

Skredfarevurdering for Hove transformatorstasjon

Denne rapporten inneholder en skredfarevurdering for skred i bratt terreng og vurdering av områdestabilitet ifm. etablering av transformatorstasjon på gbnr. 26/83, Vik kommune.

Arbeidet er utført av Asplan Viak



Dokumentinformasjon

Oppdragsgiver:	Sygnir AS
Tittel på rapport:	Skredfarevurdering for Hove transformatorstasjon
Oppdragsnavn:	Naturfarekartlegging Hove transformatorstasjon
Oppdragsnummer:	638100-01
Utarbeidet av:	Emilie Olsen Hauge
Oppdragsleder:	Jan Helge Aalbu
Tilgjengelighet:	Åpen

Kort sammendrag

Det er gjennomført en detaljert naturfarevurdering for ønsket plassering av en transformatorstasjon på gårds- og bruksnummer 26/83 Vik kommune. Det vurderte området ligger innenfor NVE sitt aktsomhetskart for jord- og flomskred og snøskred. Oppdragsgiver ønsker derfor en detaljert vurdering av faren for skred i bratt terreng i forhold til kravene gitt i TEK17, sikkerhet mot skred.

Plan- og bygningsloven og TEK17 stiller krav til sikkerhet mot skred for nybygg eller tilbygg på eksisterende bygg og tilhørende uteareal. Vi har vurdert området opp mot kravene i sikkerhetsklasse S2 der en årlig sannsynlighet for skred eller sekundæreffekter av skred ikke skal overskride 1/1000.

Fare for alle typer skred i bratt terreng er vurdert på bakgrunn av terrengeanalyser, befaring, kartdata, aktsomhetskart, og modellering. Det blir vurdert at store deler av området tilfredsstiller krav til sikkerhet mot skred i sikkerhetsklasse S2. For at hele området skal tilfredsstille lovverkets krav til sikkerhet mot skred i sikkerhetsklasse 2 er det vurdert nødvendig med tiltak. Vurderinger i forbindelse med områdestabilitet konkluderer med at området ikke er utsatt for kvikkleireskred.

01	19. okt. 2022	Skredfarevurdering for Hove transformatorstasjon	EOH	JHA og SN
Ver	Dato	Beskrivelse	Utarb. av	KS

Forord

Plan- og bygningsloven (pbl) og Byggteknisk forskrift (TEK 17) stiller krav til sikkerhet mot naturfare. For reguleringsplan og byggesak/-tiltak, søknadspliktig eller ikke, må det derfor dokumenteres at tilstrekkelig sikkerhet mot skredfare vil bli oppnådd i henhold til disse sikkerhetskravene.

Denne utredningen er utført av fagkyndig personell og følger NVEs veileder Sikkerhet mot skred i bratt terreng - Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og byggesak, og vil dermed kunne dokumentere om sikkerhetskravene er oppfylt.

Skredtypene snø-, jord-, flom-, sørpe-, steinskred og steinsprang utredes.

Vurdering av områdeskredfare er utført i henhold til NVEs veileder 1/2019 (1).

Leikanger, 19.10.2022

Jan Helge Aalbu
Oppdragsleder

Emilie Olsen Hauge
Rapportansvarlig

Jan Helge Aalbu/Steinar Nes
Kvalitetssikrer

Om oppdraget

Oppdragsgiver	Sygnir As
Oppdragstaker	Asplan Viak AS
Skredfarevurdering for	26/83
Følgende tiltak og sikkerhetsklasse(r) er planlagt på eiendommen/planområdet	Transformatorstasjon. Skredfaren vurderes opp mot kravene i sikkerhetsklasse S2 og tiltakskategori K3.
Befaring gjennomført	Ja, befaring utført 06.09.2022 av Jan Helge Aalbu og Emilie Olsen Hauge

Innholdsfortegnelse

1.	Innledning	6
1.1.	Grunnlag for vurdering	7
1.2.	Forbehold og begrensninger	7
2.	Krav til sikkerhet mot skredfare	8
3.	Områdebeskrivelse	9
3.1.	Befaring	11
3.2.	Topografi	12
3.3.	Geologi	13
3.4.	Drenering og vegetasjon	15
3.5.	Klima	16
3.6.	Tidligere skredhendelser	19
3.7.	Aktsomhetskart	19
3.8.	Tidligere kartlegginger	21
3.9.	Observasjoner i felt	22
3.10.	Eksisterende sikringstiltak	31
4.	Vurdering av skredfare	32
4.1.	Steinsprang	32
4.2.	Steinskred	37
4.3.	Jord- og flomskred	40
4.4.	Snøskred	43
4.5.	Sørpeskred	47
5.	Samlet skredfare	48
5.1.	Faresoner	48
5.2.	Stedspesifikk usikkerhet	49
6.	Mulighet for risikoreduserende tiltak	50
7.	Konklusjon skred i bratt terreng	51

8. Vurdering av områdestabilitet (Kvikkleireskredfare)	52
8.1. Områdebeskrivelse	52
8.2. Grunnlag	53
8.3. Tidligere grunnundersøkelser	54
8.4. Utredning og konklusjon	54
9. Referanser	55
Vedlegg	56
9.1. Vedlegg – Egenerklæringsskjema	56
9.2. Vedlegg - Registreringskart	57
9.3. Vedlegg – Helningskart	58
9.4. Vedlegg – Modelleringsresultat	59
9.5. Vedlegg – Faresoner	60

1. Innledning

Deler av vurderte området ligger innenfor NVE sitt aktsomhetskart for snøskred og jord- og flomskred, samt NGIs kombinerte aktsomhetskart for snøskred og steinsprang.

Oppdragsgiver ønsker derfor en detaljert vurdering av faren for skred i bratt terreng i forhold til kravene gitt i TEK17, sikkerhet mot skred. Skredtypene steinsprang, jord- og flomskred, snøskred og sørpeskred er vurdert.

Plan- og bygningsloven og TEK17 stiller krav til sikkerhet mot skred i sikkerhetsklasse 2 for bruksendring og ombygging over 50 m² BRA. Kravene i sikkerhetsklasse S2 tilsier at en årlig sannsynlighet for skred eller sekundæreffekter av skred ikke skal overskride 1/1000.

Fare for alle typer skred i bratt terreng er vurdert på bakgrunn av følgende arbeid:

- Terrenganalyse
- Befaring i felt
- Klimaanalyse
- Historiske opplysninger
- Tidligere rapporter
- Modelleringer
- Erfaring

1.1. Grunnlag for vurdering

Tabell 1 oppsummerer benyttet bakgrunnsmateriale i skredfarevurderingen, hvor det også går frem hvem som eier materialet og hvor materialet er hentet fra.

Tabell 1: Oversikt over benyttet bakgrunnsmateriale, eier og referanse.

Bakgrunnsmateriale	Eier	Kilde
Digital terrengmodell	Kartverket	(2)
Historiske skredhendelser	NVE	(3)
Tidligere skredfarevurderinger	NVE	(4)
Aktsomhetskart	NVE, NGI	(5)
Berggrunnskart	NGU	(6)
Løsmassekart	NGU	(7)
Flyfoto	Kartverket	(8)
Klimadata	NVE	(9)
Skog	Kartverket	(10)

1.1.1. Kartgrunnlag

Det har blitt lastet ned kotegrunnlag fra www.hoydedata.no, prosjekt NDH Høyanger-Vik-Stølsheimen 2 pkt. 2016 (2). Datasettet har punkttetthet 2 punkt/m² og oppløsning 0,5 m. Behandling av terrengdata, produksjon av kartbilder og terrengmodell til simuleringer er utført ved hjelp av programvaren ArcGIS Pro 2.9.0. Alle kartene er lagd med datum ETRS 1989 og koordinatsystem UTM sone 32N. Terrengdata er studert i ArcGIS Pro og det er produsert terrengmodell (raster) og skyggerelieffkart i programmet. Asplan Viak har utarbeidet alle kartene. Det er i tillegg brukt kart og flyfoto over området, samt aktuelle WMS-tjenester for visning av topografiske kart, grunnforholdskart, aktsomhetskart og lignende.

1.2. Forbehold og begrensninger

Skredfarevurderingen gjelder kun markert kartleggingsområde i Figur 1. Vurderingene er basert på eksisterende terreng. Ved store endringer i terrenget kan dette andre forutsetningene for vurderingen og vurderingene bør utføres på nytt.

Vurderingen omhandler sikkerhet mot skred i bratt naturlig terreng.

2. Krav til sikkerhet mot skredfare

Konsesjonspliktige kraftberedskapsanlegg skal prosjekteres, bygges, sikres og drives i henhold til krav i kraftberedskapsforskriften (NVE Nr.2/2020) (11). Fra Sygnir sin konsesjonssøknad (12) er det plan om å bygge ny transformatorstasjon for spenningsoppgradering til 132 kV på sikt. Fra kraftberedskapsforskriften § 5-2 gir dette sikkerhetsklasse 2. Videre gir NVE Veileder 2020/02 (11) kap. 5.7 krav på mindre enn 1/1000 årlig sannsynlighet for skader fra skred for anlegg i klasse 1 eller 2.

Dette tilsvarer sikkerhetsklasse S2 etter byggeteknisk forskrift.

Byggeteknisk forskrift TEK17 § 7-3 definerer krav til sikkerhet mot skred for nybygg og tilhørende uteareal (Tabell 2).

Tabell 2: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde.

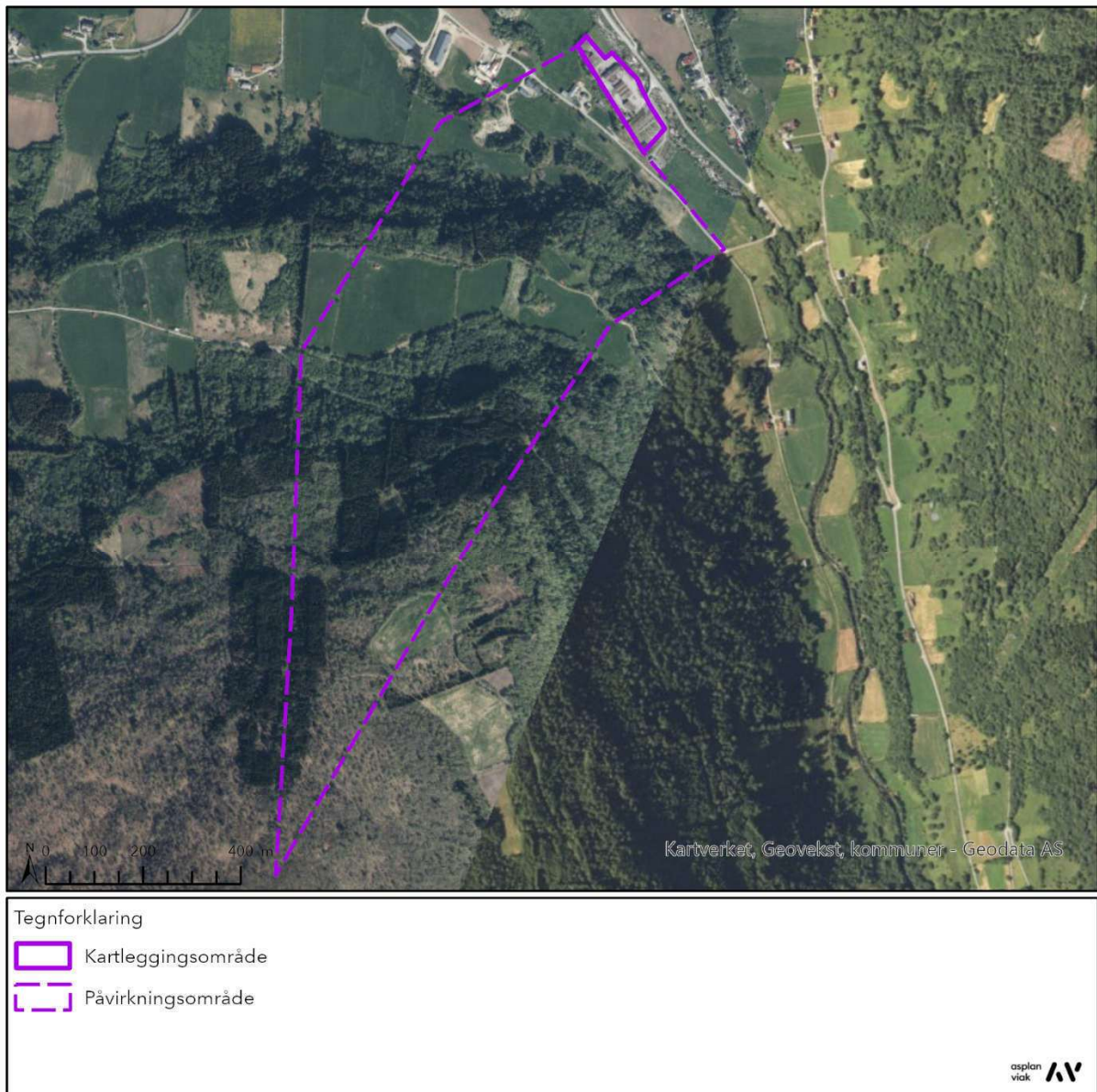
Sikkerhetsklasse for skred	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet
S1	Liten	1/100
S2	Middels	1/1000
S3	Stor	1/5000

Vurderinger og rapport har blitt utført etter gjeldende retningslinjer og standarder gitt av NVE (13). I TEK17 er det spesifisert at samlet sannsynlighet for alle skredtyper skal legges til grunn for vurderingen av årlig sannsynlighet. Skredtyper som er vurdert er steinsprang, steinskred, jord- og flomskred og sørpeskred.

Den endelige vurderingen av skredfare er samlet nominell årlig sannsynlighet for skred, som kan sammenliknes direkte med kravene i Tabell 2.

Området som skal vurderes, heretter kalt kartleggingsområdet ligger på Hove i Vik kommune, Vestland fylke (Figur 1). Området ligger omtrent 52 moh. langs elva Vikja, i foten av en nordvendt fjellside med terrassert karakter. Overliggende terreng består både av skog og dyrket mark, som vist i Figur 2.





Figur 2: Flyfoto av området. Terrenget er terrassert, med dyrket mark i slakere terreng og skogkledd i brattere terreng.



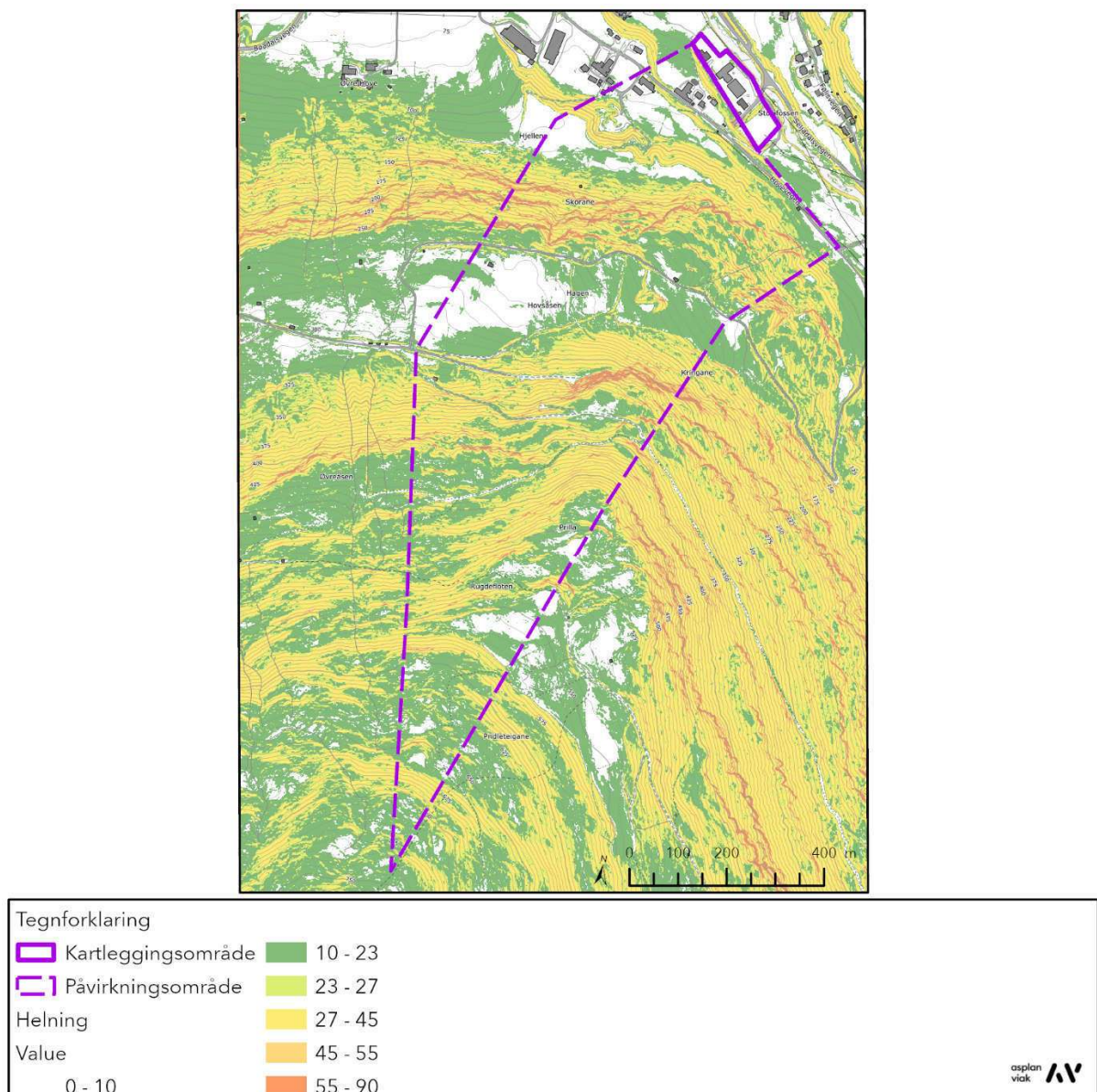
Figur 3: Kartleggingsområdet, markert i rødt sett fra vest (8).

3.1. Befaring

Befaring i kartleggings- og påvirkningsområdet ble gjennomført 06.09.2022 av Jan Helge Aalbu og Emilie Olsen Hauge. Det var oppholdsvær på befaringsdagen. Sporlogg fra befaringen er illustrert i vedlegg 9.2.

3.2. Topografi

Kartleggingsområdet er lokalisert langs elva Vikja, omtrent 50 moh. Terrenget ovenfor kartleggingsområdet består av en rygg med varierende helningsgrad opp til toppunktet, Daurmålshaugen (932 moh.). Terrenget har variert helning med brattskrenter, med helning større enn 55 grader mellom 85 – 100 , 140 – 230 og 300 – 360 moh. Brattskrentene er avgrenset av slakere områder med helning under 10 grader. Fra kote 360 – 740 moh. er terrenghelningen varierende, men generelt under 45 grader. Terrenghelningen er illustrert i Figur 4



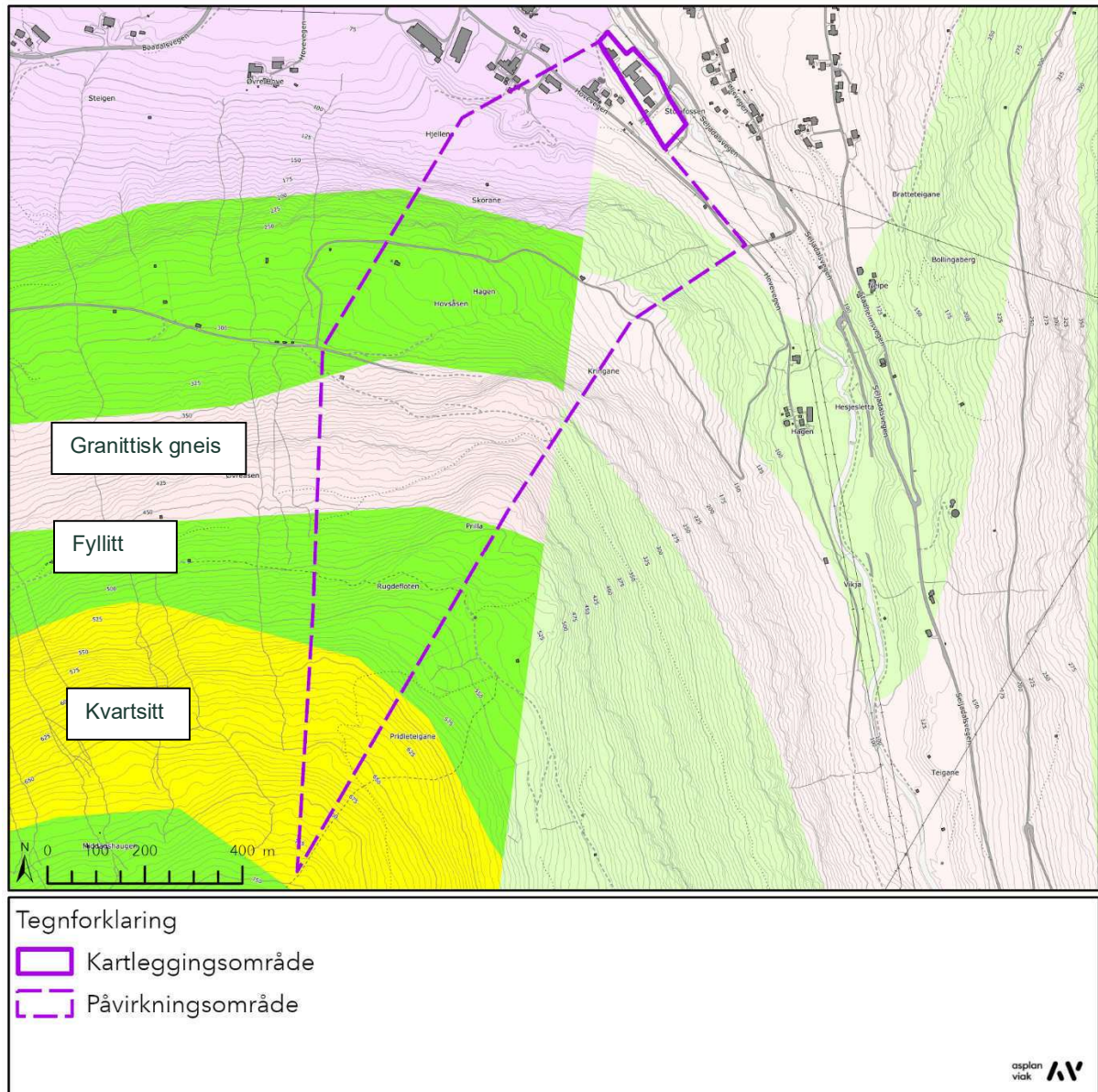
Figur 4: Terrenghelningskart for påvirkningsområdet.

3.3. Geologi

3.3.1. Berggrunn

Berggrunnsgeologien i området er kartlagt i målestokk 1:50 000 i nordlig del og i 1:250 000 i sørlig del av påvirkningsområdet, se Figur 5. I følge berggrunnsdatabasen er det registrert fyllitt og granittisk gneis i foten av fjellsiden, og kvartsitt i øvre deler (Figur 5) (6).

Under befarings ble det observert en kompetent granittisk gneis, GPS-1 og 8, Vedlegg 9.2.



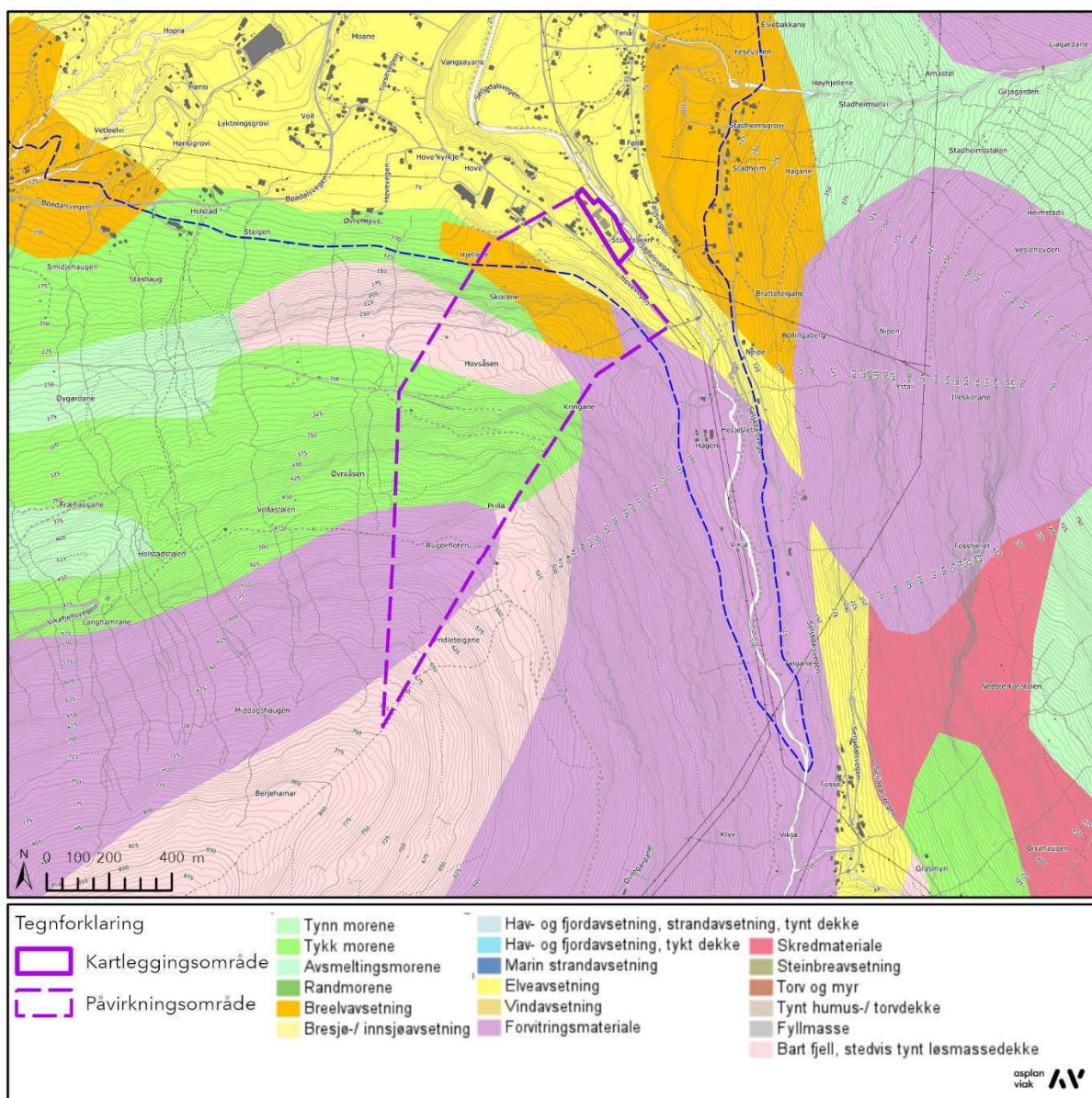
Figur 5: Utsnitt fra NGUs berggrunnskart.

3.3.2. Løsmasser

Figur 6 viser utsnitt fra kart hentet fra nasjonal løsmassedatabase (7). Løsmassene i området er kartlagt i en målestokk på 1:250 000 og viser at kartleggingsområdet ligger

plassert på elve- og bekkeavsetning med breelvavsetning fra omtrent kote 100 moh. Resterende overliggende terreng består av morene, bart fjell og forvittringsmateriale.

Under befaring ble det observert berg i elva nedenfor kartleggingsområdet (GPS-punkt 1). Fra kartleggingsområdet og opp til brattskrent omtrent 140 moh. er det ikke observert bergblotninger. Det er derimot en tunnel som har påhugg i kartleggingsområdet, noe som tyder på at løsmassemektigheten er begrenset. Grustaket i overkant av kartleggingsområdet viste et tykt løsmassedekke (>10 m) bestående av glasifluviale avsetninger (GPS-punkt 4, Vedlegg 9.2).

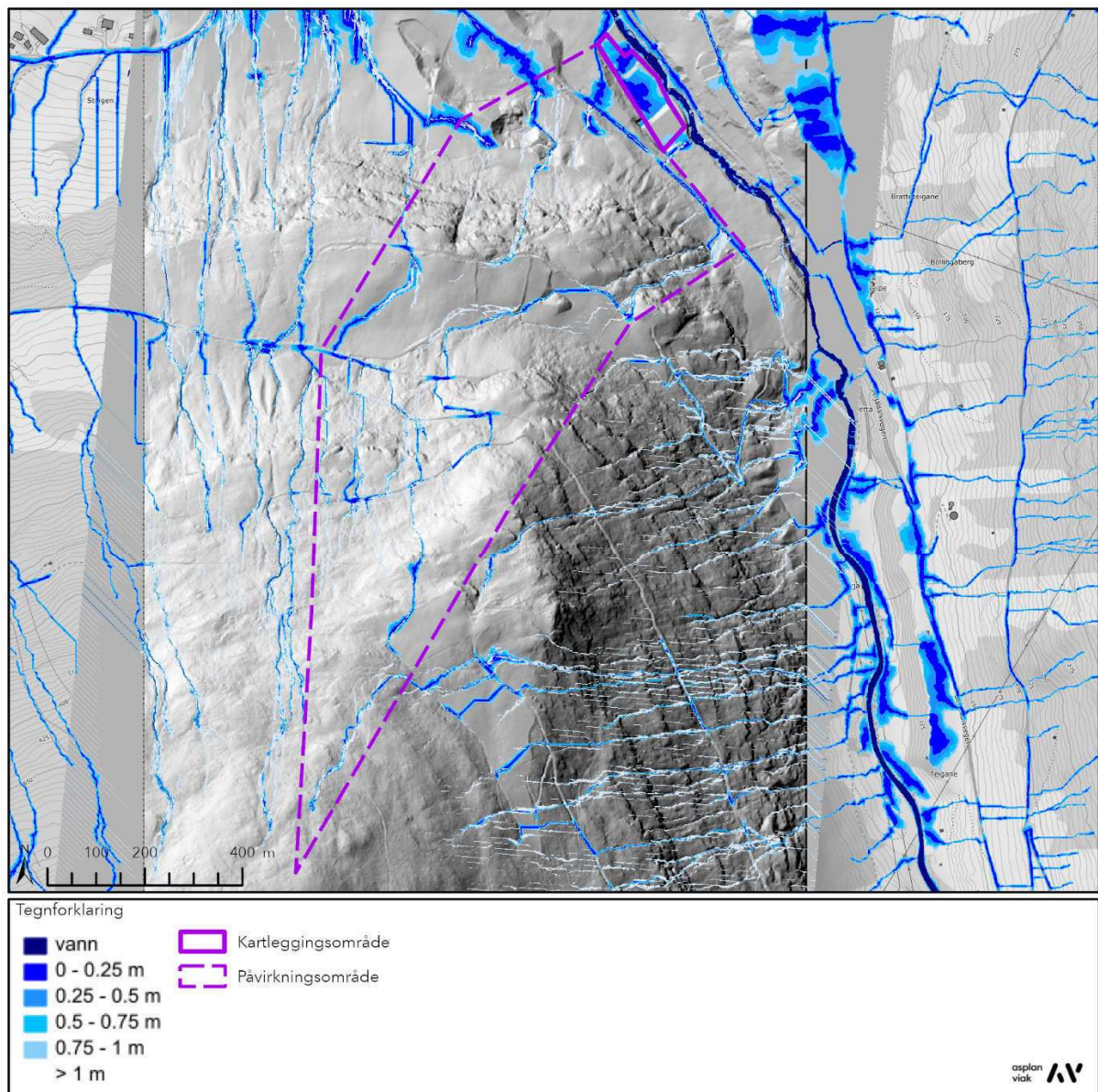


Figur 6: Utsnitt fra NGUs løsmassekart.

3.4. Drenering og vegetasjon

Flomveianalyse, sammen med markfuktighetslag (Figur 7) viser at avrenningen inn mot kartleggingsområdet er begrenset til avrenningen langs ryggformasjonen opp mot Daurmålshaugen. Hovedmengden avrenning fra overliggende områder følger definerte vannveier mot øst eller nord.

Avrenningen som påvirker kartleggingsområdet, renner fra overliggende veg og boligfelt - langs med skogsbilveg i kanten av dyrket mark vest for kartleggingsområdet.



Figur 7: Flomveisanalyse produsert i Arcgis pro sammen med markfuktighetslag hentet fra NIBIO og skyggerelieff.

Under befaring ble det observert lite avrenning i området, for utenom i definerte vannveier. Det ble observert moderat vannføring i bekken med orientering NNØ-SSV over terrassen ved *Hagen* (250moh) samt i bekken som renner N-S, ned mot grustaket fra samme høydekote.

Skogressurskart (10) og ortofoto viser at terrenget mellom 80-100, 120-220 og 260-540 moh. er vegetert med blandet løv- og granskog med generelt høy kronekning (>80%). Terrassene er frie for skog og benyttes som dyrket mark. I høyereliggende terreng reduseres kronekningen i korrelasjon med høyden over havet. Tregrensen ligger mellom 750-800 moh.

Historiske flyfoto mellom 1971-2021 viser kun små endringer i skogens utbredelse (8). Det er ikke tegn til hogst i nedre deler av påvirkningsområdet, og med tiden har kronekningsgraden i nedre deler av fjellsiden økt.

3.5. Klima

Nedbørsdata er hentet fra NVEs «Grid Time Series» API (9). Datasettet er SeNorge2 som er basert på observert og interpolerte data fra 1957 fram til 2020 (14). Vindroser er basert på data fra mars 2018 til mars 2021. Interpolerte data er justert for høyde.

Klimadata er hentet for kartleggingsområdet (50 moh.), Rugdeflotten (530 moh.) i øvre deler av påvirkningsområdet og for toppunktet Daurmålshaugen (932 moh.). Koordinatene er listet i Tabell 3.

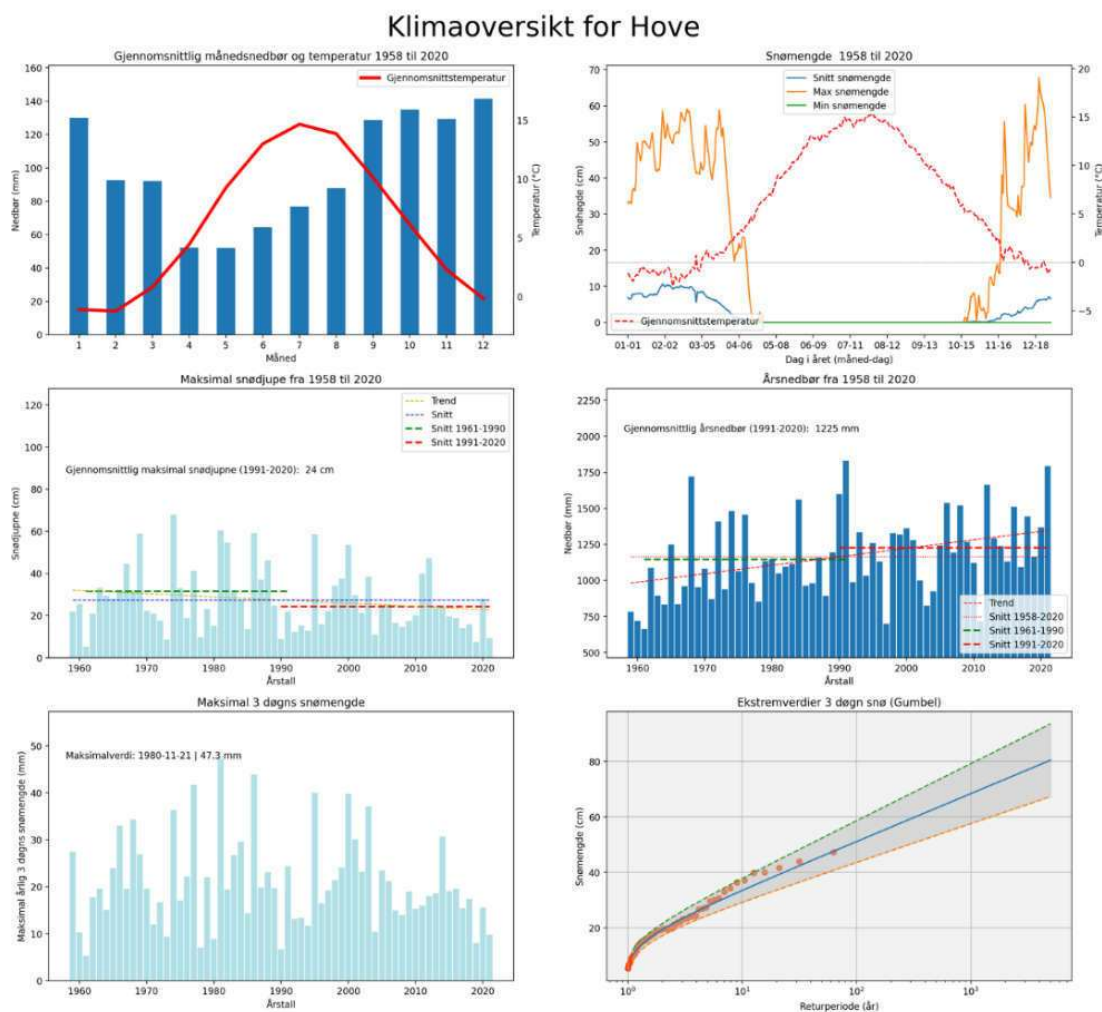
Tabell 3: Koordinater for punkt klimadata er basert på.

Lokalitet	Koordinater (UTM 33)	
	N	Ø
Kartleggingsområdet 60 moh.	6799875.1	47174.5
Rugdeflotten 530 moh	6798753.46	46719.42
Daurmålshaugen 932 moh.	6797454.25	45589.67

3.5.1. Normaler

En sammenstilling av klimadata for kartleggingsområdet er vist i Figur 8.

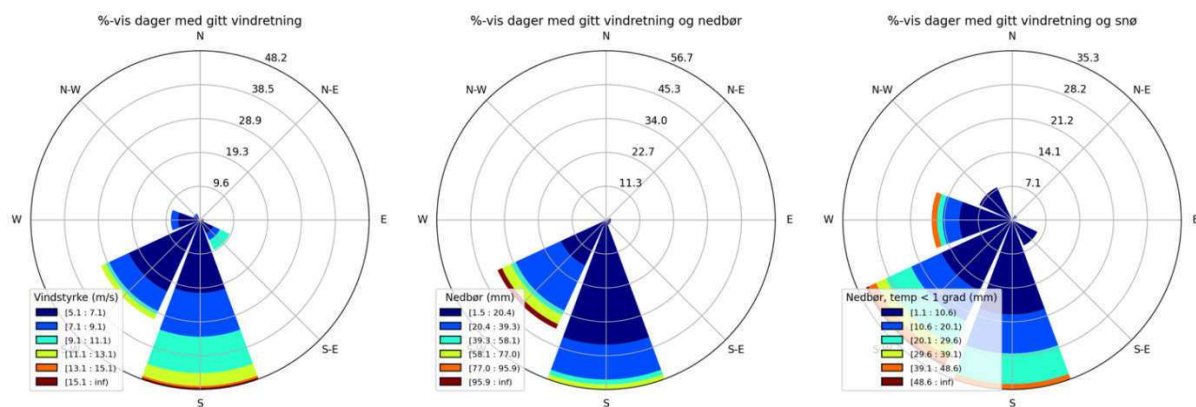
Gjennomsnittstemperaturen varierer fra rundt 0 - -1 grader i vinterhalvåret til 15 grader midtsommers. Gjennomsnittlig årsnedbør er 1225 mm, hvor mesteparten kommer i høst- og vinterhalvåret og viser en økende trend. Gjennomsnittlig maksimal snødybde i kartleggingsområdet og Rungdefloten er henholdsvis 24 og 168 cm.



Figur 8: Sammenstilling av klimadata for kartleggingsområdet.

3.5.2. Vind

Figur 9 illustrerer dominerende vindretning, vindretning for generell nedbør og vindretning ved snø. Figuren viser at nedbørsførende vindretning hovedsakelig er fra sør.



Figur 9: Vindroser for Daurmålshaugen 932 moh.

3.5.3. Ekstremverdier

Utrekning av ekstremverdier kan utføres etter ulike metoder i NIFS rapport 2014/22 «Hvordan beregne ekstremverdier for gitte gjentakintervaller» (15). Nede til høyre i Figur 8 vises ekstremverdier for 3 døgns snømengde, basert på snøkart beregnet med Gumbel-metoden for kartleggingsområdet. En oppsummering av ekstremverdier for snø og nedbør for gitte gjentakintervall 540 moh. er vist i Tabell 4.

Tabell 4: Oppsummering av ekstremverdier for jevne gjentakintervall.

Lokalitet	Returverdier for 3 døgns snømengde (cm)			Gj.snittlig maksimal snødybde (cm)
	100 år	1000 år	5000 år	Fra 1991 - 2020
Rugdeflotten 540 moh.	113	147	170	168

3.5.4. Fremtidig klima

Klimaprofilen for Sogn og Fjordane (16) beskriver at en forventer vesentlig økning i ekstremnedbør, regnflom, jord- flom- og sørpeskred og stormflo i forbindelse med klimaendringene. Det er mulig med en vesentlig økning i tørkeperioder pga. høyere temperaturer. Det forventes også økt fare for våtsnøskred som følge av hyppigere nedbør på snødekt underlag.

3.6. Tidligere skredhendelser

Det er ikke registrert tidligere skredhendelser innenfor kartleggings- eller påvirkningsområdet i nasjonal skredatabase. Lengre inne i Seljadalen er det registrert flere skredhendelser, både i form av jord- og flomskred, snøskred og steinsprang (4).

Det er ikke observert tegn til skredhendelser ved studie av tilgjengelige historiske flyfoto over området mellom 1971 – 2021.

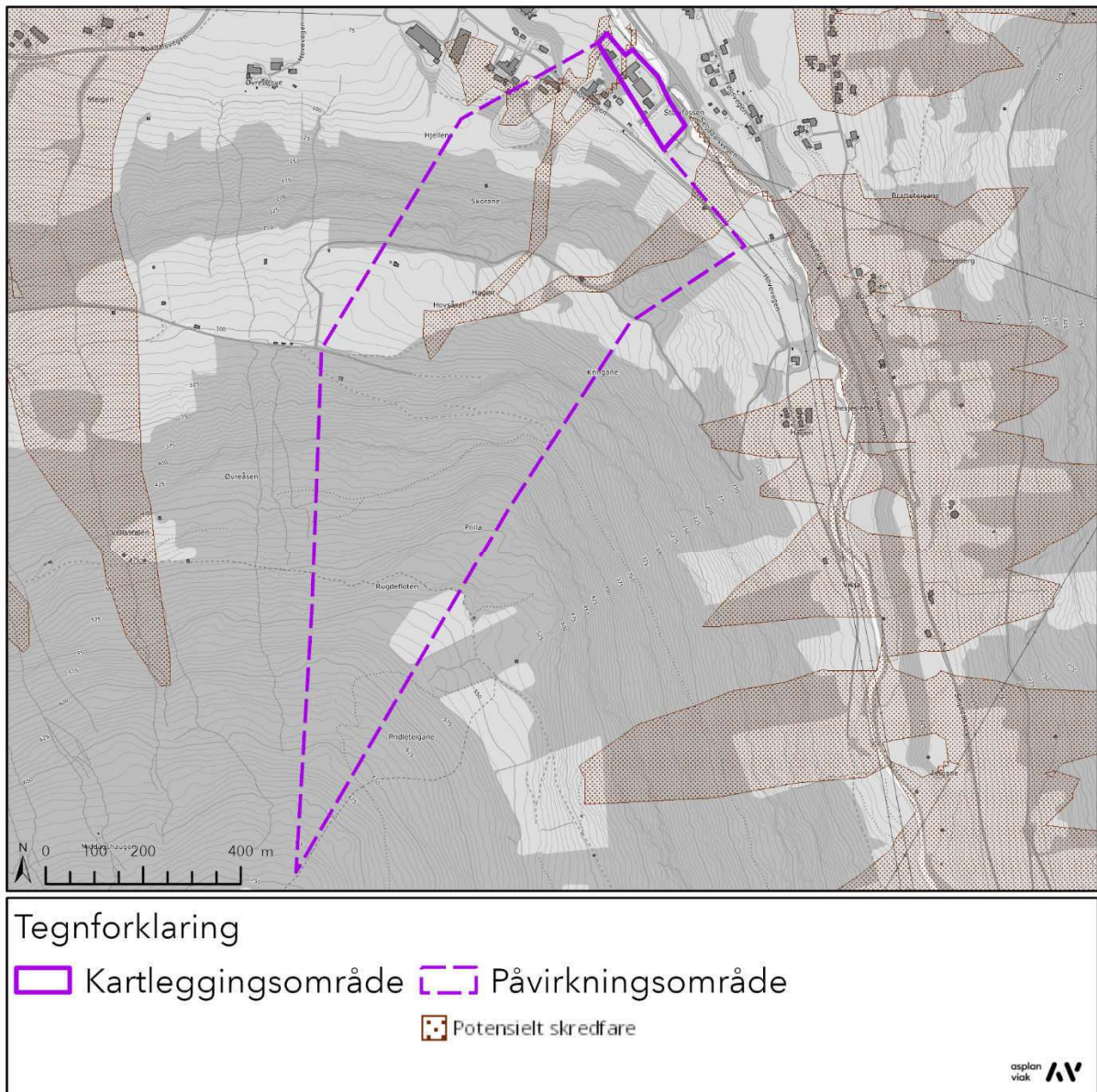
Under befarings ble det registrert jordskredavsetninger i bunnen av en ravine i terrenget ovenfor østlig avgrensning av kartleggingsområdet. Det er også registrert flere steinsprangblokker i påvirkningsområdet som kan stamme fra historisk steinsprangaktivitet.

3.7. Aktsomhetskart

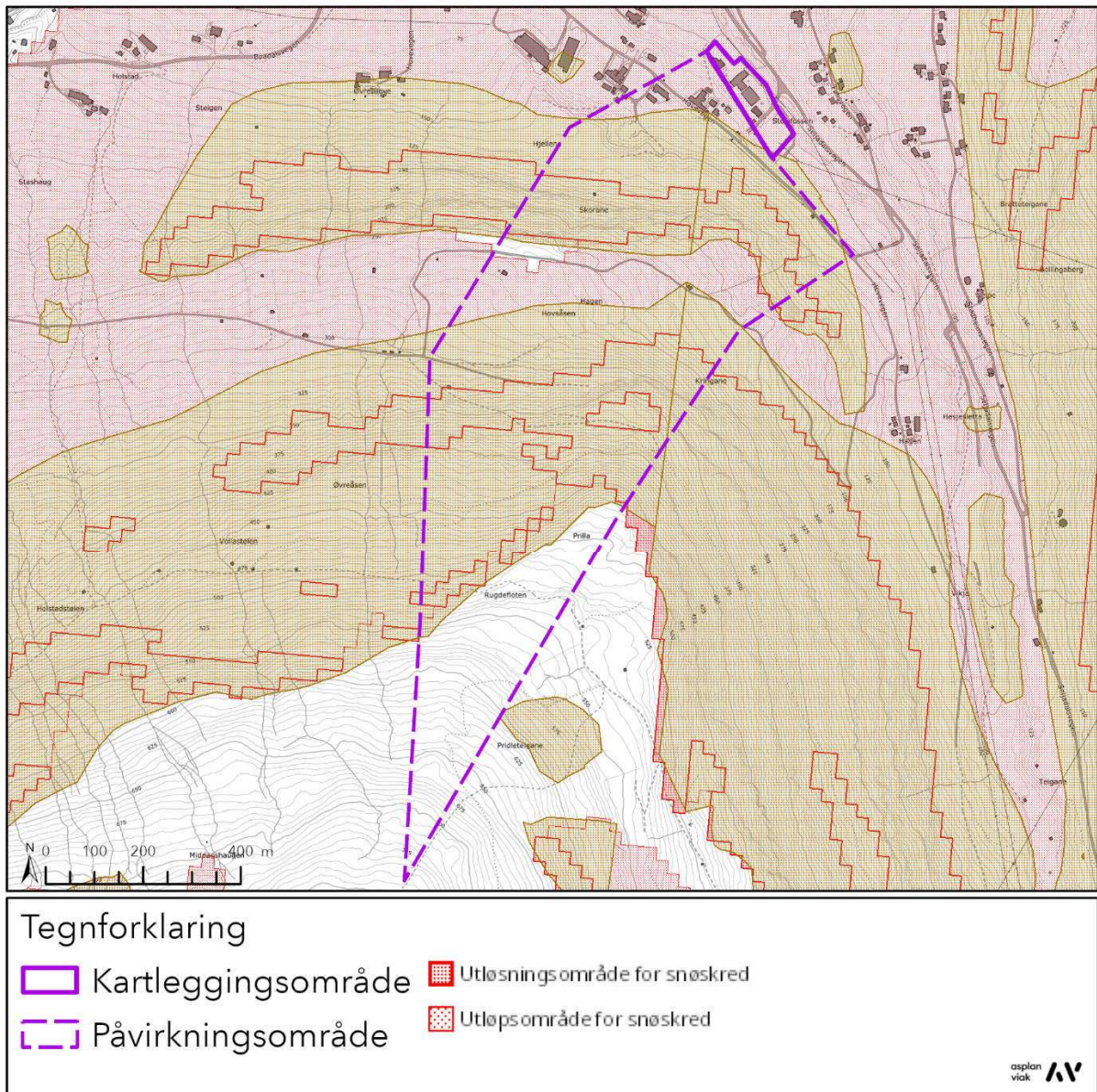
Aktsomhetskart for snøskred, steinsprang og løsmasseskred er nasjonalt dekkende (3). Kartene er basert på terrenghelning og gir en indikasjon på hvor terrenget kan være utsatt for naturfarer eller skred i bratt terreng. Oppløsningen til terrengmodellen, som NVE sitt aktsomhetskart for steinsprang og snøskred baserer seg på, er grov (25x25 m).

For NGIs aktsomhetskart er det i tillegg til kartstudier, vurdering av historisk informasjon og modellering av utløpsområder (alfa-beta-metoden), gjort en enkel feltbefaring av bebygde områder i kartleggingen (eksempelvis fra bil). Bemerk at NGIs kart gir ikke informasjon om det er snøskred eller steinsprang som er vurdert som dimensjonerende skredtype i et område, men viser et antatt lengst utløp avhengig av skredtype.

Kartleggingsområdet ligger innenfor NVEs aktsomhetsområde for jord- og flomskred (Figur 10), snøskred og i grensen til NGIs kombinerte aktsomhetsområde for steinsprang og snøskred (Figur 11).



Figur 10: Utsnitt fra NVEs aktsomhetskart for jord- og flomskred.



Figur 11: Utsnitt fra NVEs aktsomhetskart for snøskred og NGIs aktsomhetsområde for snøskred og steinsprang.

3.8. Tidligere kartlegginger

Asplan Viak utførte i 2015 skredfarevurdering i området i forbindelse med reguleringsplanen for Hesjasletta (17). Kartleggingsområdet for denne vurderingen ligger omtrent 150 meter oppstrøms for kartleggingsområdet for Hove Transformatorstasjon.

Skred AS utførte en faresonekartlegging i 2019 på oppdrag fra NVE (18). Også dette kartleggingsområdet starter omtrent 150 meter lengre opp i dalen.

3.9. Observasjoner i felt

Observasjoner fra befaringen er oppsummert i Tabell 5. Lokaliteten til hvert GPS-punkt er vist i kartet i vedlegg 9.2.

Tabell 5: Beskrivelse av observasjoner gjort under befaring. Anviste GPS-punkt er vist på kartet i vedlegg 9.2.

GPS-Punkt	Beskrivelse
1	Berg er observert langs elva nedenfor kartleggingsområdet. Bildet viser elva Vikja med kartleggingsområdet i bakgrunnen. Det er etablert tørrsteinsmur mellom elva og kartleggingsområdet.
	
2	I kartleggingsområdet er terrenget slakt, med støttemurer mot overliggende terreng.



- | | |
|---|---|
| 3 | Området rundt kartleggingsområdet er dekket av løsmasser. Bildet viser kartleggingsområdet sett fra vest. Terrenget heller slakt ned mot elva fra overliggende veg sørvest for kartleggingsområdet. Et belte av skog skiller kartleggingsområdet fra dyrket mark rundt. |
|---|---|



- | | |
|---|---|
| 4 | <p>Grustak omtrent 200 meter sørvest for kartleggingsområdet. Profilet er omtrent 10 meter høyt og viser sand, grus og stein, med små mengder finstoff i nedre deler. Dette tilsier at massene er avsatt som glasifluviale avsetninger. Høyere opp i profilet er det observert lag med finere sand.</p> |
|---|---|



- | | |
|---|---|
| 5 | Omtrent 115 moh., 65 meter over kartleggingsområdet slaker terrenget ut på en 30 -50 meter bred terrasse. Terrenget er løsmassedekt, uten skog. |
|---|---|



6	Terrenget ovenfor terrassen ved kote 120 er svært bratt (>60 grader) opp til neste terrasse ca. 250 moh. Skrenten er vegetert med skog med høy grad av krondekning.
---	---



- 7 På terrassen ved kote 120 er det registrert flere blokker. Blokkene varierer i størrelse fra omtrent 1 m³ til rundt 50 m³.



8	I skrenten mellom terrassen på Hjellene (120moh.) og terrassen på Hagen (250 moh.) er det observert løsneområde for steinsprang. Avløste blokker på rundt 5 m³ størrelse er observert. Observert berg er kompetent, med lav grad av oppsprekking.
	
9	I brattskrenten mellom terrassen ved kote 120 og fylkesvegen er terrenget dekket av løsmasser av ukjent mektighet. Det er observert en omtrent 3 meter bred ravine i denne skrenten. Avsetning i bunn tyder på historisk jordskredaktivitet.
	

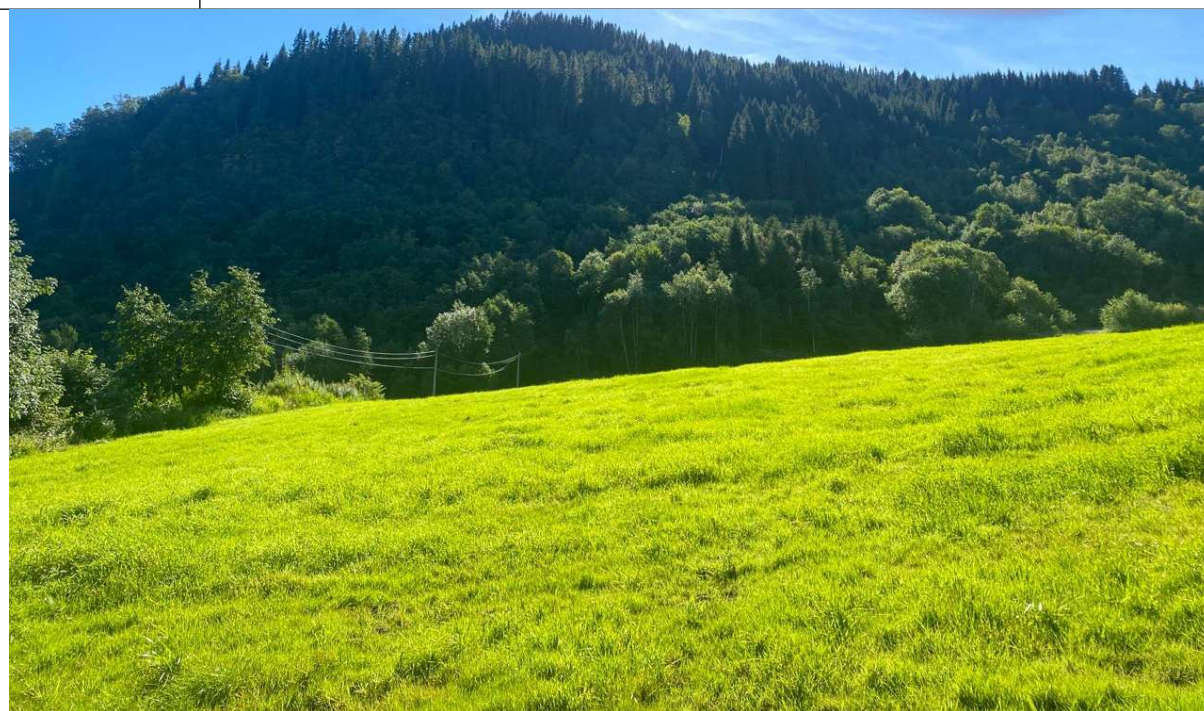
10

Omtrent 50 meter ovenfor fylkesvegen er det satt opp et steinspranggjærde. Gjærde er omtrent 60 meter langt og 3 meter høyt.



11

Terrenget slaker ut ved omtrent 250 moh. Terrassen heller slakt mot nord og er omtrent 150 meter bred avgrenset av bratte skrenter i nord og sør.



3.10. Eksisterende sikringstiltak

Det ble under befaringsobservasjon observert et steinspranggjerd i overkant av kartleggingsområdet (GPS-punkt 10, vedlegg 9.2). Dokumentasjon tilknyttet dette sikringstiltaket er etterspurt, men ikke fremskaffet. Ut fra tilgjengelige historiske flyfoto ser det ut som om sikringstiltaket er etablert i tidsrommet 2017-2021 (8). På grunn av manglende dokumentasjon og usikkerhet rundt steinspranggjerdets tilstand vurderes sikringstiltakets kapasitet å være svært begrenset i forbindelse med denne vurderingen.

4. Vurdering av skredfare

Vurdering av skredfare er basert på historiske skredhendelser, tidligere kartlegginger, NVE sine aktsomhetskart, studering av kart og ortofoto, samt klimatiske data.

4.1. Steinsprang

Steinsprang brukes om hendelser der en eller et fåtall blokker løsner og faller, spretter, ruller eller sklir nedover en skråning. Steinsprang har relativt lite volum, inntil noen hundre kubikkmeter.

4.1.1. Er steinsprang aktuell prosess i påvirkningsområdet?

I henhold til NVE sin veileder, kan fjellsider og skrenter brattere enn 45° gi fare for steinsprang – så lenge skråningen har områder med bart fjell eller usammenhengende løsmassedekke. Dersom begge disse forutsetningene er tilfredsstilt innenfor det vurderte området, må fare for steinsprang utredes.

Tabell 6: Oppsummering av innledende vurderingen om steinsprang er en aktuell prosess i påvirkningsområdet.

Vurderingsgrunnlag	Prosjektspesifikke forhold	Er steinsprang en aktuell prosess i området?
Aktsomhetskart	Kartleggingsområdet ligger ikke innenfor NVEs aktsomhetskart for steinsprang.	Nei
Terreng	Det er skrenter brattere enn 45 grader i fjellsiden ovenfor kartleggingsområdet.	Ja
Løsmassedekke	Brattskrenter og stedvis bart fjell.	Ja

4.1.2. Vurdering av løsneområde og løsesannsynlighet

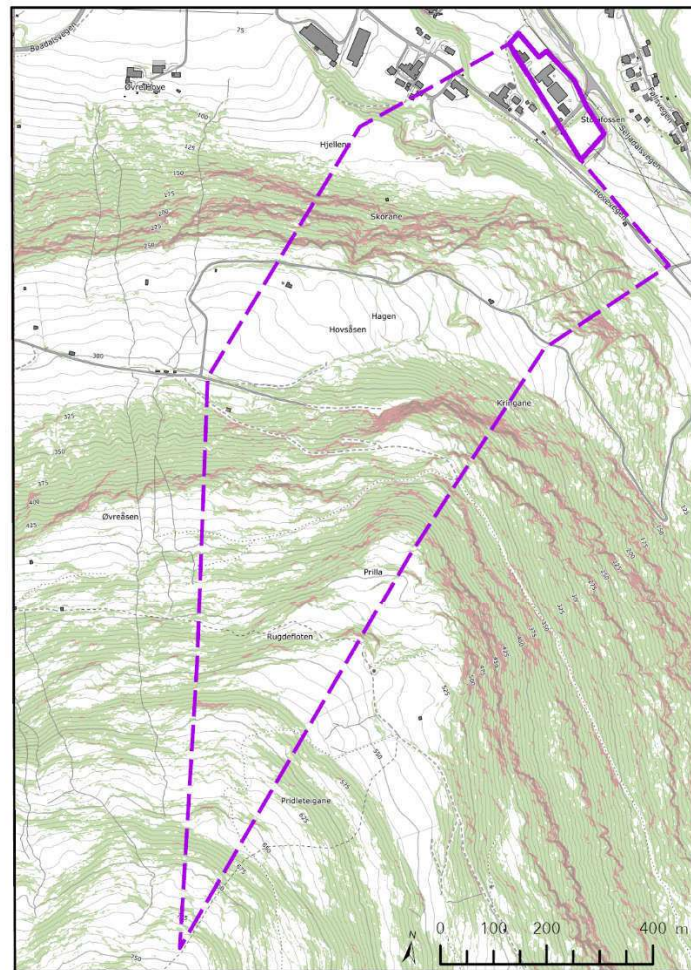
Terrenghelningskart (Figur 12), ortofoto (Figur 2) og observasjoner under befaring er benyttet for å identifisere mulige løsneområder for steinsprang.

Terrenghelning: Terrenghelningskartet i Figur 12 fremhever spesielt to skrenter (rød og brun markering) i påvirkningsområdet med stor nok helning (>45 grader) til å virke som løsneområder for steinsprang. Skrentene er lokalisert ved 140 – 230 og 300 – 360 moh. og har høyt relieff (>10 meter) (GPS-punkt 6 og 8).

Bergmasse og oppsprekking: Bergmassen i nederste brattskrent (140 – 230 moh.) består av en kompetent granittisk gneis med lav grad av oppsprekking (GPS-punkt 8). Skrenten mellom 300 – 360 moh. ble ikke befart, men ligger i et område hvor det i NGUs berggrunnskart er registrert fyllitt. Fyllittens skifrige karakter gjør at en kan forvente større oppsprekingsgrad.

Nedbør: Høy gjennomsnittlig nedbørsmengde og gjennomsnittstemperatur rundt 0° i vinterhalvåret muliggjør frostsprengning. Drenering observert under befaring og illustrert i flomveisanalysen i skrenten mellom 140-230moh. kan øke sannsynligheten for utfall.

Vegetasjon: Brattskrentene som utgjør potensielle løsneområder er skogdekt. Dette medfører fare for rotsprengning og øker sannsynligheten for utfall samt remobilisering av blokker.



Tegnforklaring	
	Kartleggingsområde
	Påvirkningsområde
	23 - 45
	45 - 60
	60 - 90
Helning_stein	
Value	
0 - 23	

Figur 12: Terrenghelningskart tilpasset steinsprang. Rød og brun markering viser terreng med helning 45-90°. Grønn markering viser terreng med helning 23-45°, der steinsprang normalt ikke utløses eller bremses av terrenget.

4.1.3. Vurdering av utløp

Følgende forhold har betydning for vår vurdering av mulig skredfare inn i kartleggingsområdet:

Terrenghelning og topografi: Steinsprang vil erfaringsmessig begynne å bremse opp når terrenghelningen er <23°. Både øverste brattskent (300-360 moh.) og vestlig del av skrenten ved 140 – 230 moh. har en brå overgang til terreng med helning <23° i foten av skrentene. Dette vil føre til oppbremsing av blokkene og redusere utløpslengden.

Tidligere skredhendelser: Det er ikke registrert historiske hendelser i skred databasen (4). Det er under befaring observert flere blokker i terrenget på terrassen ved 120 moh. og i terrenget rett ovenfor fylkesvegen som kan være resultat av steinsprang (GPS-punkt 7).

Vegetasjon: Det er ikke observert skredskadet skog. Skogen er ikke vurdert som en forutsetning for reduksjon av skredfare fordi terrenget, topografi og begrenset relieff i seg selv bremser utløpet til potensielle steinsprangblokker.

I påvirkningsområdet er det ikke identifisert utslagspunkt for flogstein. Flogstein er ikke en aktuell skredprosess i området.

4.1.4. Modellering av steinsprang

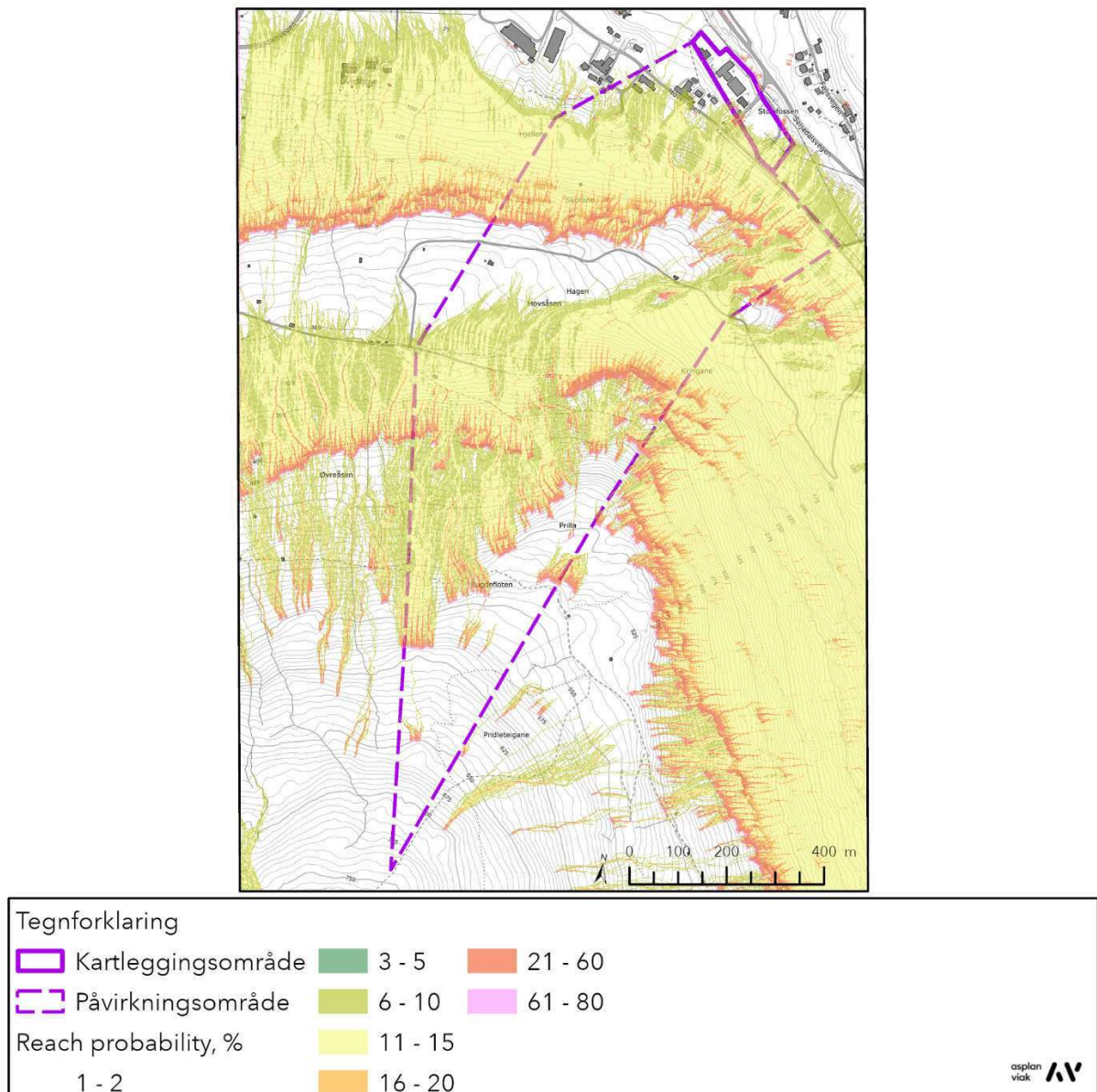
For å se nærmere på utløpslengder og strømningslinjer til mulig teoretisk steinsprang fra aktuelle skrenter har dynamisk simulering av steinsprang med datasimuleringsprogrammet Rockyfor3D (v5.2.15) blitt brukt som et supplement til vurderingen av steinsprang. Fokus har vært i hovedsak rettet mot strømningslinjene til mulige blokker og teoretisk mulig utløpslengder.

Inngangsparametere Rockyfor3D kan automatisk definere løsneområde og terrengparameter basert på beregnet terrenghelning, med bare terrengmodellen som input. Dette kalles «Rapid automatic simulation» i modellen. Denne funksjonen er benyttet i simuleringene og begrunnes i FoU-rapporten fra NVE/NGI om steinsprangmodellering [12]. Dermed blir terrengparametere som bakketype og overflateruhet satt automatisk av programmet med konservative verdier. Alle celler i terrengmodellen med helning over 45° er automatisk definert som løsneområde av Rockyfor3D.

Resultat

Fra modelleringen ble «Reach probability» (Figur 13, Vedlegg 8.3) vektlagt. «Reach probability» angir sannsynligheten for at en blokk legger seg i en gitt celle, regnet ut fra antall løsneområder som mater en gitt celle. Resultatene får frem forventet strømningslinjer for potensielle steinsprangblokker, uten påvirkning av skog.

I den stokastiske Rockyfor3D-modellen er det vanlig at rekkeviddesannsynlighet med verdier lavere enn 1-1,5 % representerer statistiske uteliggere (19). Den reelle terskelverdien for statistiske uteliggere må vurderes etter lokale forhold. I tillegg kan Rockyfor3D gi urealistiske lange utløp, spesielt når det gjelder mindre lokale skrenter (11).



Figur 13: "Reach probability" i %, sannsynlighet for at blokker når en celle, gir et inntrykk av rekkevidde for steinsprangblokker.

Analyse av modelleringsresultatet

Simuleringen definerer flere potensielle løseområder enn hva som er illustrert i NVEs aktsomhetskart for steinsprang, men disse er innlemmet i NGIs kart over aktsomhetsområder for snøskred og steinsprang (Figur 11). Modellen viser at hovedmengden av steinsprangblokkene stopper med god avstand til kartleggingsområdet, men angir opp mot 15% sannsynlighet for at blokker når inn i østlig ende av kartleggingsområdet. Det er observert blokker i terrenget tett på kartleggingsområdet.

Resultat fra modelleringen vurderes opp mot registrerte avsetninger som representerer tidligere steinsprangutfall og en vurdering av løsesannsynlighet.

4.1.5. Oppsummert vurdering av steinsprangfare inn i kartleggingsområdet

På bakgrunn av følgende punkter vurderes årlig nominell sannsynlighet å være større enn 1/1000 for at steinsprang kan nå kartleggingsområdet med ødeleggende kraft.

- Flere løsneområder og avløste blokker er observert i brattskrenter ovenfor kartleggingsområdet under befaring.
- Det er observert steinsprangblokker i terrenget tett på østlig ende av kartleggingsområdet.
- Modellresultat (Figur 13) angir sannsynligheten for at steinsprangblokker når kartleggingsområdet som opp mot 15%.
- Etablert sikringstiltak (steinspranggjerdje) ovenfor kartleggingsområdet vurderes ikke som tilstrekkelig sikring på grunn av manglende dokumentasjon og tilstandsvurdering.

Faresonene er inntegnet i kapittel 5 og vedlegg 9.4. Forslag til sikringstiltak for reduksjon av faresone er omtalt i kapittel 6.

Det forventes ikke at klimaendringer vil medføre steinsprang med lengre utløp, men heller at hyppigheten av mindre steinspranghendelser kan øke.

4.2. Steinskred

Begrepet steinskred blir brukt om større nedfall (ca. 100 – 100 000 m³), der blokkene blir delt opp nedover skråningen.

4.2.1. Er steinskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

I henhold til NVEs veileder (10), kan fjellsider og skrenter brattere enn 45° gi fare for steinskred – så lenge skråningen har områder med bart fjell eller usammenhengende løsmassedekke. I tillegg må aktuelt løsneområde for steinskred være stort nok til at volumet av et utfall vil kunne klassifiseres som steinskred. Dersom disse forutsetningene er tilfredsstilt innenfor det vurderte området, må fare for steinskred utredes.

Tabell 7 oppsummerer innledende vurderinger relatert til steinskred i henhold til flytdiagrammet i NVEs veileder (13).

Tabell 7: Oppsummering av vurderinger knyttet til om steinskred er aktuell prosess i påvirkningsområdet.

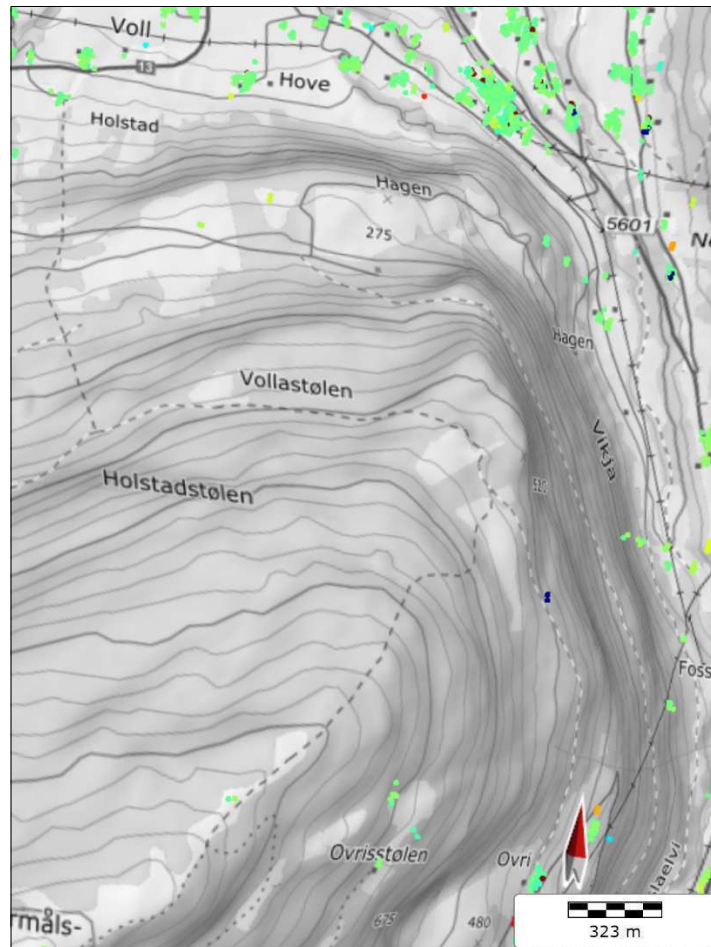
Vurderingsgrunnlag	Prosjektspesifikke forhold	Er steinskred en aktuell prosess i området?
Aktsomhetsområde	Kartleggingsområdet ligger ikke innenfor NVEs aktsomhetsområde for steinsprang.	Nei
Terreng	Det er skrenter brattere enn 45° i påvirkningsområdet.	Ja
Løsmassedekke	Påvirkningsområde har områder med bart fjell.	Ja
Volum	Volum er stort nok til å klassifiseres som steinskred.	Usikkert

4.2.2. Vurdering av løsneområde, løsnesannsynlighet og utløp

Brattskrentene ved høydekotene 150 og 350 moh. har med bakgrunn i helningskart potensiale til å virke som løsneområde. Samtidig er skrentene begrenset i volum og utstrekning pga. terrassert terreng, noe som gjør at sannsynligheten for at hele brattskrentene løsner på en gang vurderes som lav. Dette på grunnlag av at det ikke er identifisert noen strukturer og lineamenter som muliggjør avløste parti ved studering av skyggerelieffkart (Figur 7) og ortofoto (Figur 2). Påvirkningsområdet ligger langs en ryggformasjon, noe som tilsier at berget generelt har god understøttende fot.

NVE jobber med en oversikt over mulige ustabile fjellparti over hele landet. Området ligger ikke innenfor NVE (3) sin database over potensielle fjellskred eller NGU sin nasjonale database for ustabile fjellparti (20).

NGUs karttjeneste INSAR presenterer deformasjoner i landskapet kartlagt fra radarmålinger fra satellitter. Det er ingen anomalier på InSAR-data som kan indikere sakte deformasjon i fjellgrunnen av betydelig karakter med volum tilsvarende steinskred (Figur 14). Det er flere begrensninger ved bruk av InSAR-data. Satellittene beveger seg mot nord eller sør og er dermed lite sensitive for bevegelse i nord-sør retning. Vegetasjon og svært bratte fjellsider gir også mangelfulle målinger. Siden fjellsiden i påvirkningsområdet i stor grad skogdekt kan deformasjonsdata kun brukes som støtte og ikke til å utelukke fare for steinskred (21).



Figur 14: Utsnitt fra NGUs kart-tjeneste InSAR. Ingen større deformasjon er detektert i påvirkningsområdet.

4.2.3. Vurdering av sannsynlighet for at steinskred kan nå inn i kartleggingsområdet

På bakgrunn av punktene nedenfor vurderes årlig nominell sannsynlighet å være mindre enn 1/1000 for at steinskred kan løsne og nå kartleggingsområdet med ødeleggende kraft:

- Ikke observert større ustabile strukturer ved analyse av skyggerelieffkart og ortofoto. InSAR Norge (21) viser heller ikke deformasjon av relevant karakter i skråningen.
- Brattskrenter som potensielt kan fungere som løsneområder er begrenset i størrelse. Det er vurdert som lite sannsynlig at skredvolumet er stort nok til å defineres som steinskred.
- Området ligger ikke innenfor NVEs (3) database over potensielle fjellskred eller NGUs nasjonale database for ustabile fjellparti (20).

4.3. Jord- og flomskred

Jordskred er plutselig utglidning av vannmettede løsmasser og utløses som regel i terreng

brattere enn 20°. Flomskred blir utløst i forbindelse med flomvannføringer fra bekker eller forsenkninger i terreng brattere enn 15°, der det er eroderbare løsmasser til stede eller masser kan bli tilgjengelig fra andre skredprosesser.

4.3.1. Er jord- og flomskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

I henhold til NVEs veileder (13) kan terreng brattere enn 15 til 20° fungere som løsneområde for denne typen skred. Tabell 8 oppsummerer innledende vurderinger relatert til jord- og flomskred.

Tabell 8: Oppsummering av innledende vurderinger om jord- og flomskred er aktuell prosess i påvirkningsområdet.

Vurderingsgrunnlag	Prosjektspesifikke forhold	Er jord- og flomskred en aktuell prosess i området?
Aktsomhetskart	Kartleggings- og påvirkningsområdet ligger innenfor aktsomhetskartet til NVE for jord- og flomskred.	Ja
Terreng	Store deler av terrenget i påvirkningsområdet har helning over 15°. Terrenget kan i teorien fungere som løsneområde for jord- og flomskred.	Ja
Løsmassedekke	Løsmassekart (Figur 4) og befaring stedfester at det er mektig løsmassedekke i overliggende terreng.	Ja

4.3.2. Vurdering av løsneområde, løsesannsynlighet og utløp

Terrenghelningskart (Figur 15), ortofoto (Figur 2), skyggerelieffkart og observasjoner fra befaring er benyttet for å identifisere mulige løsneområder for jord- og flomskred i fjellsiden. Følgende forhold har betydning for vurderingen av mulige løsneområder for jord- og flomskred:

Aktsomhetskart: NVEs aktsomhetskart (Figur 10) angir fare for jord- og flomskred utløst i bekkeløp ovenfor terrassen på 250 moh., samt med løsneområde i området ved det etablerte grustaket. Potensielt utløp er over vestlig del av kartleggingsområdet.

Terrenghelning: Terrenghelningskartet i Figur 15 viser at store deler av påvirkningsområdet er potensielle løsneområder for jord og flomskred. Terrasser og slakere områder rett ovenfor kartleggingsområdet vil bidra til å redusere utløpslengden av potensielle skred.

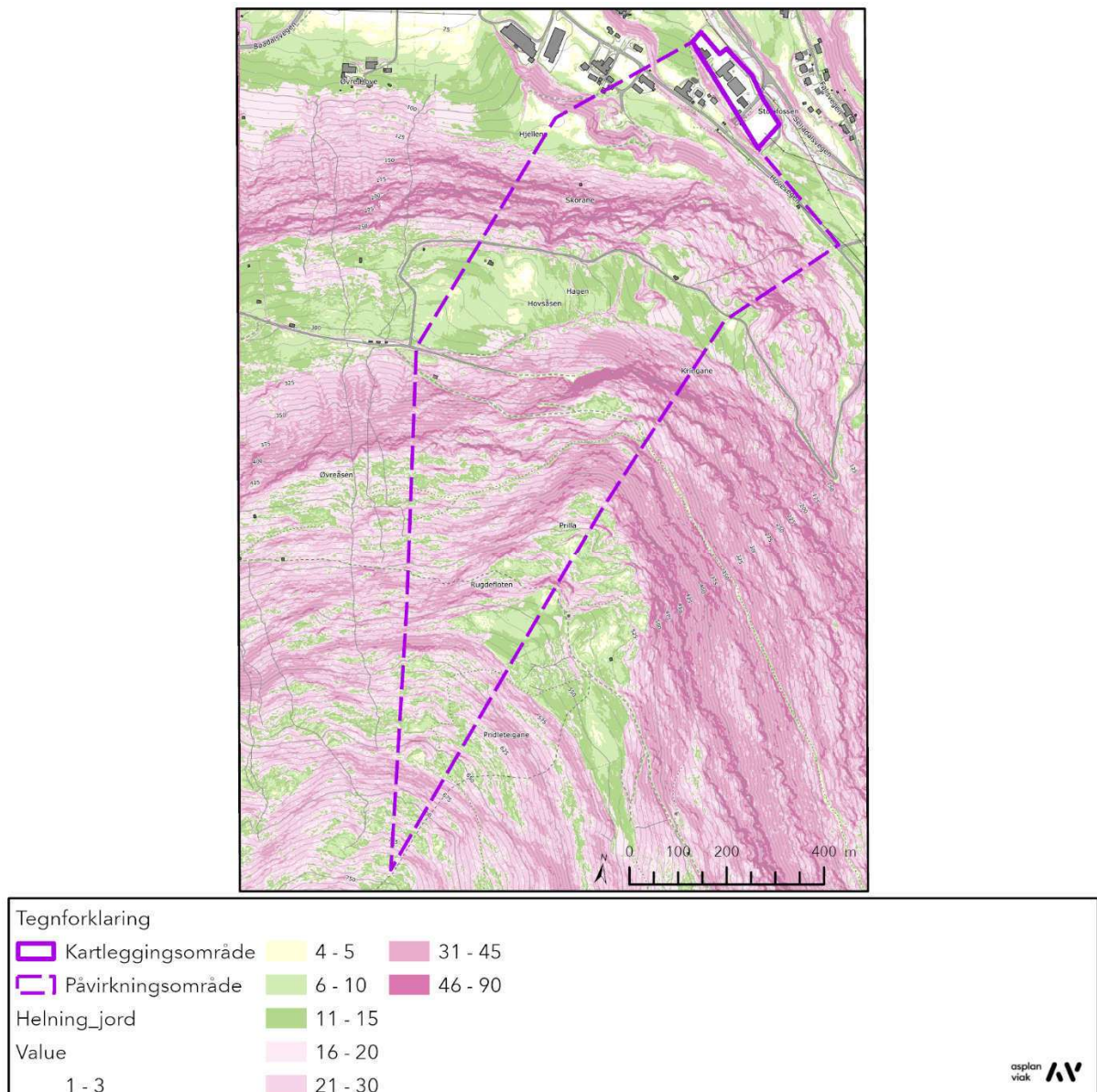
Drenering og vanntilførsel: Vann i fjellsiden reduserer stabilitet og øker muligheten for erosjon. Avrenning er generelt konsentrert til definerte bekkeløp i fjellsiden og fra et begrenset nedbørsfelt. Der det er avrenning vurderes løsnessannsynligheten som større. Flomveisanalysen (Figur 7) antyder at mesteparten av avrenningen fra fjellsiden drenerer enten mot øst eller vest for kartleggingsområdet. Vann ble observert i to ulike bekkeløp ved *Hagen* (250moh.), men bare ett med retning mot kartleggingsområdet. Bekkeløpene viser ikke tegn til stor erosjon. Det er ikke observert definerte vannveier mellom fylkesvegen og ned mot kartleggingsområdet.

Terrengformer: Studier av kart og observasjoner under befaringsviser flere raviner i skrent ovenfor fylkesvegen (80 – 115 moh.) bestående av glasifluviale avsetninger. Ingen tydelig forsenkning i terrenget fra fylkesvegen og ned til kartleggingsområdet.

Løsmassedekke: NGUs løsmassekart angir løsmassene i påvirkningsområdet som elveavsetning, breelvavsetning, morene og forvittringsmateriale. Under befaringsviser ble det observert et mektig løsmassedekke, omtrent 10 meter tykkelse i grustaket sør-vest for kartleggingsområdet (GPS-punkt 4). Massene bestod av glasifluviale avsetninger med lite finstoff, men med et mindre gradert lag av sand i øvre sjikt. På grunn av løsmassenes kornfordeling er det mindre sannsynlig med høy poretrykkoppbygning i nedre og midtre deler av løsmassedekket. I skrenten mellom 140-230 moh. er det observert et skrint løsmassedekke. Ovenfor terrassen på 250 moh. er det registrert morene (7).

Vegetasjon: Det er generelt tett vegetasjon med trær og bunndekke, utenom på dyrket mark. Vegetasjonen virker stabiliserende på løsmassene.

Observerte skredavsetninger: Ved GPS-punkt 9 er det observert avsetninger i bunnen av en ravine i de glasifluviale avsetningene som kan tyde på tidligere hendelser. Ved studie av skyggerelieff over området er det observert flere potensielle skredavsetninger i bunnen av denne skrenten. Tolket utløpslengde er kort, trolig på grunn av skrentens begrensede høyde og brå overgang til slakt terreng. Det ble ikke gjort observasjoner av ferske hendelser under befaringsviser.



Figur 15: Terrenghelningskart tilpasset jord- og flomskred.

4.3.3. Vurdering av fare for jord- og flomskred inn i kartleggingsområdet

På bakgrunn av følgende punkter vurderes årlig nominell sannsynlighet å være mindre enn 1/1000 for at jordskred kan nå deler av kartleggingsområdet med ødeleggende kraft:

- Det er ikke registrert eller tegn på historiske jord- eller flomskred i kartleggingsområdet.
- Avrenningen fra overliggende fjellside inn mot kartleggingsområdet er begrenset i mengde og til definerte vannveier.
- Terrassert terreng vil begrense størrelsen og utløpslengden av potensielle skredhendelser.

Mindre utglidninger i påvirkningsområdet på grunn av poretrykksoppbygging eller rotvelt kan forekomme, men blir ikke vurdert å ha potensiale for utløp inn i kartleggingsområdet.

4.4. Snøskred

Snøskred utløses vanligvis der terrenget er mellom 25° og 55° bratt (10). Der det er brattere, glir snøen ut som løssnøskred i små porsjoner uten at det dannes større snøskred.

Fjellsider som ligger i le for nedbørførende vindretninger er mest utsatt for snøskred. Løsneområder er som oftest terreng som samler snø – skålformasjoner, skar, bekkedaler og andre forsenkninger - mens fjellrygger og fremstikkende knauser blir som regel blåst frie for snø. Hvis skogen står tett, vil dette hindre utløsning av snøskred. Det er vanlig å dele snøskred inn i to hovedgrupper, flaskskred og løssnøskred. Videre kan begge hovedgruppene deles inn i våte og tørre skred avhengig av vanninnhold. Flaskskredene består gjerne av hardpakket snø og kan bli flere meter tykt, noe som gjør at slike skred kan involvere store volum. Hastigheten, og skadepotensialet, er størst i tørreflaskskred. Løssnøskred er vesentlig mindre og vil vanligvis ikke gjøre materielle skader.

4.4.1. Er snøskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Ifølge NVE sin veileder (13) er fjellsider og skrenter brattere enn 25° regnet for å kunne gi fare for snøskred - så lenge snømengden i året kan overstige 0,2 m og det ikke er tilstrekkelig skogdekning i området. Tabell 10 oppsummerer innledende vurderinger knyttet til snøskred i henhold til flytdiagrammet i NVEs nye veileder (13).

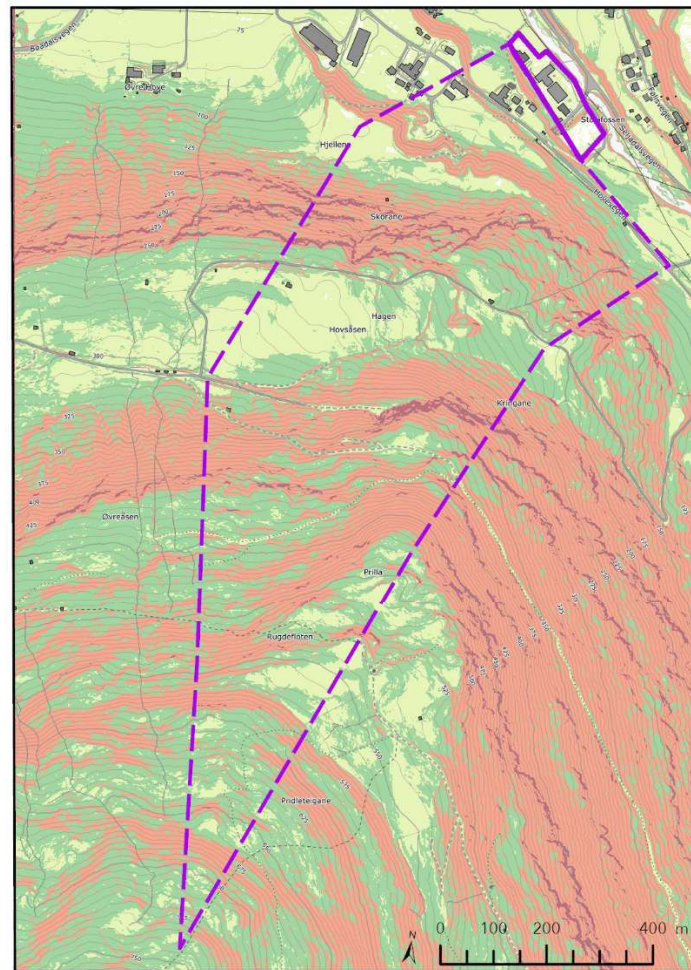
Tabell 9: Oppsummering av vurderinger tilknyttet snøskred.

Vurderingsgrunnlag	Prosjektspesifikke forhold	Er snøskred en aktuell prosess i området?
Aktsomhetskart	Kartleggingsområdet ligger innenfor NVEs aktsomhetskart for utløp av snøskred.	Ja
Terreng	Deler av terrenget i påvirkningsområdet er brattere enn 25 grader.	Ja
Skog	Påvirkningsområdet er delvis dekt med skog med høy krondekning.	Nei
Årlig snøhøyde	Årlig snøhøyde er ca. 168 cm i øvre del av påvirkningsområdet. Tredøgns nysnøverdi i løpet av 100 år er 113 cm og 1000 år er 147 cm (Tabell 4).	Ja
Historiske hendelser	Det er ikke registrert historiske hendelser for snøskred i påvirkningsområdet.	Nei

4.4.2. Vurdering av løснеområde, løsnesannsynlighet og utløp

Følgende forhold har betydning for vurderingen av mulige løснеområder for snøskred:

- **Terrenghelning:** Påvirkningsområdet har stedvis stor nok helning (>25 grader) til at snøskred kan være en aktuell prosess. Akkumulasjon av snø er normalt størst i terreng med helning $30-50^\circ$. Det aktuelle området har spesielt to skrenter, over og under terrassen på kote 250 som utpeker seg som mulige løснеområder for snøskred. På grunn av stor variasjon i terrenghelning i fjellsiden, også innad i brattskrentene, vurderes faren for snøskred av større størrelsesorden som begrenset. Potensielle løснеområder har flere steder i påvirkningsområdet en brå overgang til slakt terreng ($<10^\circ$), dette begrenser potensiell utløpslengde.
- **Terrengformasjoner og akkumulasjon:** Kartleggingsområdet ligger i foten av en fjellrygg. Snø blåser i stor grad av ryggformasjoner, og begrenser på denne måten akkumulasjonen av snø i østlig del av påvirkningsområdet. Terrenget i vestlig side av påvirkningsområdet er mer utsatt for oppsamling av snø på grunn av konkave former. Ryggformasjonen over kartleggingsområdet begrenser antall løснеområder med utløp i retning mot kartleggingsområdet.
- **Vind:** I henhold til data presentert i vindrose i Figur 9Figur 1 er snøførende vindretning fra sør. Fjellsider i le for snøførende vind har generelt sett større potensial til å akkumulere snø enn fjellsider som ikke ligger i le.
- **Nedbør:** Gjennomsnittlig maksimal snødybde 540 moh. (øvre del av påvirkningsområdet) er 168 cm. Beregnet 3 døgns snøakkumulasjon for 100-års, 1000-års- og 5000-årsskred er 113 cm, 147 cm og 170 cm, noe som er tilstrekkelig for utløsning av snøskred.
- **Skog:** Påvirkningsområdet er hovedsakelig dekket av blandet gran- og løvskog. På terrassene med slakere helning har skogen måttet vike for dyrket mark. Krondekningen i brattskrentene er generelt stor $>80\%$, men med enkelte avgrensede områder med lavere dekning, spesielt i nærheten av områder med dyrket mark. Krondekningen reduseres med høyden fra Vollastølen på 475 moh. og opp til skoggrensen. Skogen vil redusere løsnesannsynligheten for snøskred ved å redusere sannsynligheten for lagdeling i snødekket og reduserer vindpåvirkning.
- **Tidligere hendelser:** Det er ikke registrert historiske snøskredhendelser innenfor kartleggings- eller påvirkningsområdet. Det er ikke observert tegn til snøskredhendelser under befarings.



Figur 16: Terrenghelningskart tilpasset skredtypen snøskred. Figuren viser områder mellom 25-55° hvor snøskred oftest løsner, og parti brattere enn 55° hvor snø hyppigere vil skli ut og snøakkumulasjon hindres. Figuren viser også partier mellom 10-25° som er for slake til å være løsneområder for snøskred og områder slakere enn 10°, der snøskred bremses opp.

4.4.3. Vurdering av fare for snøskred inn i kartleggingsområdet

På bakgrunn av følgende punkter vurderes årlig nominell sannsynlighet for at snøskred når inn i kartleggingsområdet med ødeleggende kraft som mindre enn 1/1000.

- Det er ikke registrert historiske snøskredhendelser i det aktuelle området. Det er heller ikke observert tegn på at snøskred har funnet sted under befarings eller ved studie av historiske flyfoto.
- Påvirkningsområdet er leside for snøførende vindretning, men uten henteområde vil akkumuleringen være begrenset.
- Terrassert terreng begrenser potensiell størrelse på snøskred og utløpslengde.
- Terrengformasjoner i påvirkningsområdet vil lede potensielle snøskred bort fra kartleggingsområdet.
- Skog med høy krondekning (>70%) i områder med helning stor nok til å virke som løsneområder virker stabiliserende.
- Skredvind vurderes ikke som en aktuell prosess på bakgrunn av begrenset størrelse på potensielle skred.
- Snøskred fra fjellsiden på motsatt side av dalen er vurdert som ikke aktuelle på grunn av begrenset utstrekning på potensielle løsneområder og at området er skogkledt.

4.5. Sørpeskred

Sørpeskred blir generelt utløst fra slake terrengområder der vann kan samles opp i snødekket på grunn av regnvann eller smeltevann. Det kan også være fordi snøskred demmer opp bekker eller elver. Ifølge FoU-rapport (22) er 55 % av løsneområdene bekkeløp, 22 % forsenkninger og 20 % åpne skråninger, samt at myrområder kan fungere som løsneområde.

4.5.1. Er sørpeskred aktuell prosess i påvirkningsområdet?

Tabell 10: Oppsummering av vurdering av sørpeskred.

Vurderingsgrunnlag	Prosjektspesifikke forhold	Er sørpeskred en aktuell prosess i området?
Tidligere hendelser	Det er ikke registrert tidligere sørpeskred i området.	Nei
Terreng	Områder der vann kan demmes opp i snødekket (forsenkninger og bekkeløp) og forårsake sørpeskred i retning av kartleggingsområdet er ikke identifisert.	Nei

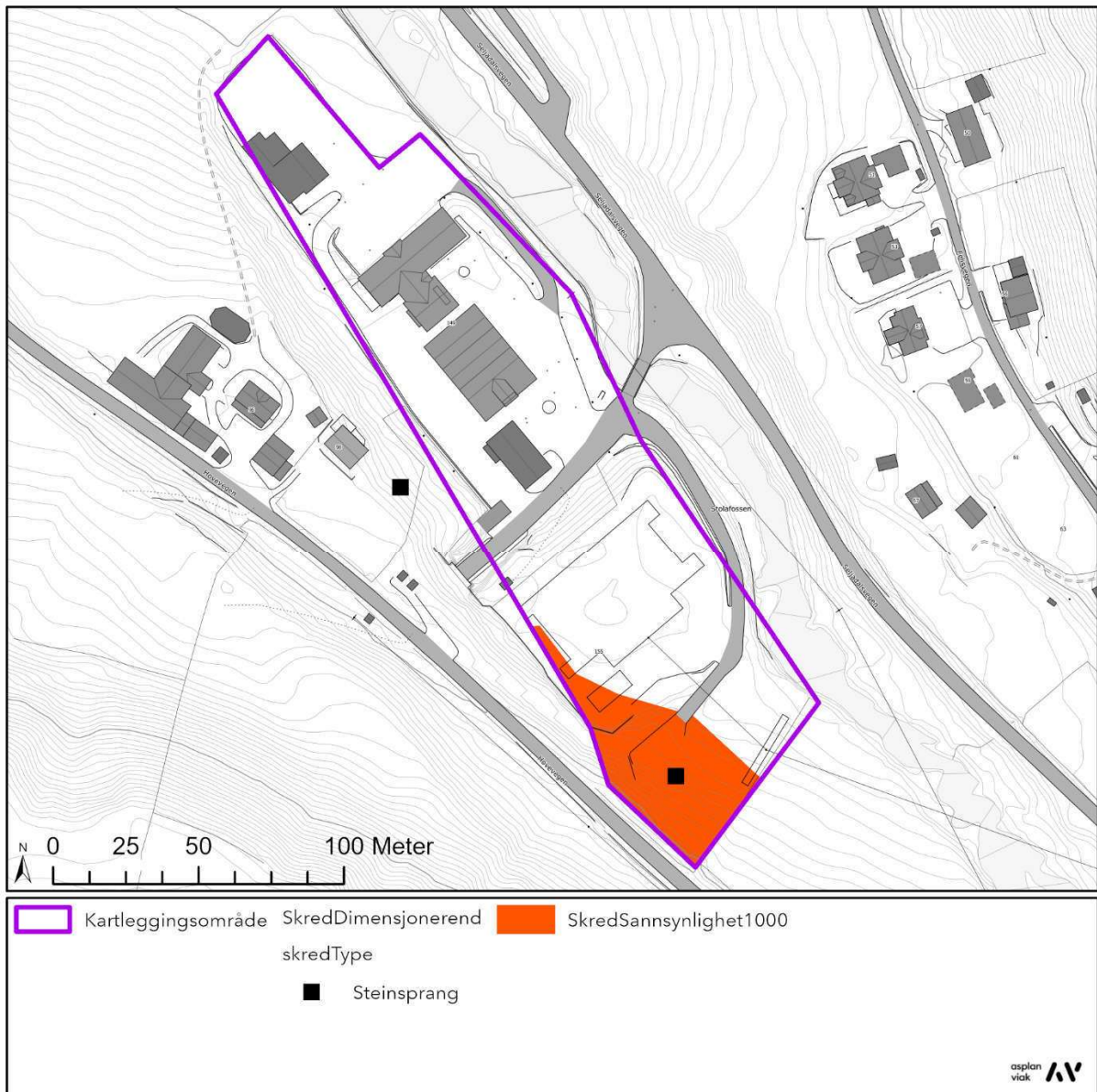
På bakgrunn av vurderingene i Tabell 10 vurderes det at det er mindre nominell sannsynlighet enn 1/1000 per år for at sørpeskred skal nå kartleggingsområdet med ødeleggende kraft.

5. Samlet skredfare

Brattskrenter i påvirkningsområdet har terrenghelning som muliggjør steinsprang. Steinsprang er dimensjonerende skredtype, og er vurdert å kunne nå kartleggingsområdet med gjentakintervall $> 1/1000$ med ødeleggende kraft.

5.1. Faresoner

Faresonene er fastsatt med steinsprang som dimensjonerende skredtype med årlig nominell sannsynlighet $1/1000$. Utstrekning av faresone er fastsatt med hensyn til estimert utløp av steinsprangblokker basert på en faglig skjønnsmessig vurdering av terreng og bratthet, samt resultater fra steinsprangsimulering. Faresoner er gitt i Figur 17 og vedlegg 9.4.



Figur 17: Kartleggingsområdet med faresone for 1000-årsskred inntegnet.

5.2. Stedspesifikk usikkerhet

Skredfarevurderinger er en kompleks vurdering sammensatt av befaring, modellering av skred, erfaring og tidligere hendelser, og det vil alltid være en usikkerhet knyttet til vurderingen og en restrisiko knyttet til naturfarer.

Grunnet manglende dokumentasjon er det usikkerhet knyttet til om steinspranggjerdet utgjør tilstrekkelig sikring.

6. Mulighet for risikoreduserende tiltak

Basert på NVEs veileder (13) må deler av kartleggingsområdet markeres med faresone for skred i bratt terreng. Området kan likevel bygges ut dersom det blir utført risikoreduserende tiltak.

Dersom det fremskaffes dokumentasjon på etablert steinspranggjerde og dette viser seg å være tilstrekkelig sikring mot steinsprang inn mot kartleggingsområdet er det mulig at tegnet faresone kan reduseres i utstrekning.

7. Konklusjon skred i bratt terreng

Deler av kartleggingsområdet tilfredsstiller ikke lovverket sitt krav til sikkerhet mot skred for nybygg/påbygg i sikkerhetsklassene S2, der årlig nominell sannsynlighet for skred ikke må overskride henholdsvis 1/1000.

8. Vurdering av områdestabilitet (Kvikkleireskredfare)

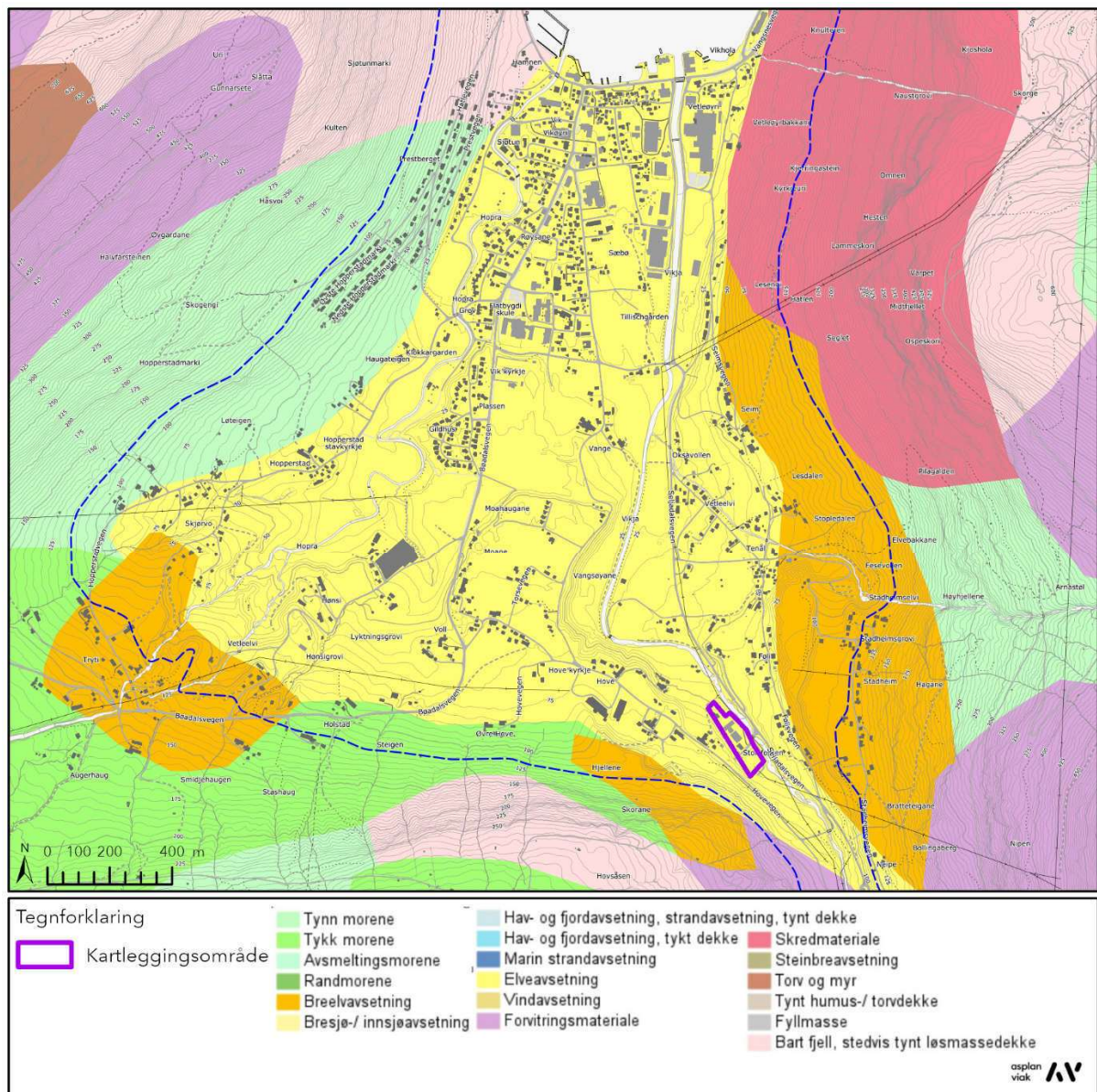
I forbindelse med etablering av ny transformatorstasjon på Hove er det utført en vurdering av områdestabiliteten etter kap. 3.2 i NVE veileder 2019/1 (1). Det aktuelle området er plassert i tiltakskategori K3.

8.1. Områdebeskrivelse

Kartleggingsområdet ligger under marin grense og kvartærgeologiske kart viser at det er registrert elveavsetning i planområdet, illustrert i Figur 18 (7). Kartleggingsområdet er lokalisert 52 moh., omtrent 5 høydemeter over elva Vikja. Observasjoner gjort under befaringsviser at elva renner over berg (GPS-punkt 1 Tabell 5, Vedlegg 9.2).

Fra kartleggingsområdet stiger terrenget mot sør, med varierende helningsgrad. Terrenget er terrassert med generelt slak helning (<10 grader), men avbrutt av brattere skrenter. Rett ovenfor planområdet finnes en skråning med høyde 6 meter opp mot fylkesveien. Fra fylkesveien stiger terrenget slakt inntil helningen øker brått (27-45°) over 25 høydemeter ved en større glasifluvial avsetning bestående av sand og grus. Avsetningen er observert i grustak fra omtrent 85 moh. (GPS-punkt 4, Vedlegg 9.2) og avdekt avsetning er estimert til omtrent 10-12 meter mektighet.

Marin grense ligger omtrent 115 moh. og følger øvre kant av terrassen med glasifluviale avsetninger (7).



Figur 18: Kvartærgeologisk kart over området med marin grense markert i blått (7).

8.2. Grunnlag

I forbindelse med vurdering av områdeskredfare er det benyttet følgende grunnlag:

- Kvartærgeologisk kart, 1:250 000
- Topografisk kart
- SVV Rapport: Geoteknisk vurdering av grunnforhold for massedepo, Hesjesletta, Vik kommune
- Befaring utført 06.09.2022 av Jan Helge Aalbu og Emilie Olsen Hauge

8.3. Tidligere grunnundersøkelser

I forbindelse med etablering av et massedeponi på Hesjesletta, omtrent 700 meter sør-øst for Hove transformatorstasjon utførte Statens Vegvesen geotekniske vurderinger i 2013. Undersøkelsene inkluderte totalsonderinger og prøvetaking, som registrerte velgradert morene med omtrent 3 meter mektighet over berg uten problem med stabilitet (23).

8.4. Utredning og konklusjon

I henhold til NVEs faresonekart er det ikke registrerte kvikkleiresoner i området (3).

Det er etablert et tunnelpåhugg omtrent midt i planområdet, noe som tilsier at løsmassene i og rundt planområdet er av begrenset mektighet.

På grunnlag av berg i elveleiet, lav løsmassemekthet i planområdet, samt registrering av glasifluviale avsetninger i nærliggende grustak er det vurdert at det ikke er tilstrekkelig løsmassemekthet i området til å løse ut kvikkleireskred med skadepotensiale for planområdet.

Tabell 11: Oppsummering av vurderinger gjort i forbindelse med områdeskredfare i hht. NVEs veileder 1/2019.

Prosedyre for utredning av områdeskredfare (etter kap. 3.2 i NVE Veileder 1/2019 (1))		
1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området	Det er ikke registrert faresoner i området.
2	Avgrens områder med mulig marin leire	Området ligger under marin grense og det er kartlagt elveavsetning i planområdet.
3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred	Området har en helning større enn 1:20 mot elva, med flere skrenter med høydeforskjell større enn 5 meter.
4	Bestem tiltakskategori	Planområdet for ny transformatorstasjon havner i tiltakskategori K3
5	Gjennomgang av grunnlag	Terrenget har potensiale som løsneområde for områdeskred, men grunnforholdene utelukker mulighet for områdeskred.
6	Befaring	Det er ikke registrert erosjon eller tegn på eldre skred under befaring. Det er observert berg i elveleie og glasifluviale avsetninger i overliggende terreng.
Vurdering stopper uten videre soneutredning etter observasjoner gjort under befaring som tilsier at planområdet ikke ligger utsatt til for områdeskred.		

9. Referanser

1. **NVE.** *Sikkerhet mot kvikkleireskred.* 2019.
2. **Kartverket.** Høydedata. *Internett.* [Internett] <https://hoydedata.no/LaserInnsyn/>.
3. **NVE.** NVE Atlas. [Internett] 2022.
4. —. Registrerte skredhendelser. [Internett] 2022.
<https://temakart.nve.no/link/?link=skredhendelser>.
5. —. Aksomhetskart. [Internett] 2022.
6. **NGU.** Nasjonal berggrunnsdatabase. [Internett] 2022.
https://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil.
7. —. Nasjonal løsmassedatabase. [Internett] 2022. https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil.
8. **Kartverket.** Norge i bilder. *Internett.* [Internett] <https://norgebilder.no/>.
9. **N.O.K.met.n.** SeNorge.no. [Internett] <http://senorge.no>.
10. **Kartverket.** NIBIO. [Internett] 2022. <https://kilden.nibio.no/>.
11. **NVE.** *Veileder for utforming av søknader om konsesjon for nettanlegg 2/2020.* 2020.
12. **Sognerkraft.** *Hove transformatorstasjon, Søknad om anleggskonsesjon.* 2022.
13. **NVE.** Veileder for utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng. [Internett] 2020.
<https://veileder-skredfareutredning-bratt-terreng.nve.no/>.
14. **Lussana, J.** *SeNorge2 daily precipitation, an observational gridded dataset over Norway from 1957 to present day.* 2018.
15. **NVE.** *Hvordan beregne ekstremverdier?* 2014.
16. **Norsk klimaservicesenter.** Klimaprofil Sogn og Fjordane. [Internett] 2022.
<https://klimaservicesenter.no/kss/klimaprofiler/sogn-og-fjordane>.
17. **Asplan Viak.** *Skredfarevurdering reguleringsplan Hesjesletta.* 2015.
18. **NVE.** *Skredfarekartlegging i Vik kommune.* 2019.
19. **D.L.K.A.** «Rockyfor3D (v5.2) revealed – Transparent description of the complete 3D rockfall model. s.l. : ecorisQ, 2016.
20. **NGU.** Ustabile fjellparti - Nasjonal database for ustabile fjellparti. [Internett]
https://geo.ngu.no/kart/ustabilefjellparti_mobil/.
21. —. InSAR Norge. [Internett] <https://insar.ngu.no>.
22. **NVE.** *FoU 80606 - Identifisering av løснеområder for sørpeskred.* Oslo : s.n., 2020.
23. **Statens Vegvesen.** *Geoteknisk vurdering av grunnforhold for massedeponi på Hesjesletta, 36040-470.* 2013.
24. **Direktoratet for byggkvalitet.** Byggteknisk forskrift (Tek17).
25. **Kartverket.** Norgeskart. [Internett]
<https://www.norgeskart.no/#!?project=norgeskart&layers=1002&zoom=3&lat=7197864.00&lon=396722.00>.
26. **NVE.** Temakart nedbørsfelt. [Internett] 2022. <https://temakart.nve.no/tema/nedborfelt>.
27. **Lovdata.** *Kraftberedskapsforskriften.* 2013.

Vedlegg

9.1. Vedlegg – Egenerklæringsskjema

Egenerklæringsskjema for kompetanse – iht. veileder *Sikkerhet mot skred i bratt terreng – Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og byggesak*

Firma:	Asplan Viak AS	Org.nr:	910 209 205
Utførende foretak vil med utfylling av egenerklæringsskjema erklære seg skikket til å utføre utredning av skredfare i bratt terreng og at utførende fagpersoner innehar nødvendig kompetanse i henhold til veilederen. Hvert foretak involvert i oppdraget fyller ut eget skjema, også ev. underleverandører.			
Egenerklæring om utførende foretaks kompetanse	JA	NEI	Kommentar
Ansvarlig for å utføre skredfaglige utredninger er godt kjent med gjeldende forskrifter ¹ , veiledere ² , retningslinjer ³ og fagnormer som gjelder for å utføre skredfareutredninger.	x		
Minst to kvalifiserte fagpersoner blir benyttet i oppdraget, en som utførende og en som sidemannskontrollør. <i>De to påkrevde fagpersonene må ha minst 5 og 3 års netto erfaring med tilsvarende oppdrag, samt relevant utdanning som definert i veilederen. Personell med mindre enn 3 års erfaring kan benyttes i oppdraget i tillegg til de to med påkrevd erfaring.</i>	x		Rapportansvarlig tilfredsstiller ikke krav om lang nok erfaring. Det er derfor utført dobbel KS av fagpersoner med minst 5 års erfaring.
Foretaket har kunnskap om og tilgang på dynamiske skredmodeller der slike er kommersielt tilgjengelig.	x		
Foretaket har ansvarsforsikring som minst tilsvarer krav i NS 8401/8402 (prosjekterings- og rådgivningsoppdrag).	x		

Signatur:

Jon Håge Aalbu

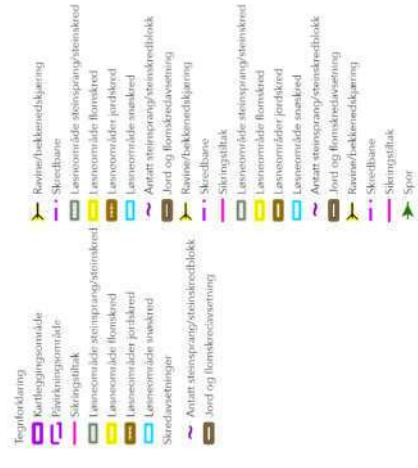
Sted og dato:

19.10.2022

¹ Byggeteknisk forskrift (TEK17) og Plan- og bygningsloven (pbl)

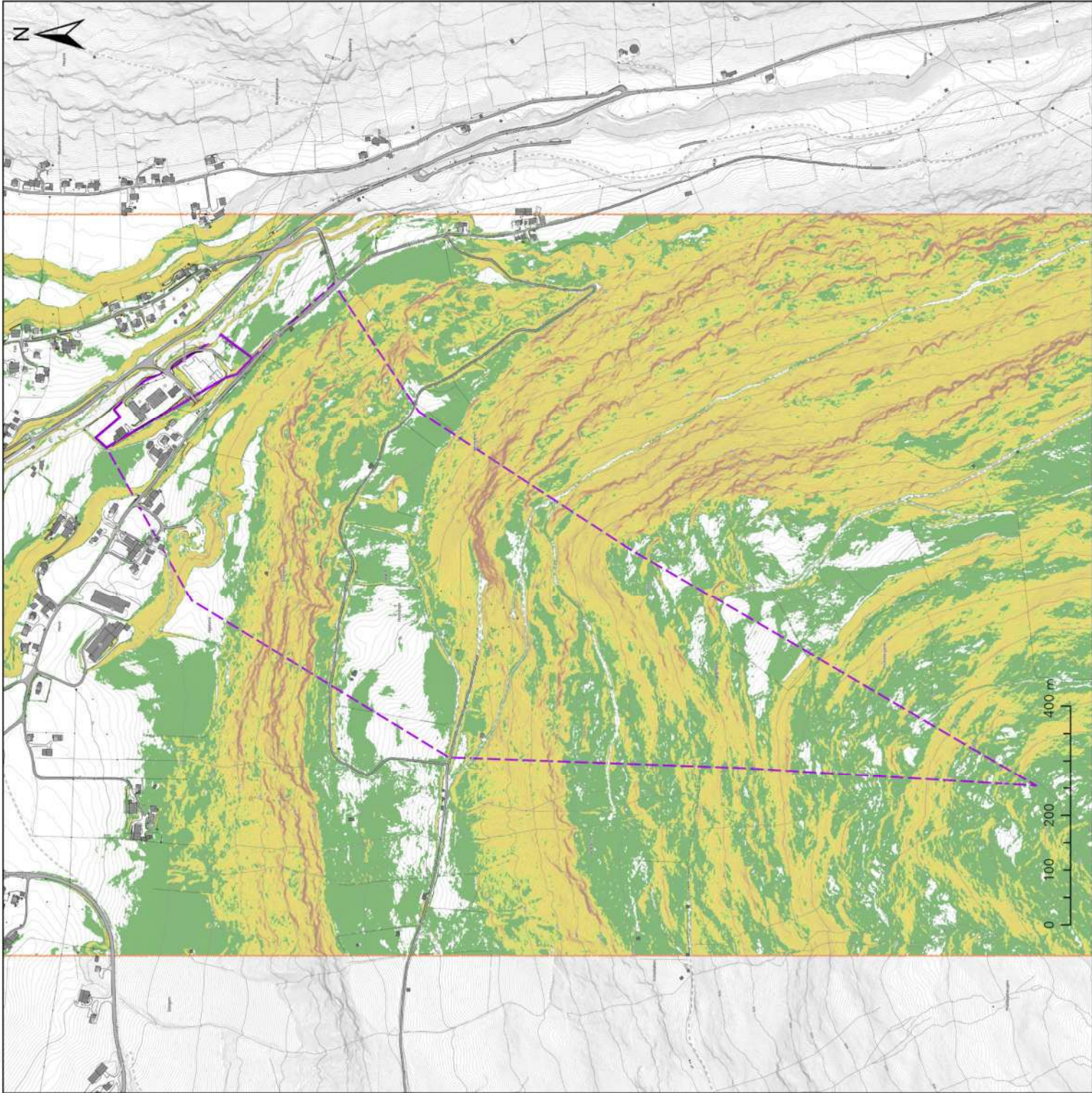
² NVE veileder Sikkerhet mot skred i bratt terreng - Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og byggesak

³ NVE retningslinjer Flaum- og skredfare i arealplanar – Revidert 22.mai 2014



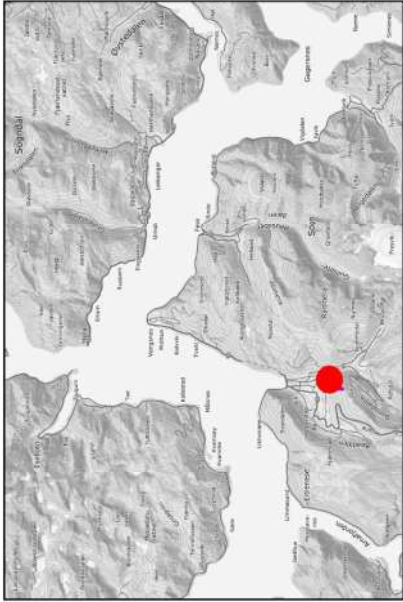
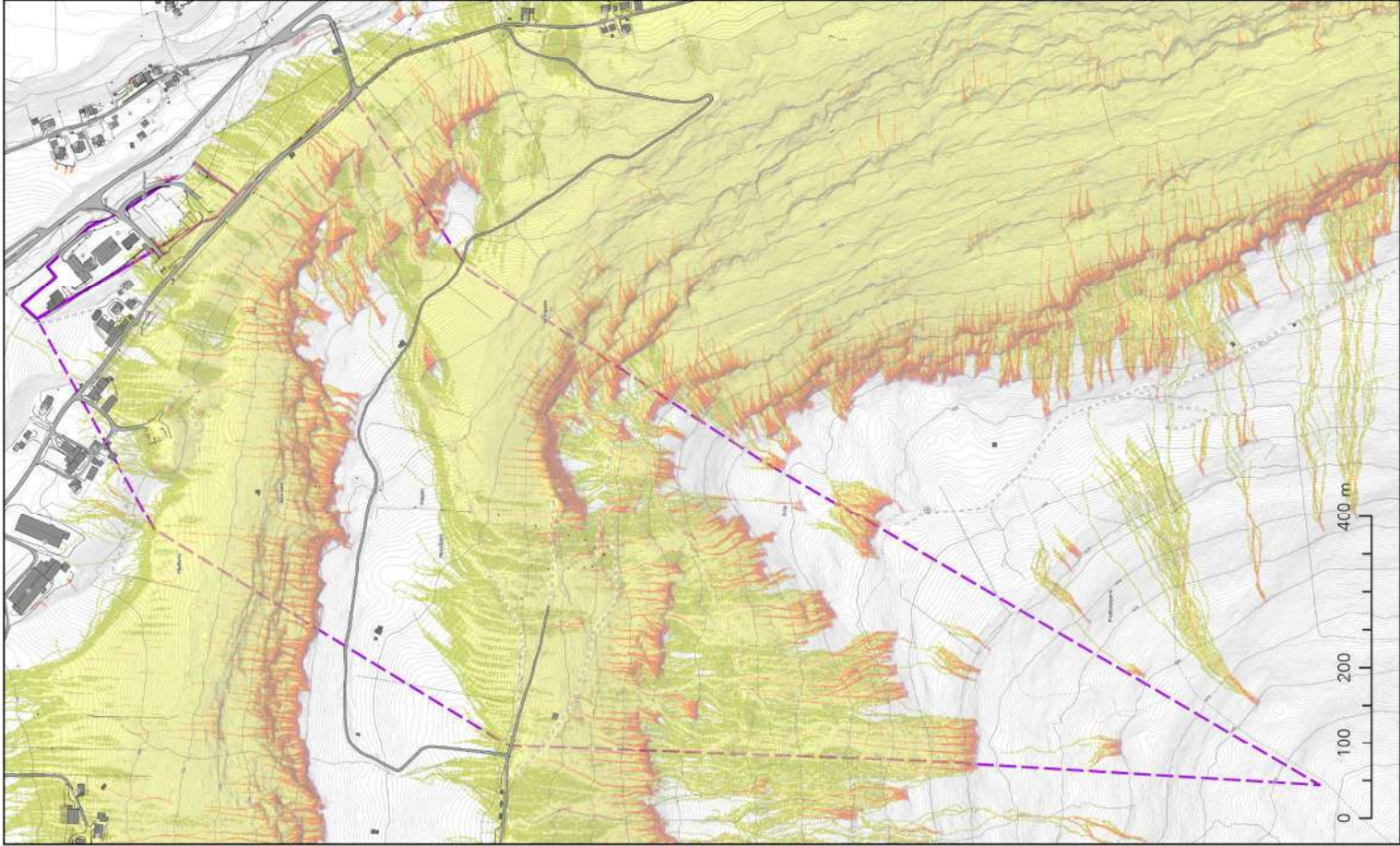
Dato: 19.10.2022	Utarbeidet av: EOH/Emilie O. Hauge	Kontrollert av: JHA/SN	asplan viak
----------------------------	---	----------------------------------	----------------

Kartet er utarbeidet av Asplan Viak på oppdrag fra Sygnir AS



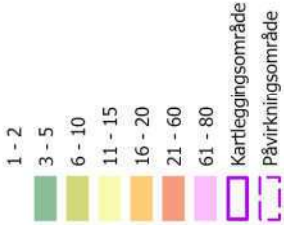
- Tegnforklaring
- Kartleggingsområde
 - Påvirkningsområde
 - Helning
 - Value
 - 0 - 10
 - 10 - 23
 - 23 - 27
 - 27 - 45
 - 45 - 55
 - 55 - 90

Vedlegg 9.3 Helningskart		Oppdrag: Naturfarekartlegging Hove Transformatorstasjon	
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 32N		Dato: 19.10.22	
Utarbeidet av: EOH/Emilie O. Hauge		Kontrollert av: JHA/SN	
asplan viak		Kartet er utarbeidet av Asplan Viak på oppdrag fra Sygnir AS	

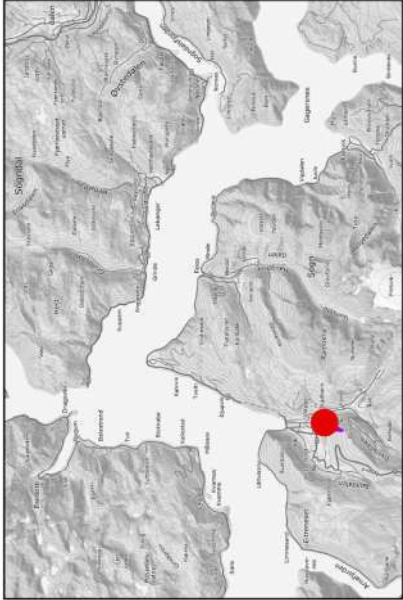


Tegnforklaring

Reach probability,
%



Vedlegg 9.4 Modelleringsresultat			
Oppdrag: Naturfarekartlegging Hove Transformatorstasjon			
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 32N			
Dato: 19.10.2022	Utarbeidet av: EOH/Emilie O.Hauge	Kontrollert av: JHA/SN	asplan viak
Kartet er utarbeidet av Asplan Viak på oppdrag fra Sygnir AS			



- Tegnforklaring
- Kartleggingsområde
 - SkredDimensjonerend skredType
 - Steinsprang
 - SkredSannsynlighet1000

Vedlegg 9.5 Faresoner			
Oppdrag: Naturfarekartlegging Hove Transformatorstasjon			
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 32N			
Dato: 19.10.2022	Utarbeidet av: EOH/Emilie O. Hauge	Kontrollert av: JHA/SN	asplan viak
Kartet er utarbeidet av Asplan Viak på oppdrag fra Sygnir AS			

