «Akseptabel» i grønt eller «Ikke akseptabel» i gult.

Område	Skredtype	Profilnummer hovedlinje	Vurderinger og anbefalinger	Vurdering av risiko for veien etter bygging
Meland	Steinsprang	23400-23450	Bratt sideterreng (30-60°) mellom ca. profil 23400-23450 i opptil ca. 10-15 høydemeter fra skjæringstopp. Rensk, evt. bolter/nett.	Tiltak må utføres for å oppnå akseptabel risiko
		22920-23400	Steil bergvegg 70-120 m fra veien, med mulig avløste blokker. Det vurderes at ved profil 23250-23350 kan steinsprang nå linja. I dette området må bergsiden gås over og sikres med bolter. Det kan være aktuelt å etablere 50-100 m fanggjerder, eller voller, dersom konvensjonell sikring ikke er tilstrekkelig. Anslått kapasitet 2-300 kJ, høyde 3 m. Utfordrende tilkomst til høy skjæring. Veien er planlagt på fylling i store deler av området. Dersom	Tiltak må utføres ved profil 23240-23350 for å oppnå akseptabel risiko.

Område	Skredtype	Profilnummer hovedlinje	Vurderinger og anbefalinger	Vurdering av risiko for veien etter bygging
			<p>yllingen er lavere enn 5 m må det og sikres mot steinsprang.</p> <p>Resterende veilinje anses som akseptabel mhp. skredfare, ettersom eventuelle skredutløp vil stoppe før de når veilinja, eller i fyllingsfot.</p>	
		22400-22440	Bratt sideterreng over skjæring (ca. 80°) i opptil 10-12 høydemeter fra skjæring, på østlig side av veien. Behov for rensk og evt. bolter/nett.	Tiltak må utføres for å oppnå akseptabel risiko
		22050-22170	Bratt skrent øst for linja, med mulighet for løs stein. Sikring i form av rensk, bolter, nett.	Tiltak må utføres for å oppnå akseptabel risiko
		21450-22000	Skredfare fra både østlig og vestlig side. Tett skog og fylling begrenser utløp. Avløste horisontale flak må vurderes om må boltes. Kan også være aktuelt med nett. Lite ur. Må vurderes i detalj.	Tiltak må utføres ved profil 21850-22000, 21750-21800 og 21500-21550 for å oppnå akseptabel risiko.
	Snøskred	22400-23400	For bratte sider til at det legger seg snø.	Akseptabel risiko
		22140-22330	For bratte sider til at det legger seg snø.	Akseptabel risiko

Område	Skredtype	Profilnummer hovedlinje	Vurderinger og anbefalinger	Vurdering av risiko for veien etter bygging
		21450 - 22100 (og sidevei)	For bratte sider til at det legger seg snø, og/eller god avstand fra utløsningsområde. Kan få mindre utglidninger, men disse vurderes at ikke vil ha skadepotensiale basert på størrelse på løснеområde.	Akseptabel risiko
Mindre område uten navn (Området er ikke nærmere omtalt i rapporten)	Snøskred	19300-19400	To små områder. Tett vegetert, begrenset størrelse på akkumuleringsområde.	Akseptabel risiko
Frøytland	Steinsprang	16600-17900	I mesteparten av området vurderes det at steinsprang ikke vil ha utløp som når ny vei. Urfoten og skredavsetninger ligger med god avstand til vei, og modellering i Rf3D underbygger vurdering av utløp.	Akseptabel risiko
		17950-18100 (gjelder sidevei 380-500)	Sideveien ligger tett inntil bratt bergside, registrert et steinsprang der i 2021. Her må det detaljsikres vha. rensk og sikring. Kan bli aktuelt å sprengne ned	Tiltak må utføres for å oppnå akseptabel risiko mellom profil 380-500.

Område	Skredtype	Profilnummer hovedlinje	Vurderinger og anbefalinger	Vurdering av risiko for veien etter bygging
			mindre partier dersom de ikke lar seg sikre.	
		0 (rundkjøring i V ved Frøytlandskrysset)	Bratt skrent over rundkjøring. Må renskes og boltes.	Tiltak må utføres for å oppnå akseptabel risiko
	Snøskred	16600-17900	Små løsneområder, mye vegetasjon. Snøskred vil ikke ha utløp til ny vei.	Akseptabel risiko
	Jord- og flomskred	16600-17900	Mye vegetasjon, urløsmasser, ingen spor i terrenget etter tidligere skred. Utløp vil ikke nå vei.	Akseptabel risiko
Fedafjorden nordsiden (sørlig påhugg Refstiheit unnelen)	Steinsprang	14450-14600 ovenfor påhugg	Svært massivt skuret berg med lite tegn til skredavsetninger nedenfor. Parallellgående sprekkesett kan gi noe ustabile blokker som må sikres. Det forventes noe rensk og sikring med bolter/nett.	Tiltak må utføres for å oppnå akseptabel risiko
		14450-14600 nedenfor påhugg	Jevnt hellende terreng som er vegetasjonsdekket. Brufundament og ny fylkesvei skal etableres nedenfor. Det forventes noe rensk og sikring med bolter/nett.	Tiltak må utføres for å oppnå akseptabel risiko
		Vest for 14450	Bergparti ca. 30 m høyde som kan bli ustabil ved	Tiltak må utføres for å

Område	Skredtype	Profilnummer hovedlinje	Vurderinger og anbefalinger	Vurdering av risiko for veien etter bygging
			sprengning i nærheten. Det forventes behov for bergsikring i form av rensk, bolter, nett for å sikre detaljstabiliteten til blokker. Det kan bli aktuelt å sprengne ned hele partiet, dersom det viser seg at bakre sprekkeplan har potensiale for utglidning. Dette må avklares med detaljkartlegging.	oppnå akseptabel risiko
	Snøskred	14450-14600	Lite snø, mye vegetasjon, begrenset utstrekning på løснеområdene.	Akseptabel risiko
	Jord- og flomskred	14450-14600	Det vurderes at det er akseptabel risiko for skred der per i dag, men under anleggsgjennomføringen må vann på oversiden av påhugget håndteres med avskjærende grøfter eller lignende.	Akseptabel risiko, men vann må håndteres.
Fedafjorden sørsiden (påhugg Espedalstunnelen)	Steinsprang	13900-14000	I bergskrenten ovenfor påhugg er det en 50-60 m steil bergside, 200 m lengde, med flere avløste partier. Nedenfor ligger det en 35° vegetasjonsdekket skrent med urmasser og noe avløste blokker. Nedenfor påhugget, mot brofundamentet er det	Tiltak må utføres for å oppnå akseptabel risiko

Område	Skredtype	Profilnummer hovedlinje	Vurderinger og anbefalinger	Vurdering av risiko for veien etter bygging
			<p>og påvist noen blokker som må sikres.</p> <p>Det forventes omfattende bergsikring. Hele bergsiden må renskes vha. spett og luftputer. Videre sikres det med bolter og nett. Det kan og bli aktuelt med stag i noen blokker.</p> <p>Det kan bli behov for et steinspranggjærde, anslått til 150 m lengde og 5 m høyde, og energiklasse 2000-5000 kj.</p>	
	Jord- og flomskred	13900-14000	Store urblokker og mye vegetasjon gir lav sannsynlighet for jord- og flomskred.	Akseptabel risiko
	Snøskred	13900-14000	Tett vegetasjon, små løsnemråder og klimatisk ugunstige forhold.	Akseptabel risiko
Øyesletta (østlig påhugg Øyetunne len)	Steinsprang/ Steinskred	3700-3850	<p>Steil skrent (70-80 m) og avløste blokker (1000-5000 m³) over påhugget. Steinsprang og steinskred kan forekomme.</p> <p>Omfattende sikring må forventes. Må sikres vha. grundig rensk, sprengning, luftputer og spett. Stag på 10-20 m</p>	Tiltak må utføres for å oppnå akseptabel risiko

Område	Skredtype	Profilnummer hovedlinje	Vurderinger og anbefalinger	Vurdering av risiko for veien etter bygging
			<p>lengde. Konvensjonelle bolter, steinsprangnett og wirenett.</p> <p>Det kan og blir aktuelt med fanggjerde. Energiklasse 3-5000 kj, 100 m lengde, 5-6 m høyde.</p> <p>Skrenten må overvåkes under anleggsgjennomføring for å tidlig kunne påvise bevegelser og iverksette tiltak.</p>	
	Snøskred	3700-3850	Ikke reelle større reelle løsnemråder, tett vegetasjon og klimatisk ugunstige forhold.	Akseptabel risiko
	Jordskred	3700-3850	Store urblokker og lite vann.	Akseptabel risiko
Oppofte	Steinsprang	12200 Espedalstunnen S påhugg	Enkelte avløste blokker i bergsiden øst for påhugget. Antas kort utløp pga. slakt terreng. Må gås over og evt. renskes og/eller boltes.	Tiltak må utføres for å oppnå akseptabel risiko i bergsiden øst for påhugget.
		12050-11950 (Avkjøringsrampe vest)	Liten bergside som må gås over med rensk, evt. boltes.	Tiltak må utføres for å oppnå akseptabel risiko

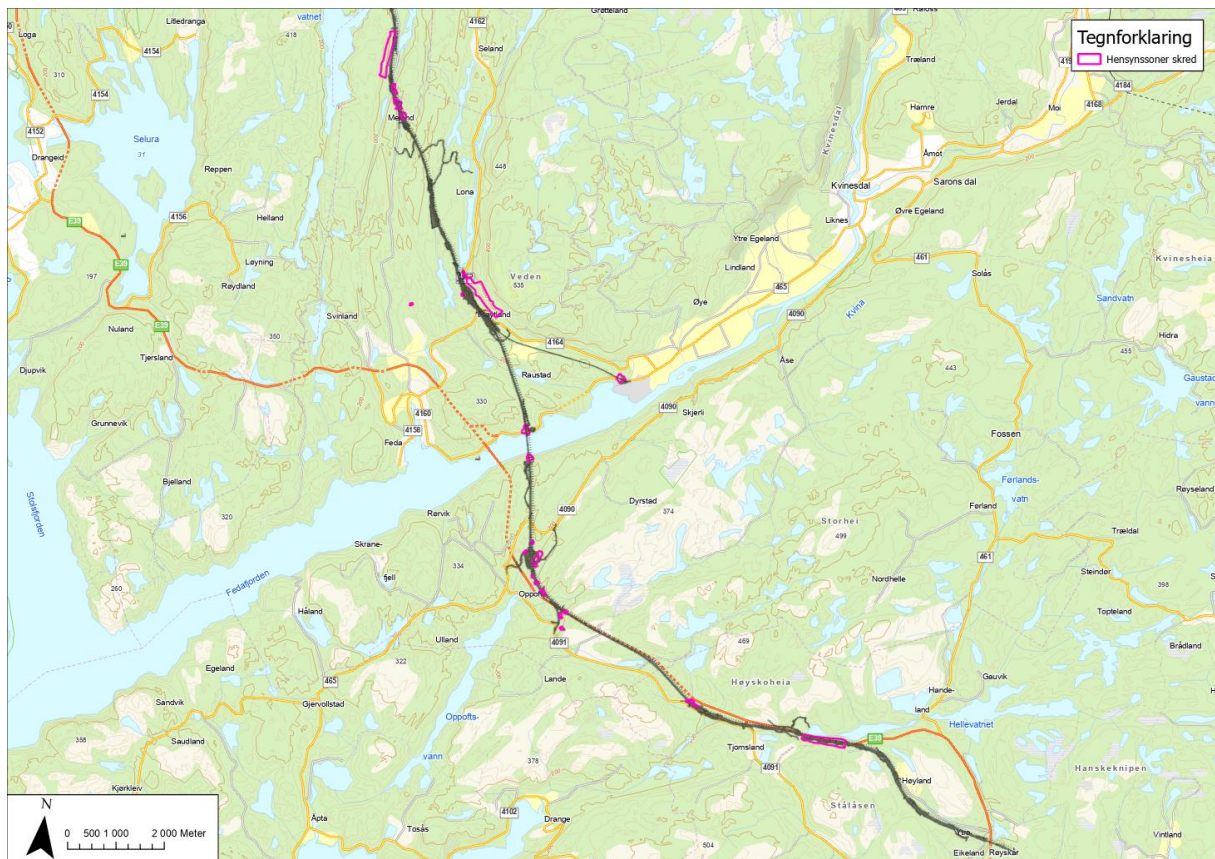
Område	Skredtype	Profilnummer hovedlinje	Vurderinger og anbefalinger	Vurdering av risiko for veien etter bygging
		11650-12000 (avkjøringsrampe øst)	Skredfare fra bergkoll i SØ. Ustabil bergside med nylig skredaktivitet. Omfattende tiltak må forventes.	Tiltak må utføres for å oppnå akseptabel risiko
		11000-11550	Mindre bergknauser ovenfor skjæringene kan utgjøre steinsprangfare. Dette må vurderes i anleggsfasen, ettersom endelig terreng er vanskelig å forutse pga. store inngrep i terrenget.	Tiltak kan måtte utføres for å oppnå akseptabel risiko.
		470 - 920 Lokalvei S for V påhugg Vatlandstunnelen	Bratt bergkoll kan gi steinsprang. Linjen er flyttet unna faresone.	Akseptabel risiko
	Snøskred	11650-12100	Terrassert terreng med bratte sider og flate hyller. Ikke reelle løснеområder.	Akseptabel risiko
		11310-11500	For bratte sider til at det akkumuleres snø av betydning.	Akseptabel risiko
		11020-11200	For bratte sider til at det akkumuleres snø av betydning, og linjen skjærer gjennom løснеområdene og fjerner derfor hele siden.	Akseptabel risiko
		10500	30x70 m med helning 30-40° ovenfor tunnelpåhugg, potensiale	Tiltak må utføres for å oppnå akseptabel

Område	Skredtype	Profilnummer hovedlinje	Vurderinger og anbefalinger	Vurdering av risiko for veien etter bygging
		Påhugg Vatlandstunnelen vest	for snøskred. Sikres med støtteforebygninger.	risiko, ved påhugget til tunnelen, profil 10500.
		470- 920 Lokalvei S for V påhugg Vatlandstunnelen	Kupert terreng begrenser utløpslengde.	Akseptabel risiko
	Jordskred	470 - 920 Lokalvei S for V påhugg Vatlandstunnelen	Kupert terreng begrenser utløpslengde.	Akseptabel risiko
Vatlandstunnelen SØ påhugg	Steinsprang	7350	Påhugget må gås over ved anleggsgjennomføring og eventuelle løse blokker må renskes eller sikres.	Tiltak må utføres for å oppnå akseptabel risiko, ved påhugget til tunnelen
		7240-7300	Stort bergparti med avløst baksprekk. Stabil pga. fot i løsmasser. Totalstabiliteten er vurdert som OK, så lenge løsmassene ikke fjernes. Enkelte mindre blokker må boltesikres	Tiltak må utføres for å oppnå akseptabel risiko
		7080-7210	Svaberg med enkelte løse partier. Nedfall vil havne i grøften og vurderes som OK.	Akseptabel risiko

Område	Skredtype	Profilnummer hovedlinje	Vurderinger og anbefalinger	Vurdering av risiko for veien etter bygging
	Snøskred	6850 - 7350	For små og/eller bratte løsneområder for snøakkumulering, mye vegetasjon	Akseptabel risiko
		6400 - 6600	For små og/eller bratte løsneområder for snøakkumulering, mye vegetasjon	Akseptabel risiko
	Jord- og flomskred	7140-7300	Store bergblokker, men lite løsmasser tilgjengelig for erosjon, avgrenset av steile bergvegger på hver kant. Viktig med godt dimensjonerte kulverter.	Akseptabel risiko
	Jordskred	6930-7010	Mye vegetasjon, lite tegn til erosjon, store blokker og slakt terreng.	Akseptabel risiko
Tjomslan dsvann og Dyblevan n	Snøskred	5050 - 5700	For bratt, og få og små reelle løsneområder.	Akseptabel risiko
		4100 - 4320	Overliggende terreng skal graves av og/eller etableres med stabil skråning. Dersom den avgravde bergoverflaten heller mer enn 27° må snøskredfare vurderes etter avgraving. Løsmasseskråninger må etableres med helning under 27°. Det kan bli aktuelt med enkelte støtteforebygninger dersom endelig terreng blir bratt.	Tiltak må utføres for å oppnå akseptabel risiko/må vurderes i anleggsfasen

Område	Skredtype	Profilnummer hovedlinje	Vurderinger og anbefalinger	Vurdering av risiko for veien etter bygging
	Jordskred	5850-6000	Konveks kolle med potensiale for mindre utglidninger. Begrenset med vanntilførsel, og eventuelle skredutløp vil bli korte. Generelt viktig med gode grøfter langs overliggende skogsbilveier.	Akseptabel risiko.
		3950-4825	Stor løsmasseskråning. Nylig avskoget, helning opp mot 30°, skal etableres store løsmasseskråninger. Tiltak som støttemurer, plastring av dreneringsløp, utslaking av helning, gode kulverter i deler eller hele området.	Tiltak må utføres for å oppnå akseptabel risiko.
	Steinsprang	4100 - 4320	Enkelte mindre bergknauser har avløste blokker. Må renskes/sikres. Frigravd bergside må også vurderes for steinsprang.	Tiltak må utføres for å oppnå akseptabel risiko/må vurderes i anleggsfasen
Høyland	Jordskred	1550-1700	Tett vegetert, lite vann og store steinblokker.	Akseptabel risiko
Ytre Eikeland (Område ikke nærmere omtalt i	Steinsprang	350-450	Bratt sideterreng (60-90°) opp til ca. 23 m over veilinjen på høyre side, med fare for steinsprang. Må gås over og renskes og/eller sikres med bolter/nett.	Tiltak må utføres for å oppnå akseptabel risiko

Område	Skredtype	Profilnummer hovedlinje	Vurderinger og anbefalinger	Vurdering av risiko for veien etter bygging
rapporten)				
Åsefjell (Område ikke nærmere omtalt i rapporten)	Steinsprang	-350 - -100	Bergskrent, ca. 30 m høy. Ca. 20 m til fyllingsfot. Overhengende avløste blokker. Vil ikke ha utløp til veilinjene, se også modelleringer i vedlegg. Vei på fylling gir ekstra sikkerhet.	Akseptabel risiko

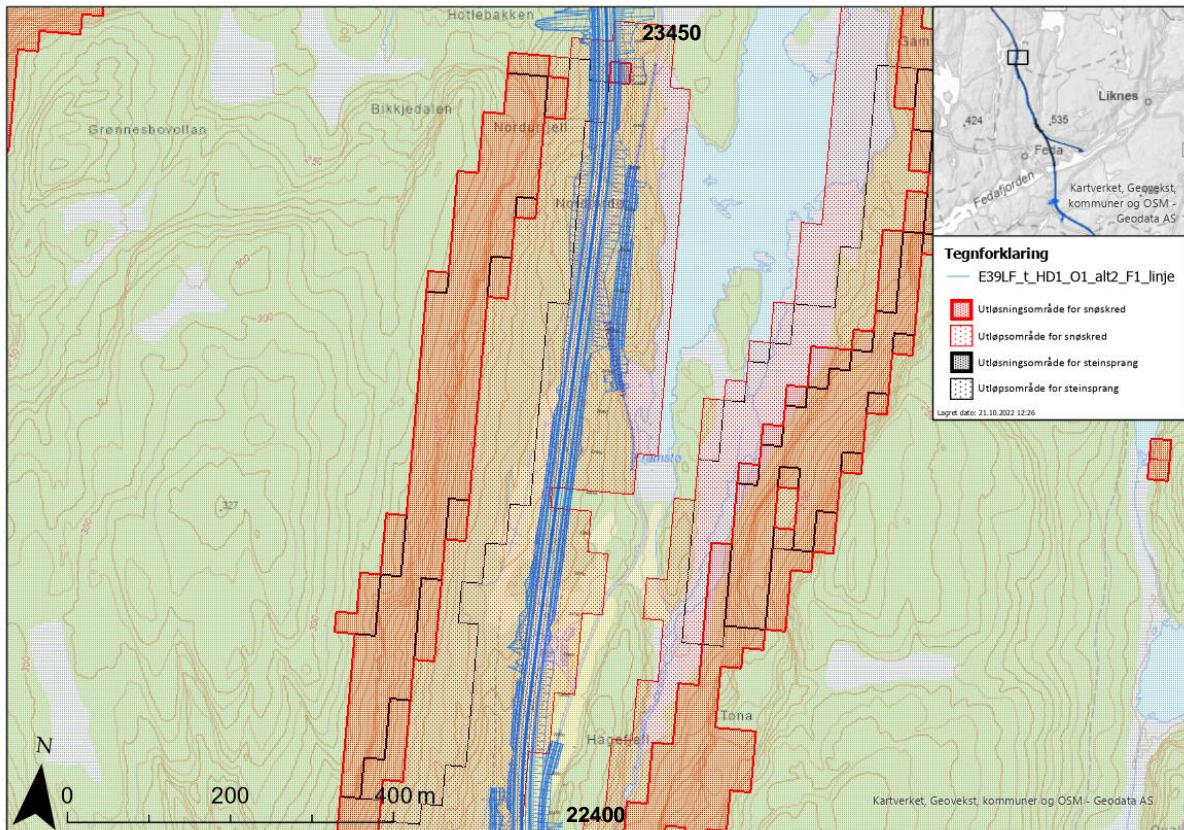


Figur 13: Oversiktskart med utarbeidede hensynssoner for skred i rosa polygoner.

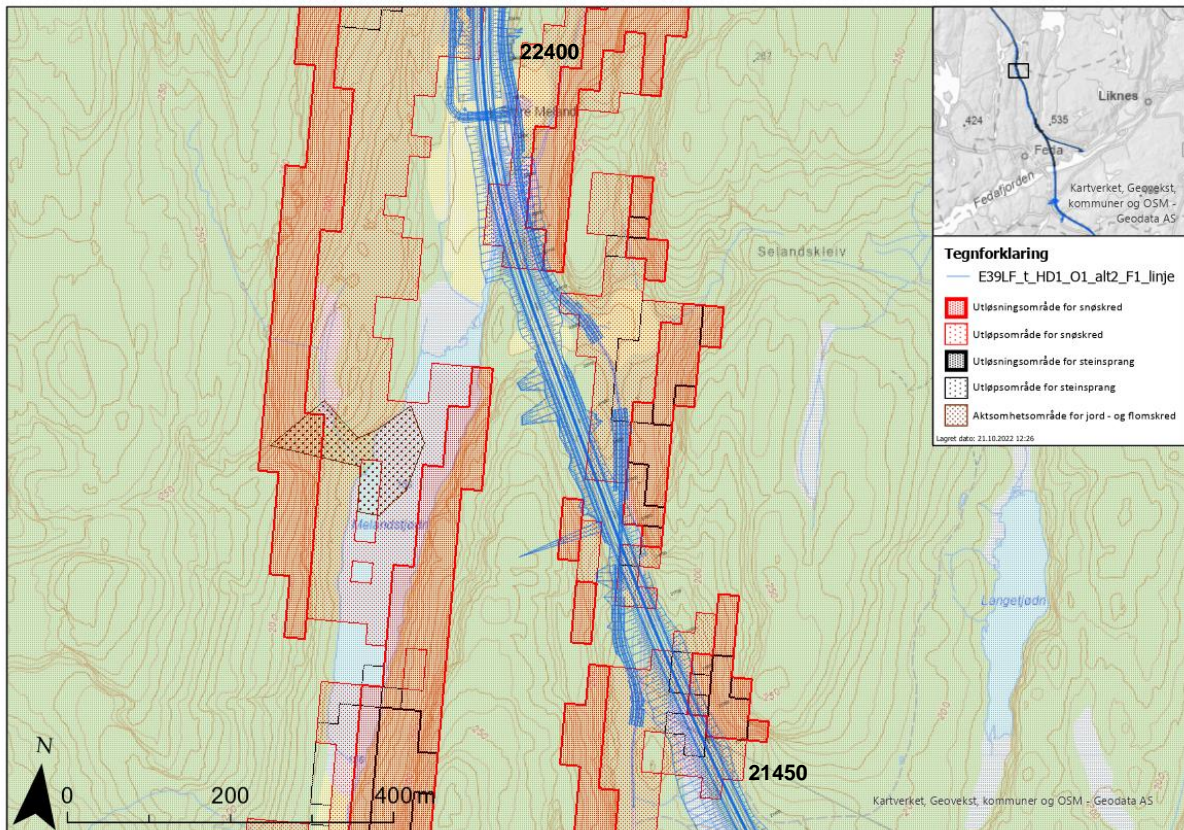
4 Meland

4.1 Kart og bilder

Ved Meland ligger veien delvis innenfor aktsomhetsområdet for steinsprang og snøskred, som vist i Figur 14 og Figur 15. Område Meland strekker seg ca. mellom profil nr. 21450 – 23450.



Figur 14: Oversiktskart for Meland nord som viser NVEs aktsomhetsområder for de ulike skredtypene i bratt terreng.



Figur 15: Oversiktskart for Meland sør som viser NVEs aktsomhetsområder for de ulike skredtypene i bratt terreng.



Figur 16: Oversiktsbilde tatt mot N-NV. Viser området omtalt som nordlig del. Veien er planlagt over jordet, delvis på fylling, og i skjæring nord for jordet.



Figur 17: Urblokker nedenfor bergside i nordlig del.



Figur 18: Nordlig del av påvirkningsområdet. Bilde tatt mot vest, sett ovenfra.



Figur 19: Nordlig område, viser bergsiden, med ur nedenfor.



Figur 20: Oversiktsbilde tatt mot sør. Område omtalt som midtre del skimtes helt til venstre i bildet, bak husene.



Figur 21: Midtre del av påvirkningsområdet. Bilde tatt mot SV.



Figur 22: Midtre del av kartleggingsområdet. Bilde tatt mot nord. Viser bekken og bergside mot øst.



Figur 23: Ny sidevei planlegges langsmed eksisterende vei.



Figur 24: Sørlig del. Ny hovedvei og sidevei legges langsmed eksisterende vei. Bilde tatt mot NV. Foto: Google street view.



Figur 25: Antatt elveavsatt materiale, nedenfor steilere bergknaus. Bilde tatt i sør, ved profil 21500, retning øst.

4.2 Områdebeskrivelse og observasjoner

I området ved Meland ligger den planlagte traséen langsmed en nord-sørgående dal, avgrenset av steile bergsider i øst og i vest. Det vurderte området kan deles i tre deler.

- Den nordlige delen ligger fra ca. profil 22400-23450, og påvirkes av skredfare fra vest.
- Den midtre delen påvirkes av skredfare fra en mindre bergknaus i øst, profil ca. 22000-22400.
- Den sørligste delen påvirkes av skredfare fra mindre bergknauser i øst, profil ca. 21450-22000.

I nord er det en steil bergvegg i vest som er ca. 30-50 m høy, se Figur 16 - Figur 18. Det er store urblokker nedenfor bergsiden, se Figur 17. Ellers er dalbunnen relativt flat, med dyrket mark og en grusvei som følger gjennom dalen, samt noe berg i dagen. Foten av uren strekker seg ca. 60-80 m ut fra fjellsiden. Blokkene er av stor størrelse, opp mot 10x10 m. Uren er mosegrodd og bevokst med trær og busker. På oversiden av den steile bergsiden flater berget ut, og er vegetasjonsdekket med furutrær.

I den midtre delen av området følger det en bratt bergknaus, som er ca. 15 m høy, se Figur 20 - Figur 22. Det renner en større bekk gjennom østlig side av dalen som delvis følger et elvegjel med berg langsmed sidene og delvis på morenemasser og mindre nedgravd i terrenget, se Figur 22. Det er lite urblokker nedenfor denne bergknausen.

Den sørlige delen preges av mindre og til dels bratte bergknauser. Det er observert et tykt løsmassedekke i dalbunnen, antatte fluviale avsetninger, se Figur 25.

4.3 Skredfarevurdering

Steinsprang: Den nordlige delen av veien (profil 22400-23450) berøres av aktsomhetsområde for snøskred og steinsprang. I dette området ligger det urblokker langsmed hele den steile bergsiden. Bergveggen er massiv og har lite sprekker, men har eksfoliasjonssprekker som ligger parallelt med veggen. I kombinasjon med et horisontalt sprekkesett danner dette enkelte store overhengende blokker, som potensielt kan løsne dersom de er avløste i bakkant. Det er ikke synlige tegn til skredaktivitet i form av ferske steinsprangavsetninger eller skader på vegetasjon, men steinsprang kan ikke utelukkes. Under arbeidet med foreliggende rapport ble veitraséen flyttet så langt østover som mulig i dette området, for å redusere faren for at steinsprang skal nå veien.

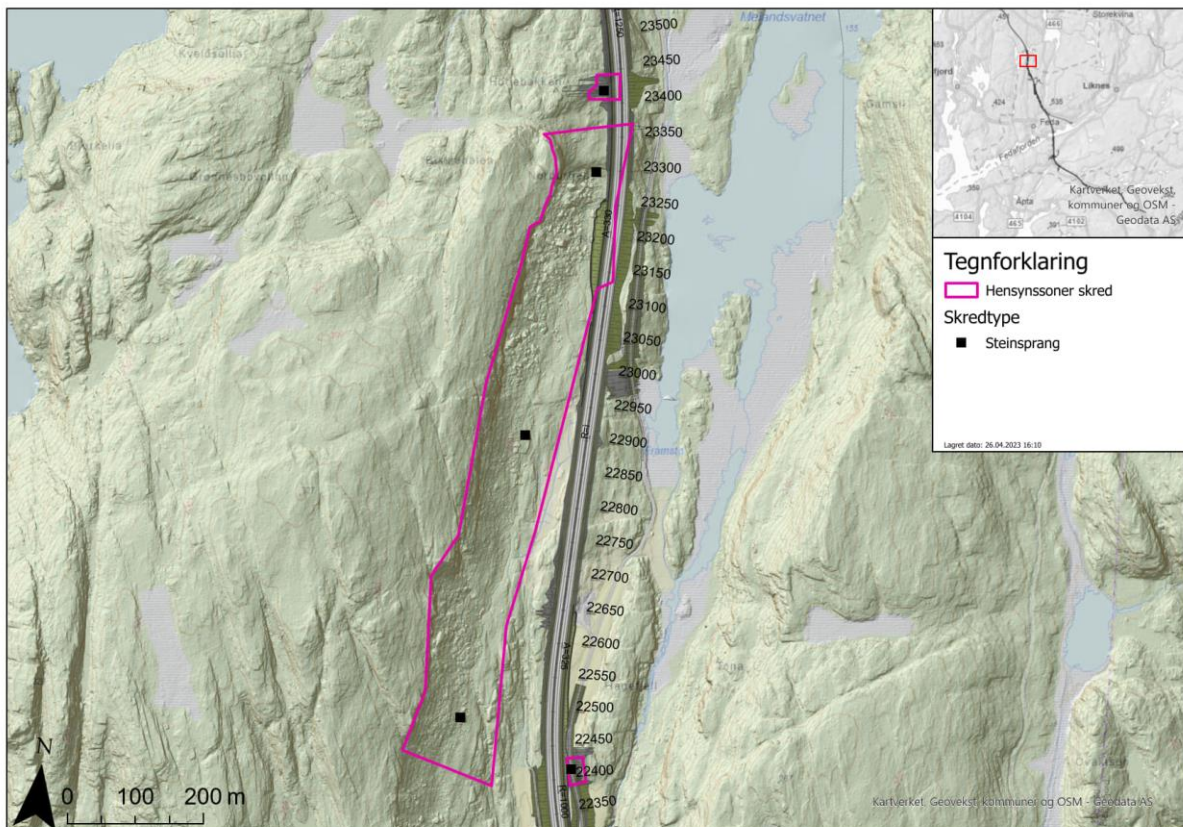
Det er utført steinsprangmodelleringer med Rockyfor3D og RocFall2 for å vurdere utløpslengde på steinsprang. Rockyfor3D analysene er gjort med opprinnelig terreng, mens RocFall2 analysene er gjort med planlagt fylling/skjæring. Analysene viser at bergblokker i all hovedsak vil stoppe i uren, og noen vil kunne nå ned til jordet, eller tilsvarende lengde. Skalerte analyser i RocFall2 vurderes å gi et mest realistisk bilde, ettersom blokkutløpet i større grad samsvarer med plasseringen av uren, se Vedlegg 2.

Nord i det nordlige området, ved profil 23250-23400, er veien planlagt med skjæring. Her er avstanden fra bergsiden også kortest (ca. 70-80 m). I dette området kan steinsprang ha potensiale for å nå veien, og det må utføres tiltak for å redusere risikoen. Fra 23250 og sørover vurderes det at veien ligger med god nok avstand til bergskrenten i vest, og på fylling som bidrar til å dempe blokkutløp, slik at det ikke er potensiale for utløp til veien. Det er også et kortere parti på østlig side av veien, profil 22400-22440 som har bratt sideterreng (ca. 80°) i opptil 10-12 høydemeter fra skjæring, hvor det kan komme ned mindre blokk.

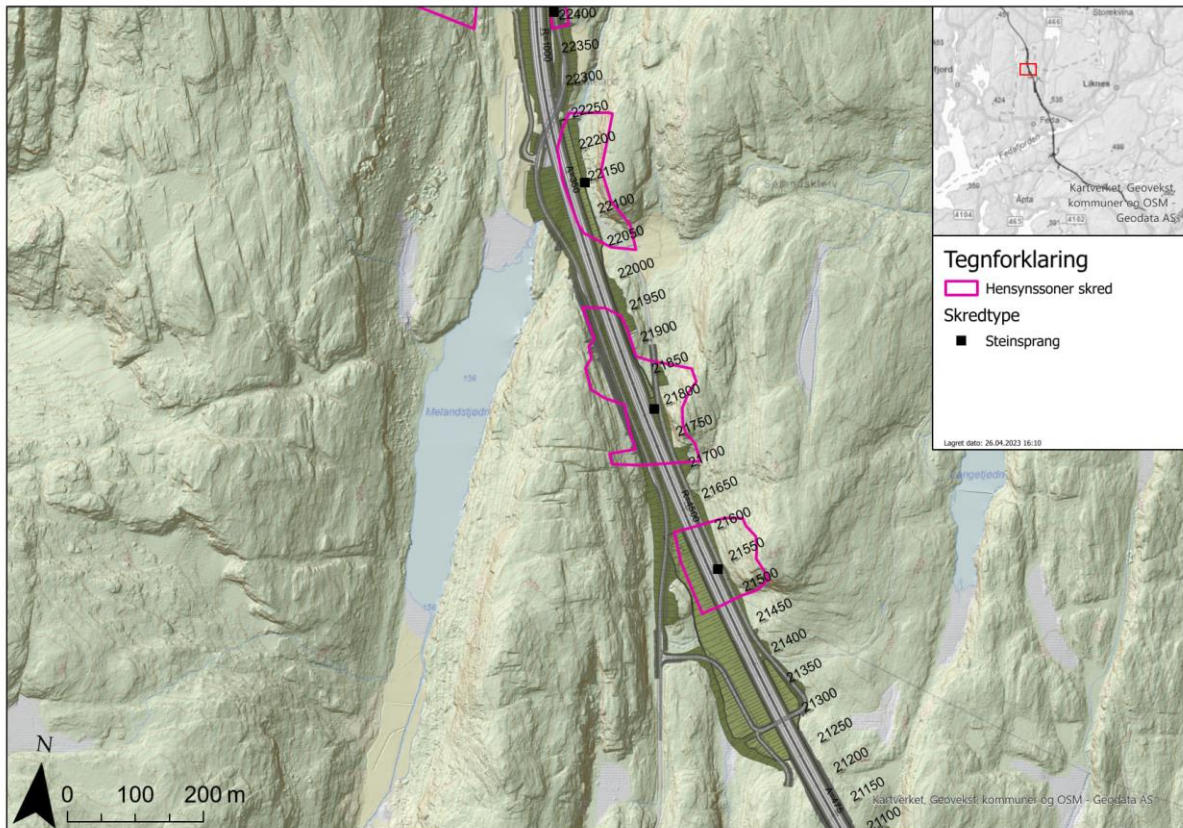
Ved den midtre delen, profil 22050 - 22170 vurderes det at sideveien kan nås av steinsprang fra bergsiden i øst. Dette gjelder sideveien profil 150-270 se Figur 21 - Figur 23. Berget er massivt, men kan ha enkelte avløste blokker.

I den sørlige delen, mellom profil 21450 – 22000 er det flere bratte bergknauser som kan gi mindre steinsprang. Her må skredfare fra både østlig og vestlig side vurderes i detalj. Ved profil 21850 til 22000, på vestsiden av veien er berget terrassert og med horisontal lagdeling. På østsiden av veien, profil 21750 til 21800 er det bratt med noen få avløste blokker, Det er lite ur, noe som indikerer lav steinsprangaktivitet. Ved profil 21550, se Figur 25, er det enkelte flak som kan være avløste oppe i siden. Det er enkelte blokker nedenfor uren, men dette kan også være moreneavsatte blokker, basert på sporadisk plassering.

Snøskred: Stedene som er avmerket i aktsomhetskartene for løснеområder for snøskred er svært bratte, gjerne 50° og brattere. Her vil det ikke legges seg store mengder snø, og snø vil skli av berget før det akkumuleres i stor grad. På de mellomliggende platåene, eller på toppen av skråningene er helningen i stor grad mindre enn 27°, og det er ikke reell fare for utløsning av snøskred. Dersom det mot formodning skulle løses ut mindre skred fra oversiden av skrentene vil disse gå rett ned og raskt miste energi og dermed få kort utløp. Det vurderes derfor at det er akseptabel risiko for snøskred i området.



Figur 26: Skred hensynssoner for Meland nord. Hensynssoner gjelder skredfare >1/1000.



Figur 27: Skred hensynssoner for Meland midt og sør. Hensynssoner gjelder skredfare >1/1000.

4.4 Sikringsbehov

Det er flere plasser der det må gjøres sikringstiltak mot steinsprang i området ved Meland.

Steinsprang:

Den nordlige delen av veien: En del av traséen (profil 22400-23450) skal legges på en høy fylling, ca. 7 m som vil gi økt sikkerhet mot skred, ettersom denne i stor grad vil fungere som en stoppvoll. Ved veien vil eventuelle blokker ha lav energi, ettersom dette er langt fra bergveggen, og det skal lite til for å stoppe blokkbevegelsen.

Ved profil 23400-23450 vestlig side av veien er det bratt sideterreng som må gås over og renskes, evt. boltes eller nettes.

Ved profil 23250-23350 vestlig side må det forventes behov for tynge bergsikring. Før sikring må bergsiden gås over i detalj, fra tau og/eller ved bruk av drone for å få en detaljert oversikt over eventuelle løse blokker. Det kan være anleggsteknisk utfordrende å gjøre tiltak med stag, bolter etc. oppe i siden og det kan derfor være med aktuelt med fanggjerder, eventuelt en opphøyd voll som plasseres nedenfor urfoten. Nødvendig lengde på et fanggjerde/voll anslås til 50-100 m. Analyser utført i RocFall2 anslår nødvendig kapasitet på ca. 200-300 kJ for å stoppe blokker på 3 m³, se også Vedlegg 2.

Anslått nødvendig høyde er 3 m. Det er lave energier, og det kan derfor også være aktuelt å etablere en voll med bratt støtside, istedenfor fanggjerd. Det er god plass til å etablere begge sikringsformer. Det bør imidlertid utføres en kost-nytte-analyse av ulike sikringstiltak, når man har en bedre oversikt over evt. omfang på hva som må sikres.

Det er ikke behov for bergsikring i den vestlige bergskrenten fra profil 23250 og sørover. Dersom veien endres og legges på fylling lavere enn 5 m fra opprinnelig terreng, må det imidlertid utføres sikringstiltak. Aktuelle sikringstiltak vil være tilsvarende som for lenger nord.

Et kortere parti på østlig side av veien, mellom profil 22400 - 22440 må gås over og renskes og evt. sikres med bolter og/eller nett.

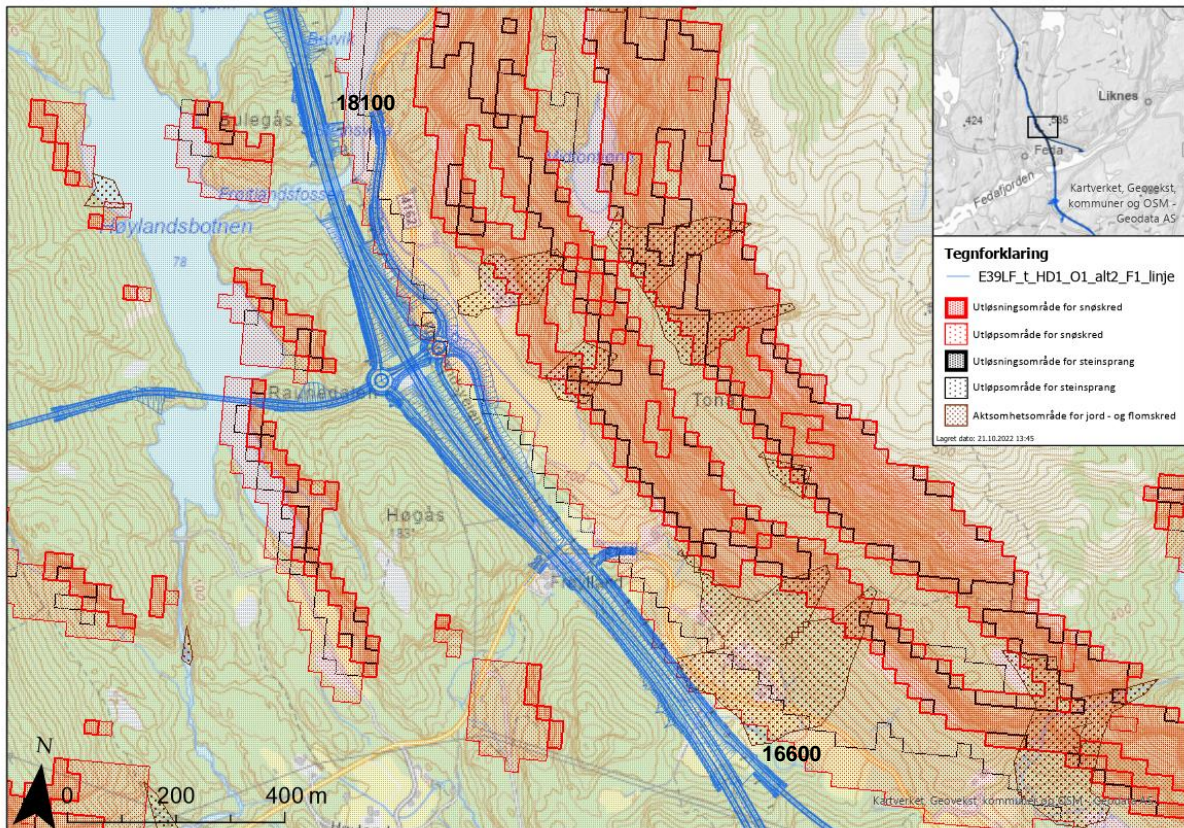
Ved den midtre delen, profil 22050 -22170 er det behov for noe steinsprangsikring i form av rensk, bolter og eventuelt nett.

I den sørlige delen, mellom profil 21450 - 21950 er det behov for noe bergsikring av løse blokker. Ved profil 21850 til 22000, på vestsiden av veien er det mest sannsynlig tilstrekkelig med rensk av løse blokker, men bergsiden må gås over i detalj, ettersom steinsprang har potensiale til å nå veien. Ved profil 21750 til 21800, på østsiden av veien, må siden gås over og renskes for løse blokker. Ved profil 21550 må de avløste flakene vurderes om de skal boltes. I dette området kan det og være nødvendig å kutte enkelte trær som kan gi rotsprengning over tid. Tett skog vil imidlertid begrense utløpslengde. I tillegg legges veien på fylling, noe som gir en ekstra sikkerhet.

5 Frøymland

5.1 Kart og bilder

På Frøymland ligger deler av veien og/eller sideveien innenfor NVEs aktsomhetsområde for steinsprang, snøskred og jord- og flomskred. Område Frøymland strekker seg ca. mellom profil nr. 16600-18100.



Figur 28: Oversiktskart for Frøymland som viser NVEs aktsomhetsområder for de ulike skredtypene i bratt terreng.



Figur 29: Bildet er hentet fra Google street view og gir et oversiktsbilde av brattsiden opp mot toppen «Veden»535 moh. Bilde tatt fra veien, mot NØ.



Figur 30: Bilde tatt retning NV. Viser store blokkavsetninger på jordet, og urfot tettere på siden.



Figur 31: Bilde tatt nord i påvirkningsområdet, mot SØ. Viser overhengende blokker.



Figur 32: Bilde tatt mot NV, ved planlagt vestlig rundkjøring.

5.2 Områdebeskrivelse og observasjoner

Ved Frøytland går det en bratt fjellside langsmed NØ-siden av planlagt vei. Fjelltoppen ovenfor fjellsiden betegnes Veden og er 535 moh. Fjellsiden har en terrassert topografi, med to tydelige bratte skråninger med helning i all hovedsak over 60°, med en mellomliggende flat hylle, se Figur 30. Nedenfor fjellsiden ligger det jorder og noe bebyggelse. Det er enkelte oppstikkende bergknauser på jordene, som antyder kort dybde til berg. På NVEs løsmassekart er det registrert tynt morenemateriale på jordene, samt skredmateriale nedenfor og langs med fjellsiden. Skredmaterialet er tydelig i form av store bergblokker på jordene, 7-8 m i diameter, samt urskråninger tett inntil fjellsiden. Det er og urblokker på de mellomliggende hyllene. Det antas at eldre skredmateriale er fjernet ved rydding av jordene for stein.

Helt nord i området, profil 17950-18100 (380-500 sidevei), skal ny tilkomstvei kobles på eksisterende vei, se Figur 31. Her ligger veien tett opptil en eldre bergskjæring, med enkelte avløste, overhengende blokker.

Mot rundkjøringen i vest, ved Raundalen, ligger den planlagte veien tett opptil en bratt side. Denne er massiv med enkelte avløste flak, se Figur 32.

Det er hovedsakelig tre områder hvor vann drenerer. Områdene samsvarer med NVEs aktsomhetsområde som er avmerket for jordskred. Dreneringsområdet begrenser seg til heien ovenfor, og er derfor av relativt liten størrelse.

5.3 Skredfarevurdering

Snøskred: Terrenget består av steile bergsider som er bratte, >60°. Det vil derfor ikke legge seg særlig med snø i avmerkede potensielle løsneområder for snøskred. I tillegg er bergsiden ovenfor de steile partiene tett vegetert, noe som vil binde snødekket, samt forhindre snødrift. Eventuelle mindre mengder snø som løsner fra disse områdene, vil ikke kunne ha utløp til planlagt vei da det bare vil falle rett ned.

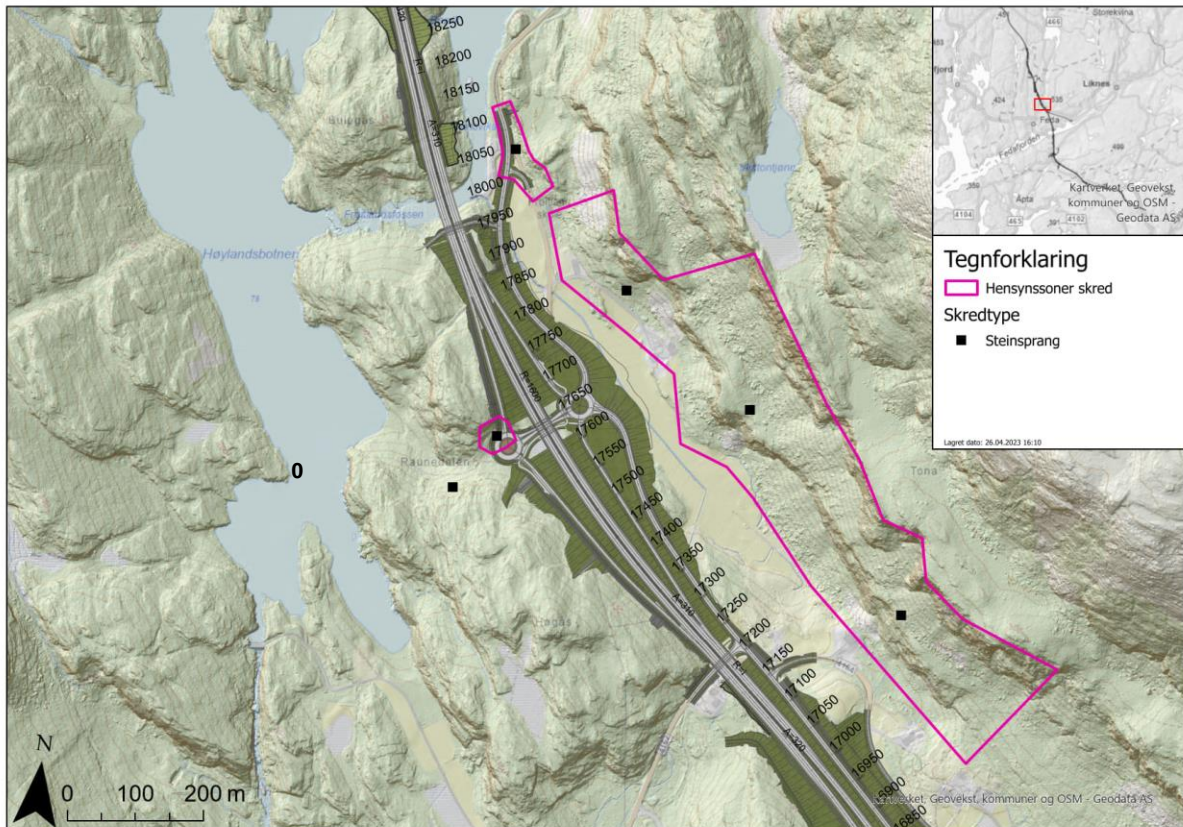
Steinsprang: Det vurderes at det kan forekomme steinsprang fra fjellsiden i øst, men de fleste av eventuelle blokker vil stoppe ved urfoten eller rett utenfor den. Urfoten ligger ca. 60-70 meter fra fjellsiden. De flate jordene vil i stor grad begrense utløpslengden. Dette bekreftes også av modelleringer av utløpslengde i Rockyfor3d, se Vedlegg 1.

Bergskjæringen i nord, profil 17950-18100 (380-500 sidevei), har noe overhengende bergblokker med ugunstig sprekkesett. Det er registrert en steinspranghendelse på veien i dette området i 2021.

Ved planlagt vestlig rundkjøring ved Raundalen (profil 0) er det en bratt skrent med enkelte avløste blokker.

Jordskred: I aktsomhetskartet for jord- og flomskred er det markert aktsomhetsområde for jordskred ved tre områder ved Frøytland. Foten av aktsomhetsområdet ligger enkelte steder så vidt inntil planlagt veitrasé, men når ikke over. Det er ingen tegn til jordskredavsetninger på skyggerelieffkart. Det er mye trær og vegetasjon på de flate

platåene. Trær og vegetasjon vil også binde mye vann. Det er begrenset med løsmasser i siden, og disse består hovedsakelig av bergblokker som krever store vannmengder for å mobiliseres. Det vurderes derfor ikke som reell fare for denne skredtypen mot planlagt vei.



Figur 33: Kart med hensynssoner Frøyland. Hensynssoner gjelder skredfare >1/1000.

5.4 Sikringsbehov

I området ved Frøyland er det behov for sikring mot steinsprang.

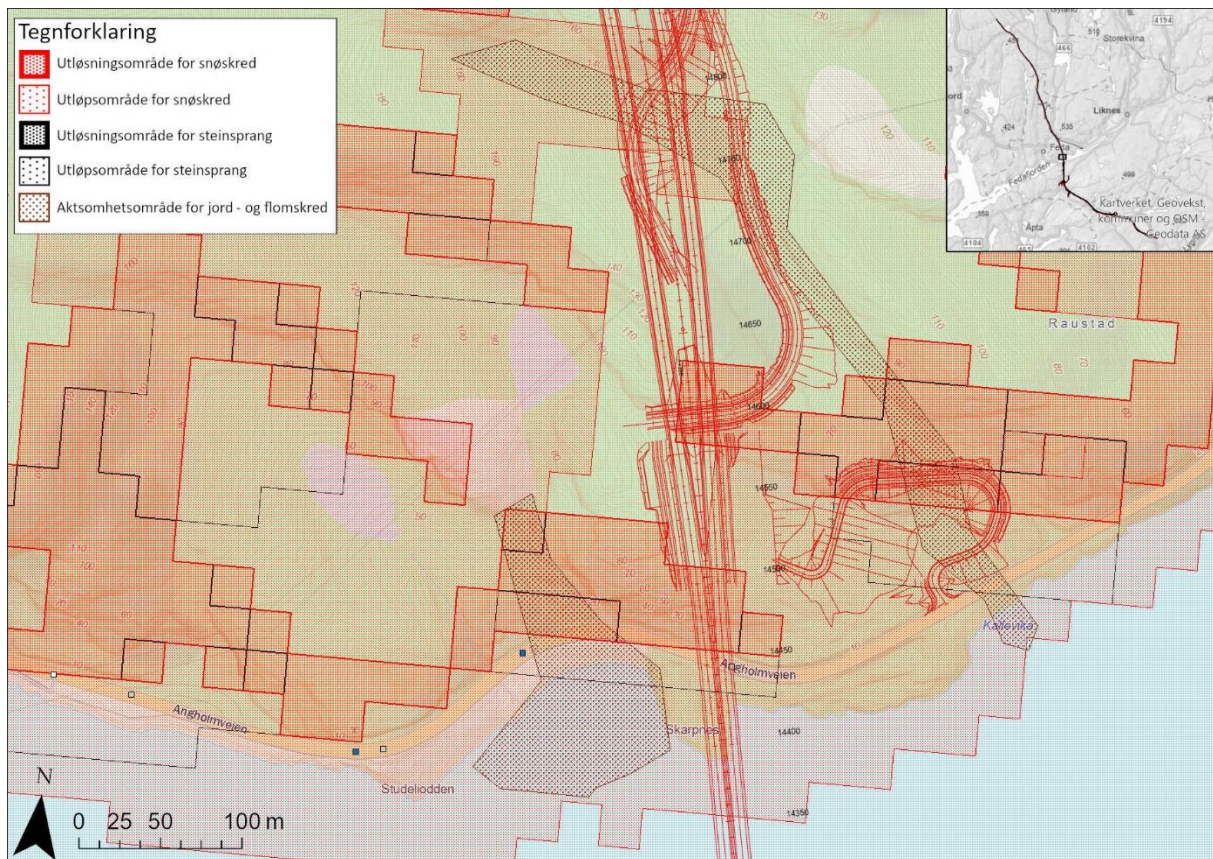
Steinsprang: Ved bergskjæringen i nord, profil 17950-18100 (380-500 sidevei) må det gås over og renske/sikres ved anleggsgjennomføring. Dersom det påvises større, overhengende blokker som er utfordrende å sikre kan det bli aktuelt å sprengde de ned. Sideveien skal kun sikres for skredsannsynlighet <1/50 og det tillates derfor lavere sikkerhet på denne strekningen. Skjæringen har i dag noe bergsikring i form av bergbolter.

Ved planlagt vestlig rundkjøring ved Raundalen (profil 0) er det nødvendig med bergsikringstiltak i bergskrenten rett ovenfor rundkjøringen, i form av rensk og bolt.

6 Fedafjorden nord, sørlig påhugg Refstiheitunnelen

6.1 Kart og bilder

Refstiheitunnelens sørlige påhugg, som ligger på nordsiden av Fedafjorden, dekkes av aktsomhetsområde for snøskred og steinskred. Dette området strekker seg mellom profil 14450 - 14600. Det skal og etableres brufundamenter på bergkollen som ligger ut mot fjorden, samt ett brufundament på eksisterende fylkesvei. Flere bilder er gitt i Vedlegg 5.



Figur 34: Oversiktskart for Fedafjorden nord som viser NVEs aktsomhetsområder for de ulike skredtypene. Kart datert mars 2023.



Figur 35: Påhugget slik det er vist i 3D modell. Sett mot nordvest. Skredfare for anleggsveier er ikke vurdert. Broa er vist som nettverksbuebro men kan også bygges som hengebro. Fundamenter for broa planlegges vertikale, og plassert der fylkesveien går i dag. Fylkesveien legges om ved behov, og etableres i skråningen nedenfor tunnelpåhugg.



Figur 36: Påhugg legges i kollen, nedenfor høyspentlinjen. Påhugg omtrentlig avmerket med omriss.



Figur 37: Fylkesveien legges inn i denne siden, og brukar etableres på eksisterende fylkesvei, i tillegg til ute på Skarpneset.



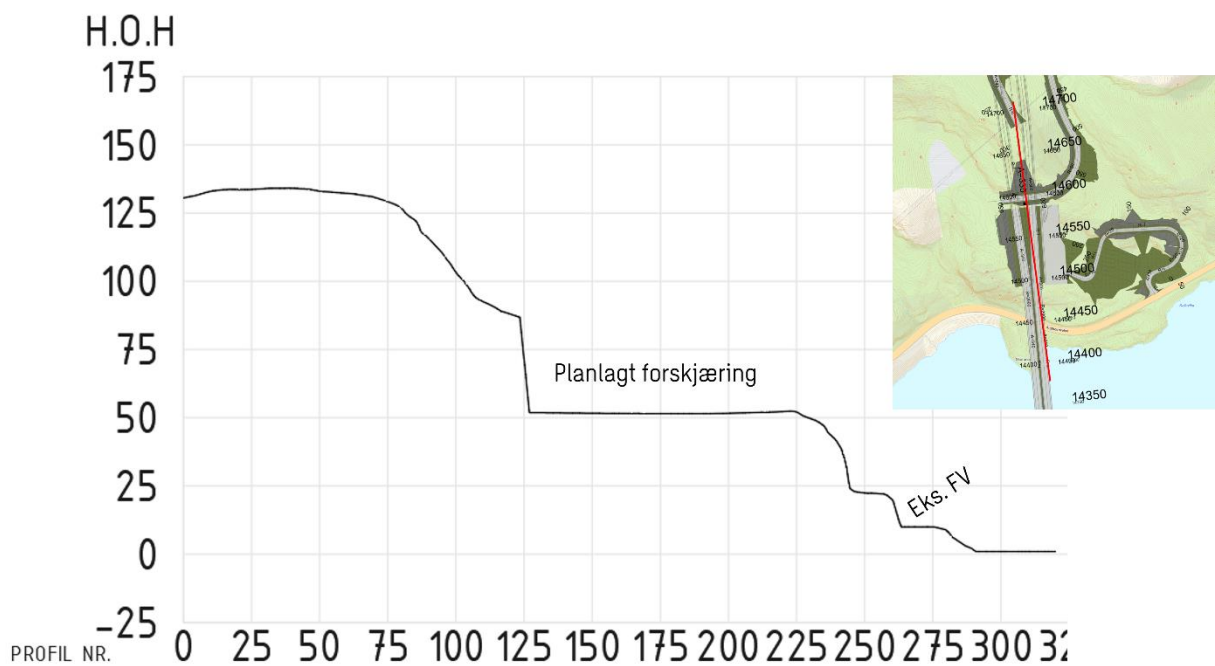
Figur 38: Parti vest for planlagt trasé.



Figur 39: Samme parti som i Figur 38, markert med mulig glideplan.



Figur 40: Bergblotning ovenfor påhugg, med steilt sprekkesett.



Figur 41: Snitt som viser plassering forskjæring og eksisterende fylkesvei.

6.2 Områdebeskrivelse og observasjoner

Fedafjorden skal krysses med en bro som går inn i tunnel på både nordsiden og sørsiden av fjorden. På nordsiden fortsetter tunnelen inn i Refstiheitunnelen.

Det sørlige påhugget til Refstiheitunnelen legges i en bratt kolle på ca. kote 80, se Figur 36. Skrenten som påhugget legges i består av svært massivt skuret berg, som strekker seg ca. 60-80 m ovenfor påhugget. Det er ellers tynt løsmassedekke eller bart berg i området, med unntak av rett foran påhugget. Her er det et søkk i terrenget med løsmasser i bunn. Det er vann/fukt langs bunn av kløften. Dreneringsveier følger på nedsidene av påhugget. Det vil bli en ca. 30 m høy skjæring mot vest, og det må forventes vannsig fra overliggende terreng her. Terrengoverdekningen rett innenfor påhugget er 25-30 m.

Eksisterende fylkesvei skal legges om og det etableres et vertikalt brufundament der fylkesveien ligger i dag. Fylkesveien legges inn i bergsiden ovenfor, slik at en del av bergsiden sprenges bort, se området dette gjelder i Figur 37.

Det er og planlagt brufundamenter på bergodden som ligger ut mot fjorden. Dette ligger med en avstand på ca. 60 m fra eksisterende vei og bergside.

6.3 Skredfarevurdering

Steinsprang: Det er ingen tydelig ur nedenfor kollen der tunnelpåhugget skal etableres. Berget er svært massivt med lite oppsprekking. Det er ikke registrert løst berg som kan rase ned, men det er ett sprekkesett som ligger tilnærmet parallelt med påhuggsflaten, hvor det kan være avløste blokker som kan kreve sikring, se Figur 40. Det er ellers massivt berg i området.

Rett vest for Skarpneset og planlagt tunnelinnslag er det et større bergparti, ca. 30 m høyde, som kan være ustabil, se Figur 38 og 39. Det skal sprenges mye i området for etablering av tunnel og bro, og rystelser fra anleggsarbeidet kan framprovosere åpning av sprekker og nedfall. Dette kan skade eksisterende fylkesvei og/eller anleggsarbeidet under bygging. Bergpartiet er massivt med sprekker som går parallelt med skjæringen, samt sprekker som faller diagonalt, inn i bergsiden. Spekkesettene er utholdende over flere meter som gir et massivt berg. Dette kan gi potensiale for større partier som kan komme ned. Flere av partiene som synes avløste har imidlertid fot i underkant og står stabilt, eller sprekkesettene har ikke utgående i skråningen, som forhindrer utglidning. Det er ur nedenfor som tilsier at det er noe bevegelse i partiet. Det forventes at partiet må sikres for å opprettholde detaljstabilitet.

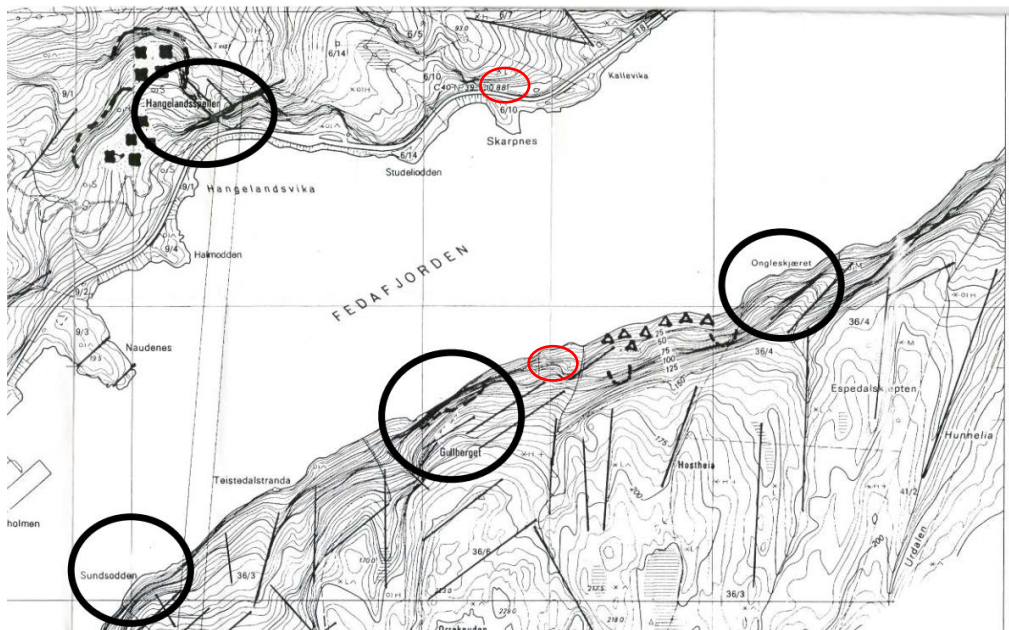
I samme bergparti er det et plan i bakkant av hele partiet som kan fungere som et glideplan for et større parti, se Figur 39. Planet synes å gå innover i skråningen og således ikke ha utgående i dagen. Det må imidlertid gjøres en grundigere vurdering på om planet har utgående i dagen og om det er potensiale for en større utglidning, ved generering av rystelser fra sprengningsarbeidet.

Der eksisterende fylkesvei skal legges om, rett nedenfor tunnelpåhugget er det kun identifisert enkelte mindre avløste blokker. Berget er mer terrassert i dette området, uten overhengende partier, se Figur 37.

Fjellskred/steinskred: NGU utførte i 1998 og 2008 kartlegging av fjellskred langs Fedafjorden [16] og [17]. Det ble da lokalisert flere potensielt ustabile bergpartier i nærliggende områder som har potensiale for å skape steinskred og/eller fjellskred. Ingen av påhuggene ved Fedafjorden ligger innenfor påpekte områder, men det nevnes at det potensielt øker steinsprangaktivitet langs hele Fedafjorden.

Det ble registrert potensielle utløsningsområder ved Ongleskjæret og Gullberget, som ligger på hhv. østsiden og vestsiden av tunnelpåhugget på sørsiden av Fedafjorden, se Figur 28. Det er også i NGUs rapport fra 2008 pekt på enkelte objekt på nordsiden av Fedafjorden, område Breivika ca. 1 km nordøst for planlagt tunnelpåhugg på nordsiden av fjorden. I tillegg er det påpekt et område ved Hangelandsvika «Speilen» ca. 1 km nordvest for påhugg på samme side av fjorden. Det ble konkludert med at det ikke er fare for større fjellskred i disse områdene, men høy sprekketetthet gjør at det er stor fare for økt steinsprang. Lagdelingen i fjellet skråner her ikke ut mot fjorden. Det er ikke sett noen bevegelse på berget i InSar Norge, og det er heller ikke avmerket i NVE Atlas for noen ustabile fjellpartier eller fjellpartier med overvåking.

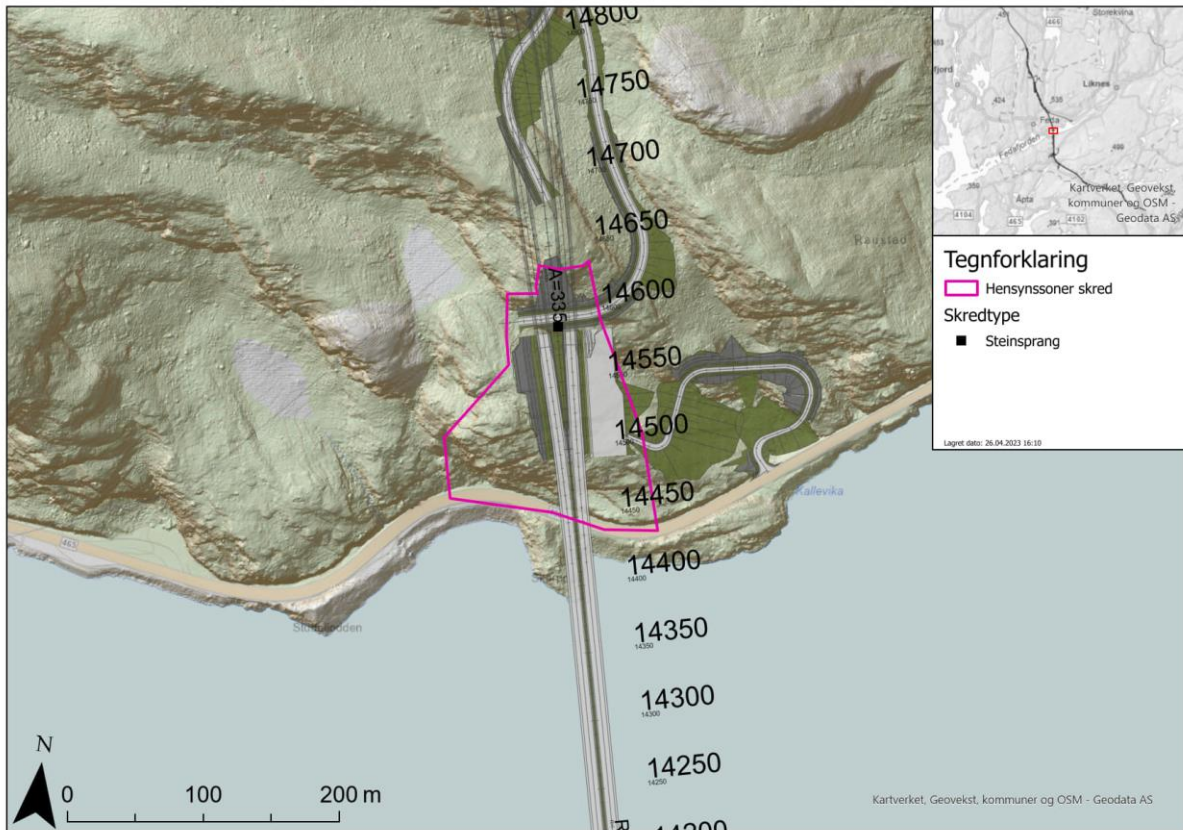
Dersom det skulle oppstå et eventuelt fjellskred eller større steinskred fra noen av de aktuelle områdene vil det kunne dannes en flodbølge når skredet treffer vannflaten i fjorden. Fjorden er relativt dyp, >70 m, men smal. NGI har tidligere gjort en vurdering av flodbølger mot bebyggelse i Fedafjorden (Glimsdal og Harbitz, 2006 i [17]). Det ble konkludert med at slike skred ikke vil medføre vesentlige konsekvenser for verken Feda eller Kvina Verft ved Angholmen. Det er lite som tyder på større ustabile fjellpartier i området i dag, og dermed vurderes flodbølgeproblematikken som ikke relevant mhp. den sannsynligheten som kreves for prosjektet.



Figur 42: Potensielle områder for fjellskred kartlagt av NGU i 2008 [17]. Tunnelpåhugg vist omtrentlig med rød markering. Urmasser er vist med trekkanter. Linjer indikerer fremtredende sprekker.

Snøskred: Området dekkes av løsneområde eller utløpsområde for snøskred. I området er det flere bratte partier som er for bratte til å samle tilstrekkelig snø. Det er begrenset utstrekning på slakere løsneområder (<20x20 m) og det er mye vegetasjon og furutrær som vil binde snødekket. I tillegg gir klimaet i området generelt lav sannsynlighet for snøskred, og området ligger ned mot havnivå der det generelt vil ligge lite snø.

Jord- og flomskred: Det er i NVEs aktsomhetskart ikke avmerket for jord- og flomskred i de berørte områdene. Det er et mindre myrområde nordvest for påhugget. Drenering fra dette myrområdet går ned sørvest for påhugget. Det vurderes ikke som fare for jord- og flomskred der ettersom terrenget er tilnærmet flatt, men eventuelle endringer i terrenget og endringer i vannveier ved etablering av påhuggene kan påvirke stabiliteten. Det er spesielt viktig å ha kontroll på vannet i området, så det ikke skapes oppstuvninger eller vann det tidligere ikke har vært vann.



Figur 43: Hensynssoner skred. Hensynssoner gjelder skredfare $>1/1000$.

6.4 Sikringsbehov

Ved Fedafjorden nord er det behov for sikring mot steinsprang og vannhåndtering.

Steinsprang: Ovenfor påhugget må bergsiden gås over i byggefasen for grundigere vurdering av behov for eventuell rensk eller sikring med bolter/nett. Det anslås behov for noe bergsikring av avløste blokker, men ettersom berget er glattskurt og lite oppsprukket antas det at det vil være tilstrekkelig med konvensjonell sikring med rensk med spett og evt. luftpute, bolter og nett. Bergsiden ovenfor påhugget er opp mot 80 m høy, og det forventes at noe av sikringsarbeidet må foregå i tau, mens nedre del kan sikres fra mobilkran. Det er regulert inn anleggsvei til oversiden av påhugget og personell og utstyr kan fraktes på denne. Alternativt må utstyr flys inn med helikopter, og personell må ta seg opp i ulendt terreng fra fylkesveien.

Ved bergpartiet som ligger rett vest for planlagt bruplassering, må det og forventes noe sikring. Som utgangspunkt er det behov for å sikre detaljstabiliteten til enkelte blokker som kan påvirkes av rystelser fra sprengning. Dette gjøres med rensk og bergbolter. Dersom det viser seg at totalstabiliteten til bergpartiet ikke er tilfredsstillende, må det gjøres mer omfattende arbeid. Dette er ikke mulig å sikre med konvensjonell sikring, og må i så tilfelle sprenges ned. Dersom bergpartiet ikke sprenges ned, anbefales det at det foretas målinger av partiet for å detektere eventuelle bevegelser. Spesielt er dette viktig i tiden

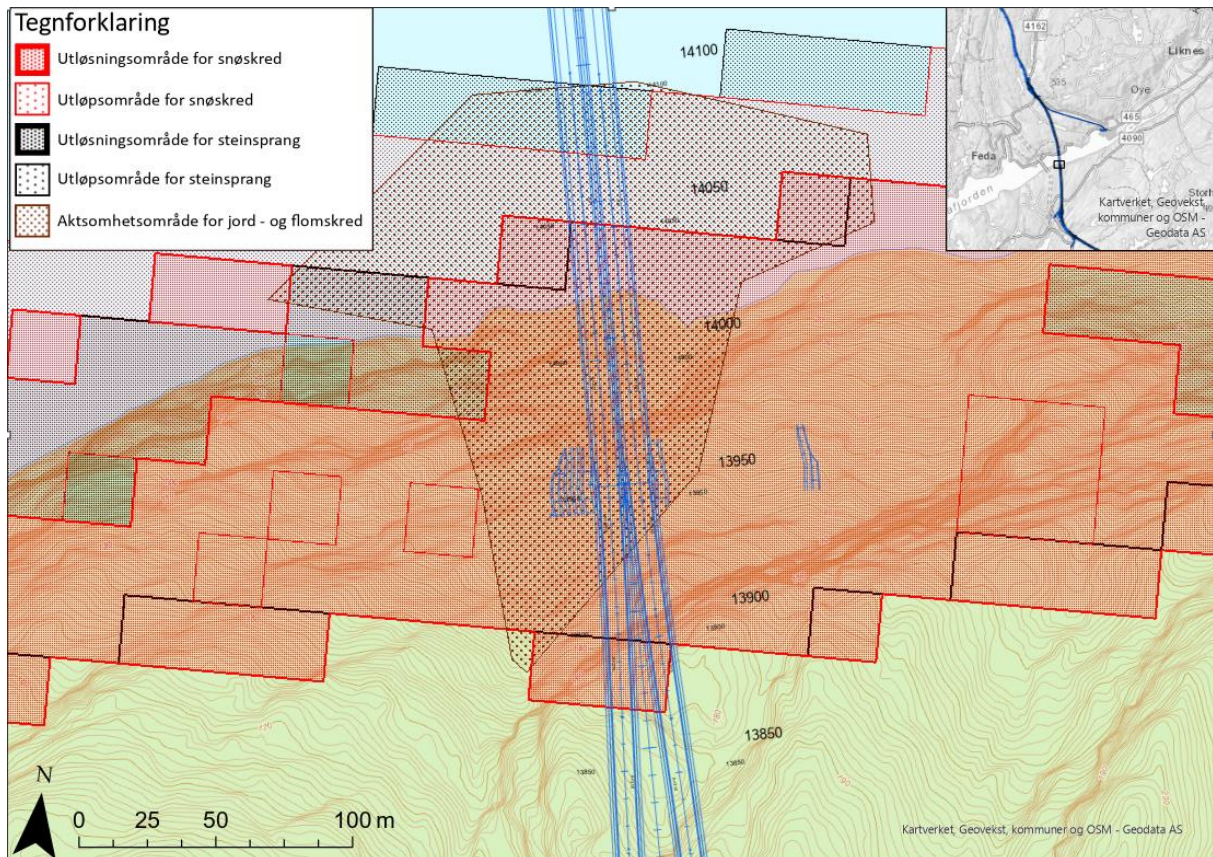
hvor det sprenges i området, ettersom dette genererer rystelser som kan påvirke stabiliteten.

Jord- og flomskred: Eventuelt vann fra oversiden av påhugget må håndteres med avskjærende grøfter på oversiden, eller ved å lede vannet ned i grøft på nedsiden. Generelt er det viktig å ha kontroll på vannveier, og dimensjonere stikkrenner og grøfter rett.

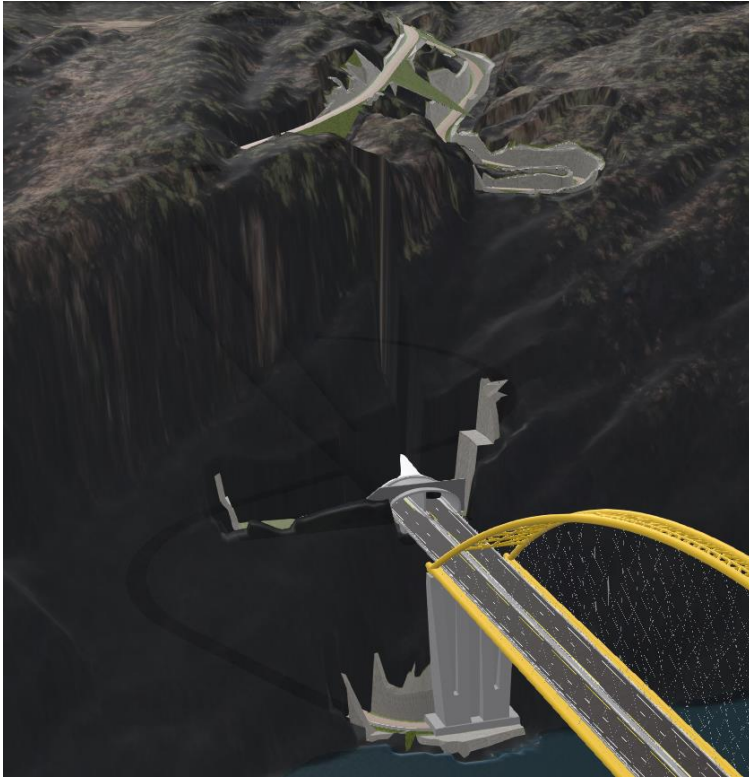
7 Fedafjorden sør, nordlig påhugg Espedalstunnelen

7.1 Kart og bilder

Espedalstunnelens nordlige påhugg, som ligger på sørsiden av Fedafjorden, dekkes av aktsomhetsområde for steinsprang, snøskred og jord- og flomskred. Området strekker seg ca. mellom profil 13900-14000. Flere bilder er gitt i Vedlegg 5.



Figur 44: Oversiktskart over Fedafjorden sør som viser aktsomhetsområder for de ulike skredtypene. Kart printet juni 2022.



Figur 45: Utklipp av 3D modell. Sett mot sør. Anleggsveier på oversiden er regulert inn, men skredfare langsmed disse er ikke vurdert.



Figur 46: Bilde av sørlig side av fjorden, hvor påhugg til Espedalstunnelen er planlagt. Påhugget planlegges under den vegetasjonsfrie bratte skrenten. Omtrentlig plassering av påhugget i hvitt.



Figur 47: Steil bergside på oversiden av påhugget. Sett mot S.



Figur 48: Steil bergside på oversiden av påhugget. Samme som i Figur 47, sett mot SØ.



Figur 49: Steil bergside på oversiden av påhugget. Samme som i Figur 47, sett ovenfra. Avløst parti uten fot i underkant vist i midten av bilde.



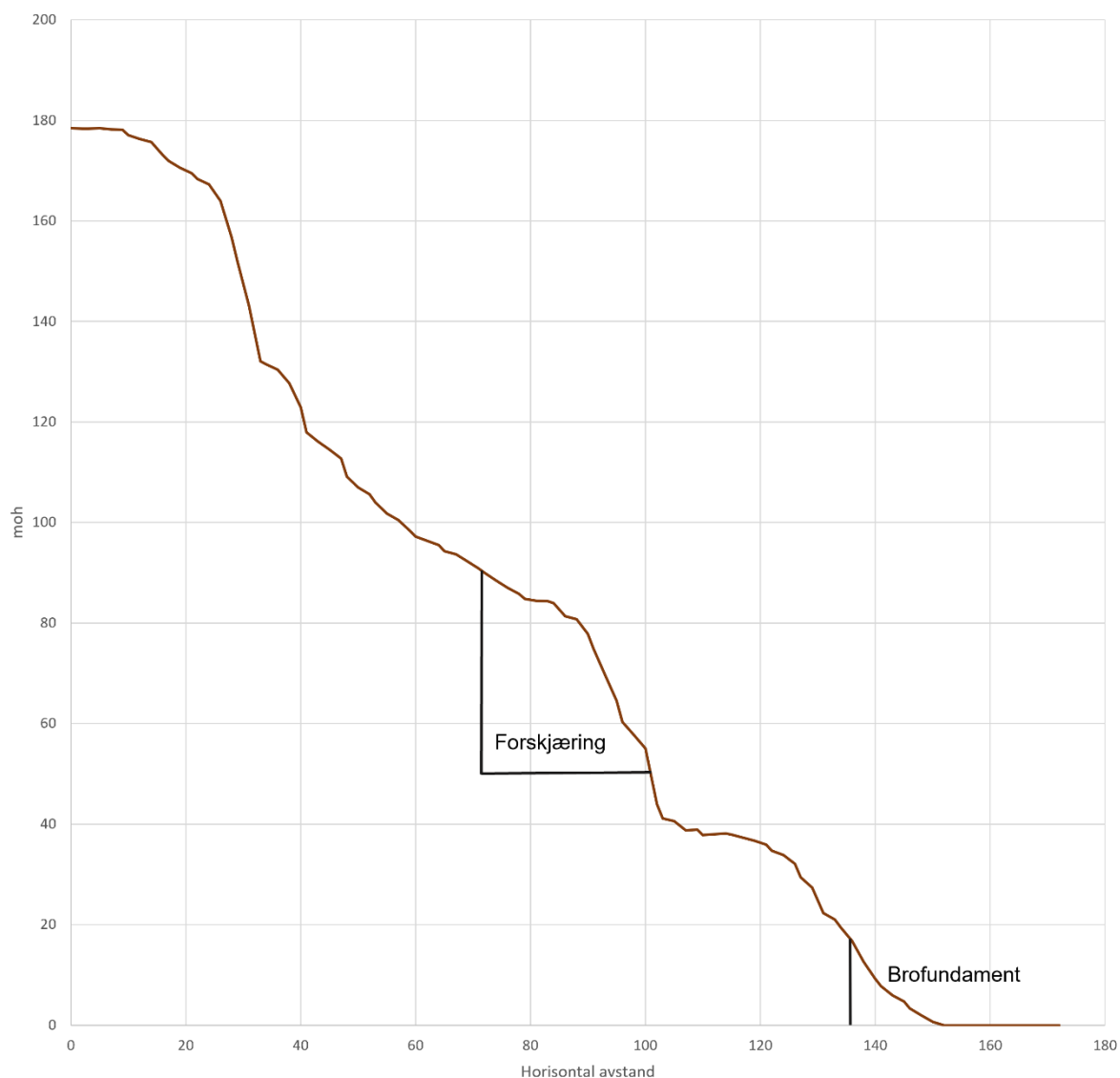
Figur 50: Bergblokk med åpen baksprekk over påhugget.



Figur 51: Brufundamentene skal etableres på høyre side av bekken, som ligger til venstre i bildet.



Figur 52: Mellom forskjæringen og brufundamenter. Det er observert enkelte avløste blokker.



Figur 53: Snitt som viser plassering av tunnelinnslag og brofundament.

7.2 Områdebeskrivelse og observasjoner

På sørsiden av fjorden går broa over i Espedalstunnelen. Se Figur 46 for oversiktsbilde og plassering av påhugg. Forskjæringen går fra ca. 90 moh. til 55 moh. Se snitt i Figur 53. Høydeforskjellen mellom påhugget og toppen av fjellskråningen er ca. 100 m. Påhugget får stor spennvidde på 24 m. I tillegg skal det etableres et brutårn på ca. kote 10, ca. 50 m nedenfor påhugget. Det er lagt opp til at tunnelen drives innenfra og ut, og at det etableres tilkomstveier til toppen av den øvre bergskråningen, samt tilkomsttunneler til brofundamentet ved fjorden. Det er og planlagt å etablere et utvidet platå øst for tunnelpåhugget for riggplass.

I øvre del er det en ca. 50-60 m steil bergside, som er ca. 200 m lang, se Figur 47 og Figur 48. Nedenfor denne er det et blokkfelt med noe urmasser som ligger ned mot planlagt

påhuggsplassering, med ca. 35° helning. Påhugget legges i nedkant av denne, i en steil flate som følger videre nedover. Fra ca. kote 30 er terrenget mer oppdelt med flere vegetasjonsdekkede terskler.

Generelt er løsmassedekket skrint eller med bart berg. Det forekommer og noe urmasser i terrenget ned mot påhugget. Urmassene består av grove blokker, antatte skredavsetninger og delvis stedforvitret. Berget og urmassene er mosegrodd. Bergarten i området er en grovblokkig granittisk øyegneis.

Det renner en bekk med liten vannføring ned mot påhugget, som har utløp øst for planlagt brufundament. Bekken renner i stor grad på fast berg. Mellom skrentene vokser det trær, busker og småvokst vegetasjon. Vest for påhugget er det skog, og terrengoverflaten er i stor grad dekket med lyng.

Det er i hovedsak observert tre sprekkesett ved forskjæringen og i den steile skrenten over påhuggsflaten. Ett sprekkesett ligger parallelt med bergskrenten og påhuggsflaten, ett har fall på ca. 40 grader fall mot øst, innover i skråningen, og ett har steilt fall mot sørøst.

Det er i hovedsak to sprekkeretninger som er målt ved brufundamentet, ett steiltstående sett parallelt med fjorden og foliasjonssprekker med rundt 40° fall mot øst. Det steiltstående settet har hovedsakelig fall mot sør, inn i åsen, men det er også et par registreringer med fall mot sjøen. Det er og observert en sprekkesone med tettere oppsprukket berg ovenfor brufundamentet.

7.3 Skredfarevurdering

Steinsprang: Det er utfordrende forhold med hensyn på steinsprang i dette området, og det må forventes omfattende bergsikring. Påhugget er plassert nedenfor en bratt og høy bergskrent, med enkelte avløste partier, og antatt skredur nedenfor. Mellom brufundamentet og tunnelpåhugget vurderes forholdene noe enklere, men det vil også her være behov for bergsikring. Bergmassen nærmest fjellsiden mot Fedafjorden er preget av tidligere/eldre forkastningsaktivitet og avlastning. Skredfaren vurderes som ikke akseptabel per i dag.

De parallellgående sprekke er svært utholdende og skaper større flak langsmed den øvre skråningen, anslått til 2-4 m tykke. De fleste flakene har imidlertid fot i underkant, og ligger således stabilt. Enkelte partier mangler støtte i underkant og har utholdende baksprekker som kan gi nedfall, spesielt ved generering av ryster fra sprengningsarbeidet. Se eksempel på blokk uten fot i Figur 49. Sprekkeorienteringen, med parallelle sprekker, gir potensiale for planutglidning eller utvelting fra overliggende terreng. Spesielt den øverste delen av bergsiden er oppsprukket og har større partier som kan være ustabile. Analyser i programmet RocFall2 indikerer at blokker fra den øvre bergsiden vil nå ned til påhugget. Det er ikke observert sprekkesett som er til fare for totalstabiliteten av hele skråningen, men det er flere områder hvor detaljstabiliteten på enkeltblokker ikke har tilstrekkelig sikkerhet.

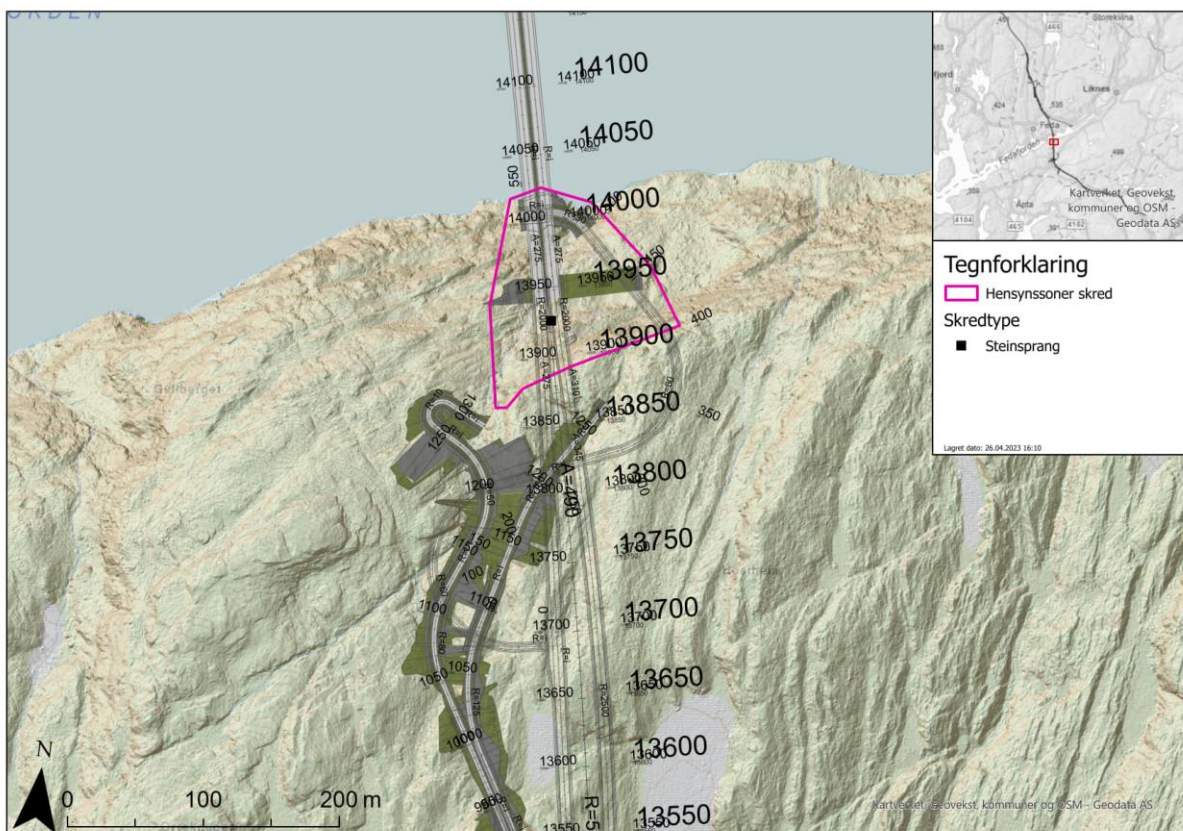
Det er og enkelte tilsynelatende avløste blokker med svært åpne baksprekker i nedkant av skråningen, ovenfor påhugget, se eksempel i Figur 50.

Mellom brufundamentet og den steile påhuggsflaten er det observert enkelte blokker som er avløste i bakkant, se eksempel i Figur 52. Den overliggende steilere påhuggsflaten er massiv, med sprekkesett parallelt med flaten. Det er ikke observert tydelige avløste blokker her. Det skal imidlertid gjøres store endringer i terrenget i dette området, samt at det vil genereres rystelser ved sprengning. Dette vil kunne aktivere blokker som i dag ikke er ustabile.

Fjellskred/Steinskred: Omtalt i kapittel 6.3.

Jordskred: Aktsomhetsområdet for jordskred starter ved ca. kote 140, der bekkeløpet svinger av mot øst, som er lokalisert i senter påhugg. Urblokkene krever svært store mengder vann for å mobiliseres for et jordskred, og denne skredtypen vurderes derfor som ikke sannsynlig. Det er og mye vegetasjon som vil binde vann og som vil redusere potensialet for jordskred.

Snøskred: Terrenget er tett vegetert, og det vurderes at det ikke er reelle løснеområder, samt ugunstige klimatiske forhold for snøskred.



Figur 54: Hensynssoner skred. Hensynssoner gjelder skredfare >1/1000.

7.4 Sikringsbehov

Steinsprang: Det vil bli behov for omfattende bergsikring i dette området, og hele bergsiden fra 200 moh. og ned til fjorden må gås over for å vurdere sikring. Det må utføres en grundig rensk ved hjelp av spett og luftputer. Det kan også være aktuelt å sprengne ned enkelte partier ovenfor påhugget dersom de viser seg å være for store til å sikres, eller det er mest hensiktsmessig mhp. gjennomføring og kostnader. Det mest utfordrende partiet vurderes å være den øverste delen av bergkollen, hvor bergsiden er steil og det er oppsprukkede partier. Hele bergsiden må imidlertid forventes at må gås over og renskes grundig.

Forventede sikringsmidler er konvensjonelle bolter og steinsprangnett. Det kan også bli aktuelt med stag for å sikre større partier. Ettersom sprekkeavstanden på de parallellgående sprekkesettene er anslått til 1-4 m, forventes det imidlertid at mesteparten av den steile bergsiden kan sikres med konvensjonelle bergbolter.

I partiet nedenfor den steile bergsiden er det også blokker som kan være ustabile. Disse må også sikres med tilsvarende sikringsmidler som nevnt ovenfor. Også her kan det bli aktuelt med stag for å sikre de største blokkene. Urblokkene må fjernes i den grad det er nødvendig for å etablere en stabil skråning. Det kan også være aktuelt å montere for eksempel rørspunt dersom det er mye urmasser.

Videre vurderes det at det vil kunne være behov for å installere et steinspranggjerde. Ettersom bergsiden har stor utstrekning, kan det være utfordrende å fange opp alle ustabile blokker. Dette vil gi noe restrisiko, som kan reduseres ved å sette opp et steinspranggjerde.

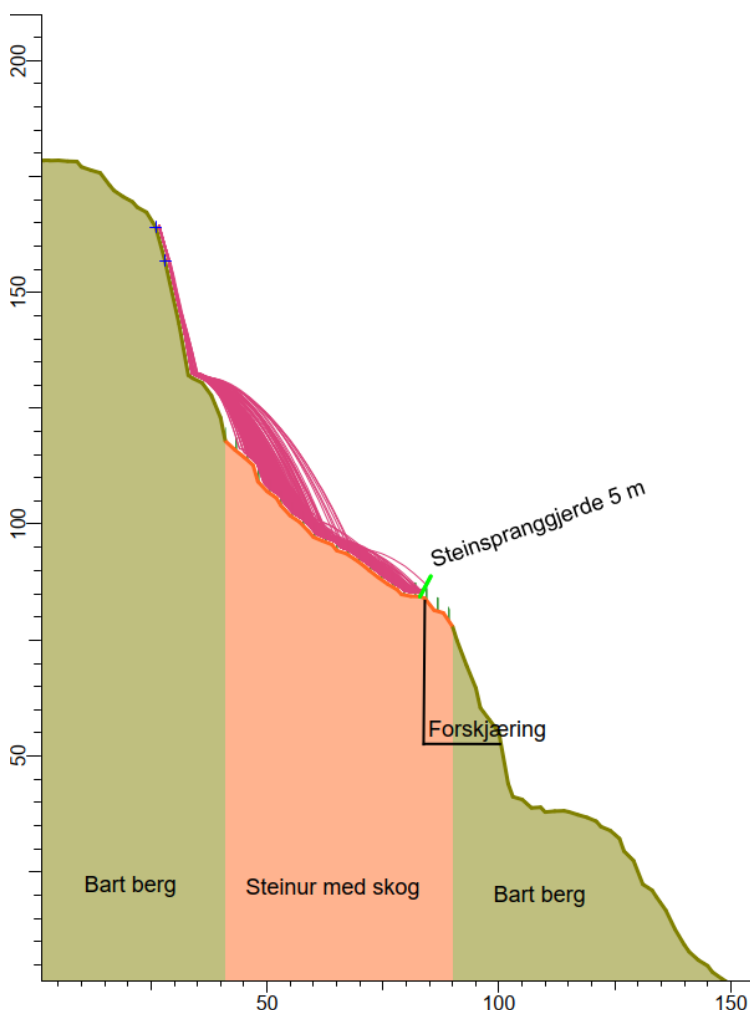
Det er gjort en overordnet numerisk modellering av steinsprang i RocFall2 fra Rocscience, se Figur 55, og Vedlegg 2. Det er tatt utgangspunkt i et profil over vestgående løp og lagt til grunn at skråningen består av bart uforvitret berg, samt ca. 50 m strekning ovenfor påhugget med blokkur med tynn vegetasjon. Bergsiden har flere hyller hvor steinsprang kan få god sprett.

Med det sikringskonseptet som er vist i Figur 55 viser analysen at 3 m³ store blokker når steinspranggjerdet med energier på 300-700 kj. Et fåtall av blokkene kan ha energier opp mot 2000 kj. 10 m³ blokker har energier på rundt 1000 - 3000 kj, med enkelte blokker som kan nå 6000 kj. Energiklassen på steinspranggjerdene vil være avhengig av størrelsen på blokkene som må sikres, og dette må kartlegges mer detaljert i felt. Som et initielt estimat anslås det behov for et gjerde med energiklasse 2000-5000 kj. Ved å plassere et steinspranggjerde på oversiden av forskjæringen, anslås det at det vil være behov for et steinspranggjerde på 5 m høyde.

Steinspranggjerdet må plasseres slik at det også fanger opp blokker som kan nå ned til plataet som er planlagt som riggområde øst for tunnelpåhugget. Forventet lengde på steinspranggjerdet anslås da til 150 m. Se modellresultater i Vedlegg 2. Terrenget hvor steinspranggjerdene skal etableres er relativt krevende, med noe ur og noe fast berg, samt mye vegetasjon. Etablering av ankere kan være utfordrende, men gjennomførbart.

Mellom tunnelpåhugget og brufundamentet må bergsiden gås over, og avløste blokker må renskes ned. Det forventes behov for noe bolting. Spesielt kan det bli behov for bolting rett nedenfor påhugget, ettersom sprengning kan føre til at de parallelle sprekkeflatene åpnes opp og gir ustabile blokker. Det er ellers ikke observert større partier som må sikres i dette området.

Sikringsarbeider vil være krevende og må utføres fra tau. Det er i utgangspunktet ikke mulig å arbeide nedenfra med maskiner ettersom det ikke er tilkomst, med mindre det etableres en flåte. Det er fleksibilitet i reguleringsplanen til å etablere anleggstunneler til ulike nivåer i skråningen. Det kan også bli aktuelt å benytte en borerigg som vinsjes ned fra oversiden, dersom det blir aktuelt å sikre større partier. Rensk og sikring foregår fra toppen av skrenten og nedover, og det sikres forløpende etter hvert som overliggende berg er sikret. Det er regulert inn tilkomst med anleggsvei fra oversiden, samt fra nedsiden i tilkomsttunnel, ved brutårnet. Utstyr og mannskap kan fraktes inn langsmed anleggsveien. Dersom det ikke etableres anleggsvei, er det om lag en time til fots inn til området. Alternativt må utstyr og mannskap fraktes med helikopter.



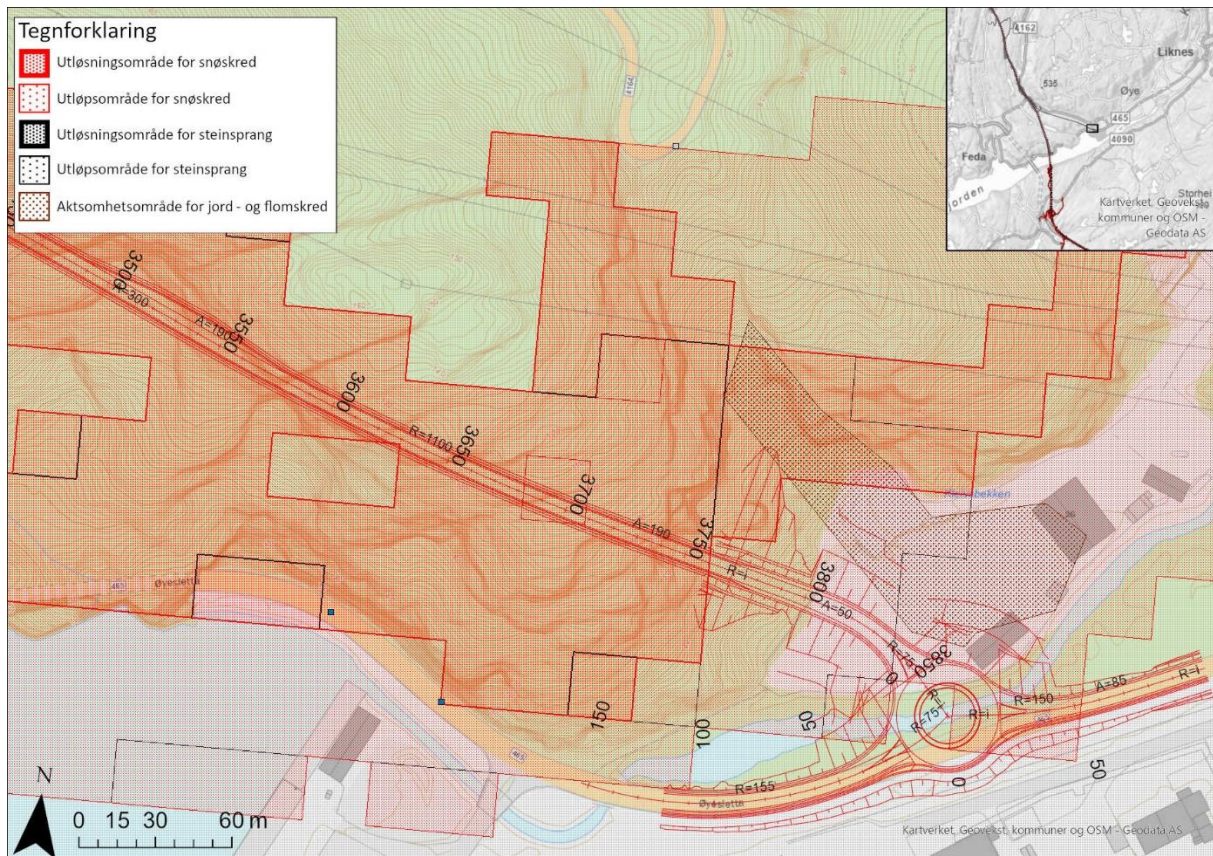
Figur 55: Analyse utført i RocFall2. Antatt 1 m³ store blokker og tre steinspranggjerder, vist i grønt. Plassering, høyde og energiklasse må detaljeres i senere fase. Se også Vedlegg 2 for detaljer.

Jordskred: Bekken som kommer fra sørvest må håndteres, eksempelvis ved å ledes bort i grøft eller ned på siden av påhuggsflaten. Det kan og eventuelt etableres en avskjærende grøft over påhugget. Generelt er det viktig å ha kontroll på vannveier, og dimensjonere stikkrenner og grøfter rett.

8 Øyesletta, sørlig påhugg Øyetunnelen

8.1 Kart og bilder

Øyetunnelens sørlige påhugg, som ligger på Fedafjordens nordside, dekkes av NVEs aktsomhetsområde for snøskred, steinsprang og jord- og flomskred. Området strekker seg ca. mellom profil 3700-3850. Flere bilder er gitt i Vedlegg 5.



Figur 56: Oversiktskart over Øyesletta som viser NVEs aktsomhetsområder for de ulike skredtypene. Kart fra mars 2023.



Figur 57: Utklipp fra 3D modellen.



Figur 58: Påhuggsplassering i bergsiden, markert i rødt.



Figur 59: Påhugget legges i venstre flanke av søkket, omtrentlig plassering markert i rødt. Bilde tatt mot V.



Figur 60: Bilde tatt mot N. Overside påhugg. Markert med omtrentlig størrelse på blokker, målt i kart.



Figur 61: Bergsiden sett ovenfra.



Figur 62: Overside påhugg, tatt vertikalt nedover. Viser avløste blokker.



Figur 63: Bilde tatt mot SV. Viser vertikale sprekker med stor utholdenhet.



Figur 64: Tydelige sprekkeplan med overhengende blokker.



Figur 65: Foliasjonsplan, med sammenvokste sprekker og bølgete, ru plan.

8.2 Områdebeskrivelse og observasjoner

Fra Øyesletta skal det gå en tilførselstunnel, benevnt Øyetunnelen, i nordvestlig retning. Tunnelpåhugget er planlagt i en steil skåning, ca. på kote 30. Påhugget starter ved en kløft i terrenget, antatt svakhetszone NNV-SSØ. Bergarten består av granittisk gneis.

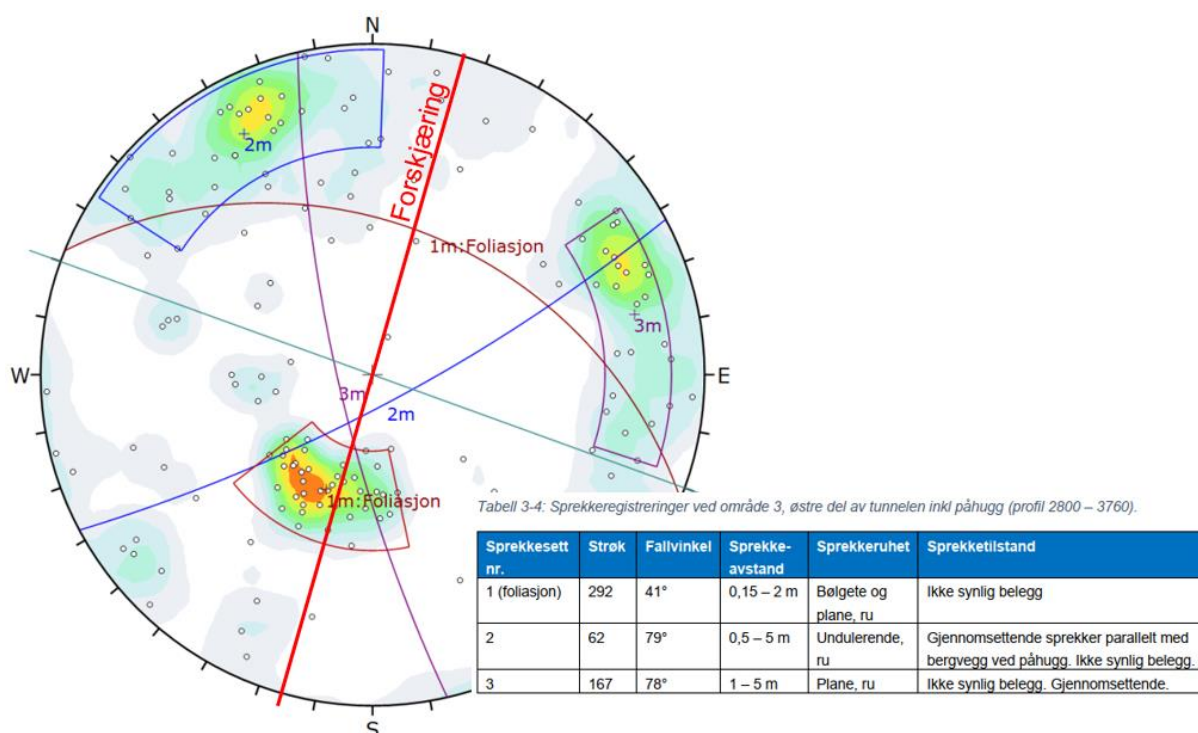
Det er utført feltkartlegging i skråningen ovenfor påhugget, samt at hele skråningen opp mot toppen av høyden er filmet med drone.

Skråningen ovenfor planlagt vei er 70-80 m høy. Avstanden mellom eksisterende ur og topp bergside er ca. 40-50 m. Berget ovenfor påhugget er steilt med enkelte overhengende partier, og med store (anslått til 1000-4000 m³) blokker som er avløste i bakkant.

Det er registrert tre hovedsprekkesett, se konturplott i Figur 66. To av sprekkesettene er steile med fall 75-90°, og strøk ca. 60 og 170°. Sprekkesettene er svært utholdende med sprekkeavstand fra 1 til 15 m. Sprekkenes er delvis åpne, og danner blokkstrukturene og søylene som er tydelige i hele skrenten. Sprekkesett 3 følger foliasjonen, og har fall ca. 40-55° og strøk ca. 290°. Foliasjonsplanet er bølgete og undulerende med til dels sammenvokste sprekker.

I søkket som går langsmed bergsiden er det store urblokker. Det er ukjent hvor dyp uren er, men det kan antas en minimumsdybde på 30 m, detaljer er gitt i ingeniørgeologisk rapport for Øyetunnelen. Blokkstørrelsen i uren varierer fra smått og opp mot anslagsvis 1000 m³. Det er lite vegetasjon i urskråningen, men blokkene er mosegrodde.

Det ble ikke observert vann i forsenkningen der påhugget legges, men det er antakelig noe avrenning langsmed og under uren. Ifølge markfuktighetskartet dreneres mesteparten av vannet langsmed den overliggende veien Øyekleiva, og det er derfor begrenset med avrenning mot påhugget.



Figur 66: Konturplott som viser orientering på sprekker i området ved påhugget. Modifisert fra Fagrapport Øyetunnelen.

8.3 Skredfarevurdering

Steinsprang/steinskred: Det er svært utfordrende forhold mhp. steinsprang og steinskred i dette området, og det må forventes omfattende rensk og bergsikring.

Skrenten ovenfor påhugget er opp mot 70-80 m høy, og det er identifisert flere partier som kan være ustabile i denne. Skråningen videre opp fra skrenten vurderes å ikke inneha fare for nedfall av større blokker, men det kan forekomme mindre nedfall.

Øverst i skrenten er det kubiske blokker som er anslått til 10-15 m store, se Figur 62. Flere av disse blokkene er helt avløste i bakkant, se eksempel i Figur 62. Blokkene avløses i bakkant av de to steile sprekkesettene, og hviler på foliasjonsplanet. Foliasjonen er observert å være bølgete, ru, med sammenvokste sprekker og gir således høy friksjonsvinkel, se Figur 65. Foliasjonsplanet har fallretning ca. 020, mot NNØ, og

faller noe sideveis for skrentens orientering. Per i dag antas de avløste blokkene å støttes av friksjon langsmed foliasjonsplanet, samt at de stedvis har sideveis støtte fra tilstøtende blokker. Utglidning langsmed foliasjonsplanet anses som den mest sannsynlige utløsningsmekanismen.

I tillegg til de avløste kubiske blokkene, er skrenten preget av søyleoppsprekking, dannet av de to steile sprekkesettene, se eksempel i Figur 63. Disse sprekkeene er svært utholdende, med observert sprekkeavstand 5-20 m. Det er ikke vurdert at det er fare for utvelting av søylene langsmed de steile sprekkesettene, slik skrenten står i dag. Søylene har fot under uren, og det er ikke kjent hvordan berget ligger under uren. Basert på sprekkeutholdenheten antas det at søylene følger videre nedover og har fot i bunn. Dersom det viser seg at blokkene ikke har fot, og er overhengende, vil de kunne rase ut ved utgraving av uren. Generelt er uren stabiliserende for blokkene, ved at den støtter opp i nedkant.

Bergsiden har og småblokker som kan avskalles og gi mindre nedfall. Mye av dette kan renskes ned, men oppsprekkingen er stedvis tett, og det vil være vanskelig å fjerne alt ved rensk.

Ved etablering av tunnelen vil det bli rystelser fra sprengning, og mulige deformasjoner ved åpning av påhugget, i tillegg til fjerning av uren. Dette kan mobilisere blokkene og gi nedfall av store partier. Skrenten påvirkes også over tid av regn, varme, frost og rotsprengning, og det kan ikke legges til grunn at det som står stabilt i dag vil gjøre det over lengre tid.

Steinuren nedenfor påhugget er mosegrodd i nedre del, og med mindre vegetasjon i øvre del av uren. Dette indikerer at det er noe steinsprangaktivitet i nyere tid. Tomten nedenfor uren benyttes som gjenvinningsstasjon. Eieren opplyser om at han ikke har registrert noen form for steinsprangaktivitet gjennom de 20 årene han har drevet anlegget. Basert på oppsprekkingsgraden, høyden på bergsiden og den nedenforliggende uren må en imidlertid anta at det kan forekomme steinsprang her, til dels relativt hyppig. Høyere opp i siden er det spor av tidligere blokkutfall.

Sikkerhet mot skred er vurdert som ikke tilstrekkelig, og det må sikres for steinsprang og steinskred. Etablering av dette påhugget innehar stor risiko som følge av usikkerhet knyttet til nedtaking/sikring av store bergpartier, samt usikkerhet knyttet til fjerning av den nedenforliggende uren. Flytting av påhugget til østsiden av gjenvinningsstasjonen er vurdert som et bedre alternativ med hensyn på skredrisiko og grunnarbeid.

Fjellskred: Fjellskred omtales også i kap.6.3. Området ligger langs med en stor geologisk forkastning, Fedafjordforkastningen. Langs med denne har det tidligere vært aktivitet med flere mindre fjellskred ut i fjorden, samt flere steinsprang langs med dagens vei.

Det er per i dag ikke noen synlig bevegelse i området, men det er historikk langs Fedafjorden med flere større steinskredhendelser. I NGUs rapport fra 1998 og 2008 ble det anslått en sannsynlighet på $>1/1000$ for at fjellskred kan nå ut i Fedafjorden [17] og

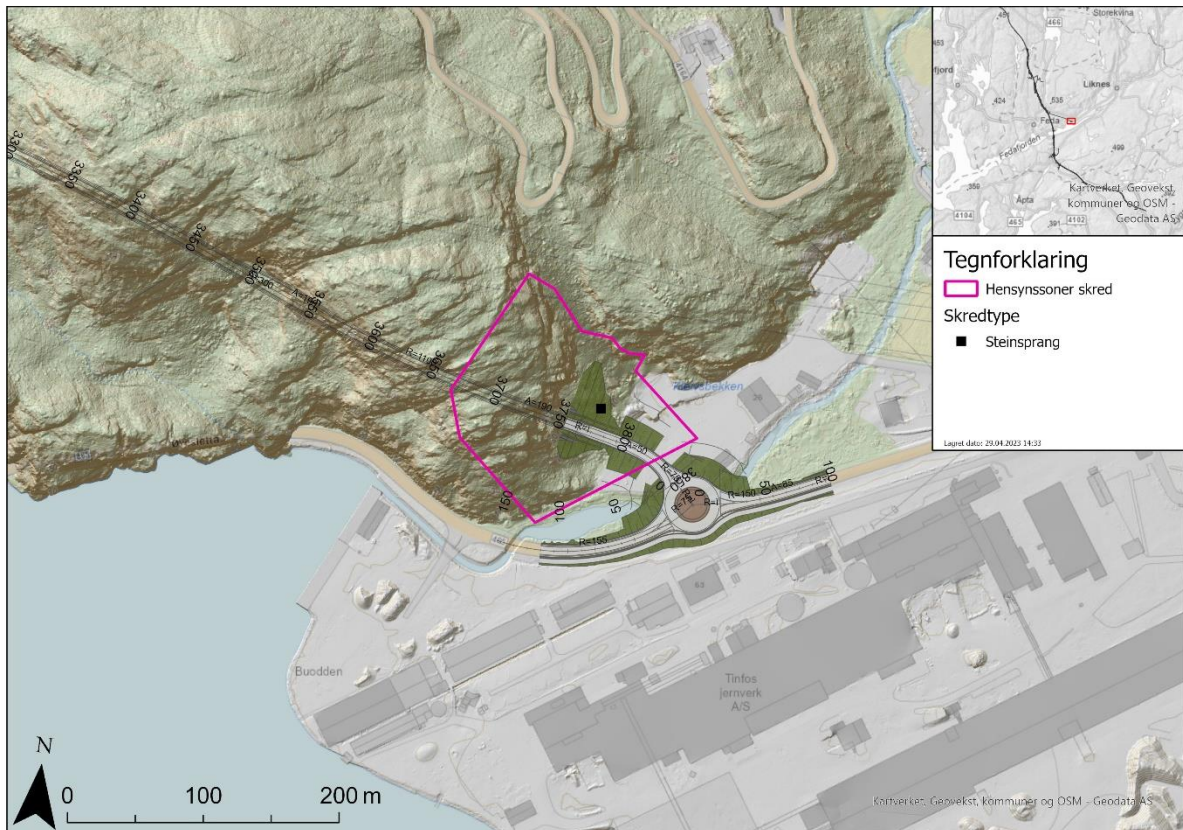
[16]. Det er pekt på at området rundt Fedafjorden har opplevd flere større fjellskred som har gått ut i fjorden. NGUs rapport konkluderte da med at det er mest ustabil og oppsprukket berg på sørsiden av fjorden. Området ved Øyesletta, og bergskrenten (Ørnekulen 170 moh.) ble ikke vurdert som et område med sannsynlighet for fjellskred.

Ørnekulen viser tydelige NØ-SV strukturer i berget. Disse sammenfaller med det markante forkastningssystemet Fedafjordforkastningen som følger fjorden. De gjennomgående strukturene kan gi grunnlag for steinskred. Strukturene heller imidlertid innover i berget, og er således positivt for stabiliteten. InSAR-data viser og at det ikke er registrert noen store bevegelser langsmed fjorden. Det er heller ikke avmerket i NVE Atlas for noen fjellskredkartlegging eller overvåking av fjellpartier i området.

Det er ikke kartlagt noen større åpne sprekker bakover i bergpartiet, annet enn de nevnte som gir grunnlag for steinsprang og steinskred.

Jordskred: Det er avmerket for jordskred i NVEs aktsomhetskart. Løsmassene i søkket består av store urblokker som vil kreve svært store mengder vann for at skal mobiliseres. Det er lite eller tilnærmet ingen synlig vanntilførsel. Løsneområdet anses som ikke reelt og sikkerhet mot jordskred er tilstrekkelig.

Snøskred: Bergskrentene ovenfor er for bratte til at det vil legger seg snø der. De mellomliggende flankene er små (< 20x20 m) samt tett vegetert med kraftige trær. Det vurderes at dette ikke er reelle løsneområder, i tillegg til tidligere nevnte ugunstige klimatiske forhold for snøskred, ref. kapittel 2.5 og 2.7.



Figur 67: Hensynssoner skred. Hensynssoner gjelder skredfare >1/1000.

8.4 Sikringsbehov

Steinsprang/steinskred: Det må forventes omfattende renske- og sikringstiltak i bergskrånningen over påhugget for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet mot skred i dette området. Ved bygging av dette påhugget er det viktig at området følges opp tett gjennom detaljprosjektering og i byggefasen. Sikring av påhugget er generelt forbundet med høy risiko og usikkerhet.

Bergsiden som skal sikres er ca. 80 m høy og 100 m bred. Avstanden fra toppen av uren til toppen av bergsiden er ca. 40-50 m. Det er store (opp mot ca. 15 x15 m), til dels helt avløste blokker i fjellsiden. Disse ligger per i dag stabilt, men som utgangspunkt antas det at disse må renskes ned, eller boltes fast med lange stag (anslagsvis 10-20 m lange). Rensk av blokkene kan bidra til å destabilisere blokker i bakkant, og det kan være fordelaktig for stabiliteten å bolte fast blokkene med lange stag istedenfor å fjerne de. Blokkene er av slik størrelse at det forventes at det må benyttes sprengstoff for å fjerne de.

Det må forventes grundig rensk i hele siden, samt bolting med konvensjonelle bolter i store deler av siden. Mindre blokker sikres ved å etablere steinsprangnett. I tillegg kan det være aktuelt å installere wireforsterket nett for å ta opp større blokker, og for å øke omslutningstrykket på enkelte blokker. Dette må kombineres med bolter og stag.

Etter rensk og sikring må det vurderes om det er aktuelt å etablere et fanggjerd i siden. Dette kan også være aktuelt som arbeidssikring, dersom det skal arbeides i nedkant av siden, før bergsiden er fullt sikret. Nødvendig kapasitet på gjerdet avhenger av plassering av gjerdet, samt forventet blokkstørrelse. I denne fjellsiden kan det antas at blokkene faller mer eller mindre i fritt fall, og i liten grad bremses av friksjon mot underlaget. Dimensjonering av fanggjerd avhenger derfor av antatt blokkvolum og fallhøyde, hvor sistnevnte kan tilpasses med plasseringen av gjerdet.

Det er gjort en overordnet numerisk modellering av steinsprang i RocFall2 fra Rocscience, se Figur 68 og Vedlegg 2. Det er tatt utgangspunkt i et profil over tunnellopet, og det er lagt til grunn at skråningen består av bart berg, og at uren er fjernet. Ved å plassere gjerdet på ca. kote 40, ved overkant av dagens ur, kan 3 m³ blokker tas opp med et 3000 kj gjerde. 5 m³ blokker kan tas opp med et 5000 kj gjerde. Se også snitt i Figur 68 og utfyllende beregninger i RocFall2 i Vedlegg 2. Gjerdet må grovt anslått være 100 m langt og 5-6 m høyt. Blokker som er større enn dette må renskes ned eller festes med stag og bolter. Det kan også være aktuelt å sette opp to steinspranggjerd for å redusere fallhøyden og dermed øke blokkstørrelsen som det kan sikres for. Ettersom fjellsiden er relativt oversiktlig, og den er avgrenset i utstrekning kan det imidlertid være at det er mer hensiktsmessig og billigere å installere wireforsterket nett i store deler av bergsiden framfor å installere et fanggjerd.

Det kan også være aktuelt at planlagt tunnelportal dimensjoneres for å beskytte mot noe større nedfall. Det er imidlertid vurdert at bergsiden er relativt oversiktlig, og sikring med ovennevnte tiltak vil være tilstrekkelig. Tunnelportalen må i så tilfelle etableres med en gruspute og jordmasser med dempende effekt for å redusere spretthøyden og energien på blokknedfall.

Det er nedenforliggende ur, med store blokker (opp mot 10x10 m), som må sprenges/graves bort ved etablering av påhugget i den grad det er nødvendig, og for å etablere stabile skråninger.

Det antas at mye av arbeidet må gjøres fra tau, med håndholdt utstyr. Ettersom det er store partier som skal sikres, og lange stag, vil det imidlertid være svært fordelaktig å kunne gjøre mye av arbeidet med maskinelt utstyr.

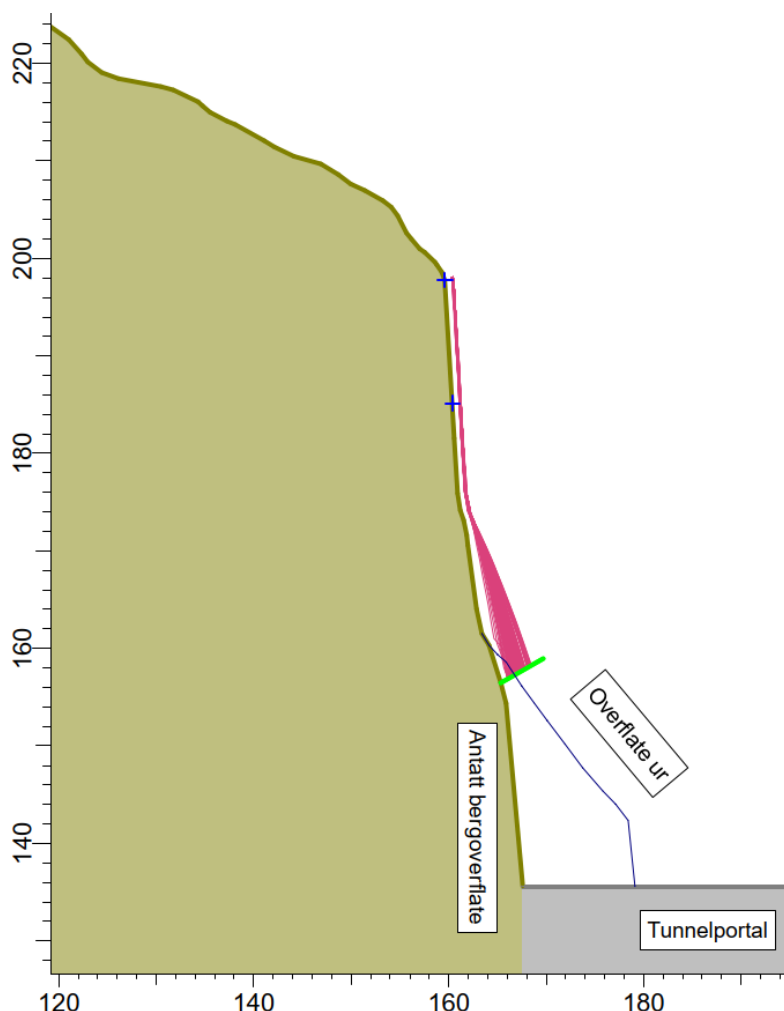
Adkomst til fots til toppen av bergskrenten gjøres fra veien som ligger i dalsøkket ovenfor, ca. 140 m i luftlinje fra toppen av skrenten. Det er medtatt mulighet i reguleringsplanen til å etablere midlertidig anleggsvei inn til toppen av skrenten dersom det er mer hensiktsmessig enn helikoptertransport av utstyr. Det kan også være aktuelt å bygge opp en vei/platå nedenfra for å kunne arbeide nedenfra med maskiner/mobilkran. Det må uansett gjøres en grundig jobb fra tau før det kan arbeides nedenfra, med hensyn på arbeidssikkerheten.

Det anbefales at bevegelse i berget ovenfor påhugget overvåkes. Dette er spesielt viktig under bygging, ettersom rystelser fra anleggsarbeidet og stabilitetsendringer som følge

av berguttak vil kunne være utløsende for bevegelse. I tillegg bør bergsiden overvåkes i etterkant av bygging, men med noe lavere hyppighet.

Det anbefales å utføre måling ved bruk av flere systemer, for å sikre at man fanger opp eventuell bevegelse. Det bør måles bevegelse i de åpne sprekkene over påhuggsområdet. Dette kan utføres med måleinstrument som ekstensometer. I tillegg til dette bør målingene i anleggsfasen kombineres med andre målesystemer. Dette kan eksempelvis være ved bruk av innmålinger med totalstasjon og fastmerker, eller ved bruk av Lidarteknologi og fotogrammetri.

Berguttaket må foregå med forsiktige metoder for å unngå store rystelser i bergsiden over. Bevegelse og rystelser må overvåkes kontinuerlig under driving.

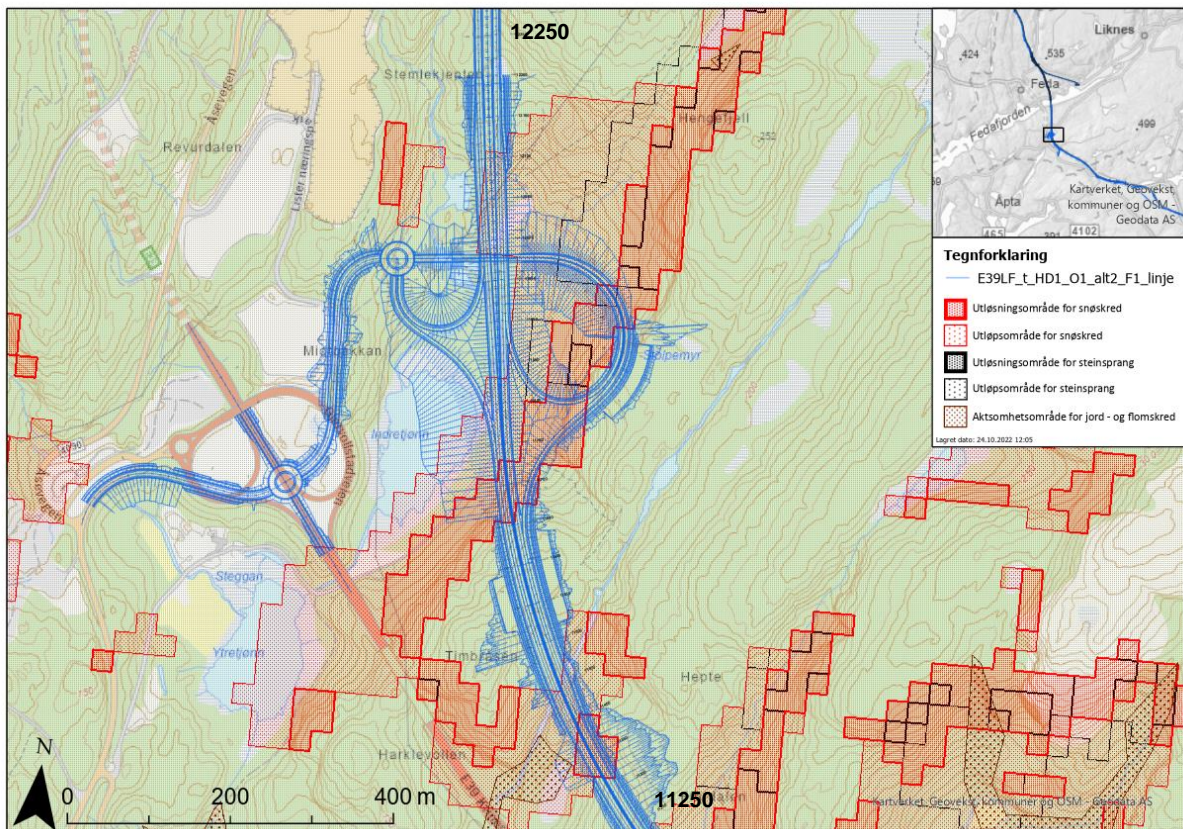


Figur 68: Analyse utført i RocFall2. Snittet er lagt fra topp bergskrent og ned til tunnelportal. Antatt 3 m³ store blokker og 3000 kJ fanggjerdje. Dagens ur er vist i tynn blå strek. Bergoverflaten nedenfor uren er ikke kjent, men antatt i analysen. Eksakt plassering, høyde og energiklasse må detaljeres i senere fase. Se Vedlegg 2 for detaljer og flere beregninger.

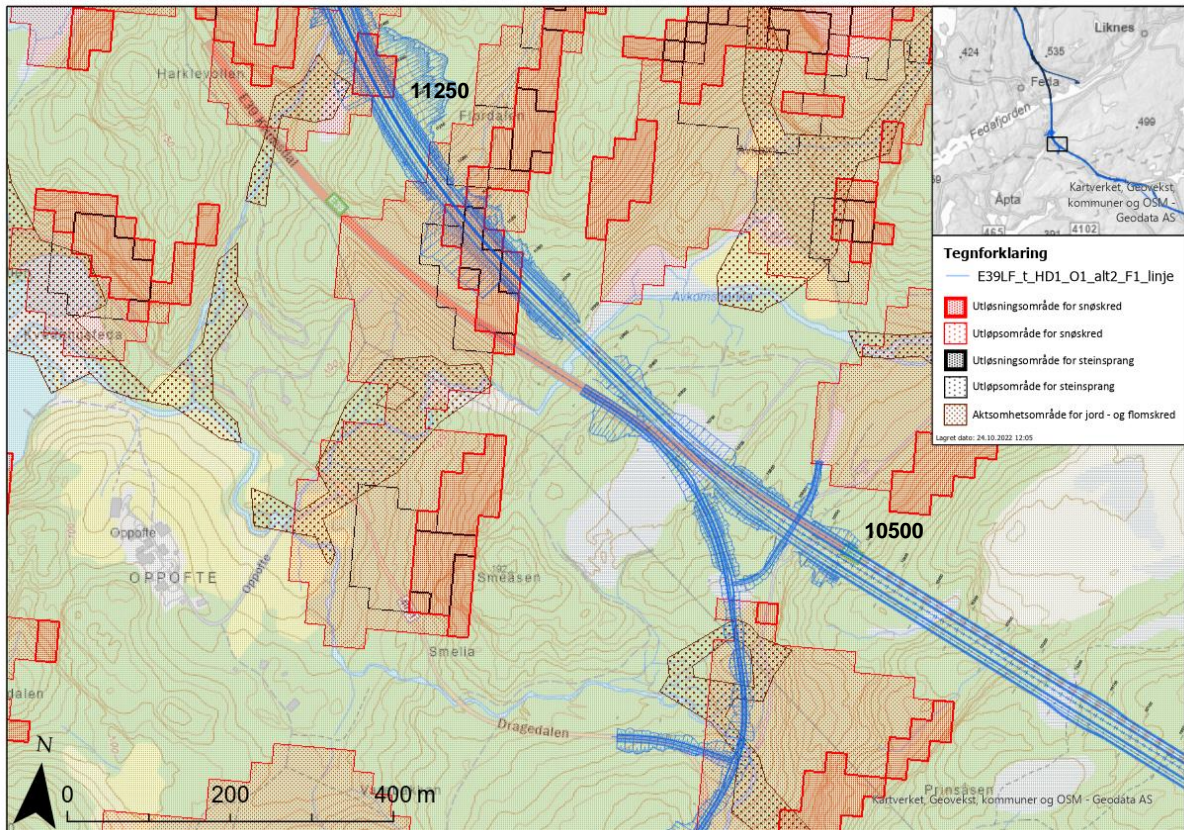
9 Oppofte

9.1 Kart og bilder

Ved Oppofte er det i NVEs aktsomhetskart avmerket for steinsprang, snø-, jord-, og flomskred som potensielle skredtyper. Området strekker seg mellom profil 10500 - 12250.



Figur 69: Oversiktsskematisk kart over Oppofte nord som viser NVEs aktsomhetsområder for de ulike skredtypene. Påhugg Espedalstunnelen i N.



Figur 70: Oversiktskart over Oppofte nord som viser NVEs aktsomhetsområder for de ulike skredtypene. Påhugg Vatlandstunnelen i SØ.



Figur 71: Utklipp fra 3D modellen, tatt retning S. Skjæringen i bildet blir 40-50 m høy.



Figur 72: Bilde tatt rett Ø for tunnelpåhugget til Espedalstunnelen.



Figur 73: Steil bergside langsmed planlagt kryss på Oppofte. Det er synlig et ferskt mindre steinskred fra siden. Det ligger ur langsmed hele siden.



Figur 74: Bilde tatt mot SØ, med eksisterende tunnel til høyre og parallellgående åsrygger. Planlagt linje legges gjennom åsryggene, og videre i tunnel som legges til høyre for eksisterende tunnel.



Figur 75: Dalsøkk, bilde tatt mot NØ. Linjen legges på fylling i dalsøkkene og med høy skjæring gjennom åskammene.



Figur 76: Vatlandstunnelen påhugg vest. Nytt løp legges til høyre for eksisterende løp.

9.2 Områdebeskrivelse og observasjoner

Veilinja ved Oppofte ligger i kupert terreng med flere parallelle skogkledte åsrygger orientert NØ-SV med mellomliggende vannførende mindre daler. Veilinjen skjærer gjennom åsryggene og vil gå delvis på store fyllinger og delvis med høye skjæringer.

Lengst nord ligger det nordlige påhugget til Espedalstunnelen. Her antas det tynt løsmassedekke eller bart verg, og enkelte avløste blokker se Figur 72. Lenger sør er det planlagt et kryssområde som legges på en stor fylling. Krysset legges i et dalsøkk, nedenfor en bratt bergskrent, med urblokker og skredavsetninger som ligger nedenfor bergskrenten. Deler av veitraséen legges inntil bergsiden, slik at det etableres en svært høy skjæring på 40-50 m i den sørøstlige flanken av dalsøkket, som vist i Figur 71.

Videre svinger linjen mot SØ, og vil kutte gjennom åskammene omtrent normalt på strøkretningene til åsene. Her vil veien gå på fylling i dalsøkkene og skjæring gjennom åskammene. Linjen går så inn i tunnel som legges parallelt og SV for eksisterende linje. Over tunnelpåhugget er det skuret svaberg, se Figur 76.

Området består i hovedsak av bart berg, og løsmassekartet viser stedvis tynt humus- eller torvdekke og tynt, usammenhengende dekke av morenemateriale. Det er torv og myr langsmed vannkildene, og gode dreneringskanaler langsmed dalsøkkene. Dreneringsveiene følger i slakt terreng. Vegetasjonen består av furutrær og noen bjørketrær.

9.3 Skredfarevurdering

Steinsprang: Profil 12200, påhugget til Espedalstunnelen, nord i Figur 69 og i Figur 76: Det er enkelte avløste blokker i bergsiden som ligger rett øst for veilinjen. Enkelte områder har helning $>50^\circ$ og det er potensiale for at blokker kan løsne og nå veitraséen. Ettersom det er relativt slakt i området vurderes det at det er begrenset utstrekning på potensielt løsneområde, og de fleste blokker vil ha kort utløp. Dette underbygges også av modelleringer i Rockyfor3d.

Profil 11650-12000, kryssområdet på den store fyllingen, midt i Figur 69, og i Figur 71 og Figur 73: Her legges veien på en høy fylling, der det i dag er en stor uravsetning i et dalsøkk. Langsmed dalsøkket følger det en terrassert og delvis steil bergside. Dette vurderes å være en aktiv bergside, og det antas at det jevnlig går mindre steinsprang fra siden. Dette er basert på sprekkeorientering og den nedenforliggende uren. Det er tydelige spor etter et ferskt mindre steinskred fra berget, se Figur 73.

Den 40-50 m høye bergskjæringen etableres i samme parti som det ferske skredet er gått. Bergsiden er per i dag ikke stabil og det må forventes omfattende sikring. Detaljer om sikring av selve bergskjæringen beskrives i ingeniørgeologisk rapport for bergskjæringer.

Bergskjæringen etableres slik at det ikke blir overliggende bratt terreng, og det forventes derfor ingen skredfare fra det overliggende terrenget. På bergskjæringens flanke i nord fortsetter den bratte bergkollen, og her er det fare for skred fra naturlig terreng.

Videre sørover, profil 11000-11550, går veilinja dypt i terrenget med høye bergskjæringer (opp til 30-40 m) som skjærer gjennom åssidene. Etersom veilinja krysser åssiden tilnærmet normalt, og åssidene har liten helning i lengderetning, vil det være begrenset med overliggende bratt terreng som kan gi steinsprang. Eventuell steinsprangfare må imidlertid vurderes nærmere under anleggsgjennomføring, ettersom etableringen av veilinjen i dette området vil endre terrenget i stor grad. Eksempelvis kan mindre gjenstående bergknauser i overkant av skjæringene utgjøre steinsprangfare, men dette kan ikke vurderes i denne fasen.

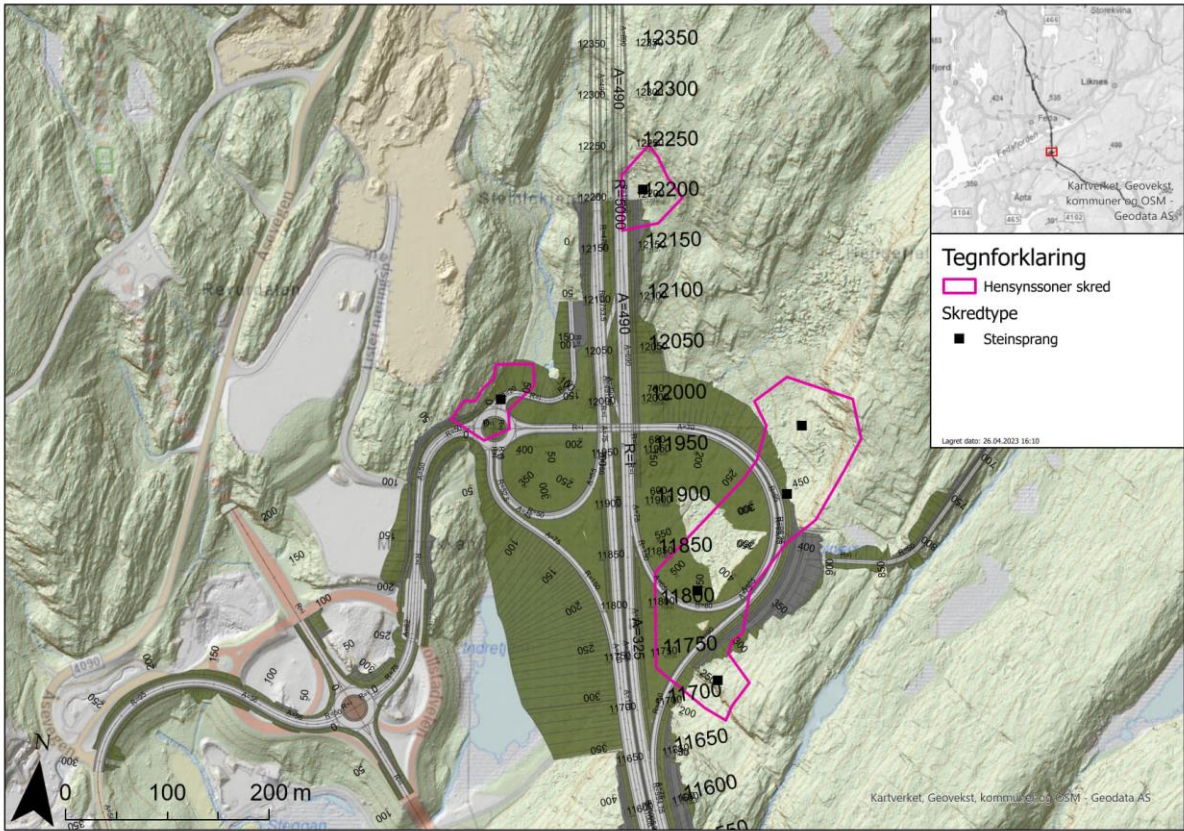
Lokalveien sør for påhugget til Vatlandstunnelen, profil 470-920 er forskjøvet vestover for å fjerne behovet for steinsprangsikring i den bratte bergkollen vest for veien. Slik veien er nå anses den å ikke være dekket av faresone for steinsprang.

Snøskred: Terrenget er i stor grad terrassert med hyller og mellomliggende bratte partier. Berghyllene er relativt slake og av begrenset utstrekning, og det vil ikke legges seg tilstrekkelig mengde med snø på disse hyllene til at det vil utgjøre tilstrekkelig risiko for snøskred. Per i dag er det også mye vegetasjon som vil holde på snøen. Dersom det ved etablering av veien fjernes for mye av vegetasjonen, må det vurderes om det er aktuelt for snøskred. Generelt anbefales det å minimere fjerning av vegetasjon, ettersom dette virker stabiliserende på snødekket. Flere av de avmerkede potensielle løsneområdene ligger midt i linjen og vil derfor ikke være reelle etter at linjen er etablert.

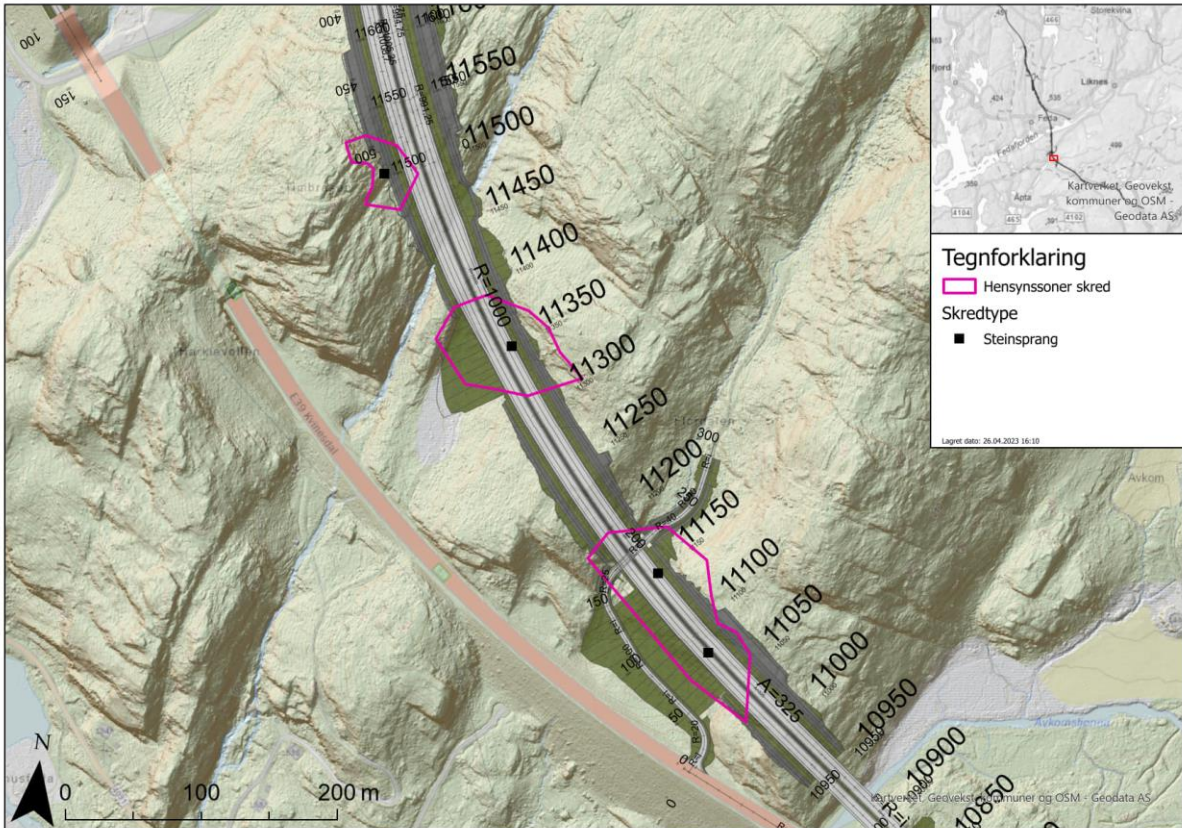
Ved påhugget til Vatlandstunnelen, profil 10500, se Figur 76, er det svaberg som heller med 30-40° helning mot påhugget, i et område på ca. 30x70 m. Her vil det kunne legges seg noe snø som kan løsne som mindre skred, og dette vil kunne ha utløp til veien.

Lokalveien sør for påhugget til Vatlandstunnelen ligger også innenfor aktsomhetsområdet for snøskred. Veien ligger med god avstand til løsneområder, og utløpsområdet er kupert. Det vurderes at eventuelle snøskred fra dette området ikke vil ha utløp helt til veien.

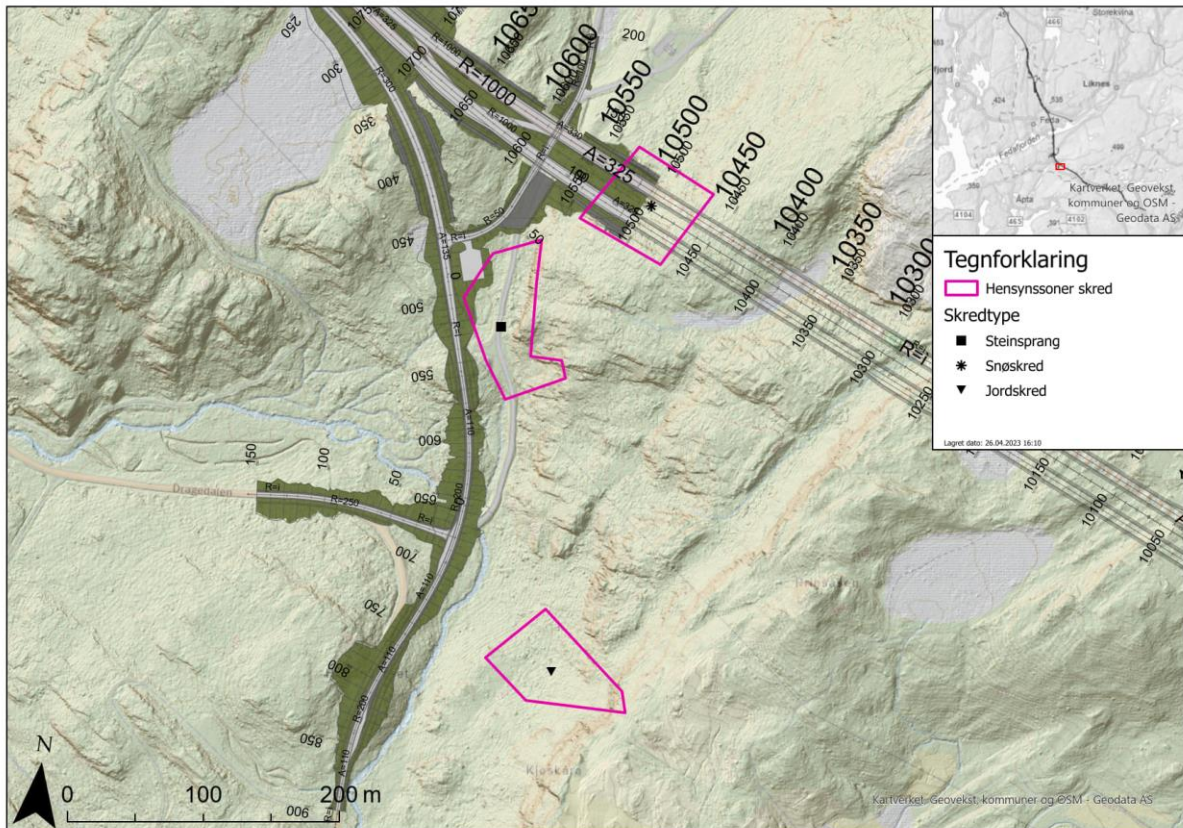
Jordskred: Lokalveien sør for påhugget til Vatlandstunnelen dekkes av aktsomhetsområdet for jordskred. Området er kupert og terrenget slaker ut mot veien. Det vurderes derfor at det er lav sannsynlighet (<1/50) for at faste masser fra jordskred vil nå veitraséen, og risikoen vurderes som akseptabel.



Figur 77: Hensynssoner skred Oppofte nord. Hensynssoner gjelder skredfare >1/1000.



Figur 78: Hensynssoner skred Oppofte midt. Hensynssoner gjelder skredfare >1/1000.



Figur 79: Hensynssoner skred, sidevei og påhugg V Vatlandstunnelen. Hensynssoner gjelder skredfare $>1/1000$ for hovedveien, og $>1/50$ for sideveien.

9.4 Sikringsbehov

I dette området må det installeres steinsprangsikring og snøskredsikring.

Steinsprang: Profil 12200, påhugget til Espedalstunnelen, nord i Figur 69 og i Figur 76: Bergsikring forventes at kan bestå av rensk av løse blokker, evt. bolter og nett.

Profil 11650-12000, kryssområdet på den store fyllingen, midt i Figur 69, og i Figur 71 og Figur 73: Det må forventes svært omfattende tiltak for å sikre bergskjæringen.

Muligheten for å sette opp en skredvoll er vurdert, men det er ikke plass for etablering av en voll. Det er og forsøkt å legge linjen lenger ut for å unngå konflikt med bergsiden, men dette er ikke mulig slik linjen er per i dag. Sikring vil inkludere bolter, lange stag, nett og/eller sprøytebetong, og steinsprangnett. Grøften mellom veien og bergskjæringen må etableres så bred som mulig. Videre detaljer om sikring av selve bergskjæringen beskrives i ingeniørgeologisk rapport for bergskjæring.

På bergskjæringens flanke i nord må det og forventes tung sikring, tilsvarende sikringen nevnt ovenfor. Dersom partiet er svært ustabil, kan det og vurderes å utvide lengden på bergskjæringen slik at dette partiet også sprenges ut, og sikres på lik linje som resterende bergskjæring. Dette vil også gi en bredere grøft.

Generelt er det svært viktig med tett oppfølging fra ingeniørgeolog før og under byggefasen i dette området.

Lenger ut fra bergsiden legges veien på fylling som vil bli over 10 m høy. Denne vil fungere som en skredvoll for steinsprang og bidrar derfor til å øke sikkerheten mot skred langsmed deler av krysset.

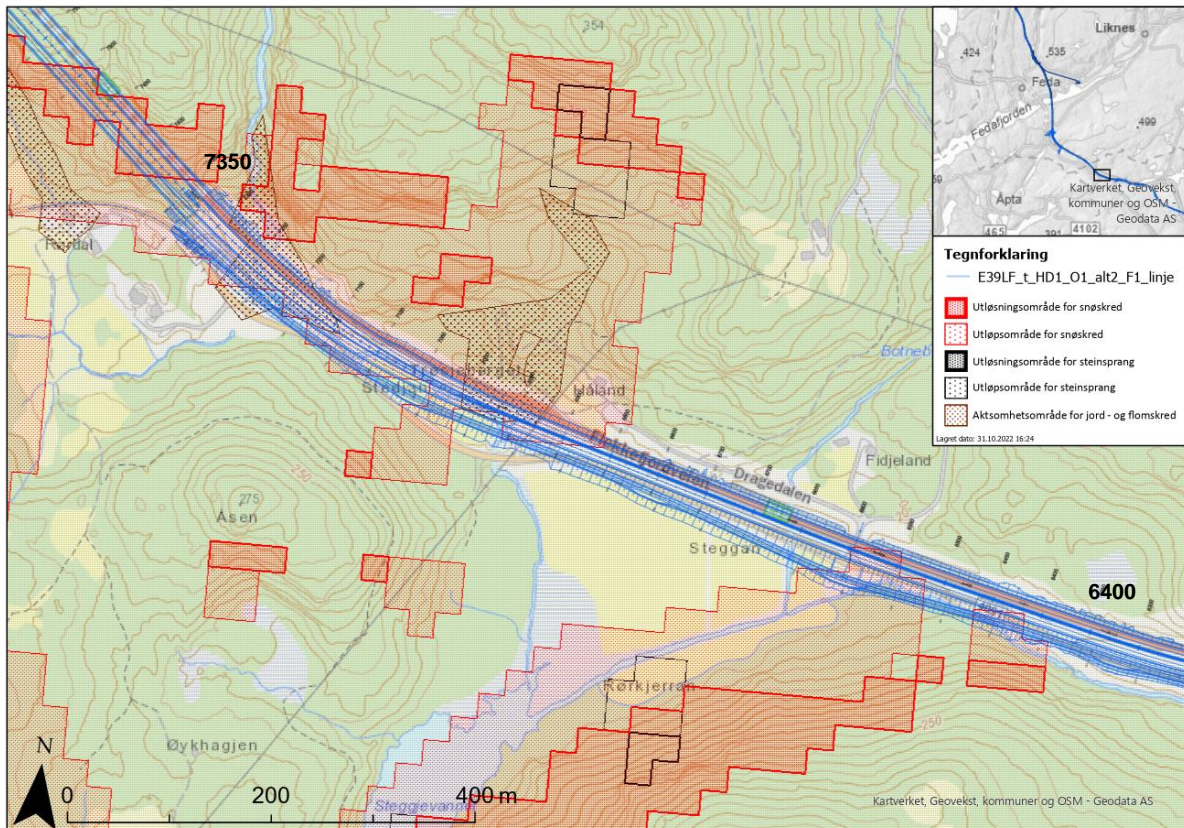
Videre sørover, profil 11000-11550 kan det bli aktuelt med bergsikring i form av konvensjonell sikring som rensk, bolter og nett, og/eller steinsprangnett plassert i overkant av skjæringen.

Snøskred: Ved påhugget til Vatlandstunnelen, profil 10500, se Figur 76 anbefales det at det etableres støtteforebygninger for snøskred i overkant av påhugget, for å binde snødekket og hindre at snø løsner. Det anslås nødvendig med en til to rader med støtteforebygninger, ca. 70 m lange.

10 Vatlandstunnelen SØ påhugg (Rørdal)

10.1 Kart og bilder

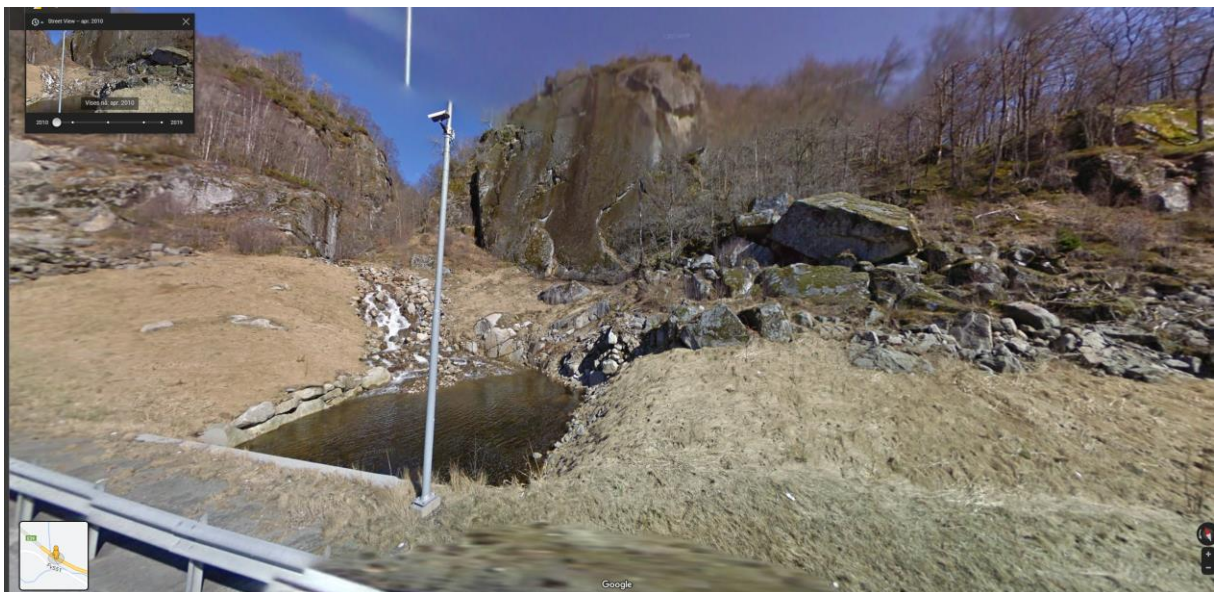
Ved det sørøstlige påhugget til Vatlandstunnelen (Rørdal) ligger veien delvis innenfor NVEs aktsomhetsområde for snøskred og jord- og flomskred. I tillegg er steinsprang vurdert. Området strekker seg mellom profil 6400-7350.



Figur 80: Oversiktskart over Vatlandstunnelen SØ påhugg som viser aktsomhetsområder for de ulike skredtypene.



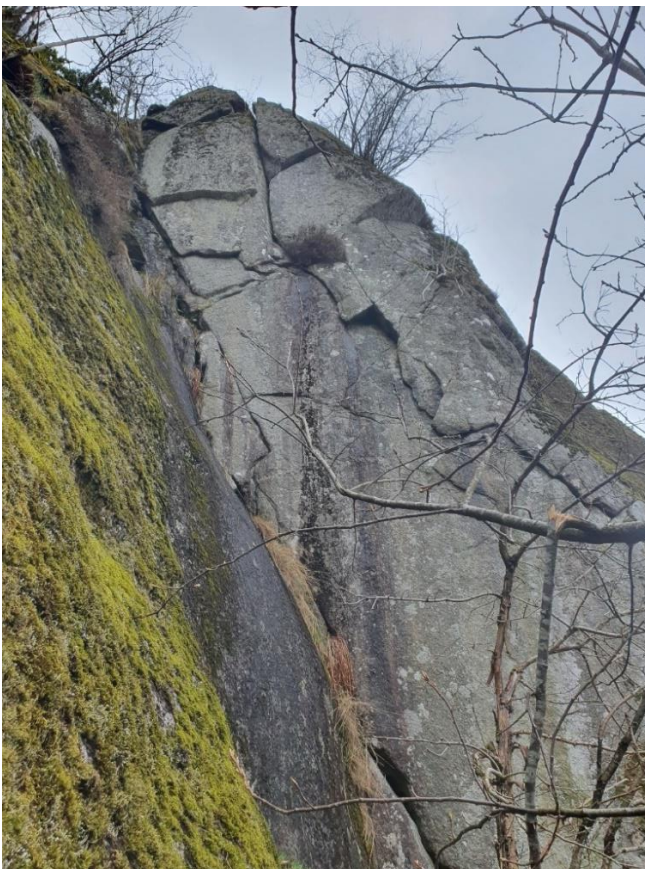
Figur 81: Eksisterende påhugg. Nytt påhugg skal legges til venstre for eksisterende, noe lenger inn i siden for å oppnå tilstrekkelig bergoverdekning.



Figur 82: Bilde fra Google street view, fra 2010 med mindre vegetasjon enn ved befaringen. Bildet er tatt rett SØ for eksisterende påhugg. Viser bekk som ledes ned i et basseng og videre i kulvert.



Figur 83: Løsmasser og urblokker i søkket som ligger nord for påhugget til Vatlandstunnelen.



Figur 84: Stort (35-40 m høyt) bergparti med baksprekk som heller ca. 80°. Ved profil 7240-7290.



Figur 85: Bergskrent med tynt løsmassedekke på nordsiden av eksisterende vei. Terrassert terreng, med mellomliggende vegetasjon. Bilde tatt mot N.



Figur 86: Bekk ca. 300 m SØ for eksisterende påhugg, nordsiden av veien.

10.2 Områdebeskrivelse og observasjoner

Ved det sørøstlige påhugget av Vatlandstunnelen skal ny vei følge eksisterende vei. Veien skal utvides til to løp og det skal bygges en parallellgående tunnel. Nytt løp legges sørvest for eksisterende, og nytt tunnelpåhugg legges litt lenger inn enn eksisterende for å oppnå tilstrekkelig overdekning. Se eksisterende løp i Figur 81.

Påhugget skal legges i en ca. 30 m høy bergskrent, som flater ut på oversiden. Rett nordøst for eksisterende påhugg går det en bekk som følger langsmed et S-N gående søkk med høye bergvegger, se Figur 82. Bekken drenerer fra Hålandsvatnet. Den føres til et basseng ved veien som er plastret med bergblokker, og videre renner den i kulvert under veien. Løsmassene langsmed bekken består av store bergblokker, antakelig skredblokker fra de langsgående bergsidene.

I søkkets østre flanke er det et stort avløst bergparti (35-40 m høyt) med en tydelig steil baksprekk, hellende ca. 80°. Se Figur 84. Dette partiet er omtalt i detalj i ingeniørgeologisk rapport for bergskjæringer.

Videre østover er det mindre bergkoller og glatte svaberg, samt en utsprengt bergskjæring som er boltesikret i toppen. Terrenget er terrassert med koller og flatere terreng imellom. Se eksempel i Figur 85.

Ca. 300 m sørøst for eksisterende påhugg renner det og en bekk. Bekken har lav vannføring, og følger langsmed fast berg eller mindre urblokker, se Figur 86.

Det er generelt et tynt løsmassedekke i området med torv, jord, og tynn løvskog.

10.3 Skredfarevurdering

Mellom ca. profil 7140 - 7300 er det i NVEs aktsomhetskart avmerket for jord- og flomskred og profil 6930 - 7010 er det avmerket for jordskred. Snøskred er avmerket ved profil 6850 - 7350, samt to mindre områder mellom ca. profil 6400 og 6600. Veien er ikke dekket av aktsomhetsområde for steinsprang, men dette ble vurdert samtidig, ettersom det er flere bergpartier langs veien.

Steinsprang: Berget ovenfor påhugget består i stor grad av svaberg og er moderat oppsprukket. Det kan være enkelte avløste blokker, men det er ingen store bergsider som kan skape større skred.

Det avløste bergpartiet vist i Figur 84 er behandlet i detalj i ingeniørgeologisk rapport for skjæringer. Det vurderes at blokken står stabilt som følge av at foten har støtte i nedenforliggende løsmasser.

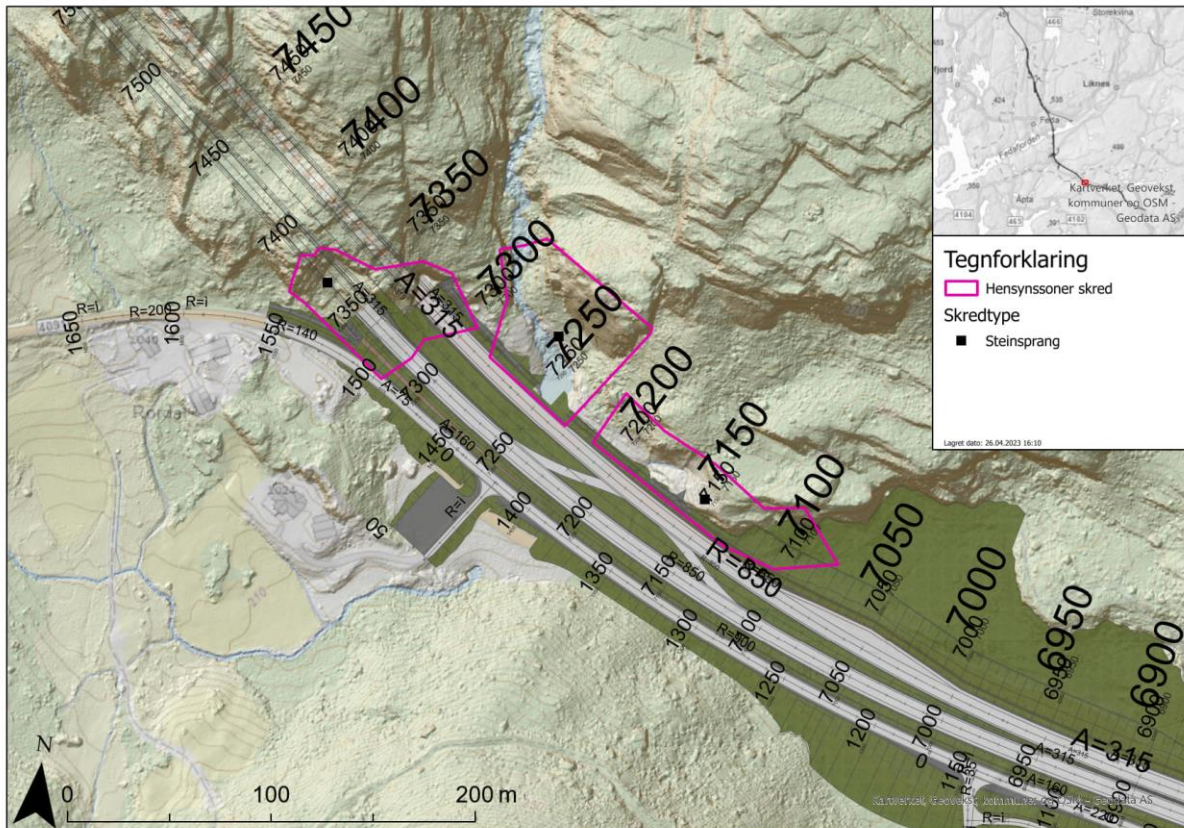
Det er enkelte løse blokker langsmed hele nordsiden av veien. Mange plasser vil imidlertid eventuelle blokker havne i grøften og kan tillates at kommer ned. Steinsprang fra bergkollene på sørlig side av veien anses heller ikke å gi potensiale for steinsprang, ettersom de er tett vegetasjonsdekket og relativt slake.

Jord- og flomskred: Det vestligste aktsomhetsområdet for jord- og flomskred, profil 7140- 7300, følger bergsøkket hvor bekken fra Hålandsvatnet drenerer. I bergsøkket er det store urblokker og nedfall fra bergsidene langsmed hele løpet. Det er lite løsmasser tilgjengelig for erosjon, ettersom løsmassene i stor grad består av store urblokker. Bekken har ikke mulighet for å ta nye veier ettersom den er begrenset av de steile bergveggene på siden. Så lenge kulvertene er dimensjonert for framtidige vannmengder, anses ikke området som er avmerket for jord- og flomskredfare for å ha reelle løsneområder.

Ved det østligste aktsomhetsområdet for jordskred, profil 7010 – 6930, er det ingen tegn til erosjon langs bekken. Bekken drenerer langsmed bart berg, bergblokker og tynnere løsmasselag. Ved befaringen var det lav vannføring. Mose og vegetasjon langs bekkeløpet indikerer at det sjelden er stor vannføring. Bekken er svakt meandrerende, noe som og tyder på lite erosjon og lav vannføring. De store bergblokkene langsmed bekkeløpet bidrar til å stabilisere løsmassene og det vil kreves store vannmengder for at disse skal flytte på seg. Vegetasjonen stabiliserer og tar opp vann. Det er og relativt slakt terreng, som vil begrense hastigheten og utløpslengden på eventuelle utglidninger. Det vurderes at det er så liten sannsynlighet for jordskred at det ikke anses som noen fare fra dette området.

På svabergene ved dagens vei er det tynt løsmassedekke og tynt vegetasjonsdekke med grunne røtter. Svaberget med tynt løsmassedekke kan ha potensiale for jordskred. De aktuelle områdene er imidlertid av så liten størrelse at et eventuelt jordskred kun vil nå til veigrøften. Sikkerhet mot jord- og flomskred anses som tilstrekkelig.

Snøskred: Områdene som er avmerket for snøskred anses som for bratte eller for små for at det vil samles tilstrekkelig mengde snø der, og snøskred anses ikke å være aktuelt. Det er ellers generelt klimatisk ugunstige forhold for snøskred, og det er mye vegetasjon i utløsningsområdene.



Figur 87: Hensynssoner skred, Vatlandstunnelen SØ påhugg. Hensynssoner gjelder skredfare >1/1000.

10.4 Sikringsbehov

I dette området må det installeres noe bergsikring, og det er viktig å kontroll på vannet for å forebygge mot jordskred.

Steinsprang: Påhugget må gås over for å rense ned eller bolte eventuelle løse bergblokker.

Ved det avløste bergpartiet vist i Figur 84 er det viktig at løsmassene ikke flyttes på, for å unngå destabilisering av det avløste bergpartiet. Det vil imidlertid være aktuelt med noe boltesikring for sikring av enkeltblokker.

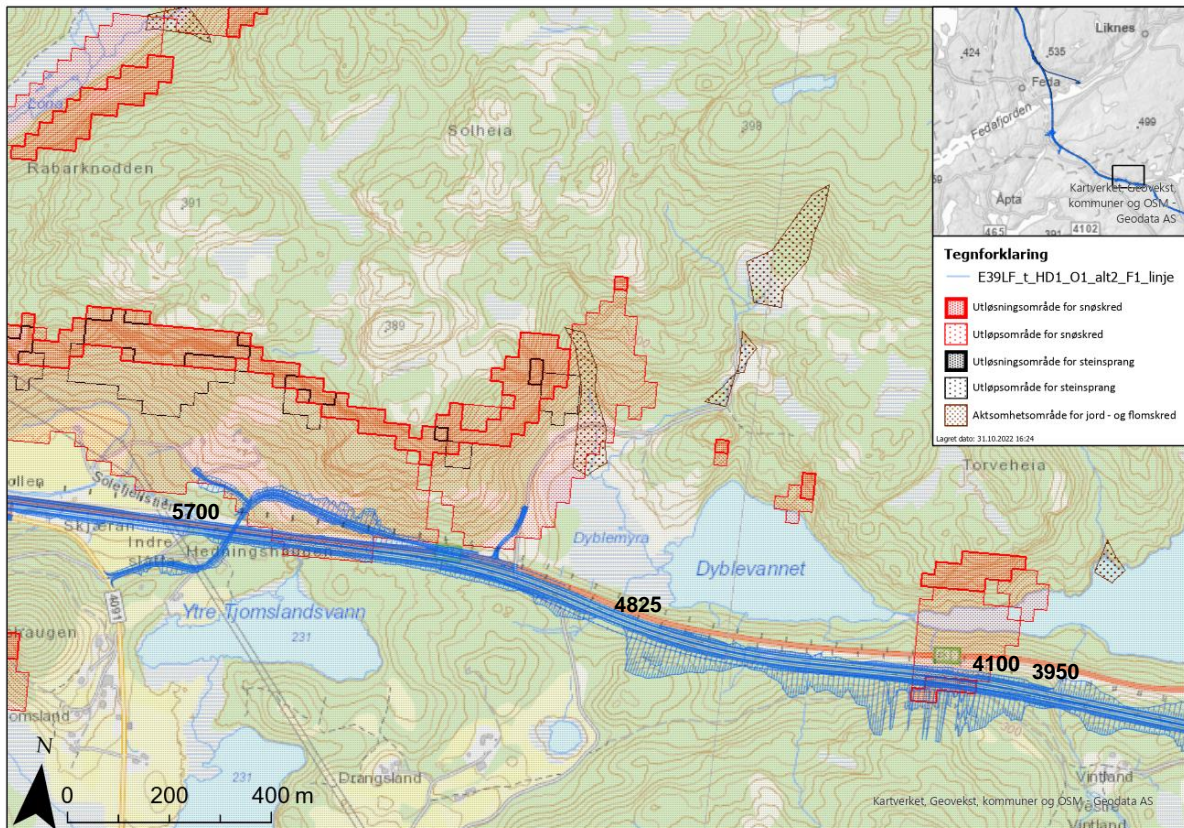
Langsmed hele nordsiden kan det være aktuelt å rense ned eller sikre enkelte løse blokker med bergbolter. Dette gjelder spesielt dersom veien kommer svært tett opptil bergsiden, men de fleste steder vil grøften ta av for det meste av mindre blokknedfall.

Jordskred: Ved det østligste aktsomhetsområdet for jordskred, profil 7010 – 6930 er det viktig at kulvertene er dimensjonert for framtidige vannmengder og det er viktig å vedlikeholde kulvertene slik at det ikke samler seg mye vegetasjon og annet som kan demme opp bekken.

11 Tjomslandsvann og Dyblevannet

11.1 Kart og bilder

Ved Tjomslandsvann og Dyblevannet ligger veien delvis innenfor NVEs aktsomhetsområde for snøskred. Det er også vurdert steinsprangfare og jordskredfare i området. Området strekker seg ca. mellom profil 3950-5700.



Figur 88: Oversiktskart over området ved Tjomslandsvann som viser aktsomhetsområder for de ulike skredtypene.



Figur 89: Bilde tatt mot Ø.



Figur 90: Bilde tatt mot V.



Figur 91: Skråning med morenemasser der veitraséen er planlagt. Bildet er tatt mot øst ved profil 4170.

11.2 Områdebeskrivelse og observasjoner

Ved Ytre Tjomslandsvann skal veien i stor grad følge eksisterende E39. Det skal også etableres enkelte tilkomstveier. Videre østover skjærer veien av fra eksisterende og legges parallelt og høyere i terrenget. Veien er avgrenset av bergskjæringer i mesteparten av området. Nord for veien ligger en langstrakt bratt skrent som er terrassert med bratte skrenter og slakere mellomliggende svaberg. Det er bart berg og tynt med vegetasjon, se Figur 89 og Figur 90.

Øst for Dyblevannet, ved profil 4100 – 4280 skal det etableres skjæring, delvis i berg og delvis i løsmasser. I forbindelse med prosjektet er det utført grunnundersøkelser i siden sør for veitraséen, som viser opp mot 14 m løsmasser over berg. Sideterrenget over skjæringen skal delvis renskes til berg, og delvis legges med stabil løsmasseskråning. Det er og enkelte bergknauser høyere opp i terrenget.

11.3 Skredfarevurdering

Tilkomstveien og et kortere parti av hovedveien ligger innenfor aktsomhetsområdet for snøskred, ca. profil 5050-5700. I tillegg er det ett aktsomhetsområde for snøskred mellom profil 4050 – 4250. I NVEs database er det registrert en jordskredhendelse ovenfor hovedveien ved ca. profil 5900. I tillegg er det store løsmassemektigheter sør for veien. Områdene er ikke avmerket som aktsomhetsområde, men jordskred vurderes også for området. Steinsprang blir også vurdert ettersom det er flere partier med berg som ikke er fanget opp i NVEs aktsomhetskartene.

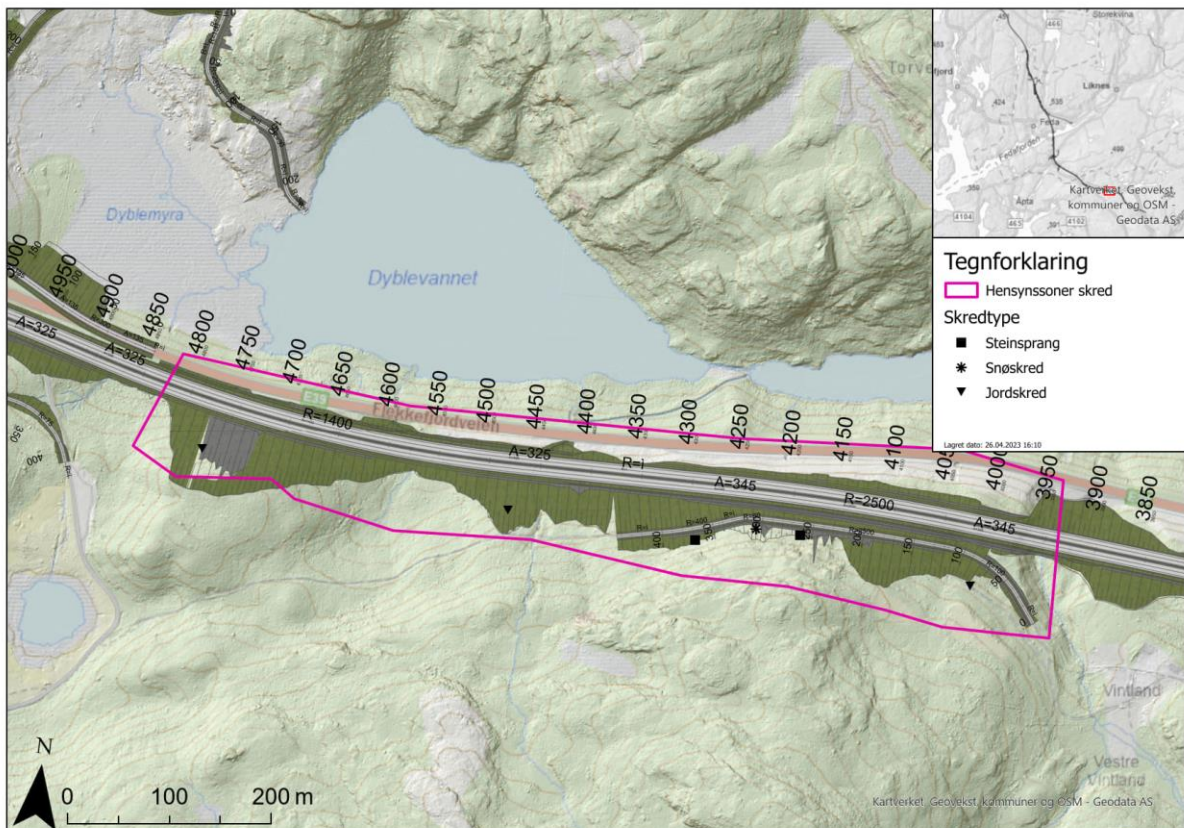
Snøskred: Ved Ytre Tjomslandsvann har mesteparten av bergområdene ovenfor veien helning enten under 27°, eller over 50°. Enkelte områder har helning som er mer gunstig for oppbygging av snøskred, men disse er begrenset i størrelse (<20 x 20 m). Det vurderes at det er tilstrekkelig sikkerhet mot snøskred i dette området.

Langsmed og øst for Dyblevannet vil det overliggende terrenget sør for linjen i stor grad endres. Der det etableres løsmasseskråning må denne være under 27°, for å hindre at det kan utløses snøskred. Der det graves ned til berg må snøskredfaren vurderes på nytt, ettersom bergets helning ikke er kjent før etter avgraving.

Jordskred: Ovenfor profil ca. 5900 har SVV registrert et løsmasseskred i 2011, ned mot lokalveien fra kollen som ligger rett sør for veilinen. Det er anslått et skredvolum på 3 m³, dvs. relativt lite. Utløsningsområdet er en konveks kolle med jevn helning på ca. 20-35°. Det er ingen faste vannveier ifølge markfuktighetskartet. Det vurderes at det kan gå mindre jordskred fra dette området, men volumene og utløpslengden vil være begrenset. Det går to skogsbilveier i siden ovenfor. Det er generelt viktig at disse veiene har gode grøfter for overvannshåndtering og åpne stikkrenner.

Sør for veien ved profil 4000-4800 er det skråniger med antatt stor løsmassemektighet med morenemateriale. Området er ikke dekket av aktsomhetskart for jordskred, men vurderes likevel at må hensyntas som et område med potensiale for jordskredfare. Området er nylig blitt avskoget og har dårligere kapasitet til å ta unna vann. Helningen er varierende og opp mot 30°. Vann drenerer i nedsenkningene, og det er avgrensede bergkoller med små tilførselsområder. Ved kraftige regnskyll kan det imidlertid ikke utelukkes en viss jordskredfare i dette området. Det skal etableres store løsmasseskjæringer i siden, og dette vil og kunne bidra til å endre dreneringsløp. Skredfaren vurderes som ikke akseptabel og det må gjøres tiltak.

Steinsprang: Øst for Dyblevannet er det enkelte mindre bergknauser som har avløste blokker som kan ha utløp til veien. Etter at bergsiden graves fri for løsmasser, må det og vurderes om det er behov for sikring av frigravd bergside.



Figur 92: Hensynssoner skred for Tjomslandsvann og Dyblevannet. Hensynssoner gjelder skredfare >1/1000.

11.4 Sikringsbehov

Snøskred: Dersom det etter avgraving av løsmasser på sørlig side av linjen, ved Dyblevannet, blir etablert skråninger over 27° kan det bli aktuelt å etablere støtteforebygninger for å forankre snøen i siden. Dette vil i så tilfelle bestå av en til to rader med snøgjerder. Lengden på gjerdene vil være avhengig av endelig terreng.

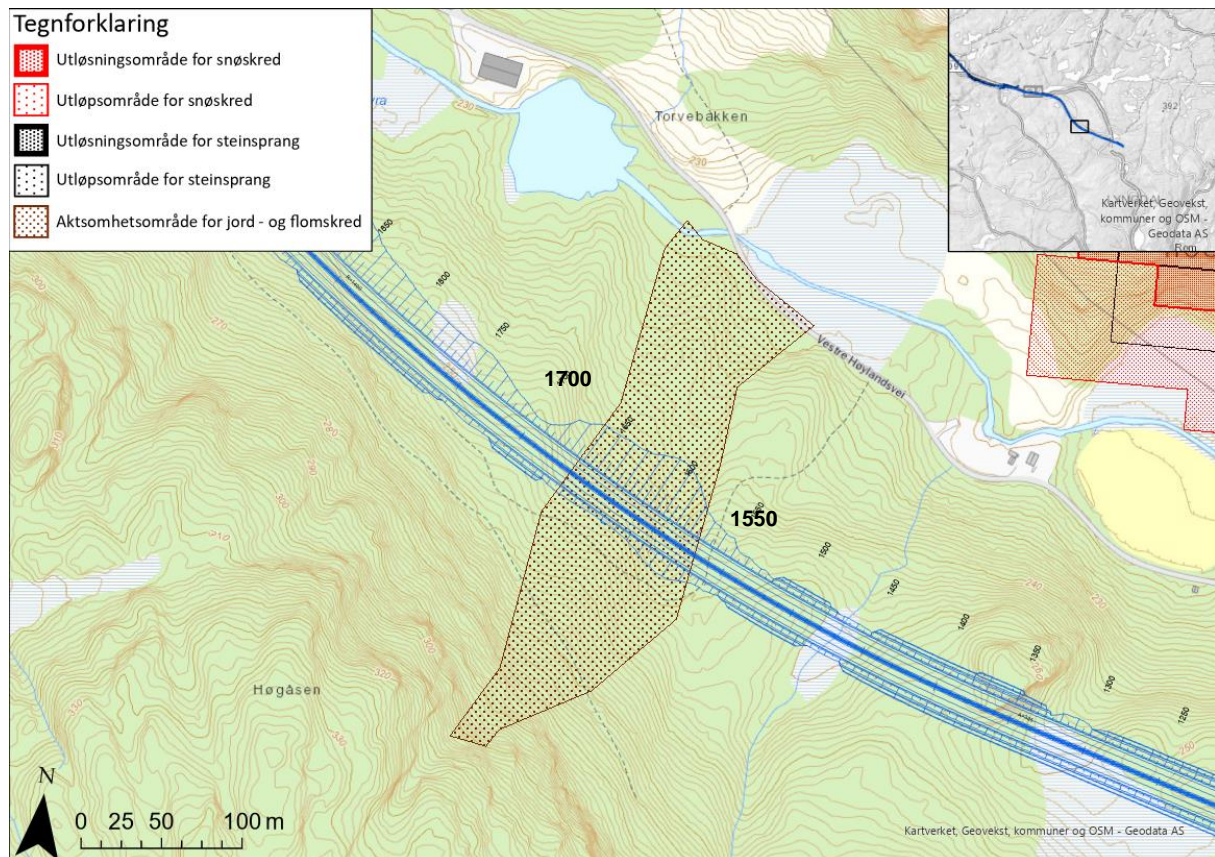
Jordskred: Sør for veien ved profil 3950-4825 må det utføres avbøtende tiltak mot jordskred. Dette kan eksempelvis være støttemurer, utslaking av helning, plastring av dreneringsløp og gode kulverter.

Steinsprang: Øst for Dyblevannet må det gås over og renskes, og/eller sikres med bolter.

12 Høyland

12.1 Kart og bilder

Ved Høyland er det et område der veien er dekket av NVEs aktsomhetsområde for jordskred. Se figur 71. Området strekker seg ca. mellom profil 1550-1700.





Figur 94: Store steinblokker i skogleddt terreng



Figur 95: Et mindre bekkefar.

12.2 Områdebeskrivelse og observasjoner

Området ligger langsmed grusveien Vestre Høylandsvei. Området er skogkledd med tett vegetasjon av gran og furutrær. Det ligger store steinblokker spredt utover skråningen, sammen med løsmasser av ukjent tykkelse, antatt morenemasser. Det går en skogsbilvei i siden med en tilhørende grøft der det sildrer noe vann. Det er ellers registrert lite vann i skråningen og ingen tydelige vannveier. Det antas at mesteparten av vannet drenerer under løsmassedekket og langsmed steinblokkene.

12.3 Skredfarevurdering

Ved Høyland er det registrert ett aktsomhetsområde for jordskred. Andre skredtyper vurderes som ikke aktuelle.

Jordskred: Det er ingen tegn til tidligere erosjon fra bekkefar, og det er generelt tørt i terrenget. Det er tett vegetasjon som bidrar til å ta opp vann og stabilisere løsmassene. I tillegg bidrar de store steinblokkene til å stabilisere løsmassedekket. Løsneområdet anses på bakgrunn av disse observasjonene som ikke reelt.

Referanser

- [1] Statens vegvesen, «N200 Vegbygging,» 2021.
- [2] Geodata, «GeocacheTerreng,» [Internett]. Available: https://services.geodataonline.no/arcgis/services/Geocache_UTM33_EUREF89/GeocacheTerreng/ImageServer.
- [3] Varsom, «Varsom Regobs,» [Internett]. Available: www.regobs.no.
- [4] NVE, «NVE Klassifisering av snøskredterreng (KAST),» [Internett]. Available: <https://temakart.nve.no/tema/kast>.
- [5] NIBIO, «Kilden,» [Internett]. Available: https://kilden.nibio.no/?topic=arealinformasjon&lang=nb&X=7217946.03&Y=284337.75&zoom=0.013563803589068276&bgLayer=graatone_cache.
- [6] NGU, «GRANADA Nasjonal grunnvannsdatabase,» [Internett]. Available: <http://geo.ngu.no/kart/granada/>.
- [7] Varsom, «Varsom seNorge,» [Internett]. Available: <https://www.senorge.no/map>.
- [8] DiBK, «Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning - Kapittel 7 Sikkerhet mot naturpåkjenninger § 7-3. Sikkerhet mot skred.,» [Internett]. Available: <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/7-3/>.
- [9] NGI, «NVE Ekstern rapport nr. 24/2020: Uttesting av eksisterende metodikk for modellering av steinsprang,» NVE, 2020.
- [10] Geodata Online, «GeocacheTerreng,» [Internett]. Available: https://services.geodataonline.no/arcgis/rest/services/Geocache_UTM33_EUREF89/GeocacheTerreng/ImageServer. [Funnet 2023].
- [11] Geodata Online, «Terrengmodell - GeomapDTM,» [Internett]. Available: <https://dokumentasjon.geodataonline.no/docs/3D/Terrengmodell>. [Funnet 2023].
- [12] Norges geologiske undersøkelse, «Berggrunn - Nasjonal berggrunnsdatabase,» [Internett]. Available: https://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/. [Funnet 23. 05. 2022].
- [13] Norges geologiske undersøkelse, «Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase,» [Internett]. Available: https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/. [Funnet 23. 05. 2022].
- [14] Norsk Klimaservicesenter, «Norsk Klimaservicesenter,» [Internett]. Available: <https://klimaservicesenter.no/>. [Funnet 21 04 2022].
- [15] NVE, «seNorge,» [Internett]. Available: <http://retro.senorge.no/?p=klima>.
- [16] NGU, «Skredfarevurdering i forbindelse med undersjøiske kabeltraseer i Fedafjorden, Vest-Agder,» 1998.

- [17] NGU, «Fare for fjellskred i Fedafjorden,» 2008.
- [18] NIBIO, «Markfuktighet,» [Internett]. Available: <https://wms.nibio.no/cgi-bin/markfuktighetskart?>. [Funnet 2022].
- [19] Standard Norge, «NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020 Eurokode 7 Geoteknisk prosjektering,» 2020.
- [20] Standard Norge, «NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 Eurokode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner,» 2016.
- [21] Miljødirektoratet, «Miljøstatus - Naturtyper - DN-håndbok 13 - kartdatabase,» 2020. [Internett]. Available: <https://miljoatlas.miljodirektoratet.no/MAKartWeb/KlientFull.htm?>.
- [22] NGU, «Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase,» [Internett]. Available: <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>.
- [23] Statens vegvesen, «Håndbok V225 Bergskjæringer,» 2020.
- [24] NGU, «Berggrunnskart Mandal 1:250 000,» Norges Geologiske Undersøkelse, 1982.
- [25] NGU, «Berggrunn - Nasjonal berggrunnsdatabase,» [Internett]. Available: http://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/.

Vedlegg 1: Modelleringer Rockyfor3D

Vedlegg 2: Modelleringer RocFall2

Vedlegg 3: Hensynssoner skred

Vedlegg 4: Oversiktskart veilinje

Vedlegg 5: Bildevedlegg