



RAPPORT

Leievoll Sande i Sunnfjord kommune

VURDERING AV FARESONER ETTER BYGD
SIKRINGSTILTAK MOT JORD-, FLAUM- OG
SØRPESKRED.

DOK.NR. 20210759-01-R
REV.NR. 1 / 2023-05-16

Ved elektronisk overføring kan ikke konfidensialiteten eller autentisiteten av dette dokumentet garanteres. Adressaten bør vurdere denne risikoen og ta fullt ansvar for bruk av dette dokumentet.

Dokumentet skal ikke benyttes i utdrag eller til andre formål enn det dokumentet omhandler. Dokumentet må ikke reproduseres eller leveres til tredjemann uten eiers samtykke. Dokumentet må ikke endres uten samtykke fra NGI.

Neither the confidentiality nor the integrity of this document can be guaranteed following electronic transmission. The addressee should consider this risk and take full responsibility for use of this document.

This document shall not be used in parts, or for other purposes than the document was prepared for. The document shall not be copied, in parts or in whole, or be given to a third party without the owner's consent. No changes to the document shall be made without consent from NGI.



Prosjekt

Prosjekttittel: Leievoll Sande i Sunnfjord kommune
Dokumenttittel: Vurdering av faresoner etter bygd sikringstiltak mot jord-, flaum- og sørpeskred
Dokumentnr.: 20210759-01-R
Dato: 2023-02-20
Rev.nr. / Rev.dato: 1 / 2023-05-16

Oppdragsgjevar

Oppdragsgjevar: NVE
Kontaktperson: Siv Åshild Seljesæter
Kontraktreferanse: 15.02.2023

for NGI

Prosjektleder: Håkon Heyerdahl
Utarbeida av: Sunniva Skuset, Peter Gauer og Elise Morken
Kontrollert av: Ulrik Domaas

Forord

Plan- og bygningslova (Pbl) og Byggteknisk forskrift (TEK17 §7.3) stiller krav til tryggleik mot naturfare. For reguleringsplan og byggesak/-tiltak, må det difor dokumenterast at tilstrekkeleg tryggleik mot skredfare vil bli oppnådd i høve til desse tryggleikskrava.

Denne utgreiinga er utført av fagkyndig personell og følgjer NVE sin rettleiar Sikkerhet mot skred i bratt terreng - Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og byggesak¹, og vil dermed kunne dokumentere om tryggleikskrava er oppfylt.

Rapporten tek føre seg nye faresoner etter at sikringstiltak er bygd. Tiltaka skal hovudsakeleg beskytte mot sørpeskred, men også jord- og flaumskred. Dette er dei dominerande faretypane i området, som ligg til grunn for dei tidlegare faresonene. Sikringstiltaka er ikkje venta å auke faren for snøskred, steinskred og steinsprang. Alle faretypane er tidlegare utgreia i faresonekartlegginga – rapport 20130665-01-R *Sande sentrum – Gaular kommune. Faresonegrenser for skred* (NGI (2013)). I samråd med oppdragsgjevar NVE er det antatt at vurderingane for snøskred, steinskred og steinsprang gjort i denne rapporten framleis står seg, men at argumentasjonen/-dokumentasjonen kan vere noko tynn i høve krava i rettleiaren. Det er difor avgjort i samråd med oppdragsgjevar NVE at ein viser til rapporten der ein kan, og utover dette supplerer med det som eventuelt manglar. Det har ikkje vore mogleg å utføre supplerande synfaring i området i vinter, og allereie eksisterande bakgrunnsmateriale er difor lagt til grunn for vurderingane.

Det er kun bestilt utgreiing av faresoner for dagens vegetasjonsforhold.

¹ <https://www.nve.no/veileder-skredfareutredning-bratt-terreng>

Om oppdraget	
Oppdragsgjevar/byggherre:	Noregs Vassdrags- og Energidirektorat
Utførande føretak for faresonekartlegginga:	Norges Geotekniske Institutt
Skredfareutgreiing for:	Område spesifisert i kartutsnitt
Følgande tiltak og tryggleiks-klasse(r) er planlagd på eigedommen/planområdet:	Eksisterande busetnad i området ligg i sikringsklasse S1-S3.
Synfaring gjennomført, eventuelt kvifor ikkje:	Synfaring gjennomført i samband med innspel til detaljprosjektering av øvre leievoll. Elles vart det gjort synfaring til fots ved utarbeiding av NGI-rapport (2013), som utgjer eit viktig grunnlag.
Synfaring gjennomført av og når:	Øyvind A. Høydal og Håkon Heyerdahl 27.05.2022, Øyvind Armand Høydal og Sunniva Skuset (NGI), Siv Seljesæter og Anders Muldsvor (NVE), 18.01.2022. Karstein Lied og Ulrik Domaas, 2013.

Samandrag

På oppdrag frå NVE har NGI laga nye faresoner i Sande sentrum, Sunnfjord kommune, etter at to sikringstiltak er bygd. Tiltaka er ein fangvoll i Skagekleiva, og eit tiltak med fleire delar i ein bekk utan namn som ligg vest for Sjukeheimen (175/30) og tunet med gnr./bnr. 175/1. Det sistnemnte tiltaket består av ein leievoll som skal leie skredmassar frå austsida av elva og ned i elveløpet, samt utviding og plastring av dette elveløpet lenger nede og ein nedre leievoll langs austsida av elveløpet her nede.

Tiltaka skal beskytte mot jord-, flaum- og sørpeskred. Det er sørpeskred som er vurdert som dimensjonerande skredtype. Sikringsmål for tiltaket i vest er "å sikre eksisterande busetnad og infrastruktur mot skred med returperiode på 1000 år" (NVE, 2019). Sikringsmål for tiltaket i Skagekleiva er S3 (NVE, 2022).

Det er nytta tidlegare skredfarevurderingar gjort av NGI med skildring av kjente sørpeskredhendingar og modellkøringar/simuleringar av sørpeskred, samt studie av detaljert terrengmodell, nye og historiske flyfoto, for å vurdere effekten av tiltaka og nye faresoner. Det vart også våren 2022 gjennomført noko feltarbeid i samband med innspel til detaljprosjektering av øvre leievoll i bekken vest for Sjukeheimen.

Sikringstiltaka er vurdert å oppfylle føre til ynska sikringsmål, slik at eksisterande busetnad no tilfredsstiller krav til sikkerheit mot naturfare gitt i Plan- og bygningslova (pbl) og Byggteknisk forskrift (TEK 17, kap. 7.3), for nye tiltak av same type som dei eksisterande.

Det er berre bestilt utgreiing av faresoner med omsyn til dagens vegetasjonsforhold.

Innhald

1	Innleiing	9
1.1	Oppdrag	9
1.2	Atterhald	10
2	Områdeskildring	10
2.1	Topografi, geologi	12
2.2	Vegetasjon	17
3	Grunnlagsmateriale	18
3.1	Tidlegare skredfareutgreiingar	18
3.2	Aktsemdskart	19
3.3	Digitale terrengmodellar (DTM)	23
3.4	Historiske skredhendingar	24
3.5	Andre datakjelder nytta i vurderinga	24
3.6	Eksisterande sikringstiltak	25
3.7	Skog	29
3.8	Klimatologiske data	30
3.9	Bruk av modellar	35
4	Skredfareutgreiing per skredtype	35
4.1	Steinsprang	35
4.2	Steinskred	36
4.3	Snøskred	37
4.4	Jordskred	39
4.5	Flaumskred	41
4.6	Sørpeskred	43
4.7	Kva er den samla skredfara og effekten av tiltak?	48
4.8	Avvik frå tidlegare skredfareutgreiingar	51
4.9	Klimaendringar og skredfare	51
5	Konklusjon	51
6	Referansar	52

Tabellar

Tabell 3-1	Oversikt over modellverktøy nytta for skredsimuleringer i denne rapporten	35
Tabell 4-1	Inngangsparametrar for modellering av sørpeskred i RAMMS i området ovanfor sjukeheimen.	45
Tabell 4-2	Inngangsparametrar for modellering av sørpeskred med RAMMS i Skagekleiva. *Lite lausmassar i elveløp (NGI, 2013) + noko større utløysingsvolum for å kompensere for medrivning av snø.	46

Figurar

Figur 1-1	Kartleggingsområdet vurdert for nye faresoner. Området er vist med ny innmålt terrengmodell etter bygde tiltak.	9
Figur 2-1	Kartleggings- og påverkingsområde.	11
Figur 2-2	Oversiktsfoto av fjellsida. A: (NGI).	12

Figur 2-3 Hellingskart.	14
Figur 2-4 Lausmassekart (NGU, 2023).	15
Figur 2-5 Bergartskart (NGU, 2023).	16
Figur 2-6 Skuggekart av kartleggings- og påverkningsområde.	17
Figur 3-1 Tidlegare faresoner (NGI, 2013).	19
Figur 3-2 Aktsemdkart for snøskred frå NVE.	20
Figur 3-3 Aktsemdkart jordskred frå NVE.	21
Figur 3-4 Aktsemdkart snø- og steinskred (NGI, henta frå https://temakart.nve.no/).	22
Figur 3-5 Aktsemdkart steinsprang frå NVE.	23
Figur 3-6 Plassering av utførte tiltak, Sande (NVE Temakart sikringstiltak).	26
Figur 3-7 Leievoll ovanfor gnr./bnr. 175/1 og Sjukeheimen (foto: Alf Vidar Snæland).	26
Figur 3-8 Fangvoll og massebasseng i Skagekleiva (foto: Alf Vidar Snæland).	27
Figur 3-9 Oversiktsbilete av fangvoll og massebasseng i Skagekleiva (NVE).	27
Figur 3-10 Ny terrengmodell som viser tiltaka (NVE/NGI).	28
Figur 3-11 Flyfoto frå 2020 viser vegetasjonen i fjellsida (1881.no). Uthogd barskog vest for undersøkingsområdet.	30
Figur 3-12 Vêrdata henta frå Xgeo.no for tidsrommet då sørpeskredet i bekken vest for kyrkja gjekk den 03.03.1979, og nedbør/temperatur i perioden i forkant.	32
Figur 3-13 Månadsnedbør og –lufttemperatur (a), returverdiar (gumbelfordeling) for årleg maks snøhøgde (b). Dagleg minimum, maksimum og gjennomsnittleg lufttemperatur (c) og snøhøgde (d). Tidsseriar av årsnedbør (e) og årleg maks snøhøgde (f). Returverdiar (peak over threshold) for 1- og 3-døgns nedbør (g) og nysnøtilvekst (h). Dataperiode: 1958 – dagens dato. Gjennomsnitt er berekna over heile perioden.	34
Figur 4-1 Flyfoto frå 2020 som også viser terrenghelling. Biletet viser at potensielle utløysingsområder for snøskred er dekkja med skog.	38
Figur 4-2 Kronedekning SR16.	39
Figur 4-3 Avrenningsanalyse på nytt terreng (a) og gammalt terreng (b). Vi ser at leievollen hindrar ein del av vatnet nå ned til forseinkinga nedanfor.	41
Figur 4-4 Vindu for input av erosjonsparametrar i RAMMS::DEBRISFLOW	46
Figur 4-5 Utløysingsområder brukt i modellering av sørpeskred.	47
Figur 4-6 Nye faresoner for situasjon med skredsikringstiltak.	50

Vedlegg

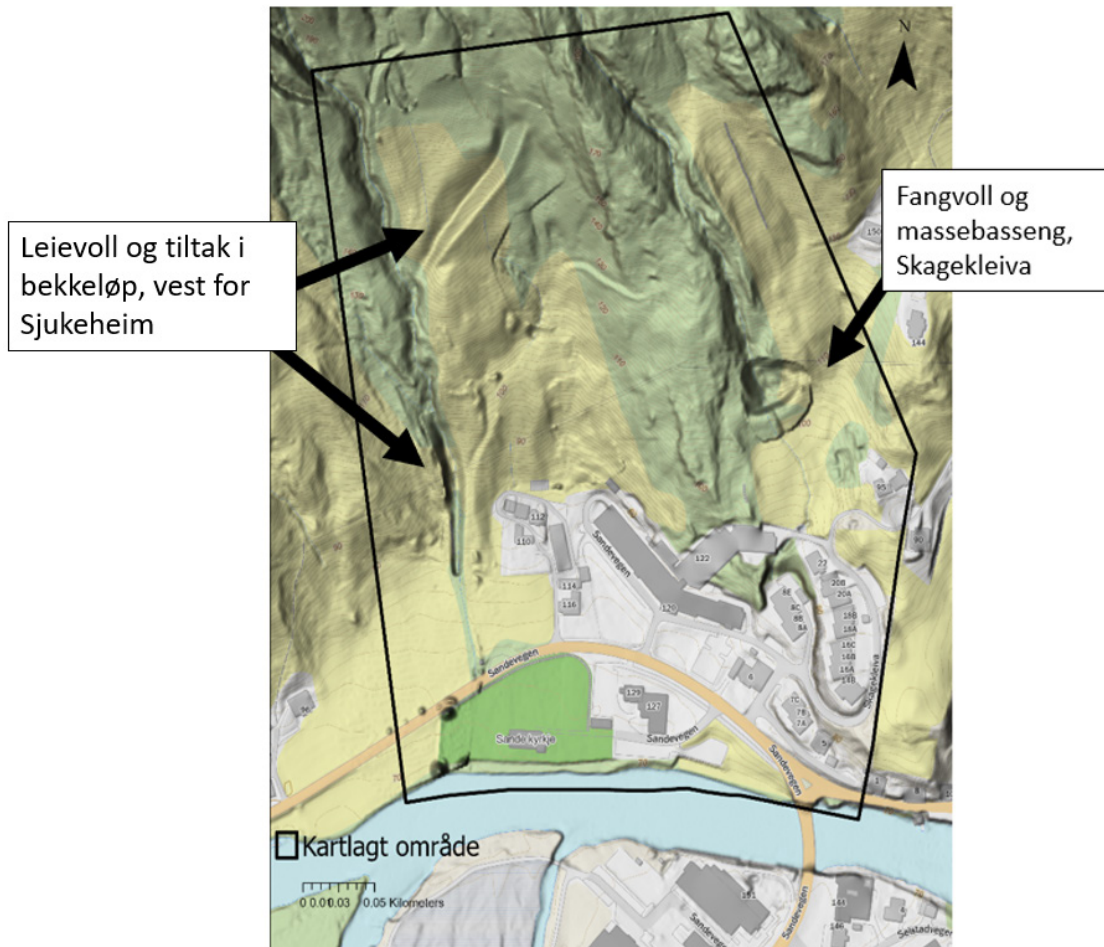
Vedlegg A	Modellbeskrivelse
Vedlegg B	Hellingskart
Vedlegg C	Registreringskart
Vedlegg D	Skog med betydning for skredfaren
Vedlegg E	Modellresultat
Vedlegg F	Faresoner
Vedlegg G	Eigenerklæringsskjema
Vedlegg H	Svar frå NGI på UKS frå Multiconsult
Vedlegg I	Uavhengig kvalitetskontroll Multiconsult

Kontroll- og referanseside

1 Innleiing

1.1 Oppdrag

NGI har på oppdrag frå NVE vurdert korleis faresoner har endra seg etter bygging av to sikringstiltak i Sande sentrum, Sunnfjord kommune. Området er vist i Figur 1-1



Figur 1-1 Kartleggingsområdet vurdert for nye faresoner. Området er vist med ny innmålt terrengmodell etter bygde tiltak.

Bakgrunnen for oppdraget er at deler av busetnaden i Sande har lege innanfor faresoner for jord-, flaum- og sørpeskred (Figur 3-1), og det er bygd sikringstiltak for at busetnaden skal tilfredsstille tryggleikskrava for skred skildra i TEK17 for ny busetnad. I kjølvatnet av dette er det behov for å oppdatere faresonene, slik at verknaden av tiltaka er inkludert.

Området er kartlagd i forhold til tryggleiksklassar skildra i TEK17 dvs. for skred med største årlege sannsyn på høvesvis $>1/100$ (S1), $>1/1000$ (S2) og $>1/5000$ (S3).

Som bakgrunn for vurderingane er det gjennomført, simuleringar av sørpeskred, samt studie av detaljert terrengmodell, nye og historiske flyfoto, tidlegare rapporter og vektlagt historiske hendingar.

Det er sørpeskred, jord- og flaumskred som er dei dominerande faretypene i området, og som ligg til grunn for dei tidlegare faresonene og tiltaka. Det er difor desse faretypene det er lagt vekt på i den nye faresonevurderinga. Sikringstiltaka er ikkje venta å auke (eller påverke) faren for snøskred, steinskred og steinsprang. Desse faretypene er detaljert utgreia i den tidlegare faresonekartlegginga – rapport 20130665-01-R Sande sentrum – Gaular kommune. Faresonegrenser for skred (NGI (2013)). I samråd med oppdragsgjevar for revidert kartlegging, NVE, er det antatt at vurderingane for snøskred, steinskred og steinsprang gjort i denne rapporten framleis står seg, men at argumentasjonen og dokumentasjonen kan vere noko tynn i høve krava i rettleiaren. Det er difor avgjort i samråd med oppdragsgjevar NVE at ein viser til rapporten der ein kan, og utover dette supplere med det som eventuelt manglar. Det har ikkje vore mogleg å utføre supplerande synfaring i området i vinter, og allereie eksisterande bakgrunnsmateriale (der det var gjennomført synfaring) er difor lagt til grunn for vurderingane. Det er berre bestilt utgreiing og faresoner med omsyn til dagens vegetasjonsforhold.

Fastsetting av faresonene er basert på innhenta data og samla faglege skjønsmessige vurderingar.

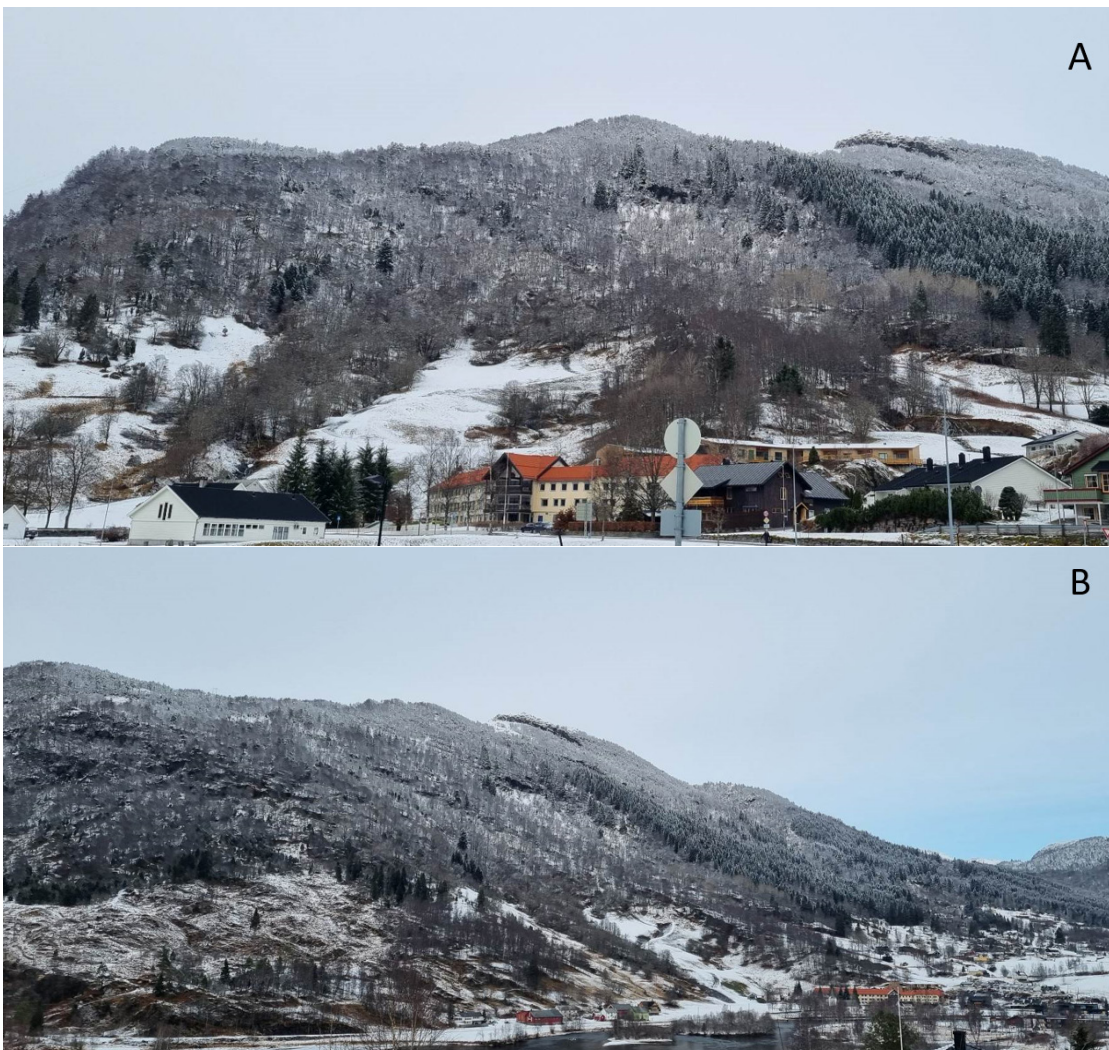
1.2 Atterhald

Vurderingar gjort på bakgrunn av dagens terreng- og vegetasjonsforhold. Klimaendringar og menneskelege inngrep i terreng og vegetasjon i det tilgrensande området til planområdet, til dømes etablering av skogsveg, snauhogst og skogplanting, kan endre føresetnadane for vurderingane. Dette gjeld særleg i områder brattare enn 30°.

Metodikken for å bestemme skredfaresoner omfattar dels kvalitative vurderingar i tillegg til kvantitative berekningsmetodar, og kan generelt ikkje oppfattast som endelege, men kan bli endra i lys av nye opplysningar og kunnskap.

2 Områdeskildring

Kartleggingsområdet er 3-400 m langt, og ligg på nordsida av elva Gaula, ved Sande sentrum i Sunnfjord kommune (Figur 1-1 og Figur 2-1). Området strekk seg frå Gaula, ca. 70 moh., opp til omtrent 170 moh. Kartleggings- og påverkingsområdet ligg ved foten av ei sørvendt fjellside, gradvis vert brattare opp til 5-600 moh., før det vert slakare til toppen Myrmelsnipa på 614 moh. Påverkingsområdet går opp mot toppen av fjellet, og ligg i ein svakt konkav terrengformasjon.



Figur 2-2 Oversiktsfoto av fjellsida. A: (NGI).

2.1 Topografi, geologi

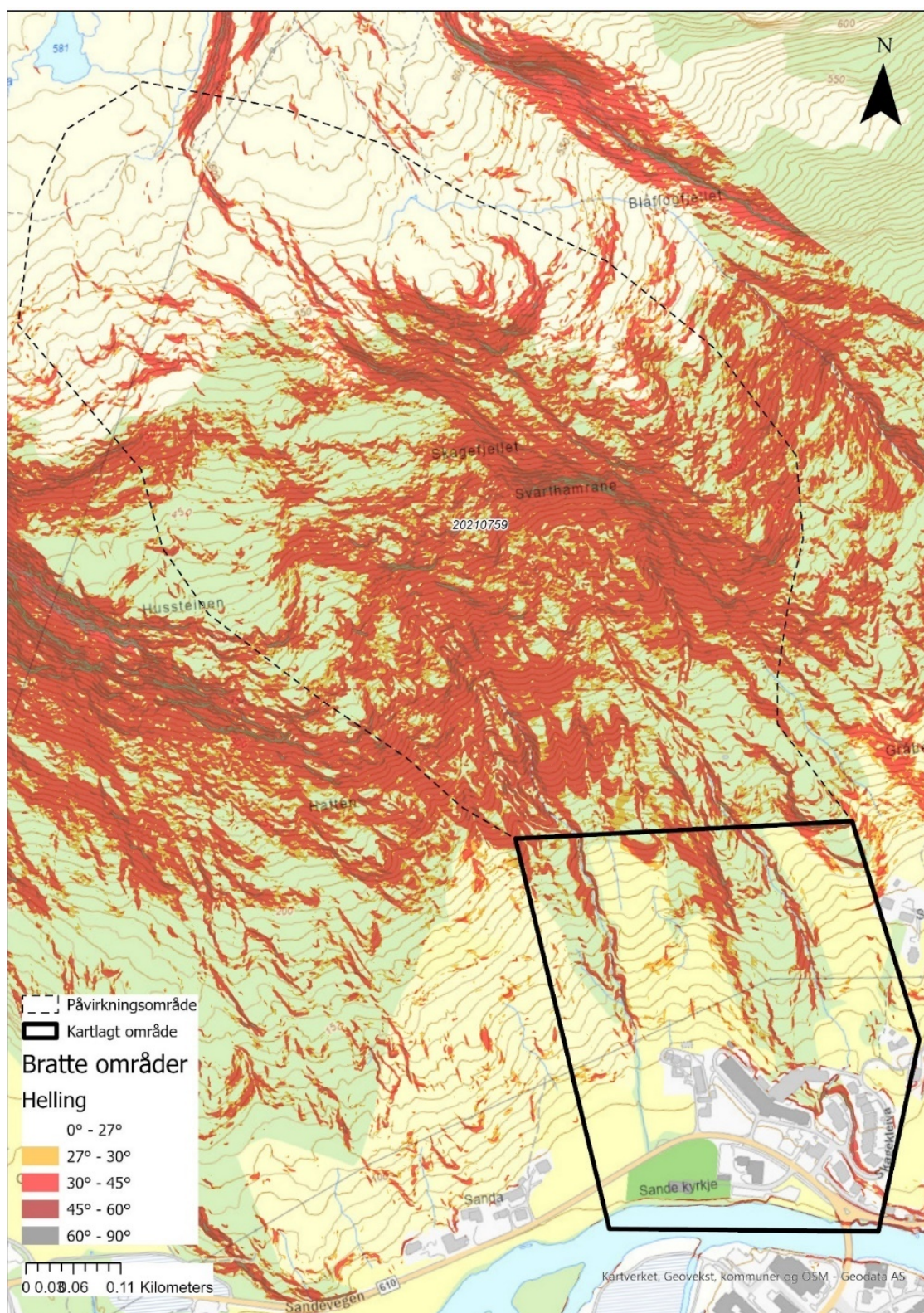
Figur 2-3 viser hellingskart for det vurderte området med tilhørende påverkningsområde. Det er ein god del areal som har helling 30-45° mellom kartleggingsområdet og opp til der terrenget blir slakare, ved ca. 5-600 moh. Det er også nokon avgrensa mindre områder der hellinga er >45-90° der det potensielt kan utløysast steinsprang. Påverkningsområdet er prega av ein del elver og raviner, som samlar seg ned mot to hovudbekkeløp – Skagekleiva i aust og ein bekk utan namn i vestleg del. Det er i samband med desse to bekkeløpa det er gjort sikringstiltak.

Det er ikkje store og tydelege terrengformasjonar i utløpsområdet som tilseier skredaktivitet (skredvifter), men det er historikk som viser at jord- og sørpeskred ikkje er uvanlege prosessar i fjellsida. Sørpeskred gir ikkje nødvendigvis permanente avsetningar, i tillegg er det dyrka mark, slik at eventuelle slike avsetningar kan ha blitt fjerna/jamna med jorda. Lenger oppe i fjellsida er terrenget ravinert, som tyder på skred-

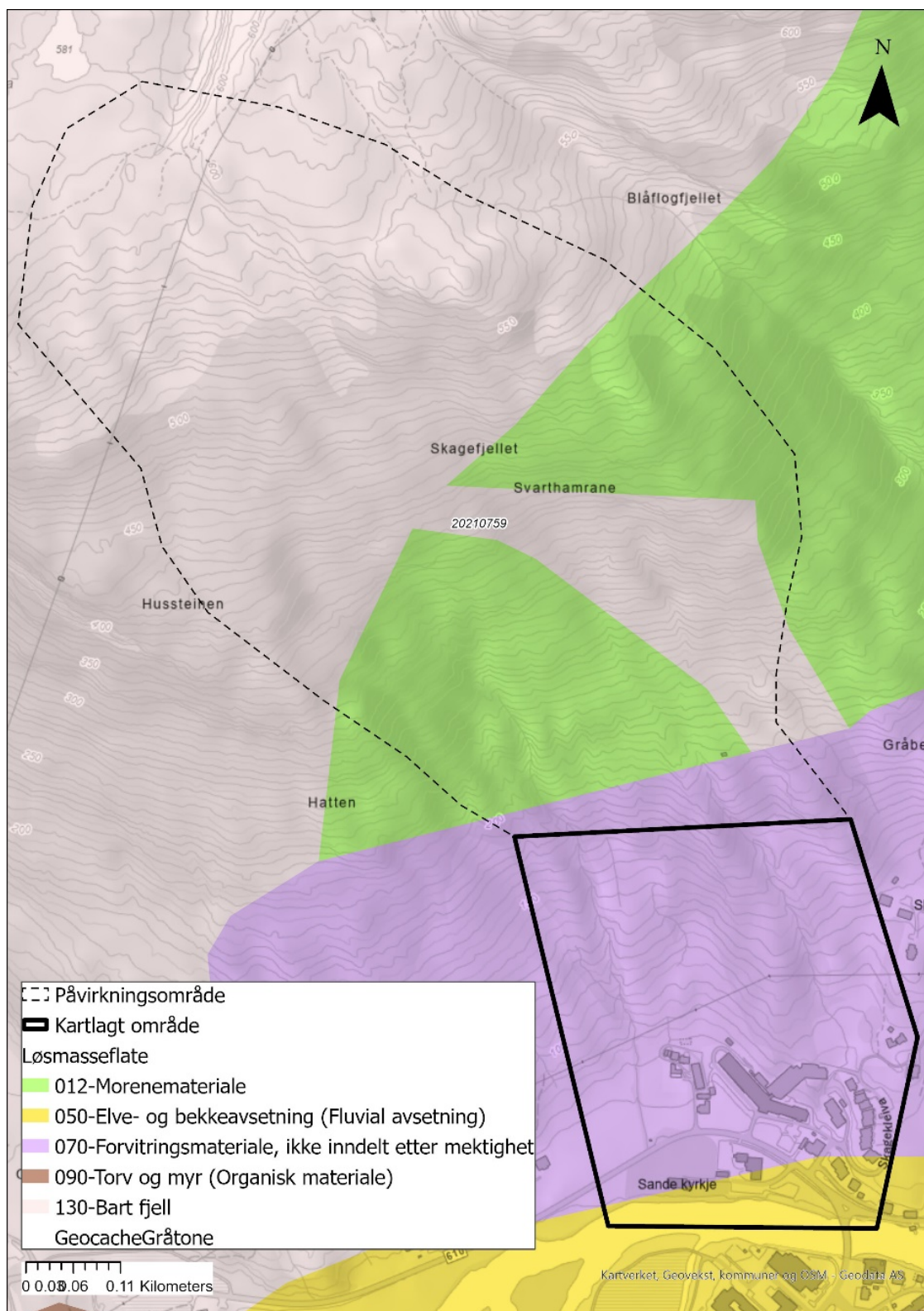
aktivitet/overvatn/bekkar som eroderer. Det er ingen opne urer utan vegetasjon, noko som tyder på at det er liten steinsprangaktivitet i området.

Digitale kart frå NGU er brukt som grunnlag for å seie noko om berggrunn og lausmasse-dekke (NGU, 2023). Karta frå NGU er i målestokk 1:250.000, og har difor avgrensa med detaljar. I følgje lausmassekartet er det bart fjell øvst i fjellsida og langs ryggane i aust og vest av påverkingsområdet. Kartet viser morenemateriale mellom ryggane, forvittringsmateriale nedst i fjellsida, og elveavsetning nedst mot elva (Figur 2-4). Skred-avsetningar/raviner er ikkje spesifisert i dette kartet. Grunnprøvar gjort i samband med prosjektering av leievollen viste også at det var innslag av finstoff i desse delane av massane på jordet (NGI, 2022).

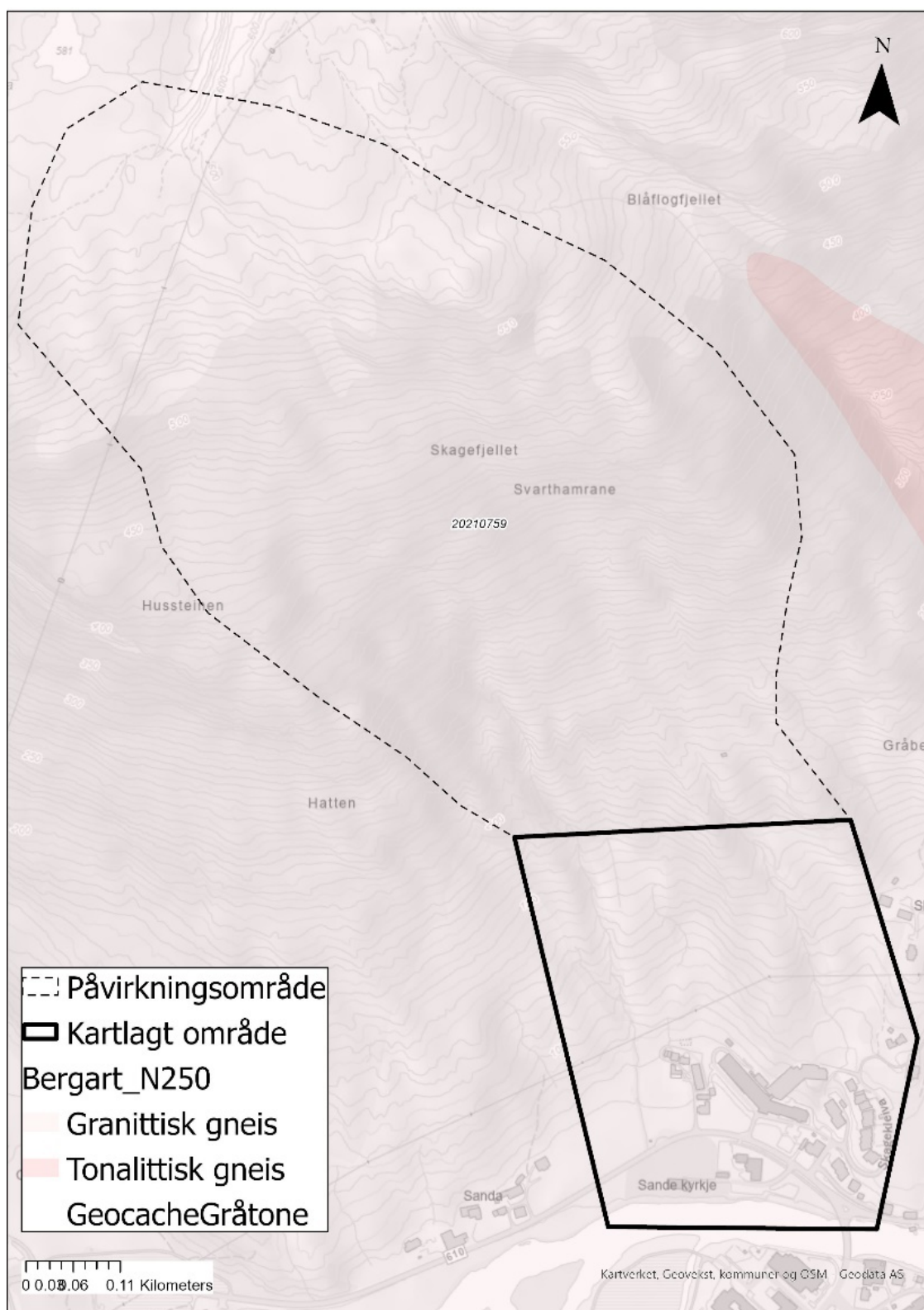
Berggrunnskartet viser at fjellsida består av granittisk gneis (Figur 2-5). Skuggekart er vist i Figur 2-6.



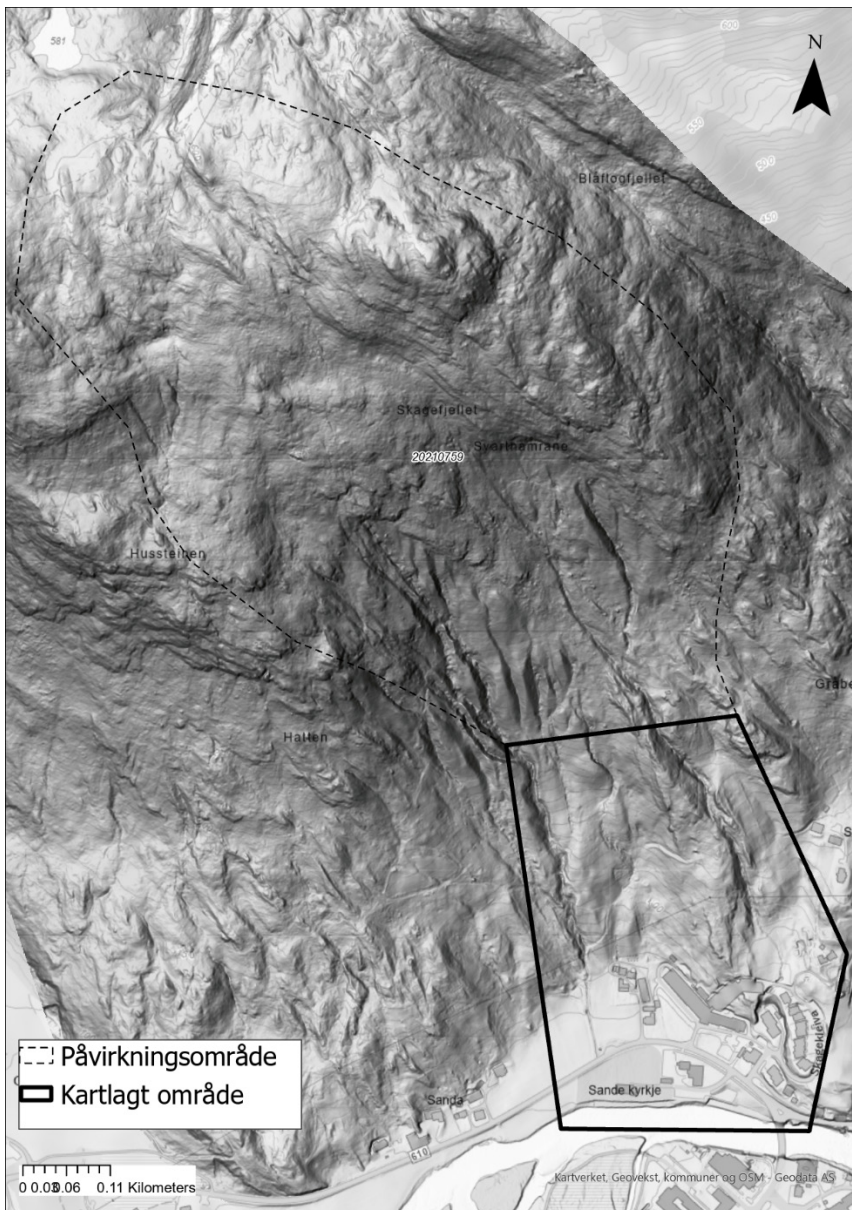
Figur 2-3 Hellingskart.



Figur 2-4 Lausmassekart (NGU, 2023).



Figur 2-5 Bergartskart (NGU, 2023).



Figur 2-6 Skuggekart av kartleggings- og påvirkningsområde.

2.2 Vegetasjon

Tett skog reduserer generelt sannsyn for utløsning av snøskred, jordskred, flaumskred og sørpeskred. Røtter kan også fungere som støtte for lause blokker. Rotvelt kan i nokre tilfelle føre til oppsamling/avleiing av vatn eller at blokker rivast laus, og rotspreng kan over tid spreng laus blokker. Skog i skredbane/utløpsområde kan i nokre tilfelle bremse snøskred, lausmasseskred og mindre steinsprang, sjølv om denne effekten i mange tilfelle er svært avgrensa (NVE, 2020).

Fjellsida er skogkledd mellom ca. 100-150 moh. til 5-550 moh. Skog lengst ned langs elva og langs ryggen ovanfor sjukeheimen. Nedanfor dette er det dyrka mark, og ovanfor bart fjell. Skogen er i følge skogressurskart lauvdominert, med volum 31-70 m³/hektar og varierende kronedekning (NIBIO, 2022). Ifølge SAT-SKOG-data frå NIBIO er det stort sett eldre skog (41-80 år) og noko ung skog nedst (<40 år) i skråninga.

3 Grunnlagsmateriale

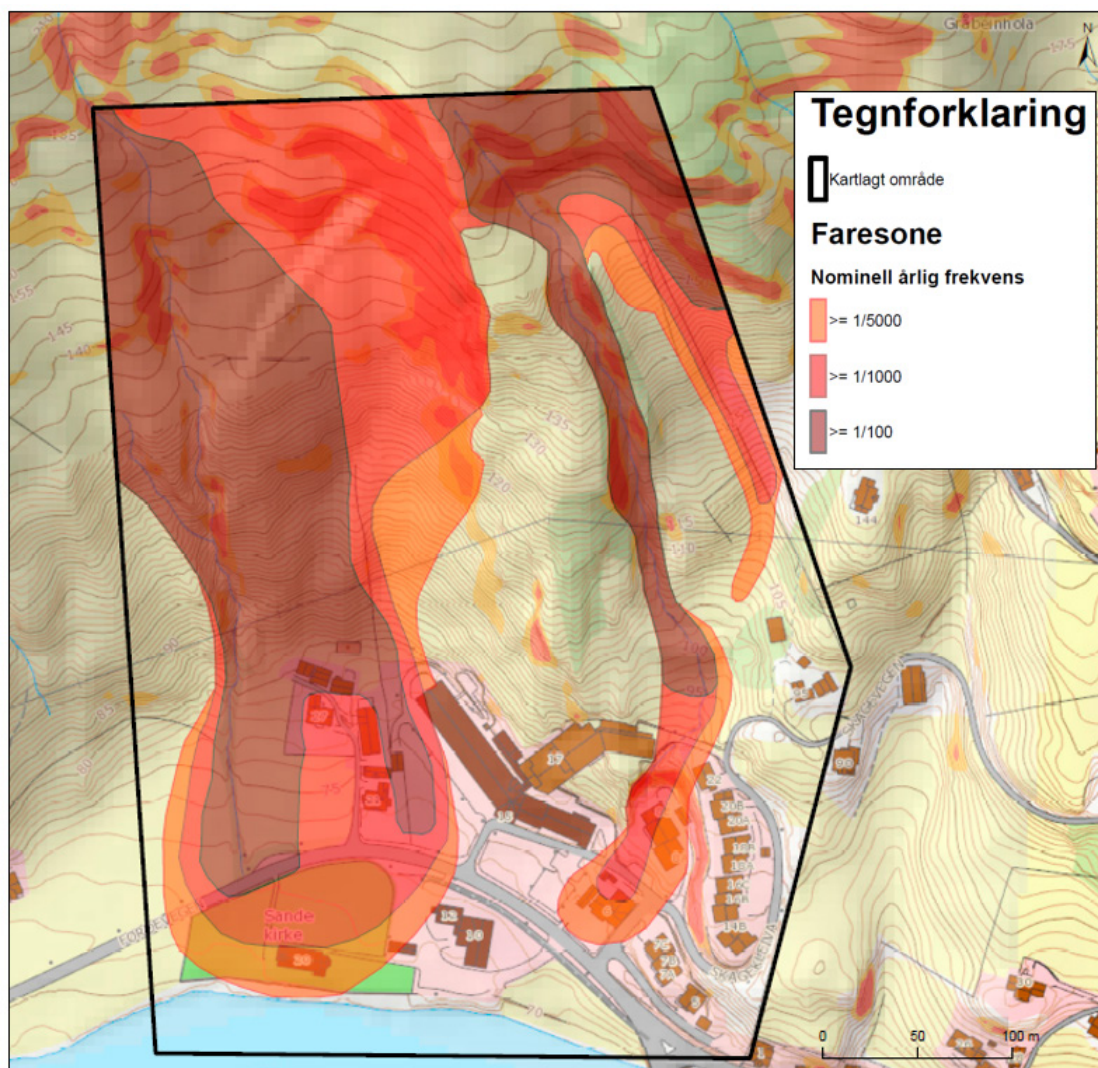
3.1 Tidlegare skredfareutgreiingar

NGI har tidlegare gjennomført fleire skredfareutgreiingar i området, utover dette kjenner ikkje vi eller NVE til andre utgreiingar:

- NGI (1980) Sande Gaular. Sørpeskred ved Gnr./bnr. 75/1, L. Søggen. 79492-1.
- NGI (2000a) Gaular bygde- og sjukeheim. Sikringstiltak mot skred (20001473-1).
- NGI (2000b) HPVU-boliger Gaular kommune. Sikringstiltak mot skred (20001473-2).
- NGI (2013) Sande sentrum – Gaular kommune. Faresonegrenser for skred (20130665-01-R).

I NGI (2013) er det laga faresonekart for skred med returperiode 100, 1000 og 5000 år, tilsvarande sannsyn for tryggleiksklassar S1, S2 og S3 i TEK17 (Figur 3-1). Alle faretypar er utgreia, men dominerande skredtypar er jord-/flaumskred og sørpeskred, som det også no er laga tiltak mot.

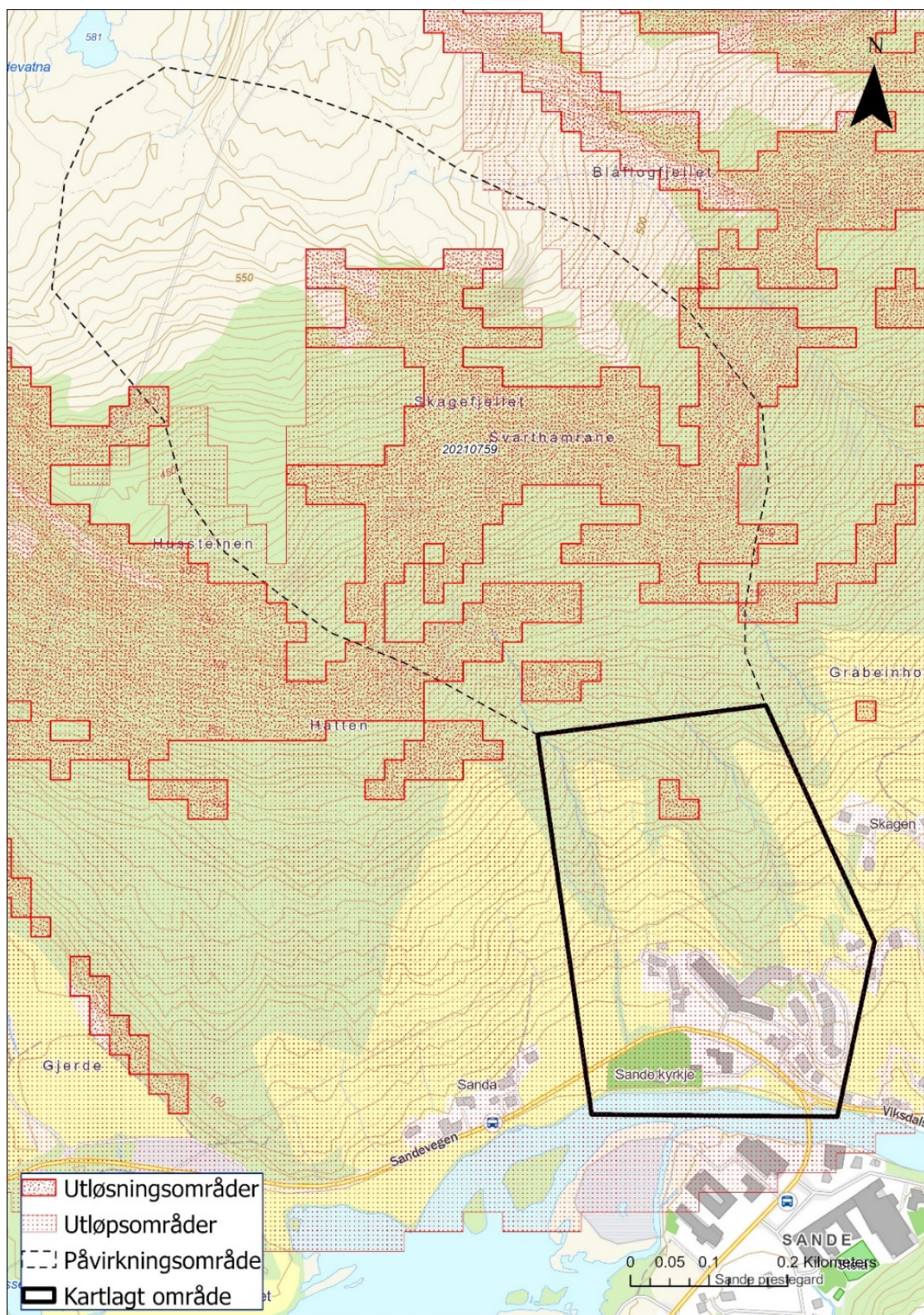
Sikringstiltaka er ikkje venta å auke faren snøskred, steinskred og steinsprang. *I samråd med oppdragsgevar NVE er det difor antatt at vurderingane for snøskred, steinskred og steinsprang gjort i rapporten frå 2013 framleis står seg, men at argumentasjonen/-dokumentasjonen kan vere noko tynn i høve krava i dagens rettleiar. Det er difor avgjort at ein viser til 2013-rapporten der ein kan, og utover dette supplere med det som eventuelt manglar. Jord-, flaum- og sørpeskredfaren må utgreiast på nytt meir eller mindre i sin heilheit med tanke på effekt av sikringstiltaka.*



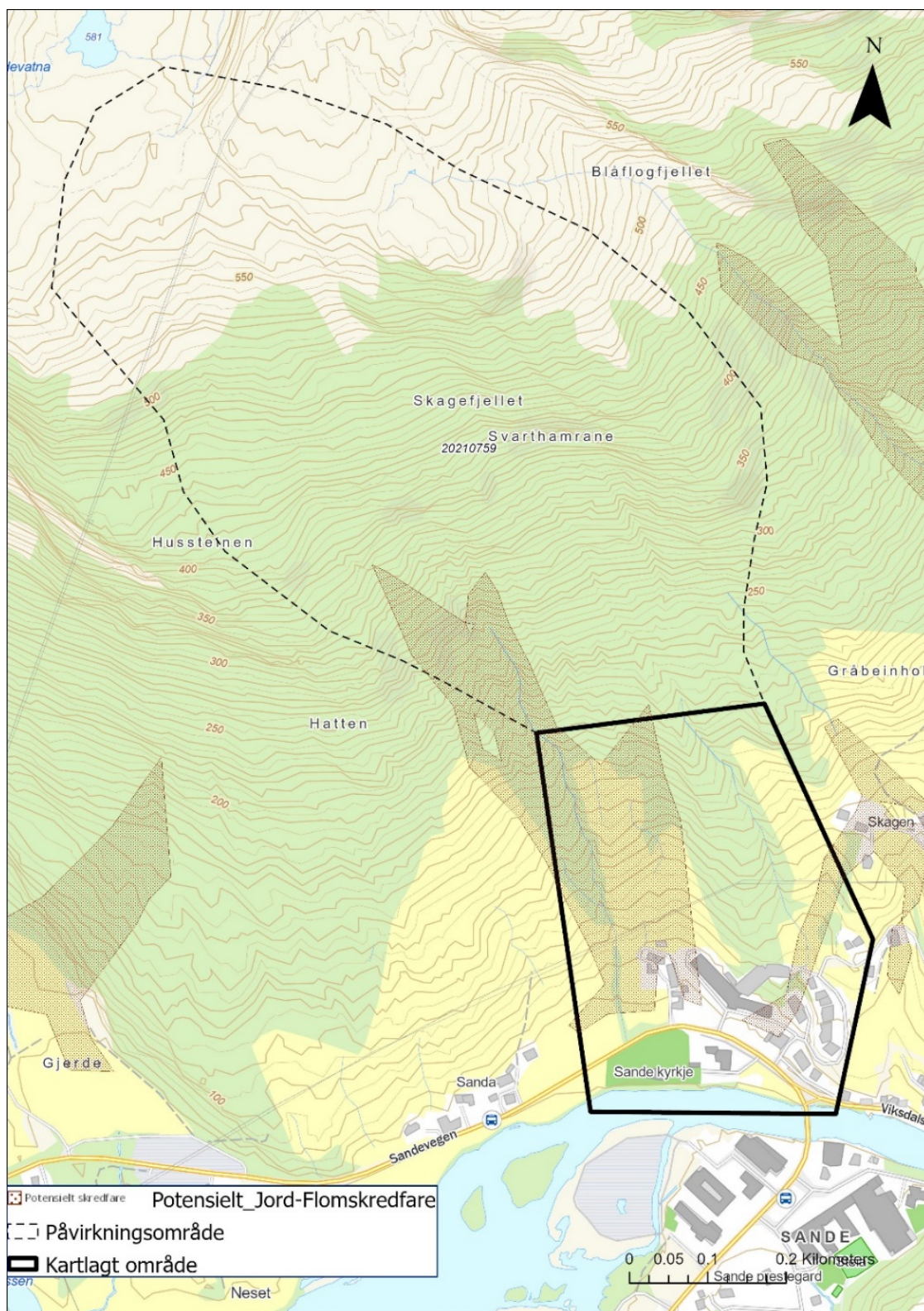
Figur 3-1 Tidlegare faresoner (NGI, 2013).

3.2 Aktsemdskart

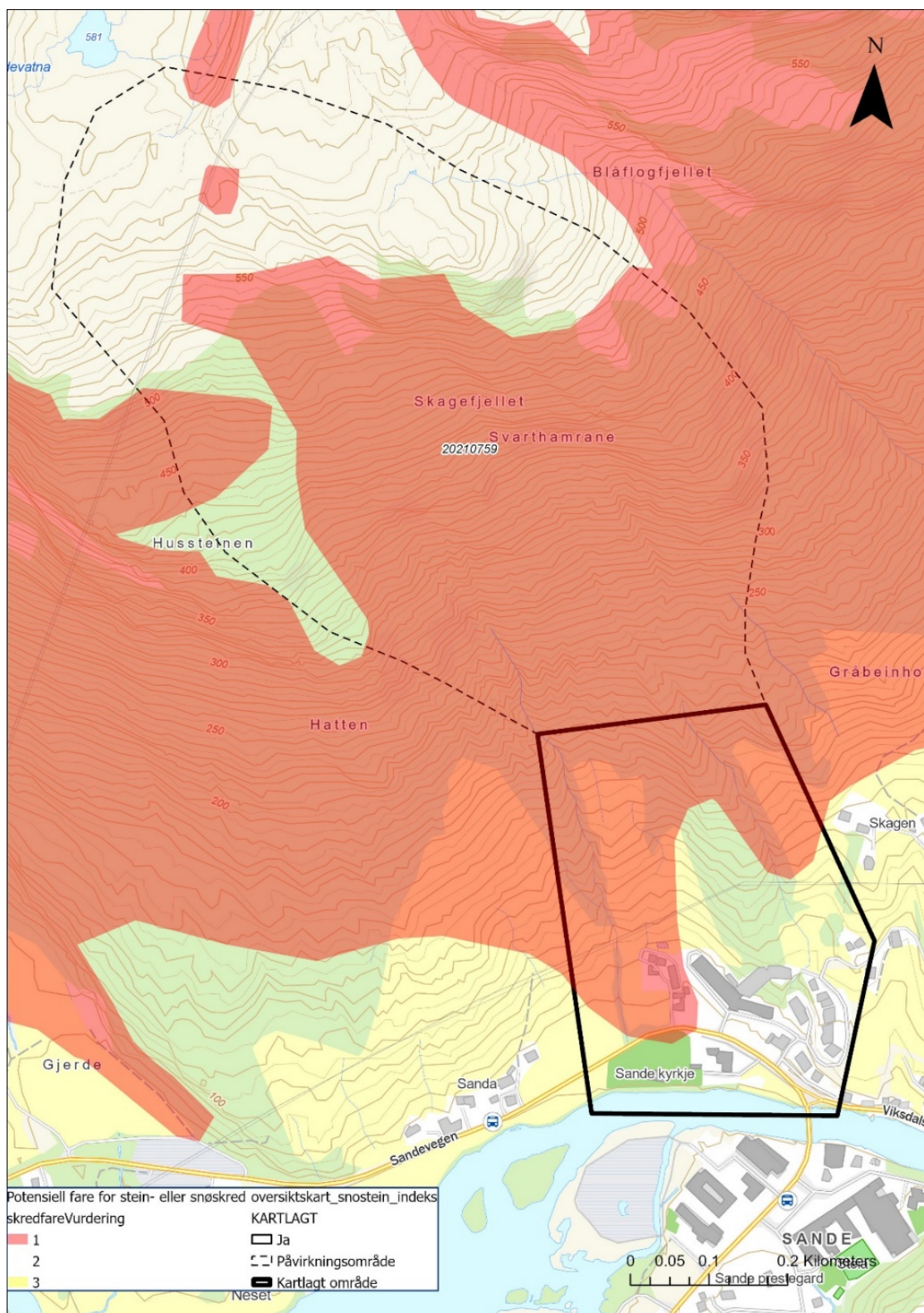
I aktsemdskart frå NVE og NGI ligg kartleggingsområdet innanfor aktsemdsområder for jordskred/flaumskred og snøskred, men utanfor steinsprang (Figur 3-2 til Figur 3-5).



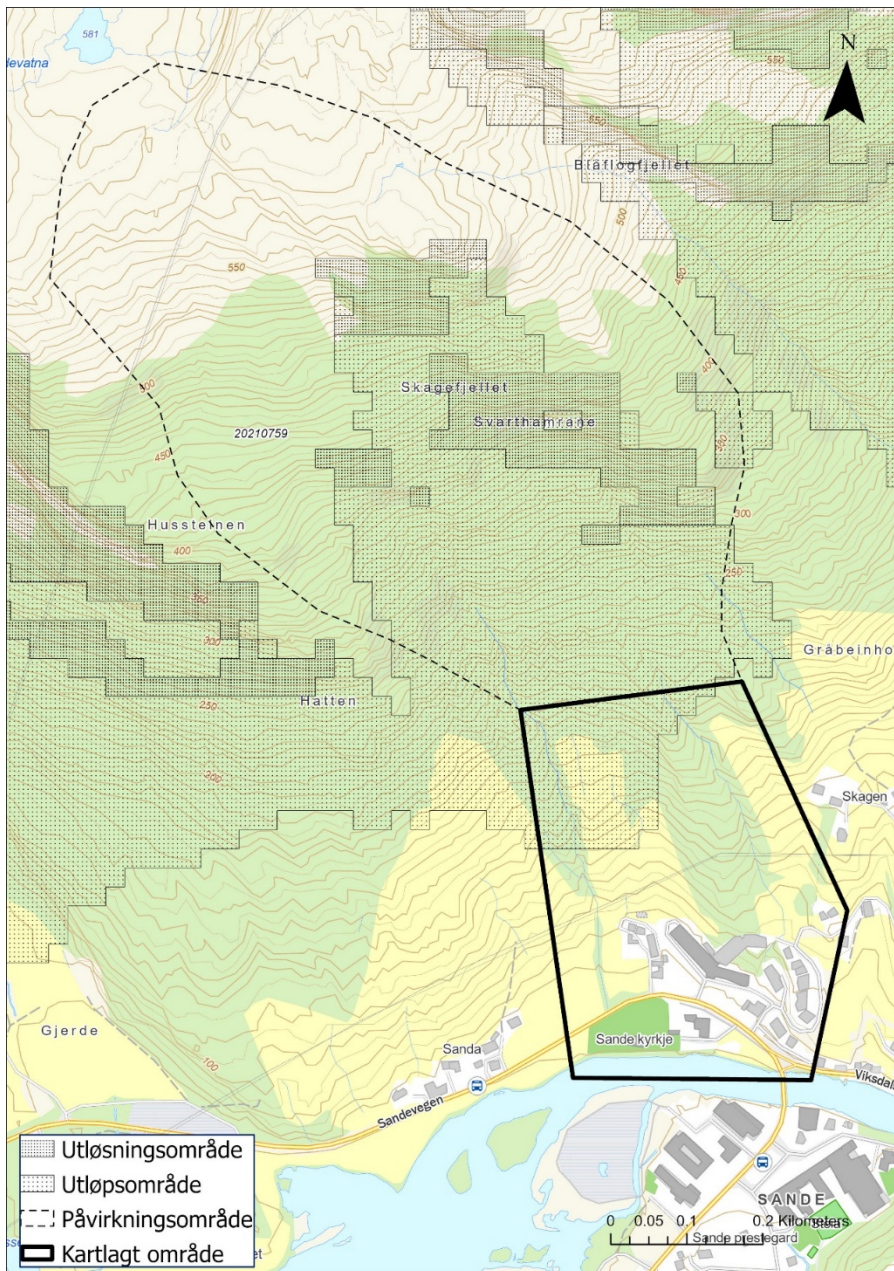
Figur 3-2 Aktsemdkart for snøskred frå NVE.



Figur 3-3 Aktsemdkart jordskred frå NVE.



Figur 3-4 Aktsemdkart snø- og steinskred (NGI, henta frå <https://temakart.nve.no/>).



Figur 3-5 Aktsemdskart steinsprang frå NVE.

3.3 Digitale terrengmodellar (DTM)

Hellingskart nyttast til å identifisere moglege kjeldeområde for ulike skredtypar, då snøskred gjerne løysast ut frå terrenghellingar frå 25 til 55°, steinskred og steinsprang frå hellingar >45°, og jordskred/flaumskred frå terrenghelling mellom 27 og 45°. For jordskred vurderast alle skråningar med helling >20°, og for flaumskred bekkeløp med helling >15°.

Terrengmodellen er også nytta som grunnlag for køyring av berekningsmodellar.

Som grunnlag for terrengeanalyser i denne rapporten er det nytta LiDAR-basert terrengmodell med 1x1 m oppløysing. Terrengmodellen er henta frå den nasjonale høgdemodellen (Høydedata.no). Helling og skuggekart er generert på bakgrunn frå terrengmodellen, og nytta i vidare analysar.

3.4 Historiske skredhendingar

Ein viktig basis for faresonekartlegging er å skaffe seg oversikt over tidlegare skredhendingar. Dette er nyttig informasjon for å bestemme frekvens og kor lang rekkevidde skred kan få.

Følgjande kjelder er nytta ved kartlegging av tidlegare skredhendingar:

- ↗ NVE sin nasjonale skreddatabase
- ↗ Tidlegare skredrapporter frå området (inkludert samtalar med lokalbefolkning)
- ↗ Observasjonar frå synfaring (2013) og flybildestudie
- ↗ Norsk vegdatabank (Statens Vegvesen, 2023)

I dei tidlegare NGI-rapportane er det gjort ein ganske detaljert gjennomgang av historiske skredhendingar i området. NGI (2013) har eit godt samandrag for slike hendingar. Det er snakk om fleire jord-, flaum- og sørpeskred (kjente hendingar mellom 1861-1992). Vi viser til rapportane for detaljar rundt hendingane. Kjende skredhendingar er forsøkt avmerka i registreringskart, men utløysingsområda er svært usikre.

På Skredregistrering.no er det i tillegg omtalt ei steinspranghending den 13.04.2013. Det er snakk om tre blokker på til saman minst 20 tonn, største blokk 4,2 m³. Utløysingsområdet er estimert å vere omtrent 500 m oppe i lia ovanfor Gaular Bygde- og sjukeheim, om lag 50 m aust for Svarthamrane (sjå registreringskart). Blokkene har gått ca. 200 m nedover og stogga godt innanfor aktsemdkartet for steinsprang.

Det er også skrive om tidlegare skredhendingar under utgreiing av kvar skredtype.

3.5 Andre datakjelder nytta i vurderinga

I tillegg til analysar av detaljert terrengmodell, observasjonar frå synfaring (2013) og historiske skredhendingar, er følgjande andre datakjelder nytta i skredfareutgreiinga:

- ↗ Seriar av historiske flyfoto frå 1962, 1981, 1992, 2003, 2007, 2014, 2018 og 2020 (1881.no).
- ↗ Lausmassekart (1:250 000) og berggrunnskart (1:250 000)
- ↗ NVE sin database for potensielt ustabile fjellparti
- ↗ NGU sin nasjonale database for ustabile fjellparti
- ↗ NVE si fjellskredovervåking
- ↗ InSAR Norge; oversikt over langsame bevegelser i fjellsider
- ↗ Aktsemdkart for snøskred, steinsprang, jord- og flaumskred
- ↗ Skogsdata: SR16 og SAT-SKOG frå NIBIO

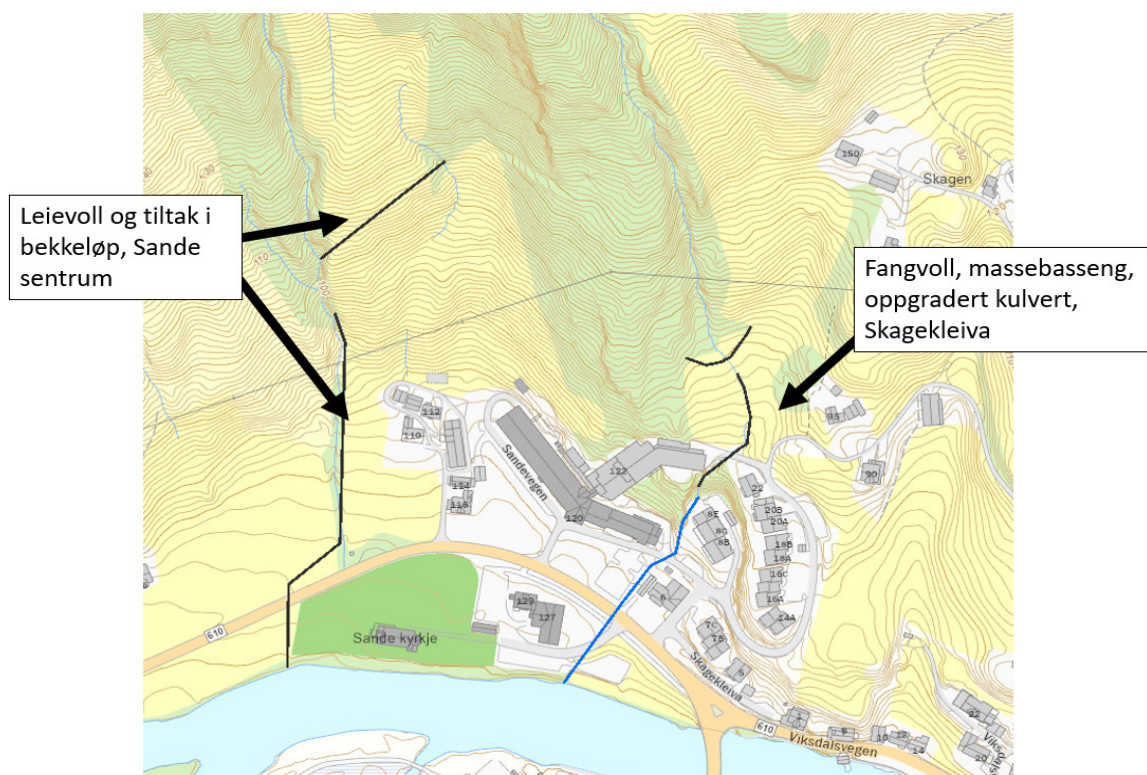
Det er ikkje nytta skråfoto då dette, så vidt NGI kjenner til, ikkje eksisterer for området.

3.6 Eksisterande sikringstiltak

I Sande sentrum er det fleire sikringstiltak i samband med hovudbekkeløpa, ferdigstilt i 2022/2023 (NVE Temakart sikringstiltak). Tiltaka er vist i Figur 3-7 til Figur 3-9).

- I 2022 er det bygd eitt tiltak i skråninga ovanfor sjukeheimen på Sande (175/30) og tunet med gnr./bnr. 175/1. Tiltaket skal sikre mot jord-, flaum- og sørpeskred (med returperiode på 1000 år) for bygningane over Sandevegen, samt kyrkja/-gravlunden på nedsida av Sandevegen mot Gaula. Sikringstiltaket består av ein øvre leievoll (NGI, 2022) som skal føre skredmassar ned i bekkeløpet utan namn, vist på Figur 3-7, samt fordjuping, plastring og utretting av det namnlause bekkeløpet, samt ein nedre leievoll som skal hindre at skredmassar ikkje går austover (prosjektert av NVE). Her er det avslutta i nedre del med å leie bekkeløpet rundt kyrkjegarden. Tiltaka er utført av NVE anlegg med underentreprenørar. Leievollen i øvre del er ca. 6 m høg og 125 m lang. Det nedre tiltaket gir no eit plastra bekkeløp med djupne på 4-6 meter og breidde på 4-5 m over ei strekning på om lag 50-60 m. Bekken er lagt i ein kulvert/betongrøyr (Ø 1200) over ei strekke på 125 m (NVE, 2021).
- Eitt tiltak er bygd i bekken ovanfor busetnad i Skagekleiva (Figur 3-8 og Figur 3-9). Dette tiltaket består av eit utsprengt massebasseng og ein fangvoll. Dette tiltaket vart skissert av NGI i samband med faresonekartlegginga (NGI, 2013), og vart prosjektert/bygd av NVE anlegg med underentreprenørar. Fangvollen er 6 m høg og 50 m lang, toppbreidde på 2 m. vollhelling oppstraums er 3:1, og vollhelling nedstraums er 1:2. Om lag midt på er det ei slissa med rist, og ein 800 mm-kulvert, for drenering av vatn (NVE, 2022). Tiltaket er avslutta i nedre del med flaumsikring av elva/oppgradert kulvert (800 mm). Det er usikkert kva skredscenario dette tiltaket har hatt som hensikt å beskytte mot, men det er planlagt at fangdammen skal ha ein oppsamlingskapasitet på 2500-3000 m³, som NGI meiner er "tilstrekkeleg for dei skreda som vil kunne forekomme langs bekken" (NGI, 2013). I tillegg står det at vatn skal leiast gjennom vollen i røyr tilpassa 1000-5000 års flaumvassføring.

Ny terrengmodell, som inkluderer tiltaka, er vist i Figur 3-10.



Figur 3-6 Plassering av utførte tiltak, Sande (NVE Temakart sikringstiltak).



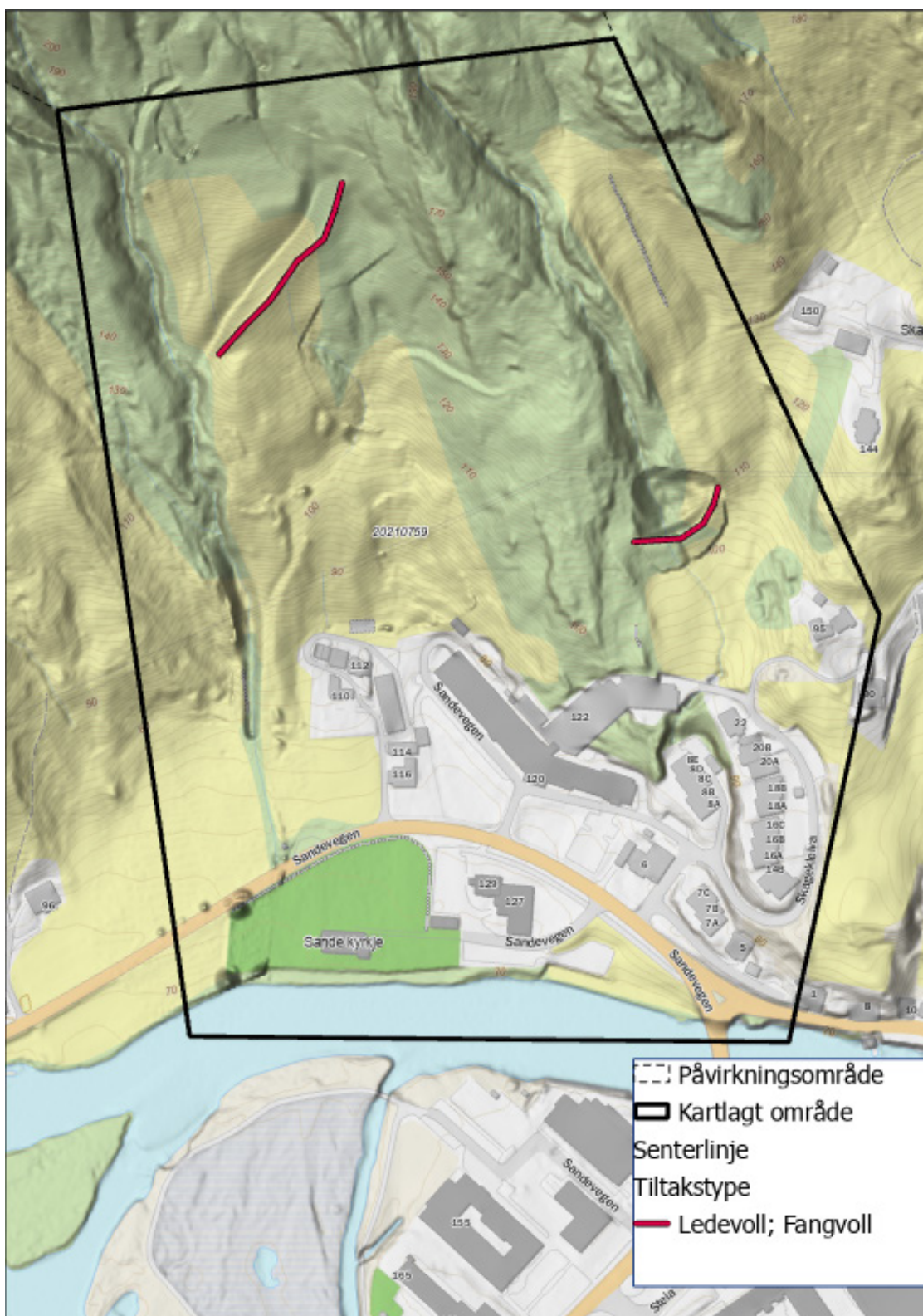
Figur 3-7 Leievoll ovanfor gnr./bnr. 175/1 og Sjukeheimen (foto: Alf Vidar Snæland).



Figur 3-8 Fangvoll og massebasseng i Skagekleiva (foto: Alf Vidar Snæland).



Figur 3-9 Oversiktsbilde av fangvoll og massebasseng i Skagekleiva (NVE).



Figur 3-10 Ny terrengmodell som viser tiltaka (NVE/NGI).

3.7 Skog

Flyfoto er brukt som hjelpemiddel for å kartlegge terreng- og vegetasjonsforholda i dei øvre delane av fjellsida (Figur 3-11), då synfaring til fots berre er utført for dei nedre delane av fjellsida. I tillegg er Lidar-baserte skogsdata frå NIBIO med 16x16 m oppløysing (SR16-datasettet) nytta for ytterlegare informasjon.

Fjellsida er skogkledd mellom ca. 100-150 moh. til 500-550 moh. Skogen er lengst ned langs elva og langs terrenrgryggen ovanfor sjukeheimen. Nedanfor dette er det dyrka mark, og ovanfor er det bart fjell. Skogen er i følge skogressurskart lauvdominert, med volum 31-70 m³/hektar og varierende kronedekning (NIBIO, 2022). Ifølge SAT-SKOG data frå NIBIO er det stort sett eldre skog (41-80 år) og noko ung skog nedst (<40 år).

Korleis skogen påverkar dei ulike skredtypane er kommentert i kapittel 4. For dei skredtypane det er aktuelt er det markert vernskog (vedlegg D).



Figur 3-11 Flyfoto frå 2020 viser vegetasjonen i fjellsida (1881.no). Uthogd barskog vest for undersøkingsområdet.

3.8 Klimatologiske data

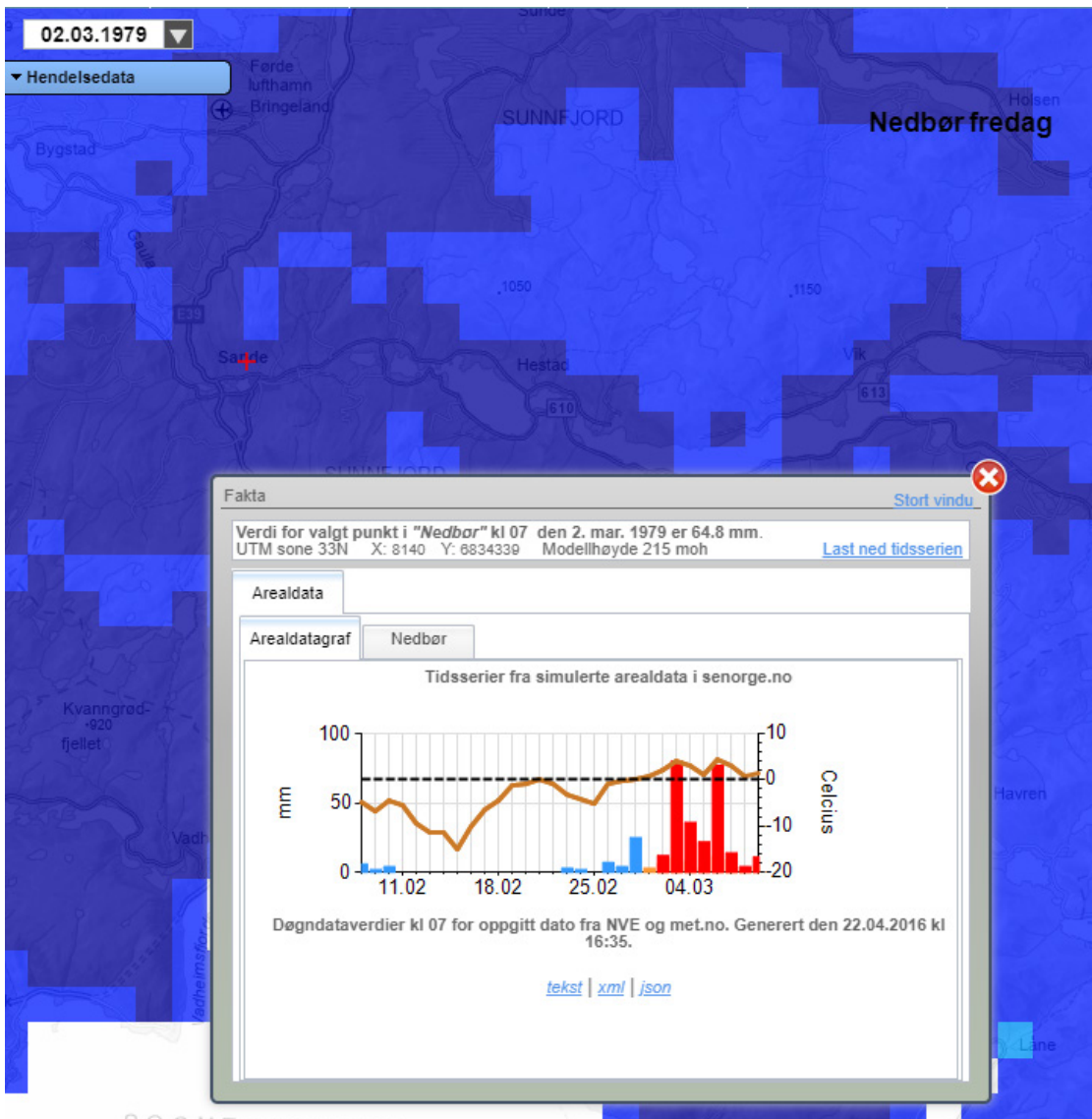
I NGI (2013) er det gjort ei klimaanalyse. Denne analysa har hovudsakeleg fokus på utløyning av sørpeskred og jord-/flaumskred. Det er forsøkt ei tilnærming med klimaanalyse av nedbør og flaumvassføring. Det er nytta nedbørstasjonen Sygna (45 moh.), om lag 3,5 km NV for Sande sentrum, som har 17 år observasjonstid, og flaumvassføringa er berekna av NVE (NVE, 2013 i NGI, 2013). 1000-årsnedbør for eitt døgn er berekna å vere 128 mm. Flaumvassføringa i Skagkleiva (nedbørsfelt 0,1 km²) er berekna å vere 0,4 m³/s for 1/100 og 0,5 m³/s for 1/1000. For bekken vest for kyrkja (nedbørsfelt 0,3 km²) er flaumvassføringa berekna å vere 1,2 m³/s for 1/100 og 1,5 m³/s

for 1/1000. Flaumvassføring for 1/5000 er ikkje mogleg å berekne, men er antatt å ikkje vere vesentleg større enn for 1/1000 (NGI, 2013). Det er også nemnt i same rapport at skred i bekken vest for kyrkja kan bli større enn i Skagekleiva på grunn av større vassføring.

Det er i NGI (2013) antatt at desse nedbørsmengdane/vassføringane er tilstrekkeleg for å løyse ut både lausmasseskred og sørpeskred (når der ligg snø) i bekkeløpa. Utover dette er det eit typisk vestlandsklima i Sunnfjord, der regn og snø vekselvis er vanleg gjennom heile vintersesongen.

Det er i dette oppdraget gjort ei klimaanalyse for sørpeskredet i 1979. Figur 3-12 viser nedbørsdata henta frå Xgeo.no, i perioden då sørpeskredet i bekken vest for kyrkja gjekk, den 03.03.1979. Nedbørsdataene viser at det kom 64 mm nedbør i området dagen før, og 30-40 mm dagane før. Dette gir ein 3-døgns nedbør på 90-100 mm. I forhold til klimaanalysen i NGI (2013) tilsvarar 1-døgnsnedbøren ein returperiode på ca. 10 år og 3-døgnsnedbøren ein returperiode på mindre enn 2 år. Xgeo er interpolerte data, som kan ha ein del usikkerheit.

Nedbør- og temperaturdata for to månadar i forvegen av skredhendingar viser lite nedbør og kaldt vêrlag. Kanskje dette kan tyde på eit snødekke med kantkorn/begerkrystallar, som er særleg utsett med tanke på sørpeskred.



Figur 3-12 Vêrdata henta frå Xgeo.no for tidsrommet då sørpeskredet i bekken vest for kyrkja gjekk den 03.03.1979, og nedbør/temperatur i perioden i forkant.

Det er også gjort klimaanalyse i samband med dette oppdraget. Interpolerte klimadata frå SeNorge-datasettet (Lussana et al., 2016; Saloranta, 2014) for normalperioden 1991 - 2020 viser at normal årsnedbør i det undersøkte området er ca. 2500 mm, der ca. 800 mm kjem om vinteren (DJF). Årsmiddeltemperatur i området er 5.5 °C og døgnmiddeltemperaturen varierer normalt frå -10.0 °C til 19.9 °C. Gjennomsnittleg årsmaksimal snøhøgde er 47 cm, og maksimal snøhøgde siste 60 år er 166 cm (Figur 3-13). Talet på dagar med snø på bakken (>5 cm) er i gjennomsnitt 21.

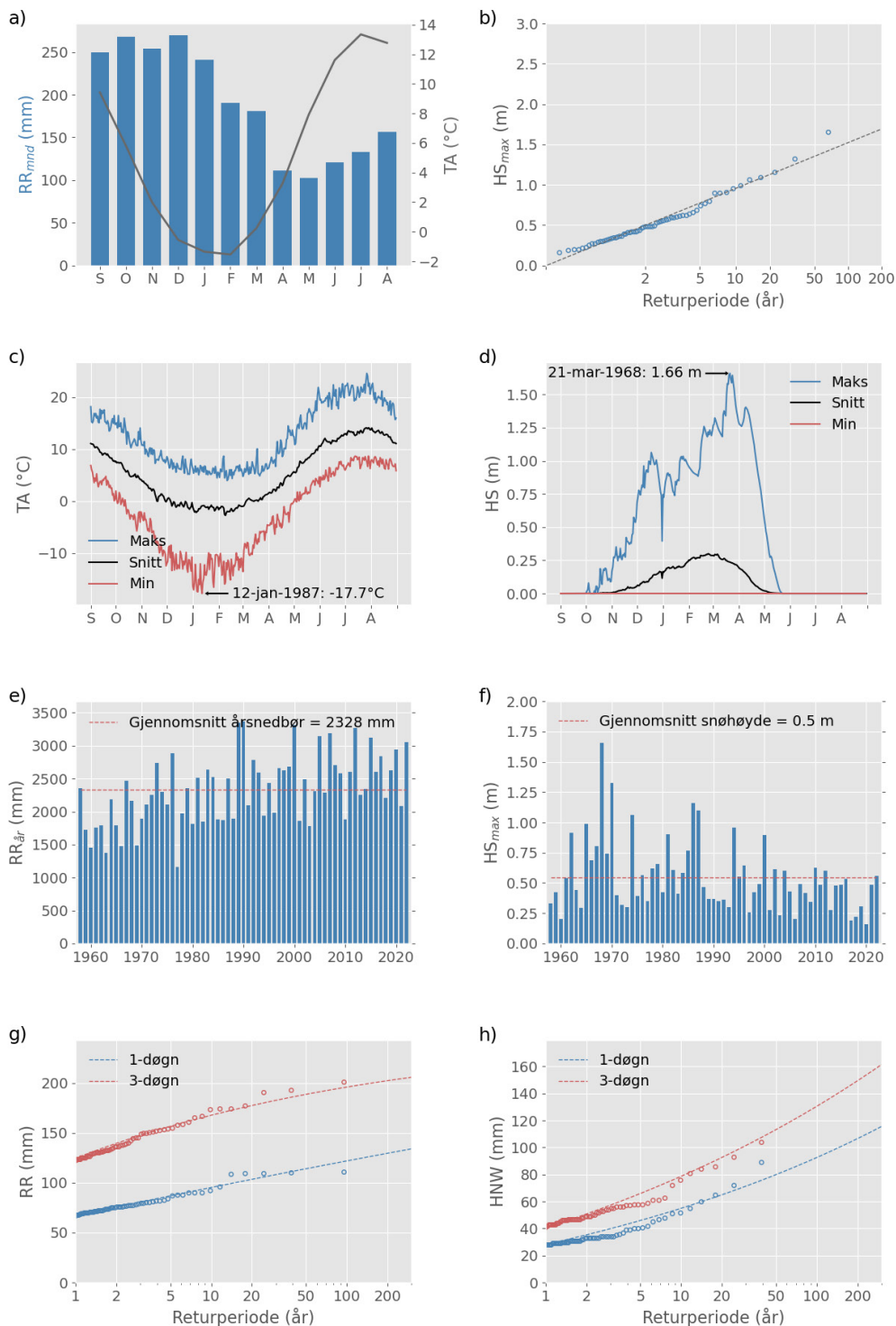
Ved å bruke de maksimale nedbør- og snøhøgdeverdiene i dei interpolerte dataa kan ein estimere forventna 1000-års nedbør og 300-års snøhøgde for området. I dette området er

1000-års nedbør berekna å være 161 mm/døgn, og 300-års snøhøgde 1.8 meter. Dette er estimat basert på korte observasjonsperiodar og statistiske usikkerheiter.

Klimaframskrivingar (Hanssen-Bauer et al., 2015) for Noregs fastland fram mot år 2100 viser at ein kan forvente ei auke i nedbørmengdene på mellom 10 % (scenario 1, RCP 4.5) og 18 % (scenario 2, RCP 8.5). Auken om vinteren er høvesvis 4 % og 16 % for dei to scenarioa. Temperaturen vil auke med mellom 2.3 °C og 3.7 °C. Dette har også ei effekt på snødekket, som er forventa å minke med mellom 65 % og 86 %. Talet på dagar med snø på bakken er forventa å reduserast med høvesvis 57 og 76 dagar for dei to scenarioa.

Endringane er relativt til referanseperioden 1971-2000. Høgde på valgt gridcelle er 215 moh.

Ettersom utløyings sannsynet for snøskred er vurdert som lågare enn 1/5000 (sjå kapittel 4.3) basert på skogforhold, og NVE ikkje ynskjer faresoner for forhold utan skogen sin verknad, vurderer vi at vindanalyse kan utgå av klimaanalysa, slik som det står rettleiaren (NVE, 2020).



UTM33 8315E, 6834655N, 215moh

Figur 3-13 Månadsnedbør og –lufttemperatur (a), returverdier (gumbelfordeling) for årleg maks snøhøgde (b). Dagleg minimum, maksimum og gjennomsnittleg lufttemperatur (c) og snøhøgde (d). Tidsseriar av årsnedbør (e) og årleg maks snøhøgde (f). Returverdier (peak over threshold) for 1- og 3-døgns nedbør (g) og nysnøtilvekst (h). Dataperiode: 1958 – dagens dato. Gjennomsnitt er berekna over heile perioden.

3.9 Bruk av modellar

Berekningsmodellar er eit viktig supplement når endeleg plassering av faregrensene skal bestemast. Viktigaste kjelde til fastsetjing av faregrenser vil vere fagleg skjønn basert på erfaring og observasjonar gjort undersynfaringa og opplysningar om tidlegare skredhendingar. Modellkøyningar vil vere eit hjelpemiddel for å vurdere om det er behov for justering av grensene. Tal på modellkøyningar er avhengig av kor usikker ein er og konsekvensen av skred.

Nytta modell er gitt i Tabell 3-1 (sjå vedlegg A for skildring av modellen). Det er i samråd med arbeidsgjevar NVE at steinsprangfaren er vurdert som ikkje aktuell eller underordna jord-, flaum- og sørpeskred i NGI-rapporten frå 2013, og er difor ikkje simulert i dette arbeidet. Snøskred er vurdert som uaktuelt med dagens vegetasjonsforhold. Då det ikkje er bestilt faresoner for forhold utan skog, er det vurdert at simulering av snøskred er uaktuelt. Det er gjort simulering av sørpeskred, då dette er rekna å vere den mest mobile skredtypen av dei tre som tiltaka skal sikre mot, og er den dominerande skredtypen .

Berekningsparametrar og resultat er skildra under kapittel for sørpeskred.

Tabell 3-1 Oversikt over modellverktøy nytta for skredsimuleringer i denne rapporten

Skredtype	Dynamiske modellar	Topografiske/statistiske modellar
Sørpeskred	RAMMS Debris Flow v1.8.0	Med tilpassa friksjonsverdiar for sørpeskred

4 Skredfareutgreiing per skredtype

4.1 Steinsprang

4.1.1 Er steinsprang ein aktuell prosess i påverkingsområdet?

Det er fleire områder med >45 grader med bart fjell, og det er registrerte steinspranghendingar.

Øvre del av kartleggingsområdet er innanfor aktsemdsområda for steinsprang. Det er markert potensielle utløysingsområder oppe ved Svarthamrane, men utløpsområdet stoppar mellom 110 og 180 moh. Steinsprang er ein aktuell prosess i påverkingsområdet.

4.1.2 Utgreiing av løsneområde og løsnesannsyn

Potensielle utløysingsområder er vist i registreringskartet (vedlegg C). I NGI (1980) er det omtala ei blokk/eit avløyyst fjellparti på ca. 10 m³, ved 325 moh. Verken flyfoto eller lausmassekart frå NGU tyder på store steinsprangavsetningar eller ur, som ville tilsvare hyppige utfall.

På Skredregistrering.no er det referert til ei steinspranghending i 2013. Her har det losna tre større steinblokker (til saman 20 tonn, største blokk rundt 4,3 m³), frå eit område ca. 50 m aust for svarthamrane. Her er det også skildra at det ligg igjen større blokker og overheng i utløysingsområdet. Utover dette er det ikkje kjent at det har gått steinsprang i området.

Til saman er det ikkje grunn til å anta at utløysingssannsynet mot kartleggingsområdet for steinsprang er spesielt høgt (1/1000-1/5000).

Til orientering er steinsprang berre omtala svært kort i NGI (2013), og eventuelle utløysingsområder er ikkje skildra.

4.1.3 Utgreiing av utløp

Det omtala avløyste fjellpartiet ved 325 moh. (NGI, 1980) som er vurdert å kunne nå busetnad, er i NGI (2000a) avskrive på grunn av at terrenget vil leie blokka vest for busetnaden. I rapporten frå 2013 er steinsprang ikkje vurdert som aktuelt problem for busetnad, grunna avstand til moglege losneområde. I nordre del av kartleggingsområdet er ev. denne faren underordna i høve jord-, flaum- og sørpeskred. Vidare er det avklart med NVE at det ikkje er behov for modellering av steinsprang i denne utgreiinga. Skog har avgrensa effekt på større blokker, men kan ta opp ein del av energien. I dette tilfelle vil nok ikkje skogen vere avgjerande, men er heller ikkje ugunstig for å hindre blokker med mindre energi.

Blokkene i hendinga frå 2013 stoppa ca. 200 m nedanfor utløysingsområdet, fangvollen som no er bygd vil ha ein effekt på eventuelle framtidige blokker (skredregistrering.no).

4.1.4 Når steinsprang inn i kartleggingsområdet?

Basert på manglande kjente steinsprangavsetningar innanfor kartleggingsområdet og steinspranghendingar som når inn i kartleggingsområdet, samt avstand frå utløysingsområder til busetnad, er det vurdert at steinsprang ikkje når inn i kartleggingsområdet.

4.2 Steinskred

4.2.1 Er steinskred ein aktuell prosess i påverkingsområdet?

Det er skråningar brattere enn 45° med bart fjell, dermed må faren for steinskred utgreiast.

4.2.2 Utgreiing av løsneområde og løsnesannsyn

Skuggekart frå LiDAR-data, flyfoto eller strukturkart frå NGU viser ingen teikn til større samanhengande sprekker/strukturar eller steinskredavsetningar. Det er heller ikkje teikn til bevegelse på InSAR-kart. Det er ikkje kjente tidlegare steinskredhendingar, og ingen registrerte ustabile fjellparti i følge NGU og NVE sin database for ustabile fjellparti.

4.2.3 Utgreiing av utløp

Ettersom det ved nærare studie ikkje er identifisert potensielle sprekkesystem eller større bergparti som kan vere kjeldeområde for steinskred, er det ikkje utgreia utløpslengde for steinskred.

4.2.4 Når steinskred inn i kartleggingsområdet?

Det er ikkje identifisert potensielle utløysingsforhold for steinskred, og steinskred er etter nærare studie ikkje vurdert som aktuelt.

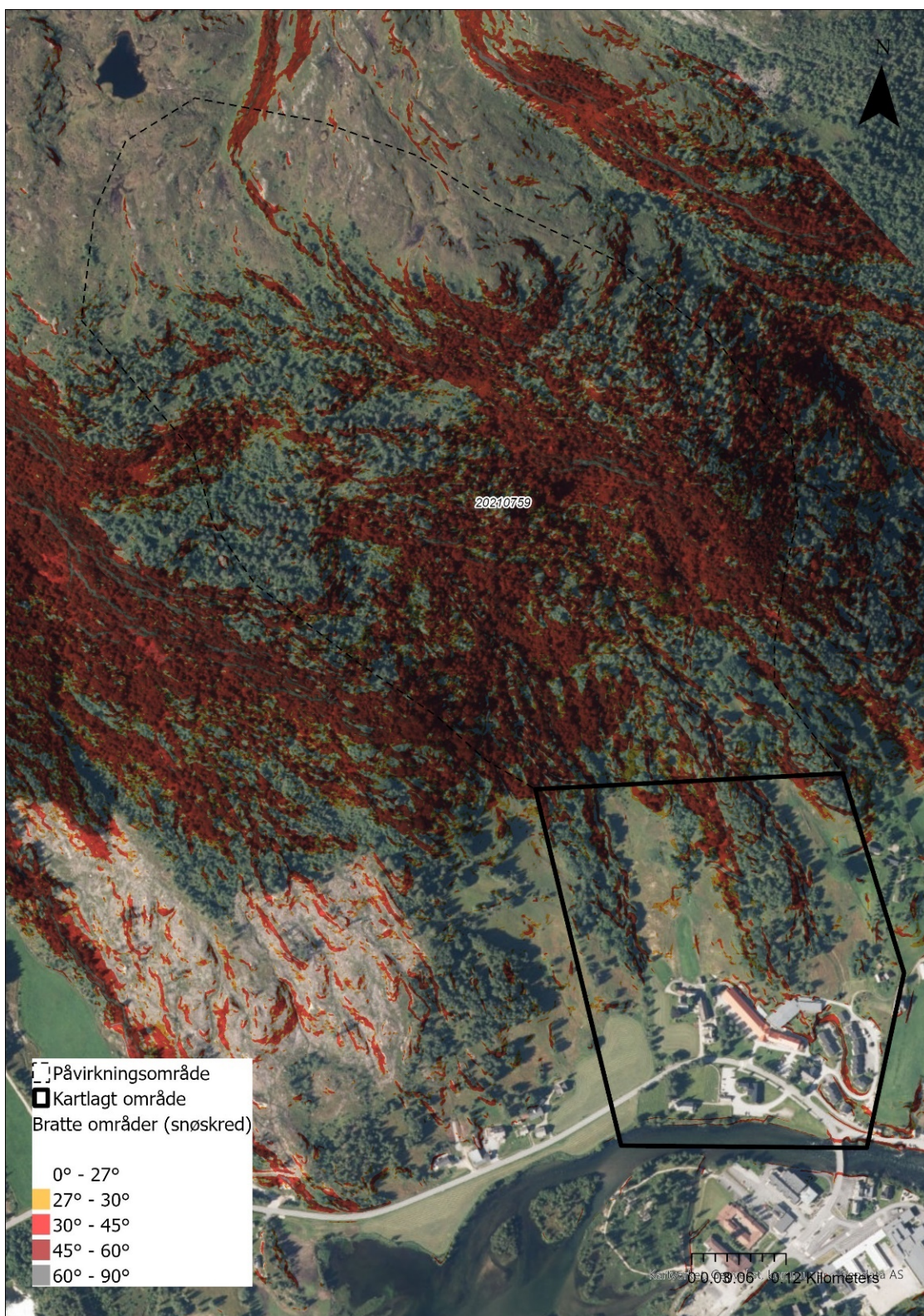
4.3 Snøskred

4.3.1 Er snøskred ein aktuell prosess i påverkingsområdet?

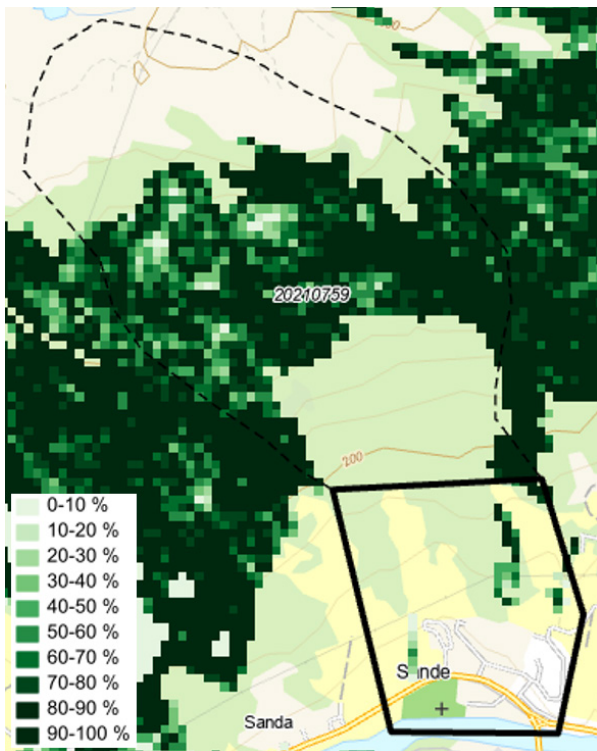
Fjellsida har mange område der skråninga har helling over 25° (mest aktuelle markert i registreringskart), men i desse områda er det tilstrekkeleg skog til at utløysing av snøskred med dagens vegetasjonsforhold er svært liten (Figur 4-1). Dette visast også i digitale overflatemodellar (Høydedata.no).

Skogen er i følge skogressurskart lauvdominert, med volum 31-70 m³/hektar og kronedekning på over 50-60 til 80-100 % i store delar av området som har dekning av denne typen kart sjå Figur 4-2 (NIBIO, 2022). Ifølge SAT-SKOG-data frå NIBIO er det stort sett eldre skog (41-80 år) og noko ung skog nedst (<40 år). I NVE sin rettleiar står at ei kronedekning på over 80% naudsynt for at lauvskog skal beskytte mot utløysing av snøskred. Dersom ein nyttar ei meir visuell, skjønsmessig tilnærming som også nemnast i rettleiaren (NVE, 2020), og samanliknar med bildeeksempelet i rettleiaren kan ein likevel argumentere for ei noko høgare kronedekning i dei bratte områda. Også i vurderinga frå NGI i 2013, der det vart gjennomført synfaring, er det argumentert med at skogen har ein beskyttande effekt mot snøskred. Utløysingsområda ligg også langt nede i fjellsida, der det ville vere avgrensa med snødrift.

Basert på dagens vegetasjonsforhold med skog som forhindrar snøskred, eventuelt avgrensar storleiken, er ikkje snøskred vurdert som ein aktuell skredtype. Vidare er skogen markert i vedlegg D, vurdert å ha status som vernskog for utløysing av snøskred.



Figur 4-1 Flyfoto fra 2020 som også viser terreghelling. Biletet viser at potensielle utløysingsområder for snøskred er dekket med skog.



Figur 4-2 Kronedekning SR16.

4.4 Jordskred

4.4.1 Er jordskred ein aktuell prosess i påverkingsområdet?

Det er både lausmasseskråningar brattare enn 20° og historiske jordskredhendingar i området, slik at jordskred er ein aktuell prosess i påverkingsområdet.

4.4.2 Utredning av løsneområde og løsnesannsyn

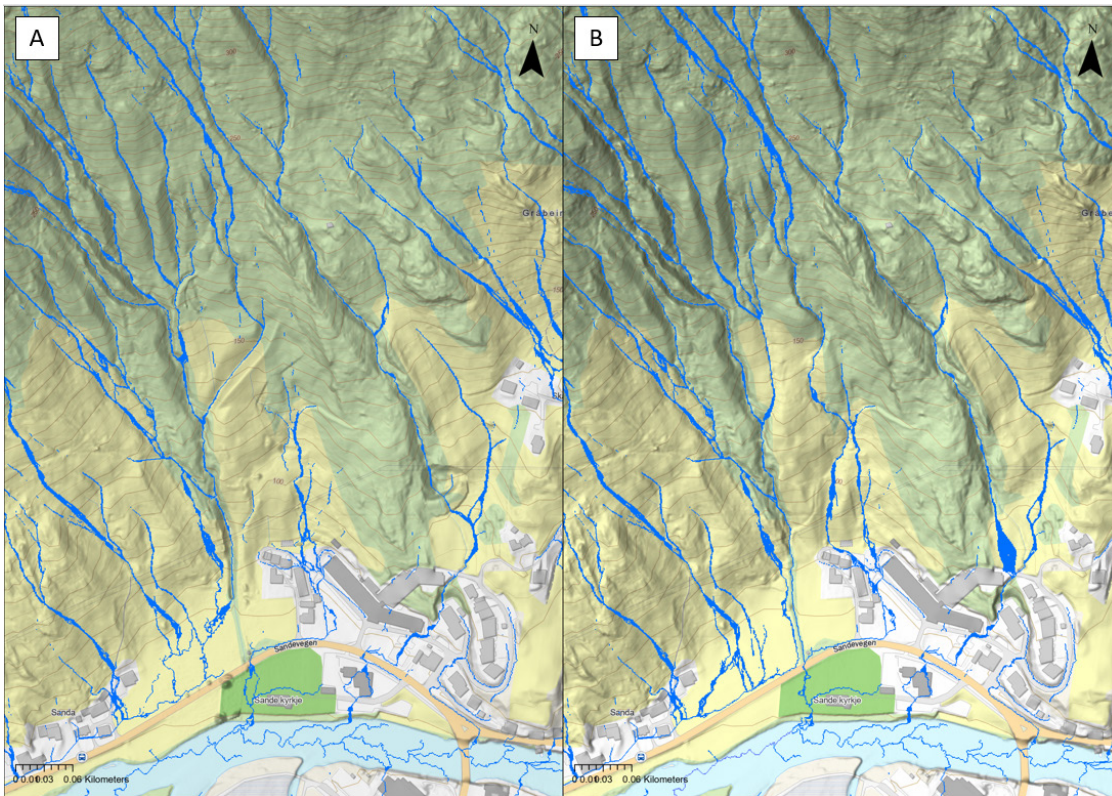
Dei kjente jordskreda i denne fjellsida er:

- 15.07.1869 (truleg 1861 if. NGI, 2013 og skredregistrering.no) gjekk eit større jordskred som skada kyrkja og busetnad på 175/1.
- 15.07.1861 (NGI, 2013): Større jordskred som rasa i Brennestølelva i utmarka, og som "berørte alle bnr på Skagen" (ut i frå kva vi forstår må dette gjelde området markert "Skagen" på kartet, som ligg utanfor kartleggingsområdet som vart brukt i 2013 (det same kartleggingsområdet er ynskt brukt i dette prosjektet også).
- Rundt 1992: utglidning rundt kote 250
- Fylkesgeologen i eit skriv 02.07.1999 (NGI, 2013): Ei lita utgliding på markene / i ravinar ved kote 350 nedanfor Svarthamrane. Utløp aust for sjukeheimen. Denne er også nemnt i NGI, 2000a/b: breidde 3-5 m, djupne 1,5 m, men avgrensa utgliding.
- Det er også meldt om fleire utglidingar, uvisst årstal.

Basert på denne historikken har ein i alle fall to jordskred skred siste 200 år, samt fleire utglidingar. I NGI (2013) har ein nytta ei tilnærming basert på flaumvassføring og ekstremnedbør, og ein viser til at flaumvassføring/ekstremnedbør 100 og 1000 års returperiode løyste ut jordskred/flaumskred (og sørpeskred) både i Skagekleiva og i bekken vest for kyrkja. Det er ikkje grunn til å tru at desse utløysingssannsyna har endra seg i stor grad sidan 2013 (utanom eitt område det er vist til i 2013 som ligg nedanfor leievollen; her vil det no vere mindre sannsynleg med utløysing på grunn av at vollen vil føre til at mindre vatn kjem ned her, sjå avrenningsanalyse i Figur 4-3). 5000-årsnedbør/-vassføring er vanskeleg å rekne på, men det er antatt i vurderinga at denne ikkje er veldig mykje større enn returperiode på 1000. Desse sannsyna fell også saman med vår vurdering, mellom anna basert på hendingar og geomorfologiske teikn til aktivitet.

Det er vanskeleg å anslå kvar desse skreda har starta, men ein har informasjon om kor langt dei har gått. I NGI (2013) er det i vist til ei forseinking i den austlege og nordlege delen av området nord for sjukeheimen, som fører opp til eit parti med helling over 30°. Det er også vist konkret til eit potensielt losneområde vest for Skagen. Dette visast til som potensielt utløysingsområde for jordskred (og sørpeskred). I registreringskartet er det gjort eit anslag på kvar potensielle utløysingsområde kan ligge, basert på vegen dei har tatt nedover, brattheit, terreng samt fråvær av skog, sidan skogen har ei beskyttande effekt mot utløysing. Vernskog vist i vedlegg D.

Grunnprøvar gjort i samband med prosjektering av leievollen viste også at det var innslag av finstoff i massane på jordet, som drenerar dårlegare (NGI, 2022).



Figur 4-3 Avrenningsanalyse på nytt terreng (a) og gammalt terreng (b). Vi ser at leievollen hindrar ein del av vatnet nå ned til forseinkinga nedanfor.

4.4.3 Utgreiing av utløp

Det er ikkje funne vifteformer som kjem frå lausmasseskred, men ein har historikk som gir informasjon om utløpslengde. No er det bygd sikringstiltak som skal beskytte mot jordskred, i tillegg til sørpeskred og flaumskred. På grunn av at sørpeskred er rekna for å vere den mest mobile skredtypen er det bestemt i samråd med NVE at det har vore tilstrekkeleg å simulere sørpeskred for å vurdere effekten av sikringstiltaka – vi antek at når tiltaka viser seg å sikre opp mot ønska sikringsmål mot sørpeskred, vil dei også halde mot jordskred.

4.4.4 Når jordskred inn i kartleggingsområdet?

Jordskred når ikkje lenger inn i kartleggingsområdet etter at sikringstiltak er bygd.

4.5 Flaumskred

4.5.1 Er flaumskred ein aktuell prosess i påverkjingsområdet?

Det er både forseinkingar og bekkeløp brattare enn 15° med tilgjengeleg lausmasse, samt tidlegare jordskredhendingar, som kan vere flaumskred (avsetningar frå hendingane er ikkje synleg i skråninga). Flaumskred er difor ein aktuell prosess.

4.5.2 Utgreiing av løsneområde og løsnesannsyn

I NGI (2013) er det referert til to kjente større jordskredhendingar, samt fleire mindre utglidingar. Jordskredhendiane kan vere flaumskred, men dette har vi lite informasjon om, og det er lite informasjon om kvar dei losna. Skuggekart viser tydeleg ravinering i fjellsida som tyder på masseføring tidlegare (Figur 2-6), men fjellsida er skogdekt, noko som senkar utløysingssannsynet. I nærleiken av bekkeløp, der gjerne flaumskred startar, er det som regel noko mindre vegetasjon.

Det kan vere vanskeleg å anslå nøyaktig kvar flaumskred startar, men typisk i bekkeløp med tilgjengeleg lausmasse. Det er gjort eit utval av aktuelle områder i registreringskartet. Flaumskred er mest aktuelt i bekken vest for kyrkja, då det her er tilgjengeleg lausmassar. I Skagekleiva er det stort sett bekk rett på fjell, sjølv om det kan komme noko lausmassar frå sidene. Volum til flaumskred er mykje styrt etter graden av erosjon langssetter bekkeløpet i fjellsida.

Det kan også vere utfordrande å anslå utløysingssannsyn (NVE, 2020), men både på grunnlag av topografi, lausmassar og klimatiske forhold ligg det til rette for flaumskred. I NGI (2013) har ein nytta ei tilnærming basert på flaumvassføring og ekstremnedbør, og ein viser til at flaumvassføring/ekstremnedbør 100 og 1000 års returperiode løyste ut jordskred/flaumskred (og sørpeskred) både i Skagekleiva og i bekken vest for kyrkja. 5000-årsnedbør/-vassføring er usikre og vanskelege å rekne på, men det er antatt i vurderinga at denne ikkje er veldig mykje større enn returperiode på 1000. Det er ikkje grunn til å tru at desse utløysingssannsyna har endra seg i stor grad sidan 2013, og dette fell også saman med vår vurdering av sannsyn, mellom anna basert på hendingar og geomorfologiske teikn til aktivitet.

4.5.3 Utgreiing av utløp

Sjølv om det er vanskeleg å anslå kvar desse skreda har starta, har ein informasjon om kor langt dei har gått. I bekken vest for kyrkja er det også høve for medrivning av lausmassar i skredbane. Det er ikkje funne vifteformer som kjem frå lausmasseskred, men ein har historikk som antydar utløpslengde.

No er det bygd sikringstiltak som skal beskytte mot flaumskred, i tillegg til sørpeskred og jordskred. På grunn av at sørpeskred er rekna for å vere den mest mobile skredtypen er det bestemt i samråd med NVE at det har vore tilstrekkeleg å simulere sørpeskred for å vurdere effekten av sikringstiltaka – vi antek at når tiltaka viser seg å sikre opp mot ønska sikringsmål mot sørpeskred, vil dei også halde mot flaumskred.

4.5.4 Når flaumskred inn i kartleggingsområdet?

Flaumskred når ikkje lenger inn i kartleggingsområdet etter at sikringstiltak er bygd.

4.6 Sørpeskred

4.6.1 Er sørpeskred ein aktuell prosess i påverkningsområdet?

Historikken frå Sande (viser til m.a. NGI, 2013) viser at sørpeskred er ein aktuell prosess i området. Det er snøforhold og forseinkingar/bekkeløp som kan samle vatn i snødekket.

4.6.2 Utgreiing av løsneområde og løsnesannsyn

Dei kjente sørpeskreda i denne fjellsida er:

- 3. mars 1979: sørpeskred langs bekken vest for kyrkja. Skredet trefte og skada noko av busetnaden på gnr/bnr. 175/1, og gjekk tett inntil sjukeheimen (NGI, 2013).
- 1920-åra: sørpe-/snøskred i Skagekleiva, som gjekk ned til den tidlegare legebustaden gnr/bnr 174/1. Skredmassar la seg opp langs veggen.
- Generelt er det nemnt at det ofte har vore sørpeskred og jordskred i området, og dalsida opp mot Lien/Selstad (på sørsida av Gaula, litt lenger aust) og elva Grøvla (større elv på nordsida av Gaula, ca. 1 km aust for Sande sentrum) er rapportert som ustabil under ekstreme nedbørstilhøve (rapportert i 1861).

I NGI (2013) har ein nytta ei tilnærming basert på flaumvassføring og ekstremnedbør, og ein viser til at flaumvassføring/ekstremnedbør 100 og 1000 års returperiode løyste ut jordskred/flaumskred (og sørpeskred) både i Skagekleiva og i bekken vest for kyrkja. Det er ikkje grunn til å tru at desse utløyingsssannsyna har endra seg i stor grad sidan 2013. 5000-årsnedbør/-vassføring er vanskeleg å rekne på, men det er antatt i vurderinga at denne ikkje er veldig mykje større enn returperiode på 1000. Historikken tilseier at ein har hatt eitt sørpeskred i kvart bekkeløp siste 100 år.

Det er vanskeleg å anslå akkurat kvar desse skreda har starta, men dei har følgd hovud- elveløpa nedover. I NGI (2013) er det i vist til ei forseinking i den austlege og nordlege delen av området nord for sjukeheimen, som fører opp til eit parti med helling over 30°. Dette visast til som potensielt utløyingsområde for sørpeskred (og jordskred). Det er også vist konkret til eit potensielt løsneområde vest for Skagen. I tillegg meiner vi det ville være naturleg at sørpeskred også kan losne ulike stadar i bekkeløpa/raviner som går ut i bekken vest for kyrkja, men det er vanskeleg å anslå nøyaktig kvar i sjølve løpet.

I Skagekleiva er det berekna at 100- og 1000-årsvassføringa vil kunne utløyse sørpeskred (NGI, 2013). Det er ikkje vist til nokon konkrete utløyingsområde, men dei vil truleg ligge langs elveløpet. Sannsynet ligg nok i same sjiktet som dei andre stadane Det er vist til utløyingsssannsyn for området vest for Skagen på 1/000 og 1/5000 ved kote 165-170, der ein mindre bekk renn inn øvst på innmarka (utanfor påverknings-/kartleggingsområdet ut frå det vi kan sjå). Det er ikkje grunn til å tru at desse utløyingsssannsyna har endra seg i stor grad sidan 2013. Dette fell også saman med vår vurdering av sannsyn, mellom anna basert på hendingar og klimatiske forhold.

Merk at utløysingsområder for sørpeskred er vanskeleg å avgjere. I registreringskartet er det gjort eit anslag på kvar potensielle utløysingsområde kan ligge, basert på vegen dei har tatt nedover. Det er gjort eit utval i samband med simuleringane (kap. 4.6.3). Skogens betydning er noko usikker for sørpeskred, men tett skog vil truleg hindre utløysing. Rundt bekkeløp, der ein ofte ser sørpeskred, er det vanlegvis litt mindre skog.

4.6.3 Utgreiing av utløp

NGI (2013) viser til eit utløysingssannsyn for sørpeskred (og jordskred) i bekken vest for kyrkja på mellom 1/1000 og 1/5000 som kan ha utløp ned til bygde- og sjukeheim, 175/1 samt kyrkje/gravplass.

For å undersøke korleis tiltaka, slik dei vart, fungerer, er det køyrt numeriske berekningar med modellverktøyet RAMMS::DEBRISFLOW, med tilpassa parameter for sørpeskred. Det er brukt ein terrengmodell med 2.5 m oppløysing og "block release" som utløysingsmekanisme, då det ikkje finst tilstrekkeleg datagrunnlag for å bruke hydrograf. Utløysingsområda brukt i modellering er vist i Figur 4-5. Det er berre gjort modellkøytingar for sørpeskred, ettersom desse er antatt å vere dei mest mobile av dei tre skredtypane tiltaka er meint for.

Verdiane for inngangsparameter i modellen er dels basert på inngangsparameter brukt i modellkøytingane gjort i prosjekteringa av tiltaka (NGI, 2022). Dels er dei også basert på etterrekning av kjente sørpeskredhendingar på Sande. Faresonene er i stor grad basert på sørpeskredhendingar, og dimensjonerande skredtype er sørpeskred.

Ved sjukeheimen er faresonegrensene 1/100 i stor grad basert på skredet frå 1979 som trefte bygningar på eigedom med gnr./bnr. 175/1; skredet gjekk nært bygde- og sjukeheimen og ned til vegen (NVE, 2021). Eit modellert skred som når hit vil difor vere i storleiksorden som ei 100-årshending. Av faresonekartet ser ein også at eit slik skred vil splitte seg ved ryggen som 175/1 ligg på. 1000- og 5000-årshendinga går lenger, og splittar seg ikkje, men går over eigedomen. Når det gjeld dei sørpeskreda i området ovanfor sjukeheimen som er modellert i samband med prosjekteringa, er dette antatt å vere ein 1000-årshending (NGI, 2022).

I Skagekleiva er faresonene i stor grad basert på eit sørpeskred som gjekk på 1920-talet. Skredet skal ha gått ned tomta der nedre grense for 1/1000 og 1/5000 er innteikna, ved gnr./bnr. 174/7 (NGI 2013).

Det er forsøkt å modellere sørpeskred i RAMMS, i terrenget slik det var før tiltaka vart etablert. Dette er gjort ved å tilpasse inngangsparametrar, slik at ein får skred med utløp som liknar høvesvis 100-, 1000- og 5000-grensene. Deretter køyrast skred med tilpassa parametrar i ny terrengmodell, som tek inn terrengendingane som tiltaka medfører. Slik kan vi sjå korleis tiltaka fungerer på skred som representerer dei scenarioa faresonene er basert på. Det er fleire kombinasjonar av inputparametrar som gir omtrentlege utløp/-utbreiing.

Inngangsparmetrar for ulike returperiodar er vist i tabell 4-1 og Figur 4-4 (område ovanfor sjukeheimen) og tabell 4-2 (Skagekleiva).

Modellkøyningar med ny terrengmodell er vist i vedlegg E.

Merk at:

- RAMMS::DEBRISFLOW opphavelig er ein modell for bruk til modellering av flaumskred. Den har vist seg å kunne fungere nokon lunde for sørpeskred ved å tilpasse friksjonsparametrar, men det er likevel såpass få sørpeskred å kalibrere mot at resultat må vurderast med forsiktighet. I tillegg er sjølve kjeldeområda og utløysingsfrekvens usikre.
- RAMMS kan ha ein tendens til å ikkje vise full effekt av sikringstiltak. Dette kan for eksempel vere på grunn av at tiltaket vil truleg ta ut ein del av vassinnhaldet, slik at massane som eventuelt går forbi (over) tiltaket vil ha mindre mobilitet enn skredmassane hadde ovanfor tiltaket. Dette vil også gjelde dei tiltak i nedre del av skredløpet (plastra og fordjupa bekkeløp, samt utvida kulvert med diameter 1,2 m). Særleg kulvert vil ikkje bli fanga opp av RAMMS-simuleringa.
- Det er generelt knytt usikkerheit til modellkøyningar, utløysingsområder og parameterval.

Desse momenta har vi tatt med i den faglege (skjønsmessige) vurderinga av modellresultata.

Tabell 4-1 Inngangsparmetrar for modellering av sørpeskred i RAMMS i området ovanfor sjukeheimen.

Løsne-område	Areal (m ²)	Brotkant (m)	Løsnevolum (m ³)	Tettleik (kg/ m ³)	Friksjonsparametrar		Erosjon	Scenario/-returperiode (år)
					Mu	Ksi		
1	2027	1	2027	700	0,2	1000	Ja	100
4	967	1	967	700	0,2	1000	Ja	100
5	1583	1	1583	700	0,2	1000	Ja	100
1	2027	2	4054	1000	0,2	1000	Ja	100
4	967	2	1934	1000	0,2	1000	Ja	100
5	1583	2	3166	1000	0,2	1000	Ja	100
1	2027	1	2027	700	0,05	2000	Ja	1000
4	967	1	967	700	0,05	2000	Ja	1000
5	1583	1	1583	700	0,05	2000	Ja	1000
1	2027	2	4054	1000	0,05	2000	Ja	5000
4	967	2	1934	1000	0,05	2000	Ja	5000
5	1583	2	3166	1000	0,05	2000	Ja	5000

EROSION PARAMETERS ?

Erosion Shapefile Properties

Fiskfjordbotn_sorpe.shp ? 📁 ✕

Erosion density (kg/m³):

Erosion rate (m/s): Loose, wet sediment ▾

Pot. erosion depth (per kPa): deep ▾

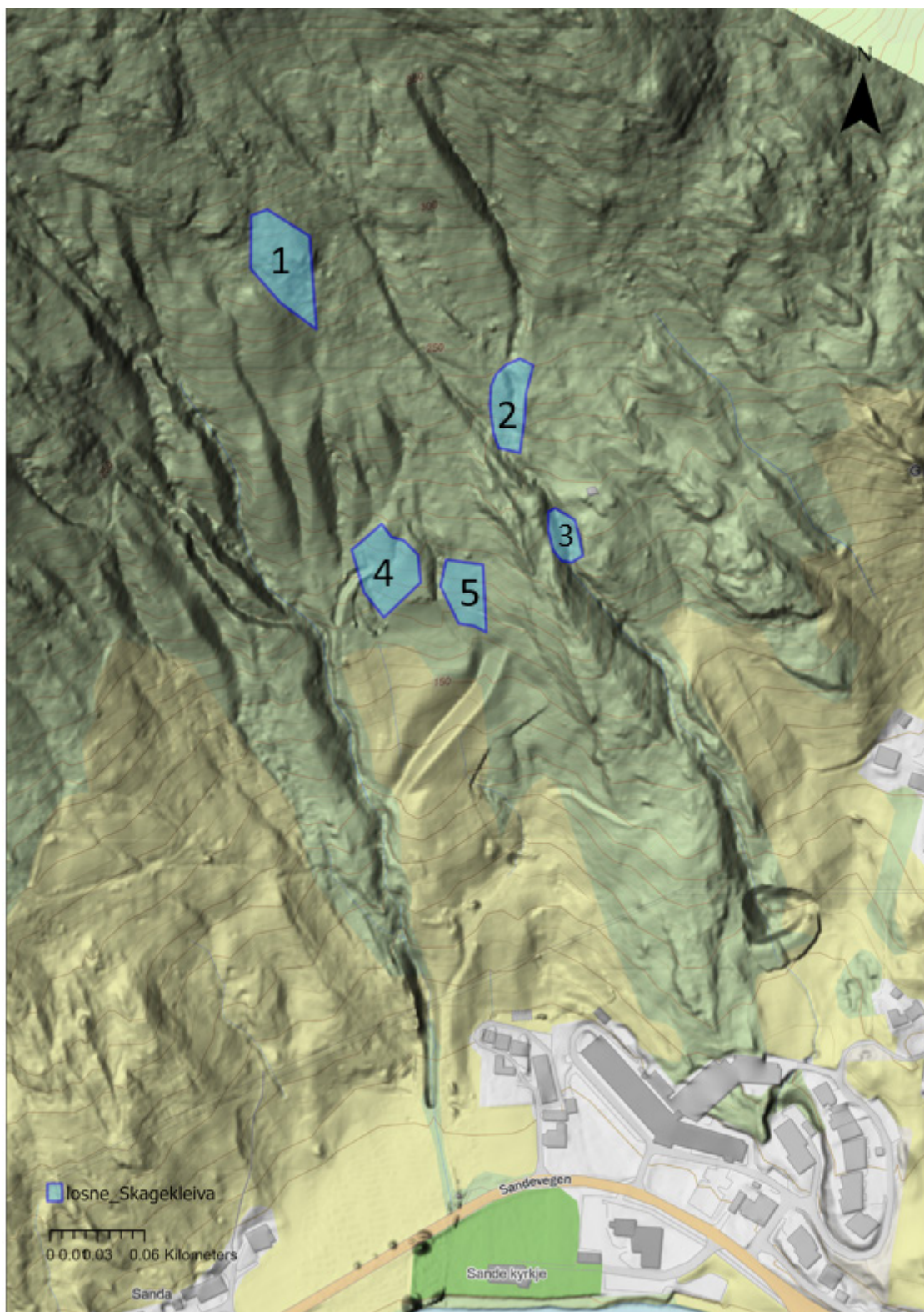
Critical shear stress (kPa): medium ▾

Max erosion depth (m):

Figur 4-4 Vindu for input av erosjonsparametrar i RAMMS::DEBRISFLOW

Tabell 4-2 Inngangsparametrar for modellering av sørpeskred med RAMMS i Skagekleiva.
 *Lite lausmassar i elveløp (NGI, 2013) + noko større utløysingsvolum for å kompensere for medrivning av snø.

Løsne- område	Areal (m ²)	Brot- kant (m)	Løsne- volum (m ³)	Tettleik (kg/ m ³)	Friksjonsparame- ter		Erosjon*	Scenario/- returperiod e (år)
					Mu	Ksi		
2	1200	2	2400	1000	0,05	600	Nei	100
2	1200	1	1200	1000	0,05	600	Nei	100
3	600	2	1200	1000	0,05	600	Nei	100
2	1200	2	2400	1000	0,08	2000	Nei	1000
3	600	2	1200	1000	0,08	2000	Nei	1000
2 og 3	1800	2	3600	1000	0,08	2000	Nei	5000



Figur 4-5 Utløsningsområder brukt i modellering av sørpeskred.

4.6.4 Når sørpeskred inn i kartleggingsområdet?

Sørpeskred vil kunne nå inn i kartleggingsområdet, men ikkje lenger enn at busetnaden oppnår ønska sikringsmål.

4.7 Kva er den samla skredfara og effekten av tiltak?

Dette oppdraget går ut på å vurdere korleis sikringstiltak i Skagekleiva og bekken vest for kyrkja endrar eksisterande faresoner. I det vidare kjem ei oppsummering av dette. Nye faresoner er vist i Figur 4-6. Dimensjonerande faretype er sørpeskred.

4.7.1 Området ovanfor sjukeheimen

1/100 årleg sannsyn (S1):

Vollen ser ut til å fungere godt mot skred frå utløysingsområde 4 og 5. For potensielle skred ved utløysingsområde 1 har vollen effekt mot dei høgste hastigheitene. Noko skredmasse ser ut til å ville gå over vollen og ned mot busetnad, men har liten hastigheit når det kjem så langt. I enkelte modelleringstilfelle går noko massar over nedre tiltak i elva, og austover mot husa. Tiltaket fungerer generelt mot 100-årsscenario.

1/1000 sannsyn (S2):

For potensielle skred frå utløysingsområde 4 og 5 ser vollen ut til å fungere godt. For potensielle skred frå utløysingsområde 1 ser det ut til at noko skredmasse vil gå over nedre del av vollen, og kunne bevege seg mot busetnad. Det meste av skredmassane vil miste dei høgste hastigheitene før dei når hus.

1/5000 sannsyn (S3):

For potensielle skred frå utløysingsområde 4 og 5 verkar vollen å stanse noko av skreda sin større hastigheit, men framleis vil ein del av skredet gå over vollen og bevege seg mot busetnad. Skredmassane har ut frå modellkøyningane framleis relativt høge hastigheiter og flytehøgde når dei når hus. For potensielle skred frå utløysingsområde 1 ser det ut til at ein god del skredmasse vil gå over vollen og kunne framleis nå husa. Hastigheiter er noko mindre enn utan voll, men vollen har antakeleg ikkje så god effekt mot eit 5000-års scenario, noko som er gjenspegla i dei nye faresonene.

Ein del av skredmassane frå utløysingsområde 1 vil også følgje Skagekleiva, her ser det ut til at fangvollen vil ta det meste.

Når det kjem til vurdering av utstrekninga til faresone for 1/5000 er det generelt knytt relativt stor usikkerheit til dette.

4.7.2 Skagekleiva

1/100 årleg sannsyn (S1):

For skredmassar frå begge utløysingsområda (2 og 3) tek fangvollen stort sett alt av skredmassar og fungerer godt.

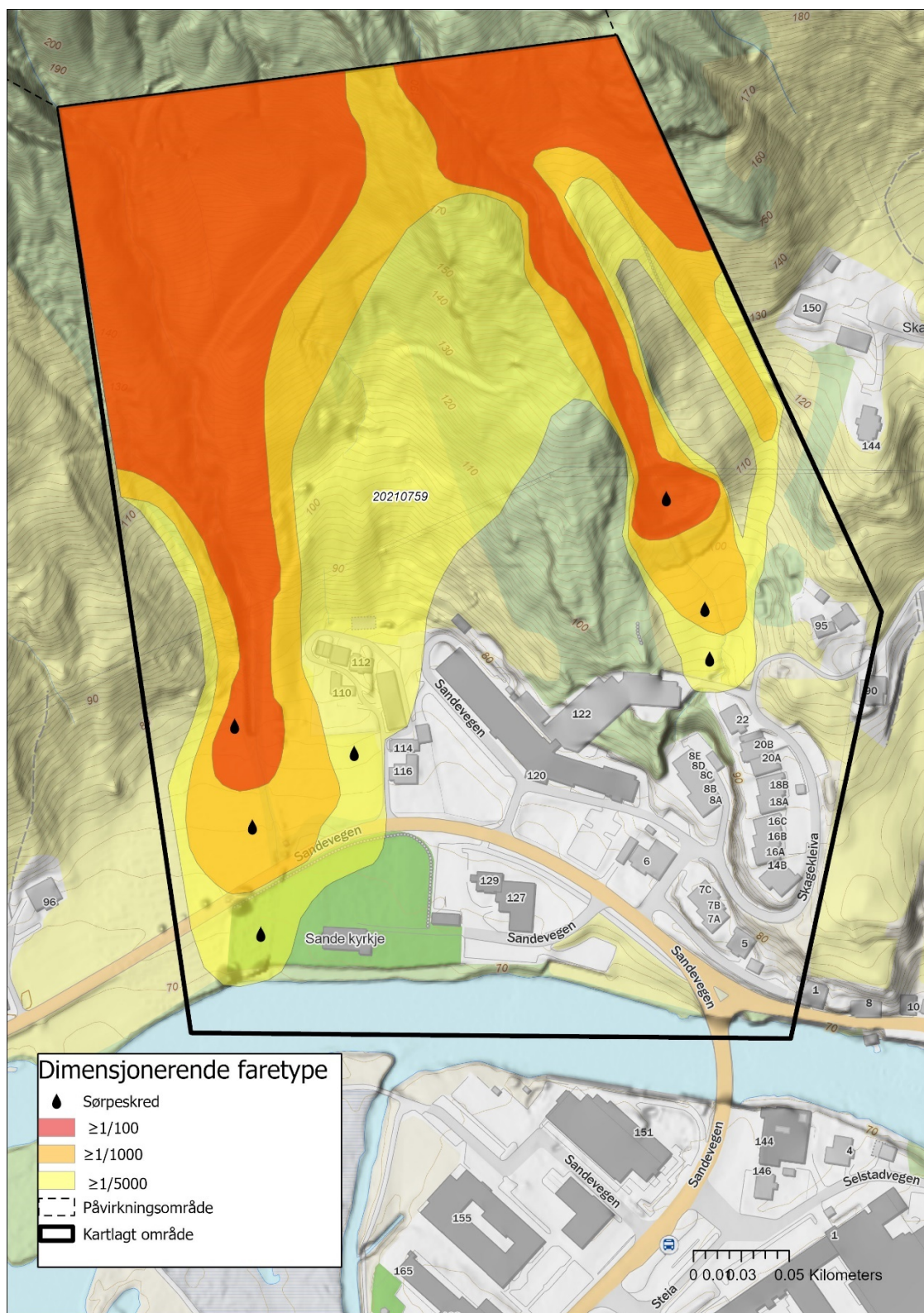
1/1000 årleg sannsyn (S2):

For skredmassar frå begge områda (2 og 3) tek fangvollen det meste av skredmassar med høg hastigheit. Noko held fram eit stykke nedanfor vollen, men ikkje ned til busetnad. Her er det berre skredmassar med lågare hastigheit. Det er også noko skredmassar som går ned mellom busetnad på 175/1 og sjukeheimen, men den har låg hastigheit.

1/5000 årleg sannsyn (S3):

For skredmassar frå begge løsneområda (2 og 3) tek fangvollen det meste av skredmassar med høg hastigheit. Noko av massane held fram eit stykke nedanfor vollen, ned i bakkant av busetnad. Det er også noko skredmassar som går ned mellom busetnad på 175/1 og sjukeheimen, men desse har låg hastigheit. På grunn av dette potensielle overløpet har vi valt å trekke 5000-årssona også ned mellom Skagekleiva og området ovanfor sjukeheimen.

Når det kjem til vurdering av utstrekninga til faresone for 1/5000 er det generelt knytt relativt stor usikkerheit til dette.



Figur 4-6 Nye faresoner for situasjon med skredsikringstiltak.

4.8 Avvik frå tidlegare skredfareutgreiingar

På grunn av sikringstiltak etablert sidan førre skredfarekartlegging i 2013 har faresonene no kortare utstrekning enn tidlegare. I Skagekleiva har faresonene blitt noko breiare i området rundt/nedanfor fangvollen. Dette er fordi det er antatt at eventuelt overløp vil bli spreitt utover på grunn av oppsamla massar i vollen; tidlegare ville skredmassane i større grad følgje elveløpet (men ha lengre utløp). Sannsynet for utløyning er antatt å vere likt som før.

Når det gjeld utstrekning av faresoner i utløpsområdet for området ovanfor/vest for sjukeheimen er desse kortare enn dei tidlegare faresonene frå 2013. Dette kjem av at bekkeløpet har større kapasitet enn før, på grunn av fordjuping og ein leievoll på austsida. I tillegg er det etablert ein større kulvert som også ville kunne ta unna skredmassar. Ved større hendingar vil imidlertid både kulvert og bekkeløp gå tett/fullt slik at skredmassar vil kunne halde fram nedover bøen, sjølv om noko av massane vil ligge att i tiltaka.

4.9 Klimaendringar og skredfare

Som nemnt i NVE sin rettleiar har vi ikkje i dag tilstrekkeleg eller presist nok grunnlag til å kunne ta omsyn til framtidig klima ved kartlegging av faresoner (NVE,2020). I følgje klimaprofilar for Sogn og Fjordane frå Norsk Klimaservicesenter (2022), er det likevel forventa *vesentleg auke* av jord-, sørpe- og flaumskred, som følgje av auka nedbørmengder. Det er truleg snakk om hyppigheit av slike hendingar, og ikkje nødvendigvis storleiken av skreda, slik at vi ventar at sikringstiltaka vi sikre mot denne typen skred også i framtida. Ein auke i hyppigheit kan difor føre til auka behov for vedlikehald rundt voll og terreng elles ved oppsamling av lausmassar.

5 Konklusjon

På oppdrag frå NVE har NGI laga nye faresoner i Sande sentrum, Sunnfjord kommune, etter at to sikringstiltak er bygd. Tiltaka er ein fangvoll i Skagekleiva, og eit tiltak med fleire delar i ein bekk utan namn som ligg vest for Sjukeheimen (175/30) og tunet med gnr./bnr. 175/1. Det sistnemnte tiltaket består av ein leievoll som skal leie skredmassar frå austsida av elva og ned i elveløpet, samt utviding og plastring av dette elveløpet lenger nede og ein nedre leievoll langs austsida av elveløpet her nede.

Tiltaka skal beskytte mot jord-, flaum- og sørpeskred, kor sørpeskred er vurdert som dimensjonerande. Sikringsmålet for tiltaket i vest er "å sikre eksisterande busetnad og infrastruktur mot skred med returperiode på 1000 år" (NVE, 2019). Sikringsmål for tiltaket i Skagekleiva er ikkje gitt, men er antatt å vere S3, ut ifrå at det ligg ein sjukeheim i området.

Det er nytta tidlegare skredfarevurderingar gjort av NGI med skildring av kjente sørpeskredhendingar, modellkøyringar/simuleringar av sørpeskred samt studie av detaljert

terrengmodell, nye og historiske flyfoto for å vurdere effekten av tiltaka og nye faresoner. Det vart også gjennomført noko feltarbeid i samband med innspel til detaljprosjektering av øvre leievoll i bekken vest for Sjukeheimen.

Sikringstiltaka er vurdert å gi ønska sikringsmål, slik at eksisterande busetnad no tilfredsstillar krav til sikkerheit mot naturfare gitt i Plan- og bygningslova (pbl) og Byggteknisk forskrift (TEK 17, kap. 7.3) for nye tiltak av same type som dei eksisterande.

Det er berre bestilt utgreiing og faresoner med omsyn til dagens vegetasjonsforhold. Faresoner utarbeida i dette oppdraget gjeld med ein føresetnad om at vegetasjonen er bevart.

6 Referansar

Hanssen-Bauer, I., Førland, E.J., Haddeland, I., Hisdal, H., Mayer S., Nesje, A., Nilsen, J.E.Ø., Sandven, S., Sandø, A.B., Sorteberg, A. & Ådlandsvik B. (Red.) (2015). Klima i Norge 2100. Kunnskapsgrunnlag for klimatilpassing oppdatert i 2015. NCCS report no. 2/2015.

Høydedata.no. Høydedata. <https://hoydedata.no/LaserInnsyn2/>

Norsk Klimaservicesenter (2022) Klimaprofil Sogn og Fjordane <https://klimaservicesenter.no/kss/klimaprofiler/sogn-og-fjordane>

Lussana C., Tveito O.E. & Uboldi F. (2016). seNorge v2.0: an observational gridded dataset of temperature for Norway. MET-report 14/2016.

Saloranta T. (2014). New version (v.1.1.1) of the seNorge snow model and snow maps for Norway. NVE Report 06/2014.

NVE Aktsomhetskart på nett. <https://temakart.nve.no/>

NVE Temakart sikringstiltak. <https://temakart.nve.no/tema/sikringstiltak>

NGI (1980) Sande Gaular. Sørpeskred ved Gnr./bnr. 75/1, L. Søggen. 79492-1.

NGI (2013) Sande sentrum – Gaular kommune. Faresonegrenser for skred (20130665-01-R).

NGI (2000a) Gaular bygde- og sjukeheim. Sikringstiltak mot skred (20001473-1).

NGI (2000b) HPVU-boliger Gaular kommune. Sikringstiltak mot skred (20001473-2).

NGI (2022) Prosjektering av leievoll Sande (20210759-01-TN).

NGU (2023) Digitale kart frå NGU. [Kart på nett | Norges geologiske undersøkelse \(ngu.no\)](https://kart.paa-nett.norges-geologiske-undersokelse.ngu.no)

NIBIO (2022) Skogressurskart SR16.

NVE (2020). Veileder for utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng. [12.11.2020]. Veileder - Sikkerhet mot skred i bratt terreng - Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og byggesak (nve.no). Lokalisert på internett 24.01.2023.

NVE (2021) Revidert plan, 20323 Sikring mot flaum-, jord- og sørpeskred ved Sande sentrum, Sunnfjord kommune i Vestlandet.

NVE (2022) Sluttdokumentasjon. Ferdigrappport for anlegg 20259 Skagekleiva – Skredsikring, Sunnfjord kommune. Utført 31.august 2020-02.september 2022. NVE Region Vest.

Skredregistrering.no (24.01.2023)

Statens vegvesen (2023) Norsk vegdatabank.

[https://vegkart.atlas.vegvesen.no/#kartlag:geodata/@8360,6833962,15/hva:!\(id~445\)\(id~824\)~/valgt:78910717:445](https://vegkart.atlas.vegvesen.no/#kartlag:geodata/@8360,6833962,15/hva:!(id~445)(id~824)~/valgt:78910717:445)

1881.no Historiske flyfoto <https://kart.1881.no/>

Disclaimer

Skredfarevurderingene gjelder så lenge vesentlige endringer i forutsetningene for vurderingene ikke forekommer. (Eksempler på vesentlige endringer er endringer i Plan og Bygningslovens krav, nye opplysninger om historiske eller nyere skred, endringer i klima, terreng eller vegetasjon, anlegg av ny infrastruktur, etc.). Oppdragsgiver må til enhver tid vurdere om forutsetningene er endret, for i så fall å få utført en revidert kartlegging.

Vedlegg A

MODELLBESKRIVELSE

Innhold

A1 Beregning av skredutbredelse og rekkevidde av flom- og sørpeskred	2
--	---

A1 Beregning av skredutbredelse og rekkevidde av flom- og sørpeskred

Spredning og rekkevidde av flom- og sørpeskred er vurdert blant annet med den dynamiske modellen RAMMS^{1,2}. Hensikten er ikke å dimensjonere, men å finne terrengets sprednings- og avsetningsegenskaper etter at lede- og fangvoll er bygd. Den numeriske modellen er identisk med snøskredmodellen, og ved å redusere Mu- og Xi-verdiene, oppnås hastigheter og flythøyder tilpasset vannbårne skred. RAMMS::DEBRISFLOW er opprinnelig tenkt til løsmasseskred. Det vil si at Mu settes til 0,2 og Xi til 300 - 700. Mu-verdien påvirker sterkt lengden på retardasjonsområdet/-oppbremsingsområdet, og bestemmer i realiteten utbredelsen av skredmassene. For sørpeskred vil Xi kunne bli mye høyere enn for løsmasseskred, samtidig er effektiv Xi betydelig mindre og har tilsvarende egenskap som for vann. Ved lange skredutløp med store høydeforskjeller vil sørpeskred kunne endre egenskaper fra sørpe til vann og flomskred. For antatt sørpeskred er det benyttet en tetthet på 700-1000 kg/m³ mens det for reinere flomskred er benyttet 1400 kg/m³.

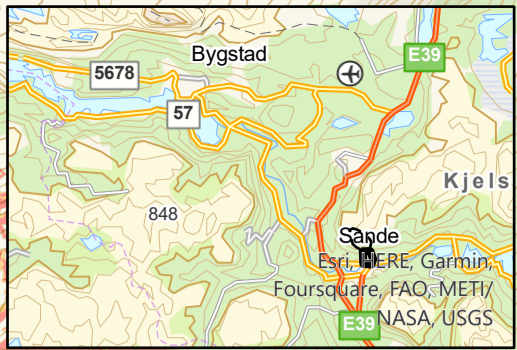
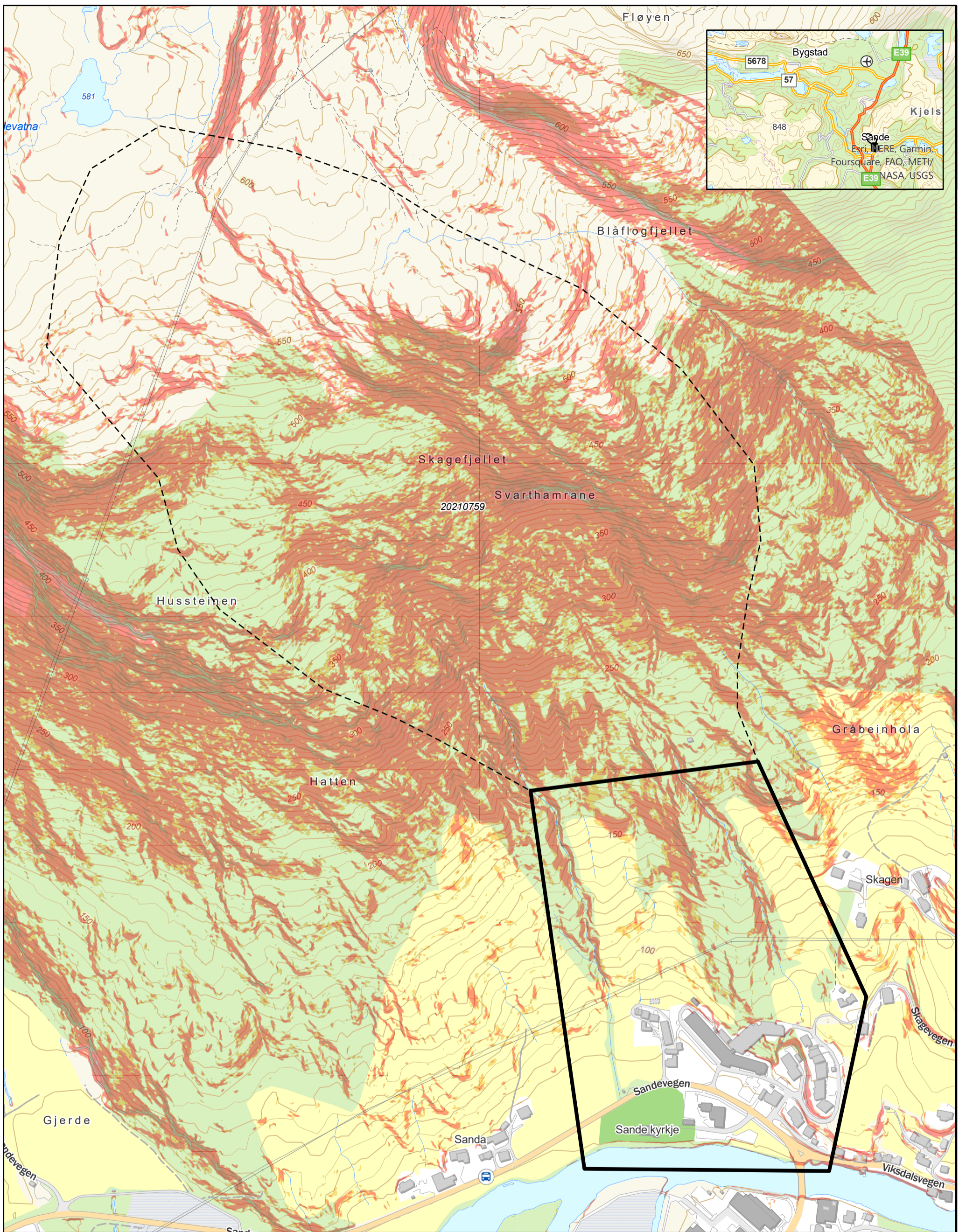
¹ Christen, M.; Kowalski, J. og Bartelt, P. (2010). RAMMS: Numerical simulation of dense snow avalanches in three-dimensional terrain. *Cold Regions Science and Technology* **63**(1–2), 1–14.

² RAMMS Manual Ver 1.4.1. Det sveitsiske institutt for snø- og snøskredforskning (WSL-SLF), Davos Dorf, Sveits.

Vedlegg B

HELLINGSKART





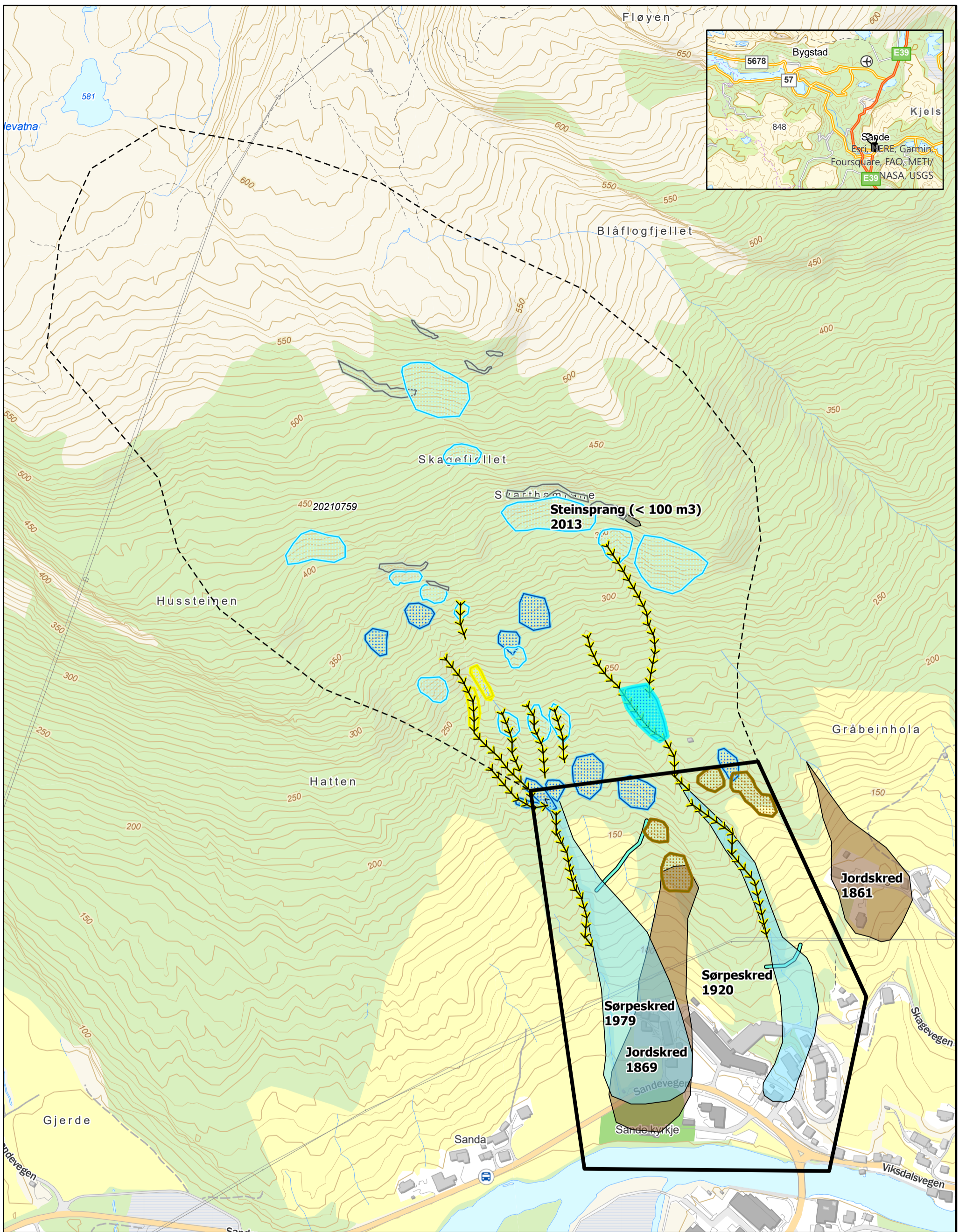
- Bratte områder**
- 30° - 45°
 - 45° - 60°
 - 60° - 90°
- Helling**
- 0° - 27°
 - 27° - 30°
- Påvirkningsområde
- Kartlagt område

Vedlegg B			
Hellingskart			
Sande, Sunnfjord kommune			
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2023-02-19	SKu	UD	HHe
Original format og målestokk	Kartprojeksjon		
A3	ETRS 1989 UTM Zone 32N		
Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210759			0
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT Postboks 3930 Ullevål Stadion, 0806 OSLO Sognsveien 72 Tlf: 22 02 30 00 Faks: 22 23 04 48 www.ngi.no			

Vedlegg C

REGISTRERINGSKART





--- Påvirkningsområde

▭ Kartlagt område

Landformer

Type

→ Ravine/bekkenedskjæring

Potensielle løsneområder

Skredtype

▨ Løsneområder steinsprang/steinskred

▨ Løsneområder snøskred

▨ Løsneområder sørpeskred

▨ Løsneområder flomskred

▨ Løsneområder jordskred

Skredhendelser - skredtype

▨ Stein

▨ Jord/leire/kvikkleire

▨ Snø/sørpe/is

Senterlinje

Tiltakstype

— Ledevoll; Fangvoll

Vedlegg C

Registreringskart

Sande, Sunnfjord kommune

Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2023-02-19	SKu	UD	HHe

Original format og målestokk	Kartprojeksjon
A3	ETRS 1989 UTM Zone 32N

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210759			0

Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210759			0

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT

Postboks 3930 Ullevål Stadion, 0806 OSLO

Sognsveien 72

Tlf: 22 02 30 00 Faks: 22 23 04 48

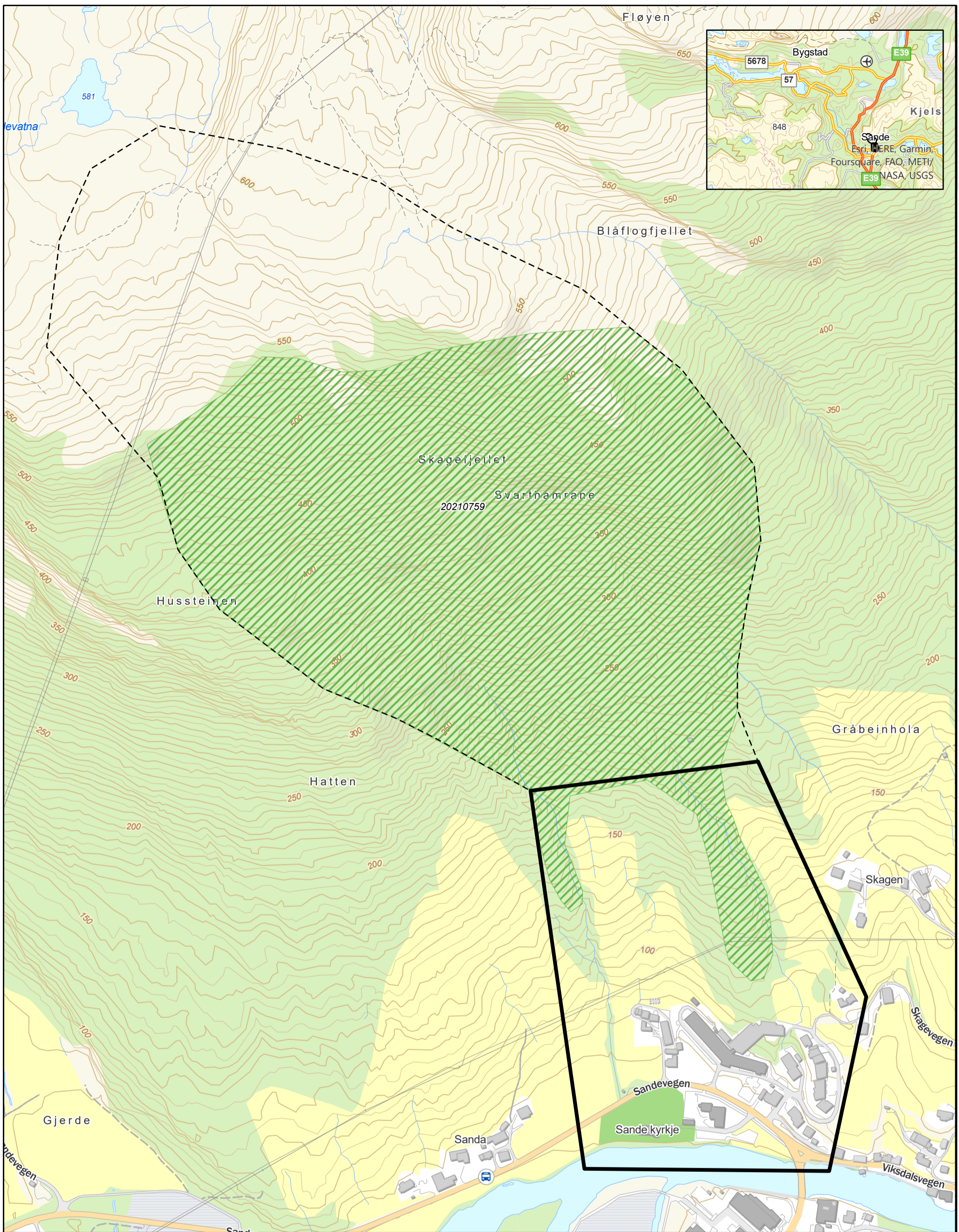
www.ngi.no



Vedlegg D

VERNSKOG





--- Påvirkningsområde

▭ Kartlagt område

Skog som har betydning for skredfare

▨ Skog som reduserer utløysingssannsyn for snøskred og jordskred. Dels også for flaumskred og sørpeskred

Vedlegg D			
Skog med betydning for skredfare			
Sande, Sunnfjord kommune			
Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2023-02-19	SKu	UD	HHe
Original format og målestokk		Kartprojeksjon	
A3		ETRS 1989 UTM Zone 32N	
Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210759			0
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT			
Postboks 3930 Ullevål Stadion, 0806 OSLO			
Sognsveien 72			
Tlf: 22 02 30 00 Faks: 22 23 04 48 www.ngi.no			

Vedlegg E

MODELLRESULTAT SØRPESKRED

Innhold

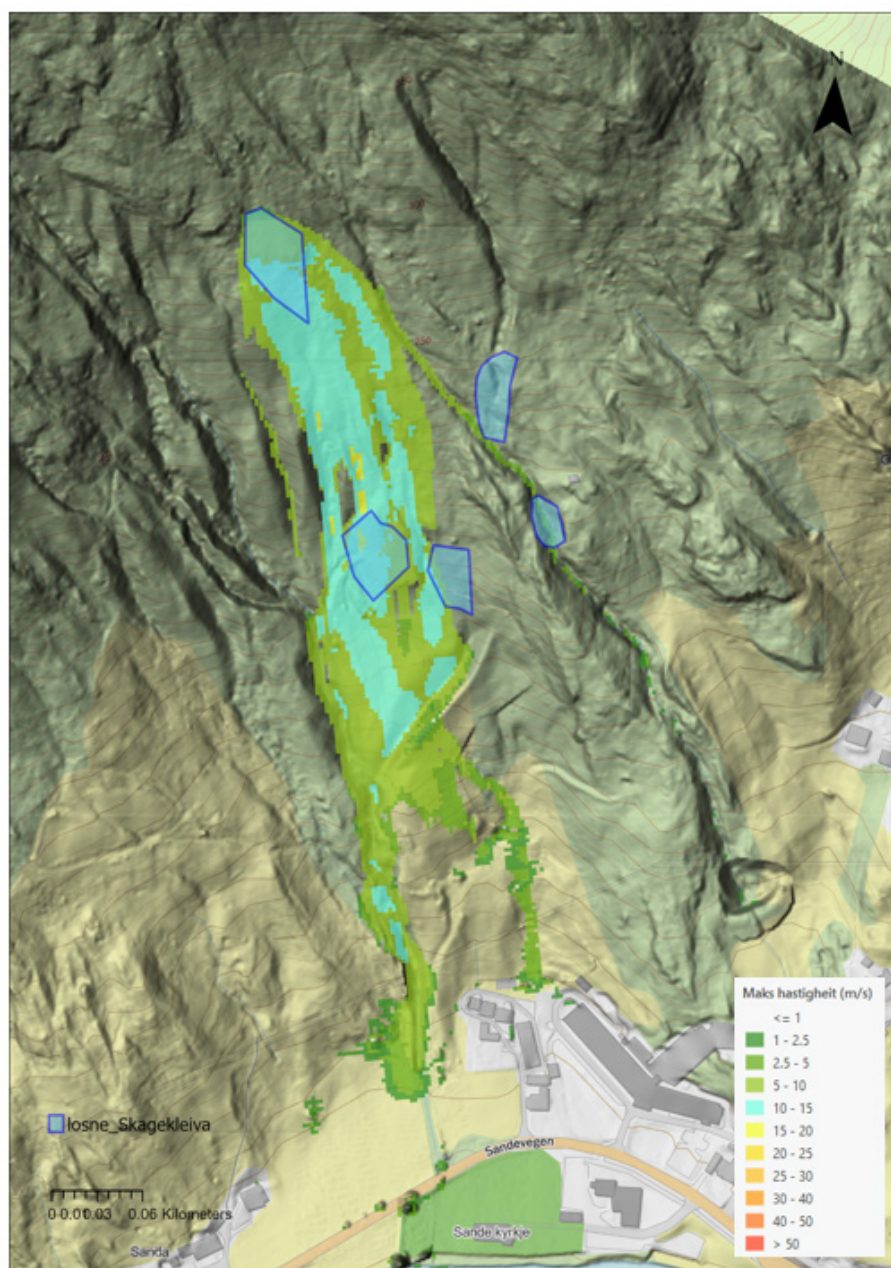
E1	100års-scenario – område over sjukeheimen	2
E2	1000års-scenario – område over sjukeheimen	4
E3	5000års-scenario – område over sjukeheimen	6
E4	100års-scenario – Skagekleiva	8
E5	1000års-scenario – Skagekleiva	9
E6	5000års-scenario – Skagekleiva	10

Vi viser til figur under kapittel 4.6.3 i rapporten for nummerering av løsneområder.

E1 100års-scenario – område over sjukeheimen

Tabell 1-1

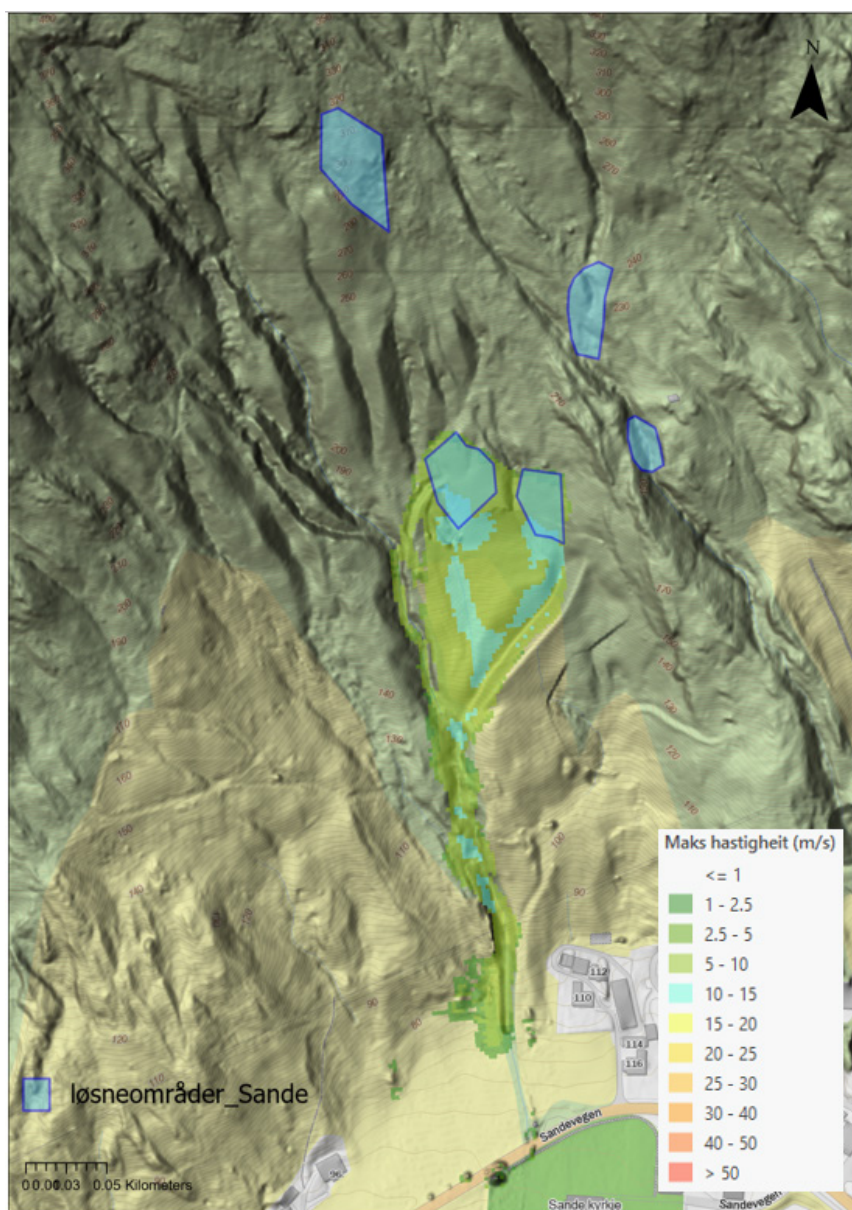
Løsne-område	Areal (m ²)	Brotkant (m)	Løsnevolum (m ³)	Tettleik (kg/ m ³)	Friksjonsparametrar	
					Mu	Ksi
1	2027	1	2027	700	0,2	1000



Figur 1-1

Tabell 1-2

Løsne-område	Areal (m ²)	Brotkant (m)	Løsnevolum (m ³)	Tettleik (kg/ m ³)	Friksjonsparametrar	
					Mu	Ksi
4	967	1	967	700	0,2	1000
5	1583	1	1583	700	0,2	1000

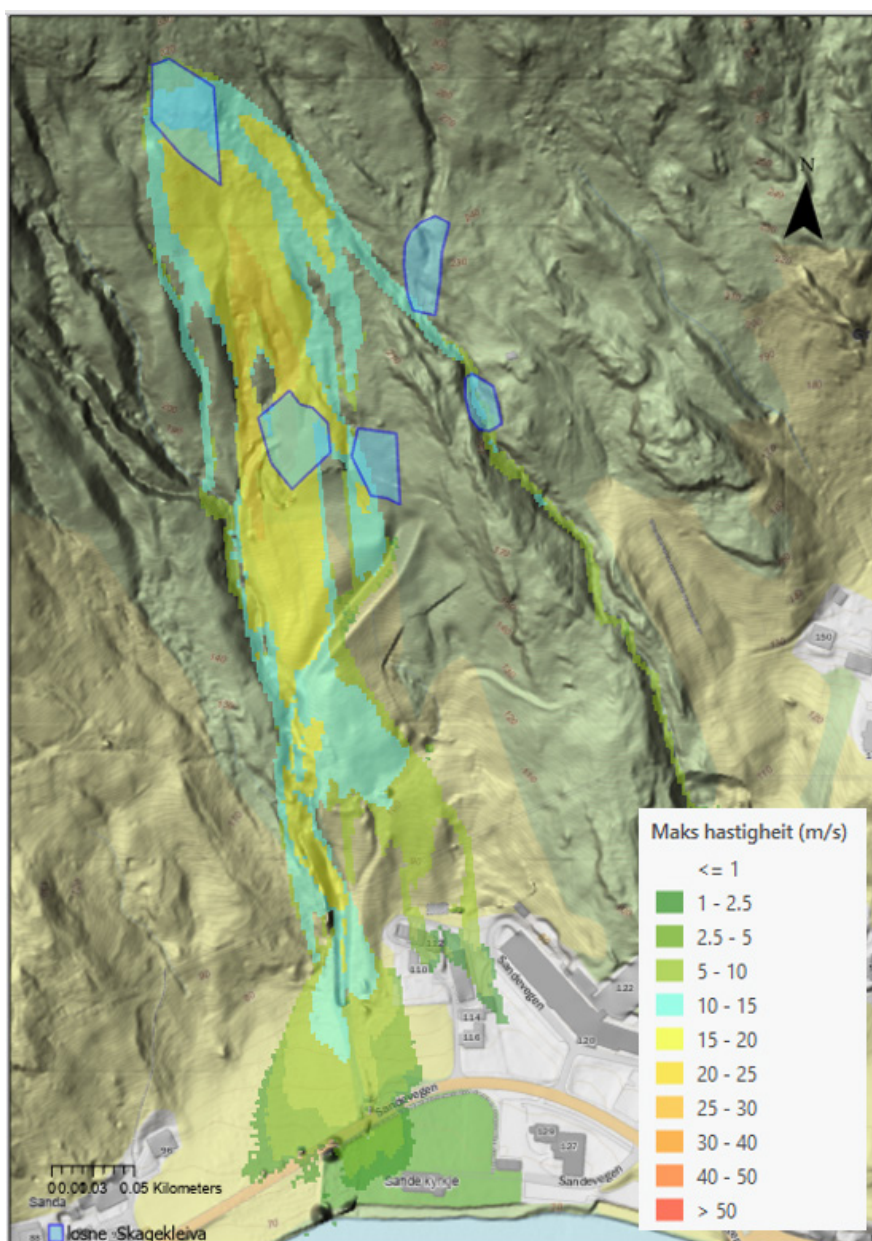


Figur 1-2

E2 1000års-scenario – område over sjukeheimen

Tabell 2-1

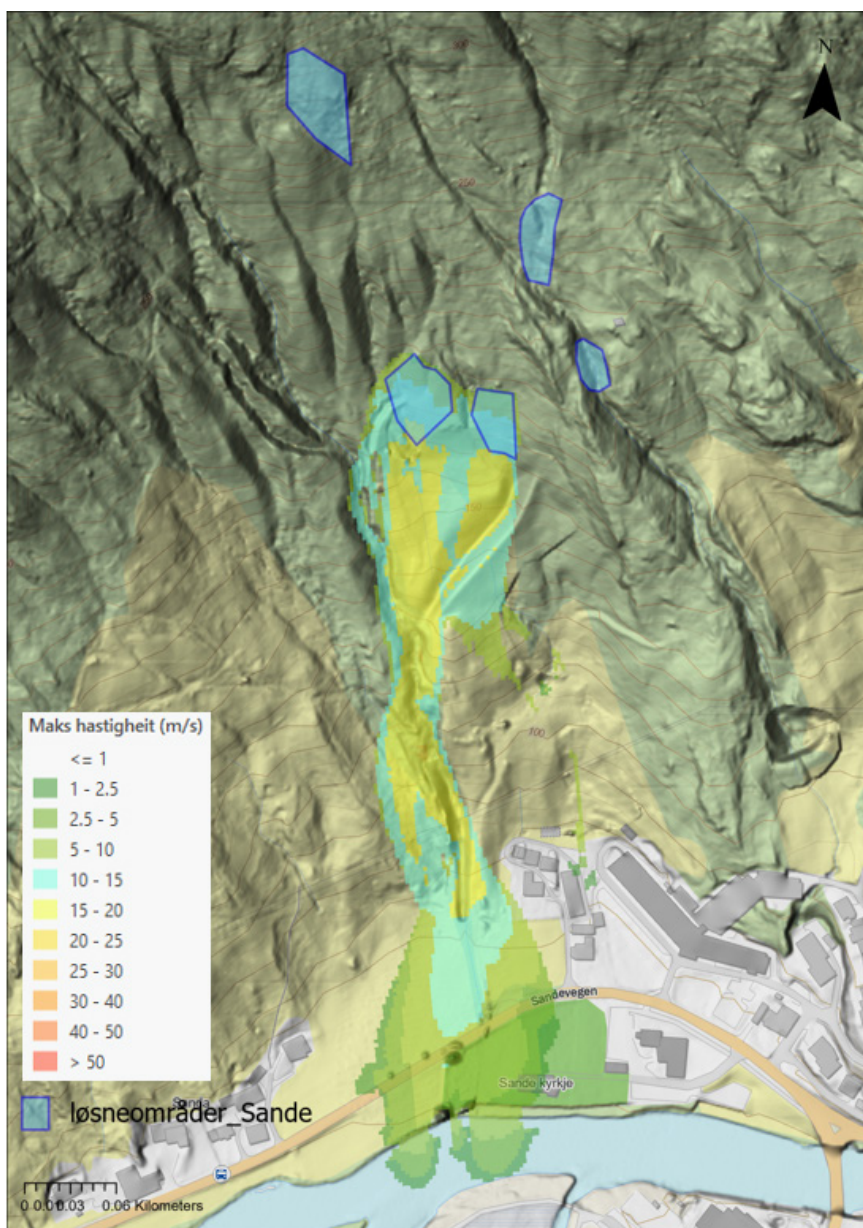
Løsne-område	Areal (m ²)	Brotkant (m)	Løsnevolum (m ³)	Tettleik (kg/ m ³)	Friksjonsparametrar	
					Mu	Ksi
1	2027	1	2027	700	0,05	2000



Figur 2-1

Tabell 2-2

Løsne-område	Areal (m ²)	Brotkant (m)	Løsnevolum (m ³)	Tettleik (kg/ m ³)	Friksjonsparametrar	
					Mu	Ksi
4	967	1	967	700	0,05	2000
5	1583	1	1583	700	0,05	2000

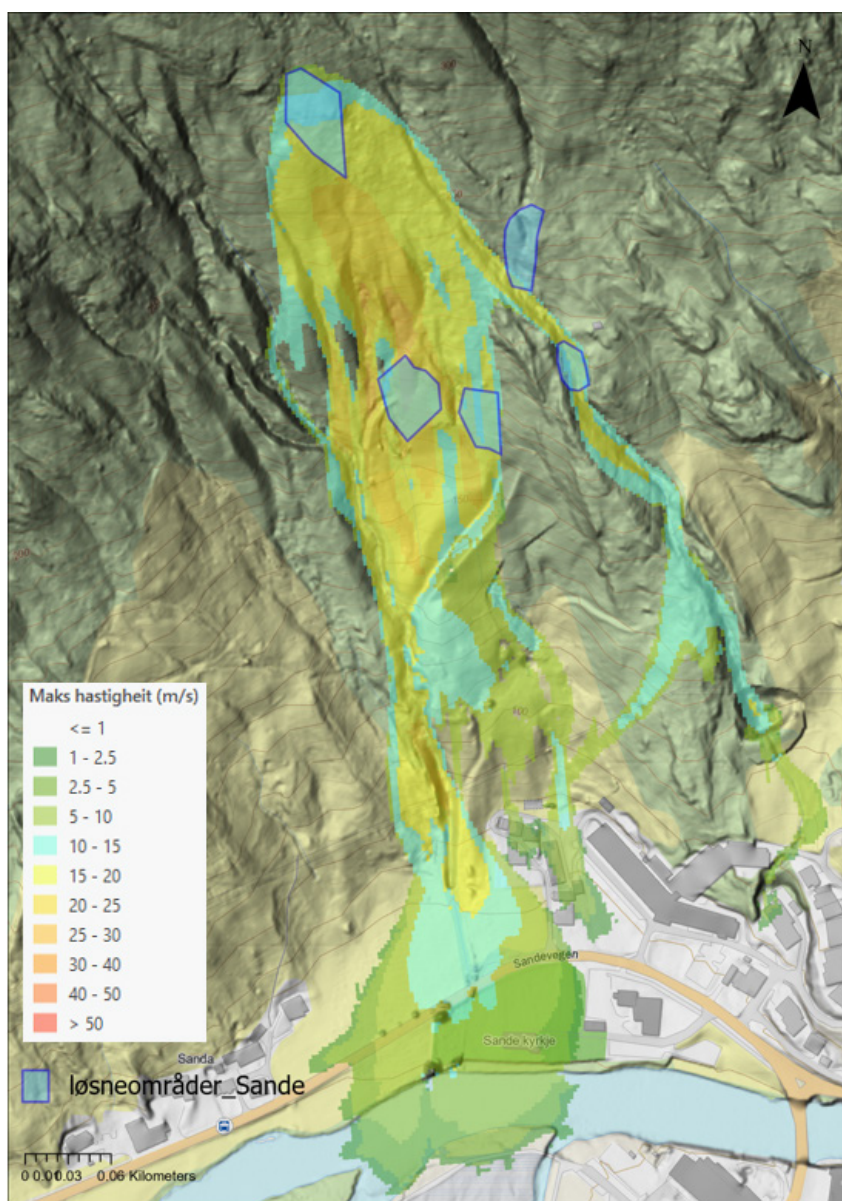


Figur 2-2

E3 5000års-scenario – område over sjukeheimen

Tabell 3-1

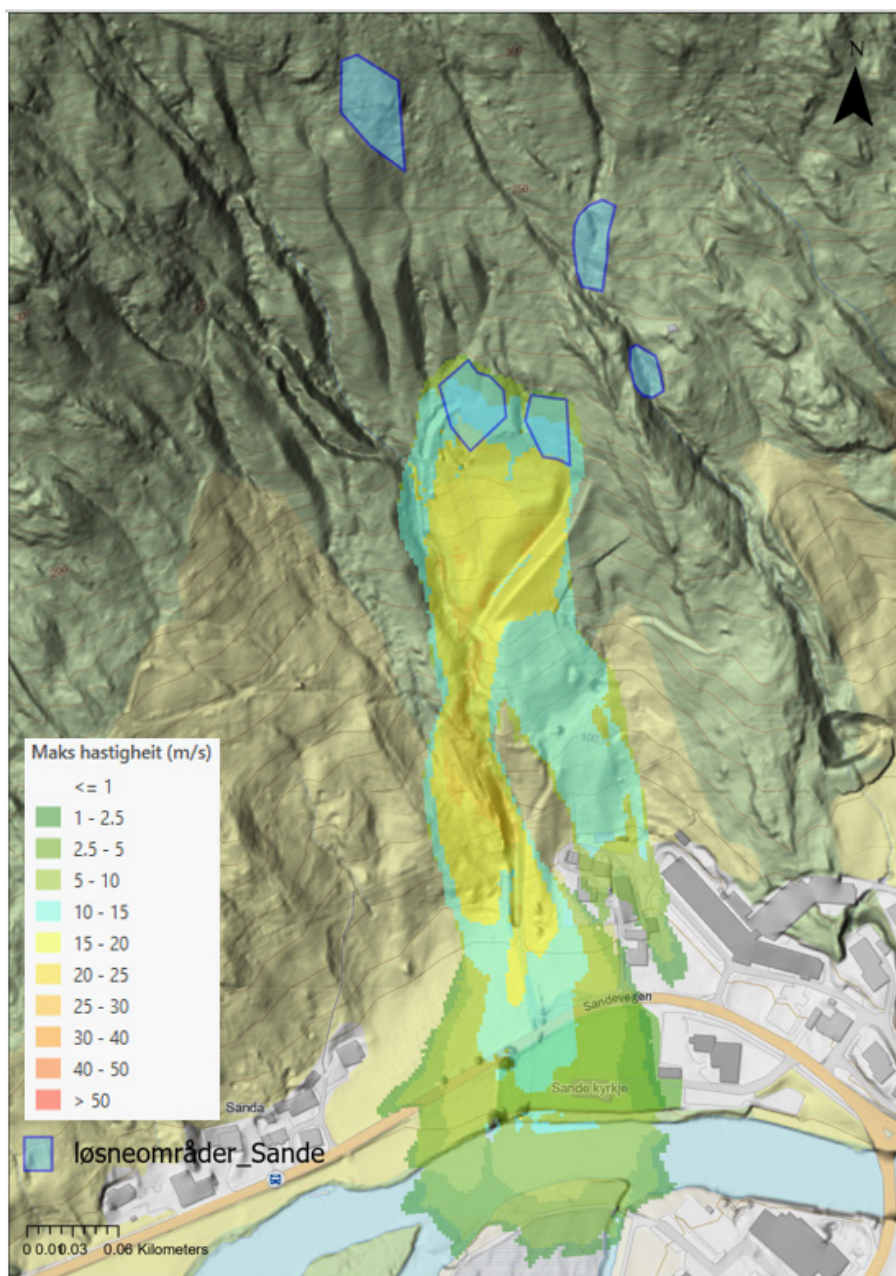
Løsne-område	Areal (m ²)	Brotkant (m)	Løsnevolum (m ³)	Tettleik (kg/ m ³)	Friksjonsparametrar	
					Mu	Ksi
1	2027	2	4054	1000	0,05	2000



Figur 3-1

Tabell 3-2

Løsne-område	Areal (m ²)	Brotkant (m)	Løsnevolum (m ³)	Tettleik (kg/ m ³)	Friksjonsparametrar	
					Mu	Ksi
4	967	2	1934	1000	0,05	2000
5	1583	2	3166	1000	0,05	2000

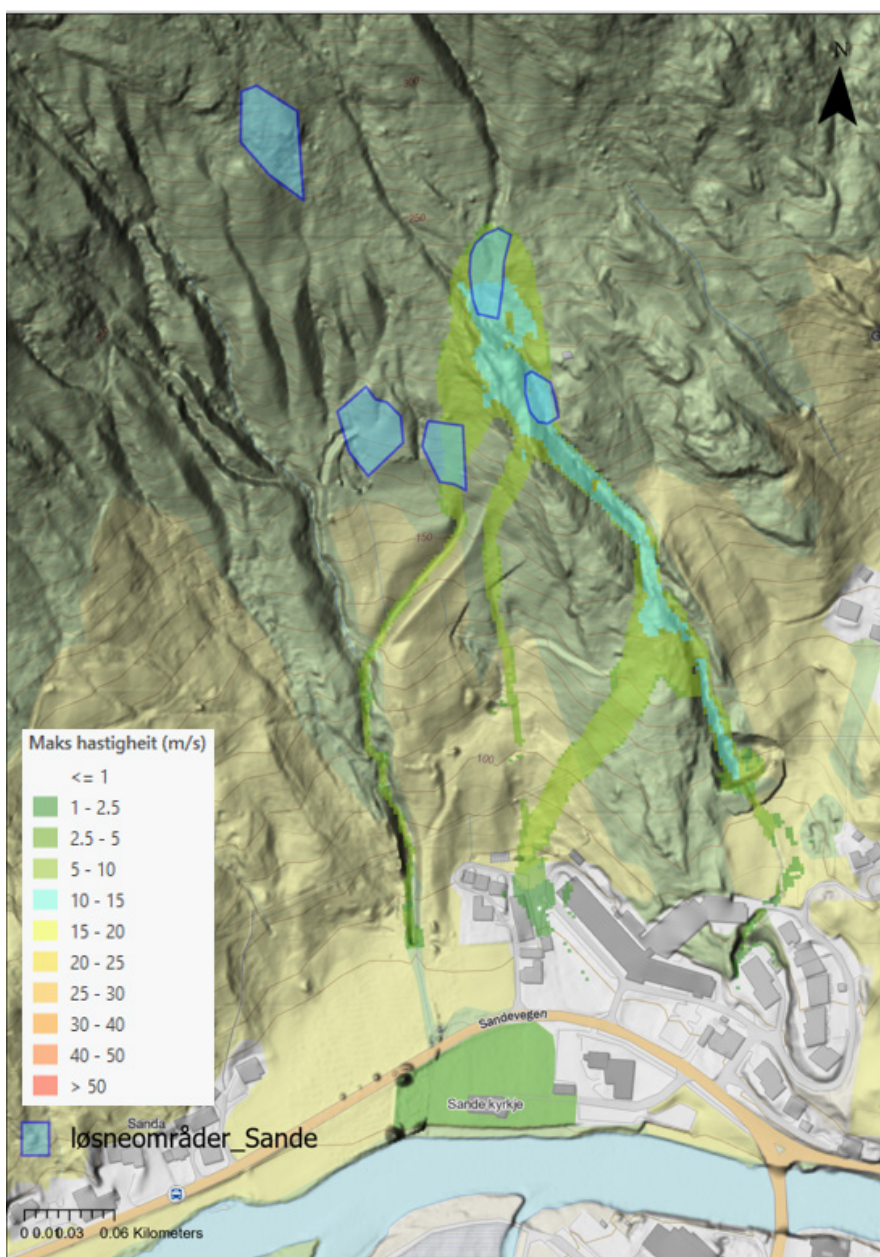


Figur 3-2

E4 100års-scenario – Skagekleiva

Tabell 4-1

Løsne-område	Areal (m ²)	Brotkant (m)	Løsnevolum (m ³)	Tettleik (kg/ m ³)	Friksjonsparametrar	
					Mu	Ksi
2	1200	2	2400	1000	0,05	600

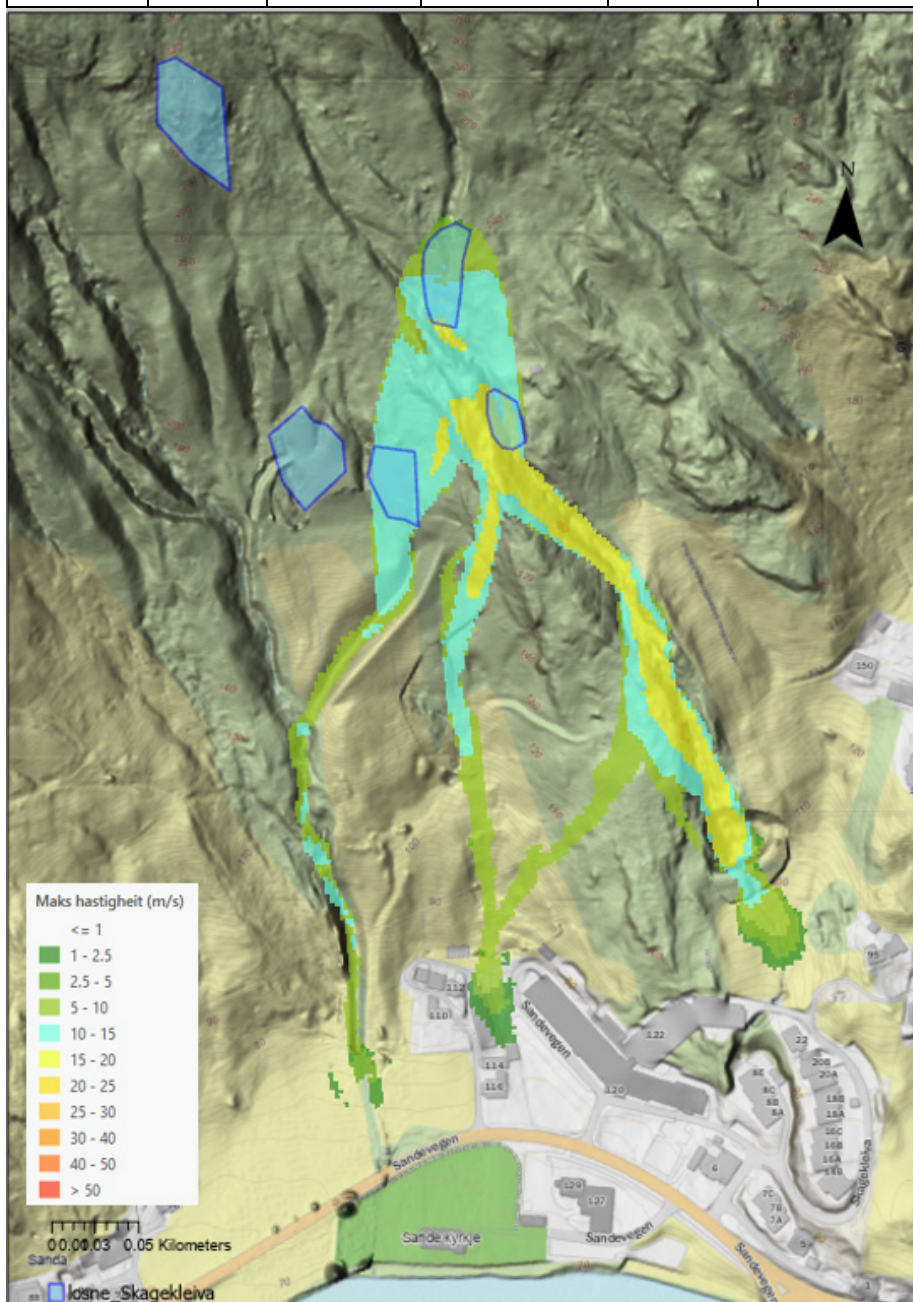


Figur 4-1

E5 1000års-scenario – Skagekleiva

Tabell 5-1

Løsne-område	Areal (m ²)	Brotkant (m)	Løsnevolum (m ³)	Tettleik (kg/ m ³)	Friksjonsparametrar	
					Mu	Ksi
2	1200	2	2400	1000	0,08	2000

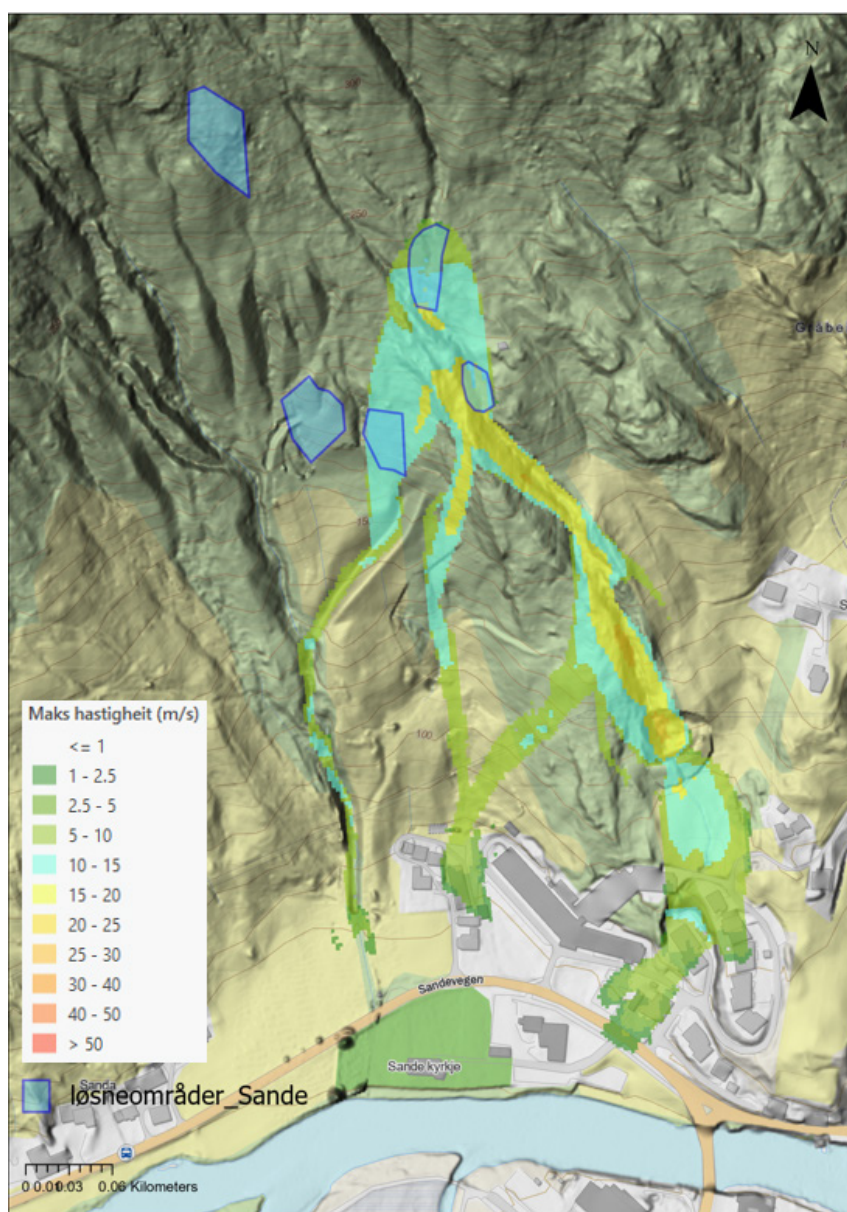


Figur 5-1

E6 5000års-scenario – Skagekleiva

Tabell 6-1

Løsne-område	Areal (m ²)	Brotkant (m)	Løsnevolum (m ³)	Tettleik (kg/ m ³)	Friksjonsparametrar	
					Mu	Ksi
2 og 3	1800	2	3600	1000	0,08	2000

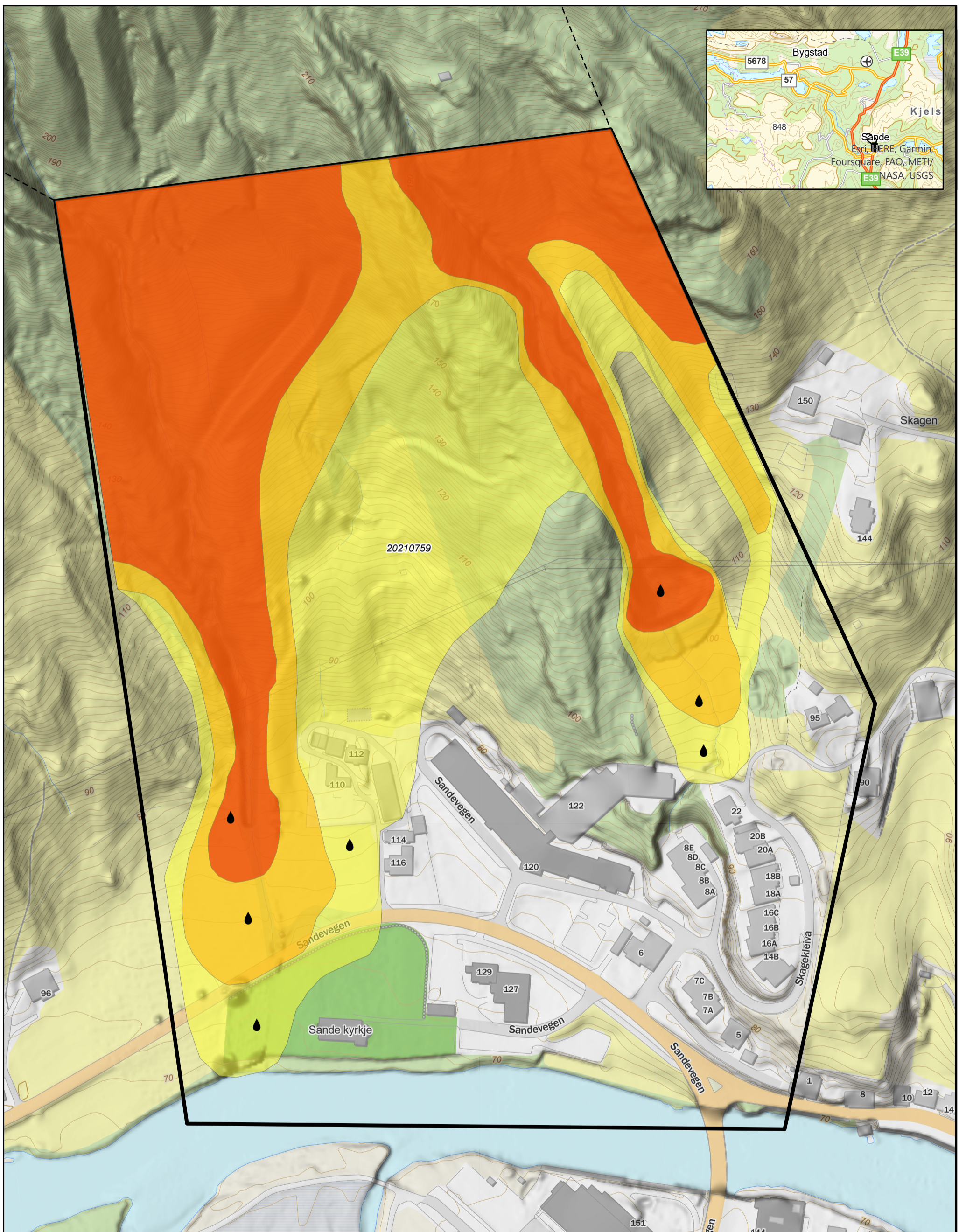


Figur 6-1

Vedlegg F

FARESONER ETTER TILTAK





Vedlegg F

Faresoner

Sande, Sunnfjord kommune

Dato	Utført	Kontrollert	Godkjent
2023-02-20	SKu	UD	HHe
Original format og målestokk		Kartprojeksjon	
A3		ETRS 1989 UTM Zone 32N	
Prosjektnr.	Dokumentnr.	Kartnr.	Rev.
20210759			0
NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT Postboks 3930 Ullevål Stadion, 0806 OSLO Sognsveien 72 Tlf: 22 02 30 00 Faks: 22 23 04 48 www.ngi.no			

Vedlegg G

EIGENERKLÆRINGSSKJEMA



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

Firma:

**Norges Geotekniske
Institutt**

Org.nr

958254318MVA

(Søk i <https://brreg.no>)

Utførende foretak vil med utfylling av egenerklærings skjema erklære seg skikket til å utføre utredning av skredfare i bratt terreng og at utførende fagpersoner innehar nødvendig kompetanse i henhold til veilederen. Hvert foretak involvert i oppdraget fyller ut eget skjema, også ev. underleverandører.



Egenerklæring om utførende foretaks kompetanse	JA	NEI	Kommentar
Ansvarlig for å utføre skredfaglige utredninger er godt kjent med gjeldende forskrifter ¹ , veiledere ² , retningslinjer ³ og fagnormer som gjelder for å utføre skredfareutredninger.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Minst to kvalifiserte fagpersoner blir benyttet i oppdraget, en som utførende og en som sidemannskontrollør. <i>De to påkrevde fagpersonene må ha minst 5 og 3 års netto erfaring med tilsvarende oppdrag, samt relevant utdanning som definert i veilederen. Personell med mindre enn 3 års erfaring kan benyttes i oppdraget i tillegg til de to med påkrevd erfaring.</i> <i>Enkeltmannsforetak (ENK) kan oppfylle dette kravet ved å benytte et annet foretak, med nødvendig kompetanse, for sidemannskontroll. Hvert foretak må da fylle ut eget skjema.</i>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Foretaket har kunnskap om og tilgang på dynamiske skredmodeller der slike er kommersielt tilgjengelig.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Foretaket har ansvarsforsikring som minst tilsvarende krav i NS 8401/8402 (prosjekterings- og rådgivningsoppdrag).	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

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

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

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



Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Signatur:

Heidi Hefre

HEIDI HEFRE

Sted og dato:

Oslo, 2022-10-26

Vedlegg H

SVAR FRÅ NGI PÅ UKS FRÅ MULTICONSULT

Innhold

H1 Generelt svar frå NGI angående kommentarar frå Multiconsult knytt til manglande feltarbeid	2
H2 Kontrollstatus med kommentar/svar frå NGI	2
H2.1 Formelle krav	3
H2.2 Generelle kommentarar	5
H2.3 Krav til grunnlag	6
H2.4 Kommentarer til skredfareutredning per skredtype	11

H1 Generelt svar frå NGI angående kommentarar frå Multiconsult knytt til manglande feltarbeid

Dette oppdraget var meint å skulle svare ut korleis faresoner endra seg etter sikringstiltak mot jord-, flaum- og sørpeskred var ferdig bygd. Bakgrunnen for sikringstiltaka er NGI-rapporten frå 2013, som viser at busetnaden ikkje tilfredsstillar krav i TEK17 med tanke på desse tre faretypene. Denne vurderinga altså lagt til grunn når det gjeld skredfaren, inkludert løsnanssyn, skredbaner og utløpsområde. Med dette antek vi at dersom NVE såg det naudsynt å vurdere desse momenta, som tross alt ligg til grunn for prosjekteringa av tiltaka (t.d. løsnanssyn), på nytt fullt ut etter NVE sin rettleiar inkludert fullstendig feltarbeid, hadde det blitt gjort *før* ein bygde sikringstiltak. Sikringstiltaka har som hensikt å endre skredbane og utløpsområde. Dermed var det *effekten* av korleis tiltaka endra skredbane/utløpsområde som no skulle vurderast, slik NGI forstår det. Denne effekten lar seg etter vår meining vurdere med ny terrengmodell, saman med dei synfaringar som vart gjort i samband med prosjektering og overlevering av tiltaka. Ei ny synfaring i felt ville ikkje hatt innverknad på vurderinga av skredbane og utløp etter vår meining.

På same måte antek vi at dersom NVE såg vurderinga frå 2013 å ikkje vere tilstrekkeleg med tanke på dei andre skredtypene (snøskred, steinsprang og steinskred), hadde NVE bedt om ei vurdering etter NVE sin rettleiar, inkludert fullt feltarbeid, *før* bygde sikringstiltak - då dette kunne hatt konsekvensar for utforminga av tiltaka.

Dette avsnittet er meint å gi ei generelt svar på kommentarar relatert til feltarbeid og ein del kommentar i UKS frå Multiconsult, og blir referert til vidare i tabellane.

H2 Kontrollstatus med kommentar/svar frå NGI

Tabell 2-1 viser forklaring på kontrollstatus.

Tabell 2-1 Forklaring kontrollstatus

Kontrollstatus	Forklaring
OK	Ok – Kontrollert og godkjent. Evt. med kommentar
ANM	Anmerkning – Kontrollert med anmerkning, godkjent med forbehold. Forhold som i noen grad avviker fra veileder og normal praksis. Forhold som bør utbedres.
AV	Avvik – Kontrollert med mangel. Forhold som mangler eller avviker fra veileder. Forhold må utbedres.
IG	Ikke godkjent – Kontrollert og ikke godkjent. Forhold som avviker så stort fra veileder at hele eller deler av skredfarevurderingen må utføres på nytt.

H2.1 Formelle krav

ID	Tema	Status	Kommentar	Svar frå NGI
Formelle krav				
1.1	Rapportmal	ANM	Rapportmalen til NVE er benyttet, men med noen anmerkninger;	
			Forord: Standard formulering i forord er benyttet i tillegg til supplerende tekst om skredtyper - vist til at det ikke er gjort fullverdige vurderinger av snøskred, steinskred og steinsprang.	Ok.
			Om oppdraget: - Informasjon om oppdragsgiver og utførende foretak fremkommer tydelig. - Det mangler gnr./bnr. i oversikten, men vist til kartutsnitt (ikke nærmere spesifisert). Kunne med fordel vært listet opp gnr/bnr.	Ok. Informasjon og gnr./bnr. skal, etter det vi forstår av rettleiaren, bli gitt frå oppdragsgjevar NVE (<i>Hvordan bestille en skredfareutredning</i>). Dette gjeld vel også kommentar om at det ikkje kjem klart fram kva bygningar og delar av kartleggingsområde som er omfatta av høvesvis S2 og S3.
			Sammendrag: Sammendrag kunne med fordel kommet etter "om oppdraget" (slik malen viser) som intro til innholdsfortegnelsen. Nå kommer dette før "om oppdraget".	Endra i tekst.
			Vedlegg: Det er ingen vedlegg for bilder. Generelt lite bilder i rapporten, og det baseres i stor grad på modelleringer og kartgrunnlag.	Viser til generelt svar i kapittel H1.

1.2	Valg av sikkerhetsklasser	AV	<p>Det fremgår ikke tydelig av sammendraget sikringsklasse for tiltaket vest for Sykehjemmet, men omtalt at "Sikringsmålet for tiltaket i vest er "å sikre eksisterende busetnad og infrastruktur mot skred med returperiode på 1000 år". Sikringsmålet for Skagekleiva er "antatt å være S3, ut frå at det ligg ein sjukeheim i området".</p> <p>Sikringsklasser må tydelig defineres.</p>	Avklart med NVE og tatt inn i tekst.
1.3	Veileder versjon	ANM	<p>Det fremgår av referanselisten både versjonsnummer og datoen veilederen er hentet fra internett.</p> <p>Versjonsnummer kunne med fordel hatt merknad om siste oppdateringsdato.</p>	Dato for sist oppdatert vil vere spesifikt for kvar enkeltside på rettleiaren. Det er nok lite hensiktsmessig å ta føre seg.
1.4	Referanser	ANM	<p>Det er gitt en oversiktlig referanseliste på slutten av rapporten.</p> <p>Noe ulikt format på de ulike referansene, og manglende avstand mellom referanse nr. 3 og 4.</p> <p>Ulik format på referanser også i tekst, f.eks. internettreferanse under kap.3.6 Eksisterande sikringstiltak. Denne er ikke i referanselisten.</p> <p>1881.no ikke oppgitt i referanseliste, men flyfoto (figur 3-11) er hentet herfra. Figur 4-1, 4-2 mangler referansehenviing.</p>	Endra i tekst.
1.5	Egenerklæring	OK	Egenerklæring utfylt og vedlagt (signert 26.10.22). Det bør skrives inn hvilke personer og med hvilken erfaring (utdanning, antall år erfaring) i skjema.	Ok.

H2.2 Generelle kommentarer

ID	Tema	Status	Kommentar	Svar frå NGI
2.1	Oppdrag	ANM	Det er gitt en beskrivelse av bakgrunn for oppdraget, og hva oppdraget skal besvare.	Ok.
			I tredje avsnitt, " <i>dvs. for skred med gjennomsnittlig årlig sannsyn på hhv. 1/100 1/1000 og 1/5000.</i> " Dette er ikke riktig, det skal være største nominelle årlige sannyn for skred.	Endra i teksten.
2.2	Områdeskildring	OK	Figur 2-2 kunne med fordel vært benevnt A og B, og med anvisning av himmelretning	Endra i tekst.
2.3	Topografi, geologi	AV	Topografi er godt beskrevet. Geologi er beskrevet ut fra tilgjengelige kart. Det kunne vært supplert her med vurderinger av geologien i felt. Resultat av grunnboringer tatt i forbindelse med prosjektering av ledevollen (kap.4.4.2) kunne også vært nevnt her. Generelt noe sparsommelig informasjon om geologi og grunnforholdene. Spesielt savnes feltbeskrivelser av løsmasser, sammensetning	Endra i tekst, viser elles til generelt svar i kapittel H1.
2.4	Vegetasjon	ANM	Kap. 2.2 Vegetasjon siste avsnitt "Ifølge SAT- SKOG-data frå NIBIO er det stort sett eldre skog (41-80 år) og noko ung skog nedst (> 81 år) i skråninga". Står også dette i kap. 3.7. Dette stemmer ikke overens med aldersinndelingen til NIBIO, ung skog er <40 år.	Endra i tekst.
2.5	Formuleringer	ANM	Formuleringene sier "årleg sannsyn på hhv. 1/100 (S1), 1/1000 (S2) og 1/5000 (S3). Her bør det settes på ">"-tegn for sannsynlighetene.	Endra i tekst.
2.6	Skrivefeil	OK	Det er generelt enkelte skrivefeil i teksten, som gjerne kan rettes når det uansett gjøres endringer i revisjonen. Forord: TEK 17 = TEK17. 3. avsnitt: "... ikkje venta å auke faren for snøskred... " Konklusjon: TEK 17 kap. 7.3 = TEK17 §7-3.	Endra i tekst.

H2.3 Krav til grunnlag

ID	Tema	Status	Kommentar	Svar frå NGI
Krav til grunnlag				
3.1	Terrengmodell	ANM	Det er opplyst at det er benyttet Lidar data med oppløsning 1x1 og at disse er lastet ned fra flere enkeltprosjekter. Her vil det være nyttig å opplyse hvilke enkeltprosjekt som er brukt og hvilken punkttetthet det er for de enkelte.	Vi har henta data frå den nasjonale høydemodellen – som er samansett av mange enkeltprosjekt som vi ikkje har oversikt over, men det best tilgjengelege. Endra i tekst.
3.2	Terrengmodell	ANM	Det er ikke opplyst om det er benyttet ulike innstrålingsvinkler for skyggekart.	Ok.
3.3	Terrengmodell	ANM?	For snøskred benyttes ofte 5x5 oppløsning evt. 10x10 for vurdering av snøskred, da grovere celler ofte gir bedre oversikt over potensielle løsneområder. Det er ikke kommentert hvorfor det ikke er benyttet større oppløsning på terrengmodell for snøskredvurderingen.	Begge oppløysingar er brukt i vurderinga, potensielle løsneområder er uansett dekket av skog.
3.4	Historiske skredhendelser	OK	For innhenting av tidligere skredhendelser, bør også registreringer i Norsk vegdatabank (SVV vegkart.no) sjekkes.	Det var fordi her ikkje var nokon hendingar, men har no tatt med i teksten at vi har sjekka denne kjelda.
3.5	Historiske skredhendelser	OK	Det bør vises til at historiske skredhendeler er omtalt under skredfareutredninger for hver skredtype.	Endra i tekst.

3.6	Tidligere skredfare-utredninger	ANM	Det er listet opp fem tidligere utredninger utført av NGI. Det er gitt referanse for alle rapporter og det fremkommer tilstrekkelig hva disse omhandler. Det fremkommer ikke om det er andre tidligere utredninger utført av andre, eller om dette ikke finnes.	Endra i tekst.
3.7	Aktsomhetskart	OK	Det er vist aktsomhetskart for snøskred, jordskred, steinsprang, samt snø-og steinskred (NGI). Figurene kunne med fordel ha strekt seg over hele siden, slik at lesbarheten forbedres.	Ok.
3.8	Eksisterende sikringstiltak	ANM	Mangler henvisning til referanse for prosjekteringsrapporter (NGI og NVE).	Det er henvist til prosjekteringsrapport for tiltaket NGI har detaljprosjektert. No er det også henvist til NVE sine rapportar om Skagekleiva.
3.9	Eksisterende sikringstiltak	ANM	Det er to sikringstiltak, som også er bakgrunnen for denne reviderte fareutredningen. Tiltakene er skildret, men det mangler informasjon om dimensjon av tiltakene som f.eks. høyde på voll.	Endra i tekst.
3.10	Eksisterende sikringstiltak	ANM	Det er oppgitt internettreferanse i tekst, dette avviker fra format for andre referanser i tekst, referansen er ikke oppgitt i referanselisten. Se også merknad 1.4. Int	Trur det skal vere ordna no der det gjeld.
3.11	Geologiske kart	AV	Det er vist til berggrunnskart og løsmassekart i målestokk 1:250 000 som er beste målestokken tilgjengelig for området. Det settes da strengere krav til egen innsamling av geologiske data som grunnlag. Berggrunnsgeologi og kvartærgeologi er svært begrenset beskrevet og vurdert, dette gjelder også for NGI 2013 rapporten som det vises til.	Viser til generelt svar i kapittel H1.
3.12	Flyfoto og skråfoto	ANM	Flyfoto er oppgitt i kap. 3.5. Det bør være oppgitt hvilke årstall flyfoto er tilgjengelig fra og som er benyttet.	Endra i tekst.

3.13	Flyfoto og skråfoto	ANM	Det mangler referanse til flyfoto, både i kap. 3.5 men også gjennom teksten flere steder.	Litt usikker på kva som meinast med denne kommentaren.
3.14	Flyfoto og skråfoto	AV	Vi kan ikke se at det er benyttet skråfoto i utredningen.	Det er fordi det ikkje finnast for området. Notert i tekst.
3.15	Klimadata	AV	Det fremkommer ikke tydelig om det er utført ny klimaanalyse for denne utredningen eller om det kun er vist til resultater fra klimaanalysen i 2013.	Det står at det er brukt klimadata frå 1991-2020, som nødvendigvis må bety at den er ny. Presisert i tekst no.
3.16	Klimadata	ANM	Plassering og informasjon om værstasjon mangler. Kun oppgitt navn på stasjon.	Lagt inn omtrentleg posisjon i forhold til kartleggingsområdet i tekst.
3.17	Klimadata	OK	Det er utført klimaanalyse for det historiske skredhendelsen med sørpeskred 03.03.1979.	Ok.
3.18	Klimadata	ANM	Det er ikke utført klimaanalyse for historiske jordskred i området.	Ok.
3.19	Klimadata	AV	Det fremstår uklart hvordan beregninger av klimadata er utført. Det nevnes i figurtekst til figur 3-13 at det er brukt Gumbal-fordeling. Det bør komme tydelig frem hvordan beregningene er utført, og om dette er utført nå eller hentet fra tidligere rapport.	Litt usikker på kva dei peikar på her, det krevst over ei side å detaljskildre alle berekningar.
3.20	Klimadata	AV	Det mangler henvisning til figur 3-13. Figurteksten for figur 3-13 er rotete, da bokstav står foran tittel for enkelte, og bak tittel for andre. Resultater av beregninger som vises i figur, må forklares og vurderes i teksten.	Endra i tekst.
3.21	Klimadata	ANM	Det fremstår uklart hvorfor det er valgt en 300 års intervall for snøhøyde.	300-års er nytta fordi ekstrapolering til 1000 års returperiode gir lite meining basert på 60 år med data.

3.22	Klimadata	IG	Siden klimaanalysen fra NGI 2013 ikke tilfredsstillende gjeldende veileder, må klimaanalyse for denne utredningen følge veilederen i sin helhet.	Forstår det slik at klimanalyse er underkjent av Multiconsult pga. manglende vindanalyse, sjå kommentar under.
			Det mangler vurdering av vind i sin helhet.	Ettersom utløyingsssansynet for snøskred er vurdert som lågare enn 1/5000 basert på skogforhold, og NVE ikkje ynskjer faresoner for forhold utan skogen sin verknad, vurderer vi at vindanalyse kan utgå av klimaanalyse, slik som det står rettleiaren (NVE, 2020). Endra i tekst.
3.23	Klimadata	AV	Det er ikke brukt oppdaterte klimaprofiler fra Norsk Klimaservice senter. Det er nyttet andre klimaframskrivninger, men må sjekkes om det finnes oppdaterte data.	NGI forstår ikkje av rettleiaren av det er eit krav å bruke klimaprofilar frå Norsk Klimaservicesenter.
3.24	Klimadata	AV	Det er ikke vurdert de forventede klimaendringene opp mot skredfare. Blant annet endring av utløyingsssannsynlighet ved endring av ekstremnedbør.	Endra i tekst.
3.25	Skog	ANM	Det er ikke oppgitt om skogen er produktiv. Her bør det vises til hva som er registrert (AR5), videre bør det kommenteres om data fra SAT-skog og SR16 stemmer overens med observert skog.	Viser til generelt svar i kapittel H1.
3.26	Skog	ANM	Det er oppgitt feil alder på ungskog: "ung skog nedst (> 81 år)." Se også merknad pkt. 2.4.	Endra i tekst.

3.27	Feltarbeid	IG	Det er ikke utført feltbefaring for denne utredningen. For skredfareutredninger i sikkerhetsklasse S3 skal det gjennomføres befaring. Iht. veileder gir ikke tidligere utredninger/befaringer grunnlag nok for å ikke utføre befaringer for S3.	Viser til generelt svar i kapittel H1.
3.28	Feltarbeid	IG	Det er ikke utført feltbefaring direkte for denne utredningen, men det ble utført befaring våren 2022 i forbindelse med innspill til detaljprosjekteringen av ledevollen i bekken vest for Sjukeheimen. For kartleggingen fra 2013 er det utført befaring 10.09.2013 "opp mot Svarthamrane til kote ca. 360". Det er ikke mulig ut fra dette vurdere om feltarbeidet har vært tilstrekkelig. Selv om det baserer seg på tidligere befaringer, bør det vises til hvor og når det er befart.	Viser til generelt svar i kapittel H1.
3.29	Modellering	ANM	Det er benyttet RAMMS::DEBRIS FLOW, mangler versjonsnummer.	Endra i tekst.
3.30	Modellering	ANM	Det bør kommenteres hvorfor "block release" er valgt i stedet for hydrograf.	Endra i tekst.
3.31	Vedlegg C - Registreringskart	AV	Mangler sporlogg bakke (og evt. drone).	Viser til generelt svar i kapittel H1.
3.32	Vedlegg E - Modellresultat sørpeskred	OK	Det vises tegn i figur for at hele tegnforklaring ikke er synlig. Dette er småplukk som bør rettes opp etter denne revisjonen.	Endra vedlegg.
3.33	Vedlegg E3 - 5000 års scenario - Skagekleiva	ANM	Tegnforklaring mangler på figur 3-1.	Endra vedlegg.

H2.4 Kommentarer til skredfareutredning per skredtype

ID	Tema	Status	Kommentar	Svar frå NGI
Skredfareutredning per skredtype				
4.1	Steinsprang	AV	Det er konkludert med at steinsprang er en aktuell skredtype i påvirkningsområdet, men at steinsprang ikke er aktuelt i kartleggingsområdet. Dette er begrunnet at i vurdering av terreng og skredavsetninger. Ut over enkeltvurderinger av blokker i terrenget og mangel på aktiv ur er det gjort begrenset kartlegging av løснеområder eller avsetninger.	Viser til generelt svar i kapittel H1.
4.2	Steinsprang	AV	Det er henvist til eldre rapporter (NGI 1980 og 2013), men ikke vist modellering. "Hussteinen" vest for Svarthamrane, ca. 425 moh. er ikke kommentert. Denne ligger over det vestlige tiltaket, men kan være ei flyttblokk. Synlig og navngitt i kart og GoogleEarth.	Viser til generelt svar i kapittel H1.
4.3	Steinsprang	AV	Vurderinger av steinsprang framstår som mangelfulle, og til dels svært avvikende fra dagens veileder.	Viser til generelt svar i kapittel H1.
4.4	Steinsprang	AV	Vi mener at grunnlaget for vurdering av steinsprang ikke er godt nok, og ikke tilstrekkelig.	Viser til generelt svar i kapittel H1.
4.5	Steinskred	AV	Det er vist til kartdata, LiDAR, skyggerelief, inSAR og nasjonale databaser når det konkluderes med at steinskred ikke er en aktuell skredtype i området. Det er ikke klart i hvor stor grad det er foretatt befarings og vurdering av potensielle løsneområder, sprekkesystemer etc. i terrenget. Det er heller ikke sporlogg fra befarings i terrenget på registreringskart. Ut over henvisning til kartdata og flybilder er det ikke benyttet drone til mer detaljert vurdering av høyereliggende bergpartier.	Viser til generelt svar i kapittel H1.
4.6	Steinskred	AV	Grunnlaget gitt i NGI 2013 avviker til dels stort fra dagens veileder, og vi mener dette ikke er tilstrekkelig supplert i denne utredningen.	Viser til generelt svar i kapittel H1.

4.7	Snøskred	OK	Det er i stor grad argumentert med skogdekning, begrunnelsen virker fornuftig. Det er imidlertid ingen vurdering av løsnanssynlighet og utløp for snøskred uten skog. Det er ikke utarbeidet faresonekart uten den omtalte verneskogen, men dette oppfattes ikke som et generelt krav i denne typen utgreiinger. Vi mener dette likevel burde vært utført.	Som nemnt fleire stadar har ikkje NVE ønska faresoner utan skog.
4.8	Snøskred	AV	Vurderingene er i stor grad basert på flyfoto og datagrunnlag og det henvises i stor grad til NGIs vurdering fra 2013. Det henvises til feltvurderinger i 2013, men befaring av løsneområder i forbindelse med dette arbeidet er ikke diskutert i forhold til snøskred.	Viser til generelt svar i kapittel H1.
4.9	Snøskred	AV	Det er noe mangelfull klimaanalyse, og fraværende analyser og vurderinger av vind. Grunnlaget gitt i NGI 2013 avviker til dels stort fra dagens veileder, og vi mener dette ikke er tilstrekkelig supplert i denne utredningen.	Ettersom utløsingssannsynet for snøskred er vurdert som lågare enn 1/5000 basert på skogforhold, og NVE ikkje ynskjer faresoner for forhold utan skogen sin verknad, vurderer vi at vindanalyse kan utgå av klimaanalyse, slik som det står rettleiaren (NVE, 2020).
4.10	Jordskred	OK	Det er dokumentert omfattende jordskredhistorikk i området, konklusjonen om at dette er en relevant skredtype er underbygget.	Ok.
4.11	Jordskred	ANM	Jordskredproblematikken er i stor grad knyttet til skogdekning, her savnes også en vurdering av forholdene uten verneskog (se snøskred).	Som nemnt fleire stadar har ikkje NVE ønska faresoner utan skog.
4.12	Jordskred	AV	Det er også her i stor grad vist til tidligere arbeider, og uklart om det er gjort nye vurderinger blant annet i felt.	Viser til generelt svar i kapittel H1.
4.13	Jordskred	AV	Løsmasser er diskutert fra kartdata mot terrengformer og det er henvist til tidligere vurderinger av lavereliggende jordmasser, men det er ingen beskrivelser av løsmassene fra feltvurderinger.	Viser til generelt svar i kapittel H1.

4.15	Jordskred	ANM	Vurderingen av at ledevollen reduserer faren for jordskred fra nedenforliggende løснеområder er god, men kunne vært understøttet av avrenningsanalyse på den oppdaterte terrengmodellen	Tatt inn i rapport.
4.16	Jordskred	OK	Konklusjon er at jordskred er mindre mobilt enn sørpeskred langs tilsvarende skredbaner (bekkefar) og at sikringstiltak er dimensjonert for sørpeskred. Det er henvist til at det "... er det bestemt i samråd med NVE at det har vært tilstrekkelig å simulere sørpeskred for å vurdere effekten av sikringstiltaka". Konklusjonen etter denne vurderingen er at jordskred ikke lenger når inn i kartleggingsområdet.	Ok.
4.17	Flomskred	AV	Det er henvist til skyggerelief, men dette er ikke dokumentert med de detaljer som diskuteres.	Litt usikker på kva som meinast her. Men har lagt inn ein figur med skuggekart no.
4.18	Flomskred	AV	Det er også vist til at det er tilgjengelige løsmasser (vest for kirke), men som for jordskred mangler en beskrivelse av massene ut over kartdata.	Viser til generelt svar i kapittel H1.
4.19	Flomskred	OK	Som for jordskred er det vist til at det er bestemt (NVE) at sørpeskred er dimensjonerende langs tilsvarende skredbaner og at modellering av sørpeskred dermed bekrefter at tiltakene vil stoppe også flomskred. Konklusjonen er at flomskred ikke når lenger enn tiltakene som er bygd.	Ok.

4.20	Sørpeskred	ANM	<p>Klimatiske forhold, flomvassføring og ekstremnedbør, er i hovedsak brukt som løsneskriterier for sørpeskred, "100- og 1000- årsvassføringa vil kunne utløse sørpeskred".</p> <p>Det er anslått at gjennomsnittlig antall dager med snø på bakken er 21, klimaframskrivinger mot 2100 reduserer antall dager med 57 eller 76 dager (ulike scenarioer). Dette betyr at dager med snødekke vil bli sjeldne. Samtidig er det forventet økning i nedbørsmengder vinterstid (10-18%). Skredhendelse fra 1979 er brukt som 1/100 sannsynlighet, noe som virker fornuftig.</p> <p>Det er uklart om det er utført nye klimaanalyser</p> <p>I diskusjon rundt sannsynlighet 1/1000 og 1/5000 savnes en vurdering av effekten av de beskrevne klimaframskrivingene.</p> <p>Det er utført omfattende modellering i RAMMS::DEBRISLOW, som diskutert tidligere er det bestemt at dette også er gjeldende for utløp av jord- og flomskred.</p> <p>Det er konkludert med at kravet til sikkerhet for bebyggelse er oppnådd, men det er som nevnt tidligere noe usikkerhet rundt sikkerhetsklasser</p>	Endra i tekst.
4.21	Sørpeskred	AV	<p>På et generelt grunnlag er det noe uklart hva som er grunnlaget for at faresonene på vestsiden (mot sykehjemmet) er vesentlig redusert ettersom tiltakene som er beskrevet består av ledevoll og utretting av skredløp. Dette kunne ført til lengre utløp langs dette forsterkede skredløpet. Det beskrevet at modellkjøringene også er gjort på gammelt landskap for å gjenskape gamle faresoner. Det er ikke diskutert om forkorting av faresoner skyldes klimatiske forhold eller reduksjon av løснеområder/volumer. Siden det ikke er tilgjengelig modellering eller løsneområder i vurderingen fra 2013 er dette uklart.</p>	<p>Dette kjem av auka kapasitet som følge av nedre tiltak i området (fordjupa bekkeløp og større kulvert som kan ta unna skredmassar).</p> <p>Inkludert i tekst.</p>

4.22	Samlet skredfare	AV	<p>Samlet vurdering av skredfare er i stor grad tuftet på NGIs rapport fra 2013. I denne er det ikke vist modellering av noen skredtyper og feltarbeidet anses som begrenset.</p> <p>Vurderingen fra 2013 utelukker i stor grad skredtypene steinsprang, stein- og snøskred. Når denne vurderingen videreføres i 2023, uten supplerende dokumentasjon, anses dette som stedvis nokså mangelfullt.</p> <p>Vurderingene av skredtypene som i 2013- rapporten anses som relevante for området (jord-, flom- og sørpeskred) er grundigere videreført gjennom registrering av løsneområder og modellering.</p> <p>Slik skredfarevurderingen er utført forutsetter faresonene at skogen bevares, dette er nevnt i konklusjon, men kunne vært gjort tydeligere.</p>	<p>Viser til generelt svar i kapittel H1.</p> <p>Som nemnt fleire stadar har ikkje NVE ønska faresoner utan skog. Lagt inn i konklusjon at faresonene gjeld med dagens vegetasjonsforhold.</p>
4.23	Avvik fra tidligere skredfare-utredninger	OK	<p>Siden hensikten med kartleggingsarbeidet er å dokumentere effekten av de etablerte sikringstiltakene er det en konsekvens at faresonene er redusert.</p>	Ok.

Vedlegg I

UKS MULTICONSULT



NOTAT

OPPDRAAG	Uavhengig kvalitetssikring av skredfareutredning etter sikring, Sande i Sunnfjord	DOKUMENTKODE	10249639-RIGberg-NOT-001
EMNE	Uavhengig kvalitetssikring	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Norges vassdrags- og energidirektorat	OPPDRAAGSLEDER	Mari Åmellem Brøto
KONTAKTPERSON	Jaran Wasrud	SAKSBEHANDLER	Herbjørn P. Heggen, Asbjørn Øystese, Mari Åmellem Brøto
KOPI		ANSVARLIG ENHET	10233013 Ingeniørgeologi vest

SAMMENDRAG

NGI har utført skredfareutredning for Sande sentrum i Sunnfjord kommune. Bakgrunn for utredningen er at det er utført sikringstiltak for område som tidligere var omfattet av faresone. Det er derfor utført ny skredfareutredning med hensikt å vurdere om utførte sikringstiltak fører til at sikkerhetskravene gitt i TEK17 er oppfylt. Multiconsult har gjennomført uavhengig kvalitetssikring av arbeidet.

Skredfareutredningen konkluderer med at tiltakene har redusert de tidligere faresonene, og sikkerhetskravene til eksisterende bebyggelse er tilfredsstillende. Multiconsult er til dels enig i vurderingene, men mener at grunnlaget er stedvis for tynt og manglende. Multiconsult har funnet noen alvorlige avvik (IG og AV), og gitt en del anmerkninger som bør gjennomgås i forbindelse med ferdigstilling.

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Multiconsult Norge AS er tildelt arbeidet med uavhengig kvalitetssikring av skredfareutredning for Sande i Sunnfjord kommune. Skredfareutredningen er utført av NGI på oppdrag fra NVE. Bakgrunn for utredningen er at det er utført sikringstiltak i Sande sentrum som tidligere lå innenfor faresone for skred. Tidligere faresoner ble utarbeidet i NGI i 2013 (NGI, 2013).

Krav til sikkerhet mot skred er gitt av TEK17 §7-3 (Direktoratet, 2023) og tilhørende sikkerhetsklasser. Utredningen omfatter sikkerhetsklasse S1, S2 og S3, og det er derfor krav om uavhengig kvalitetssikring (UKS) i iht. NVEs veileder (NVE, 2020).

Foreliggende notat gjelder uavhengig kvalitetssikring av følgende dokument.

1.2 Grunnlag

Materialet som Multiconsult har fått fra NVE består av:

- Rapport fra NGI med dokumentkode 20210759-01-R-01-R «*Leievoll Sande i Sunnfjord kommune. Vurdering av faresoner etter bygd sikringstiltak mot jord,- flaum- og sørpeskred.*», datert 20.02.2023.

00	08.03.2023	Til utsendelse	Herbjørn P. Heggen	Asbjørn Øystese	Herbjørn P. Heggen
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

Multiconsult har ikke mottatt GIS-filer eller vedlegg ut over det som ligger i rapporten (vedlegg A-G). Det er usikkert om det er utarbeidet ytterligere materiale.

1.3 Metode

Uavhengig kvalitetssikring skal dokumentere at utredningen er gjennomført i samsvar med NVEs veileder (NVE, 2020), heretter kalt «veilederen», og har tilstrekkelig kvalitet. Arbeidet skal blant annet avklare:

- «Om det er benyttet relevant og dekkende grunnlagsdata, inkludert eventuelle tidligere utførte skredfareutredninger for samme område.
- Om feltarbeid/befaringer kan ansees som dekkende og tilstrekkelig.
- Om klimadata er brukt der det er relevant.
- Om beregningsverktøy er brukt fornuftig, og resultater av modelleringen er diskutert.
- Om det er sammenheng mellom registreringskart, eventuelle modellresultater og skredfareutredninger/faresoner.

Det skal også gjøres en samlet vurdering av konklusjoner og begrunnelser ut fra tilgjengelig grunnlagsdata og beregningsresultater.» (NVE, 2020).

Multiconsult vil følge NVEs veileder og dens krav til uavhengig kvalitetssikring, med det formål å være en rådgiver for NVE for å sikre at utredningen blir av god kvalitet. Det legges ikke opp til egne befaringer eller beregninger. Det er utførende foretak som er ansvarlig for det endelige produktet.

Multiconsult har vurdert rapporten opp mot krav gitt i NVEs veileder, og har rangert merknader som følger:

Tabell 1: Kontrollstatus for merknader

Kontrollstatus	Forklaring
OK	Ok – Kontrollert og godkjent. Evt. med kommentar
ANM	Anmerkning – Kontrollert med anmerkning, godkjent med forbehold. Forhold som i noen grad avviker fra veileder og normal praksis. Forhold som bør utbedres.
AV	Avvik – Kontrollert med mangel. Forhold som mangler eller avviker fra veileder. Forhold må utbedres.
IG	Ikke godkjent – Kontrollert og ikke godkjent. Forhold som avviker så stort fra veileder at hele eller deler av skredfarevurderingen må utføres på nytt.

2 Utført kontroll

2.1 Formelle krav

ID	Tema	Status	Kommentar
Formelle krav			
1.1	Rapportmal	ANM	<p>Rapportmalen til NVE er benyttet, men med noen anmerkninger;</p> <p>Forord: Standard formulering i forord er benyttet i tillegg til supplerende tekst om skredtyper - vist til at det ikke er gjort fullverdige vurderinger av snøskred, steinscred og steinsprang.</p> <p>Om oppdraget: - Informasjon om oppdragsgiver og utførende foretak fremkommer tydelig. - Det mangler gnr./bnr. i oversikten, men vist til kartutsnitt (ikke nærmere spesifisert). Kunne med fordel vært listet opp gnr/bnr.</p> <p>Sammendrag: Sammendrag kunne med fordel kommet etter "om oppdraget" (slik malen viser) som intro til innholdsfortegnelsen. Nå kommer dette før "om oppdraget".</p> <p>Vedlegg: Det er ingen vedlegg for bilder. Generelt lite bilder i rapporten, og det baseres i stor grad på modelleringer og kartgrunnlag.</p>
1.2	Valg av sikkerhetsklasser	AV	<p>Det fremgår ikke tydelig av sammendraget sikringsklasse for tiltaket vest for Sykehjemmet, men omtalt at "Sikringsmålet for tiltaket i vest er "å sikre eksisterende busetnad og infrastruktur mot skred med returperiode på 1000 år". Sikringsmålet for Skagekleiva er "antatt å være S3, ut frå at det ligg ein sjukeheim i området".</p> <p>Sikringsklasser må tydelig defineres.</p>
1.3	Veileder versjon	ANM	<p>Det fremgår av referanselisten både versjonsnummer og datoen veilederen er hentet fra internett.</p> <p>Versjonsnummer kunne med fordel hatt merknad om siste oppdateringsdato.</p>
1.4	Referanser	ANM	<p>Det er gitt en oversiktlig referanseliste på slutten av rapporten.</p> <p>Noe ulikt format på de ulike referansene, og manglende avstand mellom referanse nr. 3 og 4.</p> <p>Ulik format på referanser også i tekst, f.eks. internettreferanse under kap.3.6 Eksisterande sikringstiltak. Denne er ikke i referanselisten.</p> <p>1881.no ikke oppgitt i referanseliste, men flyfoto (figur 3-11) er hentet herfra. Figur 4-1, 4-2 mangler referansehenvising.</p>

1.5	Egenerklæring	OK	Egenerklæring utfylt og vedlagt (signert 26.10.22). Det bør skrives inn hvilke personer og med hvilken erfaring (utdanning, antall år erfaring) i skjema.
-----	---------------	----	---

2.2 Generelle kommentarer

ID	Tema	Status	Kommentar
2.1	Oppdrag	ANM	Det er gitt en beskrivelse av bakgrunn for oppdraget, og hva oppdraget skal besvare. I tredje avsnitt, "dvs. for skred med gjennomsnittlig årlig sannsyn på hhv. 1/100 1/1000 og 1/5000." Dette er ikke riktig, det skal være største nominelle årlige sannyn for skred.
2.2	Områdeskildring	OK	Figur 2-2 kunne med fordel vært benevnt A og B, og med anvisning av himmelretning
2.3	Topografi, geologi	AV	Topografi er godt beskrevet. Geologi er beskrevet ut fra tilgjengelige kart. Det kunne vært supplert her med vurderinger av geologien i felt. Resultat av grunnboringer tatt i forbindelse med prosjektering av ledevollen (kap.4.4.2) kunne også vært nevnt her. Generelt noe sparsommelig informasjon om geologi og grunnforholdene. Spesielt savnes feltbeskrivelser av løsmasser, sammensetning og mektighet.
2.4	Vegetasjon	ANM	Kap. 2.2 Vegetasjon siste avsnitt "Ifølge SAT-SKOG-data frå NIBIO er det stort sett eldre skog (41-80 år) og noko ung skog nedst (> 81 år) i skråninga". Står også dette i kap. 3.7. Dette stemmer ikke overens med aldersinndelingen til NIBIO, ung skog er <40 år .
2.5	Formuleringer	ANM	Formuleringene sier "årleg sannsyn på hhv. 1/100 (S1), 1/1000 (S2) og 1/5000 (S3). Her bør det settes på ">"-tegn for sannsynlighetene.
2.6	Skrivefeil	OK	Det er generelt enkelte skrivefeil i teksten, som gjerne kan rettes når det uansett gjøres endringer i revisjonen. Forord: TEK 17 = TEK17. 3. avsnitt: "... ikkje venta å auke faren for snøskred ..." Konklusjon: TEK 17 kap. 7.3 = TEK17 §7-3.

2.3 Krav til grunnlag

ID	Tema	Status	Kommentar
Krav til grunnlag			
3.1	Terrengmodell	ANM	Det er opplyst at det er benyttet Lidar data med oppløsning 1x1 og at disse er lastet ned fra flere enkeltprosjekter. Her vil det være nyttig å opplyse hvilke enkeltprosjekt som er brukt og hvilken punkttetthet det er for de enkelte.
3.2	Terrengmodell	ANM	Det er ikke opplyst om det er benyttet ulike innstrålingsvinkler for skyggekart.
3.3	Terrengmodell	ANM?	For snøskred benyttes ofte 5x5 oppløsning evt. 10x10 for vurdering av snøskred, da grovere celler ofte gir bedre oversikt over potensielle løsnemråder. Det er ikke kommentert hvorfor det ikke er benyttet større oppløsning på terrengmodell for snøskredvurderingen.
3.4	Historiske skredhendelser	OK	For innhenting av tidligere skredhendelser, bør også registreringer i Norsk vegdatabank (SVV vegkart.no) sjekkes.
3.5	Historiske skredhendelser	OK	Det bør vises til at historiske skredhendelser er omtalt under skredfareutredninger for hver skredtype.
3.6	Tidligere skredfareutredninger	ANM	Det er listet opp fem tidligere utredninger utført av NGI. Det er gitt referanse for alle rapporter og det fremkommer tilstrekkelig hva disse omhandler. Det fremkommer ikke om det er andre tidligere utredninger utført av andre, eller om dette ikke finnes.
3.7	Aktsomhetskart	OK	Det er vist aktsomhetskart for snøskred, jordskred, steinsprang, samt snø- og steinskred (NGI). Figurene kunne med fordel ha strekt seg over hele siden, slik at lesbarheten forbedres.
3.8	Eksisterende sikringstiltak	ANM	Mangler henvisning til referanse for prosjekteringsrapporter (NGI og NVE).
3.9	Eksisterende sikringstiltak	ANM	Det er to sikringstiltak, som også er bakgrunnen for denne reviderte fareutredningen. Tiltakene er skildret, men det mangler informasjon om dimensjon av tiltakene som f.eks. høyde på voll.
3.10	Eksisterende sikringstiltak	ANM	Det er oppgitt internettreferanse i tekst, dette avviker fra format for andre referanser i tekst, referansen er ikke oppgitt i referanselisten. Se også merknad 1.4. Int

3.11	Geologiske kart	AV	Det er vist til berggrunnskart og løsmassekart i målestokk 1:250 000 som er beste målestokken tilgjengelig for området. Det settes da strengere krav til egen innsamling av geologiske data som grunnlag. Berggrunnsgeologi og kvartærgeologi er svært begrenset beskrevet og vurdert, dette gjelder også for NGI 2013 rapporten som det vises til.
3.12	Flyfoto og skråfoto	ANM	Flyfoto er oppgitt i kap. 3.5. Det bør være oppgitt hvilke årstall flyfoto er tilgjengelig fra og som er benyttet.
3.13	Flyfoto og skråfoto	ANM	Det mangler referanse til flyfoto, både i kap. 3.5 men også gjennom teksten flere steder.
3.14	Flyfoto og skråfoto	AV	Vi kan ikke se at det er benyttet skråfoto i utredningen.
3.15	Klimadata	AV	Det fremkommer ikke tydelig om det er utført ny klimaanalyse for denne utredningen eller om det kun er vist til resultater fra klimaanalysen i 2013.
3.16	Klimadata	ANM	Plassering og informasjon om værstasjon mangler. Kun oppgitt navn på stasjon.
3.17	Klimadata	OK	Det er utført klimaanalyse for det historiske skredhendelsen med sørpeskred 03.03.1979.
3.18	Klimadata	ANM	Det er ikke utført klimaanalyse for historiske jordskred i området.
3.19	Klimadata	AV	Det fremstår uklart hvordan beregninger av klimadata er utført. Det nevnes i figurtekst til figur 3-13 at det er brukt Gumbal-fordeling. Det bør komme tydelig frem hvordan beregningene er utført, og om dette er utført nå eller hentet fra tidligere rapport.
3.20	Klimadata	AV	Det mangler henvisning til figur 3-13. Figurteksten for figur 3-13 er rotete, da bokstav står foran tittel for enkelte, og bak tittel for andre. Resultater av beregninger som vises i figur, må forklares og vurderes i teksten.
3.21	Klimadata	ANM	Det fremstår uklart hvorfor det er valgt en 300 års intervall for snøhøyde.
3.22	Klimadata	IG	Siden klimaanalysen fra NGI 2013 ikke tilfredsstillende gjeldende veileder, må klimaanalyse for denne utredningen følge veilederen i sin helhet. Det mangler vurdering av vind i sin helhet.
3.23	Klimadata	AV	Det er ikke brukt oppdaterte klimaprofiler fra Norsk Klimaservice senter. Det er nyttet andre klimaframskrivninger, men må sjekkes om det finnes oppdaterte data.

3.24	Klimadata	AV	Det er ikke vurdert de forventede klimaendringene opp mot skredfare. Blant annet endring av utløsnings sannsynlighet ved endring av ekstremnedbør.
3.25	Skog	ANM	Det er ikke oppgitt om skogen er produktiv. Her bør det vises til hva som er registrert (AR5), videre bør det kommenteres om data fra SAT-skog og SR16 stemmer overens med observert skog.
3.26	Skog	ANM	Det er oppgitt feil alder på ungskog: " <i>ung skog nedst (> 81 år).</i> " Se også merknad pkt. 2.4.
3.27	Feltarbeid	IG	Det er ikke utført feltbefaring for denne utredningen. For skredfareutredninger i sikkerhetsklasse S3 skal det gjennomføres befaring. Iht. veileder gir ikke tidligere utredninger/befaringer grunnlag nok for å ikke utføre befaringer for S3.
3.28	Feltarbeid	IG	Det er ikke utført feltbefaring direkte for denne utredningen, men det ble utført befaring våren 2022 i forbindelse med innspill til detaljprosjekteringen av ledevollen i bekken vest for Sjukeheimen. For kartleggingen fra 2013 er det utført befaring 10.09.2013 "opp mot Svarthamrane til kote ca. 360". Det er ikke mulig ut fra dette vurdere om feltarbeidet har vært tilstrekkelig. Selv om det baserer seg på tidligere befaringer, bør det vises til hvor og når det er befart.
3.29	Modellering	ANM	Det er benyttet RAMMS::DEBRIS FLOW, mangler versjonsnummer.
3.30	Modellering	ANM	Det bør kommenteres hvorfor "block release" er valgt i stedet for hydrograf.
3.31	Vedlegg C - Registreringskart	AV	Mangler sporlogg bakke (og evt. drone).
3.32	Vedlegg E - Modellresultat sørpeskred	OK	Det vises tegn i figur for at hele tegnforklaring ikke er synlig. Dette er småplukk som bør rettes opp etter denne revisjonen.
3.33	Vedlegg E3 - 5000 års scenario - Skagekleiva	ANM	Tegnforklaring mangler på figur 3-1.

2.4 Kommentarer til skredfareutredning per skredtype

ID	Tema	Status	Kommentar
Skredfareutredning per skredtype			
4.1	Steinsprang	AV	Det er konkludert med at steinsprang er en aktuell skredtype i påvirkningsområdet, men at steinsprang ikke er aktuelt i kartleggingsområdet. Dette er begrunnet at i vurdering av terreng og skredavsetninger. Ut over enkeltvurderinger av blokker i terrenget og mangel på aktiv ur er det gjort begrenset kartlegging av løsneområder eller avsetninger.
4.2	Steinsprang	AV	Det er henvist til eldre rapporter (NGI 1980 og 2013), men ikke vist modellering. "Hussteinen" vest for Svarthamrane, ca. 425 moh. er ikke kommentert. Denne ligger over det vestlige tiltaket, men kan være ei flyttblokk. Synlig og navngitt i kart og GoogleEarth.
4.3	Steinsprang	AV	Vurderinger av steinsprang framstår som mangelfulle, og til dels svært avvikende fra dagens veileder.
4.4	Steinsprang	AV	Vi mener at grunnlaget for vurdering av steinsprang ikke er godt nok, og ikke tilstrekkelig.
4.5	Steinskred	AV	Det er vist til kartdata, LiDAR, skyggerelief, inSAR og nasjonale databaser når det konkluderes med at steinskred ikke er en aktuell skredtype i området. Det er ikke klart i hvor stor grad det er foretatt befaring og vurdering av potensielle løsneområder, sprekkesystemer etc. i terrenget. Det er heller ikke sporlogg fra befaring i terrenget på registreringskart. Ut over henvisning til kartdata og flybilder er det ikke benyttet drone til mer detaljert vurdering av høyereliggende bergpartier.
4.6	Steinskred	AV	Grunnlaget gitt i NGI 2013 avviker til dels stort fra dagens veileder, og vi mener dette ikke er tilstrekkelig supplert i denne utredningen.
4.7	Snøskred	OK	Det er i stor grad argumentert med skogdekning, begrunnelsen virker fornuftig. Det er imidlertid ingen vurdering av løsningsansynlighet og utløp for snøskred uten skog. Det er ikke utarbeidet faresonekart uten den omtalte verneskogen, men dette oppfattes ikke som et generelt krav i denne typen utgreiinger. Vi mener dette likevel burde vært utført.

4.8	Snøskred	AV	Vurderingene er i stor grad basert på flyfoto og datagrunnlag og det henvises i stor grad til NGIs vurdering fra 2013. Det henvises til feltvurderinger i 2013, men befaring av løsneområder i forbindelse med dette arbeidet er ikke diskutert i forhold til snøskred.
4.9	Snøskred	AV	Det er noe mangelfull klimaanalyse, og fraværende analyser og vurderinger av vind. Grunnlaget gitt i NGI 2013 avviker til dels stort fra dagens veileder, og vi mener dette ikke er tilstrekkelig supplert i denne utredningen.
4.10	Jordskred	OK	Det er dokumentert omfattende jordskredhistorikk i området, konklusjonen om at dette er en relevant skredtype er underbygget.
4.11	Jordskred	ANM	Jordskredproblematikken er i stor grad knyttet til skogdekning, her savnes også en vurdering av forholdene uten verneskog (se snøskred).
4.12	Jordskred	AV	Det er også her i stor grad vist til tidligere arbeider, og uklart om det er gjort nye vurderinger blant annet i felt.
4.13	Jordskred	AV	Løsmasser er diskutert fra kartdata mot terrengformer og det er henvist til tidligere vurderinger av lavereliggende jordmasser, men det er ingen beskrivelser av løsmassene fra feltvurderinger.
4.15	Jordskred	ANM	Vurderingen av at ledevollen reduserer faren for jordskred fra nedenforliggende løsneområder er god, men kunne vært understøttet av avrenningsanalyse på den oppdaterte terrengmodellen
4.16	Jordskred	OK	Konklusjon er at jordskred er mindre mobilt enn sørpeskred langs tilsvarende skredbaner (bekkefar) og at sikringstiltak er dimensjonert for sørpeskred. Det er henvist til at det "... er det bestemt i samråd med NVE at det har vært tilstrekkelig å simulere sørpeskred for å vurdere effekten av sikringstiltaka". Konklusjonen etter denne vurderingen er at jordskred ikke lenger når inn i kartleggingsområdet.
4.17	Flomskred	AV	Det er henvist til skyggerelief, men dette er ikkje dokumentert med de detaljer som diskuteres.
4.18	Flomskred	AV	Det er også vist til at det er tilgjengelige løsmasser (vest for kirke), men som for jordskred mangler en beskrivelse av massene ut over kartdata.

4.19	Flomskred	OK	Som for jordskred er det vist til at det er bestemt (NVE) at sørpeskred er dimensjonerende langs tilsvarende skredbaner og at modellering av sørpeskred dermed bekrefter at tiltakene vil stoppe også flomskred. Konklusjonen er at flomskred ikke når lenger enn tiltakene som er bygd.
4.20	Sørpeskred	ANM	<p>Klimatiske forhold, flomvassføring og ekstremnedbør, er i hovedsak brukt som løsnemåter for sørpeskred, "100- og 1000-årsvassføringa vil kunne utløse sørpeskred".</p> <p>Det er anslått at gjennomsnittlig antall dager med snø på bakken er 21, klimaframskrivninger mot 2100 reduserer antall dager med 57 eller 76 dager (ulike scenarier). Dette betyr at dager med snødekke vil bli sjeldne. Samtidig er det forventet økning i nedbørsmengder vinterstid (10-18%). Skredhendelse fra 1979 er brukt som 1/100 sannsynlighet, noe som virker fornuftig. Det er uklart om det er utført nye klimaanalyser</p> <p>I diskusjon rundt sannsynlighet 1/1000 og 1/5000 savnes en vurdering av effekten av de beskrevne klimaframskrivingene.</p> <p>Det er utført omfattende modellering i RAMMS::DEBRISLOW, som diskutert tidligere er det bestemt at dette også er gjeldende for utløp av jord- og flomskred.</p> <p>Det er konkludert med at kravet til sikkerhet for bebyggelse er oppnådd, men det er som nevnt tidligere noe usikkerhet rundt sikkerhetsklasser</p>
4.21	Sørpeskred	AV	På et generelt grunnlag er det noe uklart hva som er grunnlaget for at faresonene på vestsiden (mot sykehjemmet) er vesentlig redusert ettersom tiltakene som er beskrevet består av ledevoll og utretting av skredløp. Dette kunne ført til lengre utløp langs dette forsterkede skredløpet. Det beskrevet at modellkjøringene også er gjort på gammelt landskap for å gjenskape gamle faresoner. Det er ikke diskutert om forkorting av faresoner skyldes klimatiske forhold eller reduksjon av løsnemåter/volumer. Siden det ikke er tilgjengelig modellering eller løsnemåter i vurderingen fra 2013 er dette uklart.

4.22	Samlet skredfare	AV	<p>Samlet vurdering av skredfare er i stor grad tuftet på NGIs rapport fra 2013. I denne er det ikke vist modellering av noen skredtyper og feltarbeidet anses som begrenset.</p> <p>Vurderingen fra 2013 utelukker i stor grad skredtypene steinsprang, steinskred og snøskred. Når denne vurderingen videreføres i 2023, uten supplerende dokumentasjon, anses dette som stedvis nokså mangelfullt.</p> <p>Vurderingene av skredtypene som i 2013-rapporten anses som relevante for området (jord-, flom- og sørpeskred) er grundigere videreført gjennom registrering av løsnedområder og modellering.</p> <p>Slik skredfarevurderingen er utført forutsetter faresonene at skogen bevares, dette er nevnt i konklusjon, men kunne vært gjort tydeligere.</p>
4.23	Avvik fra tidligere skredfareutredninger	OK	<p>Siden hensikten med kartleggingsarbeidet er å dokumentere effekten av de etablerte sikringstiltakene er det en konsekvens at faresonene er redusert.</p>

3 Samlet vurdering og konklusjon

Rapporten har en fornuftig konklusjon og er utarbeidet av personell med tilstrekkelig kompetanse og erfaring. Vi stiller imidlertid spørsmål ved om denne konklusjonen er tilstrekkelig begrunnet og dokumentert i henhold til NVEs veileder (NVE, 2020).

Det er i stor grad vist til NGIs kartlegging fra 2013, blant annet i forhold til konklusjonen om at skredtypene steinsprang, steinskred og snøskred ikke er aktuelle for kartleggingsområdet. Vi kan ikke se at rapporten fra 2013 er utarbeidet på et nivå som er i henhold til veileder, og mener derfor at denne kartleggingen burde vurdere alle skredtyper etter veileder.

Sykehjemmet er tiltak som faller innenfor sikkerhetsklasse S3 etter definisjonene i TEK17 (Direktoratet, 2023). Sikkerhetsklasse S3 er nevnt i forhold til dette, men det er noe uklart hvilke bygninger og deler av kartleggingsområdet som er omfattet av dette kravet til sikkerhet, og hvilke deler som omfattes av sikkerhetsklasse S2. Veilederen er klar på at vurderinger mot sikkerhetsklasse S3 krever befarings, vi stiller spørsmål ved om den begrensede befarings som er omtalt i kartleggingen fra 2013 er tilstrekkelig til å konkludere i forhold til S3 i 2023 etter dagens veileder. Det er ikke dokumentert hvilke deler av området som er vurdert i felt, nå eller tidligere.

Konklusjonen er at faresonene er redusert som følge av sikringstiltakene som er etablert og at all bygningsmasse tilfredstiller kravene til sikkerhet mot skred. Vi stiller oss noe undrende til at innledende faresonekartlegging (2013), prosjektering av sikringstiltak og vurdering av effekten av disse tiltakene er utført av samme foretak og at det er vanskelig å ettergå grunnlaget for en del av vurderingene. Blant annet er utstrekningen av faresone langs det

vestlige bekkeløpet redusert. Tiltaket er beskrevet som ledevoll og utretting av bekkeløp. Det er ikke beskrevet bremsende tiltak. En følge av å samle skredmassene i et rettere, og glattere, skredløp kunne forventes å være at utløpet ble mer konsentrert, men med lenger rekkevidde. Det kan dermed antas at det er andre endringer som resulterer i redusert rekkevidde, klimatiske forhold, mindre løsnevolumer endrede friksjonsparametre etc. Det er ikke vist til modellering som ligger til grunn for 2013-sonene, og endringen i lengde på faresonene er ikke diskutert.

4 Referanser

NGI, 2013. *Sande sentrum – Gaular kommune. Faresonegrenser for skred*. Rapportnr. 20130665-01-R.

Direktoratet for byggkvalitet, 2023. *Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning*. Tilgjengelig fra: <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/7/7-3/>

NVE, 2020. *Veileder for utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng – utredning av skredfare i reguleringsplan og byggesak*, Versjon 12.11.2020, sist oppdatert 09.09.2022. Hentet 07.03.2022 fra <https://veileder-skredfareutredning-bratt-terreng.nve.no/>

Dokumentinformasjon/Document information		
Dokumenttittel/Document title Vurdering av faresoner etter bygd sikringstiltak mot jord-, flaum- og sørpeskred		Dokumentnr./Document no. 20210759-01-R
Dokumenttype/Type of document Rapport / Report	Oppdragsgiver/Client NVE	Dato/Date 2023-02-20
Rettigheter til dokumentet iht kontrakt/ Proprietary rights to the document according to contract NGI		Rev.nr.&dato/Rev.no.&date 1 / 2023-05-16
Distribusjon/Distribution BEGRENSET: Distribueres til oppdragsgiver og er tilgjengelig for NGIs ansatte / LIMITED: Distributed to client and available for NGI employees		
Emneord/Keywords Faresoner etter sikringstiltak, sørpeskred, fangvoll, leievoll		

Stedfesting/Geographical information	
Land, fylke/Country Noreg, Vestland	Havområde/Offshore area
Kommune/Municipality Sunnfjord	Felt navn/Field name
Sted/Location Sande	Sted/Location
Kartblad/Map	Felt, blokknr./Field, Block No.
UTM-koordinater/UTM-coordinates Sone: Øst: Nord:	Koordinater/Coordinates Projeksjon, datum: Øst: Nord:

Dokumentkontroll/Document control					
Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001					
Rev/Rev.	Revisjonsgrunnlag/Reason for revision	Egenkontroll av/ Self review by:	Sidemanns-kontroll av/ Colleague review by:	Uavhengig kontroll av/ Independent review by:	Tverrfaglig kontroll av/ Inter-disciplinary review by:
0	Originaldokument	2023-02-20 Sunniva Skuset	2023-02-19 Ulrik Domaas		
1	Revisjon etter uavhengig kontroll	2023-05-15 Sunniva Skuset	2023-05-15 Ulrik Domaas		

Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release	Dato/Date 16. mai 2023	Prosjektleder/Project Manager Håkon Heyerdahl
--	----------------------------------	---

NGI (Norges Geotekniske Institutt) er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen ingeniørrelaterte geofag. Vi tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg, og hvordan jord og berg kan benyttes som byggegrunn og byggemateriale.

Vi arbeider i følgende markeder: GeoMiljø – Offshore energi – Naturfare – GeoData og teknologi.

NGI er en privat næringsdrivende stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskaper i Houston, Texas, USA og i Perth, Western Australia.

www.ngi.no

NGI (Norwegian Geotechnical Institute) is a leading international centre for research and consulting within the geosciences. NGI develops optimum solutions for society and offers expertise on the behaviour of soil, rock and snow and their interaction with the natural and built environment.

NGI works within the following sectors: Geotechnics and Environment – Offshore energy – Natural Hazards – GeoData and Technology

NGI is a private foundation with office and laboratories in Oslo, a branch office in Trondheim and daughter companies in Houston, Texas, USA and in Perth, Western Australia

www.ngi.no

