Skredfarevurdering for delar av gbnr. 135/6 og 135/12, m.fl., Gulen kommune

Sunnfjord Geo Center

Prosjektinformasjon og status

Prosjektnr.:	Dokumentmal:	Dokumentnr.:	Dokumenttittel:
2025-05-224C	SF-H30-M01-03	01R	Skredfarevurdering for delar av gbnr. 136/5 og 135/12, m.fl., Gulen kommune

Feltarbeid utført av:	Dato, feltarbeid:	HMS-risikovurdering:	Dato, risikovurdering:	Hending/avvik meldt:
Martin Solheim	27.08.2025	Risikogruppe 2	25.08.2025	Nei

Fagområde:	Dokumenttype:	Lokalitet:
Skredfare	Rapport	Indre Hjartholm, Gulen kommune

Revisjon:	Forfattar:	Revisjonslogg:	Internkontroll:	Dato, ferdigstilling:
0	Martin Solheim	Internt kvalitetssikra notat klar til utsending	Vetle Nordang	30.09.2025

Kontraktør:	Kontaktinformasjon:
Sunnfjord Geo Center	Sunnfjord Geo Center AS Stongfjordvegen 577 6984 Stongfjorden Tlf.: 577 31 900 E-post: post@sunnfjordgeocenter.no Organisasjonsnummer: 998 899 834 MVA

Forord av NVE

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[1], og vil dermed kunne dokumentere om sikkerhetskravene er oppfylt.

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

[1] https://www.nve.no/veileder-skredfareutredning-bratt-terreng

Om oppdraget

Oppdragsgjevar:

Privatperson

Utførande føretak:

Sunnfjord Geo Center AS

Skredfareutgreiing for

□ heile området for eigedom med gards- og bruksnummer 135/2, 7, 8, 9, 14-17, 20

□ del/delar av eigedom med gards- og bruksnummer 136/5 og 135/12 spesifisert i kartutsnitt/vedlegg

Fylgjande tiltak og tryggleiksklasse/tryggleiksklassar er planlagt på eigedommen/planområdet:

Kartleggingsområda består i dag av bustadhus og driftsbygningar for landbruket. Det er planlagt å rive eit eldre hus og bygge opp nytt på eigedom med gbnr. 136/5, og delar av 135/12 er planlagt å regulerast for bustadutvikling. Det er òg planar om å undersøke mogelegheita for å setje opp eit kraftverk nedom gbnr. 136/5. Skredfarevurdering er utført for tiltak i tryggleiksklasse S1 og S2.

Synfaring utført av og når:

Synfaring utført av Martin Solheim, 27.08.2025.

……

Samandrag

Sunnfjord Geo Center AS har utført skredfarevurdering etter TEK17 og NVE rettleiar (2020) for to område ved Indre Hjartholm som dekker delar av gbnr. 136/5 (kalla *Indre Hjartholm*) og 135/12, m.fl. (kalla *Tjovika*), i Gulen kommune. Det er vurdert skredfare med samla nominelt årleg sannsyn større enn 1/100 og 1/1000. I kartleggingsområda er det i dag bustadhus, driftsbygningar og fritidsbustadar. Det er planar om å rive eit av bygga på gbnr. 136/5 og setje opp eit nytt, i tillegg til å undersøke mogeleg plassering for ein vasskraftstasjon. Området som dekker delar av gbnr. 135/12, m.fl. er planlagt å regulerast for utbygging. Tiltaka fell inn under tryggleiksklasse S1 og S2 i TEK17.

Skredfarevurderinga viser at det er fare for flaumskred og steinskred i kartleggingsområdet Indre Hjartholm, med årleg sannsyn høvesvis høgare enn 1/100 og 1/1000. I kartleggingsområdet ved Tjovika er det fare for flaumskred med årleg sannsyn høgare enn 1/1000.

Etter kva SGC er informert om skal dei planlagde tiltaka skal plasserast utanfor faresone for skred, i område som dermed oppfyller krava til TEK17 §7-3 for tryggleiksklasse S1 og S2.

Det er ikkje utarbeidd faresoner for skred med årleg sannsyn ≥ 1/5000 då det ikkje er planar om byggverk i tryggleiksklasse S3.

Vurderingane som er utført i denne rapporten tar utgangspunkt i terrengtilhøva slik dei var på synfaringstidspunkt. Eventuelle framtidige terrenginngrep i området kan endre dei geologiske og hydrologiske forholda, og dermed også skredfaren.

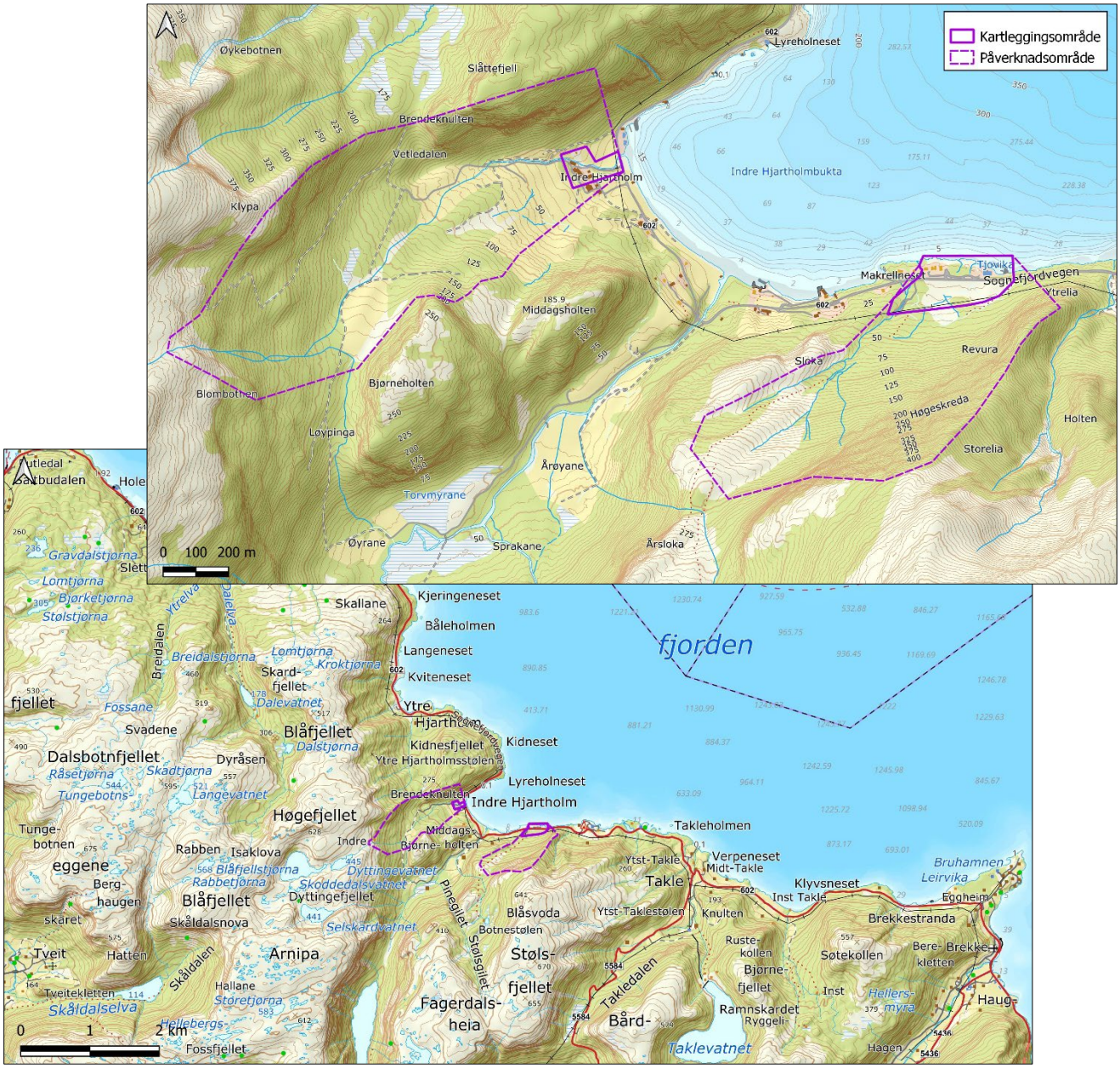
Innhaldsliste

1. Det undersøkte området 7
1.1 Områdeskildring 7
2. Grunnlagsmateriale og observasjonar 10
2.1 Digital terrengmodell og topografi 10
2.2 Berggrunn 12
2.3 Lausmassar 15
2.4 Dreneringsvegar 18
2.5 Skog og flyfoto 19
2.6 Aktsemdkart 22
2.7 Klimaanalyse 23
2.8 Historiske skredhendingar 26
2.9 Tidlegare skredfarevurderingar 28
2.10 Eksisterande sikringstiltak 28
2.11 Kartlegging og synfaring 28
3. Skredfareutgreiing per skredtype 29
3.1 Steinsprang 29
3.2 Steinskred 30
3.3 Snøskred 31
3.4 Jordskred 32
3.5 Flaumskred 33
3.6 Sørpeskred 34
3.7 Samla nominelt årleg skredsannsyn og konklusjon 36
3.8 Føresetnadar for vurderingane 36
3.9 Stadspesifikk usikkerheit 36
4. Modellering 37
4.1 Rockyfor3D 37
4.2 RAMMS 38
5. Referansar 41
6. Vedlegg 42
6.1 Informasjonspunkt 42
6.2 Bilete frå synfaring 42
6.3 Kartvedlegg 44
6.4 Eigenerklæringsskjema 56

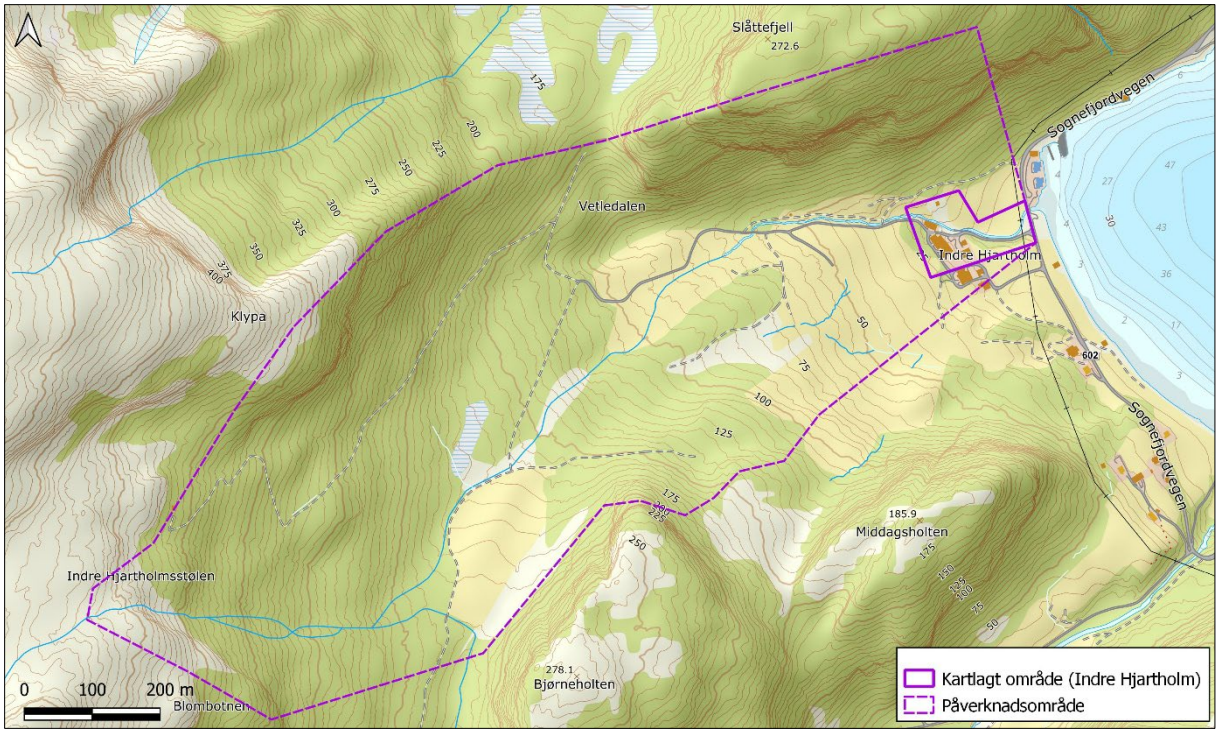
1. Det undersøkte området

1.1 Områdeskildring

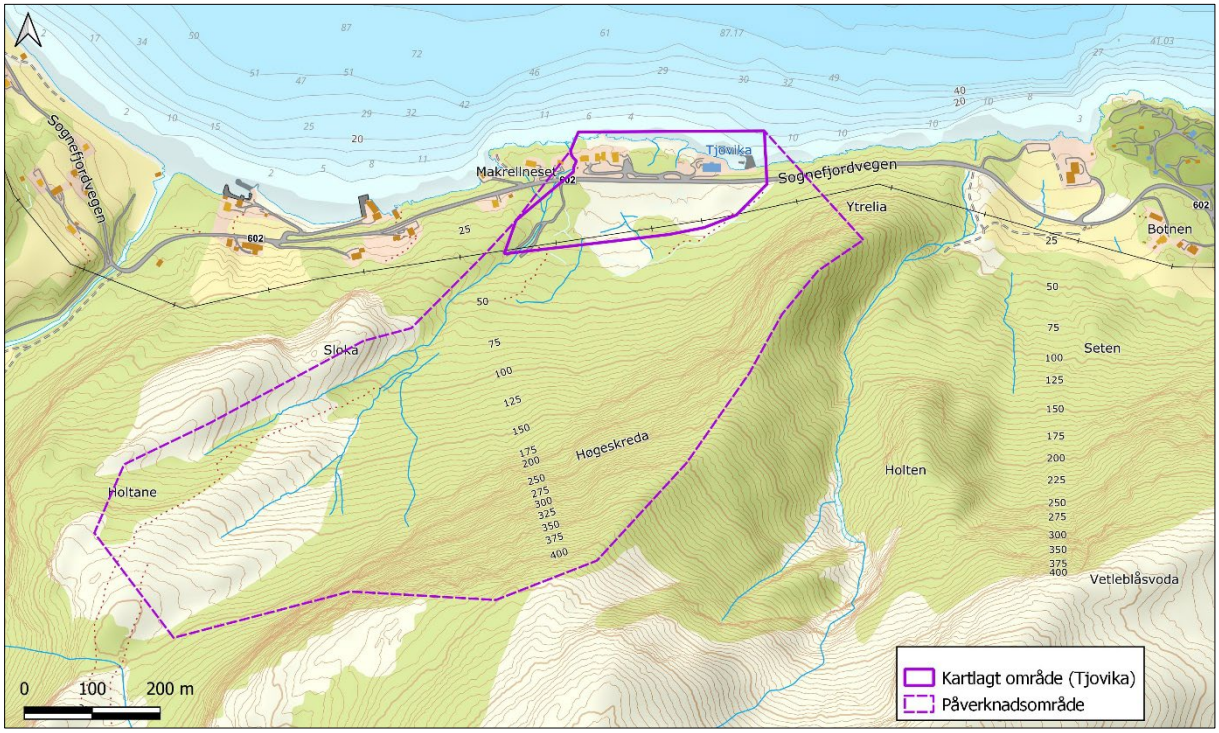
Kartleggingsområda dekker to område på Indre Hjartholm, om lag 3 km vest for Takle i Gulen kommune. Kartleggingsområdet som dekker delar av gbnr. 136/5 ligg innerst i *Indre Hjartholmbukta*, og delar av gbnr. 135/12 m.fl. på søraustsida av bukta. Kartleggingsområda blir vidare omtala høvesvis som *Indre Hjartholm* og *Tjovika*. Rett nord for kartleggingsområde Indre Hjartholm er det ei bratt fjellside opp mot *Slåttefjell* (273 moh.), og i sør-sørvest er det to mindre fjelltoppar; *Middagsholten* (186 moh.) og *Bjørneholten* (278 moh.). Ovanfor kartleggingsområdet ved Tjovika stig terrenget mot sør til ein fjellrygg som strekk seg frå *Ytrelia* til *Blåsvoda* (644 moh.), og terrenget er slakt stigande mot vest-sørvest til *Holtane*. Figur 1-3 viser plassering og avgrensing til kartleggingsområda og påverknadsområda, som er høgareliggande område rundt som kan generera skred ned mot kartleggingsområda. Figur 4 og Figur 5 viser oversiktsbilete av kartlagt område og påverknadsområdet.



Figur 1: Dei kartlagde områda dekker gbnr. 136/5 (Indre Hjartholm) og delar av 135/12 m.fl. (Tjovika), i Gulen kommune.



Figur 2: Kartleggingsområde og påverknadsområde for *Indre Hjartholm*.



Figur 3: Kartleggingsområde og påverknadsområde for *Tjovika*.



Figur 4: Oversiktsbilete over kartleggingsområdet Indre Hjartholm. Kartlagt område er markert med svart omriss.



Figur 5: Oversiktsbilete over kartleggingsområde Tjovika. Kartlagt område er markert med svart omriss.

2. Grunnlagsmateriale og observasjonar

I tillegg til synfaringa er det føretatt innsamling og gjennomgang av eksisterande grunnlagsdata, som er relevant for skredfarevurderinga. I dette førearbeidet er det nytta digital terrengmodell, geologiske kart, topografiske kart, aktsemdkart, flyfoto, informasjon om eksisterande sikringstiltak, dokumentasjon av historiske skredhendingar, og tidlegare skredfarevurderingar med meir, der det er tilgjengeleg.

Skredhistorikken er særs viktig for skredfarevurderinga fordi skred ofte går igjen der dei har gått tidlegare, samtidig som dette er til hjelp for vurdering av skredfrekvens. For å vurdera skredhistorikk er følgande metodar og kjelder undersøkt: feltarbeid, skreddatabasen til NVE, lokalkjende, terrengmodell, samanlikning av flyfoto, bygdebøker og andre nyhendekjelder.

2.1 Digital terrengmodell og topografi

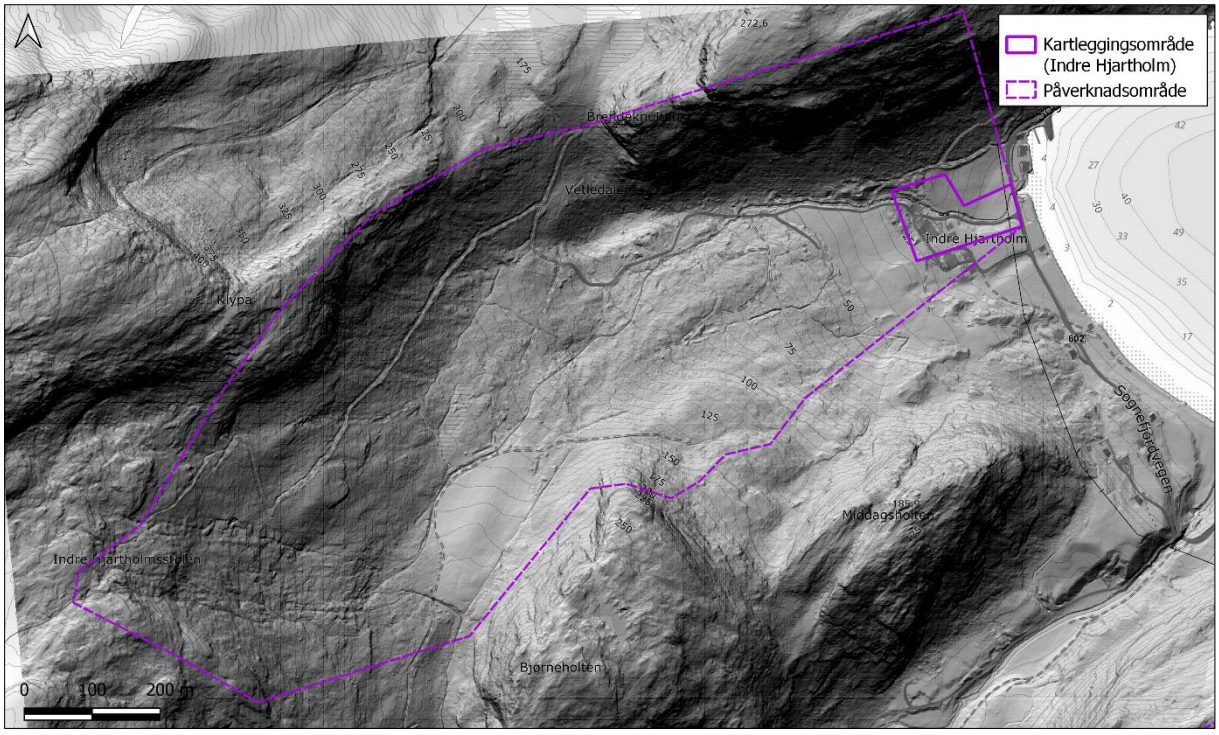
Terrengmodell frå prosjekt NDH Gulen 5pkt 2018 og NDH Gulen 2pkt 2017 er henta frå hoydedata.no, og desse er slått saman til ein terrengmodell med oppløysing på 1x1 meter. Dette gjev ein terrengmodell (DTM) med høg oppløysing, der ein kan sjå overflata til terrenget utan skog. Terrengmodellen eignar seg difor godt til identifisering av former i terrenget som er avgjerande for skredfarevurderinga. Dette kan vera renner og former som styrer dreneringa og eventuelle skred. Modellen kan òg nyttast til å identifisera skredavsetjingar, og i tillegg vert den nytta til å laga detaljert hellingskart, som er med på å blant anna identifisera potensielle kjeldeområde. Modellen er undersøkt under ulike innsynsvinklar for å fanga opp mogelege terrengformer som elles ligg i skugge.

Kartleggingsområde ved Indre Hjartholm går frå kring 3 – 25 moh., og ligg nordvest i Indre Hjartholmsbukta. I nord/nordvest er det eit bratt fjellparti opp til Slåttefjell (273 moh.), og i vest er det eit generelt slakt dalføre som stig med ei snitthelling under 15° i om lag 700 meter, før terrenget stig opp mot fjellområda ved *Klypa* (~ 400 moh.) og *Indre Hjartholmsstølen* (~ 400 moh.). Frå Indre Hjartholmsstølen går terrenget slakt vestover mot vatna *Dyttingvatnet* og *Skoddedalsvatnet*. I sør er det to fjelltoppar; *Middagsholten* (186 moh.) og *Bjørneholten* (278 moh.). Grunna avstand frå kartleggingsområdet og terrenget nedanfor desse toppane er det vurdert at desse ikkje vil kunne føre skred mot kartleggingsområdet. Terrenget i det slake dalføret er småkupert frå kring 50 moh., og skyggerelieffkartet viser fleire blokkformer av varierande størrelse, tolka å vere grovt morenemateriale. Forutan om i delar av fjellpartiet opp mot Indre Hjartholmsstølen, lengst vest i påverknadsområdet, er det ikkje observert erosjonsspor utanfor dei definerte dreneringsvegane i påverknadsområdet. Størsteparten av dreneringa i påverknadsområdet blir konsentrert ned elva som drenerer ut frå vatna i vest, ned Indre Hjartholmsstølen, og renn gjennom kartleggingsområdet.

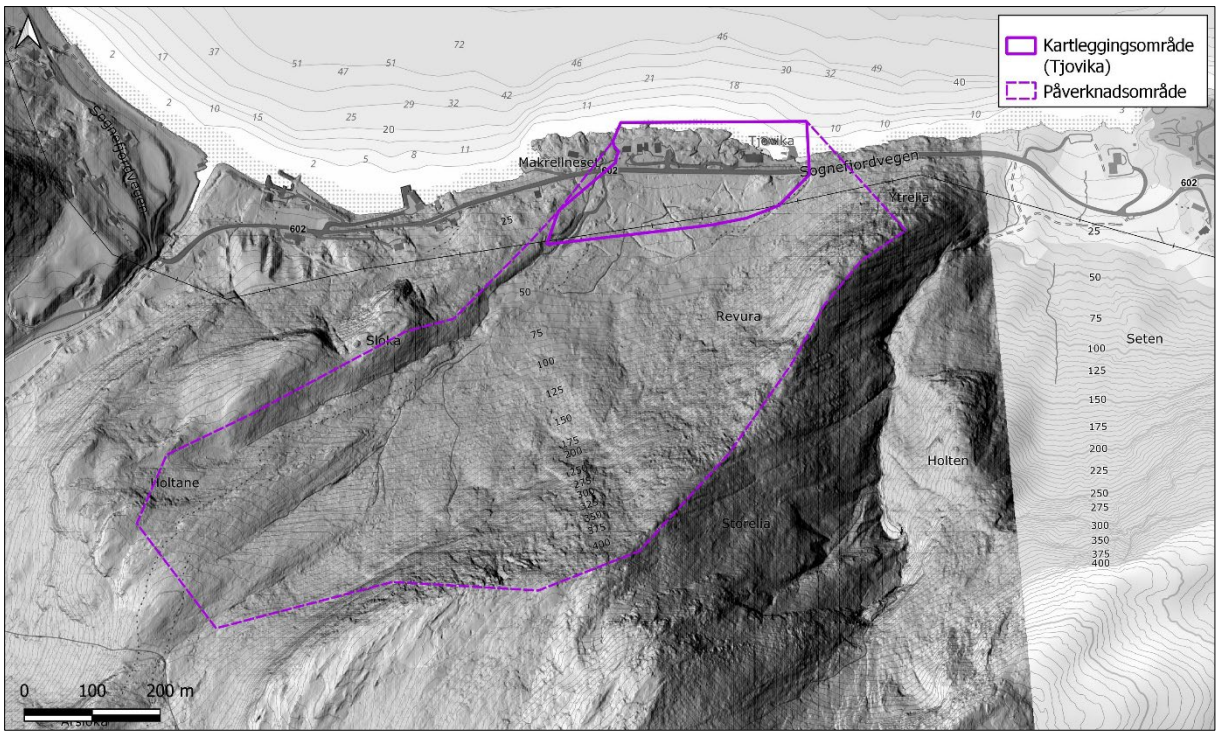
Kartleggingsområdet ved Tjovika strekk seg frå 0 – 30 moh. og ligg langs Sognefjordvegen i tilnærma flatt terreng. Sør for kartleggingsområdet er det eit bratt fjellparti langs nordleg del av ein fjellrygg som strekk seg frå *Ytrelia* i søraust opp mot *Storelia* og vidare mot *Blåsvoda* i sørvest. Fjellpartiet på nordsida av denne fjellryggen er kalla *Høgeskreda*. Påverknadsområdet er avgrensa i sørvest av ein fjellrygg som er orientert nordaust-sørvest, langs fjellpartiet *Sloka*, som strekk seg opp til eit slakare parti kalla *Holtane*. Terrenget mellom desse to fjellryggane dannar ei større renneform ned mot nordaust, mot kartleggingsområdet. Hellingskart og skyggerelieffkart viser at terrenget direkte nedanfor Høgeskreda er kupert, har helling rundt 30°. Det er tolka at det kuperte terrenget hovudsakleg er danna av skredmateriale frå fjellryggen, og består av steinsprang-/steinskredmateriale og avsetjingar frå lausmasseskred. Topografien i påverknadsområdet leiar avrenning frå sørvestlege delar av påverknadsområdet og Holtane ned

mot ein dreneringsveg som samlar seg langs søraustsida av Sloka, og renn vidare ned gjennom vestleg del av kartleggingsområdet. Dei einaste erosjonsspora observert i karta er lokalisert i same område som markerte dreneringsvegar i karta til Kartverket.

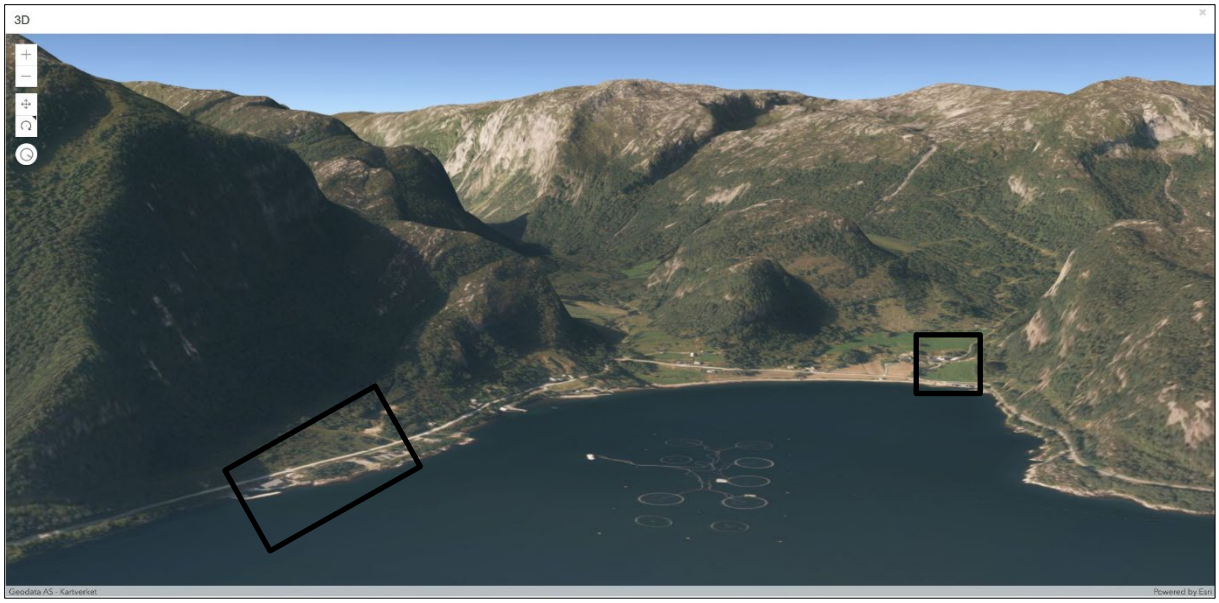
Hellingskartet er vist i kartvedlegg, og figurane under viser skyggerelieffkart og 3-D-framstilling frå flyfoto.



Figur 6: Skyggrelieffkart basert på laserdata viser terrengoverflata ved Indre Hjartholm utan vegetasjon.



Figur 7: Skyggrelieffkart basert på laserdata viser terrengoverflata ved Tjovika utan vegetasjon.



Figur 8: 3-D framstilling frå flyfoto av kartleggingsområda (innafor svart omriss, Indre Hjartholm til høgre og Tjovika til venstre) og påverknadsområda. Biletet viser mot sør. Kjelde norgeibilder.no

2.2 Berggrunn

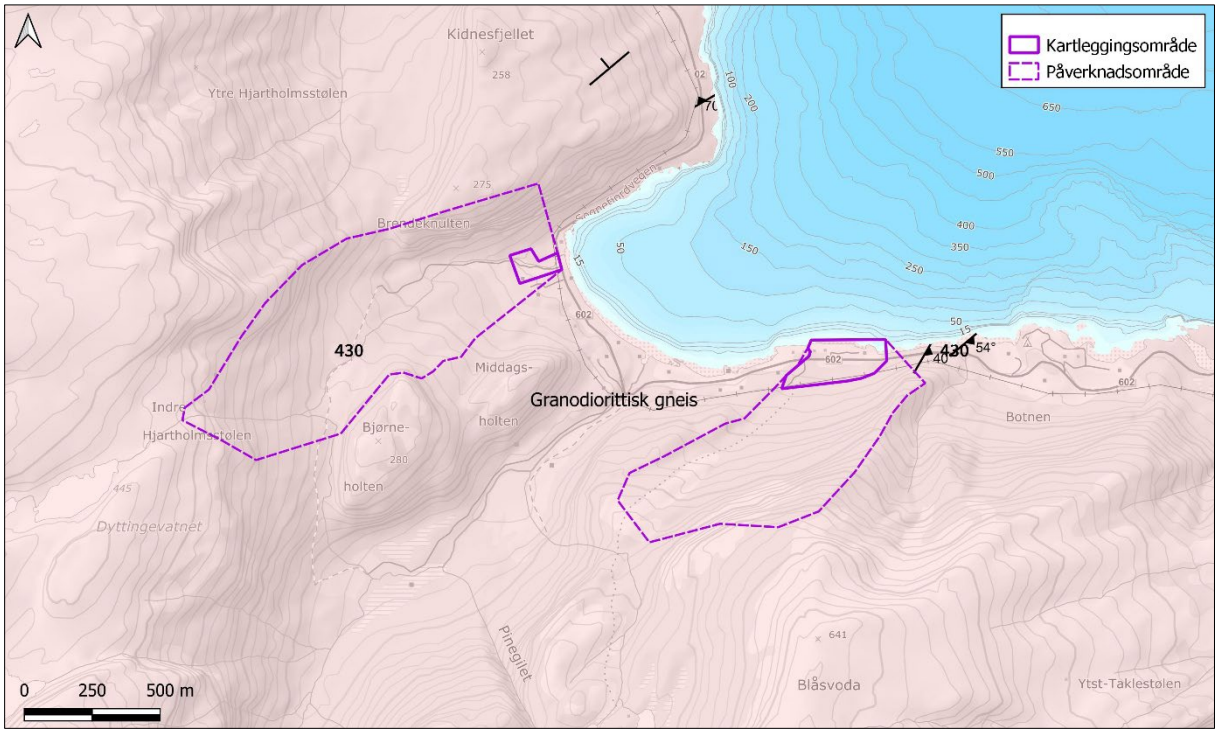
Berggrunnen i denne delen av Gulen er av NGU kartlagt som monzogranittisk til granodiorittisk gneis, som er fin- til middelskorna. Denne bergarten dekker begge områda. Det er utført strukturmålingar i nærleiken som viser noko variasjon i strøk og fall, men generelt fell foliasjonsplana mot nordvest på nordsida av bukta, og mot søraust på sørsida. Kartlegginga er gjort i målestokk 1:250 000 (Figur 9)

Under synfaringa vart det observert fjell i dagen hovudsakleg langs elva som renn gjennom påverknadsområdet og kartleggingsområdet ved Indre Hjartholm (Figur 10), og elles med drone i dei bratte fjellpartia opp mot Slåttefjellet i nord (Figur 11) og i øvre delar av fjellryggen ved Høgeskreda (Figur 12). Berggrunnen har generelt ei lys fargesamansetting, som er vanleg for dioritt, og det er vurdert at berggrunnen består av granodiorittisk gneis som er kartlagt av NGU.

Langs fjellryggen i påverknadsområdet ved Tjovika er det fleire parti i fjellet der berggrunnen er eksponert grunna tidlegare jordskred. Foliasjonsplana er tydelege i desse reinska partia, og viser at foliasjonsplana har fall mot søraust på kring 40° – 60°. At foliasjonsplana fell inn i fjellet er bra for totalstabiliteten i fjellet, men det er observert vesentleg sprekkdanning langs foliasjonsplana, med sprekkavstand mellom ~10 - 50 cm (Figur 13). Orienteringa av sprekkplana gjer at drenering ned fjellsida vil føre til auka erosjon og forvitring langs sprekkplana, som kan føre til utrasing av flak og avlange blokker. Lausmasseskreda ved Høgeskreda er tolka å vere utløyst av ein kombinasjon av mykje nedbør, ustabile lausmassar og steinsprang. Desse prosessane verkar truleg om kvarandre, der steinsprang kan løyse ut lausmasseskred og lausmasseskred kan rive med seg stein frå fjellpartia. Det er større avstand i sprekkeplana i berggrunnen lenger sørvest i fjellryggen, som dannar større kubiske blokker i øvre del av fjellet, med potensiale for større utfall (Figur 12).

Ved Indre Hjartholm er fjellpartia i nord, opp mot Slåttefjellet, vurdert som einaste potensielle losneområde for steinsprang som kan nå kartlagt område. Fallet til foliasjonsplana i fjellpartiet varierer noko, antatt å vere grunna lokal falding, men har hovudsakleg eit fall mot vest. Det er noko variasjon i sprekkavstand mellom austleg og vestleg del av fjellpartia. I aust er hovudsprekkeplan langs foliasjonsplana, og det er ein oppsprekt sone i midtre og nedre del av

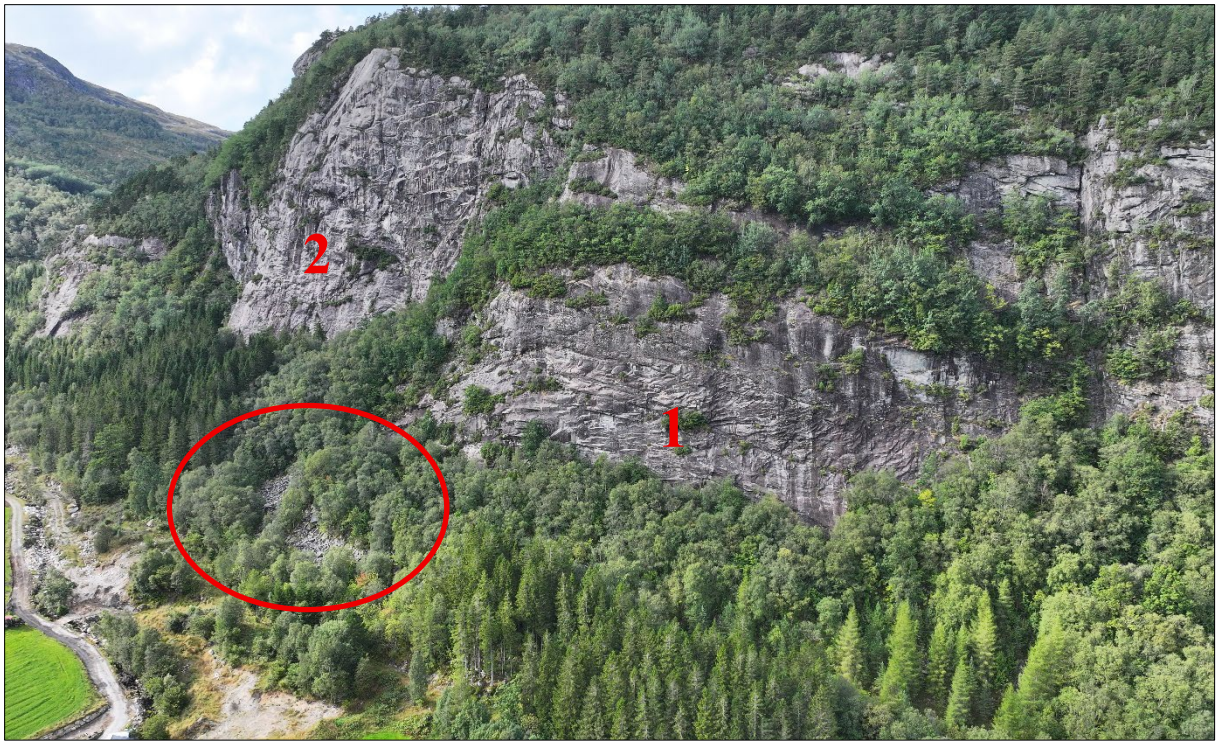
fjellet (Figur 11). I vest er det større sprekkavstand mellom sprekkeplana og hovudsprekkeplanet er hovudsakleg langs fjelloverflata. Dette gjev større strukturar i fjellpartiet som potensielt kan føre til utfall med større volum (>100 m³, Figur 11).



Figur 9: Berggrunnskart over kartleggingsområda og påverknadsområda (NGU 1:250 000) viser at det er kartlagt granodiorittisk gneis i heile denne delen av Gulen kommune. Kjelde: NGU WMS



Figur 10: Elva i påverknadsområdet ved Indre Hjartholm renn hovudsakleg på fast fjell i heile løpet. Infopunkt 7.



Figur 11: Fjellpartiet i nordleg del av påverknadsområdet ved Indre Hjartholm. Fjellveggen er tilnærma loddrett, med foliasjonsplan som hovudsakleg fell mot vest. Det er ein oppsprekt sone i midtre og nedre del aust i fjellveggen (1), men sprekkene er hovudsakleg grunne og det er ikkje observert store ustabile parti. Lenger vest i fjellet (2) er det større sprekkesett som dannar overheng og flakstrukturar utan støtte i grunn. Skredura strekk seg om lag ned til innmarka ved kartleggingsområdet, og ned til elva rett vest for kartleggingsområdet (raud markering). Infopunkt 4 og 5.



Figur 12: Fjellparti øvst ved Høgeskreda (infopunkt 13). Foliasjonsplana har houvdsakleg eit fall mot aust-søraust. I sørvestleg del av fjellryggen er det både horisontale og vertikale sprekkesett som dannar større strukturar i fjellet enn i nordaust (Figur 13), som gjev potensial for større utrasingar.



Figur 13: Nærbilete av losneområde for det antatt ferskaste lausmasseskredet ved Høgeskreda (infopunkt 12), der skredet har reinska delar av fjellet for lausmassar. Sprekkavstanden mellom foliasjonsplana er kortare i den nordaustlege delen av fjellryggen, med ein avstand mellom ~10 – 50 cm.

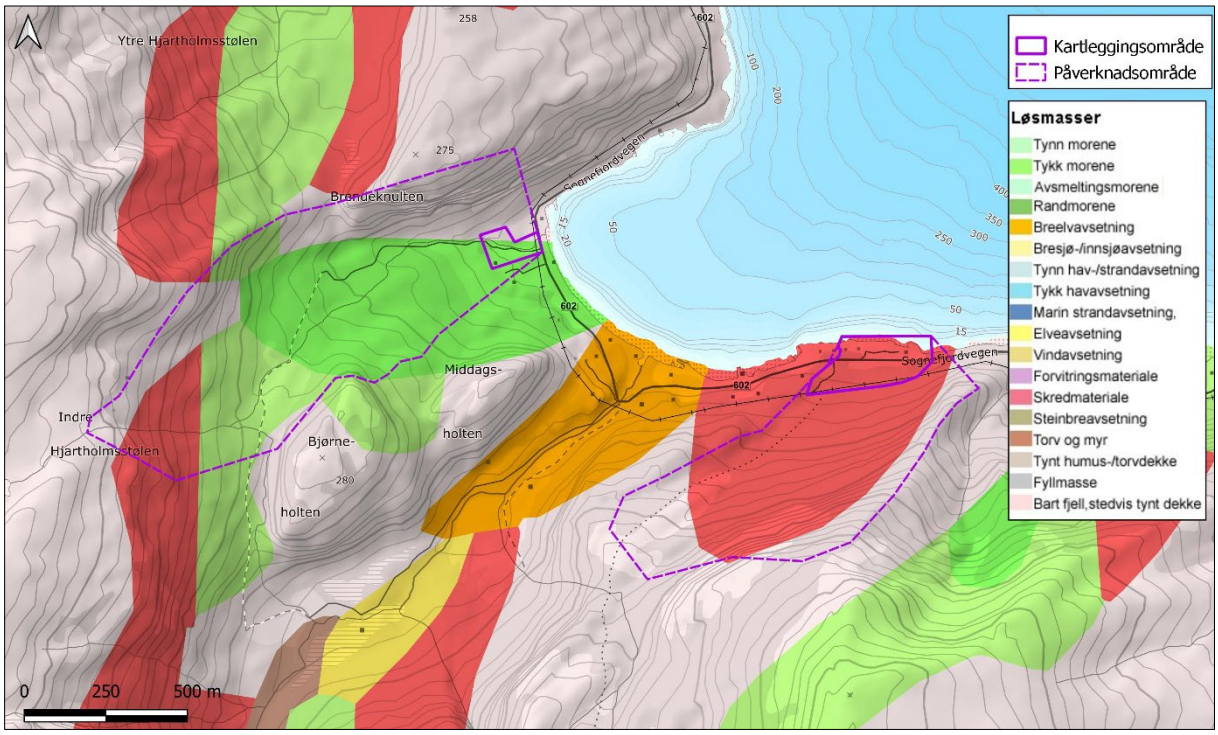
2.3 Lausmassar

Lausmassekartet til NGU viser at det er kartlagt tjukk moreneavsetjing i store delar av kartleggingsområdet ved Indre Hjartholm og påverknadsområdet i sør og vest. I nordleg del av kartleggingsområdet og nord mot Slåttefjell er det kartlagt bart fjell. I kartleggingsområdet ved Tjovika er det kartlagt skredmateriale i heile området og store delar av påverknadsområdet. Langs fjellryggen i sør er det kartlagt bart fjell (Figur 14).

Synfaringa stadfestar at det er moreneavsetjingar i kartleggingsområdet ved Indre Hjartholm og i store delar av det omliggande påverknadsområdet. Mektigheita varierer noko grunna underliggande fjellformer og det er observert fast fjell langs store delar av elveløpet som renn gjennom påverknadsområdet og kartleggingsområdet (Figur 10). Tiltakshavar fortel òg at bygga i kartleggingsområdet hovudsakleg står på fast fjell, og det er tolka at lausmassedekket elles varierer mellom 1 – 3 meter i mektigheit. Morenemateriale er særs grovt, og består av større stein og blokker (Figur 15). I terrenget direkte nedanfor Slåttefjellet er det observert samanhengande steinsprang-/steinskredmateriale som strekk seg ned til innmarka i kartlagt område, og om lag ned til elveløpet vest for kartleggingsområdet (Figur 11).

I kartleggingsområdet ved Tjovika er det stadfesta at store delar av lausmassane i påverknadsområdet består av skredmateriale, men at størsteparten av lausmassane i kartlagt område består av morenemateriale, og det er bart fjell på store delar av neset lengst nord i kartleggingsområdet. Skredavsetjingane i påverknadsområdet består av ein kombinasjon av jordskredavsetjingar og steinskred-/steinsprangavsetjingar. Det er gjort inngrep i ytre del av skredmateriale, rett sør for kartleggingsområdet, der det er grove ut ei grøft for å styre drenering vekk frå området (Figur 31). Grøfta er vurdert å omtrentleg følgje ytterkant av skredmaterialet i påverknadsområdet. Det vart observert fleire skredspor i fjellpartia ved Høgeskreda, der utløpa

har stoppa relativt tett på foten av fjellet, hovudsakleg på grunn av det tynne lausmassedekket i fjellpartia (Figur 17). Det vart ikkje observert skredspor inn eller i nærleiken av kartlagt område. Ytste antatt steinsprangblokk var observert om lag 40 meter sør for kartleggingsområdet (Figur 16). Blokka er runda og skil seg frå forventa steinsprangform frå fjellpartia ovanfor, i tillegg til at den har annleis fargesamansetting. Sidan blokka ligg på overflata av terrenget, er det tolka at dette truleg er ei remobilisert moreneblokk som har hatt utfall frå øvre delar av fjellryggen.



Figur 14: Lausmassekart (NGU 1:250 000) viser at det er kartlagt tjukk morene i store delar av kartleggingsområdet og påverknadsområdet ved Indre Hjartholm, og elles tynne moreneavsetjingar, skredmateriale nedanfor Indre Hjartholmstølen, og bart fjell i høgareliggande område. I kartleggingsområdet og påverknadsområdet ved Tjovika er det hovudsakleg kartlagt skredmateriale. Kjelde: NGU WMS.



Figur 15: Lausmassane i kartleggingsområdet og påverknadsområdet ved Indre Hjartholm består hovudsakleg av grovt morenemateriale. Mektigheita varierer frå om lag 1 – 3 meter og elveløpet renn hovudsakleg på fast fjell (raud markering). Infopunkt 6.



Figur 16: Antatt ytste steinsprangblokk i påverknadsområdet ved Tjovika. Blokka er runda, og skil seg difor frå forventa steinsprangform frå fjellet, i tillegg til at fargesamansettinga er noko annleis. Det er tolka at dette er ei remobilisert moreneblokk. Blokka er om lag 1 m³. Infopunkt 10.

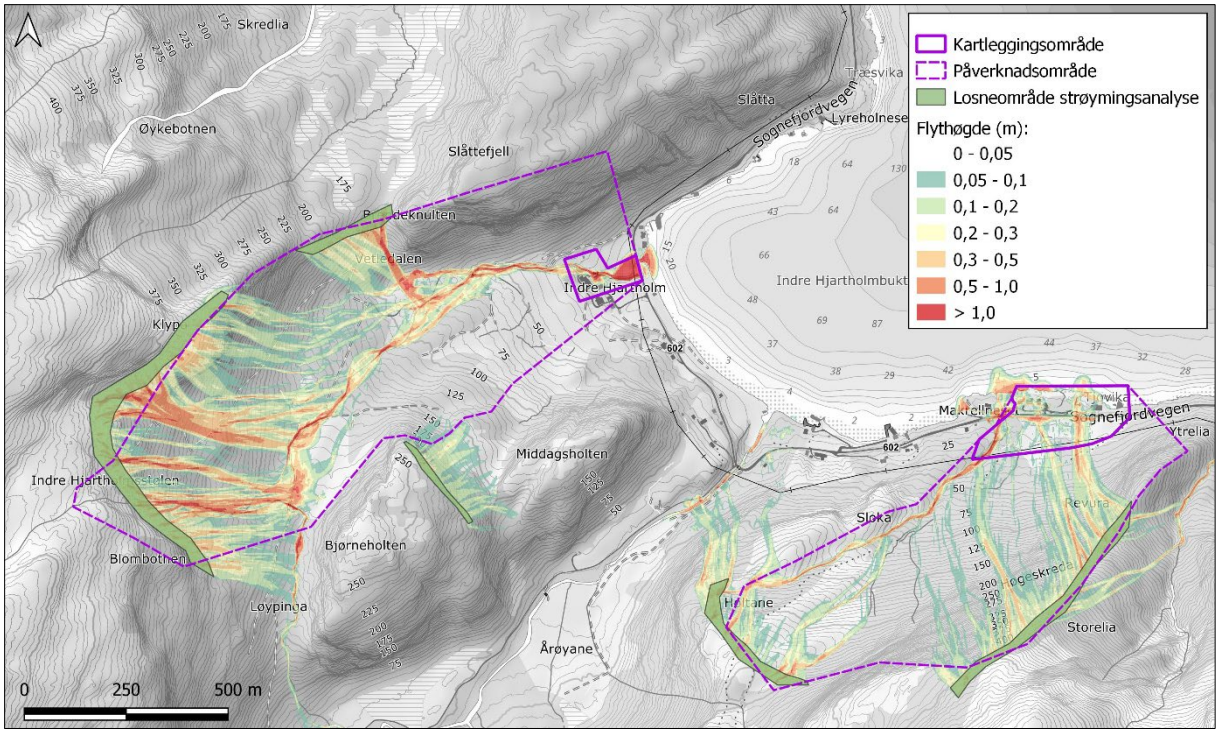


Figur 17: Bilete tatt frå losnepunktet av det antatt ferskaste lausmasseskredet. Grunna lite volum i skredet er avsetjingane avgrensa til skråningsfot (raud markering). Infopunkt 12.

2.4 Dreneringsvegar

Karta til Kartverket viser at hovuddrenering ved Indre Hjartholm er elva som drenerer ut frå Dyttingvatnet, vest for påverknadsområdet, og som vidare renn ned gjennom påverknadsområdet og kartleggingsområdet (Figur 10). I påverknadsområdet ved Tjovika kjem dreneringa hovudsakleg frå sørvest og konsentrere seg langs fjellryggen ved Sloka (Figur 33). Forutan om desse to hovuddreneringsvegane for områda vart det ikkje observert andre vesentlege dreneringsvegar. NIBIO sitt markfuktkart har ikkje dekning i dette området, og det er difor nytta ei strøymingsanalyse for å vurdere kor vatn vil renne under ei nedbørshending (Figur 18). Denne viser at dreneringa vil konsentrere seg i hovuddreneringsvegane. Avrenninga frå Høgeskreda inn i kartleggingsområdet ved Tjovika vil vere frå lokal nedbør i nordaustleg del av fjellryggen. Dreneringa her vil hovudsakleg renne i lausmassane eller som overvatn, og vil bli fanga opp av grøfta som styrer avrenninga mot nordaust (Figur 31).

Tiltakshavar fortel at elva som renn gjennom Indre Hjartholm tidvis har veldig høg vassføring, som i 2001 førte til erosjon langs nedre del av løpet og utrasing langs elvemunningen (sjå kap. 2.8).



Figur 18: Strøymingsanalysen simulerer kor vatn vil renne under ei nedbørshending. Kjelde NIBIO WMS

2.5 Skog og flyfoto

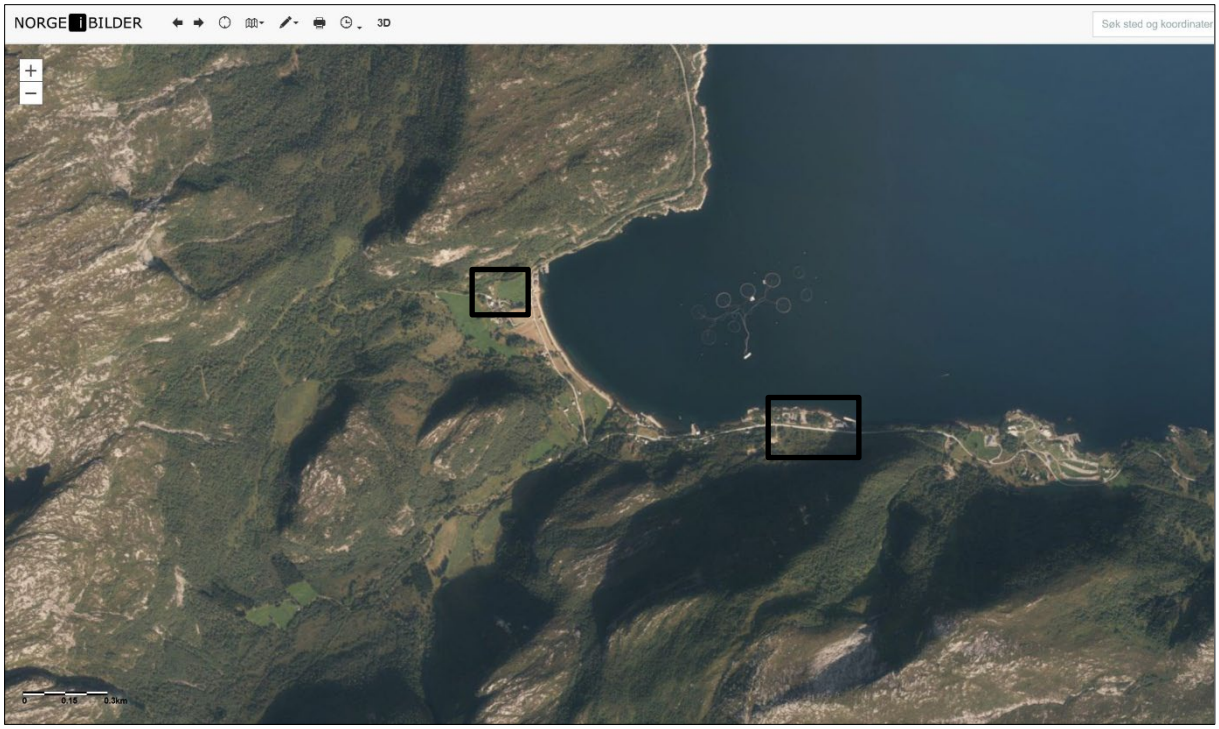
NIBIO sitt skogressurskart viser at skogen i undersøkingsområdet består av hovudsakleg lauvskog og nokre område med granskog. Størsteparten av skogen står hovudsakleg i påverknadsområdet ved Tjovika, i tillegg til i fjellpartiet opp mot Klypa, vest i påverknadsområdet til Indre Hjartholm. Skredfarevurderinga viser at klima og topografi har større betydning for skredfaren i området, og det er difor ikkje tatt omsyn til skogen.

Flyfoto over områda er studert med omsyn til skredhendingar. Ved Indre Hjartholm er det observert spor i terrenget langs elva på flyfoto frå 2002. Dette er antatt å vere frå flaumhendinga i 2001 (kap. 2.8). Det er òg truleg at det gjekk ei utrasing i eller ovanfor ura nordaust for kartleggingsområdet i same periode.

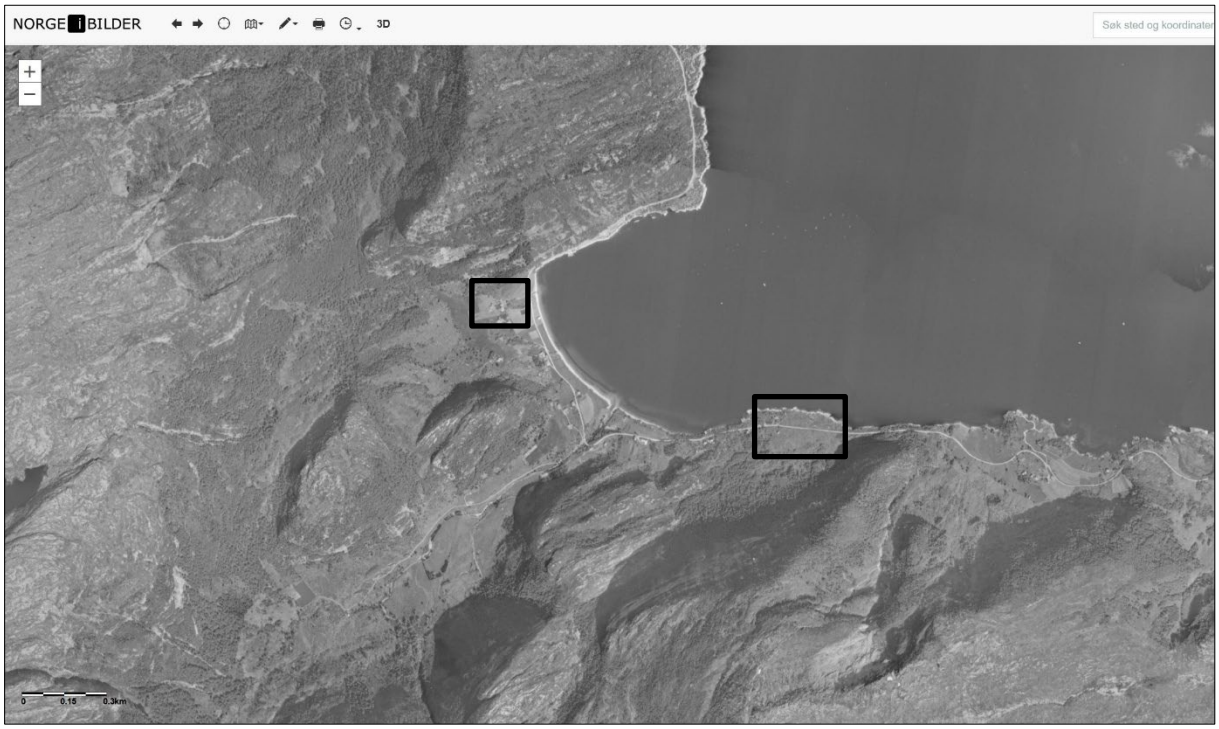
Ved Tjovika er det observert skredspor ved Høgeskreda på flyfoto frå 2007 og 2013, og desse spora vart òg observert i felt, i tillegg til eit skredspor som er nyare enn tilgjengelege flyfoto (kap. 2.8). Eldste flyfoto (1974) viser at fjellpartia på nordsida av fjellryggen den gong omtrent var reinska for lausmassar. Det er usikkert om dette er grunna tidlegare skred eller om det er sånn overflata opprinneleg var.

Nyaste og eldste flyfoto er vist i Figur 19 og Figur 20. Observerte skredhendingar er vist i Figur 21-23.

Skråfoto er ikkje tilgjengeleg for dette området. 3D-framstilling frå flyfoto er vist i kap. 2.1.



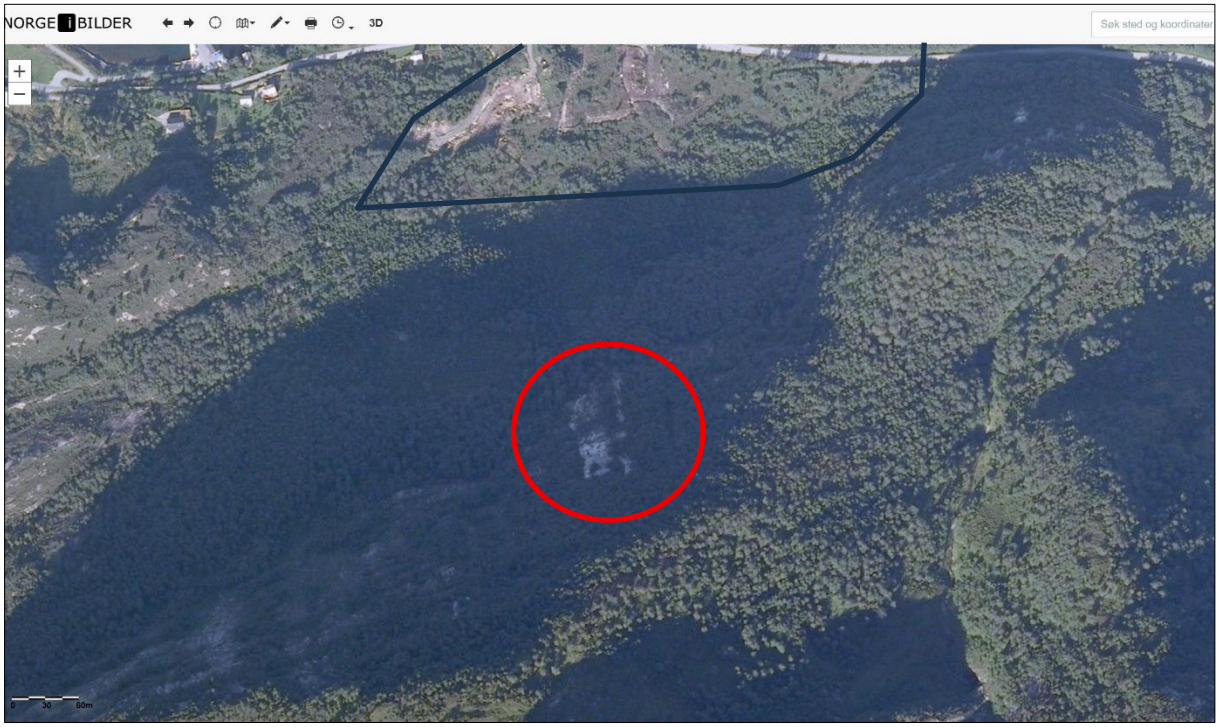
Figur 19: Flyfoto frå 2020. Kartleggingsområda er innafor svarte rektangel. Skogen i påverknadsområdet består hovudsakleg lauvskog og nokre område med granskog. Vertikalfoto: norgeibilder.no



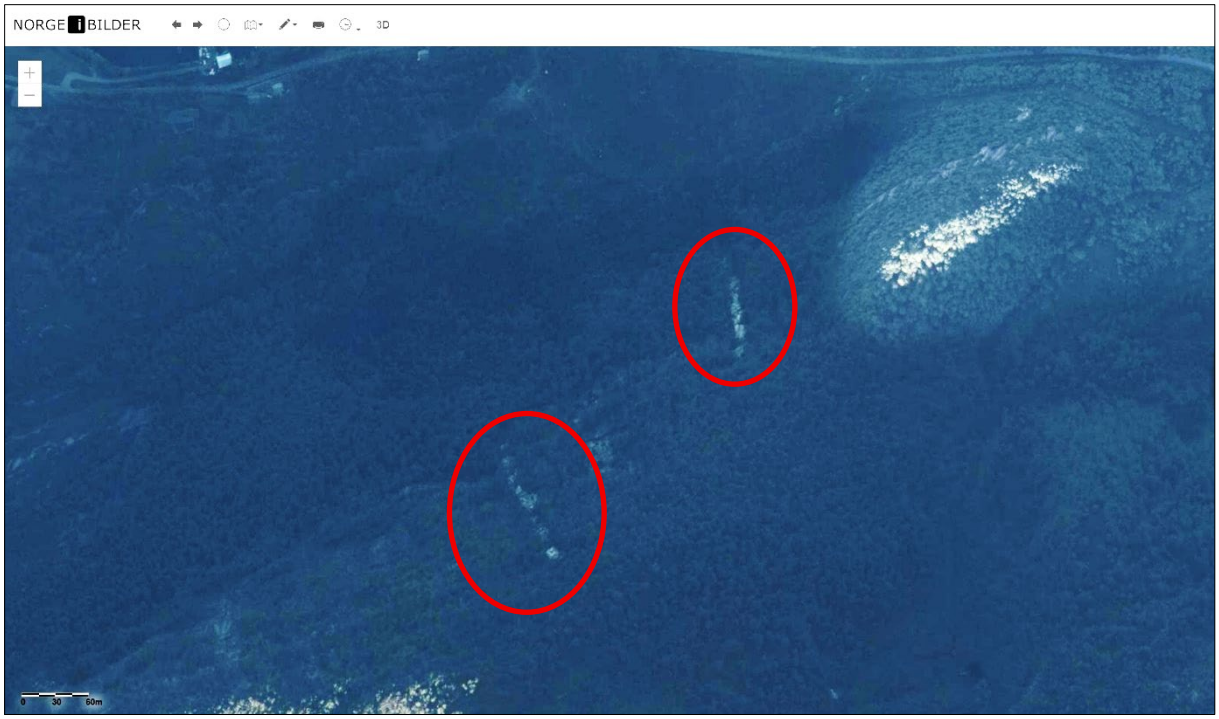
Figur 20: Flyfoto frå 1974 viser at det var mindre vegetasjon på den tida. Kartleggingsområda er innafor svarte rektangel. Vertikalfoto: norgeibilder.no



Figur 21: Flyfoto over Indre Hjartholm (svart omriss) frå 2002. Det er spor etter flaumhendinga i 2001 ved munningen av elva (1). Tiltakshavar fortel at det vart utført tiltak under hendinga for å leie vatnet på nordsida av vegen (2), men at terrengendringane ein elles ser på flyfotoet er utført i ettertid. Det er òg spor etter ei mindre utrasing som har losna i eller ovanfor ura direkte nordaust for kartleggingsområdet i dette tidsrommet (3).



Figur 22: Flyfoto av kartleggingsområdet Tjovika (svart omriss) frå 2007. Det er ei relativt fersk skredhending ved Høgeskreda (raud markering). Det er antatt at hendinga er frå 2005, då det er registrert fleire jordskredhendingar i området som ikkje er nøyaktig plassert på NVE sine kart (kap. 2.8). Skredspora er òg observert i felt (Figur 30).



Figur 23: Flyfoto frå 2013 (same område som i Figur 22) viser to ferske skredhendingar i fjellpartiet (raud markering). Under synfaringa vart det observert eit ferskare skred frå fjellpartia, som truleg har følgt same skredløp som det vestlegaste (venstre) skredet frå 2013.

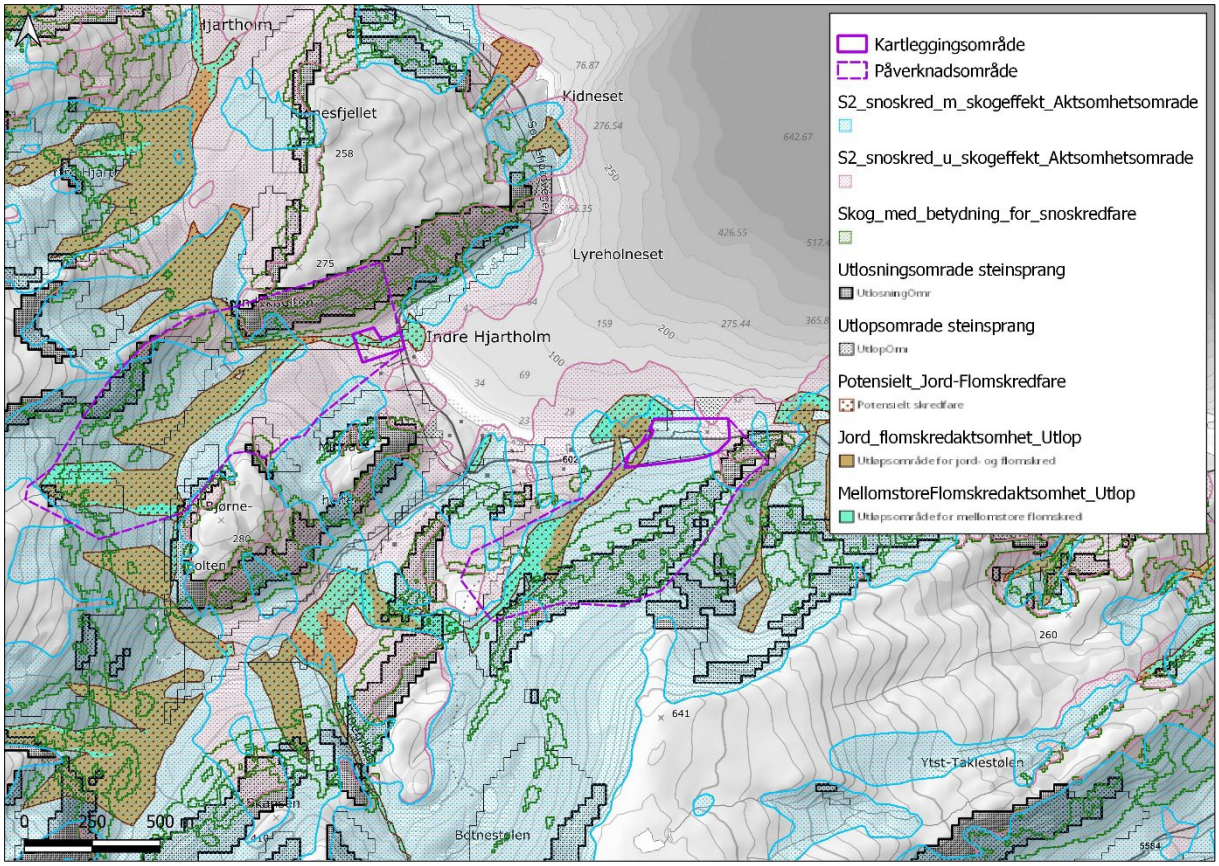
2.6 Aktsemdkart

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) er ansvarleg for aktsemdkart for steinsprang, snøskred og flaum- og jordskred på temakart.nve.no, og tilgjengeleg som wms-teneste.

Aktsemdkarta for jord-/flaumskred og steinsprang viser potensielle utløysingsområde (kjeldeområde) og utløpsområde (rekkevidda av potensielle skred). Karta er utarbeidd ved bruk av ein datamodell som identifiserer moglege utløysingsområde ut frå helling og topografi. Modelleringa er utelukkande basert på datamodellering og ingen feltobservasjonar er lagde til grunn, og det er ikkje teke omsyn til viktige faktorar som klima, vegetasjon, lausmassar og berggrunn. Modelleringa er utført på ein landsdekkande høgdemodell med oppløysing på 25 x 25 m, og fangar difor ikkje opp losneområde med høgdeskilnad frå under 20 – 50 m. Aktsemdkarta kan difor ikkje brukast direkte i reguleringsplanar eller i byggesaker for å avgjere om eit areal/område tilfredsstiller krav til tryggleik mot naturfarar, jamfør TEK17 kap. 7, § 7-3. Karta gjev likevel ein god indikasjon på kvar topografien tilseier at ytterlegare undersøkingar bør gjennomførast.

I 2023 lanserte NVE nye aktsemdkart for snøskred som tek omsyn til klima og skog, og er utført på nasjonal terrengmodell med oppløysing på 10 x 10 m. Desse karta skal nyttast i staden for NVE sitt eldre aktsemdkart for snøskred og i staden for NGI sitt kombinerte aktsemdkart for snø- og steinskred.

Det er aktsemdområde for jord- og flaumskred langs hovuddreneringsvegane i begge kartleggingsområda. Dei nye aktsemdkarta for jord- og flaumskred viser at det hovudsakleg er flaumskred som er dimensjonerande for aktsemdsonene. Ved Tjovika er det aktsemdsone for steinsprang i heile området, og ved Indre Hjartholm er det aktsemdsone for steinsprang i nordleg del av kartleggingsområdet. Aktsemdkarta viser at det er aktsemdsone for snøskred i begge kartleggingsområda, om ein ikkje tek omsyn til skog. Med omsyn til skog er det ikkje aktsemdsone for snøskred ved Indre Hjartholm. Aktsemdkart for skred er vist i Figur 24.



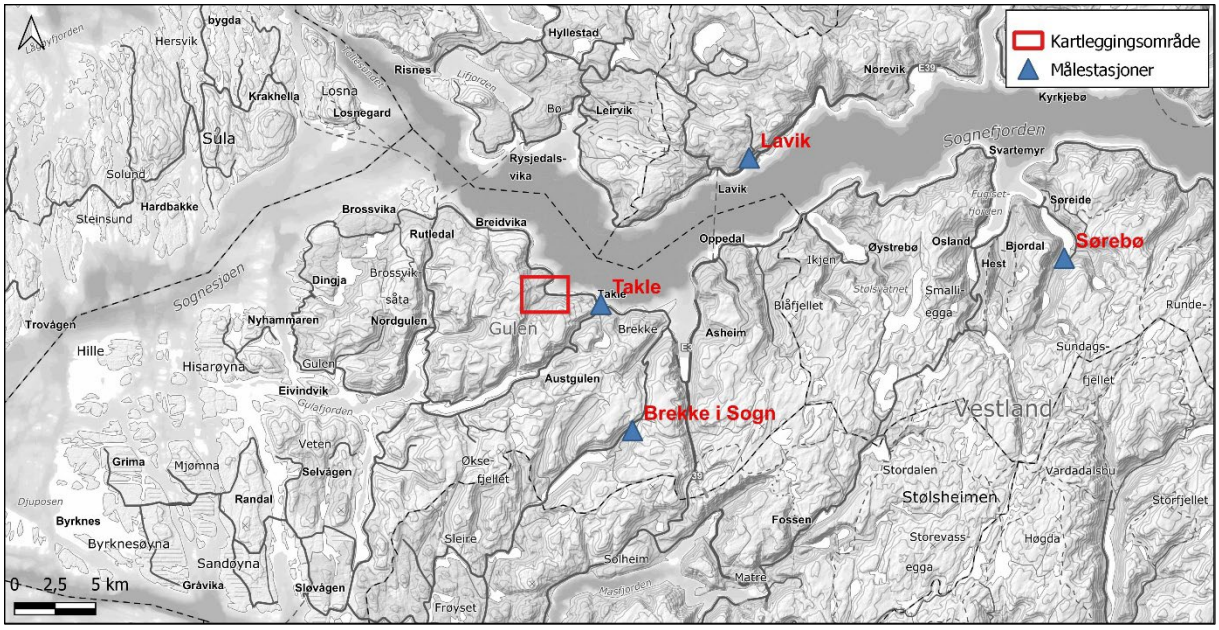
Figur 24: Aktsemdområde for skred i og i nærleiken til kartlagd område. Kjelde: NVE WMS.

2.7 Klimaanalyse

Klima og vêr heng tett saman med skredfare. Temperatur og nedbør er avgjerande for stabiliteten til lausmassar, vassavrenning, flaumskredfare, steinsprangfare som følgje av frostsprenging og sjølvsagt mengde og stabilitet på snø. Det er henta inn relevant klimadata som er nytta til klimaanalyse. Tabell 1 og Figur 25 viser nokre av vêrstasjonane i nærleiken av kartlagt område som klimaanalysen bygger på.

Tabell 1: Vêrstasjonar nytta i klimaanalysen. Årsnormal nedbør viser til klimaperiode 1991-2020, eller gjennomsnitt av dei åra stasjonen har hatt målingar i denne klimaperioden.

Stasjon	Moh.	Måleperiode	Årsnormal nedbør (mm)	Maks snødjupne (cm)	Kommentar
Takle	38	1950 - no	2957	86	
Brekke i Sogn	240	1938 - no	3495	165	
Lavik	26	1895 - no	2402	102	

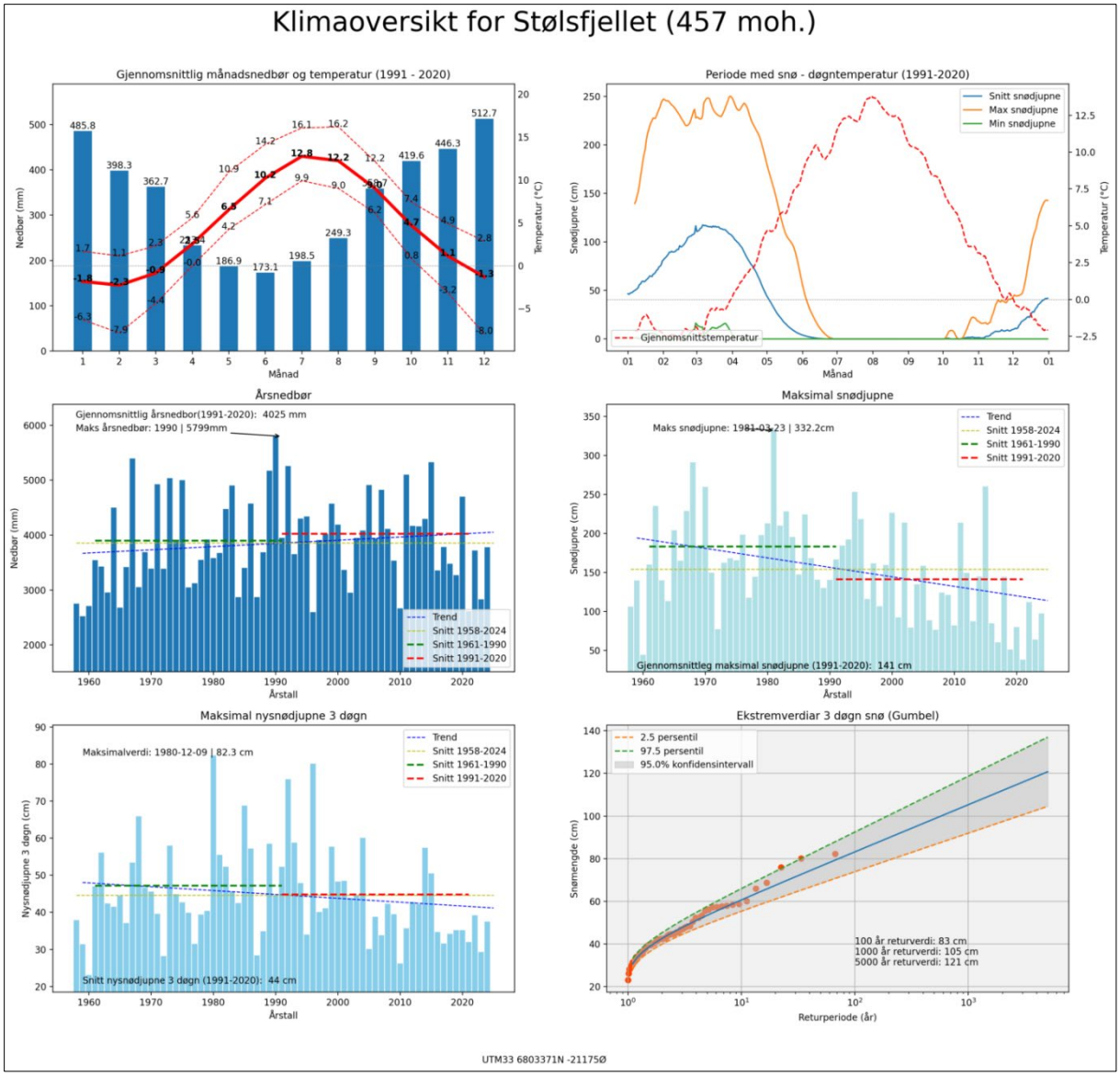


Figur 25: Lokalisering av nokre av målestasjonane som er nytta i klimaanalysen.

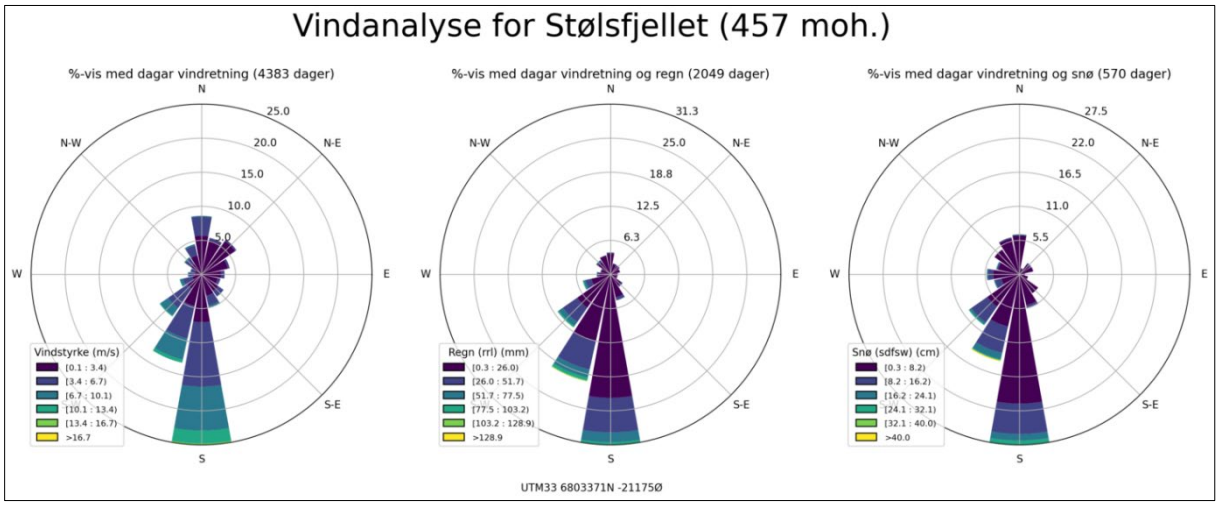
Data til klimaanalysen er henta ut frå NVE si API-løysing (api.nve.no) med data frå senorge 2018-datasettet. Til å henta ut data er det nytta NVE si digitale løysing utvikla av Asplan Viak (2023). Figur 26 og Figur 27 viser relevante klimadata henta ut frå eit område øvst i påverknadsområdet.

Indre delar av Gulen ligg i ein av dei mest nedbørsintensive områda i Noreg, med gjennomsnittleg årsnedbørsum rundt 4000 mm. Klimaanalysen viser at i høgareliggande område rundt Indre Hjartholm har gjennomsnittleg årsnedbør førre klimaperiode vore 4025 mm. Gjennomsnittleg maks snøhøgde er 141 cm, og snittet for 3-døgns nysnøtilvekst er 44 cm. 3-døgns nysnøtilvekst vert nytta som brotkanthøgde til snøskredmodellering og med eit returintervall på 1000 år svarar dette til 105 cm ved gumbel-fordeling. Kartleggingsområda ligg tett på Sognefjorden, og klimaanalyse frå lågareliggande område viser at gjennomsnittstemperaturen over 0 °C heile året og data frå senorge.no viser at det er mindre enn 10 - 25 dagar med meir enn 25 cm med snø.

Analysen viser at sterkaste vindretning er frå sør, og at nedbør òg kjem med vind frå sør. Grunna låge potensielle losneområde for snøskred og klimastatestikk frå lågareliggande område er det ikkje tatt omsyn til snødrift i vurderinga.



Figur 26: Relevant klimadata henta frå NVE API for område øvst i påverknadsområdet.



Figur 27: Frekvensfordeling av vindretning og vindstyrke og vindretning i dagar med nedbør som høvesvis regn og snø for område øvst i påverknadsområdet.

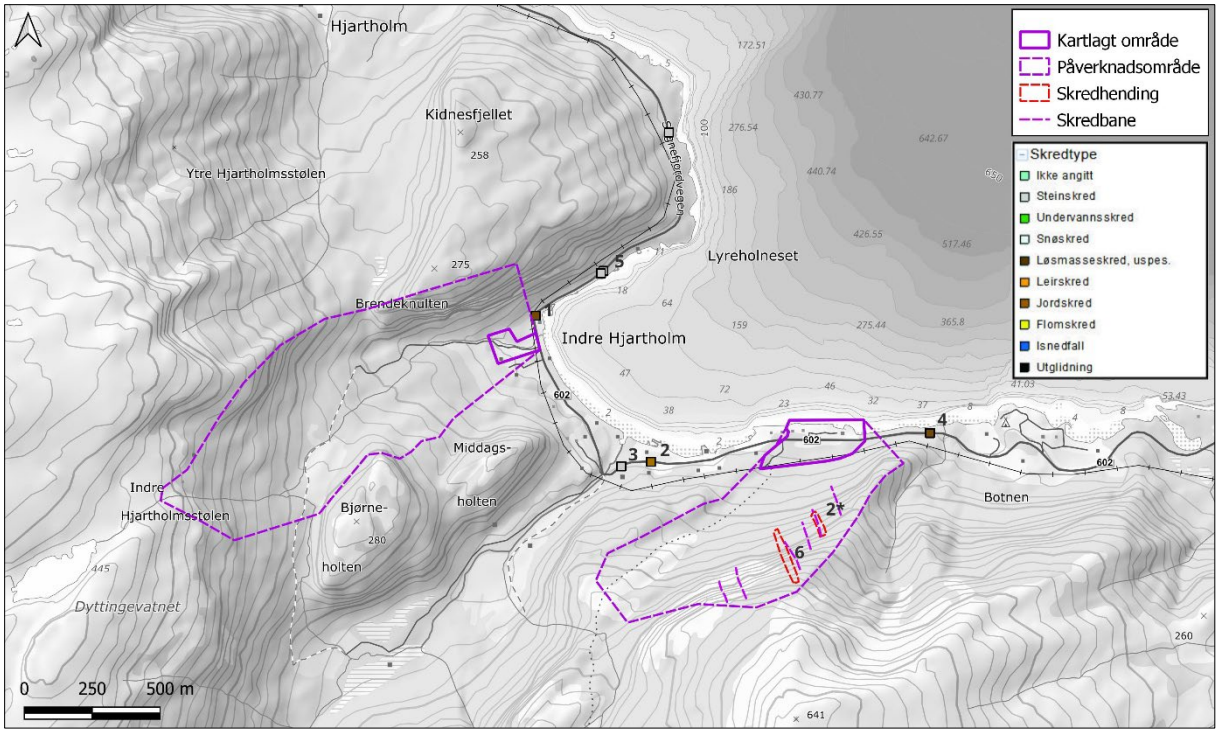
Skredfarevurderinga er utført ut i frå dagens klima og vêrtilhøve, men det er likevel viktig å ha ei forståing for at klimaet (klima er gjennomsnittsvêret over ein periode på 30 år) er i endring. Dei store forskingsinstitusjonane sine klimamodellar gjev meir og meir pålitelege prognosar om global klimautvikling i framtida, men modellane har framleis store uvisser, spesielt på regional og lokal skala. Likevel bør ein ta høgde for dei mange resultata som peikar mot ei global oppvarming, med påfølgjande lokale klimatiske endringar. Norsk Klimaservicesenter sin rapport *Klimaprofil Sogn og Fjordane* (NKSS, 2022), viser at i dette området kan ein forventa ein vesentleg auke i episodar med kraftig nedbør både i intensitet og i førekomst, noko som vil føra til meir overvatn. Det er forventa fleire og større regnflaumar. Når det gjeld skredfaren, aukar faren for jord-, flaum- og sørpeskred på bakgrunn av større nedbørsmengder. Med varmare klima vil meir av nedbøren komma som regn, men i høgareliggande område kan ein ikkje utelukka at meir av nedbøren kan komma som snø i.

2.8 Historiske skredhendingar

På NVE Atlas (atlas.nve.no) finn ein oversikt over skredhendingar i Noreg som er registrert i den nasjonale skreddatabasen. Det er nokre registrerte skredhendingar langs Sognefjordvegen, nær kartleggingsområda. Dette er hovudsakleg tre lausmasseskred og eit steinsprang, i tillegg til eit par registrerte steinspranghendingar frå Hundshammaren, om lag 500 meter aust for kartleggingsområde Indre Hjartholm. Det er oppført noko usikker plassering i dei registrerte lausmasseskreda i databasen. Hendinga frå 2001 er òg funne informasjon om i nyheitskjelder, då høg vassføring langs førte til at elvekanten ved utløpet til elva som renn gjennom gbnr. 136/5 raste ut (Figur 29). Flyfoto frå 2007 viser truleg jordskredhendinga frå 2005, som har gått frå fjellryggen *Høgeskreda*, ovanfor kartleggingsområdet ved Tjovika, i tillegg til at det er observert to relativt ferske skred på flyfoto rundt 2013. Det vart òg observert ei skredhending som er nyare enn tilgjengelege flyfoto, og tiltakshavar informerer om at denne hendinga skjedde rundt 2023/2024 (infopunkt 12). Skredet har truleg gått i omtrentleg same løp som det vestlegaste av skreda frå 2013 (Figur 23). Synfaringa viser at skredspora frå hendingane stoppar tett på foten av fjellet, hovudsakleg grunna lite volum som gjev korte utløp. Skredspora er vist i Figur 30.

Bygdebøkene for Gulen og Brekke herad har informasjon om Indre Hjartholm tilbake til 1600-talet, og det er ikkje funne informasjon om skredhendingar som har gjort skade på bygg eller gardar i kjeldene.

Forutan om flaumhendinga i 2001 er det er ikkje kjent at skred frå påverknadsområda har gått inn i kartleggingsområda, og det er ikkje kjent at det har gått snøskred i påverknadsområda. Relevante skredhendingar er lista opp i Tabell 2.



Figur 28: Registrerte skredhendingar i nasjonal skreddatabase i og i nærleiken til kartlagt område.

Tabell 2: Skildring av relevante skredhendingar i nærleiken til undersøkingsområdet. Nummereringa viser til nummer på figuren over. SHDB = Skredhendingsdatabasen.

#	Skredtype	Dato	Kjelde	*Skildring* og tolking
1	Lausmasseskred, uspesifisert	16.08.2001	SHDB	Hjartholm, Gulen: *Skredbeskrivelse: Svært store nedbørsmengder kom inn over ytre strøk av Sogn og Fjordane og Hordaland frå 15-17 august, lokalt opp til 100mm nedbør. Rapportert av svv, lite info. Skredpunkt lokalisert ved bratt skråning. Usikker skredtype. Tidsusikkerheit rapportert frå svv vurderes som tvilsom, justert frå eksakt til ukjent når på dagen.* Utklipp frå NRK, Gulen, 2001. Viser utglidinga ved elveløpet (infopunkt 1):  Figur 29: Foto: Steinar Lote ©NRK
2 **2***	Jordskred	14.11.2005	SHDB	Indre Hjartholm: *Skredbeskrivelse: Ekstremvêret Loke kom frå nordvest og førte med seg store nedbørsmengder over Vestlandet som utløyste i alt 139 skred. Smelting av snø var ikkje noko vesentleg faktor for utløysing av skreda, med unntak av indre strøk og i dreneringsområde over 500-600 moh (Bondevik og Aa, 2014). Det er rapportert inn to skredhendelser av SVV i Indre Hjartholmsbukta den 14.11. Usikkert om dette er samme eller to*

				separate hendelser. Usikker plassering og skredtype. SVV melder om berørt veglengd frå 10-50 meter, veien ble stengt for all trafikk. Rapportert tidsusikkerheit frå SVV mistenkes å vere knytt til tidspunkt for observasjon/registrering. Lite informasjon ellers. Det er utført en kvalitetskontroll av hendelsen. SGC: Antatt feilplassering i kart, men er truleg ei av skredhendingane ved Høgeskreda (infopunkt 11), observert på flyfoto. Skredet er markert i kartet.
3	Skred frå fast fjell, uspesifisert	14.11.2005	SHDB	Hjartholm: *Ingen beskrivelse*
4	Lausmasseskred, uspesifisert	11.01.1992	SHDB	Takle: *Ingen skredbeskrivelse*
5	Steinsprang	2011-2022	SHDB	Hjartholm: *Skredbeskrivelse 2020: Stein på FV602 løsnet fra vegskjæring 0-50m. Anslått skredvolum på veg: <1m^3. Kilde: Ikke gitt. Kompetansenivå: Helt ukjent kompetanse.* Fleire steinspranghendingar frå vegskjering ved Hundshammaren med utløpt til grøft/veg.
6	Jordskred	2023/2024	Observert i felt	Relativt fersk skredspor observert i felt (Figur 17).

2.9 Tidlegare skredfarevurderingar

SGC kjenner ikkje til at det er utført skredfarevurdering i dette området tidlegare, men har sjølv utført fleire skredfarevurderingar i Gulen kommune. Næraste vurdering er utført ved Botnen, om lag 600 meter aust for kartleggingsområde ved Tjovika i 2024 (SGC, 2024).

2.10 Eksisterande sikringstiltak

Det er ingen sikringstiltak for skred i kartlagt område eller påverknadsområdet, men det er utført utbetringar og inngrep i nedre del av elveløpet ved Indre Hjartholm, hovudsakleg i samband med mogeleg vasskraftstasjon.

2.11 Kartlegging og synfaring

Synfaring er ein viktig del av grunnlagsmaterialet for skredfarevurderinga. Før synfaringa vert relevant grunnlagsmateriale gjennomgått, og potensielle losneområde for skred identifisert. Under synfaringa vert det gjort kartlegging av skredmateriale, skredbanar, lausmassedekke med meir. Det vert gjort vurdering om dei identifiserte losneområda er reelle. For lausmasseskred vert det undersøkt om det er lausmassar i dei potensielle losneområda, eller om det er mogelegheit for at det vert tilført lausmassar til desse. For skred frå fast fjell vert losneområda undersøkt med omsyn til grad av oppsprekking, og dette i lag med eventuelle skredblokker nedanfor er med på å gjera ei vurdering av framtidig losnesannsyn. I område der delar av påverknadsområdet er utilgjengeleg til fots, eller der det er vanskeleg å få oversikt på grunn av bratte fjellsider eller skog, vert det nytta drone til fotografering. Dronefoto er nyttige til identifisering av losneområde, vurdering av oppsprekking og til kartlegging av skredspor- og avsetjingar, blant anna. I dette prosjektet er det nytta drone av typen DJI Mavic 3 Pro. Alle fotografi i rapporten er teke av SGC, dersom ikkje anna er opplyst.

3. Skredfareutgreiing per skredtype

3.1 Steinsprang

Er steinsprang aktuell prosess i påverknadsområdet?

Det er skråningar som er brattare enn 45° i påverknadsområda, og desse områda består av bart fjell. Steinsprang er ein aktuell prosess i påverknadsområda.

Utgreiing av losneområde og losnesannsyn

Aktsemdkartet til NVE viser at det er losneområde langs begge fjellsidene ved Slåttefjellet og Høgeskreda, og utløpsområde i skråninga sør i kartlagt område. Synfaringa viser at i fjellpartia ved Slåttefjellet er det noko variasjon i sprekkegrad mellom austleg og vestleg del av fjellet. I aust (nærast kartleggingsområdet) er det ein sone med høg sprekkegrad i midtre og nedre del (infopunkt 4), men sprekkene er relativt grunne. Foliasjonsplana hallar mot nord-nordvest, som dannar mindre overheng i fjellpartiet (~0,5 meter breie), og enkelte av brotplana ser relativt ferske ut. I vestleg del av fjellpartiet er det større avstand mellom sprekkene, noko som gjev større potensielt ustabile strukturar (infopunkt 5). Størsteparten av urmateriale er observert i terrenget nedanfor ved overgangen mellom desse to fjellpartia. Basert på sprekkegrad og ferske brotplan, i tillegg til skredhistorikk som viser at steinsprang er ein vanleg skredtype i området er det vurdert at losnesannsynet for steinsprang er høgare enn 1/100 per år.

Langs den nordlege sida av fjellryggen ved Høgeskreda, ovanfor Tjovika, er det òg noko variasjon i sprekkegrad og sprekkavstand. I nordaustleg del er det generelt kort sprekkavstand, der hovudsprekkeplana føl foliasjonplana som har fall inn i fjellet (Figur 13). I sørvestleg del av fjellryggen er det større avstand mellom sprekkene, noko som gjev større potensielt ustabile strukturar (Figur 12). Synfaringa viser at skreda i fjellpartiet har vore ein kombinasjon av lausmasseskred og steinsprang, og at ustabile lausmassar i fjellsida truleg har reve med seg stein frå fjellet, og fungerer difor som ein losnemekanisme. Det er samanhengande skredmateriale langs foten av heile fjellryggen, men det vart ikkje observert opne område med urmateriale. Sidan det har vore fleire skredhendingar langs fjellryggen dei siste 25 åra, og desse potensielt kan rive med seg stein frå fjellet, utvide sprekker og danne ustabilitet, er det vurdert at losnesannsynet for steinsprang er høgare enn 1/100 per år.

Utgreiing av utløp

Terrenget direkte nedanfor dei potensielle losneområda som kan generere steinsprang inn i kartleggingsområda er generelt slakt, og studie av flyfoto viser at urfot frå dei potensielle losneområda ikkje når inn i kartleggingsområda.

Det er utført modellering av steinsprang med Rockyfor3D frå dei potensielle losneområda. Modelleringane viser at grunna det slake terrenget i nedre del av påverknadsområda gjer at steinspranga raskt mister energi. Dei modellerte utløpa samsvarar godt med skredmateriale som er observert i kartgrunnlag og i felt. Modelleringane viser at utløp ikkje når inn i kartleggingsområde ved Tjovika. Ved Indre Hjartholm viser enkelte modellerte steinsprangbaner som når inn i nordvestleg del av kartleggingsområdet, men desse strekk seg lenger enn kartlagt urfot, og er vurdert som konservative. Det er ikkje registrert steinspranghendingar inn i kartleggingsområdet, og tiltakshavar er heller ikkje kjent med at dette har skjedd.

Basert på synfaringa, studie av flyfoto og kartgrunnlag, og modelleringsresultat er sannsynet for steinsprang inn i kartleggingsområda vurdert som lågare enn 1/1000 per år.

Steinsprang frå begge fjellpartia kan ha potensiale til å remobilisere urmaterialet nedanfor, men basert på observasjonar frå felt, topografi og modelleringar er det vurdert at eventuell remobilisering ikkje vil ha lenger utløp enn dagens utfot og nå inn i kartleggingsområda.

Når steinsprang inn i kartleggingsområdet?

Sannsynet for steinsprang i kartleggingsområda er vurdert som lågare enn 1/1000 per år.

3.2 Steinskred

Er steinskred aktuell prosess i påverknadsområdet?

Det er større samanhengande bratte parti i det vestlege fjellpartiet ved Slåttefjellet og i sørvestleg del av Høgeskreda. Det er observert større strukturar i desse fjellpartia med vesentleg sprekkdanning, og desse er vurdert som ustabile. Steinskred er er ein aktuell prosess.

Utgreiing av losneområde og losnesannsyn

I det vestlege fjellpartiet ved Slåttefjellet er det observert større ustabile strukturar, med sprekkeplan som føl foliasjonsplana med fall mot nord-nordvest, i tillegg til sprekkeplan som står både normalt og skrått på foliasjonsplana. Dette gjer at det er danna fleire overheng og flakstrukturar utan støtte i grunn, med potensiale for skred med eit volum tilsvarande steinskred. Det er ingen registrerte steinskredhendingar frå fjellsida, og størsteparten av utfall vil gå som steinsprang. Det er likevel observert store blokker (>5 m³) i ura nedanfor, tolka å stamme frå tidlegare steinskredhendingar. Losnesannsynet for steinskred frå Slåttefjellet er vurdert som mellom 1/100 og 1/1000 per år.

I fjellryggen i øvre del av påverknadsområdet ved Tjovika er det observert større potensielt ustabile strukturar i den sørvestlege delen av fjellryggen. Hovudsprekkeplana føl foliasjonsplana mot sørvest, , der sprekkavstanden i den sørvestlege delen av fjellryggen er estimert å vere mellom 0,5 – 2 meter Dette har ført til område med overheng, i tillegg til større kubiske blokker utan støtte i grunn. Det er vurdert at det er potensiale for at større blokker kan losne og eventuelt rive med seg større volum. Det er ikkje spor etter steinskredhendingar nedanfor fjellpartia ved Høgeskreda, og det er ikkje observert opne område med urmateriale. Losnesannsynet er difor vurdert som lågt, men høgare enn 1/1000 per år grunna dei større sprekkestrukturane i sørvestleg del av fjellet.

Utgreiing av utløp

Det er utført modelleringar med Rockyfor3D med oppløysing på 5x5 meter for å simulere ei skredhending frå fjellsida der terrenget har mindre betydning grunna volumet i skredet. Modelleringsresultata viser at størsteparten av utløpa frå det potensielle losneområdet ved Slåttefjellet vil nå ned til elva i påverknadsområdet, vest for kartleggingsområdet. Det er eit modellert skredløp som når inn i nordvestleg del av kartleggingsområdet, men skredløpet går vesentleg lenger enn urfoten nedanfor.

Grunna at det er potensiale for at det kan losne større volum frå det vestlege fjellpartiet ved Slåttefjellet er det vurdert terrenget kan bli jamna ut, og at utløp kan nå forbi dagens urfot.

Basert på observasjonar i felt og modellering er det vurdert at utløpssannsynet inn i kartleggingsområdet er lågt, men høgare enn 1/1000 per år i nordvestleg del av kartleggingsområdet ved Indre Hjartholm.

Losneområda ved Høgeskreda er lokalisert i sørvestleg del av fjellryggen, og vender mot nordvest. Utfallsretning, i kombinasjon med terrenget direkte nedanfor gjer at det er vurdert som usannsynleg at det vil bli generert steinskred med stort nok volum som vil gje ei retningsendring i utløp ned mot kartleggingsområdet. Modelleringane viser at utløp frå dei potensielle losneområda sørvest ved Høgeskreda vil stoppe i terrenget sørvest for kartleggingsområdet ved Tjovika. Sannsynet for steinskred frå Høgeskreda ned i kartleggingsområde ved Tjovika er vurdert som vesentleg lågare enn 1/1000 per år.

Når steinskred inn i kartleggingsområdet?

Det er vurdert at sannsynet for at steinskred når inn i nordvestleg del av kartleggingsområdet ved Indre Hjartholm er høgare enn 1/1000 per år.

3.3 Snøskred

Er snøskred aktuell prosess i påverknadsområdet?

Det er område som er brattare enn 25° i påverknadsområdet og gjennomsnittleg snødjupne i høgareliggande område førre klimaperiode er 141 cm. Snøskred kan difor vere ein aktuell prosess i påverknadsområdet.

Utgreiing av losneområde og losnesannsyn

Indre Hjartholm ligg i kystnære strøk, med eit temperert og maritimt klima. Klimaanalysen frå høgareliggande område viser at det likevel kan komme nok snø i påverknadsområdet til utløysing av snøskred. Analysen (kap. 2.7) viser at i lågareliggande område er gjennomsnittstemperaturen over 0 °C heile året, og at det er færre enn 10 – 25 dagar i året med meir enn 25 cm snø. Hellingskartet viser at det er avgrensa område i lågareliggande terreng med nok helling til å kunne utløyse snøskred, og kombinert med klimaanalysen og ruheita i terrenget, er det er vurdert at sannsynet for snøskred med skadepotensiale frå terreng under 200 moh. i påverknadsområda er lågare enn 1/1000 per år.

I påverknadsområdet ved Tjovika består terrenget høgare enn 200 moh. hovudsakleg av fjellryggen som avgrensar påverknadsområdet. Kartgrunnlaget viser at fjellpartia ved Høgeskreda er bratte opp til toppen av fjellryggen, før ryggen hallar ned mot søraust. Dette gjer at det er særs avgrensa område som kan akkumulere nok snø til å løyse ut snøskred. Det er potensiale for at det kan bygge seg små skavlar langs toppen av fjellryggen, men desse vil ikkje kunne bygge seg store nok til å generere snøskred som kan nå kartlagt område. Det er vurdert at losnesannsynet for snøskred som kan nå kartleggingsområdet ved Tjovika er lågare enn 1/1000 per år.

I påverknadsområdet ved Indre Hjartholm er fjellpartia opp mot Slåttefjellet næraste høgareliggande område. Her òg er fjellet for bratt til at det vil kunne akkumulerast større, samanhengande snødekke. Det er avgrensa område i øvre del av fjellpartia som kan akkumulere snø, men synfaringa og kartgrunnlaget viser at desse består av oppstykka hylleparti. Det er vurdert at det ikkje er store nok område til å akkumulere nok snø for å løyse ut snøskred i fjellpartiet opp mot Slåttefjellet.

I vestleg del av påverknadsområdet ved Indre Hjartholm er det eit skråningsparti som strekk seg opp mot Klypa, der det er potensiale for at det kan bli akkumulert større snømengder, i tillegg til at gjennomsnittshellinga er rundt 30 grader. Det er vurdert at dette er einaste potensielle losneområde for snøskred i påverknadsområda. Det er ingen kjent snøskredhistorikk i nærområdet, og tiltakshavar er heller ikkje kjent med at det har gått snøskred i området. Basert på klimaanalysen er det vurdert at det kan komme nok snø i terreng over 200 moh. til at det blir danna samanhengande snødekke. Losnesannsynet for snøskred er vurdert som lågt, men høgare enn 1/1000 per år.

Utgreiing av utløp

Det er identifisert losneområde for snøskred i eit skråningsparti opp mot Klypa, nordvest i påverknadsområdet for Indre Hjartholm, og det er modellert frå to potensielle losneområde. Modelleringa er utført med dynamisk modell, RAMMS::Avalanche (Kap. 4.2). Resultatet viser at på grunn av det slake dalføret i midtre og nedre del av påverknadsområdet så oppnår ikkje snøskreda høge hastigheiter, og modellerte utløp stoppar over 150 meter frå kartlagt område.

Når snøskred inn i kartleggingsområdet?

Sannsynet for snøskred i kartleggingsområda er vurdert som lågare enn 1/1000 per år.

3.4 Jordskred

Er jordskred aktuell prosess i påverknadsområdet?

Det er skråningar som er brattare enn 20° i påverknadsområdet. Lausmassekartet til NGU viser at det er kartlagt hovudsakleg moreneavsetjing og skredmateriale i påverknadsområda og det er observert spor etter lausmasseskred i området. Jordskred er ein aktuell prosess.

Utgreiing av losneområde og losnesannsyn

Aktsemdkartet for jord- og flaumskred viser at det er potensielle losneområde langs hovuddreneringsvegane i dei to påverknadsområda. Jamfør dei nye aktsemdkarta til NVE for jord- og flaumskred, er det flaumskred som er dimensjonerande for aktsemdsona i kartleggingsområdet ved Indre Hjartholm. I kartleggingsområdet ved Tjovika er det flaumskred som er dimensjonerande for utløp, men det er òg aktsemdsone for jordskred i kartleggingsområdet.

Synfaringa (kap. 2.3) viser at lausmassedekket i påverknadsområda anten består av grovt morenemateriale (Indre Hjartholm) eller kompakt skredmateriale (Tjovika). Ved Indre Hjartholm er det vurdert at potensielle losneområde for jordskred ligg så langt vest i påverknadsområdet at desse ikkje når inn kartleggingsområdet. Langs dreneringsvegen i påverknadsområdet vert flaumskred vurdert som ein meir aktuell skredtype og omtala i flaumskredkapittelet. Ura nedanfor Slåttefjellet er vurdert å ligge stabilt. Eventuell remobilisering av ura på grunn av steinsprang blir reikna som steinsprang, og det er vurdert at desse ikkje vil ha lenger utløp enn det som er vurdert i kap. 3.1.

I påverknadsområdet ved Tjovika vil eventuelle lausmasseskred langs dreneringsvegen som kjem ned frå Holtane vere grunna høg vassføring, og definert som flaumskred. Det er derimot både registrert og observert lausmasseskred frå fjellpartiet ved Høgeskreda. Synfaringa og

studie av tilgjengelege flyfoto viser at det dei siste 25 åra minimum har gått fire jordskred frå dette fjellpartiet. Eldste flyfoto viser at fjellpartiet var relativt bart på 1970-talet, men over tid har det stadvis danna seg eit tynt lausmassedekke i fjellpartiet. Grunna den bratte hellinga i fjellpartiet er det avgrensa kor tjukke lausmassedekka kan bli før desse blir ustabile, og rasar ut. Basert på skredhistorikk, studie av flyfoto og observasjonar i felt er det vurdert at losnesannsynet for jordskred frå Høgeskreda er vesentleg høgare enn 1/100 per år.

Utgreiing av utløp

Observasjonane i felt viser at tidlegare jordskredhendingar frå Høgeskreda ikkje har hatt utløp vesentleg lenger enn foten av fjellpartiet. Dette er tolka å vere grunna at lausmassedekket ikkje får bygd seg noko vesentleg tjukkare enn 0,3 – 0,5 m. I tillegg er det lite lausmassar i det bratte fjellpartiet, og erosjonspotensiale er lågt. Utløpa av tidlegare skredhendingar viser òg at volumet som har rast frå fjellet truleg er for lite til at det genererer nok energi til å erodere i lausmassane nedanfor. Lausmassane nedanfor består av tidlegare skredmateriale, og er antatt å vere komprimert, som reduserer erosjonspotensialet.

Det er utført modellering frå dei potensielle losneområda med RAMMS::Debrisflow med utgangspunkt i standardiserte verdiar (NVE, 2020B). Resultatet viser at jordskreda raskt mister hastigheit og energi når utløpa når ned i terreng under 30°. Utløpa som når inn i kartleggingsområdet har hastigheiter under 2 m/s og har dermed lite krefter. Dei modellerte utløpa viser vesentleg lenger utløp enn det som var observert i felt frå tidlegare skredhendingar, og det er vurdert at vesentleg lenger utløp er lite sannsynleg, då det er avgrensa kor tjukt lausmassedekket i det bratte fjellpartiet kan bli før det rasar ut.

Når jordskred inn i kartleggingsområdet?

Sannsynet for jordskred med skadepotensiale inn i kartleggingsområda er vurdert som lågare enn 1/1000 per år.

3.5 Flaumskred

Er flaumskred aktuell prosess i påverknadsområdet?

Det er to konsentrerte dreneringsvegar i påverknadsområda; elva som renn frå Dyttingvatnet ned gjennom kartleggingsområdet ved Indre Hjartholm, og bekken som renn frå Holtane ned gjennom kartleggingsområdet ved Tjovika. Flaumskred kan vere ein aktuell prosess.

Utgreiing av losneområde og losnesannsyn

Dei nye aktsemdkarta til NVE for jord- og flaumskred viser at det hovudsakleg er flaumskred som er dimensjonerande for aktsemdsonene i kartleggingsområda. Losneområda for aktsemdsonene er hovudsakleg plassert i øvre delar av påverknadsområda. Skredhistorikken (kap. 2.8) viser at høg vassføring i elva som renn gjennom Indre Hjartholm har ført til utrasingar ved elvemunningen. Tiltakshavar fortel òg at elva førte til erosjon langs elvekanten under hendinga.

Synfaringa (kap. 2.3) viser at lausmassane langs dreneringsvegane anten består av grove morenemassar (Indre Hjartholm) eller kompakt skredmateriale (Tjovika). Elva i kartleggings- og påverknadsområdet ved Indre Hjartholm renn hovudsakleg på fast fjell, der finare

lausmassar langs elveløpet er vaska vekk, og det er hovudsakleg større stein og blokker som ligg langs løpet. Det vil krevst veldig høg energi for å transportere dei grove lausmassane i elveløpet over lenger distanse, men synfaringa viser at det er tidvis høg nok energi i elva til å flytte større blokker korte avstandar. Det er vurdert at på grunn av dei grove lausmassane så er det lite sannsyn for at det blir danna store flaumskred som tek med seg mykje massar nedover elveløpet. Flaumskred vil hovudsakleg opptre som lokale oppsamlingar og forskyvingar av lausmassane langs elveløpet, eller lokal erosjon langs løpet grunna høg vassføring. Oppstuving av lausmassar langs løpet kan òg gje fleire potensielle losneområde, der oppsamling av vatn kan føre til lokal dembrist eller at vatnet blir tvunge over i andre løp. Basert på observasjonar i felt og skredhistorikk er det vurdert at losnesannsynet for flaumskred er høgare enn 1/100 per år, men dette er grunna lokale utrasingar langs løpet grunna høg vassføring.

Dreneringsvegen i kartleggings- og påverknadsområdet ved Tjovika fører vesentleg mindre vatn enn elva ved Indre Hjartholm. Synfaringa viser at dreneringsvegane i sørvestleg del av påverknadsområdet hovudsakleg renn på fast fjell, før desse blir samla og konsentrert langs fjellryggen ved Sloka. I nedre del av bekkeløpet består lausmassane av kanta stein og blokker, tolka å vere gammalt skredmateriale. Under synfaringstidspunktet rann det lite vatn i bekken, og det vart ikkje observert spor etter vesentleg erosjon eller skredhendingar langs denne. Basert på observasjonar i felt er det vurdert at losnesannsynet for flaumskred i dreneringsvegane er lågt, men sidan kartleggingsområda ligg i eit område med høg nedbørsintensitet, er det vurdert at losnesannsynet for flaumskred er høgare enn 1/1000 per år.

Utgreiing av utløp

Basert på observasjonar i felt er det vurdert at det ikkje vil bli danna store, samanhengande flaumskred langs elveløpet ved Indre Hjartholm. Dette hovudsakleg grunna dei grove lausmassane, i tillegg til den relativt slake terrenghellinga. Høg vassføring i elva kan føre til lokale pulsar med oppstuving og avsetjing, men ikkje store masseførande flaumskred. Det er likevel vurdert at elva vil ha høg nok vassføring og energi til at det er lokale losneområde langs heile løpet, noko som òg gjev lokale utløp, i tillegg til erosjon.

Det er utført modellering frå dei potensielle losneområda med RAMMS::Debrisflow med utgangspunkt i standardiserte verdiar (NVE, 2020B). Resultatet viser at grunna det generelt slake terrenget langs dreneringsvegane, så oppnår ikkje eventuelle flaumskred høg hastigheit eller energi, og vil difor halde seg konsentrert i dreneringsløpa. Grunna potensielt høg vassføring i elva ved Indre Hjartholm og generelt høg nedbørsintensitet i området, er det likevel vurdert at sannsynet for flaumskred ved Indre Hjartholm er vurdert som høgare enn 1/100 per år langs elveløpet, og høgare enn 1/1000 per år langs dreneringsvegen ved kartleggingsområdet i Tjovika.

Når flaumskred inn i kartleggingsområdet?

Det er vurdert at sannsynet for flaumskred er høgare enn 1/100 per år i kartleggingsområdet ved Indre Hjartholm, og høgare enn 1/1000 per år i kartleggingsområdet ved Tjovika.

3.6 Sørpeskred

Er sørpeskred aktuell prosess i påverknadsområdet?

Det er ikkje observerte sørpeskredhendingar dette området tidlegare, men det er slake parti langs elveløpet ved Indre Hjartholmsstølen, vest i påverknadsområdet for Indre Hjartholm, og

ved Holtane i påverknadsområdet for Tjovika. Sørpeskred kan vere ein aktuell prosess i påverknadsområdet.

Utgreiing av losneområde og losnesannsyn

Klimaanalysen viser at det generelt er lite snø i lågareliggande terreng rundt kartleggingsområda, men at det kan komme ein del snø i høgareliggande terreng. Sørpeskred er hurtige, flaumliknande skred av vassmetta snø som blir utløyst når tilførsel av vatn er høgare enn dreneringa ut av snødekka. Øvst i påverknadsområdet for Tjovika, ved Holtane, er det relativt slake område som kan ha potensiale til å akkumulere snødekke. Kartgrunnlaget viser likevel at terrenget er jamt hellande, i tillegg til at område som ligg høgt nok til å kunne akkumulere nok snø for sørpeskred ligg i øvre del av nedslagsfeltet for nedbør. Terrenget, i kombinasjon med eit avgrensa nedbørsfelt og lite snø, gjer at sannsynet for at det blir danna sørpeskred i området rundt Holtane er vurdert som lågare enn 1/1000 per år.

Vest i påverknadsområdet for Indre Hjartholm, kjem elva ned frå Dyttingvatnet i relativt slakt terreng. Utløpet frå Dyttingvatnet ligg på om lag 400 moh., og klimaanalysen viser at det kan komme ein del snø i desse områda. Studie av elveløpet viser at elva tidvis har høg vassføring, og det vil krevst heilt spesielle forhold for å danne losneområde for sørpeskred i øvre del av elva. Det er ingen kjende sørpeskredhendingar i området, og tiltakshavar er heller ikkje kjend med at det har gått sørpeskred i elva tidlegare. Basert på synfaringa, skredhistorikk og klimaanalyse er det vurdert at losnesannsynet for sørpeskred er lågt, men høgare enn 1/1000 per år.

Utgreiing av utløp

Kartgrunnlaget viser at elva går frå Indre Hjartholmsstølen ned eit relativt bratt fjellparti (~ 40°), før elva går inn i det slake dalføret ned mot Indre Hjartholm. Heile dalføret ligg i terreng under 200 moh., og basert på klimaanalysen er det vurdert at det vil ligge særs lite snø i terrenget i desse områda, noko som vil redusere medriving av snø langs eit eventuelt skredløp.

Det er utført modellering frå det potensielle losneområdet med RAMMS::Debrisflow med utgangspunkt i standardiserte verdiar (NVE, 2021B). Resultatet viser at eventuelle skred kan oppnå relativt høg hastigheit ned mot dalføret, men vil her raskt miste hastigheit og energi. Sørpeskred har vanlegvis lågare viskositet enn lausmasseskred, noko som gjer at dei i større grad vil følgje definerte terrengformer som elveløp, og noko modelleringane òg viser. Observasjonar i felt viser at elva tidvis kan ha høg vassføring, og det er vurdert at om eit sørpeskred blir løyst ut i øvre del av elva, så vil dette bli utvatna på veg ned mot kartleggingsområdet, og vil hovudsakleg opptre som ein kort periode med høg vassføring i elva.

Det er totalt sett vurdert at sannsynet for at det losnar sørpeskred som er store nok til å ha utløp inn i kartleggingsområdet er lågare enn 1/1000 per år.

Når sørpeskred inn i kartleggingsområdet?

Sannsynet for sørpeskred i kartleggingsområda er vurdert som lågare enn 1/1000 per år.

3.7 Samla nominelt årleg skredsannsyn og konklusjon

Skredfarevurderinga konkluderer med at samla nominelt sannsyn for skred er høgare enn 1/100 og 1/1000 per år i delar av kartleggingsområda, der flaumskred og steinskred er dimensjonerande skredtypar. Langs dreneringsvegane er flaumskred dimensjonerande skredtype, hovudsakleg grunna lokal erosjon og oppstuvingar. Ved Indre Hjartholm er det vurdert at det er fare for steinskred i nordvestleg del av kartleggingsområdet, med årleg sannsyn høgare enn 1/1000.

Tiltak i tryggleiksklasse S1 og S2 må plasserast utanfor sine respektive faresoner for å tilfredsstille krava i TEK17 §7-3.

Vurderingane som er utført i denne rapporten tar utgangspunkt i terrengtilhøva slik dei var på synfaringstidspunkt. Eventuelle framtidige inngrep i området kan endre dei geologiske og hydrologiske forholda, og dermed også skredfaren.

Det er ikkje utarbeidd faresoner for skred med årleg sannsyn ≥ 1/5000 då det ikkje er planar om byggverk i tryggleiksklasse S3.

Faresonekartet er vist i vedlegg.

3.8 Føresetnadar for vurderingane

3.8.1 Skog

Det er ikkje tatt omsyn til skog i vurderinga.

3.9 Stadspesifikk usikkerheit

Det er ingen stadspesifikk usikkerheit i dette prosjektet.

4. Modellering

4.1 Rockyfor3D

For modellering av utbreiing av steinsprang frå ulike losneområde er programvara Rockyfor3D nytta (v. 6.0.1). Rockyfor3D er ein modell som bereknar utløp av steinsprang (som enkeltblokker) ved hjelp av deterministiske og stokastiske algoritmar, med kjeldeområde definert i terreng brattare enn 45° (Dorren, 2016). I programmet er det brukt funksjonen *Rapid Automatic Simulation*. Dette gjer at terrengtype og terrengruheit er parametrar som modellen definerer automatisk, på grunnlag av den digitale terrengmodellen, mens blokkstorleik og blokkform er vald ut i frå anbefalingar i FoU-rapport (NVE, 2020C), eller observasjonar frå felt.

Utløp av dei simulerte blokkene vert vist med utløpssannsyn. Forskingsrapport (NVE, 2020C) og brukarmanual (Dorren, 2016) påpeikar at skredutløp med sannsyn under 1 – 1,5 % er urealistisk, og kan sjåast vekk i frå. Eit anna tolkingsresultat frå FoU-rapporten, er at programmet kan overdrive korleis mindre renner og nedskjeringar i terrenget styrer skredbaner. Programmet viser ofte utbreiing i smale tunger, noko som kan vera realistisk i større renner og nedskjeringar, men som ofte vert overdrive av programmet der desse terrengformene er små. Det bør vurderast om realistisk utbreiing av steinsprang vil være breiare, kortare, og mindre konsentrert enn kva modelleringa tilseier.

Modelleringane vert ikkje nytta direkte i vurdering av faresoner, men brukt som eit hjelpemiddel i lag med blant anna kartlegging av skredblokker, losnesannsyn i losneområda, og topografi i lag med feltbilete og skjønn.

Val av parametrar til modelleringa er vist i tabell under, og resultat er vist i vedlegg og diskutert i kap. 3.1.

Tabell 3. Inndata brukt ved modelleringane av steinsprang i Rockyfor3D.

Inndata	Verdi	Kommentar
Oppløysing terrengmodell	2 x 2 m 5 x 5 m	Terrengmodellen er laga ved å konvertere rasterfila i QGIS.
Blokkstorleik	1,3 x 1,3 x 1,2 m (1 m³) 1,6 x 1,6 x 1,5 m (2 m³)	
Blokkform	Ellipse	
Tal på simuleringar (per celle)	150	Høgt tal for å oppnå eit meir presist sannsyn innanfor modelleringa
Vekta etter helling (*cliff area weighted)*	Ja	
Variasjon i blokkstorleik	20 %	
Ekstra fallhøgd	0 m	
Terrengruheit (rg70, rg20 og rg10) og jordtype	Berekna automatisk med medium ruheit, basert på terrengmodellen	
Skog	Nei	

4.2 RAMMS

RAMMS::Debrisflow (v. 1.8.0) er nytta til modellering jordskred, flaumskred, sørpeskred og til strøymingsanalyse. Strøymingsanalysen er utført ved å legga eit stort losneområde i øvre del av fjellsida og simulering med parametrar tilsvarande sørpeskred for å få lange utløp. Analysen viser då kor terrenget styrer drenering, og dette kan brukast til å avgrensa påverknadsområde og til å vurdera potensielle losneområde ut i frå drenering.

Modellering av jordskred og flaumskred er gjort ut i frå anbefalingar i NVE, 2020B frå representative startpunkt øvst i det potensielle losneområdet, i tillegg til skråningar over 30° med lausmassar i kartlagt område og langs dreneringsvegar. Losneområda brukt i modellering er mindre i utstrekking enn dei potensielle losneområda som er vist i registreringskarta. Erosjonspolygon og erosjonsdjupne er vurdert ut i frå feltkartlegging og kartdata.

For sørpeskred, som kan losna i relativt slakt terreng, vert i nokre tilfelle losneområda plassert lenger nede i same skredbane, der hellinga er høgre, for å betre passa med RAMMS. Identifisering av losneområde for sørpeskred, og modellering av utløp er gjort ut i frå anbefalingar i NVE, 2021 og NVE, 2021B.

RAMMS::Avalanche (v. 1.8.0) er nytta til modellering av snøskred. For val av brotkanthøgd er det nytta anbefalingar i rettleiar frå NVE (NVE, 2020), med lokale tilpassingar. Brotkant er justert etter gjennomsnittshelling i losneområda i samsvar med Salm et al, 1990 og i tillegg vurdert for snødrift. Det er nytta standard friksjonsparametrar for underlag vald av programmet ut i frå storleiken på losneområda. Resultata vert vurdert opp mot skredhistorikk i området og kartlegging av snøskredavsetjingar der dette er kjent, i tillegg til topografi og klimastatistikk. I modelleringane er det utført høgdejustering etter programmet sine anbefalingar for denne regionen.

Modelleringane fortel ingenting om losnesannsyn og dette vert vurdert ut i frå blant anna skredhistorikk, skredavsetjingar, observasjonar frå synfaring og fagleg skjønn. Resultata er ikkje nytta direkte til å fastsetja faresoner.

Resultat frå modelleringar er vist i kartvedlegg, og parametrar nytta i modelleringane er vist i tabellar under.

Tabell 4: Parametrar nytta til modellering av strøymingsanalyse

Strøymingsanalyse	
Skildring av terreng	
Losneområde	Stort samanhengande losneområde i øvre delar av påverknadsområda
Skredbane	Kupert fjellside med helling 15-55°, slake dalføre
Utløp	Dyrka mark, fjord
Friksjonsparametrar	Xi = 3000 m/s^2, Mu = 0.05
Startvolum	L1: 8611 m³ L2: 1569 m³ L3: 4548 m³ L4: 2424 m³ L5: 880 m³
Høgdeskilnad losneområde	-
Oppløysing terrengmodell	2 x 2
Erosjon	-

Tabell 5: Parametrar nytta til modellering av snøskred

Snøskred	
Skildring av terreng	
Losneområde	Konkave område med moglegheit for oppsamling av snø, 30° – 60°
Skredbane	Kupert fjellside med helling 15-55°
Utløp	Slakt dalføre, 5 - 20°
Friksjonsparametrar	300 år, medium store skred
Brotkanthøgde	100 cm
Volum losneområde	1: 31 730 m^3 2: 38 367 m^3
Oppløysing terrengmodell	5 x 5 m
Høgdejustert	500 m / 0 m
Skog	Nei
Medriving av snømassar langs skredbane	Nei

Tabell 6: Parametrar nytta til modellering av jordskred

Jordskred	
Skildring av terreng	
Losneområde	Tynt lausmassedekke på fast fjell, 30° - 60°
Skredbane	Bratt fjellside med helling 45-80°
Utløp	Kupert fjellside med helling 15-55°
Friksjonsparametrar	Xi = 200 m/s^2, Mu = 0.2
Brotkanthøgde	0,5 m
Høgdeskilnad losneområde	10 – 15 m
Volum losneområde	1: 136 m^3 2: 156 m^3 3: 237 m^3 4: 117 m^3 5: 151 m^3 6: 177 m^3 7: 210 m^3
Oppløysing terrengmodell	2 x 2 m
Erosjon	2000 kg/m^3, 0,025 m/s, 0,05 m per kPa, 1,0 kPa, 0,1 m.

Tabell 7: Parametrar nytta til modellering av flaumskred

Flaumskred	
Skildring av terreng	
Losneområde	Elve- og bekkeløp 20° - 45°
Skredbane	Elve- og bekkeløp 10° - 30°, fast fjell
Utløp	Elve- og bekkeløp i slakt terreng, fjord
Friksjonsparametrar	Xi = 400 m/s^2, Mu = 0.05
Brotkanthøgde	1 m
Høgdeskilnad losneområde	10 – 15 m
Volum losneområde	1: 169 m^3 2: 161 m^3 3: 91 m^3 4: 166 m^3 5: 208 m^3 6: 157 m^3
Oppløysing terrengmodell	2 x 2
Erosjon	2000 kg/m^3, 0,013 m/s, 0,05 m per kPa, 1,5 kPa, 0,2 m.

Tabell 8: Parametrar nytta til modellering av sørpeskred

Sørpeskred	
Skildring av terreng	
Losneområde	Slakt område med moglegheit for snøakkumulasjon, langs elveløp
Skredbane	Elveløp med helling 5 - 55°
Utløp	Elveløp i slakt dalføre, fjord
Friksjonsparametrar	Xi = 4000 m/s^2, Mu = 0.05
Brotkanthøgde	1 m
Volum i losneområde	759 m^3
Oppløysing terrengmodell	2 x 2
Erosjon	1000 kg/m^3, 0,05 m/s, medium, 0,2 m per kPa, 0,5 kPa, 0,5 m.

5. Referansar

Asplan Viak, 2023. *AV-Klima*. frå https://nve-av-klima.azurewebsites.net/ Henta 15.08.2025

Dorren, L.K.A., 2016. Rockyfor3D (v5.2) revealed – Transparent description of the complete 3D rockfall model. ecorisQ paper (www.ecorisq.com)

NKSS, 2022. *Klimaprofil Sogn og Fjordane*

NVE. 2020. *Veileder for utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng.* Versjonsdato: 12.11.2020 https://www.nve.no/veileder-skredfareutredning-bratt-terreng Lest: 24.09.2025

NVE, 2020B. *FOU 80607 – RAMMS::Debris Flow for beregning av jordskred*. Ekstern rapport nr 20/2020

NVE, 2020C. *Uttesting av eksisterende metodikk for modellering av steinsprang.* Ekstern rapport 24/2020, datert 05.12.2020

NVE, 2021. *Identifisering av løsneområder for sørpeskred.* Ekstern rapport 8/2021.

NVE, 2021B. *Bruk av RAMMS::DEBRISFLOW på kjente sørpeskredhendingar.* Ekstern rapport 9/2021.

Salm et al, 1990. *Berechnung von Fliesslawinen Eine Anleitung fuer Praktiker mit Beispielen*.

SGC, 2024. *Skredfarevurdering for område ved Botnen, Gulen kommune*. Rapport nr.: 2024-11-383, datert 20.12.2024.

WMS-lag

Norgeskart: https://openwms.statkart.no/skwms1/wms.topo

Norgeskart gråtone: https://openwms.statkart.no/skwms1/wms.topograatone

NGU, berggrunnskart: https://geo.ngu.no/mapserver/BerggrunnWMS3

NGU, lausmassekart: https://geo.ngu.no/mapserver/LosmasserWMS2

NIBIO skogressurskart: https://wms.nibio.no/cgi-bin/sr16?VERSION=1.3.0

NIBIO markfuktkart: https://wms.nibio.no/cgi-bin/markfuktighetskart

NVE aktsemdkart snøskred:
https://nve.geodataonline.no/arcgis/services/SnoskredAktsomhet/MapServer/WmsServer

NVE aktsemdkart steinsprang:
https://nve.geodataonline.no/arcgis/services/SkredSteinAktR/MapServer/WmsServer

NVE aktsemdkart jord- og flaumskred:
https://nve.geodataonline.no/arcgis/services/SkredJordFlomAktR1/MapServer/WMSServer

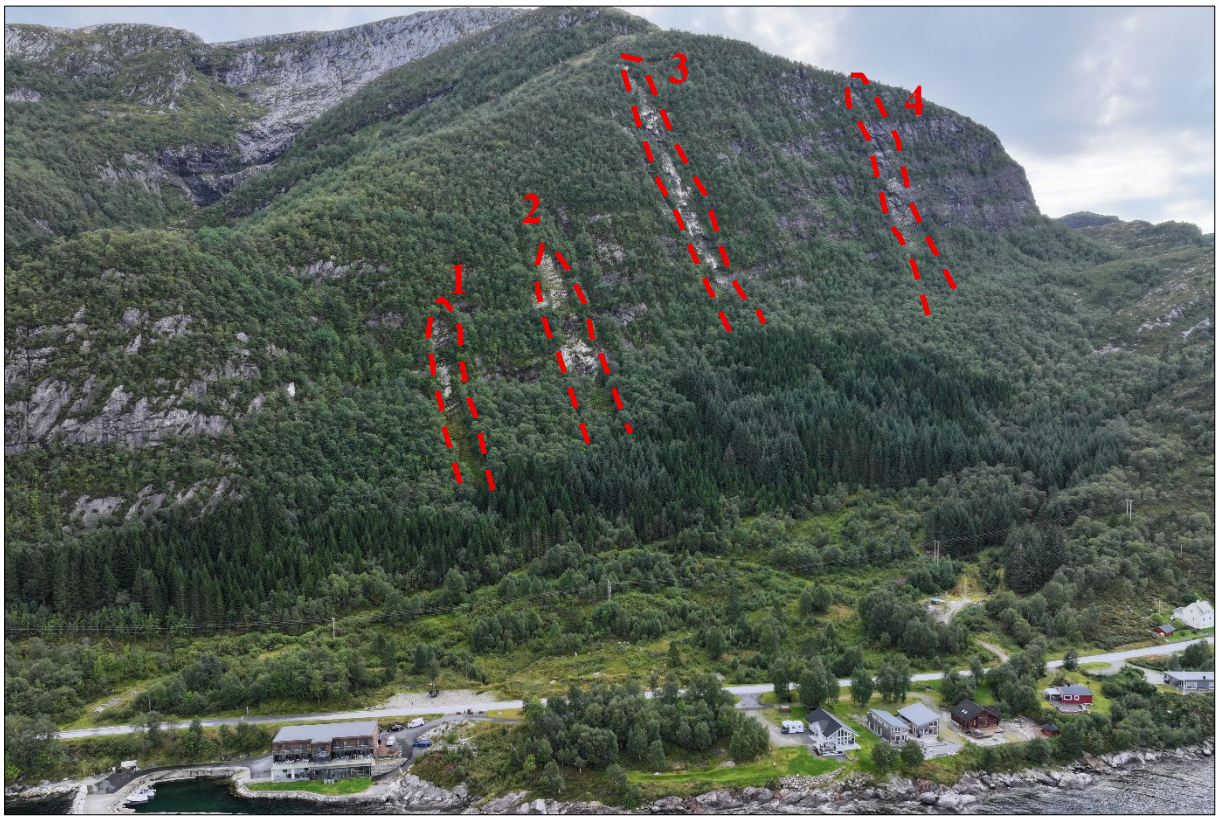
6. Vedlegg

6.1 Informasjonspunkt

Tabell 9: Oversikt og skildring av infopunkt vist i registreringskart

#	Skildring
1	Utgliding ved elvemunning grunna flaum i elva i 2001
2	Plassering av tiltak for oppattbygging
3	Ytste observerte steinsprangblokk ved Indre Hjartholm
4	Høg oppsprekking i midtre og nedre parti av austleg del av Slåttefjellet
5	Større sprekkestrukturar med potensial for større utrasingar i vestleg del av fjellpartiet opp mot Slåttefjellet (losneområde steinskred)
6	Grove moreneavsetjingar, utbetringar langs elveløpet
7	Elveløp på fast fjell, tynt lausmassedekke
8	Bekkeløp frå Holtane
9	Grøft, omtrentleg avgrensing av skredmateriale
10	Ytste observerte blokk ovanfor Tjovika. Tolka å vere remobilisert moreneblokk
11	Jordskredhending, antatt å vere registrert hending frå 2005
12	Jordskredhending rundt 2023/2024
13	Større sprekkavstand og strukturar i sørvestleg del av Høgeskreda. Potensial for større utrasingar (losneområde steinskred)

6.2 Bilete frå synfaring



Figur 30: Oversiktsbilete over Høgeskreda viser tydeleg skredsåra langs fjellryggen. Flyfoto viser at alle skredhendingane har skjedd etter 2000-talet. Lausmasseskreda har losna frå område med tynt lausmassedekke, noko som har ført til lite volum i skreda, og desse har difor hatt kort utløp. Skreda er anslått å vere frå rundt 2005 (2) og 2013 (1). Det ferskaste skredet (3) har truleg gått i ei tidlegare skredbane observert frå rundt 2013 (Figur 23). Skredhendinga lengst til høgre i biletet (4) er antatt å vere ei skredbane eldre enn tilgjengelege flyfoto, men det er antatt at det jamleg går små skred i skredbana som held det ope for vegetasjon.



Figur 31: Omtrentleg ytterkant av skredmateriale i påverknadsområdet ved Tjovika. Det er grøfta langs denne kanten, og det går ein skogsveg langs grøfta. Infopunkt 9.



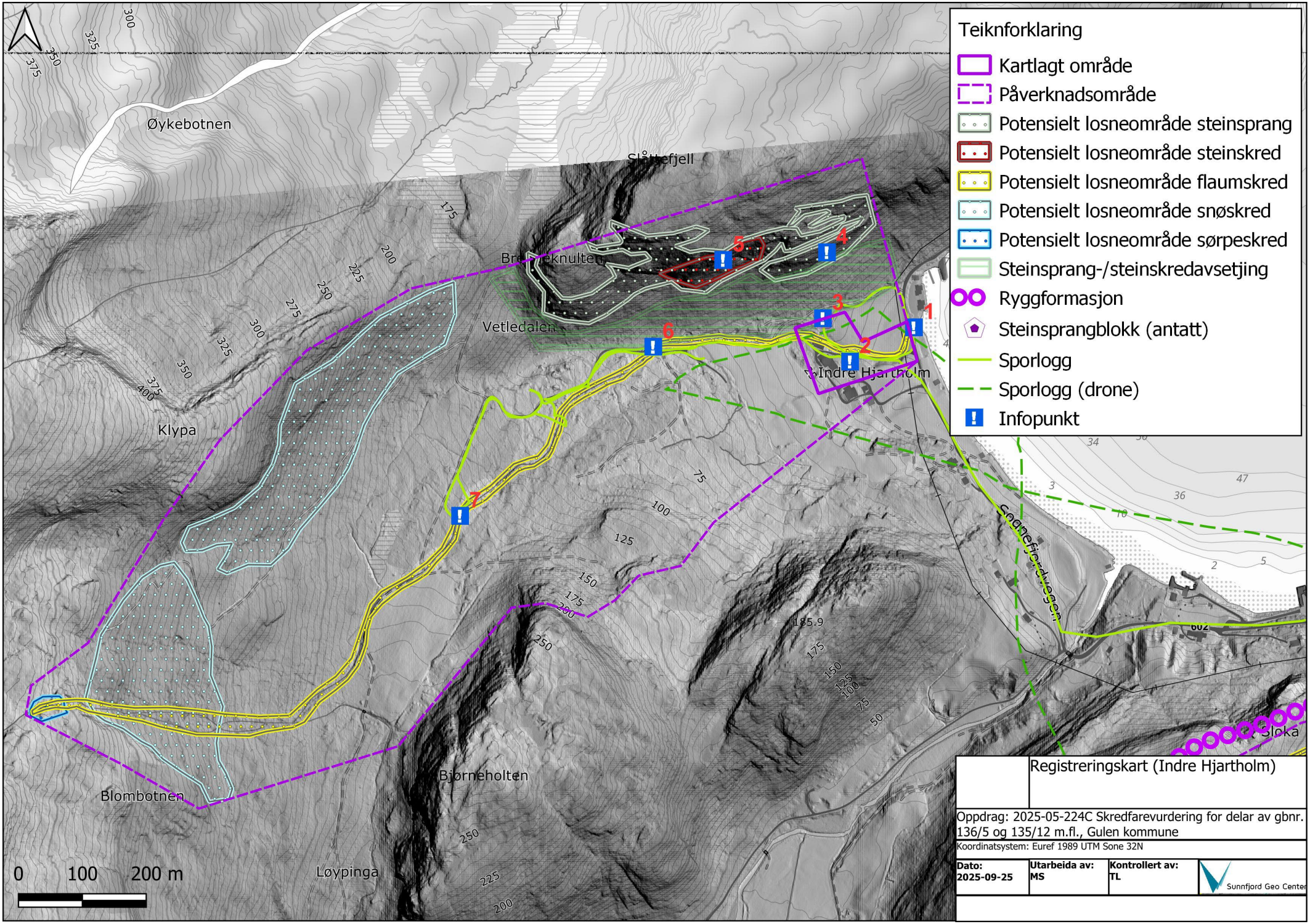
Figur 32: Vestleg del av fjellpartiet ved Slåttefjellet. Det er observert eit sprekkeplan (raud stipla linje) som går i underkant av ein større fjellstruktur/flakstruktur (raud sirkel), der sprekkeplanet føl fjelloverflata. Partiet er vurdert som ustabilt, og eventuell utrasing er vurdert å ha volum større enn 100 m³. Infopunkt 5.

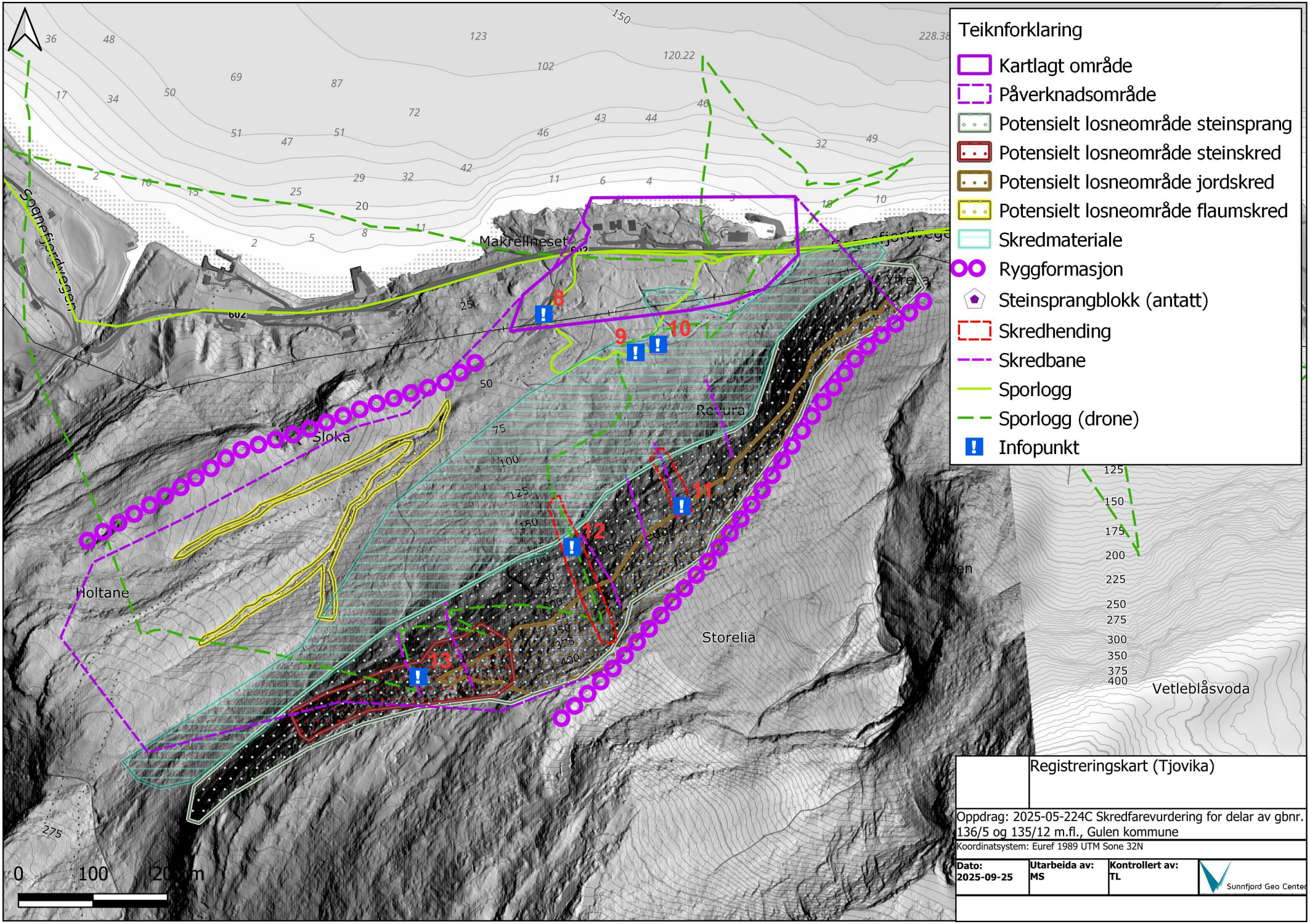


Figur 33: Bilete viser nedre del av bekkeløpet som renn frå Holtane ned gjennom kartleggingsområdet ved Tjovika. Det var lite vatn i bekkeløpet under synfaringa, og det vart ikkje observert spor etter skredhendingar langs løpet. Infopunkt 8.

6.3 Kartvedlegg

- Registreringskart
- Faresonekart
- Hellingskart
- Modelleringsresultat


Teiknforklaring
Kartlagt område
Påverknadsområde
Potensielt losneområde steinsprang
Potensielt losneområde steinskred
Potensielt losneområde flaumskred
Potensielt losneområde snøskred
Potensielt losneområde sørpeskred
Steinsprang-/steinskredavsetjing
Ryggformasjon
Steinsprangblokk (antatt)
Sporlogg
Sporlogg (drone)
Infopunkt
Øykebotnen
Slåttefjell
Vetledalen
Indre Hjartholm
Klypa
Blombotnen
Bjørneholten
Løypinga
Sognefjordvegen
0 100 200 m
Registreringskart (Indre Hjartholm)
Oppdrag: 2025-05-224C Skredfarevurdering for delar av gbnr. 136/5 og 135/12 m.fl., Gulen kommune
Koordinatsystem: Euref 1989 UTM Sone 32N
Dato: 2025-09-25
Utarbeida av: MS
Kontrollert av: TL
Sunnfjord Geo Center



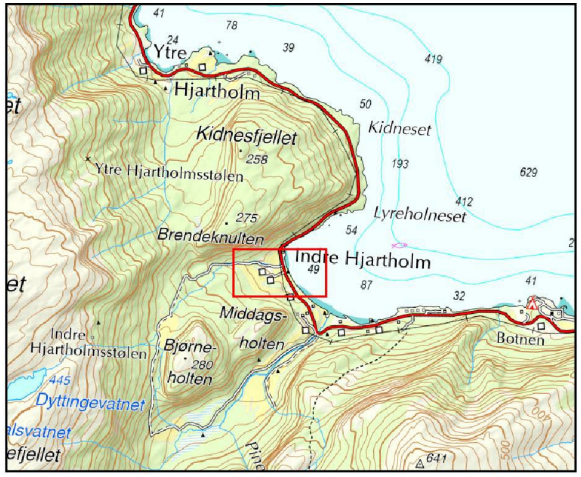
Registreringskart (Tjovika)

Oppdrag: 2025-05-224C Skredfarevurdering for delar av gbnr. 136/5 og 135/12 m.fl., Gulen kommune

Koordinatsystem: Euref 1989 UTM Sone 32N

Dato:	Utarbeida av:	Kontrollert av:	
2025-09-25	MS	TL	Sunnfjord Geo Center





Teiknforklaring

Kartlagt område

Faresoner med årleg sannsyn

≥ 1/100

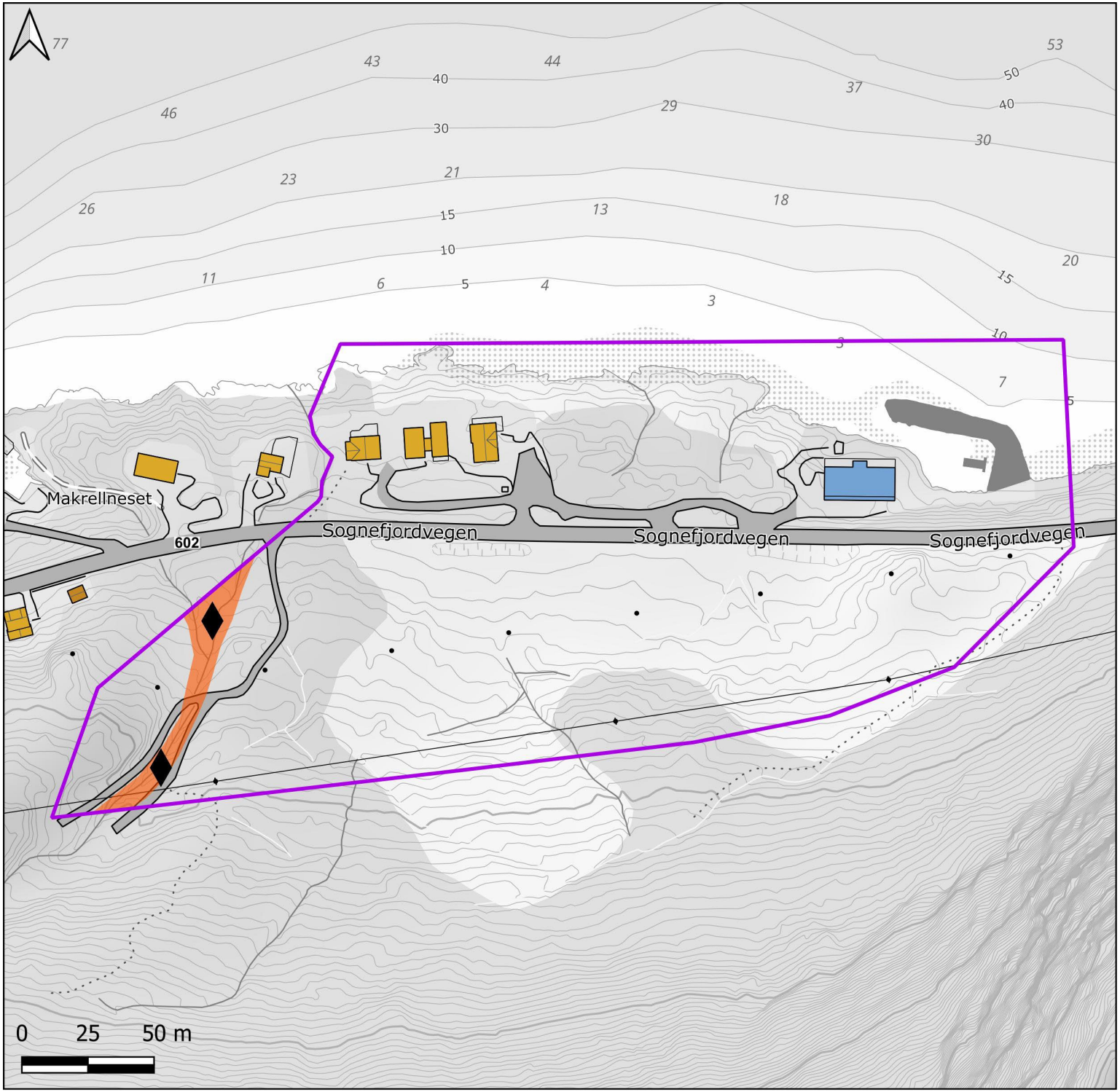
≥ 1/1000

Dimensjonerande skredtype:

Steinskred

Flaumskred

	Faresonekart (Indre Hjartholm)
Oppdrag: 2025-05-224C Skredfarevurdering for delar av gbnr. 136/5 og 135/12 m.fl., Gulen kommune	
Koordinatsystem: Euref 1989 UTM Sone 32N	
Dato: 2025-09-25	**Utarbeida av:** MS / **Kontrollert av:** TL / Sunnfjord Geo Center





Teiknforklaring

Kartlagt område

Faresoner med årleg sannsyn

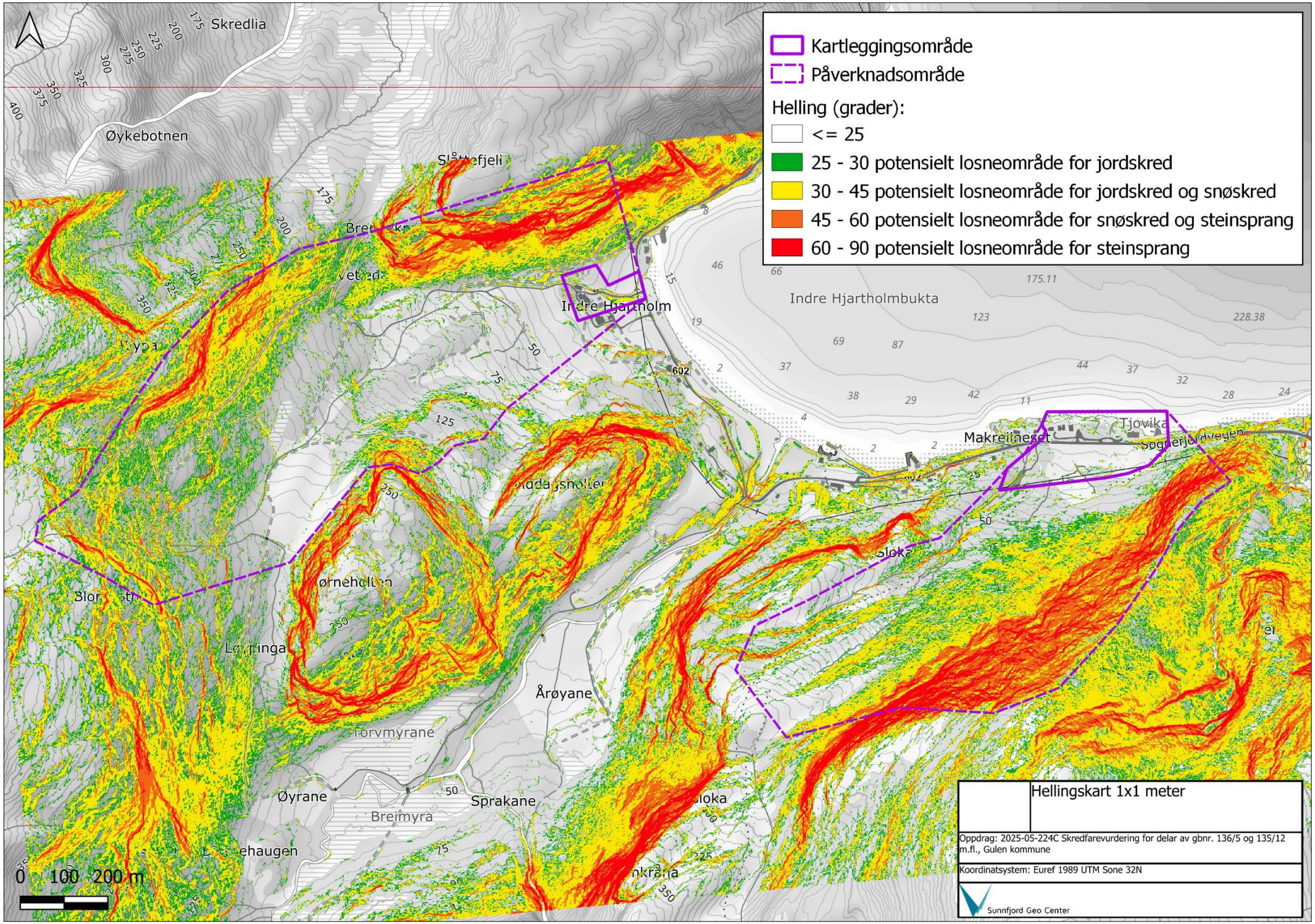
≥ 1/100

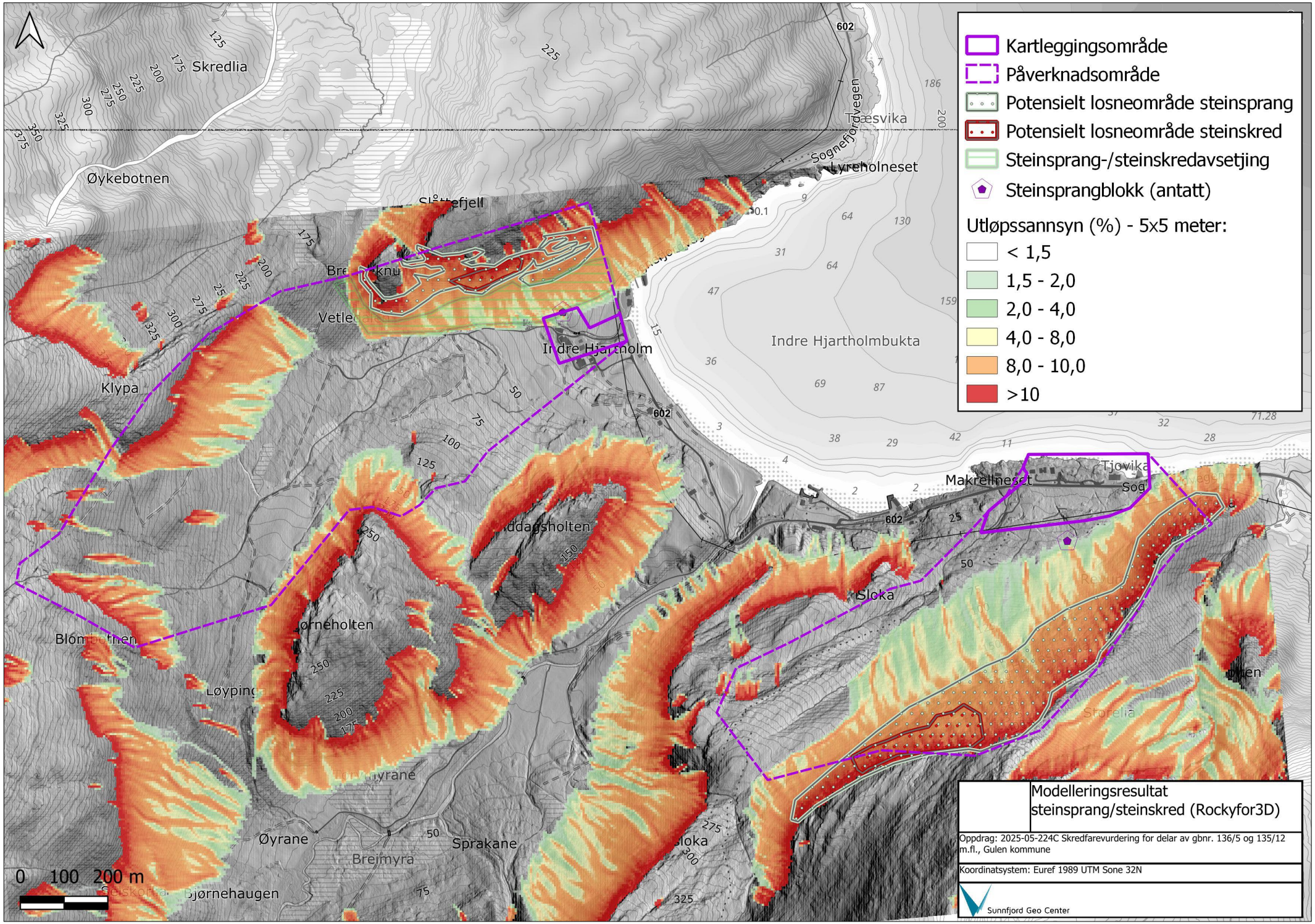
≥ 1/1000

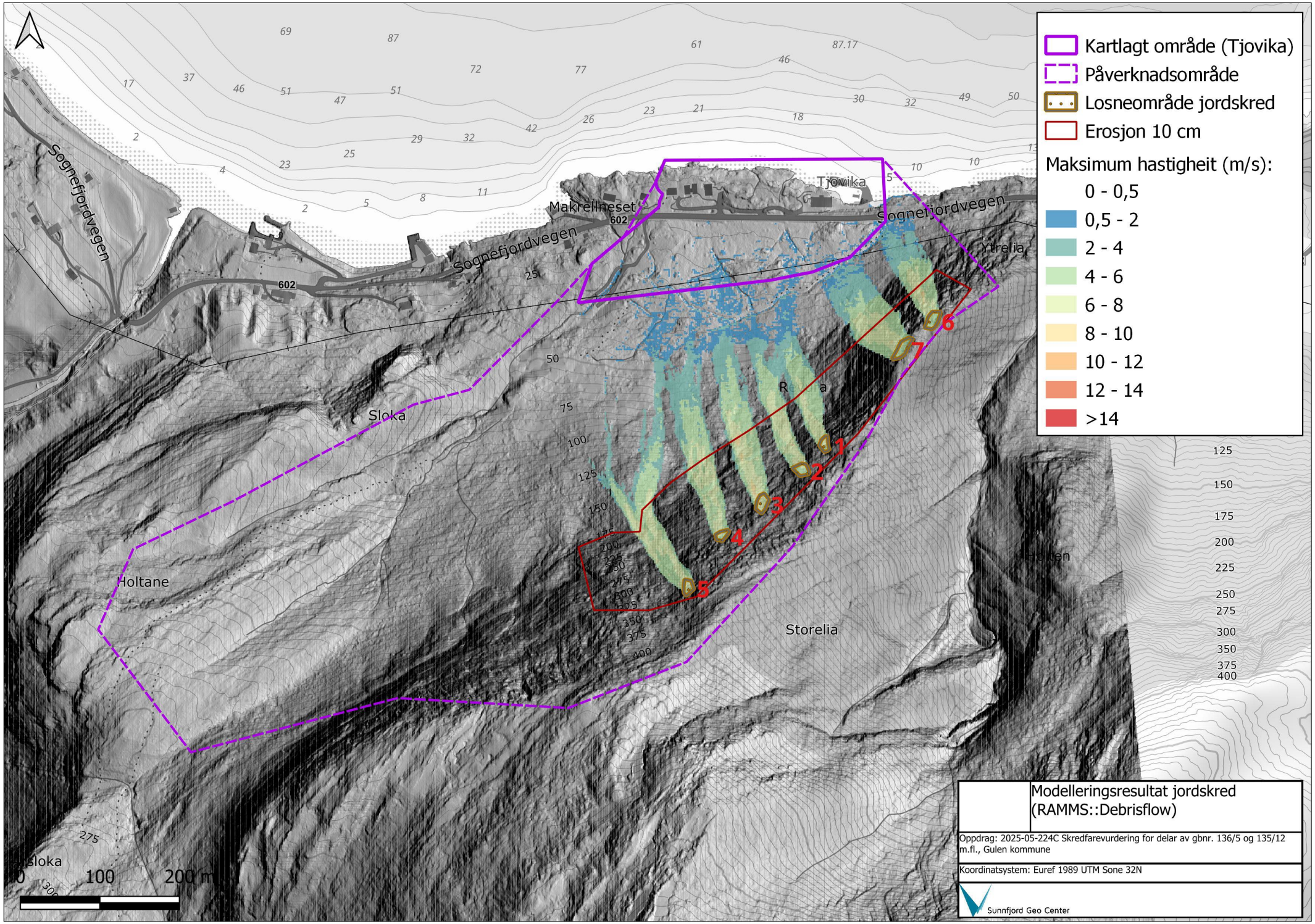
Dimensjonerande skredtype:

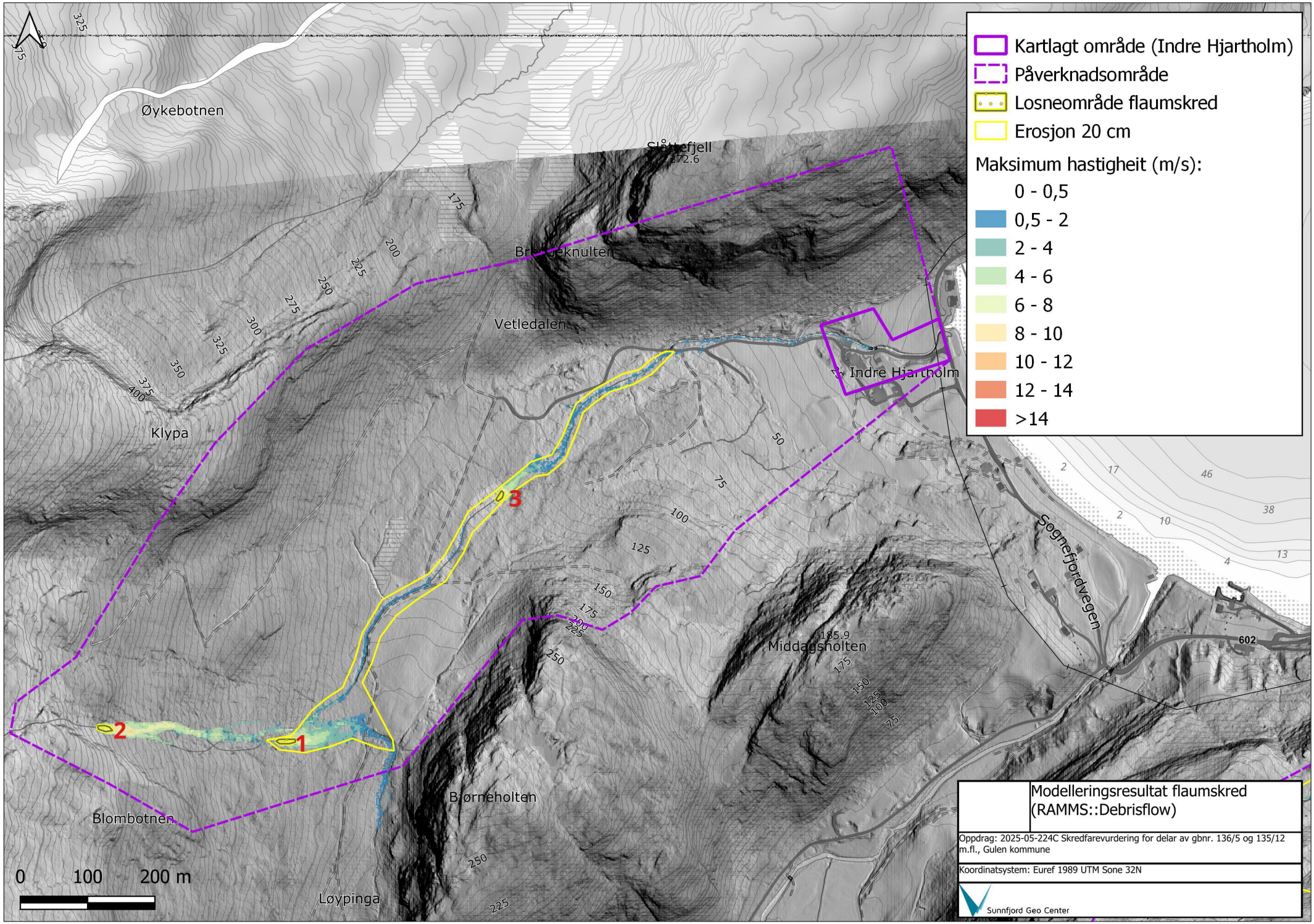
Flaumskred

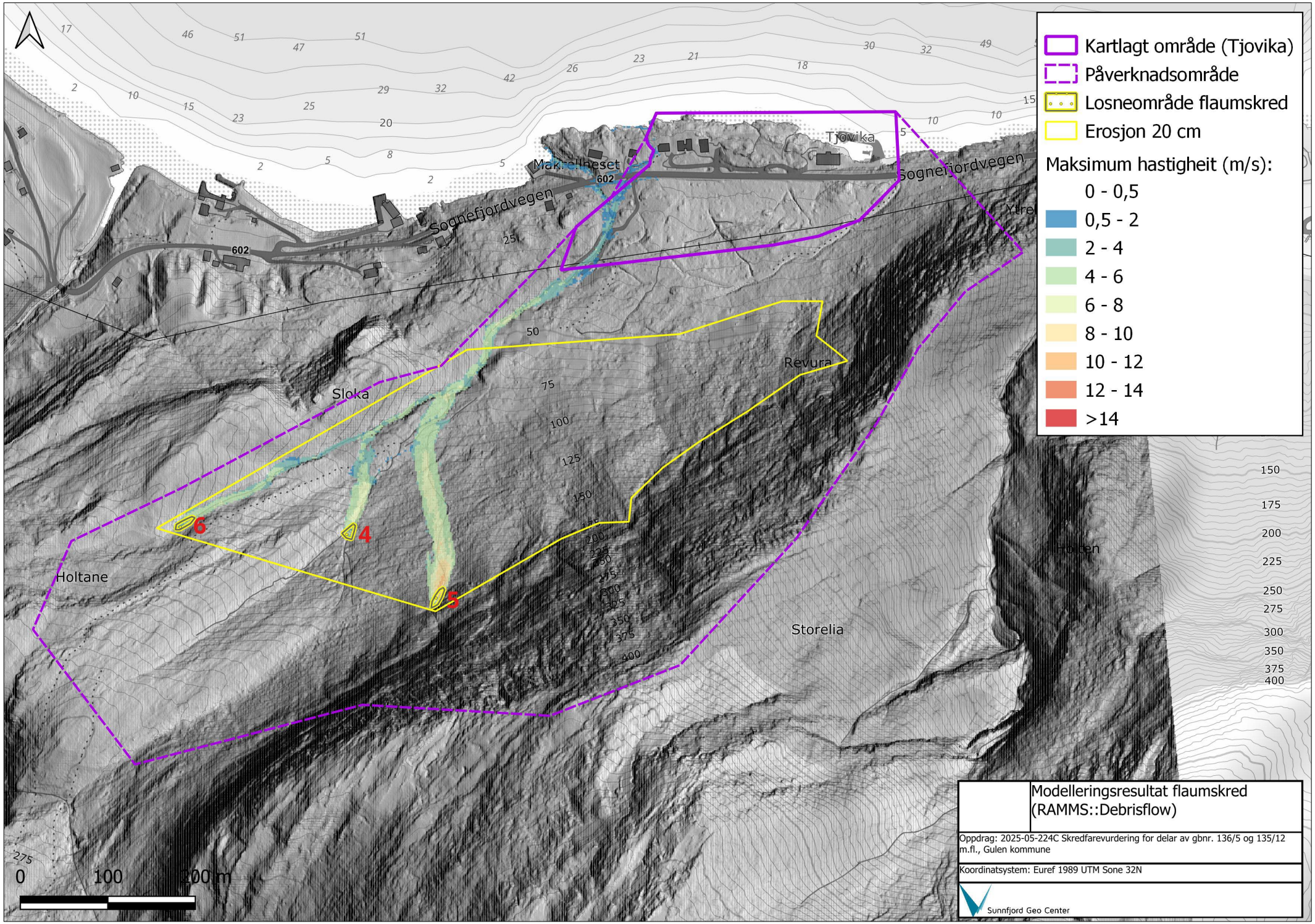
	Faresonekart (Tjovika)		
Oppdrag: 2025-05-224C Skredfarevurdering for delar av gbnr. 136/5 og 135/12 m.fl., Gulen kommune			
Koordinatsystem: Euref 1989 UTM Sone 32N			
Dato: 2025-09-25	**Utarbeida av:** MS	**Kontrollert av:** TL	Sunnfjord Geo Center

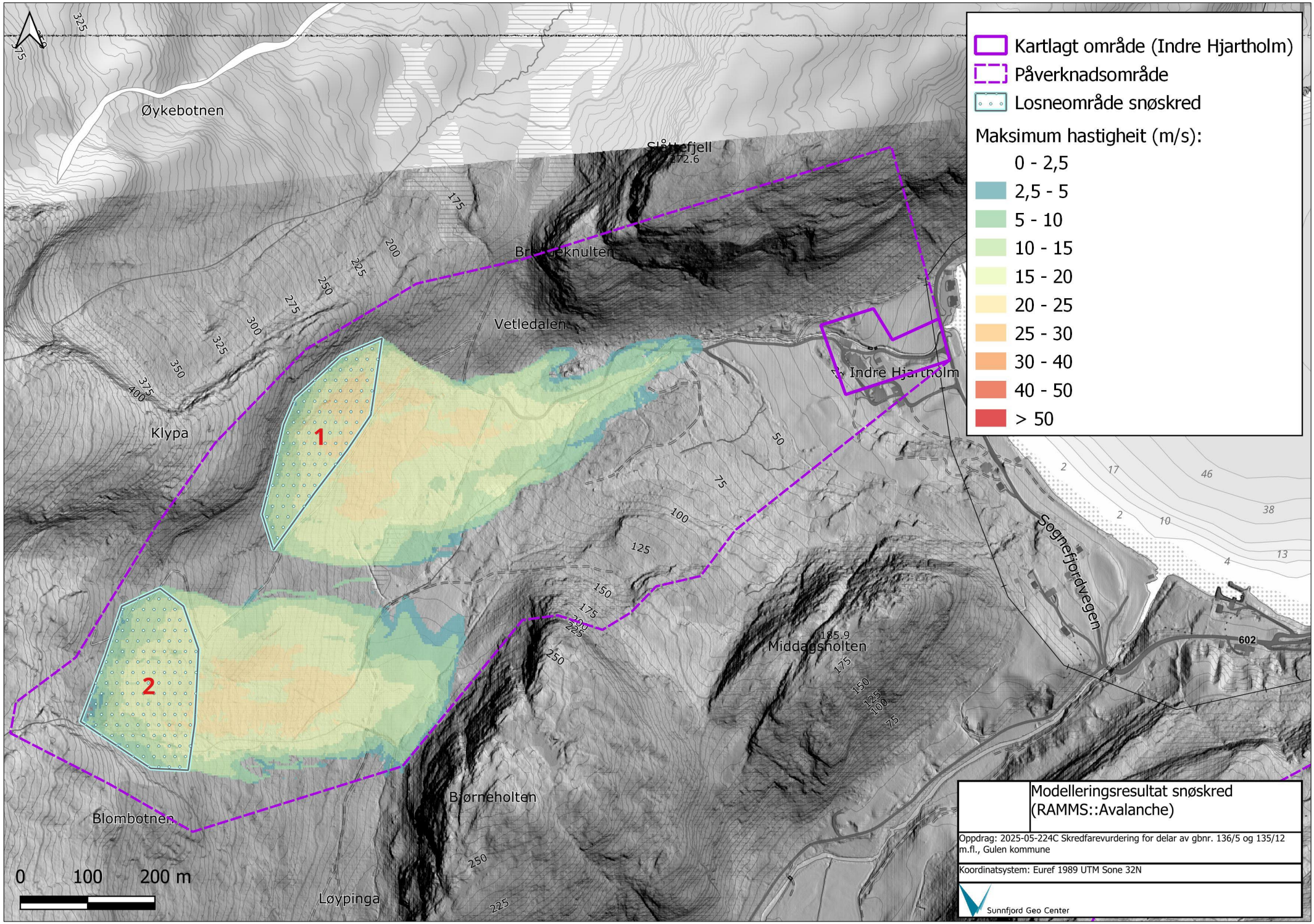

Kartleggingsområde
Påverknadsområde
Helling (grader):
<= 25
25 - 30 potensielt losneområde for jordskred
30 - 45 potensielt losneområde for jordskred og snøskred
45 - 60 potensielt losneområde for snøskred og steinsprang
60 - 90 potensielt losneområde for steinsprang
Skredlia
Øykebotnen
Indre Hjartholm
Indre Hjartholmbukta
Makreinesset
Tjovika
Sløkå
Årøyane
Torvmyrane
Øyrane
Sprakane
Breimyra
0 100 200 m
Hellingskart 1x1 meter
Oppdrag: 2025-05-224C Skredfarevurdering for delar av gbnr. 136/5 og 135/12 m.fl., Gulen kommune
Koordinatsystem: Euref 1989 UTM Sone 32N
Sunnfjord Geo Center

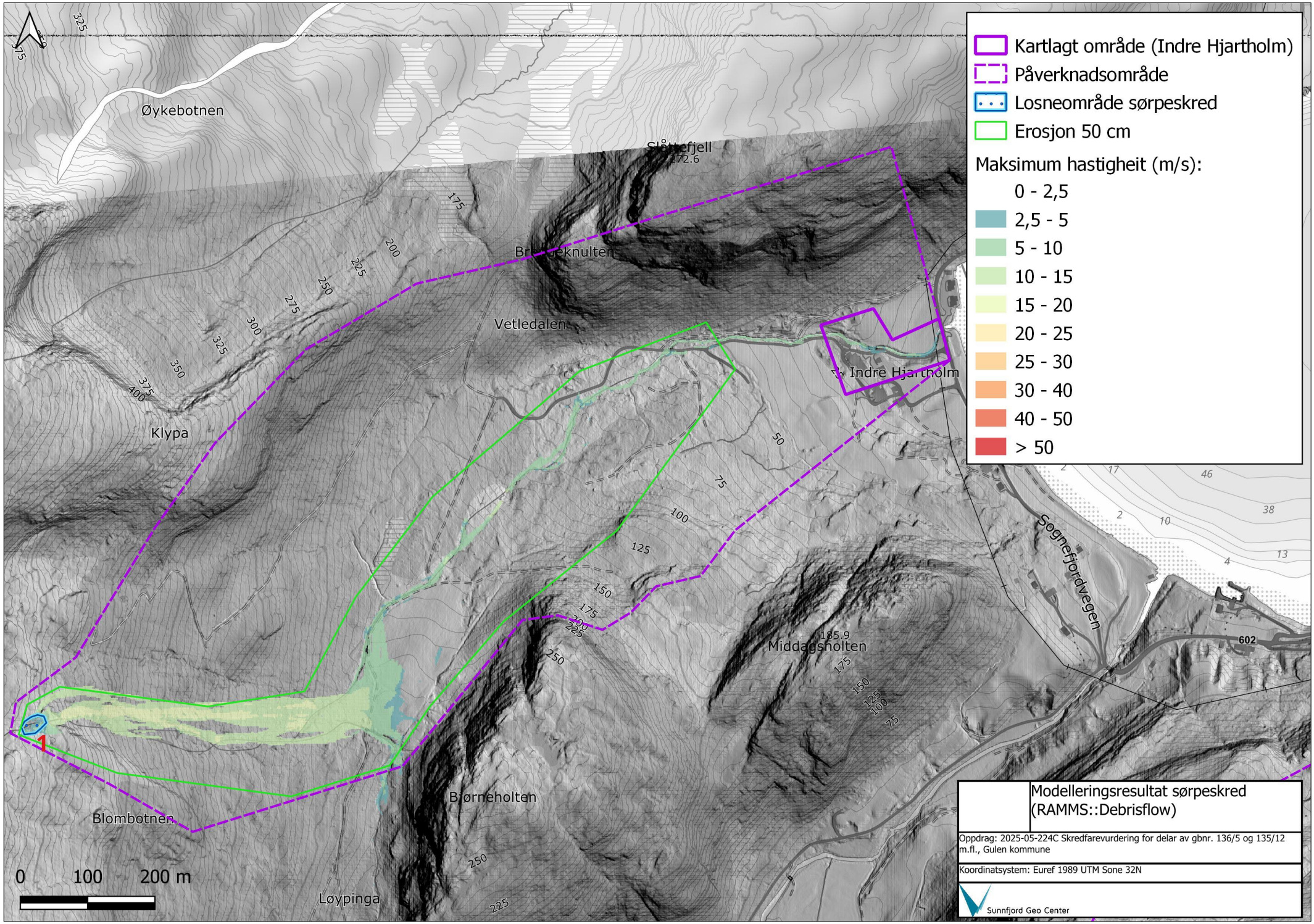

Kartleggingsområde
Påverknadsområde
Potensielt losneområde steinsprang
Potensielt losneområde steinskred
Steinsprang-/steinskredavsetjing
Steinsprangblokk (antatt)
Utløpssannsyn (%) - 5x5 meter:
< 1,5
1,5 - 2,0
2,0 - 4,0
4,0 - 8,0
8,0 - 10,0
>10
Skredlia
Øykebotnen
Lyreholneset
Indre Hjartholmbukta
Indre Hjartholm
Klypa
Makrellneset
Sloka
Øyrane
Sprakane
Breimyra
Bjørnehaugen
602
0 100 200 m
Modelleringsresultat steinsprang/steinskred (Rockyfor3D)
Oppdrag: 2025-05-224C Skredfarevurdering for delar av gbnr. 136/5 og 135/12 m.fl., Gulen kommune
Koordinatsystem: Euref 1989 UTM Sone 32N
Sunnfjord Geo Center


Kartlagt område (Tjovika)
Påverknadsområde
Losneområde jordskred
Erosjon 10 cm
Maksimum hastigheit (m/s):
0 - 0,5
0,5 - 2
2 - 4
4 - 6
6 - 8
8 - 10
10 - 12
12 - 14
>14
Tjovika
Makrellneset
Sognefjordvegen
602
Sloka
Holtane
Storelia
Ytrelia
Modelleringsresultat jordskred (RAMMS::Debrisflow)
Oppdrag: 2025-05-224C Skredfarevurdering for delar av gbnr. 136/5 og 135/12 m.fl., Gulen kommune
Koordinatsystem: Euref 1989 UTM Sone 32N
Sunnfjord Geo Center
0 100 200 m


Kartlagt område (Indre Hjartholm)
Påverknadsområde
Losneområde flaumskred
Erosjon 20 cm
Maksimum hastigheit (m/s):
0 - 0,5
0,5 - 2
2 - 4
4 - 6
6 - 8
8 - 10
10 - 12
12 - 14
>14
Øykebotnen
Slåttefjell
172.6
Vetledalen
Indre Hjartholm
Klypa
Sognefjordvegen
Middagsholten
185.9
Blombotnen
Bjørneholten
Løypinga
0 100 200 m
Modelleringsresultat flaumskred (RAMMS::Debrisflow)
Oppdrag: 2025-05-224C Skredfarevurdering for delar av gbnr. 136/5 og 135/12 m.fl., Gulen kommune
Koordinatsystem: Euref 1989 UTM Sone 32N
Sunnfjord Geo Center


Kartlagt område (Tjovika)
Påverknadsområde
Losneområde flaumskred
Erosjon 20 cm
Maksimum hastigheit (m/s):
0 - 0,5
0,5 - 2
2 - 4
4 - 6
6 - 8
8 - 10
10 - 12
12 - 14
>14
Tjovika
Sognefjordvegen
602
Revura
Sloka
Holtane
Storelia
6
4
5
0
100
200 m
Modelleringsresultat flaumskred (RAMMS::Debrisflow)
Oppdrag: 2025-05-224C Skredfarevurdering for delar av gbnr. 136/5 og 135/12 m.fl., Gulen kommune
Koordinatsystem: Euref 1989 UTM Sone 32N
Sunnfjord Geo Center


Kartlagt område (Indre Hjartholm)
Påverknadsområde
Losneområde snøskred
Maksimum hastigheit (m/s):
0 - 2,5
2,5 - 5
5 - 10
10 - 15
15 - 20
20 - 25
25 - 30
30 - 40
40 - 50
> 50
Øykebotnen
Slåttefjell
172.6
Vetledalen
Indre Hjartholm
Klypa
1
2
Middagsholten
185.9
Sognefjordvegen
602
Blombotnen
Bjørneholten
Løypinga
0 100 200 m
Modelleringsresultat snøskred (RAMMS::Avalanche)
Oppdrag: 2025-05-224C Skredfarevurdering for delar av gbnr. 136/5 og 135/12 m.fl., Gulen kommune
Koordinatsystem: Euref 1989 UTM Sone 32N
Sunnfjord Geo Center


Kartlagt område (Indre Hjartholm)
Påverknadsområde
Losneområde sørpeskred
Erosjon 50 cm
Maksimum hastigheit (m/s):
0 - 2,5
2,5 - 5
5 - 10
10 - 15
15 - 20
20 - 25
25 - 30
30 - 40
40 - 50
> 50
Øykebotnen
Slåttefjell
172.6
Vetledalen
Indre Hjartholm
Klypa
Sognefjordvegen
Middagsholten
185.9
Blombotnen
Bjørneholten
Løypinga
602
1
0 100 200 m
Modelleringsresultat sørpeskred (RAMMS::Debrisflow)
Oppdrag: 2025-05-224C Skredfarevurdering for delar av gbnr. 136/5 og 135/12 m.fl., Gulen kommune
Koordinatsystem: Euref 1989 UTM Sone 32N
Sunnfjord Geo Center

6.4 Eigenerklæringsskjema

Eigenerklæringsskjema for å utføra skredfarevurdering i samsvar med rettleiaren *Sikkerhet mot skred i bratt terreng – Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og byggesak.*

Firma:	**Sunnfjord Geo Center AS**	**Org. nr.:**	**998 899 834**
Firmaet vil med utfylling av egenerklæringsskjema for vurdering av skred i bratt terreng erklære seg skikket til å utføre vurdering av skredfare i bratt terreng og innehar nødvendig kompetanse i henhold til veilederen.			

Anbefalt kompetanse	**Ja**	**Nei**	**Kommentar**
Ansvarlig for å utføre skredfaglige vurderinger er godt kjent med gjeldende forskrifter veiledere, retningslinjer og fagnormer som gjelder for å utføre skredfarevurderinger.	☒	☐	
Minst to kvalifiserte fagpersoner må benyttes i oppdraget, en som utførende og en som sidemannskontrollør.	☒	☐	
De to påkrevde fagpersonene må ha minst 5 og 3 års erfaring med tilsvarende oppdrag, samt relevant utdannelse som definert i veilederen. Personell med mindre enn 3 års erfaring kan benyttes i oppdraget i tillegg til de to med påkrevd erfaring. Enkeltmannsforetak (ENK) kan oppfylle dette kravet ved å benytte et annet foretak, med nødvendig kompetanse, for sidemannskontroll.	☒	☐	
Kunnskap om og tilgang på dynamiske skredmodeller der slike er kommersielt tilgjengelig.	☒	☐	
Ansvarsforsikring som minst tilsvarer krav i NS 8401/8402 (prosjekterings- og rådgivningsoppdrag).	☒	☐	

Signatur: **Stad og dato:**

Torkjell Ljone **Bergen, 16.06.2025**

