

**Skredfarevurdering for
høgdebasseng ved
Marifjøra, Luster
kommune**



Sunnfjord Geo Center



Prosjektinformasjon og status

Prosjektnummer:	Dokumentkode:	Dokumentnr.:	Dokumenttittel:
2024-08-277A	SF-H30-M01-02	01r	Skredfarevurdering for høgdebasseng ved Marifjøra, Luster kommune
Revisjon:	Skildring:	Leveransedato:	
0	Internt godkjent rapport klar til utsending	12.11.2024	

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

Fagområde:	Dokumenttype:	Lokalitet:
Skredfarevurdering	Rapport	Marifjøra, Luster kommune
HMS-risikovurdering før feltarbeid:	Dato for risikovurdering	Hending/avvik meldt:
Risikogruppe 2	14.10.2024	Nei
Feltarbeid utført av:	Dato for feltarbeid:	
Torkjell Ljone	15.10.2024	
Dokument utarbeidd av:	Dato for ferdigstilling:	Signatur:
Rev 0: Martin Solheim	12.11.2024	Martin Solheim (sign.)

Dokument kvalitetssikra av:	Godkjend, dato:	Signatur:
Rev 0: Torkjell Ljone	12.11.2024	Torkjell Ljone (sign.)

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 byggesak¹, 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:

Nordplan AS

Utførande føretak:

Sunnfjord Geo Center AS

Skredfareutgreiing for

☐ del/delar av eigedom med gards- og bruksnummer 102/1, Luster kommune, spesifisert i kartutsnitt/vedlegg

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

Det er planar om å setje opp eit høgdebasseng. Skredfarevurderinga er gjort for tiltak i tryggleiksklasse S1 og S2.

Synfaring utført av og når:

Synfaring utført av Torkjell Ljone, 15.10.2024

.....



Samandrag

Sunnfjord Geo Center AS har utført skredfarevurdering etter TEK17 og NVE rettleiarar for eit område som dekker ein del av gbnr. 102/1, Luster kommune. Det er vurdert skredfare med samla nominelt årleg sannsyn større enn 1/100 og 1/1000. Det er planar om å byggje eit høgdebasseng i det kartlagde område.

SGC si skredfarevurdering viser at det er fare for steinsprang og jordskred langs søraustleg del av det kartlagde området. Dette er frå lokale losneområde tett på kartleggingsområdet og samla sannsyn for skred i kartlagt område er vurdert som høgare enn 1/100 og 1/1000 per år langs søraustleg grense. Jordskred er dimensjonerande for faresone med årleg sannsyn $\geq 1/100$ og steinsprang er dimensjonerande for faresone med årleg sannsyn $\geq 1/1000$.

Faresonene kan reduserast ved reinsk av ustabile lausmassar og blokker i skråninga.

Etter det SGC er opplyst om er det planlagt å plassere tiltaket 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 $\geq 1/5000$ 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 menneskelege inngrep i området vil kunne endre dei geologiske og hydrologiske forholda, og dermed også skredfaren.



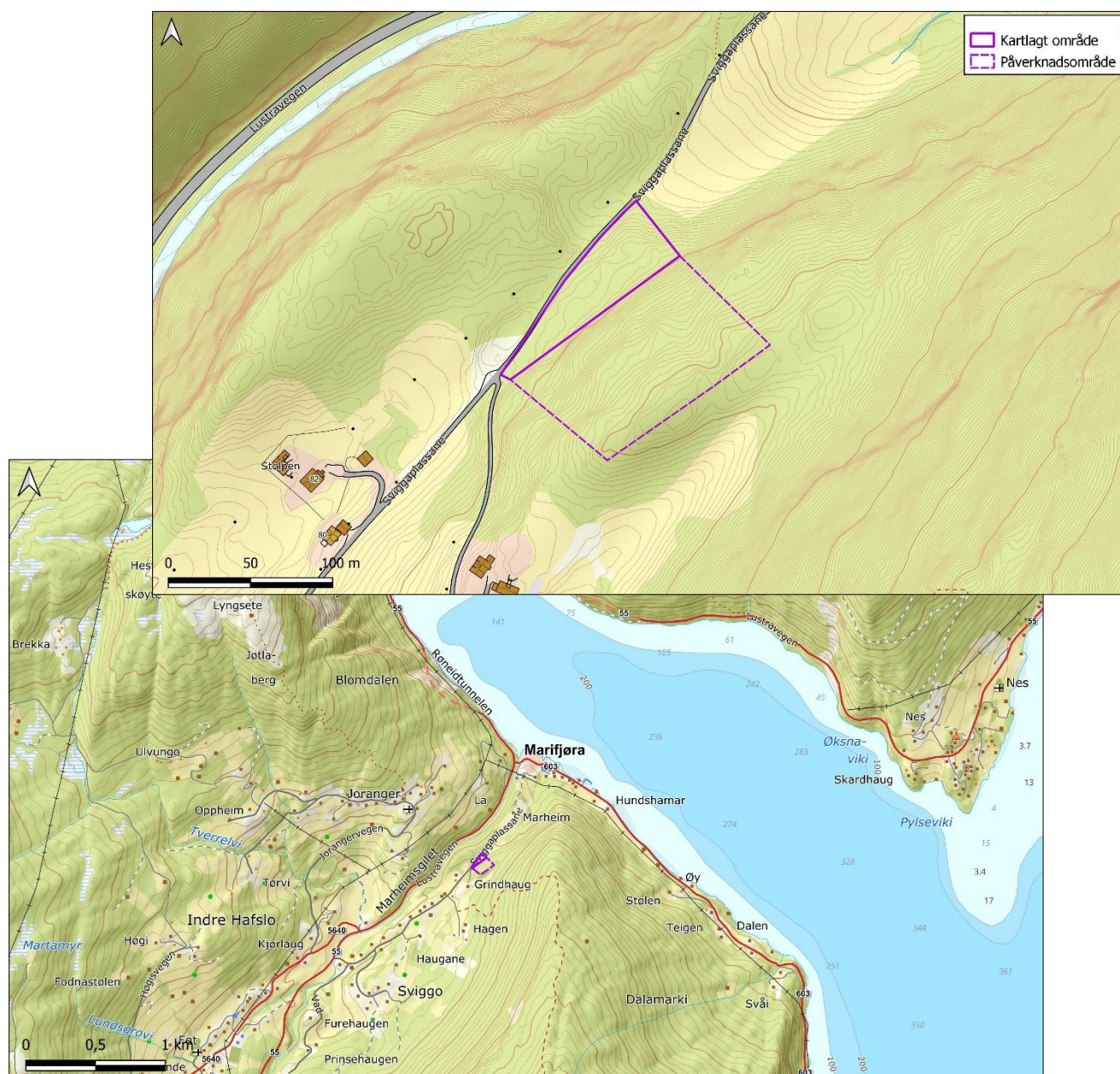
Innholdsliste

1. Det undersøkte området.....	7
1.1 Områdeskildring.....	7
2. Grunnlagsmateriale og observasjoner.....	9
2.1 Digital terrengmodell og topografi.....	9
2.2 Berggrunn.....	10
2.3 Lausmassar.....	13
2.4 Dreneringsvegar.....	15
2.5 Skog og flyfoto.....	15
2.6 Aktsemdkart.....	18
2.7 Klimaanalyse.....	19
2.8 Historiske skredhendingar.....	21
2.9 Tidlegare skredfarevurderingar.....	22
2.10 Eksisterande sikringstiltak.....	22
2.11 Kartlegging og synfaring.....	22
3. Skredfareutgreiing per skredtype.....	23
3.1 Steinsprang.....	23
3.2 Steinskred.....	23
3.3 Snøskred.....	24
3.4 Jordskred.....	24
3.5 Flaumskred.....	25
3.6 Sørpeskred.....	25
3.7 Samla nominelt årleg skredsannsyn og konklusjon.....	25
3.8 Føresetnadar for vurderingane.....	26
3.9 Mogelegheit for å redusere faresoner.....	26
4. Modellering.....	27
4.1 Rockyfor3D.....	27
4.2 RAMMS.....	27
5. Referansar.....	29
6. Vedlegg.....	30
6.1 Bilete frå synfaring.....	30
6.2 Informasjonspunkt.....	30
6.3 Kartvedlegg.....	30
6.4 Eigenerklæringsskjema.....	36

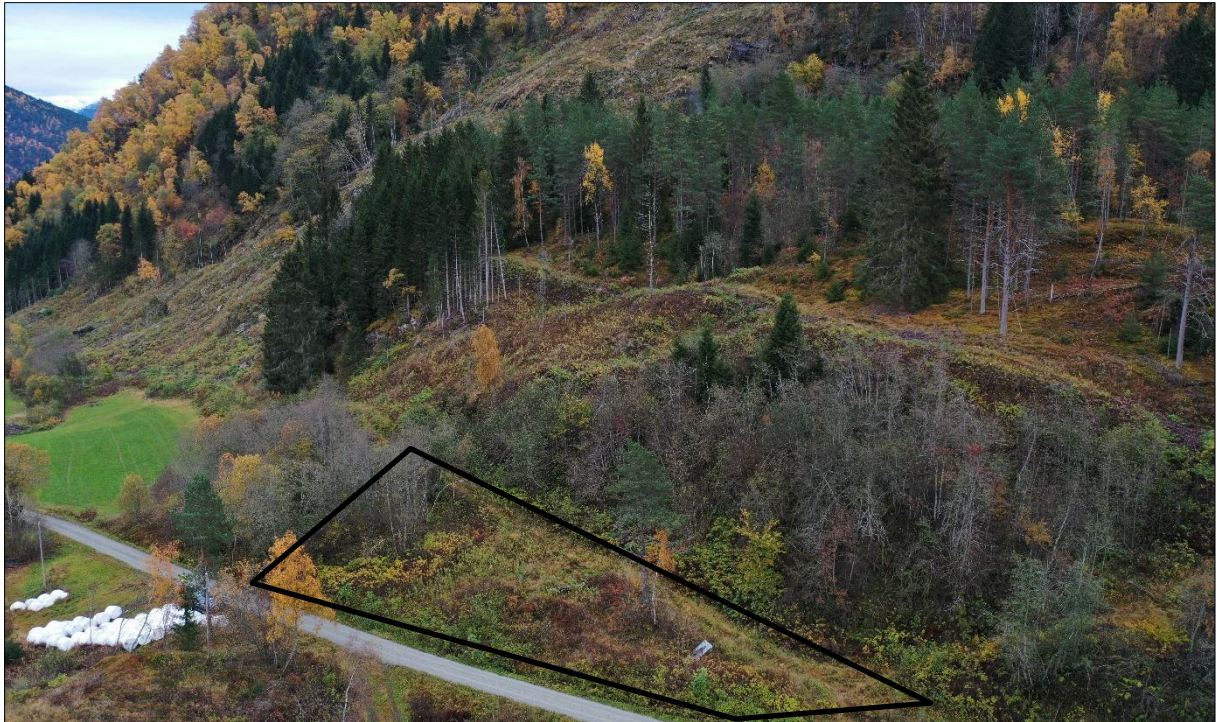
1. Det undersøkte området

1.1 Områdeskildring

Det kartlagde området ligg på søraustsida av vegen Sviggaplassane, og dekker ein del av gbnr. 102/1. Området ligg om lag 750 meter sørvest for Marifjøra, og går frå kring 110 – 125 moh. Søraust for det kartlagde område er det ei fjellsida som stig opp mot Marheimsholten (~450 moh.). Det kartlagde området er skjerma frå fjellsida av ein sørvest/nordaust-orientert fjellrygg, som vil leie eventuelle skred og drenering anten sør eller nord for kartleggingsområdet. Påverknadsområdet går frå kartlagd område og opp til toppen av fjellryggen ved kring 155 moh. Figur 1 viser plassering og avgrensing til det kartlagde området, som skredfarevurderinga gjeld for. Påverknadsområdet markerer delen av fjellsida som kan generera skred ned mot kartlagd område. Figur 2 og Figur 3 viser oversiktsbilete av kartlagt område og påverknadsområdet.



Figur 1: Det kartlagde området dekker ein del av gbnr. 102/1, om lag 750 meter sørvest for Marifjøra i Luster kommune.



Figur 2: Oversiktsbilete over det kartlagde området (markert med svart omriss). Bilete er tatt mot aust.



Figur 3: Oversiktsbilete av påverknadsområdet og fjellsida ovanfor. Bilete er tatt mot søraust.

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 særskild viktig for skredfarevurderinga fordi skred ofte går igjen der dei har gått tidlegare, samtidig som dette er til hjelp for vurdering av skredfrekvens. I denne skredfarevurderinga er det nytta feltarbeid, skreddatabasen til NVE, terrengmodell og samanlikning av flyfoto.

2.1 Digital terrengmodell og topografi

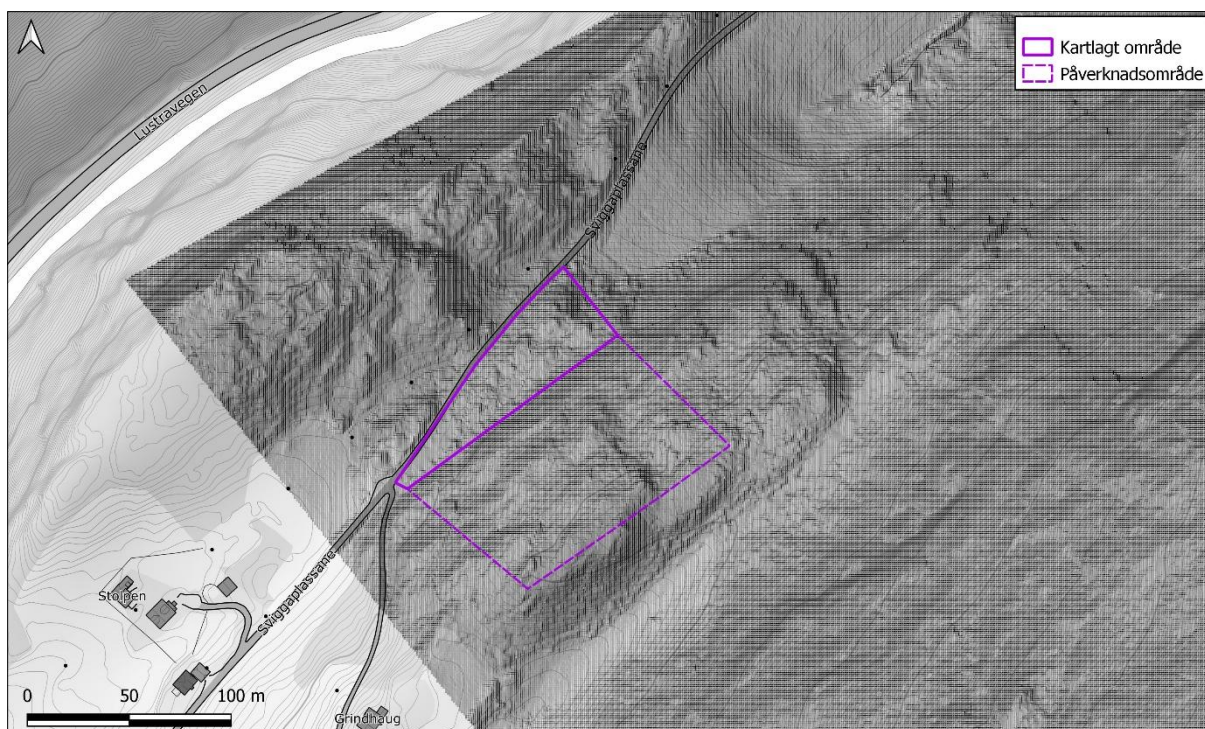
Terrengmodell frå prosjekt Luster-Stryn 2012 er henta frå hoydedata.no, og denne har ei oppløysing på 2 punkt per m². Dette gjev ein terrengmodell (DTM) med høg oppløysing, der ein kan sjå overflata til terrenget utan skog. Terrengmodellen eignar seg difor godt til identifisering av former i terrenget 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.

Kartlagt område går frå kring 110 - 125 moh., og ligg om lag 750 meter sørvest for Marifjøra. Ovanfor kartlagt område i søraust er det ei fjellside opp mot Marheimsholten på kring 450 moh. Om lag 75 meter søraust for kartlagt område er det ein sørvest/nordaust-orientert fjellrygg som vil styre avrenning og eventuelle skred anten nord eller sør for kartlagt område. Påverknadsområdet består av skråninga opp til toppen av fjellryggen ved om lag 155 moh.

Terrenget i det kartlagde område er relativt flatt, med helling generelt under 10°. Skråninga ovanfor har ei helling i snitt over 30°, og strekk seg om lag 30 meter til kring 140 moh., før skråninga slakar ut opp mot toppen av fjellryggen med ei helling rundt 15°. Det er avgrensa parti i skråninga med helling over 45°.

Det er ikkje observert spor etter skredhendingar i skyggerelieffkartet.

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



Figur 4: Skyggrelieffkart basert på laserdata viser terrengoverflata utan vegetasjon.



Figur 5: 3-D framstilling frå flyfoto av kartlagd område (innafor blått omriss) og påverknadsområdet. Biletet viser mot aust. Kjelde norgebilder.no

2.2 Berggrunn

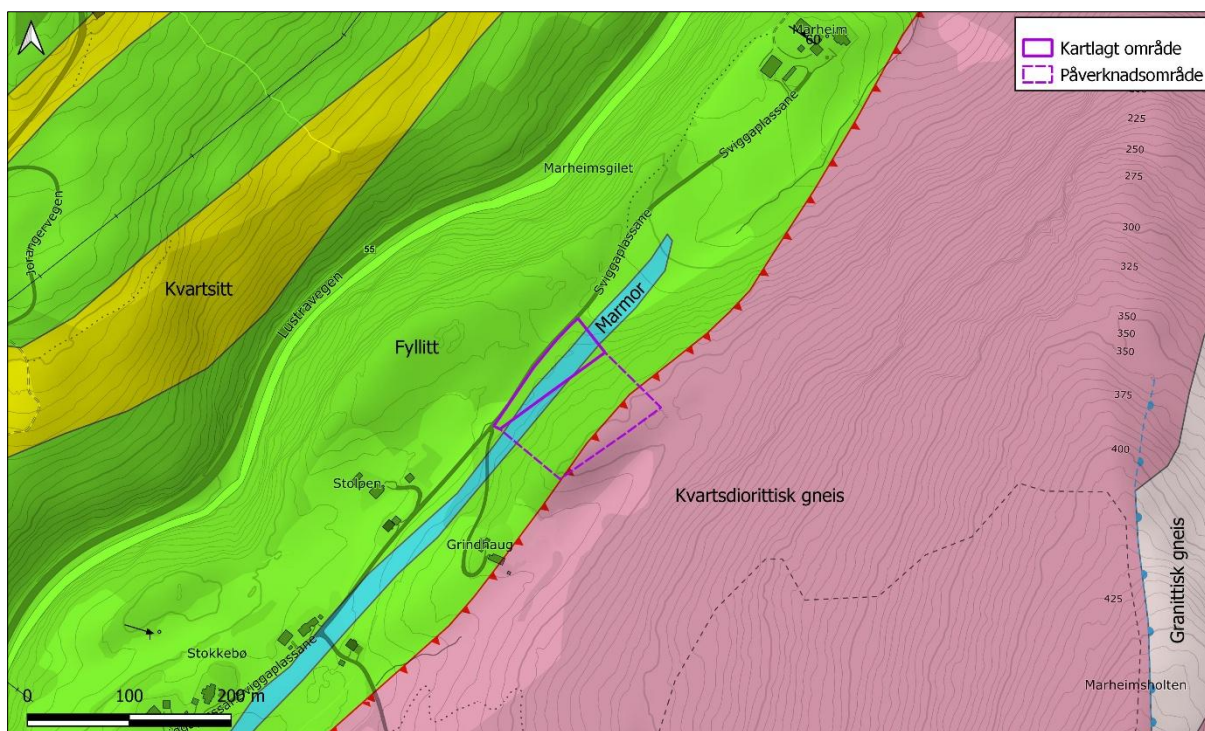
Berggrunnen i det vurderte området er av NGU kartlagt som fyllitt/glimmerskifer, kalkspatmarmor og kvartsdiorittisk til granittisk gneis. I kartlagt område er det kartlagt fyllitt/glimmerskifer og det går ei sone med kalkspatmarmor gjennom det kartlagde området. I påverknadsområdet er det kartlagt fyllitt/glimmerskifer og til toppen av fjellryggen, der det er kartlagt kvartsdiorittisk til granittisk gneis. Det går ein kompresjonssone mellom fyllitten og

gneisen som kryssar om lag på toppen av fjellryggen øvst i påverknadsområdet. Kartlegginga er gjort i målestokk 1:50 000. Det er utført strukturmålingar i fyllitten ved Marheim, om lag 375 meter nordaust for kartleggingsområde, som viser eit strøk og fall på 304/60 med fall mot nordaust.

Under synfaringa vart det observert fjell i dagen som små fjellhamrar og fjellskråningar i påverknadsområdet. Det vart observert både fyllitt og gneis. Foliasjonsplana i fyllitten har eit skarp fall mot aust/nordaust og hovudsprekkeplan langs foliasjonsplana (Figur 7), med sprekkavstand generelt mindre enn 10 cm. Fyllitt er ein skifrig bergart med gode kløveigenskapar langs foliasjonsplana, og forvitrar difor lett.

Det er eksfoliasjon (avskaling) langs eksponerte foliasjonsplan i gneisen i øvre del av påverknadsområdet, men fjellet er vurdert som hovudsakleg massivt (Figur 8).

Fjellskråninga som føl søraustleg avgrensing av kartlagt område er hovudsakleg dekt av eit tynt dekke av organisk materiale, men det er blottlagt fjell rett aust for kartleggingsområdet (infopunkt 3). Fjellet viser her teikn til deformasjon, tolka å vere grunna kompresjonssona mellom fyllitten og gneisen (Figur 9).



Figur 6: Berggrunnskart over kartlagt område og påverknadsområdet (NGU 1:50 000), viser at det er kartlagt fyllitt og marmor i kartlagt område, og fyllitt og kvartsdiorittisk gneis i påverknadsområdet. Kjelde: NGU WMS



Figur 7: Fjell i dagen av fyllitt. Foliajonsplana har skarpt fall mot aust/nordaust, og bergarten er skifrig med høg sprekkdanning langs foliasjonsplana. Infopunkt 4.



Figur 8: Fjell i dagen av gneis i fjellsida ovanfor påverknadsområdet. Eksfoliasjon (avskaling) dannar små flakstrukturar langs eksponerte foliasjonsplan, men fjellet er vurdert som hovudsakleg massivt. Lausmassane i fjellsida består av eit tynt dekke av morenemateriale. Infopunkt 4.

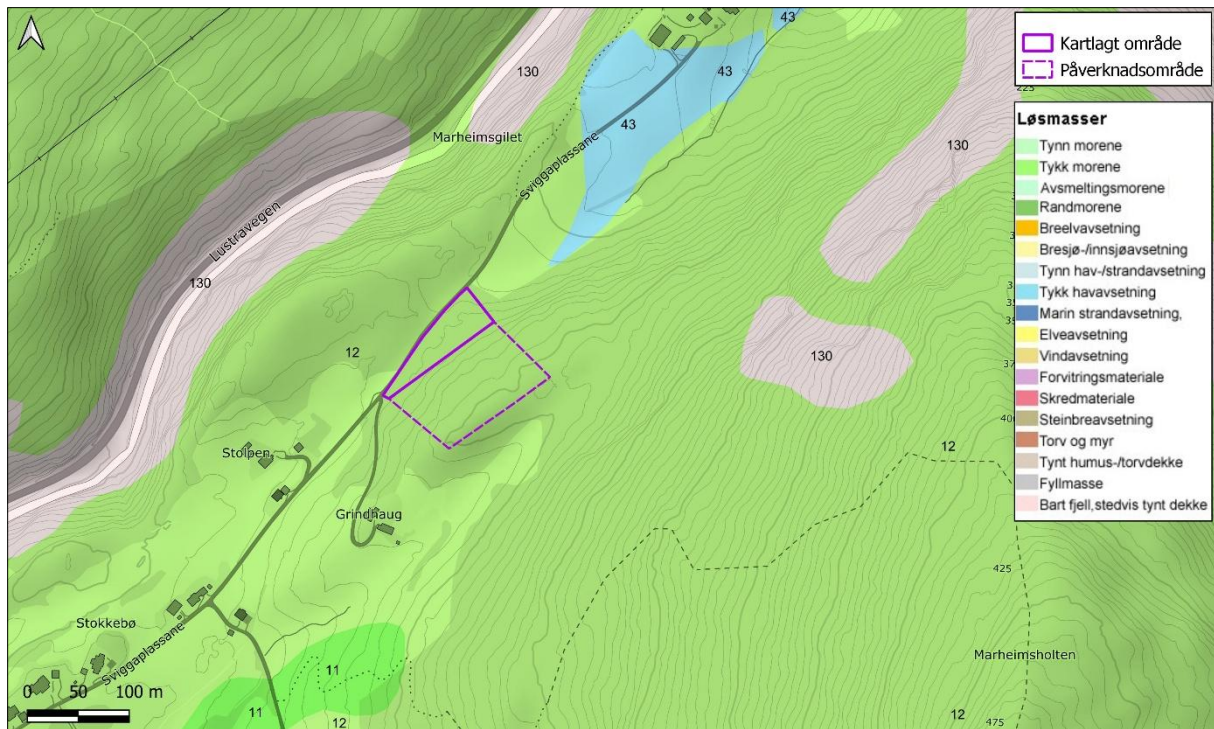


Figur 9: Fjell i dagen i skråninga, aust for kartlagt område. Fjellet viser teikn til deformasjon, tolka å vere grunna kompresjonssona mellom fyllitten og gneisen. Infopunkt 3.

2.3 Lausmassar

Lausmassekartet til NGU viser at det er kartlagt tynne moreneavsetjingar i heile det kartlagde området og påverknadsområdet (Figur 10).

Synfaringa stadfestar at lausmassane hovudsakleg består av eit tynt lag av morenemateriale, og det er fleire område i skråninga med synleg fjell (Figur 8). I dei brattaste partia i fjellskråninga rett søraust for kartlagt område er det eit tynt dekke av organisk materiale (mose) over fast fjell (Figur 11). Lausmassedekket i kartlagt område og påverknadsområdet er hovudsakleg mindre enn 0,5 meter tjukt. Skogen i skråningar over 30° viser teikn til jordsig, men det er elles ikkje observert spor etter skredhendingar i kartlagt område, påverknadsområdet eller fjellsida ovanfor.



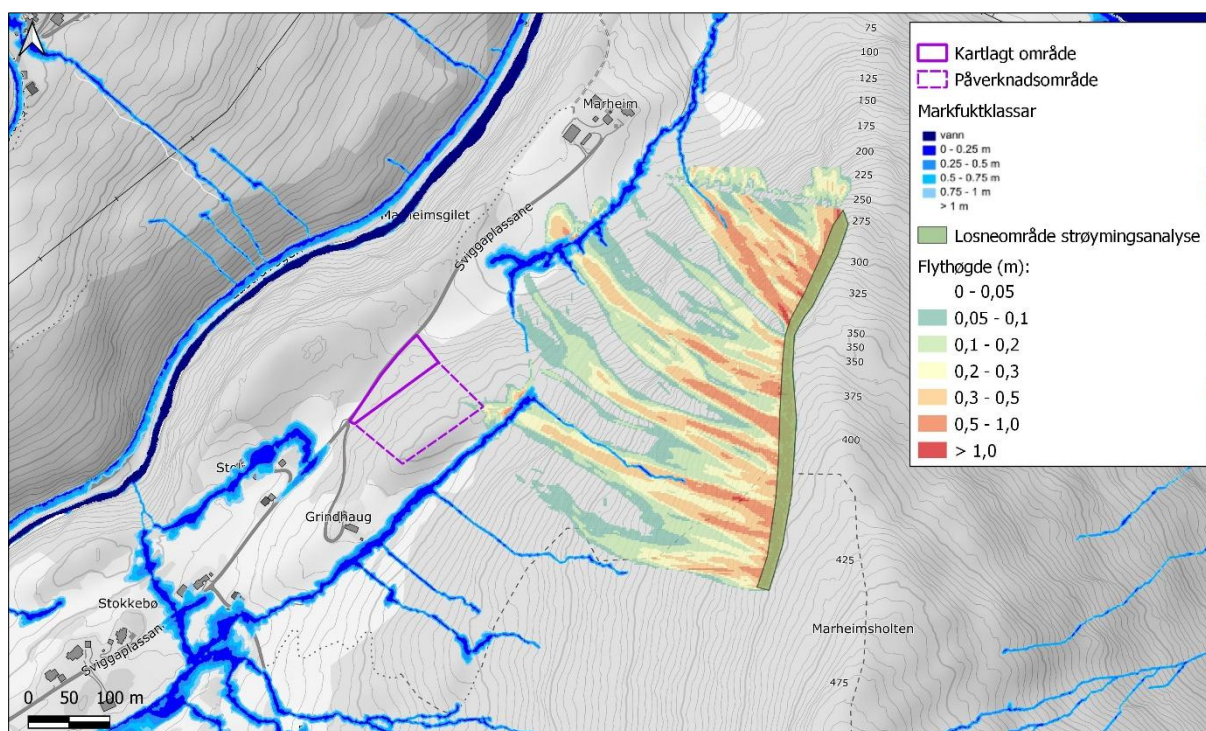
Figur 10: Lausmassekart (NGU 1:50 000) viser at det er kartlagt eit tynt morenedekke i heile det kartlagde området og påverknadsområdet. Kjelde: NGU WMS.



Figur 11: Lausmassane i skråninga rett sørvest for kartlagt område ligg i relativt bratt terreng og består hovudsakleg av organisk materiale (mose). Trea i skråninga viser teikn til jordsig. Infopunkt 2.

2.4 Dreneringsvegar

Det er ingen kartlagde dreneringsvegar på karta til Kartverket, og det vart heller ikkje observert dreneringsvegar i fjellsida. NIBIO sitt markfuktkart viser at fjellryggen øvst i påverknadsområdet vil leie drenering frå fjellsida ovanfor anten nord eller sør for kartlagt område og påverknadsområdet. Det er nytta strøymingsanalyse for å vurdere kor vatn frå den overliggande fjellsida vil renne. Strøymingsanalysen viser at det ikkje er tydeleg konsentrert avrenning frå fjellsida, og nedbøren vil hovudsakleg gå i lausmassane eller som overvatn. Utløp i strøymingsanalysen samsvarar med område med auka markfukt. Nedbørsfeltet til kartlagt område er avgrensa til området opp til fjellryggen.



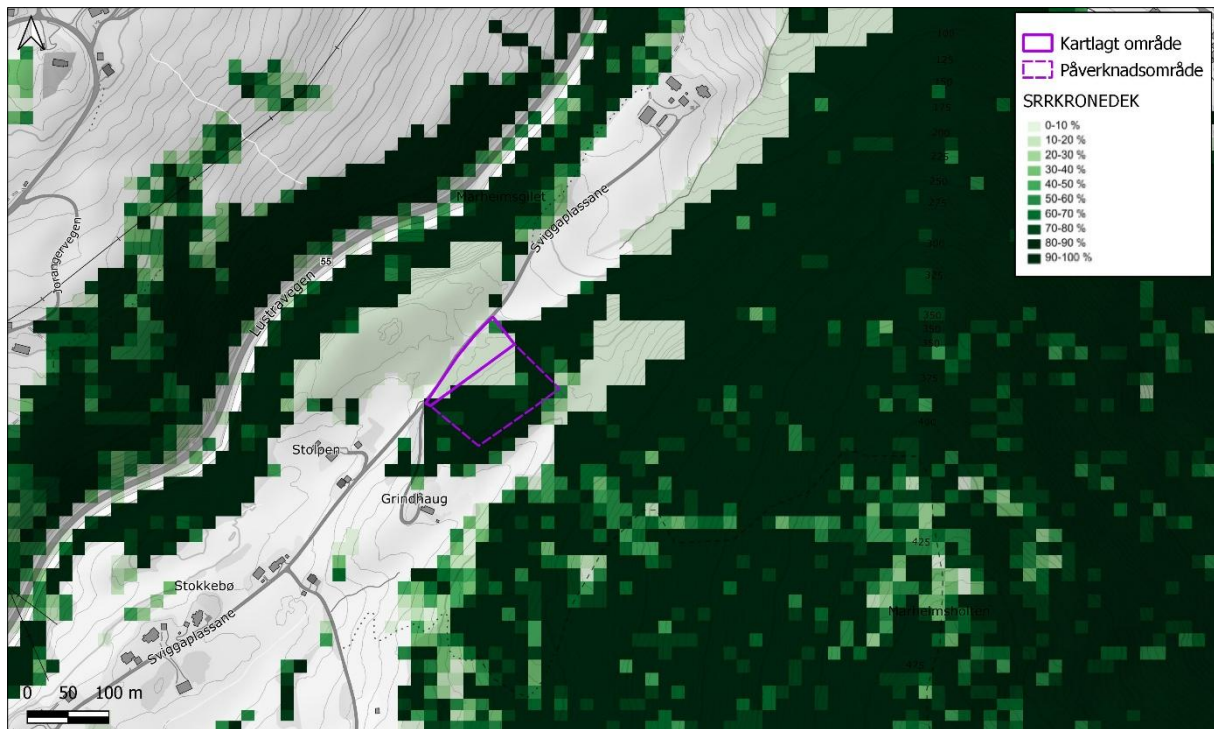
Figur 12: NIBIO sitt markfuktkart viser at ingen område med sannsyn for fukt i marka i kartlagt område eller påverknadsområdet. Strøymingsanalysen viser at det ikkje er noko særskilt konsentrert avrenning frå fjellsida ovanfor. Kjelde NIBIO WMS

2.5 Skog og flyfoto

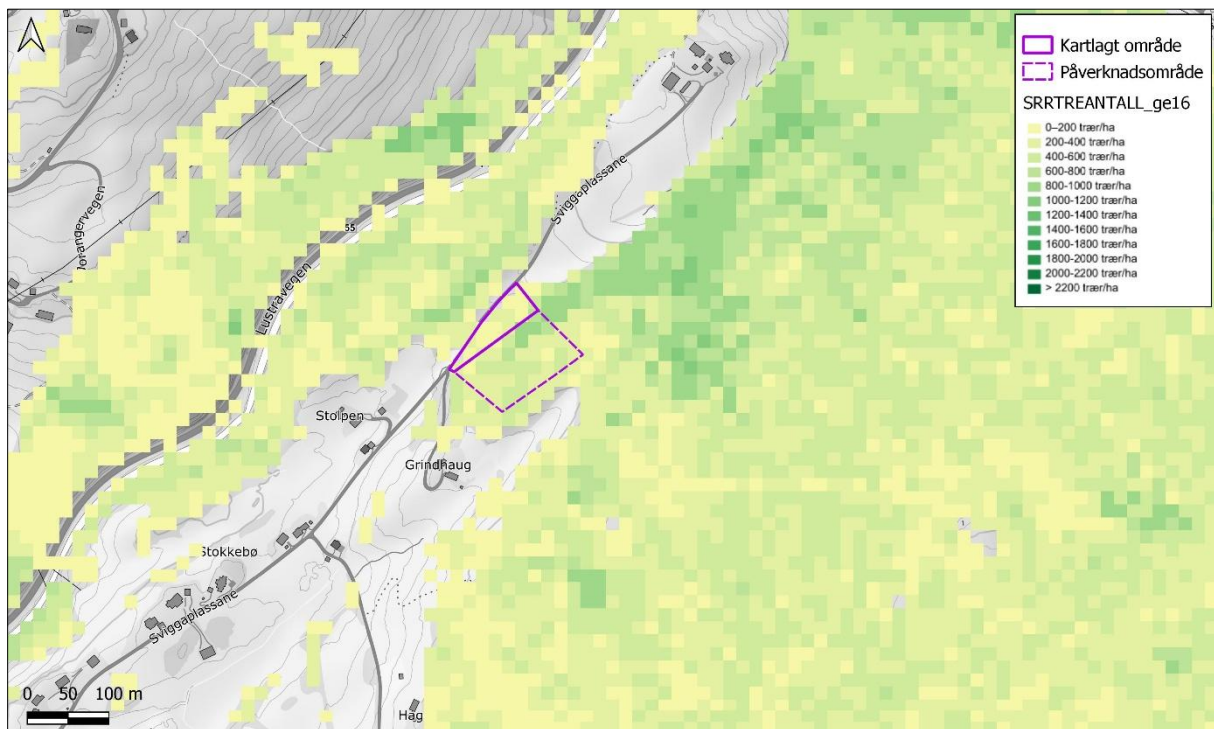
Synfaringa viser at skråninga rett søraust for kartlagt område er kledd hovudsakleg av tynn lauvskog, og fjellsida ovanfor er kledd av blandingsskog av lauv- og bartre (Figur 3).

NIBIO sitt skogressurskart viser at kronedekinga til skogen i påverknadsområdet hovudsakleg er over 75 % (Figur 13), tal på tre med brysthøgde diameter > 16 cm ligg på mellom 300 – 500 per ha (Figur 14). Skogen oppfyller difor kriteria til NVE (2020) for å effektivt hindra utløysing av snøskred, noko ein òg ser i store delar av fjellsida på NVE sitt aktsemdkart for snøskred. Det er drive hogst i delar av granskogen i fjellsida. Vurderinga i denne rapporten er basert på terrenget og det er ikkje tatt omsyn til skog.

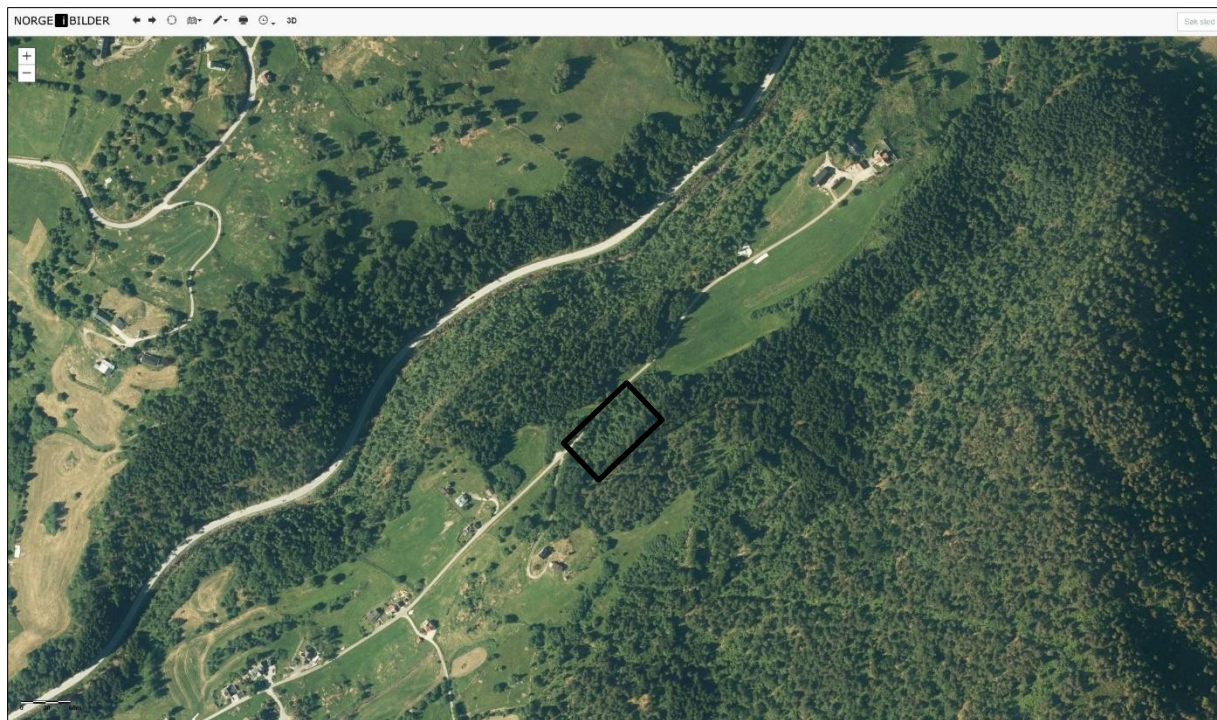
Flyfoto er studert med omsyn til skredhendingar, og det er ikkje observert spor etter skredhendingar på dei studerte flyfotoa. Nyaste og eldste flyfoto er vist i Figur 15 og Figur 16.



Figur 13: NIBIO sitt skogressurskart viser at kronedekninga til skogen i påverknadsområdet hovudsakleg ligg over 75%. Kjelde: NIBIO WMS.



Figur 14: NIBIO sitt skogressurskart viser at tal på over 16 cm BHD ligg på mellom 300 - 500 tre/ha i påverknadsområdet. Kjelde: NIBIO WMS.



Figur 15: Flyfoto frå 2018. Kartlagt område er innafor svart rektangel. Skogen i påverknadsområdet består av blandingsskog av lauv- og grantre. Vertikalfoto: norgebilder.no



Figur 16: Flyfoto frå 1964-65 viser at det var noko mindre vegetasjon på den tida. Kartlagt område er innafor svart rektangel. Vertikalfoto: norgebilder.no

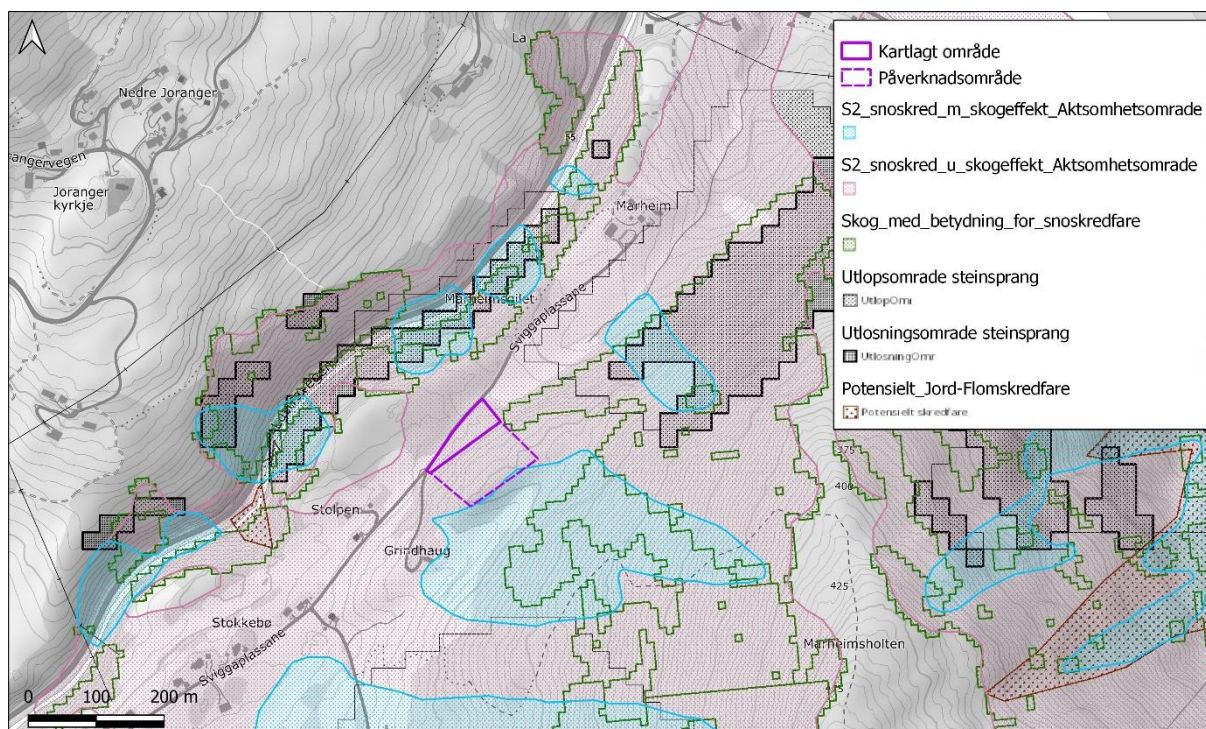
2.6 Aktsemdkart

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.

Aktsemdkart for snøskred viser at dersom ein ikkje tek omsyn til skog er det aktsemdområde for snøskred i heile det kartlagde området. Det er ingen aktsemdområde i kartlagt område om ein tek omsyn til skog. Aktsemdkart for skred er vist i Figur 17.



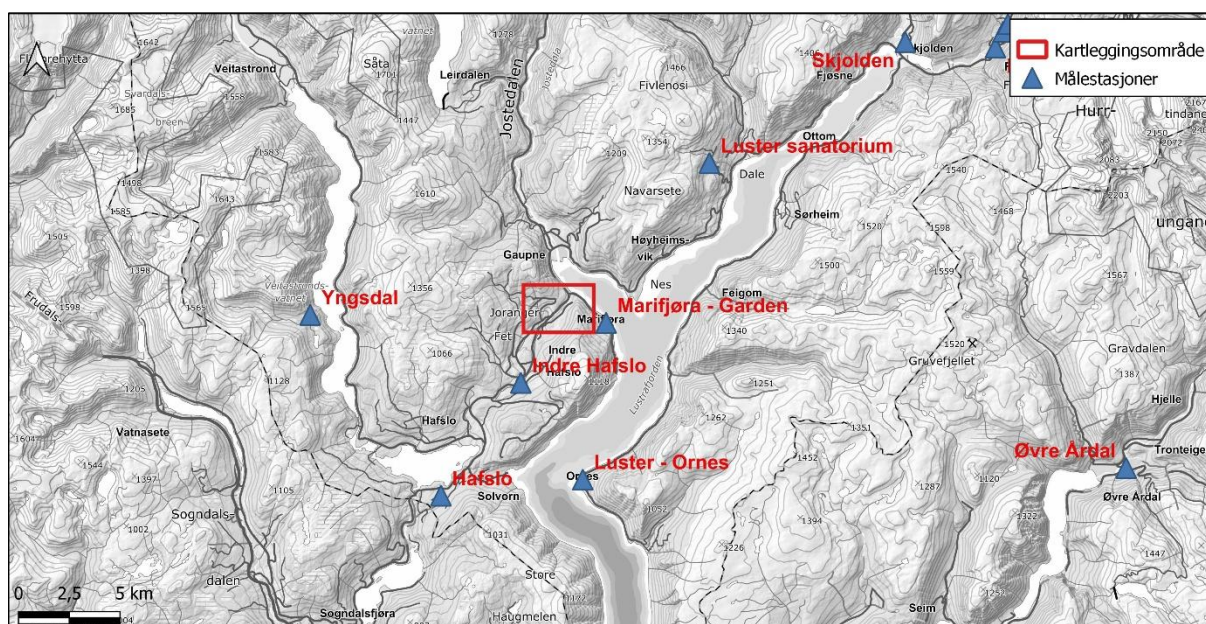
Figur 17: Aktsemdområde for skred i og i nærleiken til kartlagt område. Kjelde: NVE WMS.

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 sjølvstakt mengde og stabilitet på snø. Det er henta inn relevant klimadata som er nytta til klimaanalyse. Tabell 1 og Figur 18 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
Hafslo	246	1895 – d.d.	1110	155	
Marifjøra – Garden	25	1980 – 1995	-	-	
FV55 Indre Hafslo	249	2014 – d.d.	-	-	
Luster – Ornes	4	1987 – d.d.	-	-	
Luster Sanatorium	484	1903 - 1973	1240	183	Klimaperiode 1961 - 1990

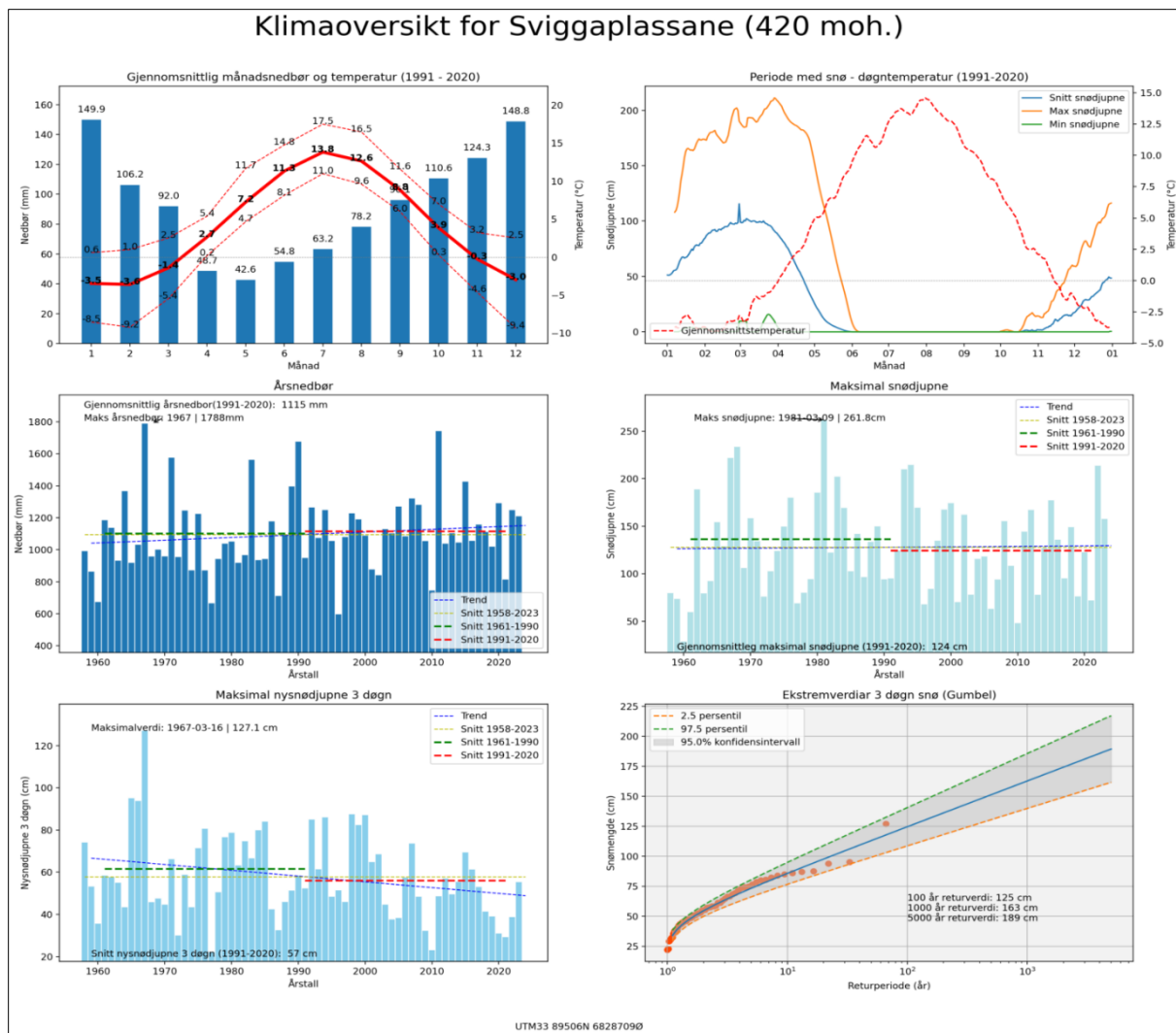


Figur 18: Lokalisering av nokre av målestasjonane som er nytta i klimaanalysen.

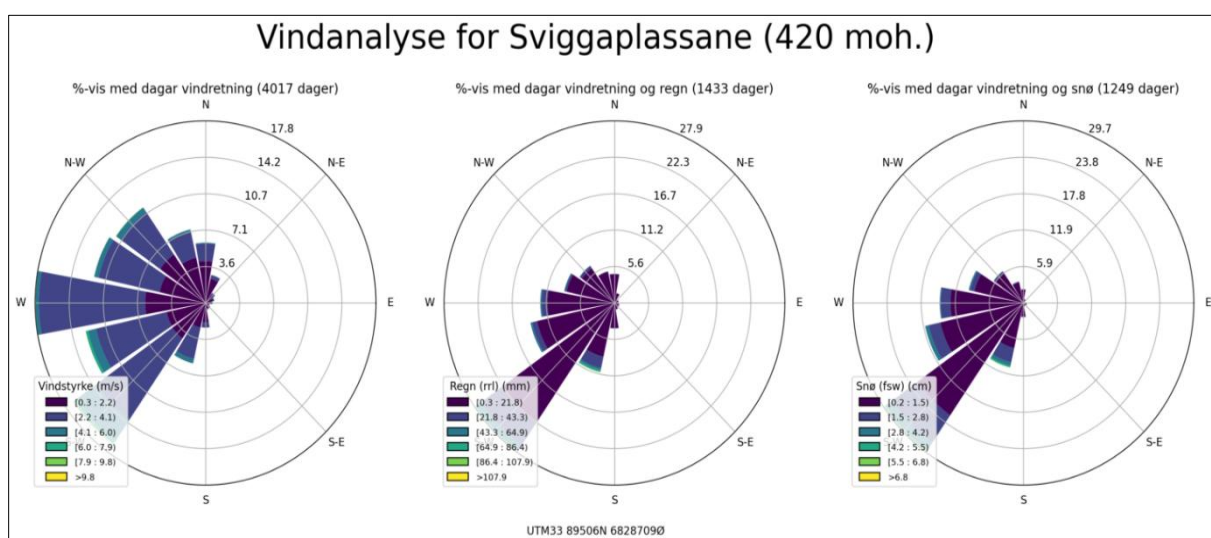
Data til klimaanalysen er henta ut frå NVE si API-løysing (api.nve.no) med data frå senorge2-datasettet. Til å henta ut data er det nytta NVE si digitale løysing utvikla av Asplan Viak (2023). Figur 19 og Figur 20 viser relevante klimadata henta ut frå eit område øvst i påverknadsområdet.

I påverknadsområdet har gjennomsnittleg årsnedbør førre klimaperiode vore 1115 mm. Gjennomsnittleg maks snøhøgde er 124 cm, og snittet for 3-døgns nysnøtilvekst er 57 cm. 3-døgns nysnøtilvekst vert nytta som brotkanthøgde til snøskredmodellering og med eit returintervall på 1000 år svarar dette til 163 cm ved gumbel-fordeling.

Analysen viser at sterkaste vindretning er frå vestlege retningar og at nedbør hovudsakleg kjem med vind frå sørvest. Fjellsida i påverknadsområdet som vender mot nordvest er vurdert å vere lite utsett for ekstra snøakkumulasjon på grunn av dominerande vindretningar, og det er difor ikkje tatt omsyn til snødrift for val av brotkant.



Figur 19: Relevant klimadata henta frå NVE API for område øvst i påverknadsområdet.

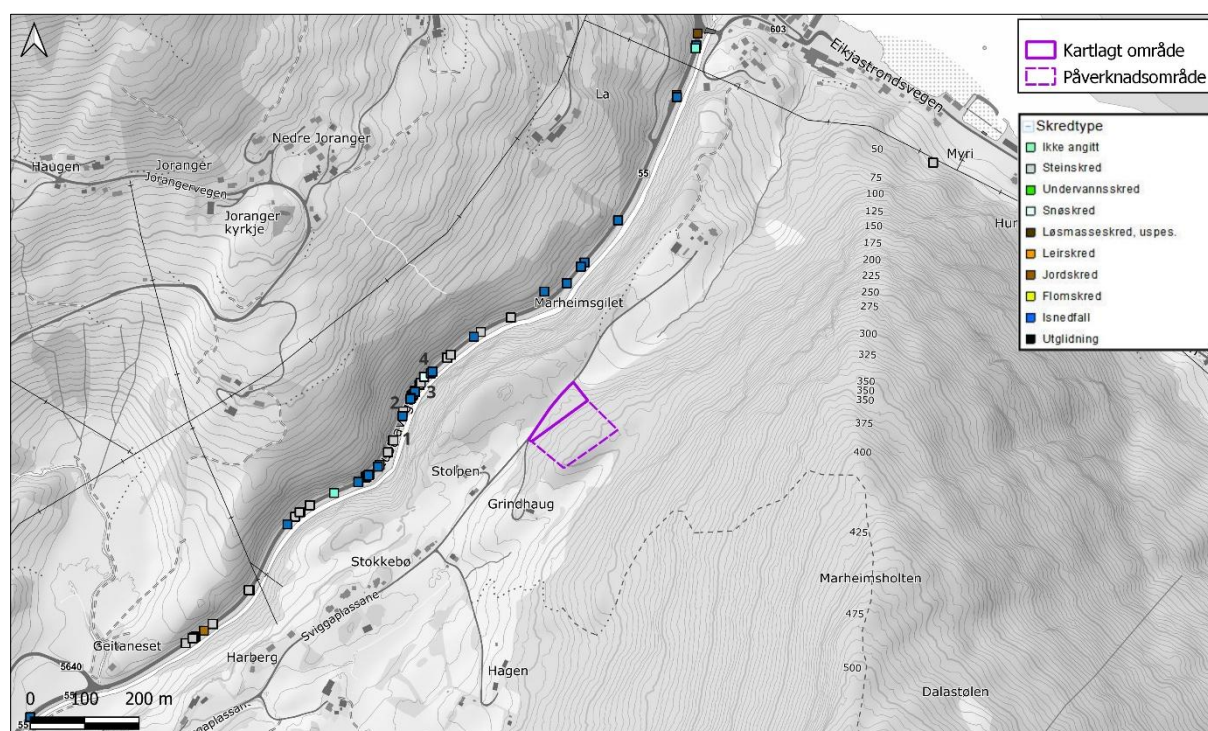


Figur 20: Frekvensfordeling av vindretning og vindstyrke og vindretning i dagar med nedbør som høvesvis regn og snø for område øvst i påverknadsområdet.

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 finn ein oversikt over skredhendingar i Noreg som er registrert i den nasjonale skreddatabasen. Det er ingen registrerte skredhendingar i kartlagt område, påverknadsområdet eller i fjellsida opp mot Marheimsholten. Det er registrert fleire skredhendingar langs Lustravegen ved Marheimsgjelet, vest for kartleggingsområdet, men desse er små utløp frå skjering langs vegen. Relevante skredhendingar er lista opp i Tabell 2.



Figur 21: 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	Steinsprang ($< 100 \text{ m}^3$)	10.11.2025	SHDB	Marheimsgjelet: Skredbeskrivelse: Stein på fv. 55 løsnet fra vegskjæring 0-50m over veg. blokkert veglengde: kun i grøft. tidspunkt for skredhendelsen kan være usikkert. Kilde: Ikke gitt. Kompetansenivå: Helt ukjent kompetanse.
2	Steinsprang	03.05.2018	SHDB	Marheimsgjelet: Skredbeskrivelse: tein på FV. 55 løsnet fra vegskjæring 0-50m over veg. Anslått skredvolum: $< 1 \text{ m}^3$. Blokkert veglengde: Kun i grøft. Tidspunkt for skredhendelsen kan være usikkert. Kilde: Ikke gitt. Kompetansenivå: Helt ukjent kompetanse.
3	Isnedfall	14.04.2024	SHDB	Marheimsgjelet: Skredbeskrivelse: Is på FV55 løsnet fra vegskjæring 5-20m. Anslått skredvolum på veg: $< 10 \text{ m}^3$. Blokkert veglengde: 10-50m. Kilde: Ikke gitt. Kompetansenivå: Helt ukjent kompetanse.
4	Løssnøskred	08.02.2022	SHDB	Marheimsgjelet: Skredbeskrivelse: Luster / Indre Sogn. Skredbeskrivelse: 3-4 kubikk rasa i veg. Sperrer eit køyrefelt. Kilde: Ikke gitt. Kompetansenivå: Snøskredvarslingen (4c).

2.9 Tidlegare skredfarevurderingar

NGI utførte på vegne av NVE skredfarekartlegging for utvalde område i Luster kommune i 2014. SGC sitt kartleggingsområde ligg ikkje innafør NGI si tidlegare kartlegging.

2.10 Eksisterande sikringstiltak

Det er ingen sikringstiltak for skred i kartlagt område eller påverknadsområdet.

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, der det er vanskeleg å få oversikt på grunn av bratte fjellsider eller skog, eller for å få betre oversikt over kartleggingsområdet, 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 Mavic Pro Air 2. 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 påverknadsområdet. Steinsprang er ein aktuell prosess.

Utgreiing av losneområde og losnesannsyn

Det er ingen aktsemd for steinsprang på aktsemdkarta til NVE i kartlagt område eller påverknadsområdet. Dette er grunna at oppløysinga i aktsemdkarta er for grov til å plukke opp den vesle skråninga rett søraust for kartlagt område. Synfaringa viser at berggrunnen består av skifrig fyllitt som har høg sprekkegrad i foliasjonsplana. Foliasjonsplana hallar mot aust/nord aust som er bra for totalstabiliteten i fjellet, men den høge sprekkgrada kan føre til små utrasingar. Hovudsprekkeplanet føl foliasjonsplana og sprekkavstand er hovudsakleg mindre enn 10 cm.

Fjellskråninga langs søraustleg avgrensing av kartlagt område er hovudsakleg dekt av eit tynt dekke av organisk materiale, men det er observert deformasjon i blottlagt fjell aust for kartlagt område, tolka å vere grunna kompresjonssona mellom fyllitten og gneisen. Dette kan gje stadvis soner med høgare grad av oppknusing. Den korte sprekkavstanden og potensielle oppknusingssoner i fjellskråninga vil føre til auka grad av forvitring, og det er vurdert at det er høgt sannsyn for små utrasingar. Dette vil hovudsakleg vere små flak eller steinar utan skadepotensiale. Sannsynet for utrasingar store nok for skadepotensiale er vurdert som lågt, men høgare enn 1/1000 per år.

Utgreiing av utløp

Dei identifiserte losneområda for steinsprang er lokalisert i fjellskråninga langs søraustleg avgrensing av kartlagt område. Skråninga er lita og utrasingar vil hovudsakleg vere små grunna den høge sprekkegrada i fyllitten, og svært små losneområde. Skråninga er om lag 25 meter høg med ei snitthelling rundt 30° og avgrensa område med helling rundt 45° . Utfall frå skråninga vil vere korte og vil raskt stoppe i det slake terrenget nedanfor. Sidan potensielle losneområde ligg så tett på kartlagt område vil utløp òg nå inn i kartlagt område. Det er vurdert at sannsynet for at steinsprang når inn i kartlagt område er mellom 1/100 og 1/1000 per år.

Det er nytta modellering med Rockyfor3D for å bekrefte at steinsprang frå fjellsida ovanfor ikkje kan nå kartlagt område. Utløp frå skråninga i søraust for kartlagt område er vurdert ut frå terreng, losneområde, losnesannsyn og fagleg skjønn.

Når steinsprang inn i kartleggingsområdet?

Sannsynet for steinsprang i kartlagt område er vurdert som mellom 1/100 og 1/1000 per år.

3.2 Steinskred

Er steinskred aktuell prosess i påverknadsområdet?

Det er ingen losneområde som er store nok til utløysing av steinskred som kan nå kartlagt område, og steinskred vert difor ikkje vidare utgreia.

3.3 Snøskred

Er snøskred aktuell prosess i påverknadsområdet?

Aktsemdkarta til NVE viser at det er aktsemdsområde i kartlagt område om ein ikkje tek omsyn til skogen. Klimaanalysen viser at gjennomsnittleg snødjupne førre klimaperiode var 124 cm. Snøskred kan vere ein aktuell prosess i påverknadsområdet.

Utgreiing av losneområde og losnesannsyn

Aktsemdkarta til NVE viser ingen potensielle losneområde i kartlagt område eller påverknadsområdet. Det er nytta ei grov snøskredmodellering for å avgrense påverknadsområdet, og denne viser at terrenget i fjellsida og fjellryggen øvst i påverknadsområdet vil hindre utløp i kartlagt område frå potensielle losneområde i fjellsida opp mot Marheimsholten. Utløp som når inn i nordaustleg del av kartlagt område er vurdert som konservativt då det er nytta konservativt stort losneområde for modelleringane. Det er heller ingen tidlegare kjende snøskredhendingar frå fjellsida opp mot Marheimsholten.

Terrenget i påverknadsområdet er generelt slakt, med helling hovudsakleg under 25°. Områda med helling over 25° er for avgrensa til å kunne akkumulere nok snø til å generere snøskred med skadepotensiale. Det er vurdert at det ikkje er reelle losneområde for snøskred i påverknadsområdet. Snøskred er difor ikkje vidare utgreia.

3.4 Jordskred

Er jordskred aktuell prosess i påverknadsområdet?

Det er skråningar som er brattare enn 20° i påverknadsområdet tett på kartlagt område. Lausmassekartet til NGU viser at det er kartlagd tynne moreneavsetjingar i kartlagt område og påverknadsområdet. Jordskred er ein aktuell prosess.

Utgreiing av losneområde og losnesannsyn

Aktsemdkartet for jord- og flaumskred viser ingen potensielle losneområde for jord- eller flaumskred i kartlagt område, påverknadsområdet eller i fjellsida opp mot Marheimsholten. Kap. 2.4 viser at det ikkje er nokre konsentrerte dreneringsveggar i fjellsida, og markfuktkartet viser at drenering vil bli leia anten nord eller sør for påverknadsområdet.

Synfaringa viser at skråninga langs søraustleg avgrensing av kartlagt område består av eit tynt dekke av organisk materiale over fast fjell. Trea i skråninga viser teikn til rotvelte og jordsig, og lausmassane er vurdert som ustabile. Det er vurdert at ekstremnedbør kan føre til lokale utglidingar og små jordskred i skråninga. Forvitring og erosjon i fjellet kan og føre til små steinsprang som tar med seg det tynne lausmassedekket. Det er vurdert at losnesannsynet for jordskred er høgare enn 1/100 per år i skråninga.

Lausmassane ovanfor skråninga består av eit tynt dekke av morenemateriale. Det er ikkje observert spor etter skredhendingar i skyggerelieffkartet eller under synfaringa, og det er heller ingen kjende jordskredhendingar i påverknadsområdet eller fjellsida ovanfor. Terrenget ovanfor skråninga er slakt, og det er vurdert at det ikkje er potensielle losneområde for jordskred frå øvre del av påverknadsområdet som kan nå kartlagt område.

Utgreiing av utløp

Lausmassedekket i skråninga langs søraustleg avgrensing av kartlagt område er tynt og relativt usamanhengande. Ekstremnedbør kan føre til lokale utglidingar og jordskred, men det er lite erosjonspotensiale i den korte skråninga og utløp vil difor ikkje nå lenger enn til det slake terrenget ved foten av skråninga. Grunna at delar av skråningsfoten ligg inne i kartlagt område er det likevel vurdert eit utløpssannsyn høgare enn 1/100 per år.

Når jordskred inn i kartleggingsområdet?

Sannsynet for jordskred i kartlagt område er vurdert som høgare enn 1/100 per år, men dette vil vere små jordutglidingar/jordskred som stoppar ved skråningsfoten.

3.5 Flaumskred

Er flaumskred aktuell prosess i påverknadsområdet?

Det er ingen konsentrerte dreneringsveggar i påverknadsområdet og eventuelle lausmasseskred vert definert som jordskred. Flaumskred vert difor ikkje vidare utgreia.

3.6 Sørpeskred

Er sørpeskred aktuell prosess i påverknadsområdet?

Det er ikkje observerte sørpeskredhendingar dette området tidlegare, og det er ingen søkk eller bekkeløp som kan samla vatn i snødekke. Sørpeskred er vurdert å ikkje vera ein aktuell prosess.

3.7 Samla nominelt årleg skredsannsyn og konklusjon

Skredfarevurderinga konkluderer med at samla nominelt årleg sannsyn for skred er større enn 1/100 langs søraustleg avgrensing til kartlagt område. Jordskred er dimensjonerande skredtype for faresone med årleg sannsyn høgare enn 1/100 og steinsprang er dimensjonerande skredtype for faresone med årleg sannsyn høgare enn 1/1000.

Skreda som er vurdert å kunne nå kartlagt område er relativt små skredhendingar, med lågt skadepotensiale. Det er likevel vurdert at skreda kan gjera skade på eit høgdebasseng, og det er difor laga faresoner.

Ut i frå opplysingane SGC har mottatt skal dei planlagde tiltaka plasserast utanfor faresoner for skred, og desse oppfyller difor krava til TEK17 §7-3.

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

Faresonekartet er vist i vedlegg.

3.8 Føresetnadar for vurderingane

3.8.1 Skog

Det er skog i store delar av påverknadsområdet og fjellsida over, men synfaringa viser at det er drive hogst i denne. Vurderinga er basert på terrenget og det er ikkje tatt omsyn til skog i vurderinga.

3.9 Mogelegheit for å redusere faresoner

Faresonene kan reduserast ved reinsk av ustabile lausmassar og blokker og tre i skråninga ovanfor der tiltaket skal plasserast. Ved reinsk av skråninga og avdekking av fjell er det anbefalt at det blir utført ei ny vurdering av skråninga.

4. Modellering

4.1 Rockyfor3D

Rockyfor3D er nytta for å avgrense påverknadsområdet. 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 parametarar 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 parametarar 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	3 x 3 m	Terrengmodellen er laga ved å konvertere rasterfila i QGIS.
Blokkstorleik	1,3 x 1,3 x 1,2 m	
Blokkform	Ellipse	
Tal på simuleringar per celle	100	Høgt tal for å oppnå eit meir presist sannsyn innanfor modelleringa
Variasjon i blokkstorleik	20 %	
Ekstra fallhøgde	0 m	
Terrengruheit (rg70, rg20 og rg10) og jordtype	Berekna automatisk av modellens algoritmar, basert på terrengmodellen	
Skog	Nei	

4.2 RAMMS

RAMMS::Debris Flow (v. 1.8.0) er nytta til modellering av strøymingsanalyse. Strøymingsanalysen er utført ved å leggja eit stort losneområde i øvre del av fjellsida og simulering med parametarar 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 vurdere potensielle losneområde ut i frå drenering.

RAMMS::Avalanche (v. 1.8.0) er nytta til ei grov modellering av snøskred for å avgrense påverknadsområdet. For val av brotkanthøgde er det nytta anbefalingar i rettleiar frå NVE (NVE, 2020), med lokale tilpassingar. Det er nytta standard friksjonsparametarar 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 parametarar nytta i modelleringane er vist i tabellar under.

Tabell 4: Parametarar nytta til modellering av strøymingsanalyse

Strøymingsanalyse		
Skildring av terreng		
	Losneområde	Stort samanhengande losneområde i fjellsida ovanfor kartleggingsområdet.
	Skredbane	Kupert fjellside med helling 15-60°
	Utløp	Dyrka mark
Friksjonsparametarar		$\xi = 3000 \text{ m/s}^2$, $\mu = 0.05$
Brotkanthøgde		0,5 m
Høgdeskilnad losneområde		-
Oppløysing terrengmodell		2 x 2
Erosjon		-

Tabell 5: Parametarar nytta til modellering av snøskred

Snøskred		
Skildring av terreng		
	Losneområde	Stort område i fjellsida ovanfor kartleggingsområdet, 30° – 60°
	Skredbane	Kupert fjellside med helling 15-60°
	Utløp	Dyrka mark
Friksjonsparametarar		300 år, små skred
Brotkanthøgde		163 cm
Volum losneområde		14 842 m ³
Oppløysing terrengmodell		5 x 5 m
Høgdejustert		500 m / 200 m
Skog		Nei
Medriving av snømassar langs skredbane		Nei

5. Referansar

Asplan Viak, 2023. *AV-Klima*. frå <https://nve-av-klima.azurewebsites.net/> Henta 08.11.2024

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: 11.11.2024

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

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 Bilete frå synfaring



Figur 22: Bilete tatt frå vegen Sviggaplassane mot kartlagt område og påverknadsområdet viser at skråninga langs søraustleg avgrensing av kartlagt område. Bilete er tatt mot søraust.

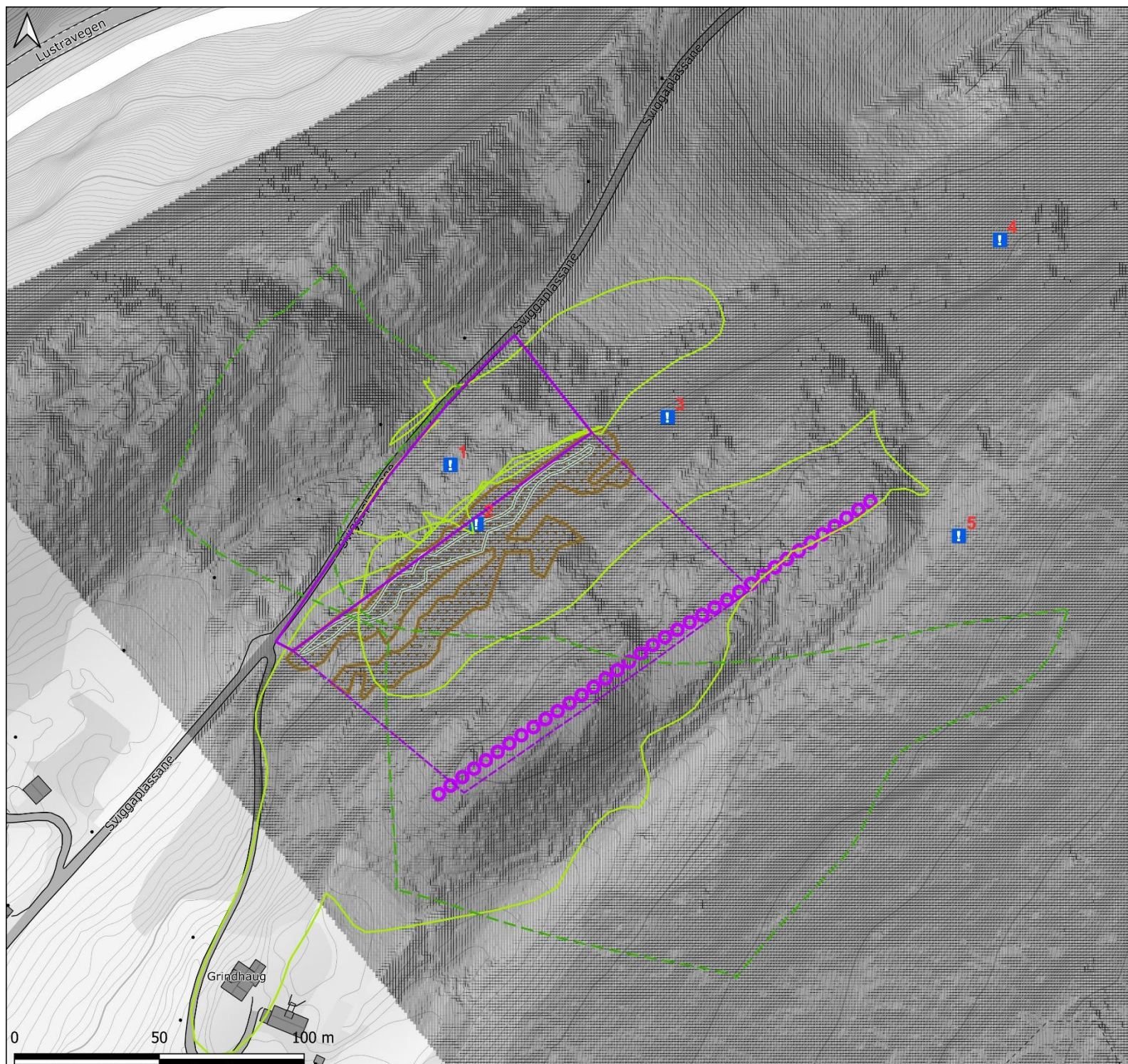
6.2 Informasjonspunkt

Tabell 6: Oversikt og skildring av infopunkt vist i registreringskart

#	Skildring
1	Omtrentleg plassering av planlagt tiltak.
2	Skråning langs søraustleg avgrensing av kartlagt område med potensiale for skred.
3	Fjell i dagen, deformasjon i fjellet.
4	Fjell i dagen. Skifrig fyllitt med høg sprekkegrad.
5	Fjell i dagen av gneis. Eksfoliasjon i øvre lag, men elles massivt fjell.

6.3 Kartvedlegg

- Registreringskart
- Faresonekart
- Hellingskart
- Modelleringsresultat



Teiknforklaring

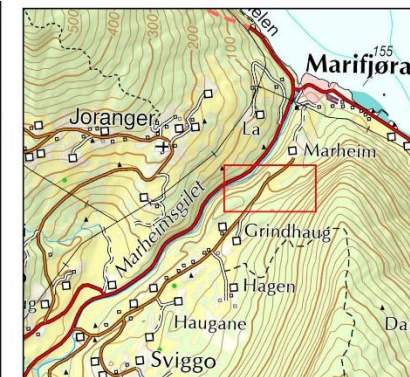
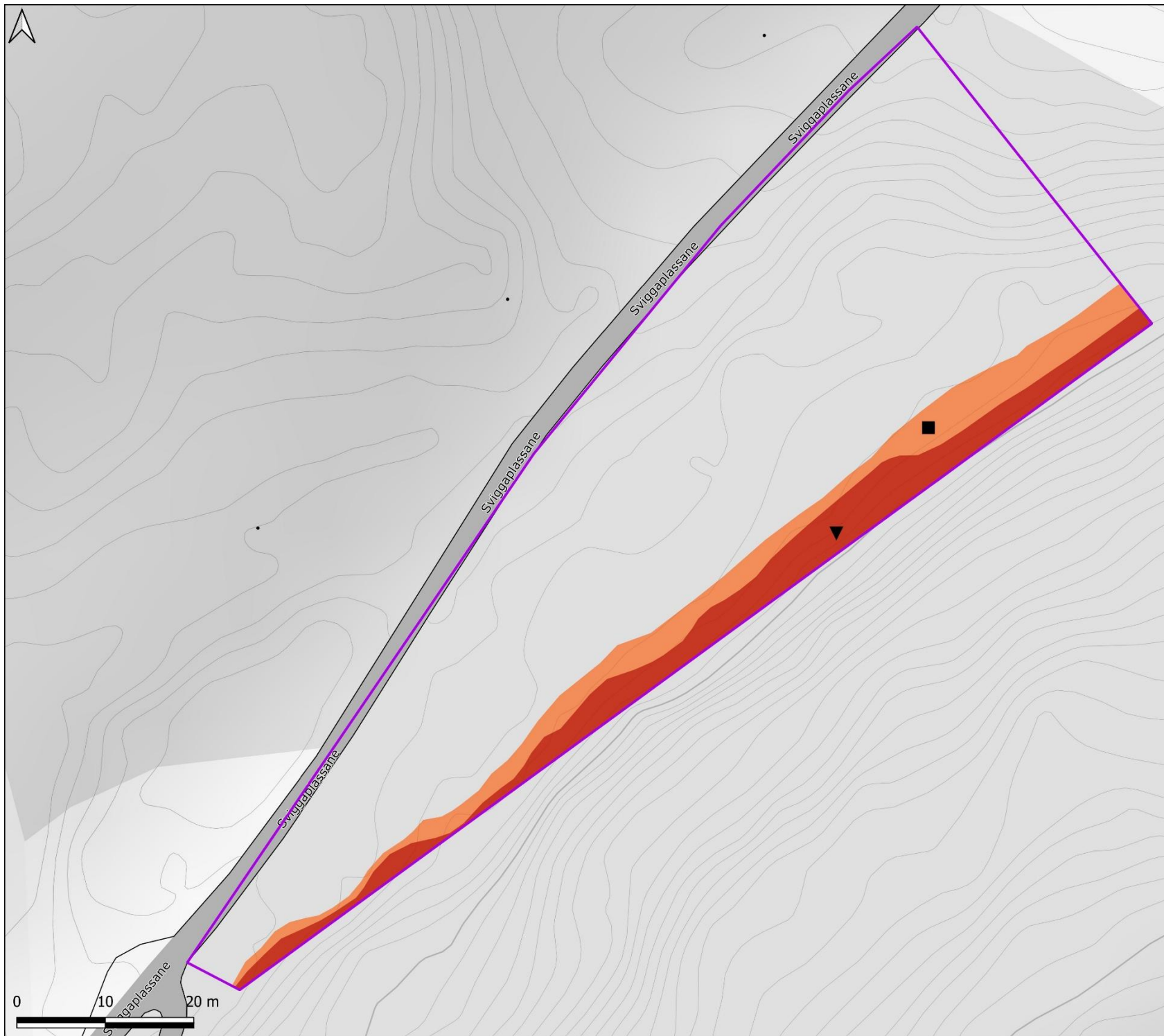
- Kartlagt område
- Påverknadsområde
- Potensielt losneområde steinsprang
- Potensielt losneområde jordskred
- Ryggformasjon
- Sporlogg
- - - Sporlogg (drone)
- ! Infopunkt

Registreringskart

Oppdrag: 2024-08-277A Skredfarevurdering for høgdebasseng ved Marifjora, Luster kommune

Koordinatsystem: Euref 1989 UTM Sone 32N

Dato:	Utarbeida av:	Kontrollert av:	
2024-11-11	MS	TL	



Teiknforklaring

Kartlagt område

Faresoner med årleg sannsyn

$\geq 1/100$

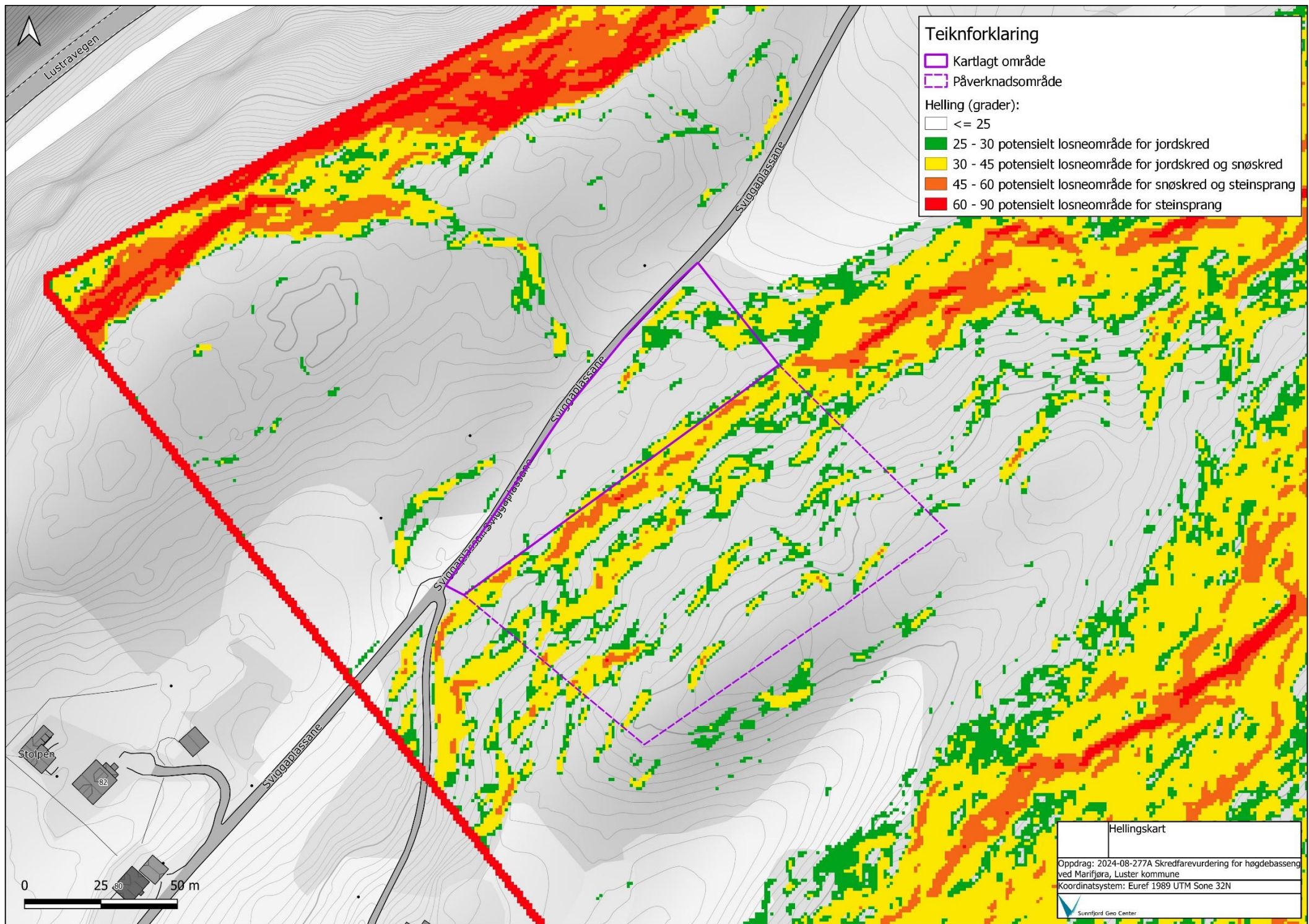
$\geq 1/1000$

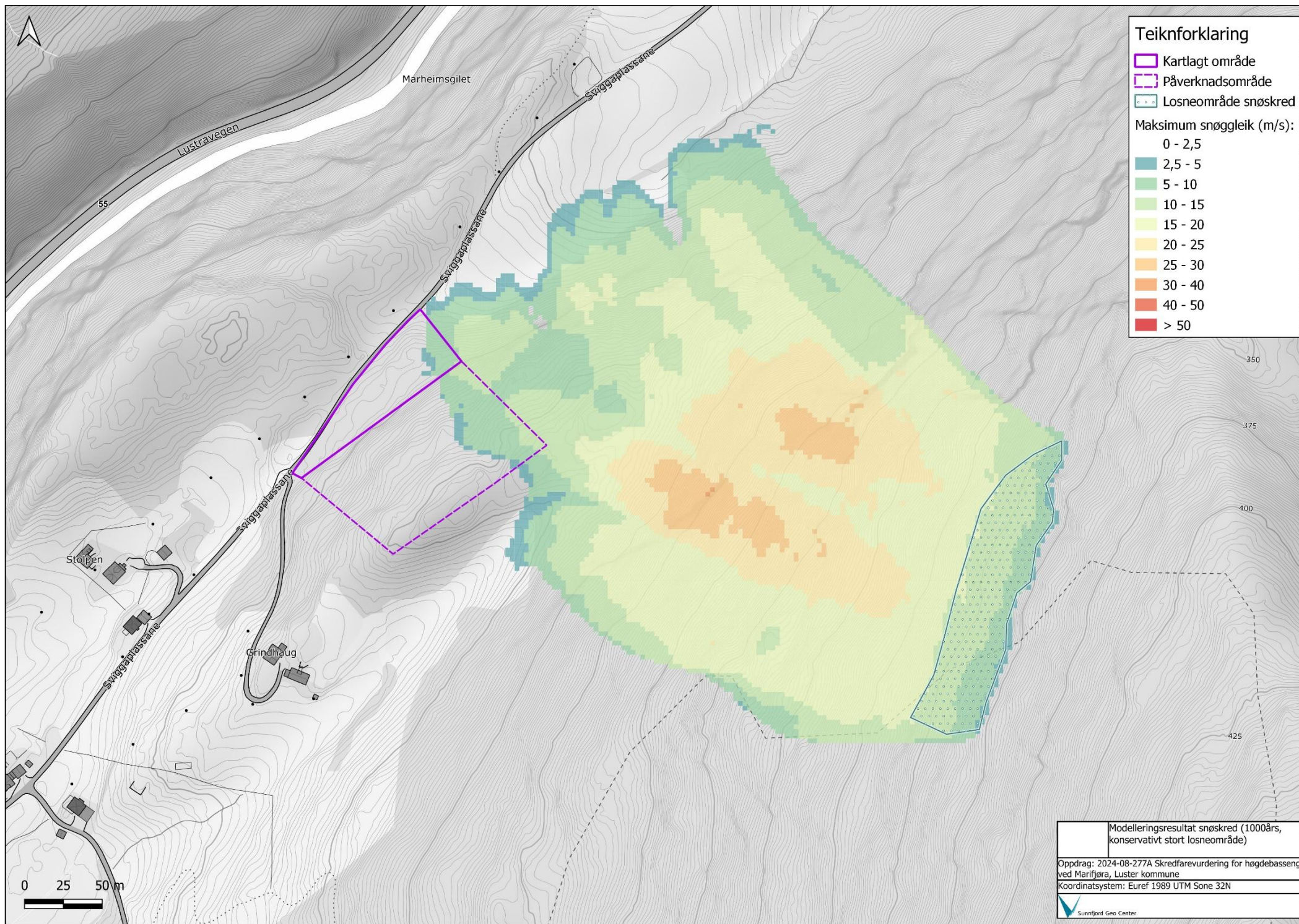
Dimensjonerande skredtype:

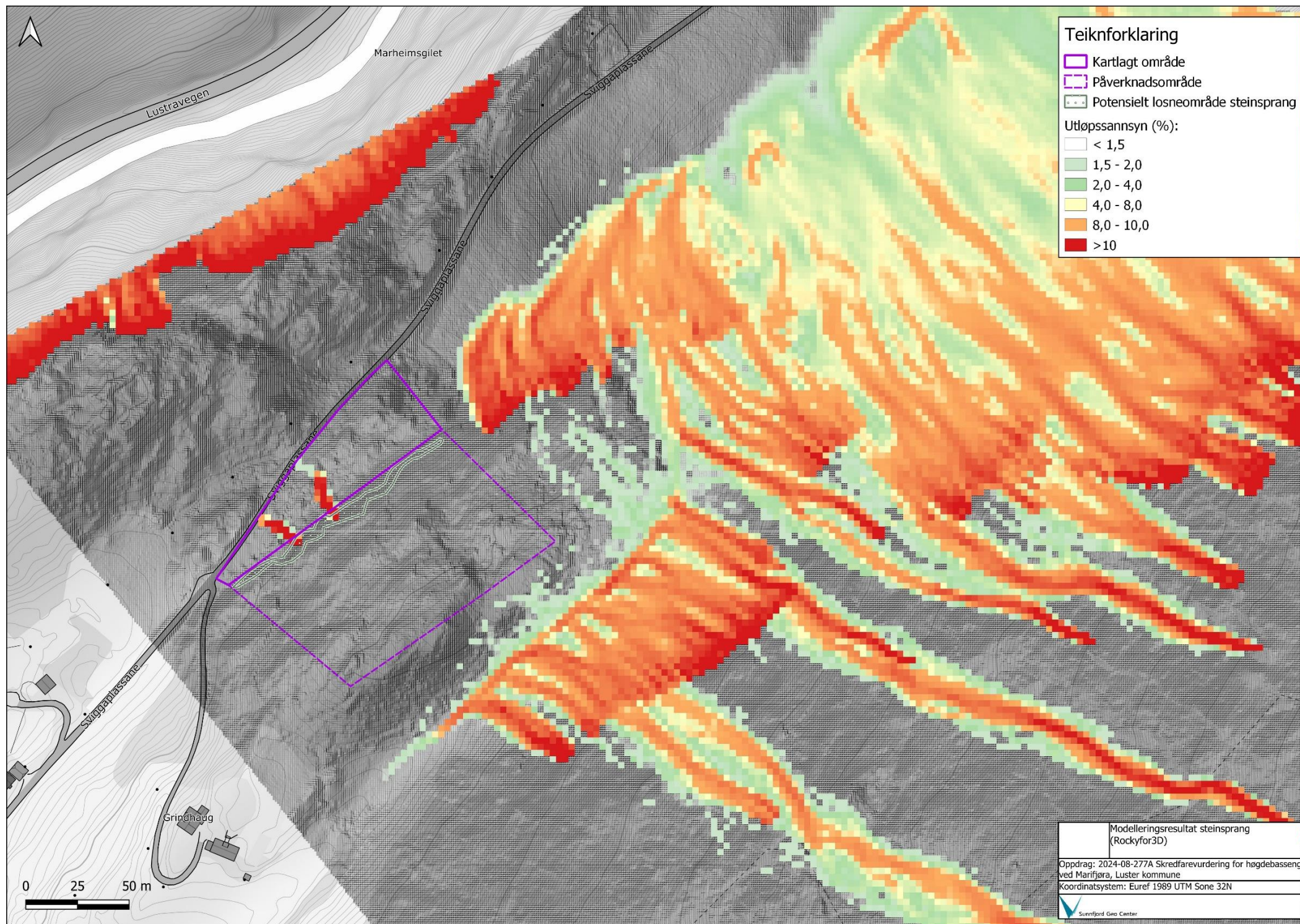
Steinsprang

Jordskred

Faresonekart		
Oppdrag: 2024-08-277A Skredfarevurdering for høgdebasseng ved Marifjøre, Luster kommune		
Koordinatsystem: Euref 1989 UTM Sone 32N		
Dato: 2024-11-11	Utarbeida av: MS	Kontrollert av: TL









6.4 Egenerklæringsskjema

Egenerklæringsskjema for å utføre skredfarevurdering i henhold til veilederen *Sikkerhet mot skred i bratt terreng – Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og byggesak*

Firma:	Sunnfjord Geo Center	Orgnummer	998 899 834 (Søk i https://brreg.no)
---------------	-----------------------------	------------------	--

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 ² , veiledere ³ , retningslinjer ⁴ 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 utdanning 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 tilsvarende krav i NS 8401/8402 (prosjekterings- og rådgivningsoppdrag).	☒	☐	

² Byggeteknisk forskrift (TEK17) og Plan- og bygningsloven (pbl)

³ NVE veileder Sikkerhet mot skred i bratt terreng - Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og byggesak

⁴ NVE retningslinjer Flaum- og skredfare i arealplanar – Revidert 22.mai 2014



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Signatur:

Martin Solheim

Sted og dato:

Bergen, 12.11.2024
