

Vestland fylkeskommune

REGULERINGSPLAN FV.609 - HEILEVANG SKREDVURDERING I BRATT TERRENG

Skredvurdering for permanent veglinje og midlertidig anleggsgjennomføring.

Dato: 26.03.2021
Versjon: 01



Dokumentinformasjon

Oppdragsgjevar:	Vestland fylkeskommune
Tittel på rapport:	Skredvurdering i bratt terreng
Oppdragsnamn:	Fv609 Heilevang - Geologisk rapport
Oppdragsnummer:	621976-18
Skriven av:	Steinar Nes og Vegard Nes
Oppdragsleiar:	Jan Helge Aalbu
Tilgang:	Åpen

Kort samandrag

Etter ein silingsprosess er det kome fram til at veglinje 14 000 skal regulerast for skredsikker veg mellom Hestvika og Heilevang.

Krav til tryggleik:

- Permanent veg: Krav til tryggleik for vegen i permanent situasjon er satt til at det ikkje skal vera årleg sannsyn større enn 1/50 for skred mot vegen.
- Anleggsarbeid: For anleggsarbeid/anleggsområde der mange skal opphalde seg over tid (byggegrop/riggområde/bru etc.) er det satt at akseptabel årleg sannsyn for skred skal vera mindre enn 1/100.
- Generell anleggsdrift: Det er også vurdert behov for risikoreduserande tiltak for den generelle anleggsdrifta. Dette gjeld for arbeid på oversida av vegen langs fjellsida mellom tunnelpåhogg og Heilevangbrua med vollar og murar etc. og transport mellom Heilevang og Hestvika.

Heilevang:

Vurdering:

- Permanent veg: Det blir vurdert at det er større sannsyn for skred mot veg i dagen enn 1/50 for vegstrekninga. Tilstrekkelege permanente sikringstiltak for vegstrekninga er difor dimensjonert.
- Anleggsarbeid: Det blir vurdert at det er større sannsyn enn 1/100 for skred mot byggegrop/riggområde/bru. Det er også vurdert at det er naudsynt med risikoreduserande tiltak for det generelle anleggsarbeidet. Det er difor dimensjonert sikringstiltak, og risikoreduserande tiltak er føreslått.

Risikoreduserande tiltak:

- Permanent sikring:
 - o Frå brua på Heilevang og bort til påhogg må det sikrast mot steinsprang og jord- og flaumskred med årleg sannsyn 1/50. Ein skredvoll med høgde 3 meter langs strekninga er dimensjonert og prosjektert.
- Midlertidig sikring for anleggsarbeid:
 - o Tunnelpåhogget må sikrast med steinspranggjerde på 5 meter som tåler ein kinetisk energi på over 2000 kJ som tek i mot steinsprang og dei grove massane i jord- og flaumskred. I tillegg til grøfter på 1 meter djupne som tek i mot den vassrike delen av grunne jord- eller flaumskred.
 - o Riggområde vest vil vera tilstrekkeleg sikra ved å sikre påhoggsområdet med den midlertidige sikringa.
 - o Riggområde aust blir tilstrekkeleg sikra med skredvollane som er dimensjonerte.

- Det må vere eit rekkefølgjekrav at sikring kjem opp før bruk av riggområda.
- Brua blir sikra med at baileybrua blir sett opp på oppsida av brua. Det bør vurderast om baileybrua skal sikrast noko med å leggja opp ein midlertidig lausmassevoll mot eventuelle rullande blokker.
- Den generelle anleggsdrifta må stoppa ved gitte terskelverdiar for nedbør og vassmetting.

Hestvika:

Vurdering:

- Permanent veg: Det blir vurdert at det er mindre sannsyn for skred mot veg i dagen enn 1/50 for vegstrekninga. Det trengs difor ikkje sikringstiltak for denne strekninga.
- Anleggsarbeid: Det blir vurdert at det er mindre sannsyn enn 1/100 for skred mot påhogget, riggområda/deponiområdet i Hestvika, og delvis for deponiområdet i Rørvika.

Risikoreduserande tiltak:

- For deponiområdet i Rørvika kan lasting/lossing føregå i heile deponiområdet, då det er arbeid utan varig opphald. Installasjonar og varig opphald som til dømes knusing og sortering, samt parkering bør trekkast vekk frå fjellsida og heller nærare Fv. om praktisk mogleg. Dette må vurderast nærmare i prosjekterings-/utbyggingsfasen.

Objekt og område i reguleringsplanen tiltenkt varig opphald som busshaldeplassar, tekniske installasjonar, bustader, fritidsbustader, garasjar og naust, brakkerigg/kontorrigg er omtalt i eigen rapport utført etter NVE sine retninglinjer og standardar og etter krava i Byggteknisk forskrift (TEK 17) (2).

01	26.03.21	Skredvurdering i bratt terreng	SN og VN	JHA
VERSJON	DATO	SKILDRING	SKRIVEN AV	KS

Føreord



Denne skredfarevurderinga er ein delrapport til den geologiske rapporten for reguleringsplan for fv.609 – Heilevang, og omfattar skredfare mot veglinje permanent og midlertidige arbeidsområde som påhogg, riggplassar, bru på Heilevang og deponiområde.

Leikanger, 26.03.2021

Jan Helge Aalbu
Oppdragsleiar

Jan Helge Aalbu
Kvalitetssikrar

Innhald

1. INNLEIING.....	7
1.1. Kartgrunnlag og terrengmodell	8
1.2. Atterhald og avgrensingar	8
1.3. Krav til tryggleik mot skred for veg (N200 Kapittel 208 (4)) og anleggsarbeid	8
2. OMRÅDESKILDRING	10
2.1. Synfaring	10
2.2. Topografi og drenering	10
2.2.1. Heilevang	10
2.2.2. Hestvika.....	12
2.3. Vegetasjon	13
2.3.1. Heilevang	13
2.3.2. Hestvika.....	13
2.4. Geologi.....	14
2.5. Klima	14
2.5.1. Normalar	14
2.5.2. Ekstremverdiar.....	15
2.5.3. Vind	15
2.6. Registrerte/kjende skredhendingar	16
2.6.1. Heilevang	16
2.6.2. Hestvika.....	17
2.7. Tidlegare vurderingar	18
2.7.1. NVE aktsemdssoner	18
2.7.2. Forprosjekt.....	18
2.7.3. Silingsrapport	18
2.8. Geomorfologiske tolkingar/observasjonar i felt.....	19
2.8.1. Heilevang	19
2.8.2. Hestvika.....	21
3. VURDERING AV SKREDFARE	27
3.1. Snøskred	27
3.1.1. Heilevang	27
3.1.2. Hestvika.....	28
3.1.3. Oppsummering snøskred.....	28
3.2. Jord- og flaumskred	29
3.2.1. Heilevang	29
3.2.2. Modellering.....	29
3.2.3. Hestvika.....	32
3.2.4. Oppsummering jord- og flaumskredfare	32
3.3. Steinsprang	33
3.3.1. Heilevang	33
3.3.2. Hestvika.....	35
3.3.3. Oppsummering steinsprang	38
3.4. Oppsummering fare for skred i bratt terreng.....	39
3.4.1. Heilevang	39
3.4.2. Hestvika.....	39

4. SIKRINGSTILTAK	40
4.1. Modellarbeid.....	40
4.2. Plassering og dimensjonering av permanent sikring for vegen.....	41
4.3. Plassering og dimensjonering av sikringstiltak for påhogget	42
4.4. Prosjektering av sikringstiltak	43
4.5. Oppsummering sikringstiltak	46
4.6. Rekkefølgekrav for opparbeiding av sikring	46
5. KONKLUSJON	47
6. KJELDER	48

1. INNLEIING

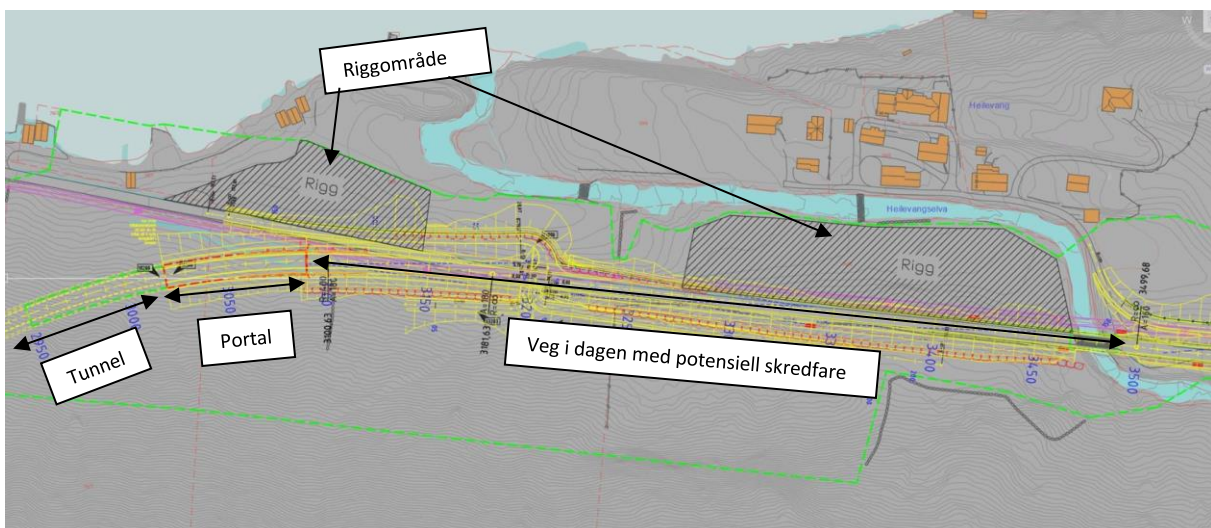
Denne rapporten er ein delrapport tilhøyrande den geologiske rapporten for reguleringsplan, i forbindelse med skredsikring av fylkesveg 609 mellom Hestvika og Heilevang i Sunnfjord og Askvoll kommune (Ingeniørgeologisk rapport til reguleringsplan - FV 609, skredsikring Heilevang (3)).

Det har vorte utarbeidd ein silingsrapport for ulike tunnelpåhoggsalternativ på Heilevang-sida av tunnelen (1). Der vart alternativ 10 000, 16 000, 16200, 17000 og 18000 skrinlagde, og det vart beslutta å gå vidare med alternativ 14 000.

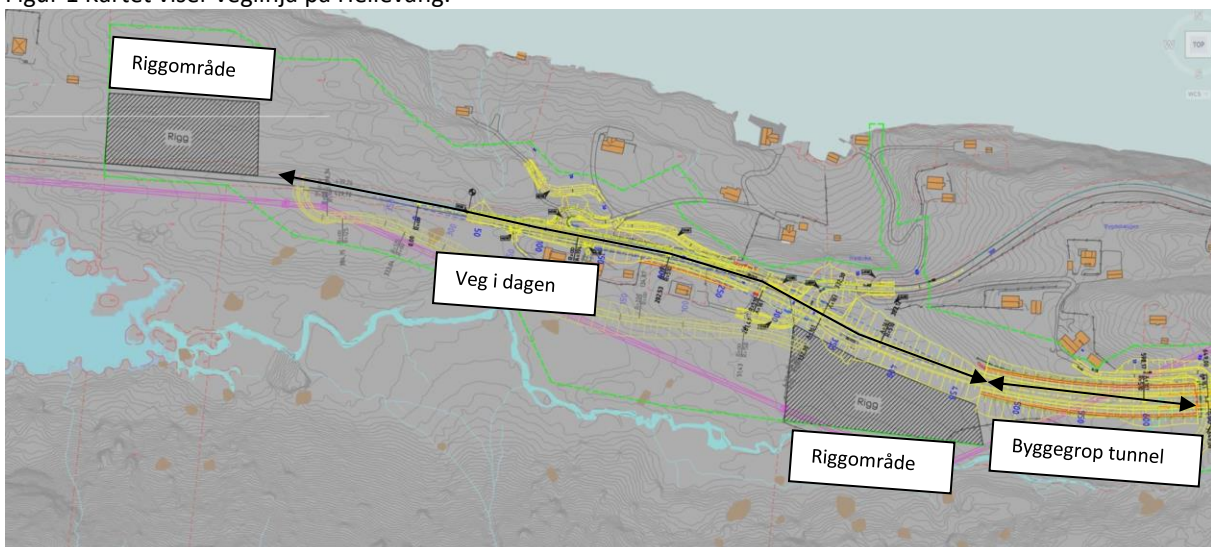
Skredsikringa av den mest utsette strekninga vil skje i form av ein ca. 2,4 km lang tunnel, Heilevangtunnelen. Aust for tunnelen vil resterande vegstrekning i dagen mot brua ved Heilevang gå i potensielt skredfarleg terreng (Figur 1). Aust for brua går vegen i terreng utan store fjellsider over seg, der elvegjelet vil ha ein skredsikrande funksjon mot dei større fjellsidene.

Vest for tunnelen, i Hestvika, vil vegen liggje relativt langt frå fjellsida (Figur 2).

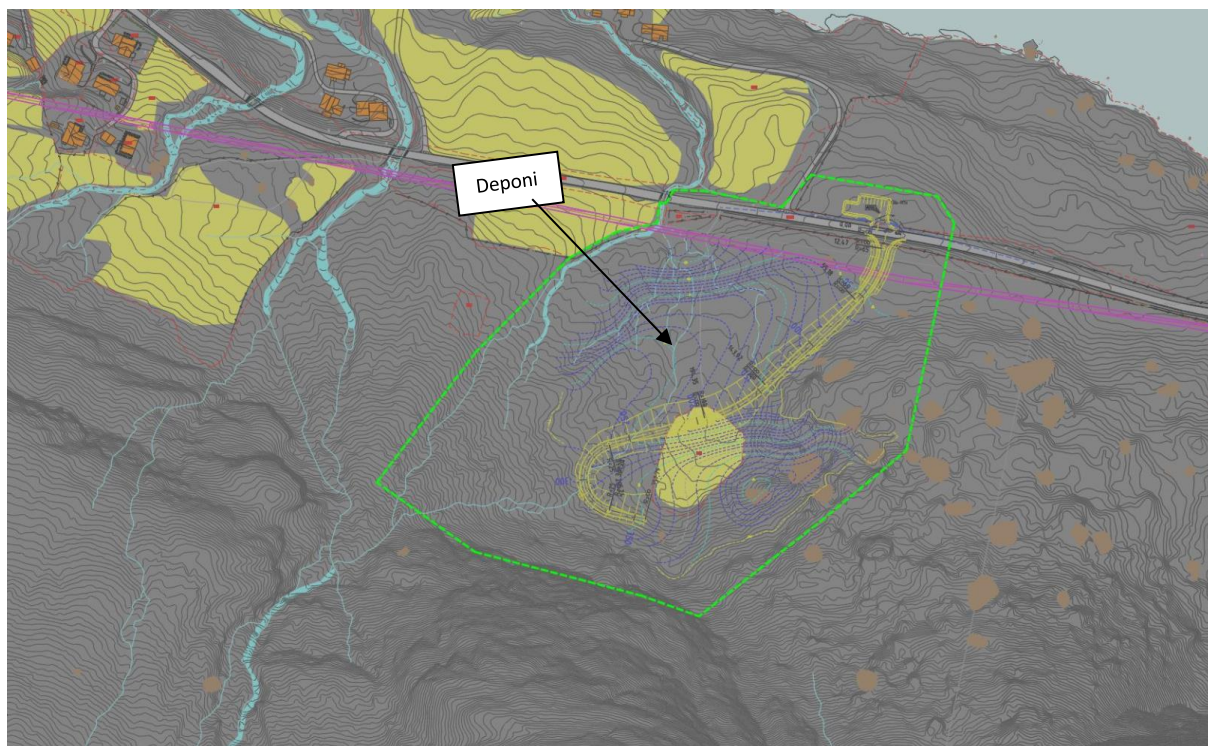
Veg i dagen i reguleringsplanen skal etter framskriven ÅDT ifølgje N200 (SVV) liggje tilstrekkeleg trygt i høve skred med årleg sannsyn 1/50. Anleggsarbeid der det skal arbeidast over tid (byggegrop/påhogg/ny bru) og midlertidige riggområde/deponiområde med opphald over tid skal vurderast/sikrast slik at det ligg tilstrekkeleg trygt i høve skred med årleg sannsyn 1/100.



Figur 1 Kartet viser veglinja på Heilevang.



Figur 2 Kart som viser veglinja i Hestvika, inkludert planlagt riggområde.



Figur 3 Deponiområde i Rørvika på Hestvika-sida av tunnelen.

1.1. Kartgrunnlag og terrengmodell

Kartgrunnlag er henta frå hoydedata.no og anvendt i ArcGIS Pro. Koordinatsystemet nytta er NTM5.

1.2. Atterhald og avgrensingar

Vurderingane avgrensar seg til veglinja for veglinje 14 000 med tilhøyrande byggegroper/riggområde/ny bru/deponiområde. Område der det blir lagt opp til stans slik som parkeringsplassar, busshaldeplass eller for eksempel tekniske bygg skal vurderast etter TEK 17.

1.3. Krav til tryggleik mot skred for veg (N200 Kapittel 208 (4)) og anleggsarbeid

Val av tryggleiksnivå for skred på veg blir gjort i kvart enkelt vegprosjekt. Det blir teke utgangspunkt i samla skredsannsyn per km veg og dimensjonerande trafikkmengde.

Forventa framtidig ÅDT for strekninga er mellom 500 og 1499. Akseptabel skredsannsyn per km og år er då 1/50 (Tabell 1).

Tabell 1 Sikkerheitskrav for skredsannsyn på veg ((4) N200, Tabell 208.1)

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

For midlertidige opphaldsplassar, der det blir arbeidd over lengre tid, slik som til dømes byggjegrøp ved tunnelpåhogg, riggplassar utan varig opphald, ny bru og delar av deponiområde med meir opphald over tid (td. parkering for maskiner eller knuseområde) er det bestemt at den årlege nominelle skredfaren skal vera mindre enn 1/100.

Det er også vurdert behov for risikoreduserande tiltak for det generelle anleggsarbeidet langs fjellsidene med vollar og murar, og transport mellom Heilevang og Hestvika.

For permanente område i reguleringsplanen der det blir tilrettelagt for stopp, slik som rasteplassar, parkeringsplassar og brakkeriggar med varig opphald og liknande gjeld tryggleikskrava til TEK 17 og vil bli vurderte i ein separat rapport.

2. OMRÅDESKILDRING

Område vurdert:

- Heilevang veglinje vest for brua, i tillegg til byggjegropa for tunnelen, riggområde og ny bru
- Hestvika tunnelpåhogg og veglinje, i tillegg til riggområde og deponiområde.
- Generell anleggsdrift på Heilevang og transport mellom Heilevang og Hestvika

2.1. Synfaring

Det blei utført ein innleiande synfaring for alle veglinjealternativa den 15.10.2020. Dette la grunnlaget for silingsrapporten og valet av alternativ 14 000.

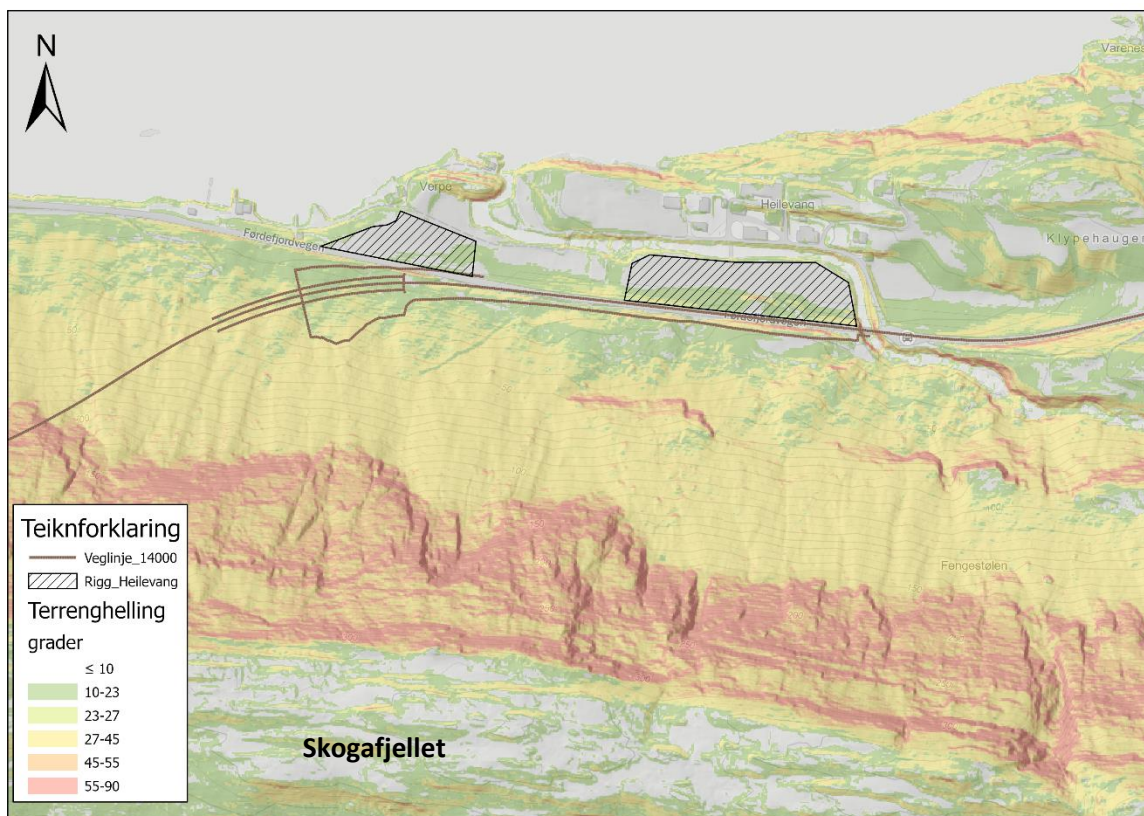
Den 13.01.2021 vart det gjennomført ein ny befaring spesifikt for valgt veglinje. Det var snø på bakken, men synfaringa vart eit godt supplement til tidlegare synfaringar og dronebilete.

2.2. Topografi og drenering

2.2.1. Heilevang

Vegstrekninga ved Heilevang ligg på mellom 10-20 moh (Figur 4). Sør for vegen er ei bratt fjellsida på ca. 300 høgdemeter opp mot Skogafjellet (Figur 5). Over dette ligg fjellet Blægja, på 1304 moh., men eit dalsøkk mellom Skogafjellet og Blægja gjer at dette ikkje vil ha påverknad på skredfaren mot vegen.

Nedre del av fjellsida er under 25°, medan det blir brattare oppover. Frå 30 moh. og opp til brattkantane er det stort sett mellom 30-45°. Der det bratnar til er terrenghellinga mellom 45-60° med bratte nær vertikale band innimellom. Generelt er det relativt like forhold langs fjellsida, men i vest går dei bratte partia lenger ned mot vegen, medan i aust er det lenger parti noko slakare helling.



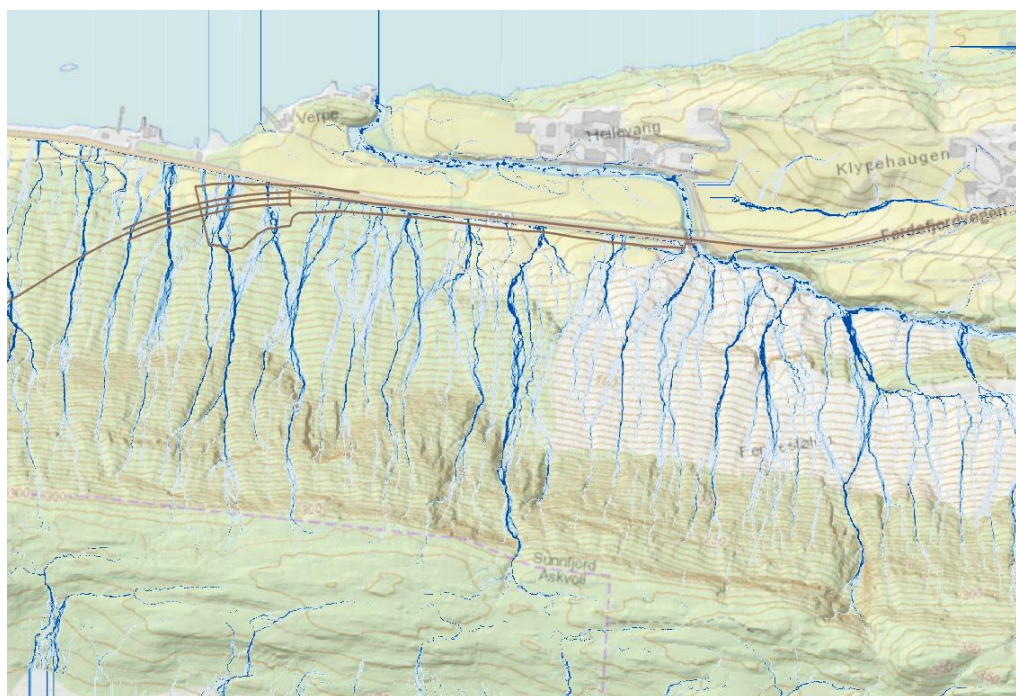
Figur 4 Terrenghellingsskart over fjellsida med veglinja innteikna.



Figur 5 Bilete som viser at fjellsida er relativt bratt heilt ned til vegen. Vegstrekinga som er vurdert er merka med svart, stipla linje.

Det er kun avrenning frå fjellsida, ingen bekkar frå magasin. I regnfulle periodar eller under særskilde nedbørshendingar er det mykje avrenning i fjellsida då det er teikn til utglidingar av jordskalkar og erosjon i bekkeløp i fjellsida. Avrenningskartet viser korleis avrenninga fordeler seg jamt over heile fjellsida (Figur 6).

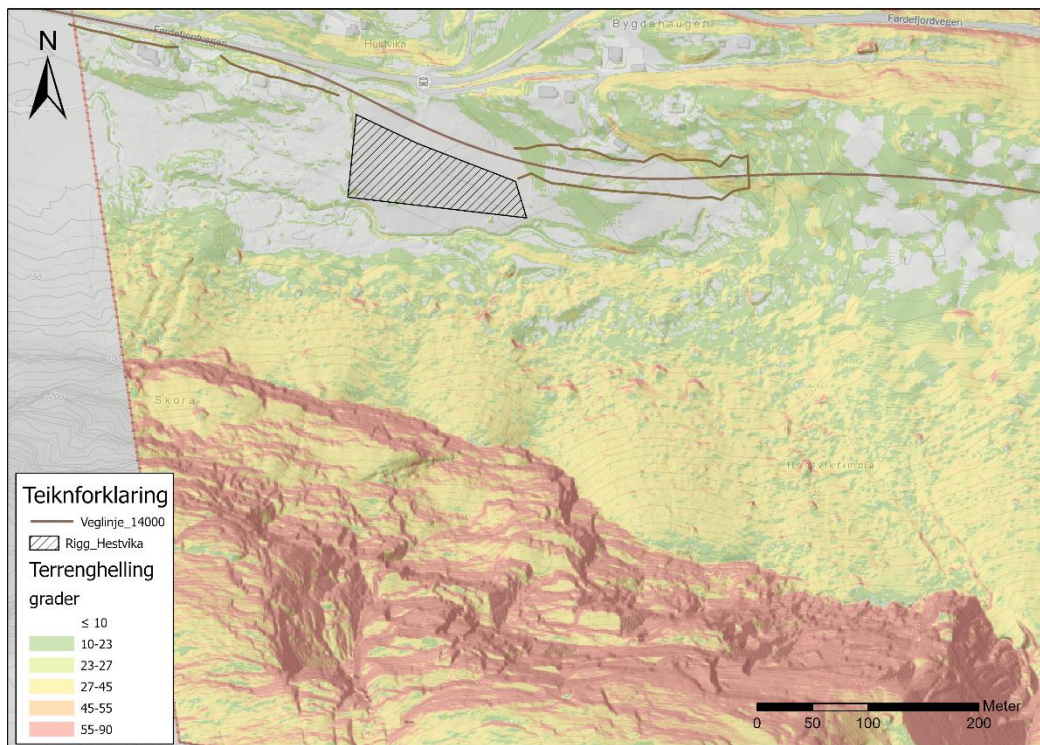
Skyggerelieffkart og dronefoto viser forsenkingar og teikn til utglidingar av jord i fjellsida (Figur 31; Figur 32).



Figur 6 Avrenningskart viser korleis dreneringa er i fjellsida. Sterkare farge har større nedslagsfelt, men det er kun eit forhold mellom dei ulike avrenningsfeltene og ikkje eit mål på kor mykje vatn som kjem ned.

2.2.2. Hestvika

Tunnelen i Hestvika har påhogg i ein fjellrygg på ca. 50 moh (Figur 7). Sør (mot fjellsida) for veglinja går det slakt ned ca. 10 høgdemeter med dyrka mark til ein bekk. Frå bekken er det ei skredur som strekk seg ca. 150 høgdemeter opp mot det nær vertikale fjellmassivet som høyrer til Blægja. Den bratte fjellveggen strekk seg opp til 500 høgdemeter (Figur 8). Det er markert ein bekk frå fjellsida og ned mot veglinja. Det er grov ur under fjellsida så truleg renn vatnet i ura til det kjem ut i søkket mellom fjellsida og dyrka mark.



Figur 7 Terrenghellingskart for området i Hestvika.



Figur 8 Fjellsida med relevans på skredfare mot tunnelpåhogget i Hestvika.

2.3. Vegetasjon

2.3.1. Heilevang

Det er spreidd lauvskog i fjellsida (Figur 9). I området rett over påhogget er det noko granskog. Elles er det beitemark/utmark, i tillegg til ein liten flekk dyrka mark mellom fjellsida og veglinja.



Figur 9 Dronebilde (Foto: Vestland fylkeskommune) som viser vegetasjonstilhøva i fjellsida.

2.3.2. Hestvika

Øvre del av fjellsida har bart fjell utan vegetasjon. I nedre del er det grov ur med spreidd lauvvegetasjon. Ved veglinja er det dyrka mark (Figur 10).



Figur 10 Dronebilde (Foto: Vestland fylkeskommune) som viser vegetasjonstilhøva i fjellsida over Hestvika.

2.4. Geologi

For geologi med berggrunn og lausmassar visast det til den geologiske rapporten (3).

I følgje NGU.no er det forvittrings- og skredmateriale i fjellsida. Dette stemmer godt overeins med synfaring.

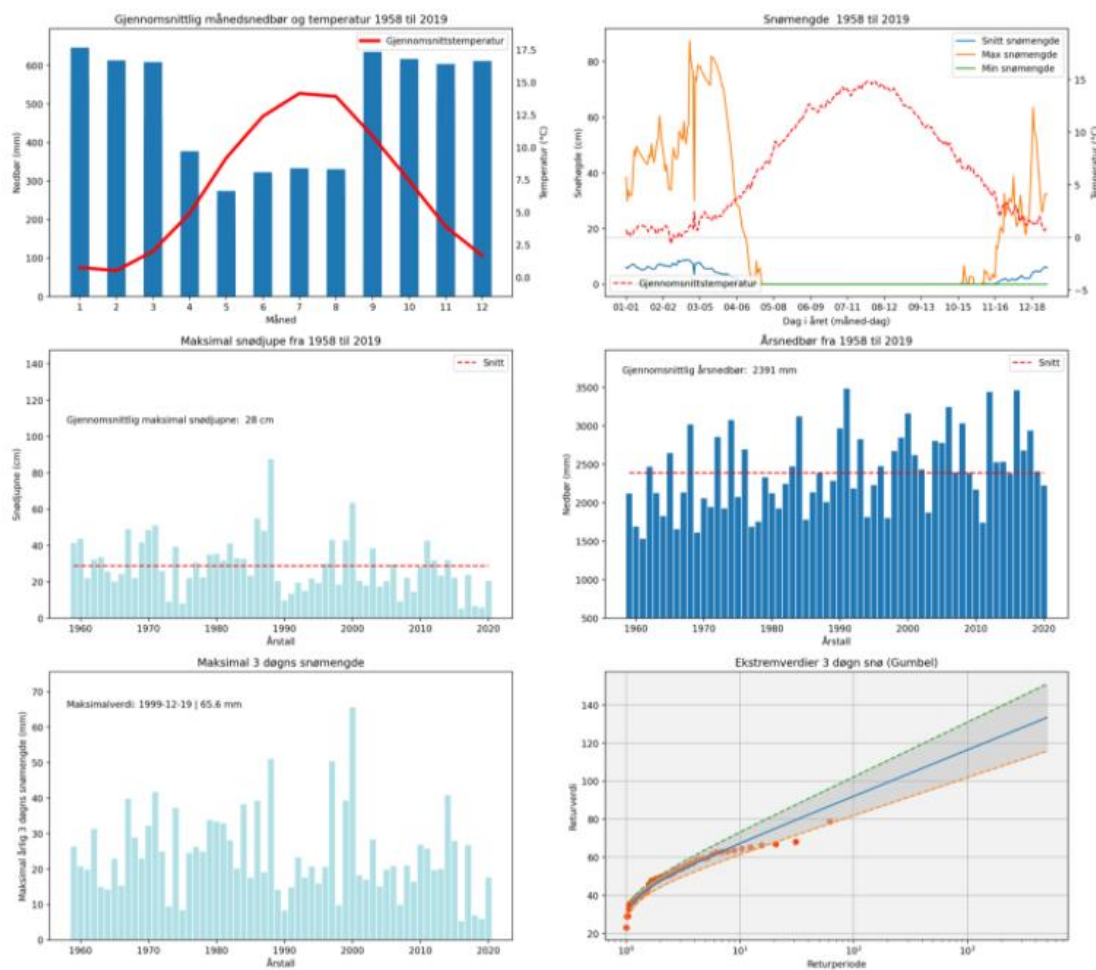
2.5. Klima

Nedbørsdata er henta frå NVE sitt «Grid Time Series» API. Datasettet er SeNorge2 (5), som er basert på observert og interpolerte data frå 1957 fram til 2020. Vindroser er basert på data frå mars 2018 – mars 2020. Interpolerte data er justert for høgde.

Posisjon for data er UTM 33 6848207 -2610. Høgda på klimapunktet er 50 moh.

2.5.1. Normalar

Området har normalt svært mykje nedbør, med gjennomsnittleg årsnedbør på 2391 mm (Figur 11). Mest nedbør er det haust og vinter. Gjennomsnittleg maksimal snødjupne er 28cm, men med meir snø i unntaksår.



Figur 11 Samanstilling av klimadata frå klimapunktet 50 moh.

2.5.2. Ekstremverdier

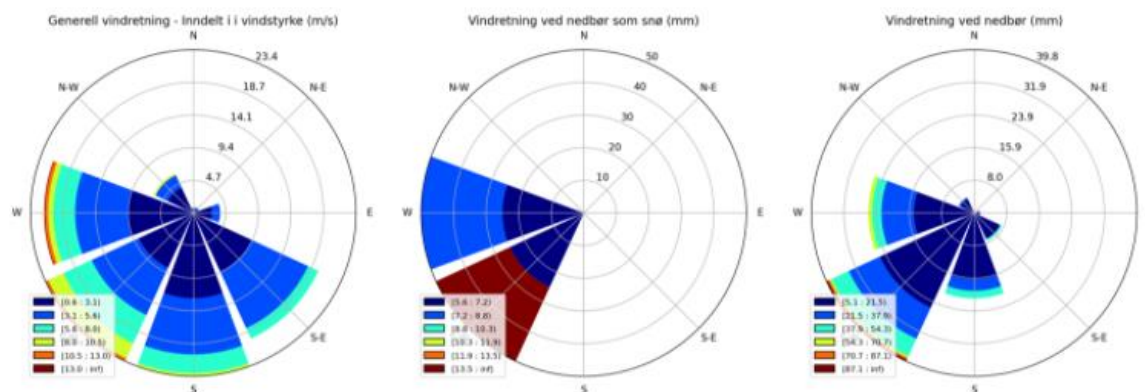
Utrekning av ekstremverdier er utført etter metode vist i NIFS rapport 2014/22 «Hvordan beregne ekstremverdier for gitte gjentaksintervaller?». Det er vist ekstremverdier for 3 døgns nysnø for klimapunkt 50 moh. og 325 moh (Figur 12).

Returverdier 3 døgns snømengde	Returverdier 3 døgns snømengde
100 år: 61.0	100 år: 95.0
1000 år: 83.0	1000 år: 124.0
5000 år: 97.0	5000 år: 144.0

Figur 12 Til venstre er verdier for punkt 50 moh. Til høyre er verdier for punkt 325 moh.

2.5.3. Vind

Figur 13 viser dominerende vindretninger, vindretning ved nedbør og vindretning ved snø. Det er vind fra sørøst til nordvest som dominerer for området, medan nedbørsførende vindretning er fra sør-sørvest til vest.



Figur 13 Dominerende vindretning til venstre. Vindretning med nedbør som snø i midten. Til høyre vindretning med nedbør.

2.6. Registrerte/kjende skredhendingar

Bakgrunnen for prosjektet er skredsikring av strekninga mellom Heilevang og Hestvika. Tunnelen vil sikra den mest skredutsette strekninga (Figur 14). Det vil vera ein risiko for anleggsarbeidet å ha mykje transport langs dagens veg mellom Heilevang og Hestvika i periodar med mykje nedbør.



Figur 14 Kart som viser skredhendingar (farga boksar) og veglinje 14 000. Tunnellengda er markert med pil.

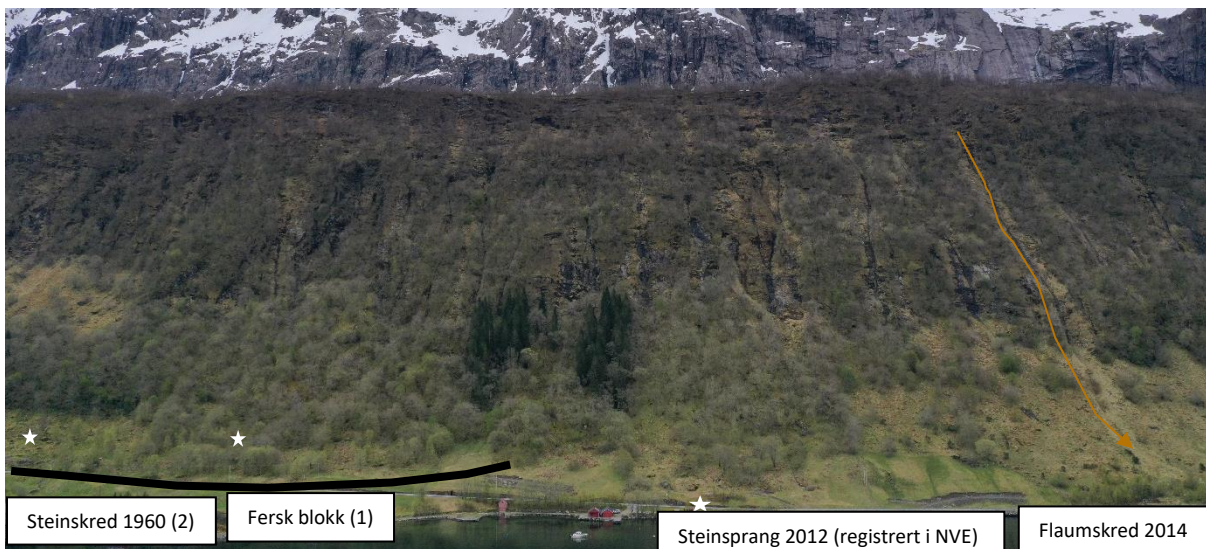
2.6.1. Heilevang

Det er ingen registrerte skredhendingar i NVE sin skredhendingsdatabase langs den planlagde vegen i dagen på strekninga vest for brua på Heilevang (Figur 14). Det er ei hending registrert aust for brua. Dette er ei utgliding frå vegskjeringa. Etter samtalar med lokalkjende og synfaringar har vi likevel fått vita om fleire steinsprang som har råka vegen eller vore tett på. Rett vest for påhogget er det registrert eitt flaumskred og eitt steinsprang som råka vegen (Figur 15).

Registrerte skred på eller i nærleiken av veg i dagen (markert med stjerner i Figur 15 og Figur 16):

1. Registrert steinsprang på traktorveg (0,3kubikk)
2. Steinsprang på 60-talet. Store blokker ligg nær vegen. I samtale med bonden på Heilevang er det kome fram at blokker har gått heilt til elva og at blokker har blitt sprengt på jordet.
3. Steinsprang har råka brua på Heilevang.

I tillegg blei det registrert ferske utglidingar av lausmassar og ferske steinsprangblokker oppe i fjellsida på synfaring.



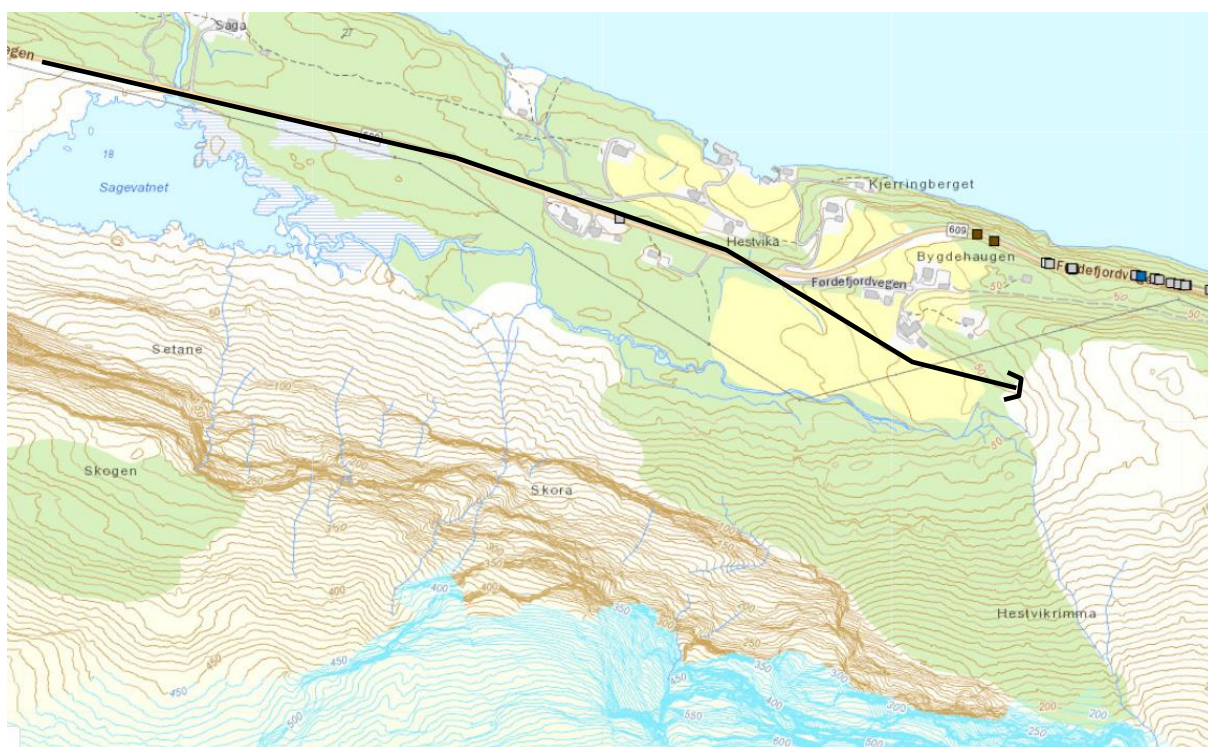
Figur 15 Dronebilete med plassering av skredhendingar på strekninga til veglinje 14 000 og like ved. Ca. veglinje markert med svart strek.



Figur 16 Dronebilde som viser plassering av kjende skred på strekningen til veglinje 14 000.

2.6.2. Hestvika

Det er registrert eitt steinskred i Hestvika frå 18.03.99. Det er ikkje meir spesifisert. Ut frå våre vurderingar er denne ein feilregistrering/feilplassering. Forutan dette er det store urer under fjellsida som vitnar om historisk steinsprangaktivitet (Figur 17).



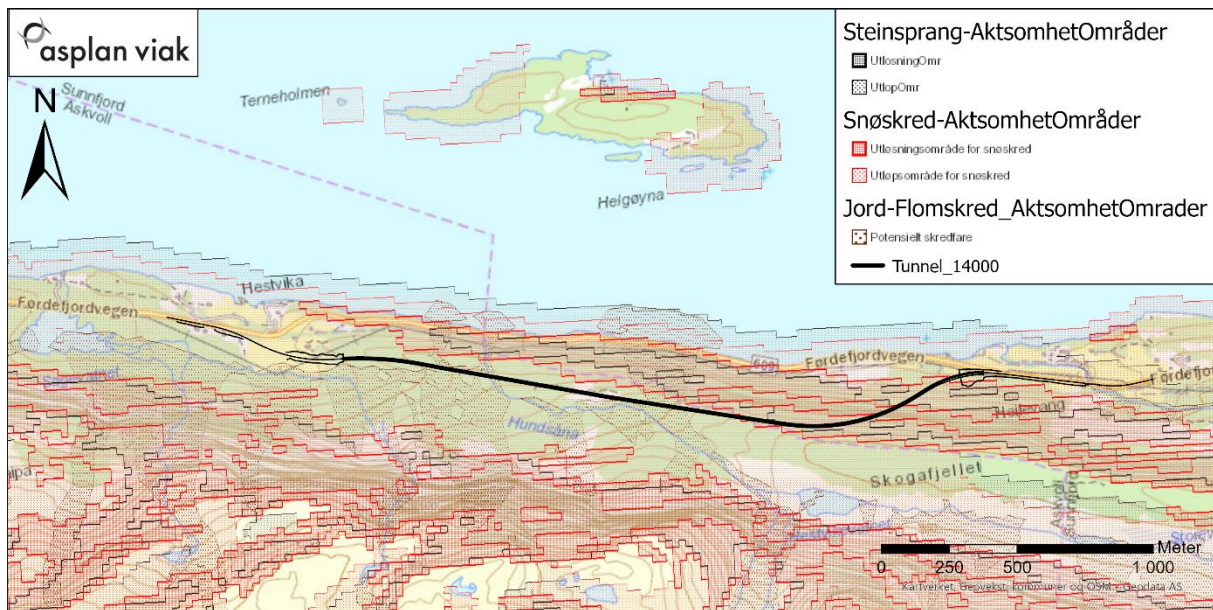
Figur 17 Kart med registrerte skredhendingar i Hestvika (atlas.nve.no). Svart strek viser ca. linjeføring for ny veg.

2.7. Tidlegare vurderingar

Det er ikkje oss kjent at det er gjort tidlegare skredfarevurderingar for veg eller busetnad innanfor reguleringsområdet. Nasjonal kartlegging av aktsemdssoner, vurderingar gjort i forprosjekt og konklusjon frå silingsrapporten utført i tidlegare planfase er vist under.

2.7.1. NVE aktsemdssoner

NVE si nasjonale kartlegging av aktsemdssoner for skred i bratt terreng er utført for området. Kartlegginga viser at heile reguleringsplanen er innanfor aktsemdssonene for steinsprang og snøskred (Figur 18). Delar av riggområdet i Rørvika, i tillegg til brua på Heilevang er innanfor aktsemdssona for jord- og flaumskred.



Figur 18 NVE sine aktsemdssoner for skred i bratt terreng.

2.7.2. Forprosjekt

Planområdet vurdert i forprosjektet «Skredsikring fv.609 Heilevang – Forprosjekt» (6) er i reguleringsplanen lagt i tunnel. Tidlegare vurderingar i forprosjektet omfattar difor ikkje vegstrekning i dagen i reguleringsplanen.

Det er vurdert fordeler og ulemper ved påhoggsalternativet på Heilevang. Her kjem det fram at alternativ 2b (ca. plassering i reguleringsplanen) truleg vil få minst inngrep for reinsk og sikring ved påhoggsområde av alternativa. Ulemper ved alternativet er at ein eventuell voll kan vera estetisk uheldig. Fanggjerde som arbeidssikring og ein mindre langsgåande skredvoll kan bli aktuelt. Omfattande landskapstilpassing rundt portalen vil vere naudsynt, grunna stor mengde lausmassar og usikker djupne til fjell.

2.7.3. Silingsrapport

Silingsrapporten (1) konkluderte med at linje 10 000, 16000 og 17 000 ikkje var byggbare på grunn av vanskeleg bratt terreng og for stor fare for skred i byggegrep. Linje 16 200 var ikkje byggbar på grunn av vanskelege grunnforhold. Konklusjonen frå silingsrapporten for vegalternativ 14000 er vist i Tabell 2.

Tabell 2 Konklusjon for veglinje 14000 henta frå silingsrapporten (1).

Geologi	
Skredsikring, midlertidig (m)	Anleggsområdet er skredutsett mot både steinsprang og jordskred. Det er mogleg å sikra anleggsområdet med ledevoll eller skredgjerder. I tillegg bør ein redusere restrisikoen ytterlegare ved å ha skredvarsling/terskelverdiar for nedbør.
Skredsikring, permanent (p)	Strekninga frå tunnelportal og austover mot brua på Heilevang må sikrast. Antatt høgde på sikringstiltak er 3-5 m. Må dimensjonerast nærare.

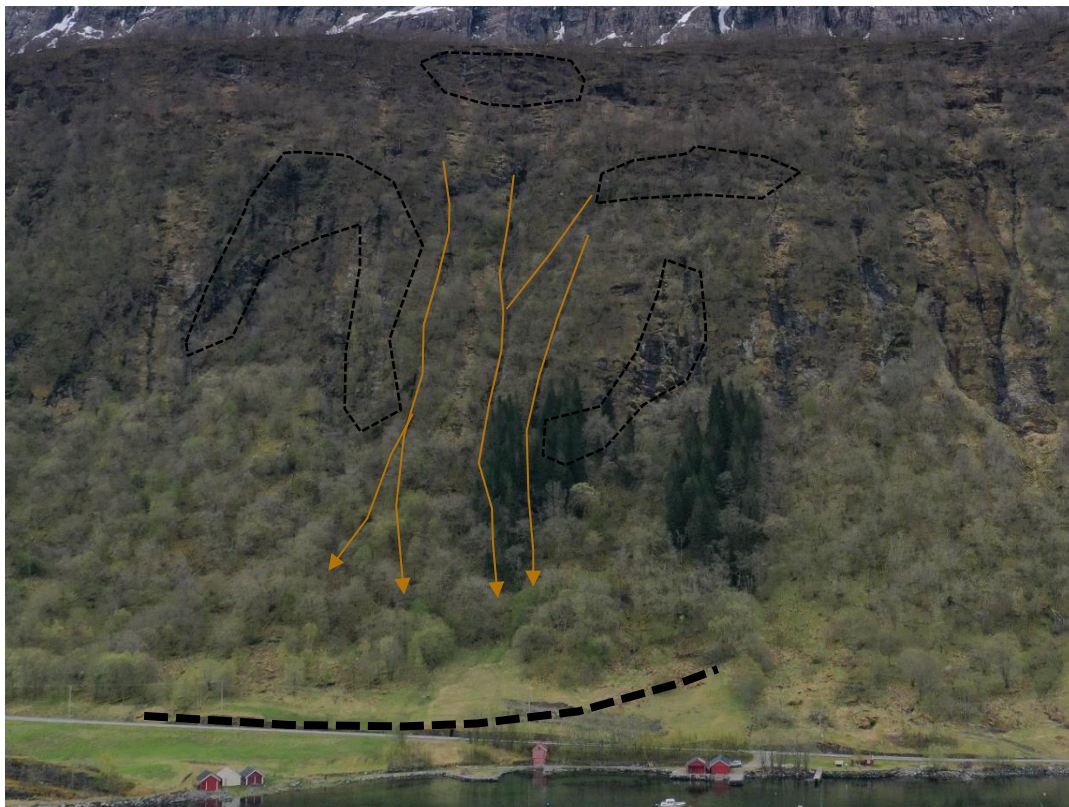
2.8. Geomorfologiske tolkingar/observasjonar i felt

2.8.1. Heilevang

Det er utført to synfaringar i terrenget for vegstrekninga på Heilevang. Ein i silingsprosessen og ein spesifikt for valgt alternativ den 13.januar 2021. Det var noko snø på bakken på synfaringa, men dei generelle trendane var mogleg å sjå i terrenget, men ferske blokker og liknande var ikkje moglege å sjå.

Vi delar inn observasjonar og tolkingar i 3 ulike delar langs fjellsida:

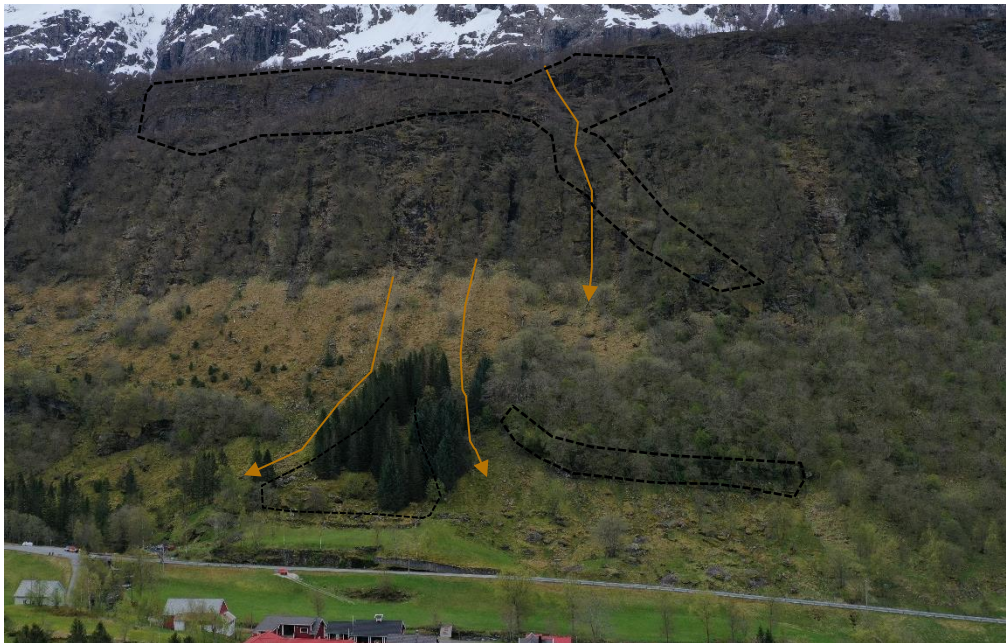
1. Over tunnelportalen held fjellsida i øvre del noko meir lausmassar på grunn av at den er noko slakare enn mot aust (Figur 19). Det er også tydelegare teikn til skredvifter ned mot vegen. Det er teikn til raviner og jordskredvifter i nedre del. Det er i tillegg pågåande prosessar med ferske erosjonsspor i terrenget like under brattkantane. Minimum to stader er det utspydingsrenner i brattpartiet i fjellsida. Det blei observert ei fersk steinsprangblokk langt ned mot vegen i dette området. Det er bratt nok til å løysna steinsprang i fjellsida, men terrenghellinga blir noko slakare i øvre del.



Figur 19 Bilete som viser avrenning/potensielle flaumskredløp og potensielle løysneområde for steinsprang i fjellsida.

2. Lenger aust på strekninga er det brattare lenger ned, mindre lausmassar, ikkje så tydelege skredrenner og då mindre sannsyn for flaumskred som kan gå langt (Figur 20).

Det er bratt lenger ned, og dermed større potensielle løysneområde for steinsprang og då større sannsyn for utløysing av steinsprang. Det er uråd å vita kvar neste steinsprang løysnar. Ned mot vegen er ein brattkant som potensielt kan gi eventuelle steinsprang ein stupebretteffekt og dermed auka utløpet noko. Steinskredet frå 60-talet med utløp langt over vegen har det meste av massane sine rett under den nedre skrenten.



Figur 20 Bilete som viser terrenget i fjellsida lengst aust over veglinja.

3. Lengst aust er det svært bratt i toppartiet før det slakar ut like under der det er beitemark. Det er lite lausmassar i brattpartiet i fjellsida. Det er ei steinskredur rett over dyrka mark før brua (i granskogen på biletet). Denne har god bremsande effekt på blokker og vil leda til ein viss grad steinsprang og lausmasseskred til sidene. Ved brua på Heilevang er det kjent at det har kome steinsprang heilt ned.

Generelt i fjellsida ser ein på dronfoto, på kart og i felt at det er større sannsyn for store jord- og flaumskred lenger vest på strekninga mot tunnelpåhogget enn lenger austover. Dette grunna at det bratte fjellpartiet er noko slakare i vest og har meir lausmassar.

Elvegjelet og fjellryggen aust for brua på Heilevang skjermar vegen mot potensielle skredhendingar.

Synfaring bekrefta antakelsar om at det er for bratt i brattpartia på toppen av fjellsida til at snøen held seg på plass, og vil heller skli ut som laussnøskred etter kvart snøfall (Figur 21). Klimadata tilseier at det er lite snø i nedre del av fjellsida. Ruheit i terrenget og skog gjer at sannsyn for store snøskred er liten.



Figur 21 På synfaring 13.01.21 var det snø. Det er tydeleg at det er så bratt i fjellsida at snøen ikkje legg seg opp i store mengder oppe i dei bratte partia, men glir ut etter kvart.

2.8.2. Hestvika

Under den bratte fjellsida opp mot Blægja ligg ei svært grov ur (Figur 22). Den har grense ned mot bekk/elv, og grensar mot dyrka mark. Utbreiinga av ura tilseier at dei fleste blokker stoppar der. Hadde dei fleste utfalla hatt lenger utløp, ville ura hatt større utbreiing.

Generelt ser den bratte delen av fjellsida massiv og lite oppsprukken ut, truleg er det relativt sjeldan det er utfall frå dei øvre delane. Dei nedre delane er meir oppsprukne, og kan ha hyppigare utfall.

Deponiområdet ligg under fjellryggen som går opp mot Blægja (Figur 28; Figur 29; Figur 30). Mot aust er det ei høg vertikal fjellside, med bart fjell som er lite oppsprukken. Under denne fjellsida er det ei stor fjellskredur som breier seg ned til dyrka mark. Den har store grove blokker. Lenger vest går det ein fjellrygg nedover, fjellet er glattskurt og lite oppsprukke, med noko vegetasjon. Det er lite sannsynleg med steinsprang frå denne delen av fjellsida.



Figur 22 Bilete som viser terrenget ved tunnelportal og vestover i Hestvika.



Figur 23 Bilete som viser veglinja frå tunnelen i Hestvika og vestover lang eksisterande veg.



Figur 24 Øvre delar av fjellsida er massiv med lite oppsprekking.



Figur 25 Nærbilete av ura ned mot dyrka mark rett ved tunnelpåhogget i Hestvika.



Figur 26 Nærbilete av ura ned mot dyrka mark.



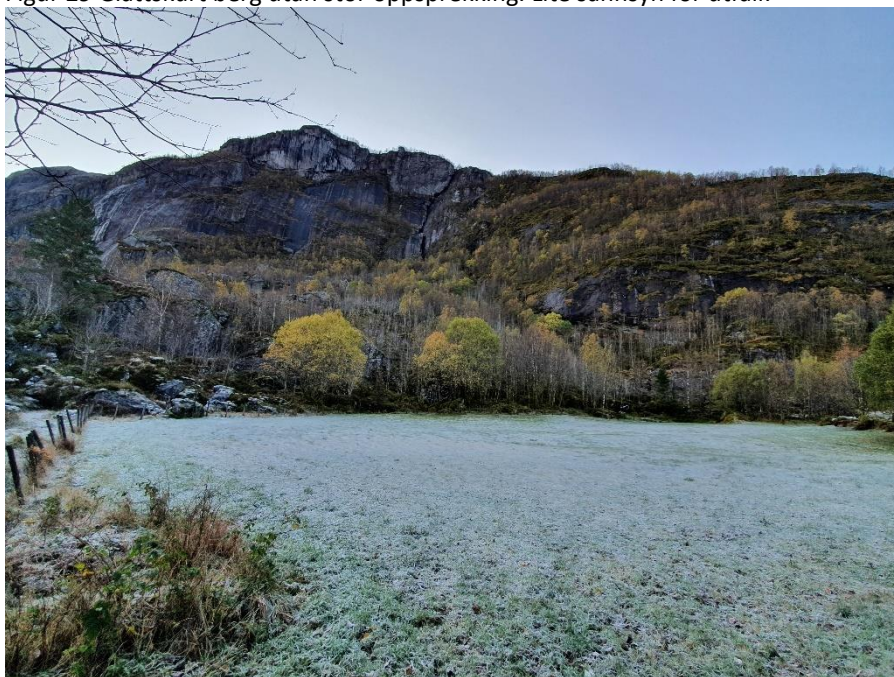
Figur 27 Bilete som viser urfot (stipla linje) og planlagt veg (strek).



Figur 28 Deponiområdet. Fjellsidene er glatte og lite oppsprukne. Delar av området har stor steinskredur.



Figur 29 Glattskurt berg utan stor oppsprekking. Lite sannsyn for utfall.



Figur 30 Dyrka mark i området der deponiet skal vera.

3. VURDERING AV SKREDFARE

Permanent veg skal vurderast for skred med årleg sannsyn 1/50 per år.

Påhogga, riggplass/deponiområde og brua på Heilevang skal, på grunn av ekstra mykje personopphald i byggeperioden, vurderast etter skred med årleg sannsyn 1/100.

For generell tryggleik for anleggsarbeid med skredvollar, veg og transport mellom Heilevang og Hestvika vurderast også risikoreduserande tiltak.

3.1. Snøskred

Heile vegstrekninga ligg innafør NGI sitt aktsemdskart for snø- og steinskred.

Potensielt er alt terreng brattare enn 30° mogleg utløysingsområde for snøskred. I svært bratt terreng, brattare enn 50°, vil snø som oftast gli ut i mindre delar under eller like etter snøfall, og større akkumulasjon av snømengder forventast ikkje. I terreng mellom 30-50° vil det kunne bli akkumulasjon av større mengder snø og flaskred kan bli utløyst, dersom det er nok snømengder. Det er ingen registrerte snøskredhendingar langs vegen på strekninga.

Klimadata viser at det er lite snødjupne normalt i fjellsida. Gjennomsnittleg 28 cm på 50 moh. Nokre år har det vore opp mot 50 cm, men sjeldan meir. Ein kan rekne med noko meir på toppen av fjellsida. 3 døgn ekstremnedbør er for ei 100 års hending 61 cm på 50 moh. og 95 cm på toppen av fjellsida.

3.1.1. Heilevang

Det er noko snø i fjellsida, men tilhøva må også ligge til rette for utløysing av snøskred. Vi vurderar at det er lite sannsyn for utløysing av snøskred med utløp ned på vegen på grunnlag av:

- Terrenghelling: Den øvre delen av fjellsida har for bratt terrenghelling til å halda på større mengder snø som potensielt kan gi store snøskred med utløp ned til vegen. Dette vart også observert på synfaring.
- Skog: Det meste av nedre del av fjellsida er dekkja av skog. Skog forhindrar snøskred av fleire grunnar:
 - Mykje av nedbøren som kjem som snø vil legge seg på greinene og falle ned som snøklumpar, smelteomvandla snø eller smeltevatn. Dette vil øydelegge lagdelinga i snødekket. Ei lagdeling i snødekket som kan resultere i flaskred vil dermed ikkje bygge seg opp.
 - Sidan snøen legg seg på greinene, vil det bli mindre snø på skogbotnen. Snødekket vil derfor vere mindre tjukt enn i områder utan skog. Jo tjukkare snødekke, desto større flaskred kan det bli. Trestammane i skogen har ein forankringseffekt på snøen og reduserar sannsynet for at snøskred skal bli utløyst.
 - Vind får mindre tak på øvre deler av snødekket i ein skog, og får dermed ikkje pakka snøen til flak, noko som igjen reduserer sannsynet for flaskred.
- Klimadata: Lengst mot Heilevangbrua er det beitemark utan mykje vegetasjon midt i fjellsida. Det er bratt nok til å løysna snøskred der, men terrenget er relativt grovt. Dvs. at det trengs ein del snø for å kunna danna flaskred av ein viss storleik. Klimadata tilseier at det normalt ikkje ligg så mykje snø på bakken.
- Terrengformasjonar: Det er ingen større botnformasjonar i fjellsida som kan samla større snømengder til store snøskred.
- Historikk: Det er ikkje teikn eller kjend historikk på større snøskredhendingar ned mot vegen.

Vi kan ikkje utelukke mindre utglidingar av snø/snøskred i fjellsida, men på grunnlag av argumentasjonen over blir det vurdert at sannsynet for snøskred på vegen er mindre enn 1/50 per år.

Snøskred er ikkje dimensjonerande skredtype for skredsikring for vegstrekinga.

3.1.1.1. Påhogg, riggområde og arbeid ved bru

Vi vurderer med same argumentasjon som for vegstrekinga at påhogg, riggplass og arbeid på bru på Heilevang ligg tilstrekkeleg trygt i høve snøskred med årleg sannsyn 1/100 per år.

Snøskred er ikkje dimensjonerande skredtype for skredsikring for påhogg og riggområde.

3.1.2. Hestvika

Klimadata tilseier at det er noko snø i fjellsida. Men tilhøva må også ligge til rette for utløyning av snøskred i fjellsida. Vi vurderar at det er lite sannsyn for snøskred ned på vegen på grunnlag av:

- Terrenghelling: Dei øvre delane av fjellsida har for bratt terrenghelling og det er ingen typiske botnformasjonar til å kunne halde på større mengder snø, som potensielt kan gi store snøskred. Eventuelle snøskred frå terrenget over brattkantane vil få redusert energi og utløpslengder når dei når brattkanten.
- Terrengeformasjonar: Nedre delar av fjellsida har skog eller svært grov ur som utelukkar utløyning av snøskred.
- Historikk: Det er ikkje teikn eller kjend historikk til større snøskredhendingar ned mot vegen.

Vi kan ikkje utelukke mindre utglidingar/snøskred i fjellsida, men på grunnlag av argumentasjonen over blir det vurdert at sannsynet for snøskred på vegen er mindre enn 1/50 per år.

3.1.2.1. Påhogg, riggområde/deponiområde

Vi vurderer med same argumentasjon som for vegstrekinga at påhogg og riggområde/deponiområde i Hestvika ligg tilstrekkeleg trygt i høve snøskred med årleg sannsyn 1/100 per år.

3.1.3. Oppsummering snøskred

Snøskred er vurdert til ikkje å vere dimensjonerande skredtype for veglinja, påhoggsområde, riggplassar/deponiområde eller brua på Heilevang.

Det vil heller ikkje vera naudsynt med risikoreduserande tiltak mot snøskred for den generelle anleggsdrifta.

3.2. Jord- og flaumskred

Det er registrert jord- og flaumskredhendingsar frå fjellsida og ned på eksisterande veg, men ikkje for planlagt framtidig dagstrekning.

3.2.1. Heilevang

Vegstrekninga ligg utanfor aktsemdskart for jord- og flaumskred i atlas.nve.no. Likevel vurderer vi at det er noko jord- og flaumskredfare mot vegstrekninga på grunnlag av:

- Skredhendingsar og spor i terrenget: Vest for tunnelpåhogget har det gått eit skred ned på vegen i 2014. Det er i tillegg observert utglidingar av lausmassar langs med fjellsida, i varierende storleik, i feltarbeidet og på dronfoto.
- Terreng og lausmassar: Forskjellen på terrenget i fjellsida vest for vegstrekninga og terrenget over vegstrekninga er at i vest er dei bratte områda noko slakare og det kan sjå ut som dei held noko meir lausmassar. Likheita er at det også over vegstrekninga (særskild over tunnelpåhogget) er lausmassar tilgjengeleg, det er teikn til utglidingar og det er skredbaner/skredvifter i terrenget. Dette gjer at vi ikkje kan utelukke utløyning av jord- og flaumskred i fjellsida, men vurderer at omfanget er noko mindre. Lenger aust er det brattare terreng som held mindre lausmassar og potensialet er difor mindre.
- Klimadata: Det er mykje nedbør i området. Intens nedbør er ein direkte faktor for utløyning av jord- og flaumskred.

Som eit supplement i vurderinga brukar vi RAMMS Debris Flow, der vi har etterrekna skredet frå 2014 for å sjå på utbreiing av potensielle nye jord- og flaumskred langs vegstrekninga i område vi vurderar til å ha potensiale for utglidingar.

For inngåande innsyn i modelleringsresultat og parametersett brukt i modelleringane sjå vedlagt modelleringsnotat (7).

3.2.2. Modellering

Døme på område som har potensiale for utløyning av jord- og flaumskred er viste i Figur 31 og Figur 32. Vi har brukt modelleringsprogrammet RAMMS Debris Flow som eit supplement i vurderinga av utløp til potensielle jord- og flaumskred (Figur 33; Figur 34).

Modellen viser flytehøgde for skred der utløyingsarealet er 100 kvm med 30 cm tjukkelse på lausmassedekket over påhoggsområdet. Det er også lagt inn erosjon der terrenget er brattare enn 45 grader og har lausmassar.



Figur 31 Dronefoto som viser potensielle jord- og flaumskredbaner i fjellsida over påhoggsområdet.



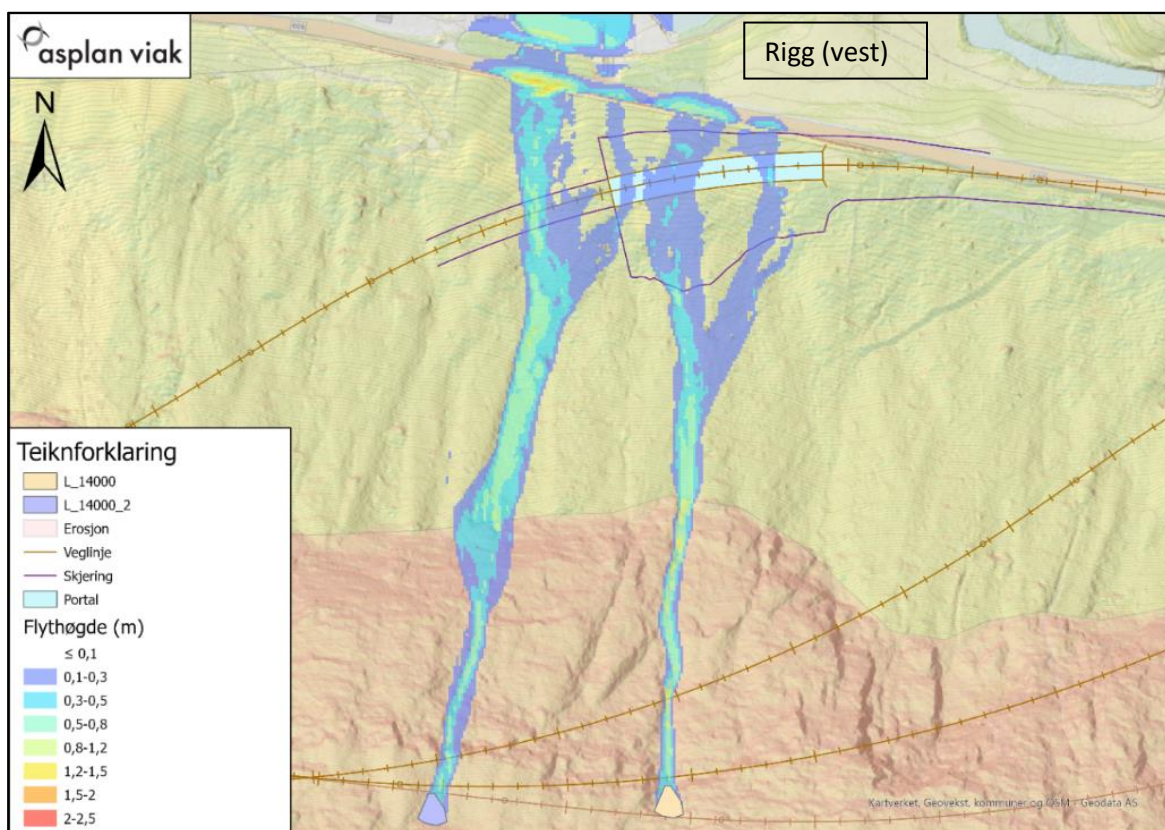
Figur 32 Dronebilde som viser potensielle jord- og flaumskredområde.

3.2.2.1. Påhogg/riggområde vest

Ut frå synfaring kan det virka som at det er noko mindre lausmassar tilgjengeleg enn det er modellert med, men samla vurdering av observasjonar og modelleringar viser at vi vurderer at det trengs sikring mot jord- og flaumskred for påhoggsområdet, då utløp for utglidningar klart går ned i byggegropa (Figur 33). Mengdene på massane kan diskuteras. Vi vurderer at omfanget er noko mindre enn vist i modelleringa, då tilgangen på lausmassar i øvre del av fjellsida er relativt lite, men at det er erosjonsmoglegheiter nedover fjellsida.

Påhoggsområdet må sikrast for å oppnå tilstrekkeleg tryggleik mot jord- og flaumskred med årleg sannsyn 1/100.

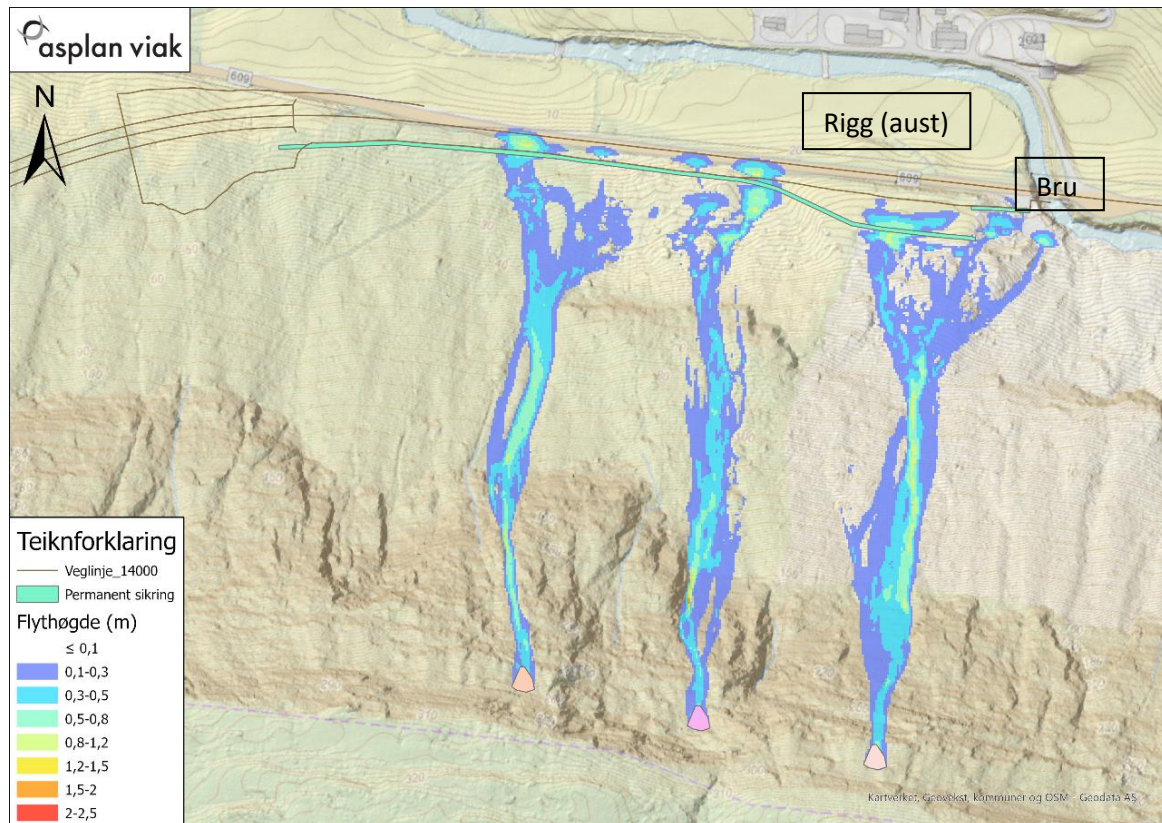
Riggområde vest på Heilevang ligg nedanfor påhoggsområdet og vil bli påverka av same skredbaner som for påhogget før bygginga tiltek. Modelleringsresultat viser at det austlege riggområdet ikkje blir råka av massar.



Figur 33 Heilevang_jord_L14000_200_0.20_0.3m_E_MaxHeight.asc/
Heilevang_jord_L14000_2_200_0.20_0.3m_E_MaxHeight.asc

3.2.2.2. Veg i dagen/riggområde aust/bru

Modellering for veg i dagen viser at det berre er mindre skredmassar som når vegen (Figur 34). Flythøgda er under 1 m. Det kan diskuteras om det er så mykje massar som vil leggja seg på vegen, då det ikkje er veldig tydelege raviner/forsenkningar heilt ned til vegen, særskild for dei to løysneområda lengst aust. Pga. lite volum og fart når massane når den potensielle plasseringa av eit sikringstiltak vil ikkje jord- og flaumskred vera dimensjonerande skredtype for sikringa av vegen.



Figur 34 Maksimal flyte­høgde til modellert jordskred mot vegen. Den permanente sikringa som blir vist i figuren er ikkje ein del av modelleringsunderlaget.

3.2.3. Hestvika

Vegstrekninga ligg utanfor aktsemdskart for jord- og flaumskred i atlas.nve.no. Riggområdet i Hestvika og deponiområdet i Rørvika ligg delvis innanfor.

Vi vurderer at sannsynet for jord- og flaumskred ned på vegstrekninga er mindre enn 1/50 og for påhogget/riggområdet/deponiområdet er mindre enn 1/100 per år på grunnlag av:

- Det er lite/ingen tilgjengelege lausmassar i den bratte delen av fjellsida
- Ingen teikn til skredvifter langt ned mot riggområde/påhogg/veg/deponiområde
- Det er eit naturleg søkk langs elva Sageelva mellom riggområde og fjellside.
- Ingen registrerte skredhendingar

Deponiområdet ligg tettare på fjellsida. Det er noko lausmasse oppe i fjellsida, men mest mose og skrint jordlag. Vi kan ikkje utelukke mindre utglidningar av lausmassar i skrenten, men vurderer at desse ikkje vil ha verken lange utløp eller stor kraft.

3.2.4. Generell anleggsdrift

Jord- og flaumskred kan nå område for generell anleggsdrift, og vegen mellom Heilevang og Hestvika er særskild utsett i intensive nedbørsperiodar. Det bør difor innførast risikoreduserande tiltak for anleggsdrifta på Heilevang og transport mellom Heilevang og Hestvika.

3.2.5. Oppsummering jord- og flaumskredfare

- Permanent veg: Ut frå tidlegare registrerte skredhendingar, synfaring og modellarbeid er det vurdert at det for vegstrekninga på Heilevang er noko fare for jord- og flaumskred, men truleg mindre enn 1/50.

- Midlertidig sikring: For påhoggsområdet/byggegrova på Heilevang er det eit strengare krav (1/100) i tillegg til noko større sannsyn for jord- og flaumskred, noko som gjer at det blir vurdert at det trengs sikringstiltak for byggegropa. Rigg-områda blir vurdert til å ligga trygt i høve jord- og flaumskred då det vestlege området vil ligga under påhogget/byggegrova og modelleringsresultat viser at det her krevst midlertidig sikring. Det austlege riggområdet ligg i følge modellane utanfor jord- og flaumskredfare. Også bru ligg tilstrekkeleg trygt.
- For Hestvika vurderast det at det er mindre årleg nominelt sannsyn enn 1/50 for veglinja, og 1/100 for påhogget, riggområdet/deponiområdet for jord- og flaumskred med øydeleggande kraft.
- Den generelle anleggsdrifta har potensial til å bli råka av jord- og flaumskred ved arbeid med vollar og murar langs strekninga på Heilevang, men spesielt ved transport på dagens veg mellom Heilevang og Hestvika.

Ein dimensjonering av tilstrekkeleg sikringstiltak og risikoreduserande tiltak for den generelle anleggsdrifta blir vist i Kapittel 4.

3.3. Steinsprang

Synfaring, registrerte skredhendingar, topografi og aktsemdskart for steinsprang tilseier at det er sannsynleg med steinsprang frå fjellsidene både på Heilevang og i Hestvika.

3.3.1. Heilevang

Heile veglinja ligg innafor aktsemdskart for steinsprang i atlas.nve.no.

Vi vurderer på grunnlag av følgjande argumentasjon at det er større sannsyn enn 1/50 for steinsprang generelt langs fjellsida mot vegstrekninga:

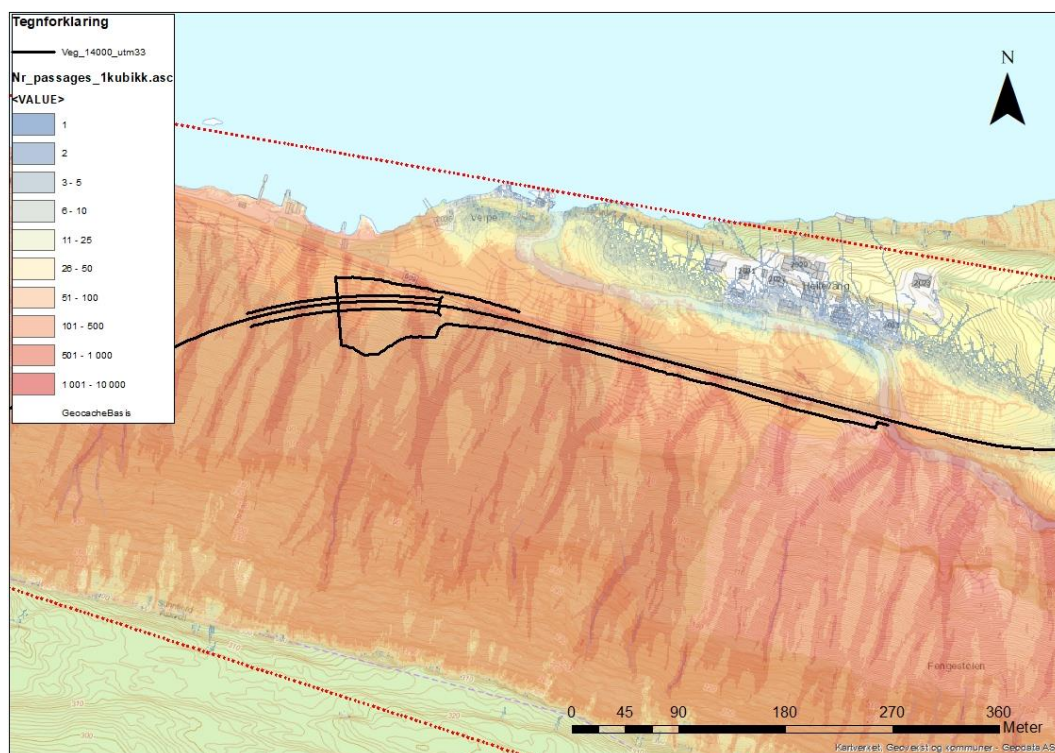
- Terreng: Det er store område i fjellsida som er bratte nok til å løysna steinsprang. Det er i desse partia også observert oppsprukke berg.
- Skredhendingar: Det er fleire kjende steinspranghendingar langs strekninga som har hatt utløpslengd ned til eller tilnærma ned til vegen. Steinsprang har også nådd heilt ned til elva.
- Feltarbeid: Feltarbeid avdekka steinsprangurer og potensielle løysneområde for steinsprang i fjellsida

Når det gjeld sannsyn for utløysing av steinsprang er det uråd å vita kvar neste steinsprang løysnar. Men hyppigheita vurderer vi til å vere minimum ei blokk per 10 år, basert på observasjonar av steinsprang og det vi observerte på feltarbeid.

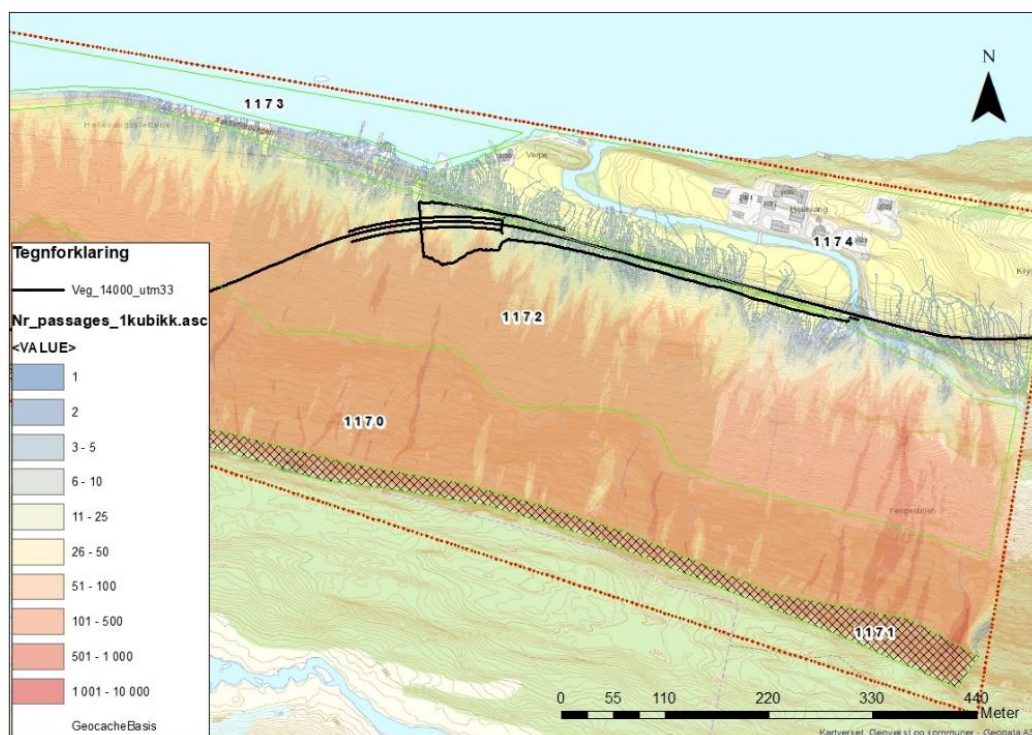
Som eit supplement til vurderinga av rekkevidde for steinsprang har vi brukt modellprogramma RAMMS Rockfall og Rockyfor3D.

3.3.1.1. Modell med RAMMS Rockfall og Rockyfor3D

Rockyfor3D er brukt som eit supplement i vurderinga for potensiell utløpslengd for steinsprang langs strekninga. Vi modellerte med 1 kubikk blokker. Det er utført modellar med Rapid Automatic Simulation (Figur 35) og i tillegg modellar med parameter satt ut frå observasjonar på synfaring (Figur 36). Det er tydeleg å sjå i modellen at steinsprang har potensielle til å nå påhoggsområdet, veglinja, bru og riggområda.



Figur 35 Modellering i Rockyfor3D med Rapid Automatic Simulation og 1 kubikk blokker. Resultatet viser at eit høgt antal blokker vil passere veglinja.



Figur 36 Modellering i Rockyfor3D med utløysingsområde skravert, og friksjonsparameter sett utifrå observasjonar under synfaring. Resultatet viser at eit høgt antal blokker fortsatt passerar veglinja, og spesielt mange vil nå ned til byggegropa.

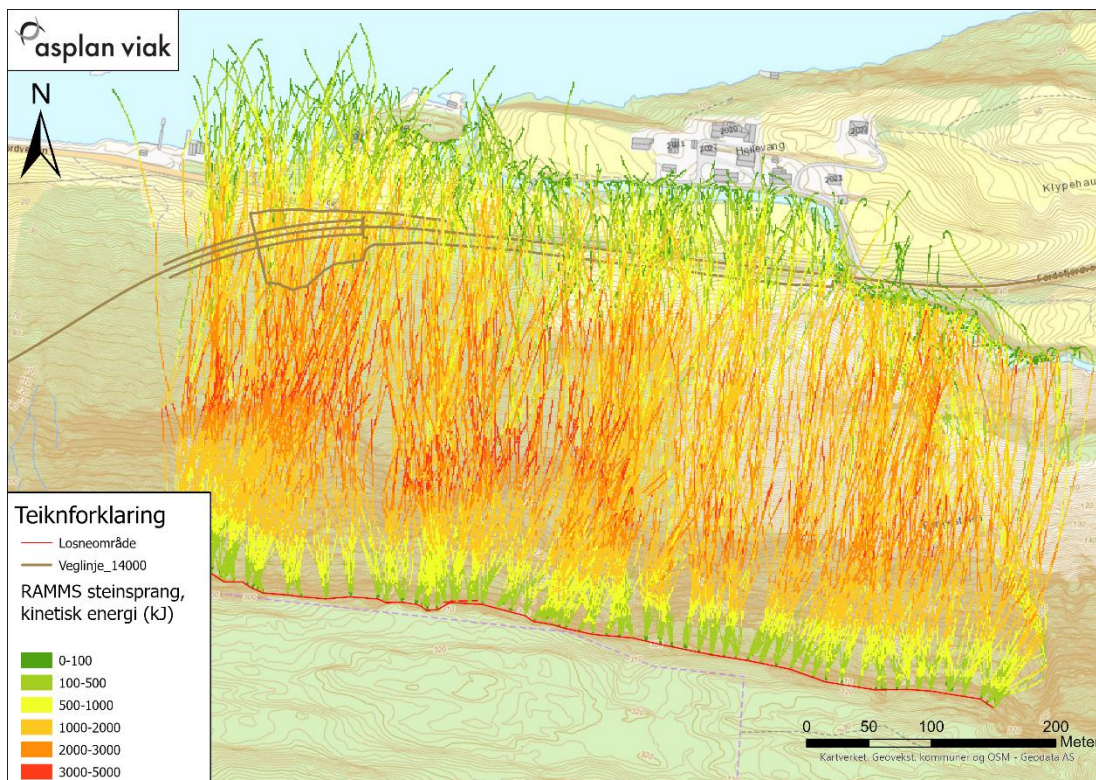
RAMMS Rockfall

Vi har modellert med RAMMS Rocfall som supplement til vurderinga av utløp, spretthøgder og energi på blokker.

Modellen over påhoggsområdet (Figur 37) viser kinetisk energi frå steinsprang med 1 m³ blokkstorleik frå øvste sannsynlege losneområde i fjellsida.

Ved påhogget passerar utløpslengda til storparten av blokkene eksisterande veg. Blokkene har ei høg kinetisk energi heilt ned til eksisterande veg, og spretthøgda er høg heilt ned til byggegropa.

For resten av strekninga er det tydeleg at blokker har potensiale til å nå vegen og nå ned til elva. Dette samsvarer med observasjonar av tidlegare skredhendingar som skal ha nådd elva. Aust for Heilevangbrua blir dei fleste blokker i modellen stoppa av elvegjelet. Vi forventar ikkje at blokker kan ha utløp utover elva eller elvegjelet.



Figur 37 Heilevang_14000_10_28_1m_Kinetic Rock Energy.asc/ Heilevang_16000_10_45_1m_Kinetic Rock Energy.asc

Tidlegare skredhendingar, potensielle losneområde og supplerande modellar gjer at vi vurderer at det er større sannsyn enn 1/50 for steinsprang mot vegen, og større enn 1/100 for påhogget, riggområde og brua. Sikringstiltak dimensjonerast i Kapittel 4.

3.3.2. Hestvika

Påhogget og heile veglinja, samt rigg-område ligg innafor aktsemdskart for steinsprang i atlas.nve.no. Eksisterande veglinje ligg utanfor det kombinerte aktsemdskartet for snø- og steinskred til NGI, medan ny veglinje mot tunnelpåhogget samt riggområdet på sørsida av vegen ligg innanfor.

Sjølv om det er store potensielle losneområde for steinsprang i området, vurderar vi at det er mindre årleg sannsyn enn 1/50 for steinsprang mot veglinja og 1/100 mot påhogget og riggområdet på grunnlag av:

- Registrerte skredhendingar: Det er ingen registrerte skredhendingar på vegen og vi veit ikkje om skredhendingar mot påhogget eller riggområdet. Ortofoto frå 1965 til i dag viser ingen endring i landskapet i dei vurderte områda.
- Ura stoppar langt frå veglinja og påhogget. Det er eit elvelei med ca. 10 høgdemeter frå botn og opp att til riggområdet.
- Dyrka mark beståande av laust lagra sediment vil dempe energien til eventuelle blokker som skulle forsere ura.

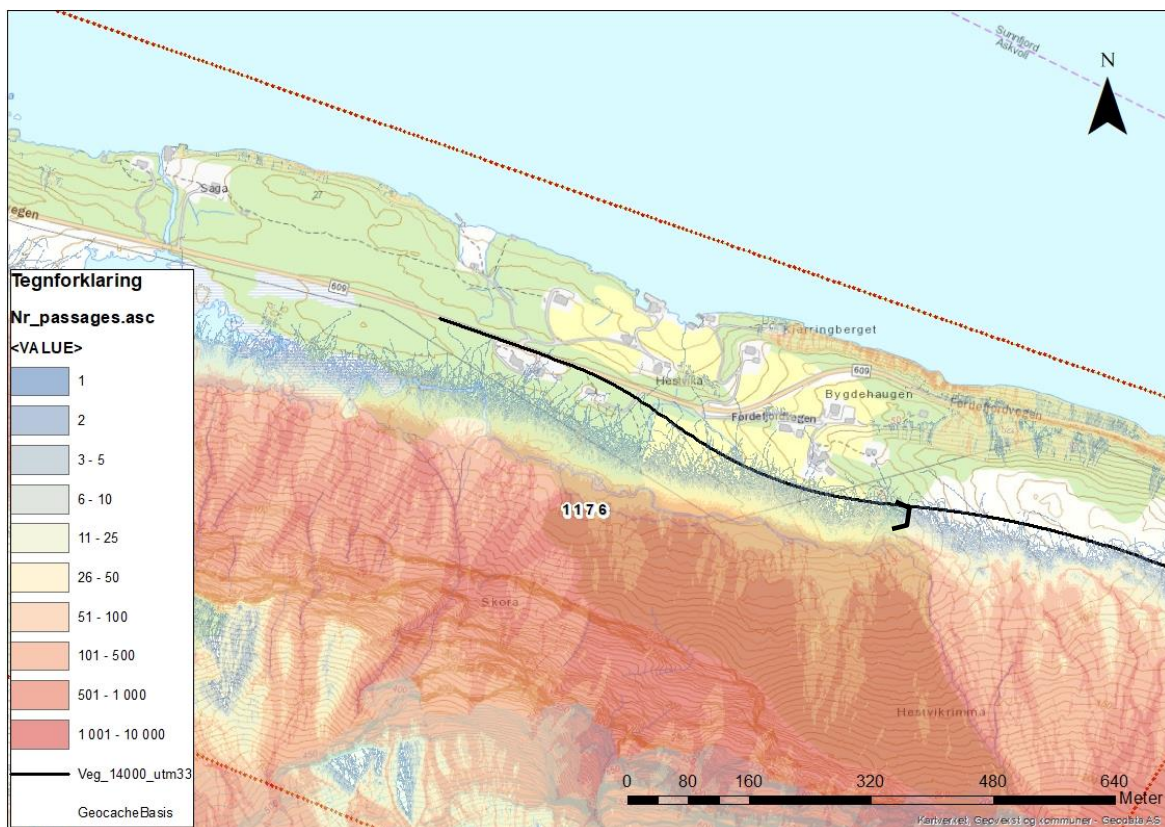
Som eit supplement til vurderingane av utløp for steinsprang har vi utført modellering med RAMMS Rockfall og Rockyfor3D.

3.3.2.1. Modell med Rockyfor3D og RAMMS Rockfall

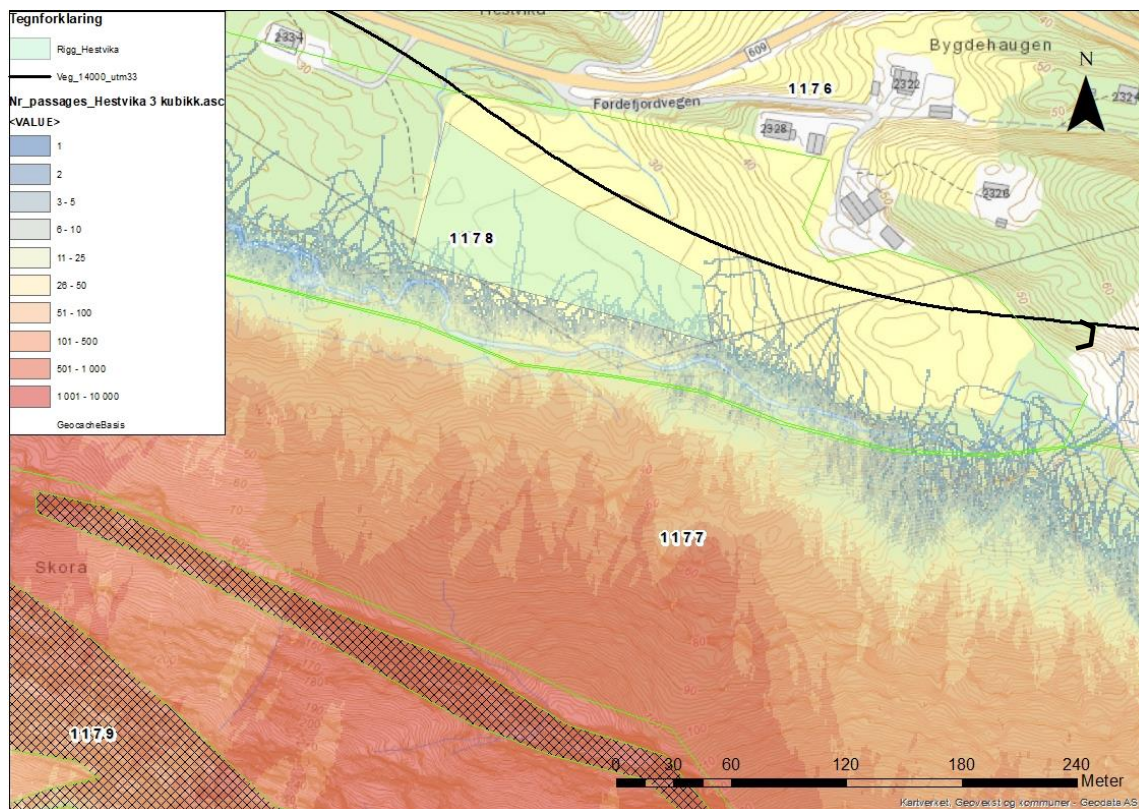
Rockyfor3D

Det er utført modellering for vegstrekinga og riggområdet i Hestvika med Rockyfor3D både med Rapid Automatic simulation, og med utløysingsområder og friksjonsparameter sett utifrå synfaring (Figur 38 og Figur 39). Det er relativt stor forskjell på utløpslengdene i dei to modellane. Ut frå synfaring vurderer vi at modellen med parameter vi har satt korrelerer best, då vi vurderer at den grove ura, motbakken/flata, elva og dyrka marka gir blokker eit begrensa utløp utover den dyrka marka.

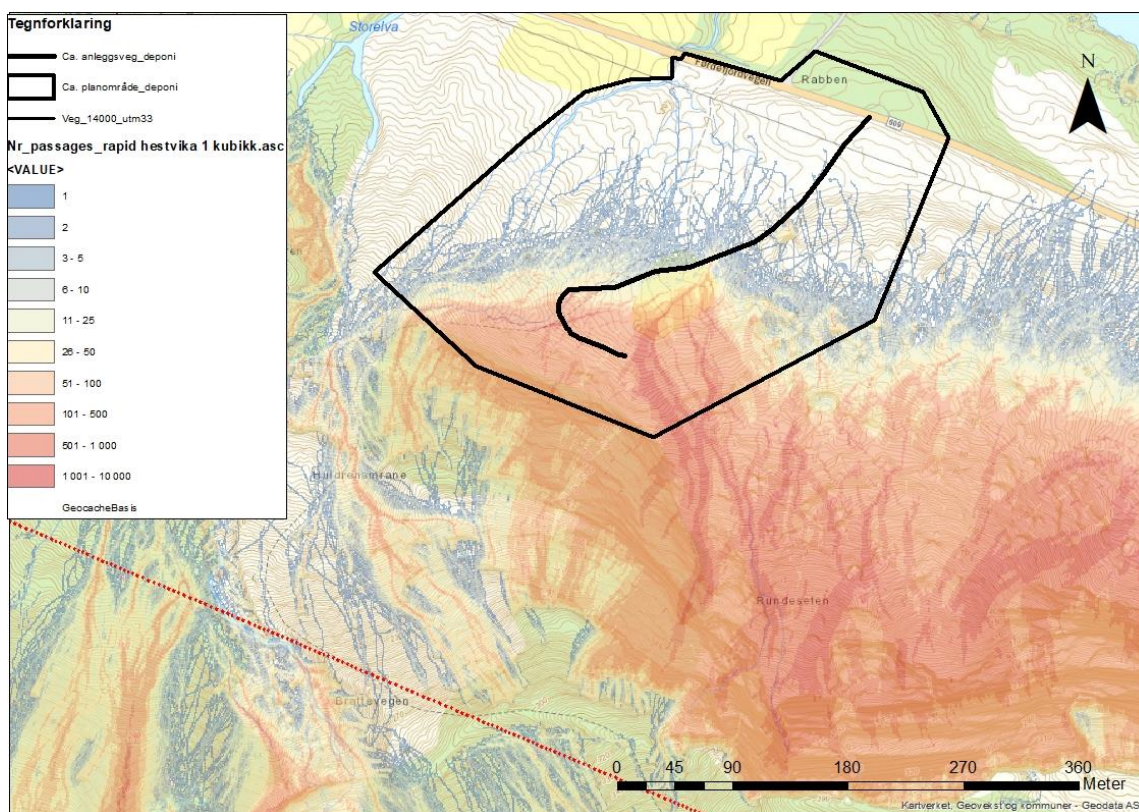
Det er også utført Rapid Automatic simulation for steinsprang mot deponiet i Rørvika (Figur 40). Modelleringa viser at eit høgt antal blokker har utløpslengd inn i sørlege delar av deponiområdet. Det er spesielt ei skredbane der mange blokker har utløpslengd inn i deponiområdet, frå området kalla Rundeseten. Det er likevel vurdert ut frå synfaring av losneområda at losnesannsynet i fjellsida er lågt grunna skura bergflater utan teikn til utfall eller mykje oppsprekking.



Figur 38 Modellering i Rockyfor3D med Rapid Automatic Simulation og 1 kubikks blokker. Resultatet viser at eit høgt antal blokker vil passere søkket ved Sageelva, og enkeltblokker vil nå veglinja.



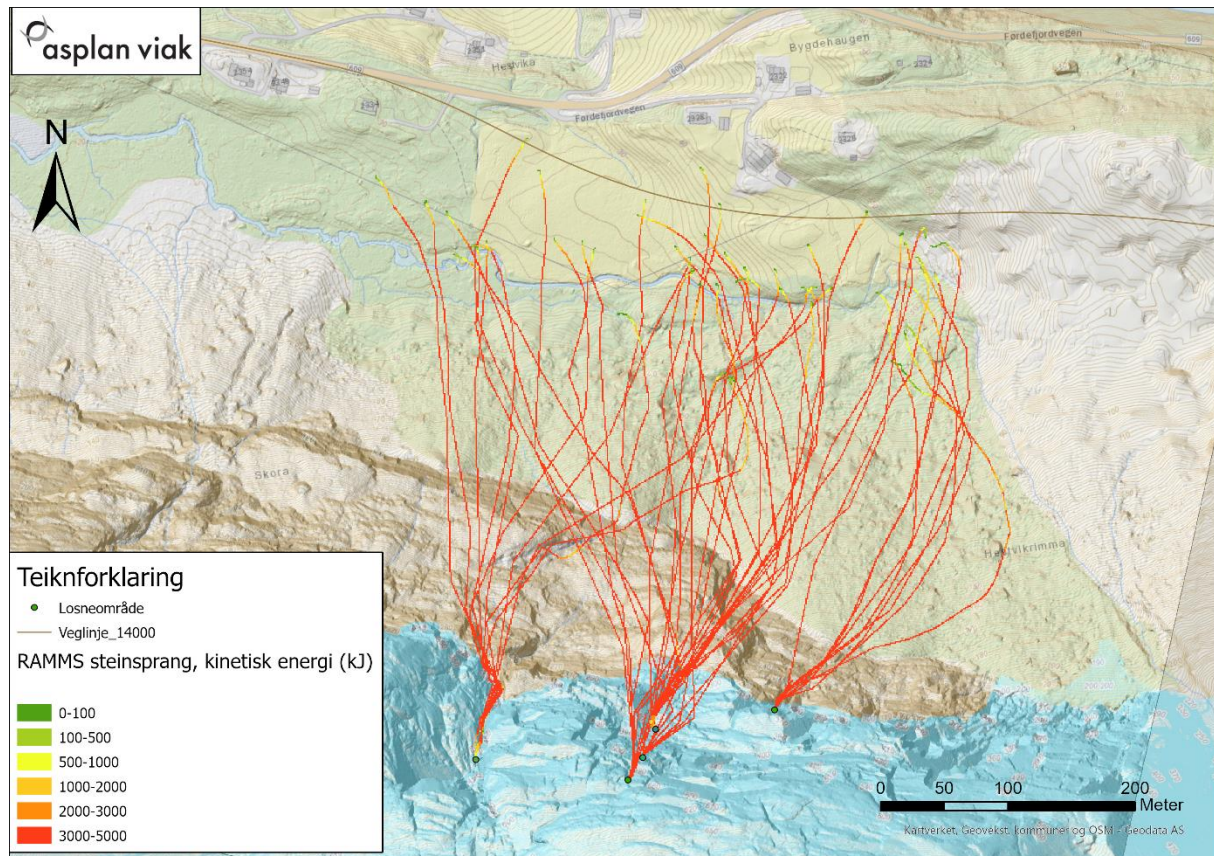
Figur 39 Modellering i Rockyfor3D med utløpsingsområde skravert, 3 kubikks blokker, og friksjonsparameter sett utifrå observasjoner under synfaring. Resultatet viser at dei aller fleste blokker stoppar i søkket ved Sageelva. Enkeltplokker har utløp inn på riggområdet, men ingen blokker når vegen.



Figur 40 Modellering i Rockyfor3D med Rapid Automatic Simulation og 3 kubikks blokker mot deponiet i Rørvika. Resultatet viser at eit høgt antal blokker har utløpslengd inn i deponiområdet.

RAMMS Rockfall

Det er modellert med blokker frå potensielle losneområde for større blokker på 10 kubikk for å sjå på utløpslengder (Figur 41). 10 kubikks blokker er vurdert til å være sjeldnare hendingar enn 1/50 og 1/100, men er brukt for å sjå korleis dei oppfører seg dersom det skulle løysna eit større volum i fjellsida. Som modellen viser er det få av blokkene som har utløp langt forbi elva.



Figur 41 Modellering med RAMMS Rockfall frå utvalde sannsynlege losnepunkt. 10 kubikks blokker.

3.3.3. Oppsummering steinsprang

Steinsprangvurderinga for veg, påhogg og riggområde er ein samansett vurdering av observasjonar på synfaring, tidlegare registrerte skredhendingar, potensialet for utløysing, erfaring, i tillegg til supplerande modelleringar.

Vi vurderer på grunnlag av dette at for:

- Heilevang er det behov for sikringstiltak mot steinsprang for påhogget, riggområda og brua (midlertidig 1/100) og for vegen i dagen (permanent 1/50).
- Hestvika vurderer vi at vegen i dagen (1/50) og påhogget/riggområdet (1/100) ligg tilstrekkeleg trygt i høve steinsprang med dei gjevne gjentaksintervalla.
- Deponiområdet i Rørvika ligg delar av området ikkje tilstrekkeleg trygt i høve gjentaksintervalla 1/100.

Det er ein samanheng mellom intensiv nedbør og steinsprang i området, dette gjer at det det generelle anleggsarbeidet på Heilevang og transport mellom Heilevang og Hestvika må ha risikoreduserande tiltak.

I Kapittel 4 dimensjonerast sikringstiltak for permanent veg og midlertidig anleggsarbeid. I tillegg blir risikoreduserande tiltak for det generelle anleggsarbeidet føreslått.

3.4. Oppsummering fare for skred i bratt terreng

3.4.1. Heilevang

Det er fare for skred med årleg sannsyn 1/50 mot veglinja og 1/100 mot påhoggsområdet, riggområda og brua på Heilevang:

- For påhoggsområdet som skal vera trygt i høve skred med årleg sannsyn 1/100 er det potensiale for både steinsprang og jord- og flaumskred ned i byggegropa. Det må dimensjonerast ein midlertidig sikring som sikrar mot skred med årleg sannsyn 1/100 for den midlertidige byggegropa.
- For riggområda må midlertidig sikring eller permanent sikring vere opparbeidd før bruk.
- For arbeid på brua må permanent sikring eller ein midlertidig sikring opparbeidast som risikoreduserande tiltak før oppstart
- For veglinja som skal sikrast mot skredfare med årleg sannsyn 1/50 er det lite sannsyn for jord- og flaumskred, slik at det er steinsprang som er dimensjonerande skredtype.

Den generelle anleggsdrifta langs fjellsida på Heilevang og transport mellom Heilevang og Hestvika er skredutsett. Risikoreduserande tiltak må innarbeidast.

Forslag til sikringstiltak, plassering og dimensjonering, i tillegg til risikoreduserande tiltak blir gitt i Kapittel 4.

3.4.2. Hestvika

Det er potensiale for utløyning av steinsprang mot veglinja i Hestvika. Vi vurderer på grunnlag av avstand til ur, forsenkinga som bremsar blokker og modelleringa i Rockyfor3D og RAMMS Rockfall at det er mindre årleg sannsyn enn 1/50 for veglinje og 1/100 for påhoggsområde og rigg-område å bli råka av skred.

Det er også potensiale for lange utløpslengder frå potensielle utfall mot deponiområde i Rørvika. Grunna lågt sannsyn for utfall frå fjellsida vurderast sannsynet for skred mot deponiområdet å vere mindre enn 1/100 for store delar av området. Det anbefalast likevel å plassere installasjonar for varig opphald lengst mogleg vekk frå fjellsida for å minimere skredfaren.

4. SIKRINGSTILTAK

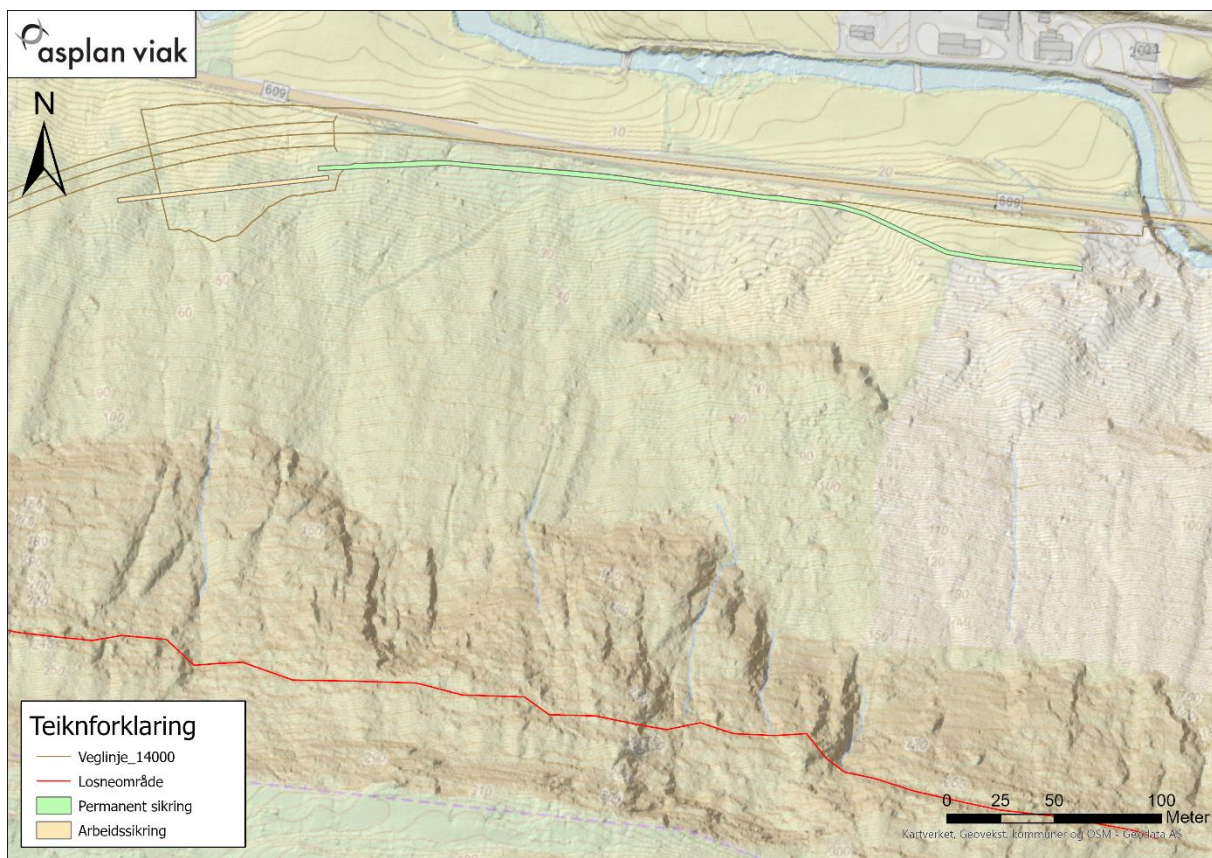
Det er vegstrekninga på Heilevang som treng ytterlegare permanent skredsikring utover tunnelen. Den mest hensiktsmessige permanente skredsikringa mot steinsprang for veglinja er ein fangvoll. Sikringsgjerde er vurdert, men funne ugunstig på grunn av vedlikehald, at den ikkje sikrar for alle skredtypar og estetikken i området.

For den midlertidige sikringa av byggegrop er det mest hensiktsmessige steinspranggjerde og grøft då det er bratt i terrenget og det ikkje trengs å sikrast der permanent då det blir bygd ein lang portal ut frå tunnelpåhogget. Eit steinspranggjerde er raskt å få på plass slik at det er kort eksponeringstid for dei som set opp sikringstiltaka. Eit steinspranggjerde som midlertidig sikring kan demonterast etter byggeperioden. Den midlertidige grøfta skal drenere vatn og erosjonsmassar vekk frå lausmasseskråninga i byggegropa. Den skal også lede vekk dei vassrike restmassane frå jordskredhendingar, der storparten av avsetninga vil stoppast i steinspranggjerdet.

4.1. Modellarbeid

Vi har brukt RAMMS Rockfall og RAMMS Debris Flow for dimensjonering av sikringstiltak. Ut frå tidlegare modellar er sikringstiltaka plassert så langt ned mot vegen som mogleg for å redusere høgda på tiltak og inngrep i kulturlandskapet mest mogleg.

Etter nærare synfaring er losneområde for steinsprang modellert frå midten av fjellsida. Vi har utført modelleringar med både 1 kubikk- og 0,5 kubikksblokker.



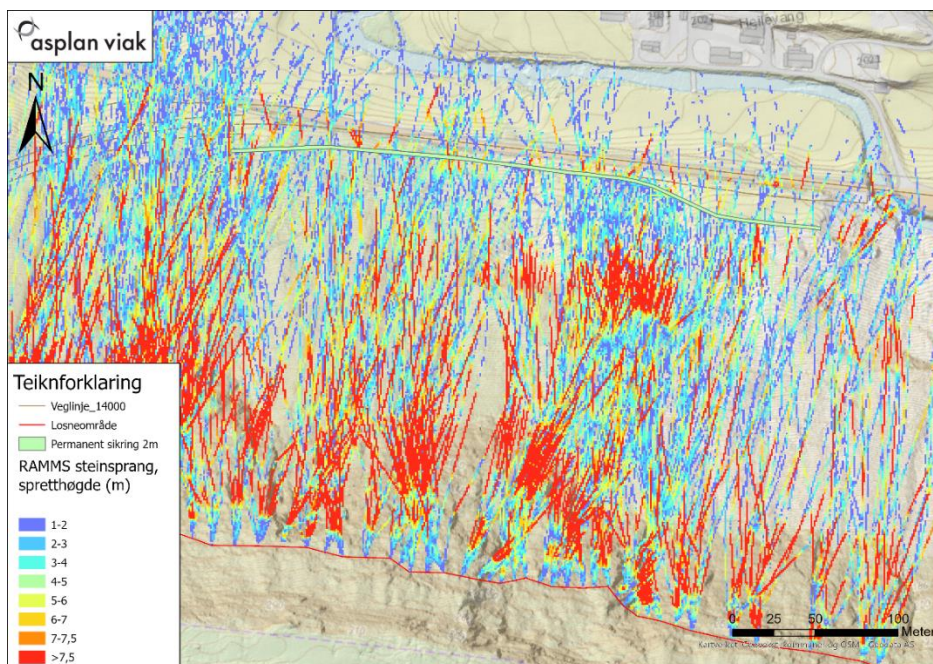
Figur 42 Plassering av permanent sikring og arbeidssikring i modelleringane.

4.2. Plassering og dimensjonering av permanent sikring for vegen

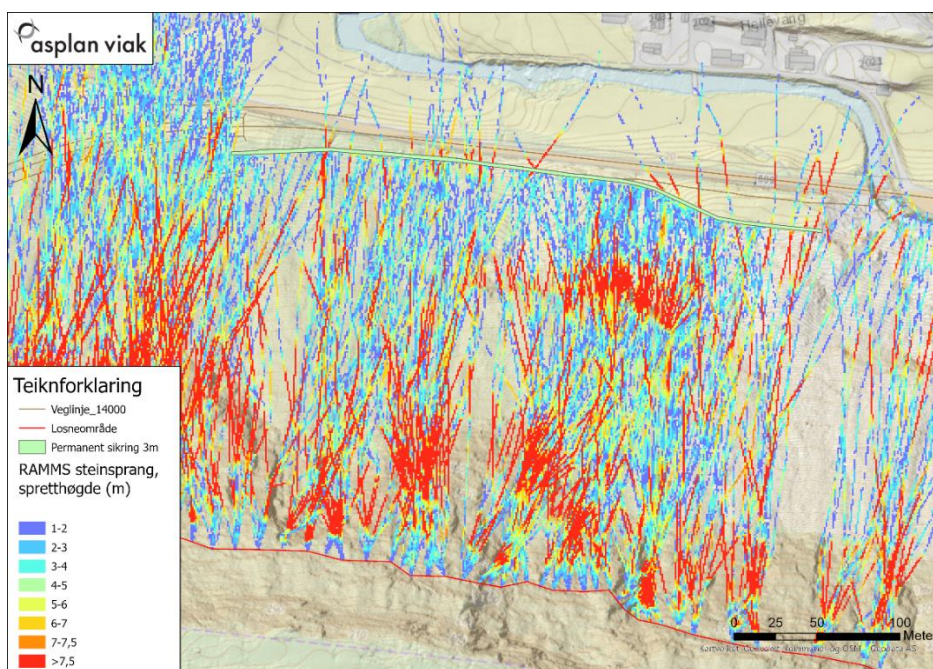
Ut frå ei statistisk gjennomgang av spretthøgde langs permanentsikringa viser det at eit sikringstiltak mellom 2-3 meter vil stoppe 80% av blokkene. Med ein losnefrekvens frå fjellsida på 1/10 pr år vil eit sikringstiltak på 2-3 meter gi ein akseptabel strekningsrisiko på 1/50.

Ifølgje modellane er det liten forskjell i spretthøgde på 0,5 kubikksblokker og 1 kubikksblokker.

Samanlikning av resultatane ved bygging av 2 og 3 meter permanentsikring er vist under. Modellane er køyrt med 1 m³ blokkstorleik og like parameter. Terrengmodellen er tilpassa høgdene på permanentsikringa.



Figur 43: Modellering av steinsprang mot permanent sikringstiltak med 2 meter høyde.



Figur 44: Modellering av steinsprang mot permanent sikringstiltak med 3 meter høyde.

Modelleringsresultata viser tydeleg at eit sikringstiltak på 3 meter vil stoppe fleire blokker frå å treffe vegen enn eit sikringstiltak på 2 meter. Det er likevel blokker som vil passere sikringstiltaket, men av 400 blokker som har skredbane mot tiltaket, er det ca. 10% av blokkene som passerar.

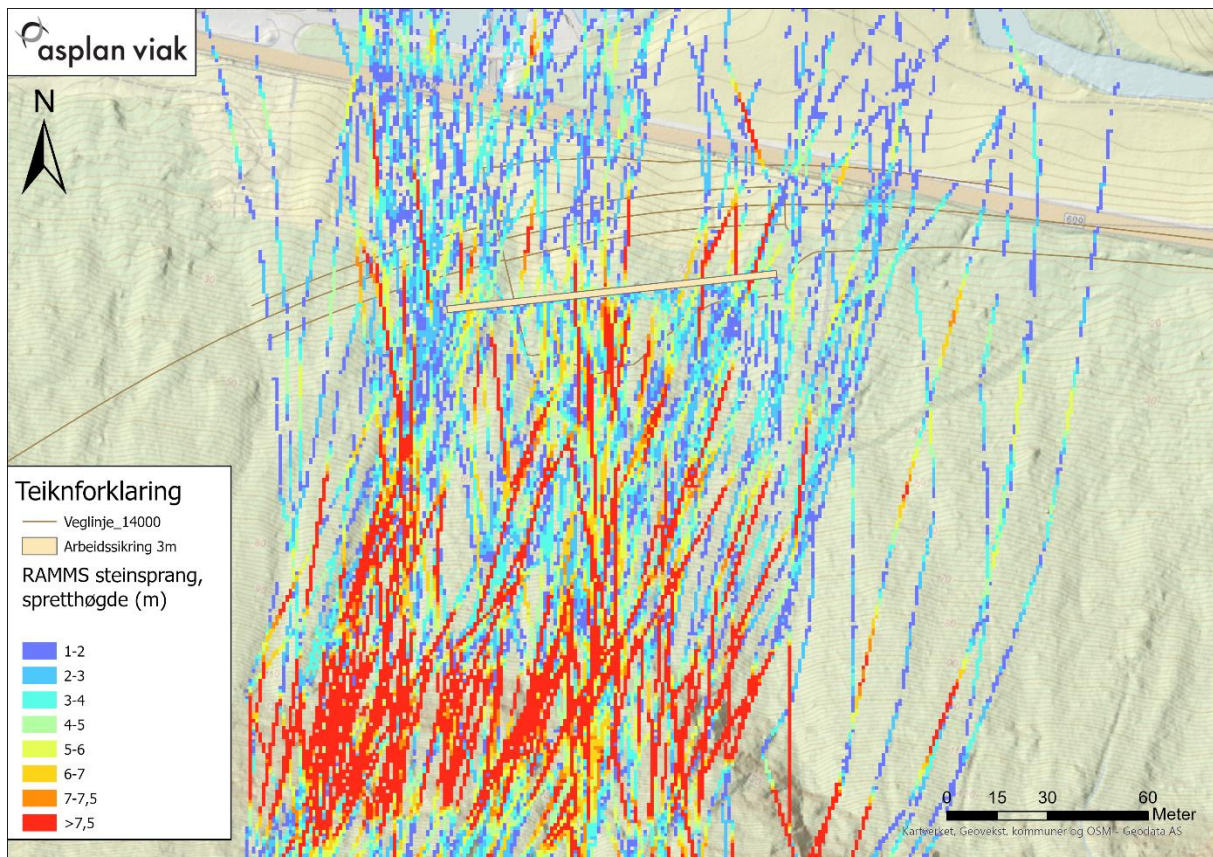
4.3. Plassering og dimensjonering av midlertidige sikringstiltak for påhogg og bru

Arbeidssikringa er vurdert utifrå spretthøgde og kinetisk energi til blokker på 1 m³.

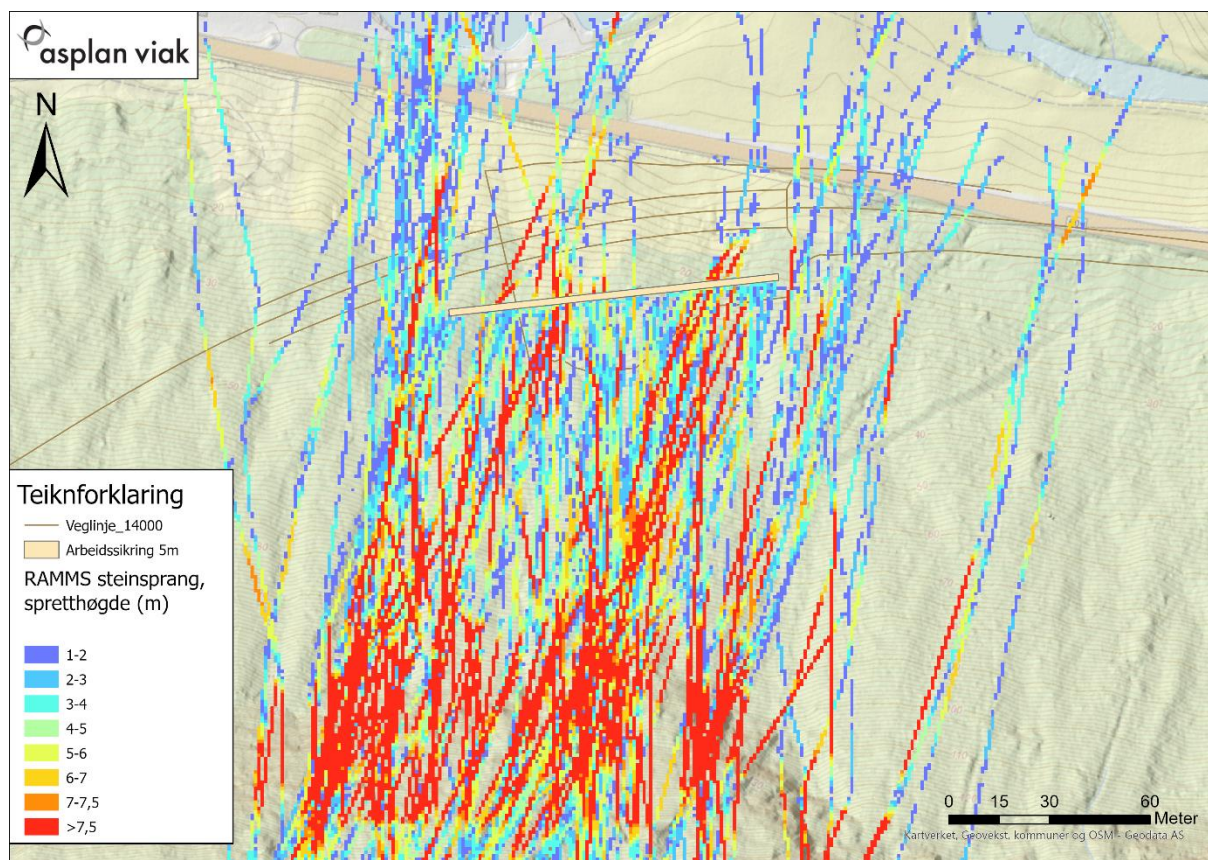
Utifrå spretthøgden til blokkene ved arbeidssikringa tyder det på at tiltaket må vere mellom 3-5 meter høgt. Den kinetiske energien til ei blokk på 1 m³ er oppmot 2000kJ ved passering ved sikringstiltaket.

Samanlikning av resultata ved bygging av 3 og 5m arbeidssikring er vist under. Modellane er køyrte med 1 m³ blokkstorleik og like parameter. Terrengmodellen er tilpassa høgden på arbeidssikringa.

Modelleringsresultata viser at eit sikringstiltak på 5 meter vil stoppe fleire blokker frå å treffe byggegropa enn eit sikringstiltak på 3 meter. Det er likevel blokker som vil passere arbeidssikringa, men av 145 blokker som har skredbane mot byggegropa, er det 26 blokker som passerar.



Figur 45: Modellering av steinsprang mot arbeidssikring med 3 meter høgde.



Figur 46: Modellering av steinsprang mot arbeidssikring med 5 meter høyde.

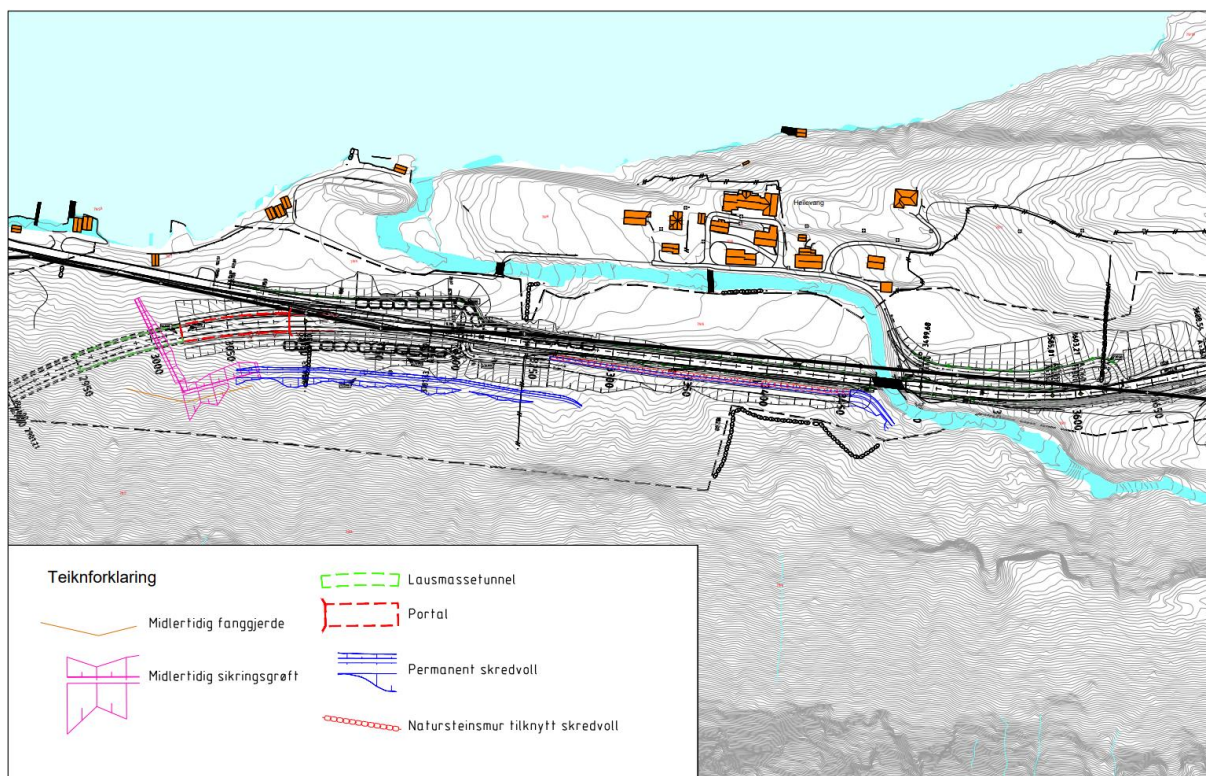
Bru og arbeid med permanent brubliks sikra med at baileybru blir sett opp på oppsida av brua. Det bør vurderast om baileybrua skal sikrast noko med å leggja opp ein midlertidig lausmassevoll mot eventuelle rullande blokker.

4.4. Prosjektering av sikringstiltak

Permanent sikring: Ut frå modellarbeid, erfaring og samarbeid mellom geologane og vegplanleggar er det prosjektert steinsprangvoll som permanent sikring langs med vegen frå Heilevangbrua i aust til påhogget for tunnelen i vest. Denne har 3 meter effektiv høgde og er 2 meter brei på toppen og skal med dette stoppe energien og spretthøgda til dei fleste blokker frå fjellsida.

Arbeidssikring: for påhogget er prosjektert som ei fanggrøft med ei djupne på ein meter djup i tillegg til opplagde massar bak grøfta. I overkant av fanggrøfta er det prosjektert eit sikringsgjerd med 5 meter høgde og dimensjonert for å tåle energi på over 2000 kJ. For arbeid med brua blir det lagt opp til at baileybrua med midlertidig lausmassevoll mot eventuelle rullande blokker skal fungere som sikring.

Figur 47, Figur 48 og Figur 49 viser prosjekterte løysingar for permanent sikring og midlertidig sikring.



Figur 47 Oversikt over prosjektert permanente og midlertidige sikringstiltak på Heilevang.



Figur 48 Snip frå prosjektert steinsprangvoll nærast Heilevangbrua og vestover.



Figur 49 Snip frå prosjektert steinsprangvoll ved tunnelpåhogg og austover på Heilevang.

4.4.1. Risikoreduserande tiltak for den generelle anleggsdrifta

Det er vurdert at det trengs risikoreduserande tiltak for den generelle anleggsdrifta på Heilevang og ved transport av massar mellom Heilevang og Hestvika.

Vi ser ein sterk samanheng mellom skredhendingar og nedbør for området. Vi anbefalar difor at anleggsdrifta blir stoppa med gitte terskelverdiar for nedbør og vassmetting i jordsmonn. I dag stengast vegen ved nedbør på ca. 10mm/3 timar.

I Asplan Viak notat «Væranalyse for skredfare» er det gjort eit arbeid for å sjå på terskelverdiar for nedbør i samband med skredhendingar. Analysen syner ein markert auke i fare ved:

- Døgnnedbør over 30 mm/døgn
- Vassmetting i terrenget på over 70%
- 3 timars nedbør over 10 mm

Vi vurderar at dette er tersklar som er fornuftige å forholde seg til for å redusera risikoen for skred mot den generelle anleggsdrifta.

Ved stenging av anlegg ved slike tersklar blir anlegget eller delar av anlegget vurdert stengt i snitt 25 dagar i året. Ved oppsetting av dedikert nedbørsmål og automatisk varsling kan det truleg reduserast. Dette bør detaljerast i prosjekteringsfase.

4.5. Oppsummering sikringstiltak

Med opparbeiding av sikringstiltaka, både permanent og midlertidig for Heilevang blir det vurdert at det er mindre sannsyn enn 1/50 for skredhendinger på vegen i permanent situasjon og mindre enn 1/100 for den midlertidige byggeperioden.

Heilevang

Permanent sikring:

- Frå brua på Heilevang og bort til påhogg må det sikrast mot steinsprang og jord- og flaumskred med årleg sannsyn 1/50. Ein skredvoll med høgde 3 meter langs strekninga er dimensjonert og prosjektert.

Midlertidig sikring for anleggsarbeid:

- Tunnelpåhogget må sikrast med steinspranggjerde på 5 meter som tåler ein kinetisk energi på over 2000 kJ som tek i mot steinsprang og dei grove massane i jord- og flaumskred. I tillegg til grøfter på 1 meter djupne som tek i mot den vassrike delen av grunne jord- eller flaumskred.
- Riggområde vest vil vera tilstrekkeleg sikra ved å sikre påhoggsområdet med den midlertidige sikringa.
- Riggområde aust blir tilstrekkeleg sikra med skredvollane som er dimensjonerte.
- Det må vere eit rekkefølgekrav at sikring kjem opp før bruk av riggområda.
- Brua blir sikra med at baileybrua blir sett opp på oppsida av brua. Det bør vurderast om baileybrua skal sikrast noko med å leggja opp ein midlertidig lausmassevoll mot eventuelle rullande blokker.

Risikoreduserande tiltak for generelt anleggsarbeid:

- Den generelle anleggsdrifta må stoppa ved gitte terskelverdiar for nedbør og vassmetting.

Hestvika

- For deponiområdet i Rørvika kan lasting/lossing føregå i heile deponiområdet, då det er arbeid utan varig opphald. Installasjonar og varig opphald som til dømes knusing og sortering, samt parkering bør trekkast vekk frå fjellsida og heller nærare Fv. om praktisk mogleg. Dette må vurderast nærmare i prosjekterings-/utbyggingsfasen.

4.6. Rekkefølgekrav for opparbeiding av sikring

I dette kapittelet oppsummerast sikringstiltaka i rekkefølga det krevst at tiltaka blir bygd.

1. Opplegg varslings for terskelverdiar for nedbør og vassmetting må vere på plass før anleggsarbeid på Heilevang sida startar.
2. Midlertidig sikringsgjerde og grøft – Tiltak må byggast før riggområdet på Heilevang (vest) tilknytta varig opphald blir teke i bruk (verkstadtelt, parkering etc.) og områda med varig opphald må plasserast under sikringsgjerdet
3. Permanent skredvoll på Heilevang må opparbeidast før riggområdet på Heilevang (aust) kan nyttast.
4. Baileybru med lausmassevoll må opparbeidast før arbeid med bru kan starte.

5. KONKLUSJON

Veg i dagen i reguleringsplanen er vurdert i høve ei akseptabel strekningsrisiko for skred der årleg sannsyn er mindre enn 1/50. Anleggsarbeid der det skal arbeidast over tid (byggegrop/påhogg/ny bru) og midlertidige riggområde/deponiområde med opphald over tid er vurderte opp mot krav om tilstrekkeleg tryggleik i høve skred med årleg sannsyn mindre enn 1/100.

Heilevang:

- Frå brua på Heilevang og bort til påhogg må det sikrast mot steinsprang og jord- og flaumskred med årleg sannsyn 1/50. Ein skredvoll med høgde 3 meter langs strekningen er dimensjonert og prosjektert.
- For tunnelpåhogget må det sikrast med midlertidige sikringsgjerder som tek i mot steinsprang og grøfter som tek i mot mindre grunne jord- eller flaumskred.
- Arbeid ved bru sikrast med den midlertidige baleybrua i tillegg til lausmassevoll.
- Riggområder på Heilevang-sida vil vera tilstrekkeleg sikra ved å sikre påhogg og vegstrekning, men har rekkefølgekrav.
- For den generelle anleggsdrifta må det etablerast eit opplegg for varslings og stopp i arbeid ved gitte terskelverdier for nedbør og vassmetting i jordsmonn.

Hestvika:

- Permanent veg og påhogget, i tillegg til riggområda i Hestvika ligg tilstrekkeleg frå fjellsida til å vere trygg i høve skred med årleg sannsyn 1/50 og 1/100.
- Deponiområda på nedsida av fylkesvegen ligg tilstrekkeleg trygt i høve sannsyn for skred på 1/100. Deponiområdet i Rørvika ligg også tilstrekkeleg trygt grunna lågt losnesannsyn, men installasjonar med varig opphald anbefalast likevel å trekkje ut frå fjellsida og nærare Fv. om praktisk mogleg. Dette må vurderast nærare i prosjekterings- /utbyggingsfasen.

6. KJELDER

1. **Vestland fylkeskommune (Asplan viak).** *Silingsrapport; Alternative veglinjer for fv. 609 Heilevang.* 2021.
2. **Asplan viak.** *Reguleringsplan fv 609; Skredvurdering for objekt omfatta av TEK17.* 2021.
3. —. *Ingeniørgeologisk rapport til reguleringsplan; Fv609, Skredsikring Heilevang.* 2021.
4. **Statens vegvesen.** *N200 Vegbygging.* 2018.
5. **Lussana, Christian.** *SeNorge2 daily precipitation, an observational gridded dataset over Norway from 1957 to the present day.* 2018.
6. **Statens vegvesen.** *Skredsikring fv.609 Heilevang - Forprosjekt.* 2016.
7. **Asplan viak.** *Modelleringsresultat.* 2021.
8. **Asplan Viak.** *Silingsnotat - Geofag; Fv. 609 Hestvika-Heilevang.* 2020.
9. **Asplan Viak.** *Notat - Væranalyse for skredfare.* 2021.