Rapport

Oppdragsgiver	Navn Skjåk kommune	Kontaktperson Sander Sælthun
Oppdrag	Nummer og navn 22393 Skjåk, Bismo – Skredfarevurdering for sentrum	Oppdragsleder Nils Arne K. Walberg
Dokument	Nummer 22393-01-2 Utført av Hedda Breien	Dato 2022-10-21 Kontrollert av Hallvard Skaare Nordbrøden

Versjon	Dato	Utført	Kontroll	Beskrivelse
2	2023-01-05	HB	HSN	Revidert etter uavhengig kvalitetssikring
1	2022-10-21	HB	HSN	Opprinnelig

Faresoner for skred i bratt terreng for Bismo sentrum, Skjåk

Samandrag

Skred AS har utført skredfarevurdering for Bismo sentrum på oppdrag fra Lom og Skjåk kommunar. Utreiinga er utført av fagkyndig personell og følger NVEs vegleiar Sikkerhet mot skred i bratt terreng - Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og byggesak (NVE, 2020a).

Skredtypane snø-, jord-, flaum-, sørpe-, steinskred og steinsprang er utreia. Samla skredfare er kartlagt for følgande sikkerheitsklassar med tilhøyrande årleg sannsyn for skred: S1 (≥ 1/100), S2 (≥ 1/1000) og S3 (≥ 1/5000).

Kartlegginga er basert på synfaring i felt, modelleringsarbeid og skredfaglege vurderingar for lokale tilhøve. Faresonekarta for skred i bratt terreng har høgare detaljeringsgrad enn dei landsdekkande aktsemdskarta og vil erstatte desse i arealplanlegginga i dei kartlagde områda.

Områder utsett for skredfare skal avsetjast som omsynssone - skredfare på arealplankart. Sikkerheitskrava gjeve i TEK17 §7-3 skal oppfyllast ved nybygg eller ombygging av eksisterande bygg. Dette gjerast ved å plassere byggverket utanfor området som har større

skredfare enn TEK17 tillet, eller ved å utføre sikringstiltak eller dimensjonere og konstruere byggverket slik at det tåler trykket eit skred kan medføre.

Skredfaren er generelt dimensjonert av flaumskred og sørpeskred i nordaustleg del av området, og av steinsprang/steinskred i søraustleg del. I den vestlege delen av det kartlagde området kan skredvind kome inn i området ved store snøskred med lang returperiode.

Sunnfjord Geo Center har utført uavhengig kvalitetssikring av skredfarekartlegginga.

Innhald

1 Innleiing 4
1.1 Bakgrunn 4
1.2 Mål 5
1.3 Atterhald 5

2 Lovverk og bakgrunnsmateriale 6
2.1 Krav til sikkerheit mot skred 6
2.2 Lovverket 6
2.3 Aktuelle krav 7
2.4 Bakgrunnskart 7
2.5 Flyfoto 7
2.6 Digital terrengmodell (DTM) 7
2.7 Aktsemdsområder 7
2.8 Vurderte skredtypar 8

3 Klima 10
3.1 Klimatiske trekk av betydning for skredfare 10
3.2 Forventa klimaendringar og innverknad på skredfare 14
3.3 Skredfare og klimaendringar 15

4 Vurderingsgrunnlag 16
4.1 Terreng 16
4.2 Synfaring 19
4.3 Berggrunn 22
4.4 Kvartærgeologi 22
4.5 Skog 23
4.6 Tidlegare rapportar 28
4.7 Hydrologi og overflateavrenning 33
4.8 Modellering 36

5 Vurdering av skredfare 46
5.1 Steinsprang 46
5.2 Steinskred 48

5.3 Snøskred 48
5.4 Flaumskred 50
5.5 Jordskred 53
5.6 Sørpeskred 53
5.7 Sekundærprosessar 53
5.8 Samla faresoner for skred 53

6 Referanser 57

Vedlegg

A) Registreringskart oversikt
B) Registreringskart austside
C) Faresonekart
D) 22393-02-1 Notat til uavhengig kvalitetssikring
E) Uavhengig kvalitetssikring: Skredfarevurdering Bismo sentrum

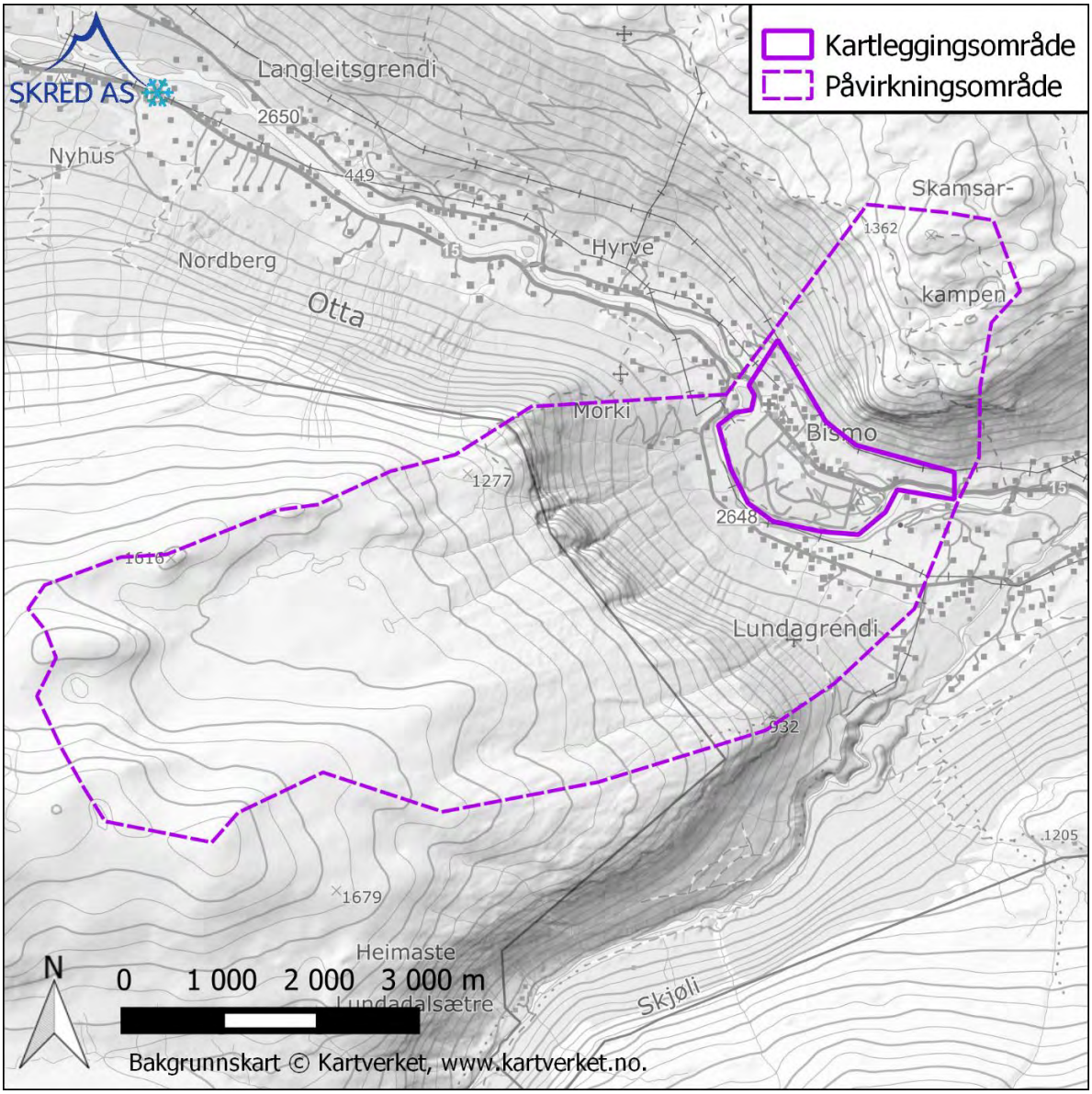
1 Innleiing

1.1 Bakgrunn

Lom og Skjåk kommunar lyste hausten 2021 ut skredfarekartlegging av Bismo sentrum i Skjåk kommune. Det finnast allereie faresoner for både området nordvest for og søraust for sentrum, men sentrum har mangla oppdaterte faresoner. Skred AS blei tildelt oppdraget og har utført skredfarekartlegging for området markert som kartleggingsområde i figuren under (Figur 1) på oppdrag for Lom og Skjåk kommunar.

Utreiinga er utført av fagkyndig personell og følger NVEs vegleiar Sikkerhet mot skred i bratt terreng - Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og byggesak (NVE, 2020a).

Skredtypane snø-, jord-, flaum-, sørpe-, steinskred og steinsprang er utreia.



Figur 1: Oversiktskart over kartlagd område og påverkingsområde.

1.2 Mål

I følge kravspesifikasjonen for oppdraget skal samla skredfare kartleggast for følgande sikkerheitsklassar med tilhøyrande årleg sannsyn for skred: S1 (≥ 1/100), S2 (≥ 1/1000) og S3 (≥ 1/5000).

1.3 Atterhald

Informasjon om tidlegare skredhendingar er viktige for vurdering av skredfare. Dersom det kjem meir informasjon om tidlegare skred, bør det takast med i vurderingane.

Vurderingane er i utgangspunktet gjort utifrå terreng og vegetasjon slik det blei observert på synfaring, på tilgjengelege flyfoto, skogdata og kotegrunnlag.

Om terreng eller drenering endrast mykje, kan det ha innverknad på skredtilhøva. Då tilrår vi å utføre ei ny vurdering.

2 Lovverk og bakgrunnsmateriale

2.1 Krav til sikkerheit mot skred

2.2 Lovverket

Plan- og bygningsloven § 28-1 stiller krav om tilstrekkeleg tryggleik mot fare for nybygg og tilbygg:

> *«Grunn kan bare bebygges, eller eiendom opprettes eller endres, dersom det er tilstrekkelig sikkerhet mot fare eller vesentlig ulempe som følge av natur- eller miljøforhold. Det samme gjelder for grunn som utsettes for fare eller vesentlig ulempe som følge av tiltak.»*

Byggteknisk forskrift TEK17 § 7-3 definerer krav til tryggleik mot skred for nybygg og tilhøyrande uteareal. Verdiane i tabellen gjev det årlege sannsynet for skredskader av betydning, dvs. skred med intensitet som kan medføre fare for liv og helse og/eller større materielle skader. Vegleiaren til TEK17 gjev retningsgjevande eksempel på byggverk som kjem inn under dei ulike tryggleiksklassane for skred (DiBK, Byggteknisk forskrift med veiledning (TEK17), 2022).

Tabell 1: Tryggleiksklassar ved plassering av byggverk i skredfareområde. Frå vegleiar til byggteknisk forskrift, TEK17 (DiBK, Byggteknisk forskrift med veiledning (TEK17), 2022)

Tryggleiksklasse for skred	Konsekvens	Største nominelle årlege sannsyn
S1	Liten	1/100
S2	Middels	1/1000
S3	Stor	1/5000

I tryggleiksklasse S1 inngår byggverk der det normalt ikkje oppheld seg personar og der det er små økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvensar. Garasje, uthus, båtnaust, mindre brygger og lagerbygningar med lite personopphald er nemnt som eksempel.

Tryggleiksklasse S2 omfattar tiltak der eit skred vil føre til middels konsekvensar. Dette kan eksempelvis vere byggverk der det normalt oppheld seg maksimum 25 personar og/eller der det er middels økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvensar. Einebustad, tomannsbustad og einebustader i kjede/rekkehus/bustadblokk/fritidsbustad med maksimum 10 bueiningar, driftsbygningar i landbruket, parkeringshus og hamneanlegg er nemnd som eksempel.

Tryggleiksklasse S3 omfattar tiltak der eit skred vil føre til store konsekvensar. Dette kan eksempelvis vere byggverk der det normalt oppheld seg meir enn 25 personar og/eller der det er store økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvensar. Eksempel på byggverk som kan inngå i denne tryggleiksklassen er:

- einebustader i kjede/rekkehus/bustadblokk/fritidsbustad med meir enn 10 bueiningar

- arbeids- og publikumsbygg/brakkerigg/overnattingsstad der det normalt oppheld seg meir enn 25 personar
- skule, barnehage, sjukeheim og lokal beredskapsinstitusjon

Kravet til tryggleik for uteareal tilhøyrande bygningar, skal i utgangspunktet vere lik kravet til bygningen. Likevel opnar lovverket for å redusere tryggleiksnivået til uteareal med ei klasse, dersom dette vil gje tilfredsstillande tryggleik for tilhøyrande uteareal. Moment som må vurderast i denne samanheng er blant anna eksponeringstida for personar og tal personar som oppheld seg på utearealet.

2.3 Aktuelle krav

I henhald til kravspesifikasjonen for oppdraget skal samla skredfare kartleggast for følgande sikkerheitsklassar med tilhøyrande årleg sannsyn for skred: S1 (≥ 1/100), S2 (≥ 1/1000) og S3 (≥ 1/5000). Det er opp til kommunen å vurdere aktuelle krav til tryggleik. I retningslinene til TEK17 er det gjeve ulike eksempel, nemnd ovanfor.

2.4 Bakgrunnskart

Vi har brukt bakgrunnskart tilgjengelege i WMS og WMTS format på https://kartkatalog.geonorge.no/ (Kartverket, 2022a). Flyfoto er også tilgjengeleg som ei WMS tjeneste. Ettersom det ikkje er tydeleg når flyfoto er tatt gjennom løysinga, nyttast også https://norgeibilder.no for vurdering av flyfoto (Kartverket, 2022b).

2.5 Flyfoto

Vi har nytta tilgjengelege flyfoto for området frå 1958, 1965, 1981, 2002, 2005, 2010, 2011, 2015, 2018, 2019, 2020 (www.norgeibilder.no).

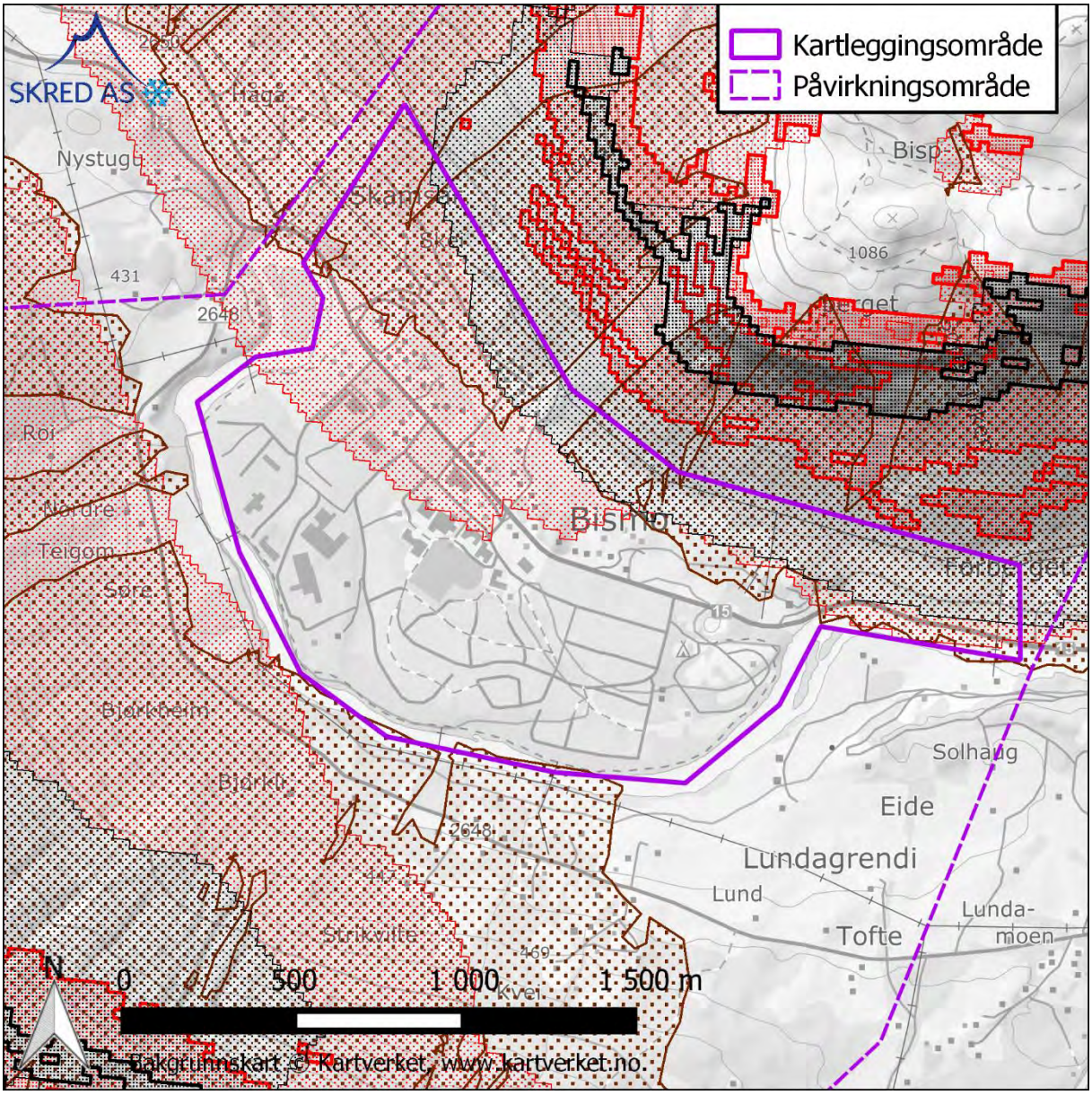
2.6 Digital terrengmodell (DTM)

Nasjonal høgdemodell med 1 x 1 m oppløysing er nytta for kartleggingsområdet. Terrengmodellen er lasta ned fra https://hoydedata.no/LaserInnsyn/ (Kartverket, 2022c).

2.7 Aktsemdsområder

NVE har utarbeidd eit sett aktsemdskart for skred i bratt terreng. Aktsemdskarta viser potensielt skredutsette område, og er automatisk generert ved hjelp av GIS-analysar. Det er utarbeidd aktsemdskart for jord- og flaumskred, steinsprang, snøskred og snø- og steinskred. Aktsemdskart er meint nytta i overordna arealplanlegging for å hindre utbygging i potensielt skredfarlege område. For utbygging i område dekka av eit aktsemdskart krevst en meir detaljert skredfarevurdering for å avklare den reelle skredfaren (NVE, 2022c).

Aktsemdssonene kjem inn i kartleggingsområdet kun i nordleg-austleg del (Figur 2). Her er det aktsemdssoner for snøskred, steinsprang og jord- og flaumskred. Aktsemdssonene frå vestsida kjem ikkje inn i området, dei stansar i elva.



Figur 2 Aktsemdskart for kartlagt område. Raud skravur er snøskred, brun skravur jord- og flaumskred, svart skravur er steinsprang.

2.8 Vurderte skredtypar

Alle skredtypar skal ifølge vegleiaren vurderast. Vi har difor vurdert følgande skredtypar:

- Steinsprang og steinskred
- Jord- og flaumskred
- Snøskred, inkludert sørpeskred

2.8.1 Snøskred og sørpeskred

Snøskred kan inndelast i laussnøskred og flakskred. Laussnøskred utløysast i snø med låg fastleik, som gjerne startar med ein liten lokal utgliding. Etter kvart som nye snøkorn blir rive med utvidar skredet seg og kan få pæreform. Flakskred oppstår når ein større del av snødekket losnar som eit flak langs eit glideplan. Det er flakskred som har størst

skadepotensiale. Store snøskred losnar vanlegvis der terrenget er mellom 30 og 50° bratt. Der det er brattare enn dette glir snøen stadig ut slik at det ikkje dannast større skred. Snøskred kan skape skredvind med kraft til å utrette stor skade.

Sørpeskred er ein straum med vassmetta snømassar. Sørpeskred følger som oftast forseinkingar i terrenget, og oppstår når dreneringa i grunnen er dårleg, som for eksempel på grunn av tele og is. Sørpeskred kan utløysast i slakt terreng, for eksempel når kraftig snøfall blir etterfylgd av regn og mildvêr. Sørpeskred kan også utløysast når varme gjev intens snøsmelting. Skredmassane har høg tettleik og skred med lite volum kan gje stor skade. Det er ikkje utarbeidd aktsemdskart for sørpeskred.

2.8.2 Steinsprang og steinskred

Når ei eller fleire steinblokker losnar og fell, sprett, rullar, eller sklir nedover ein skråning nyttast omgrepa steinsprang (volum <100 m^3) og steinskred (volum 100-10.000 m^3). Steinsprang og steinskred losnar oftast i bratte fjellparti der terrenghellinga er større enn 40-45°.

2.8.3 Jordskred og flaumskred

Jordskred startar med ei plutseleg utgliding i vassmetta lausmassar og blir som regel utløyst i skråningar som er brattare enn 25-30°. Vi kan skilje mellom kanaliserte og ikkje-kanaliserte jordskred.

Eit kanalisert jordskred skapar ein kanal i lausmassane som kan fungere som skredbane for nye skred. Skredmassar kan bli avsett og danne langsgåande ryggar parallelt med kanalen. Når terrenget flatar ut blir skredmassane avsett i ei tungeform. Over tid kan fleire slike skred bygge ei vifte av skredavsetjingar. I eit ikkje-kanalisert jordskred flyttar massane seg nedover langs ei sone som gradvis kan bli breiare. Mindre jordskred kan oppstå i slakare terreng med finkorna, vassmetta jord og leire, gjerne på dyrka mark eller i naturleg terrasseforma skråningar i terrenget.

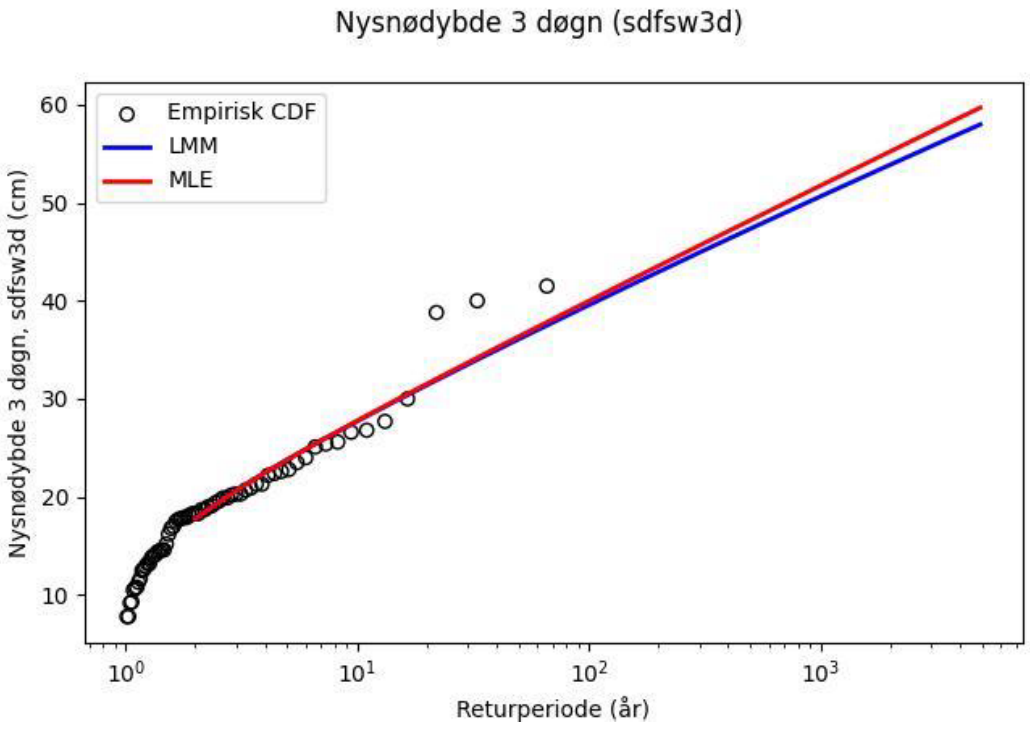
Flaumskred er raske, vassrike, flaumliknande skred som følger elve- og bekkeløp, eller raviner, gjel eller skar, ofte utan permanent vassføring. Hellinga i losneområdet kan vere ned mot 10°. Skredmassane kan bli avsett som langsgåande ryggar på sida av skredløpet, og oftast i ei stor vifte nedst, der dei grovaste massane ligg ved roten av vifta og finare massar blir avsett utover vifta. Massane i eit flaumskred kan komme frå store og små flaumskred langsetter flaumløpet, undergraving av sideskråningar og erosjon i løpet, eller i kombinasjon med sørpeskred.

3 Klima

3.1 Klimatiske trekk av betydning for skredfare

Skjåk ligg i regnskuggen bak vestlandsfjella og er eit svært tørt område. Mesteparten av nedbøren fell sommarstid. For skredfarevurderingar er det viktigare å analysere ekstremnedbør enn normale verdiar. I klimaanalysen er det derfor i nytta data fra NVEs API (NVE, 2022b) for eit gridpunkt på sørsida av dalen, på 1212 moh. Det er henta data for perioden 1957-2021, som er perioden med tilgjengelege data. Dataene er berekna gridverdiar, og er ikkje direkte måleverdiar. Vêrdataene er truleg representative for det vurderte området, men lokale forskjellar må reknast med. Eksempel på analysar som er gjort er blant anna maks døgnnedbør og maks nysnødjupn 3 døgn (Figur 3).

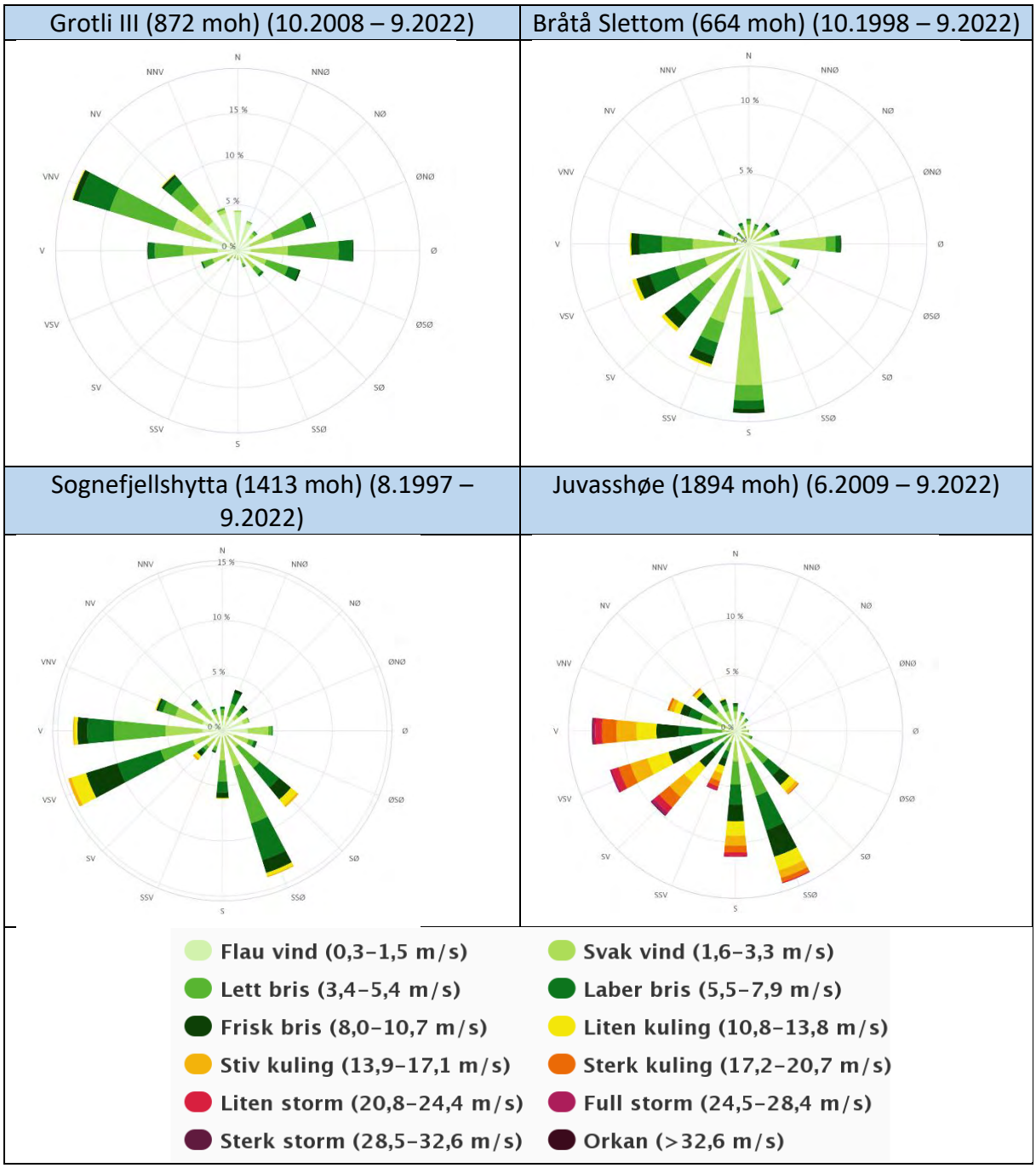
Klimaanalysen viser at 100 års snødjupn ligg på ca. 140 cm, 1000 år på 190 cm og 5000 år på 220 cm. 3 døgns nysnødjupn ligg på 40, 50 og 59 cm for returperiodar 100, 1000 og 5000. For snøskred og sørpeskred er klima svært avgjerande for skredfaren. Snø og spesielt nysnødjupn dei siste 3 døgn er viktig for vurdering av snøskredfare. Vind er også ein viktig faktor i og med at vind fraktar mykje snø og bygger fokksnøflak.



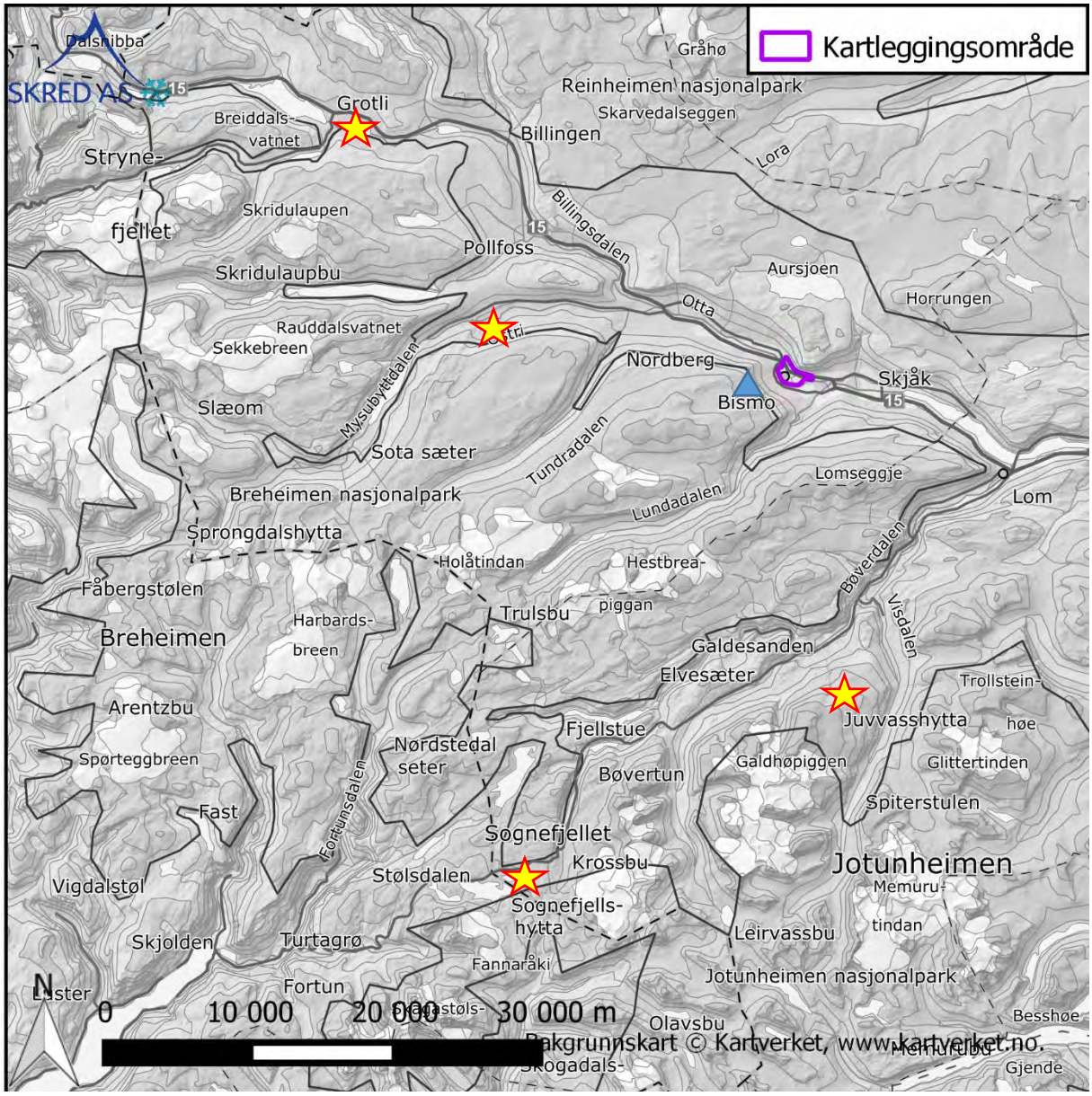
Figur 3: 3 døgns nysnødjupn framskrive til store returperiodar.

Vindfordelinga på ulike vêrstasjonar er ofte styrt av lokale topografiske faktorar, som dalfører o.l. Figur 4 viser vindroser for utvalde målestasjonar i omkringliggande område. Bråtå Slettom ligg i dalen litt nord for Bismo, medan dei andre er fjellstasjonar (sjå Figur 5). Figuren viser at vinden hovudsakleg kjem frå SV sektor for Bråtå, Juvasshøe og Sognefjellshytta medan den overvegande kjem frå NV på Grotli som ligg noko lenger nord. Dette stemmer godt med vår lokalkjennskap. Vi antar på bakgrunn av dette at vind frå SV-NV

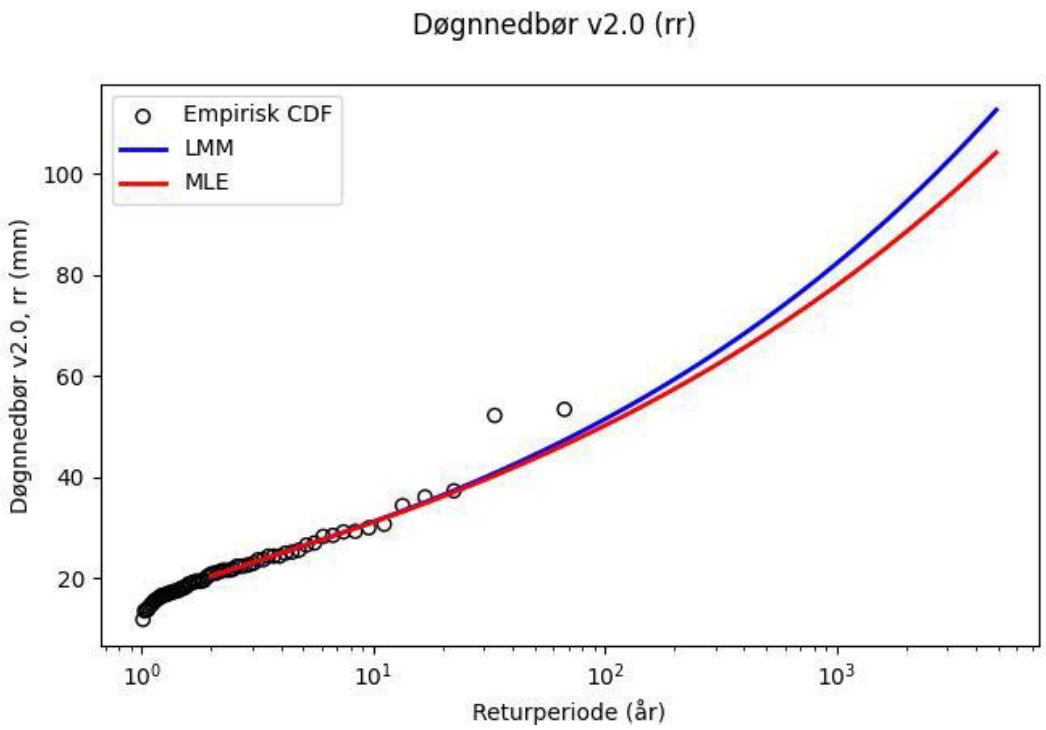
er framherskande. Fjellsider som ligg i le for vind fra desse vindretningane er dermed mest utsette for snøskredsituasjonar der vindtransport av eldre snø er viktig.



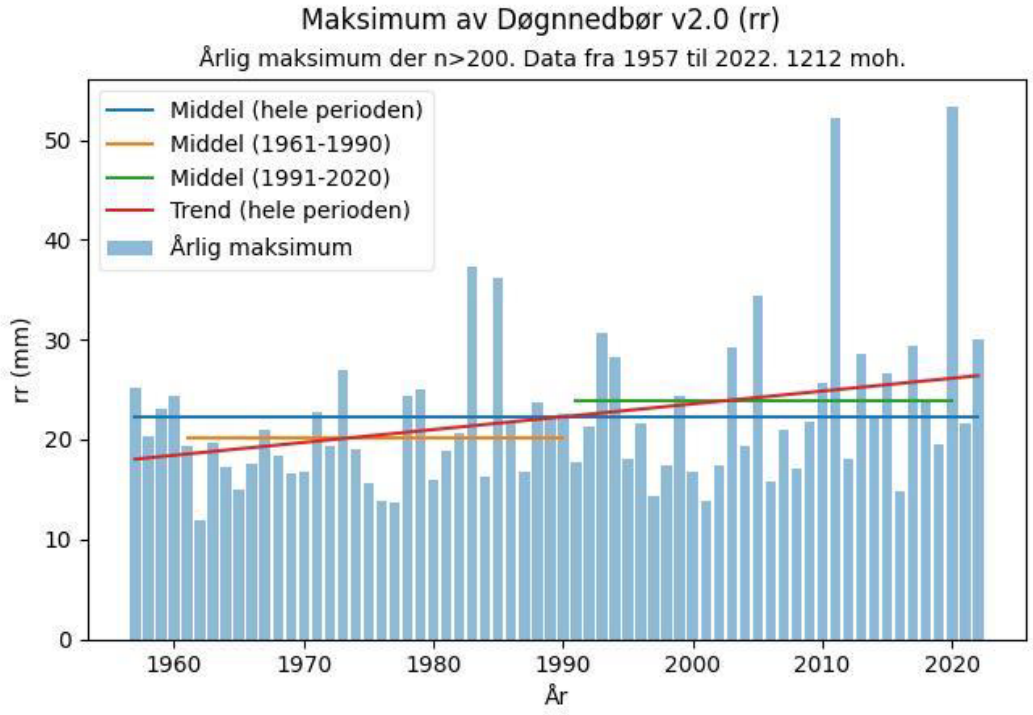
Figur 4: Vindroser av observasjonsdata for omkringliggande område (seklima.no)



Figur 5 Stasjonane vêrdata er henta fra er markert med stjerner. Blå trekant viser gridpunkt.



Figur 6 Ekstremverdiar for døgnnedbør for heile året



Figur 7 Maksimum av døgnverdiar for nedbør

Det har vore fleire ekstremnedbørsituasjonar i regionen Nord-Gudbrandsdalen dei siste tiåra, blant anna i Lalm og Kvam som har ført til flaum- og jordskred. Dette er vêr vi kan forvente meir av dei komande åra og som treff svært lokalt.

I Skred AS si skredfarevurdering for utvalde område i Nord-Fron kommune, noko sør for Skjåk, utført på oppdrag fra NVE i 2018 (NVE, 2018), blei det utført ekstremverdianalyse med tanke på flom- og jordskred. I denne samanhengen er det ofte spesielt fokus på intens nedbør som fell i form av regn. Det er indikasjonar om at regn som på eitt døgn overskrid 8 % av den normale årsnedbøren, kan utløyse jord- og flaumskred (Sandersen, Bakkehøi, Hestnes, & Lied, 1996). I analysen antakast det at nedbør som fell mellom mai og november, kjem i form av regn. Ved å kombinere den berekna 1-døgns nedbør med 1000 års gjentaksintervall og den normale årsnedbøren (nærare bestemt verdien som tilsvarar 8 % av denne), framkjem det at ein døgnnedbør i stand til å utløyse jord- og flaumskred i dette området førekjem med gjentaksintervall mellom mindre enn 10 år og 20-30 år (NVE, 2018). Sannsynet for at nedbør som erfaringsmessig er i stand til å utløyse lausmasseskred førekjem er ikkje det same som sannsynet for at skred faktisk utløysast. For jordskred og flaumskred har klimatiske faktorar stor betydning ved utløysing av skred, men faktorar som terrenghelling, drenering og lausmassesamansetjing er viktige i å avgjere faren for slike skred i ein gitt skråning (NGI, 2021).

Om vi ser på gridpunktet for værdata på Bismo, ser vi ein døgnnedbør på omkring 50 mm med 1/100 returperiode og 80 mm for 1/1000. Vi ser og at trenden er aukande og at det berre sidan 2010 har vore døgnverdiar på over 50 mm 2 gongar (Figur 7). Årsnedbør er 302 mm ved 1566 Skjåk. 8 % av dette er berre 24 mm.

3.2 Forventa klimaendringar og innverknad på skredfare

I samhøve med NVEs rettleiar skal vi i skredfarevurderinga sjå på forventa endringar i klimaet og vurdere dei moglege endringane i faren for dei ulike skredtypane som desse kan skape i framtida. I Klimaprofilen for gamle Oppland fylke (Norsk Klimaservicesenter, 2017) er følgande klimaendringar og påverking på skredfaren skissert:

Klimaendringene vil for Oppland særlig føre til behov for tilpasning til kraftig nedbør og økte problemer med overvann; endringer i flomforhold og flomstørrelser; jordskred og flomskred.

Gjennomsnittlig årstemperatur i Oppland er beregnet å øke med cirka 4,0 °C. Den største temperaturøkningen beregnes for vinteren, cirka 5,0 °C, mens sommertemperaturen er beregnet å øke med cirka 3,5 °C.

Årsnedbøren i Oppland er beregnet å øke med cirka 20 %. Nedbørendringen for de fire årstidene er beregnet til

Vinter: +25 %
Vår: +20 %
Sommer: +10 %
Høst: +20 %

Det er forventet at episoder med kraftig nedbør øker vesentlig både i intensitet og hyppighet i alle årstider. Nedbørmengden for døgn med kraftig nedbør forventes å øke med cirka 20 %. For varigheter kortere enn ett døgn, er det indikasjoner på enda større økning.

For dei ulike skredtypane betyr dette høvesvis:

Steinsprang og steinskred påvirkes av frost- og rotsprenging, og utløses ofte av økt vanntrykk i sprekksystemer i forbindelse med intens nedbør. Hyppigere episoder med kraftig nedbør vil derfor kunne øke hyppigheten også av disse skredtypene, men hovedsakelig på mindre steinspranghendelser.

Med et varmere og våtere klima vil det oftere falle regn på et snødekket underlag. Dette kan på kort sikt føre til økt skredfare (løssnøskred, flakskred, sørpeskred)*. Det er likevel ikke grunn til å tro at det vil bli økt hyppighet eller størrelse på de store, sjeldne snøskredene som omfattes av aktsomhetskartene. På lengre sikt vil snømengdene bli så redusert at faren for snøskred vil avta.*

Det er særlig grunn til økt aktsomhet mot skredtypene jord-, flom- og sørpeskred fordi disse skredtypene kan bli både vanligere og mer skadelige.

3.3 Skredfare og klimaendringar

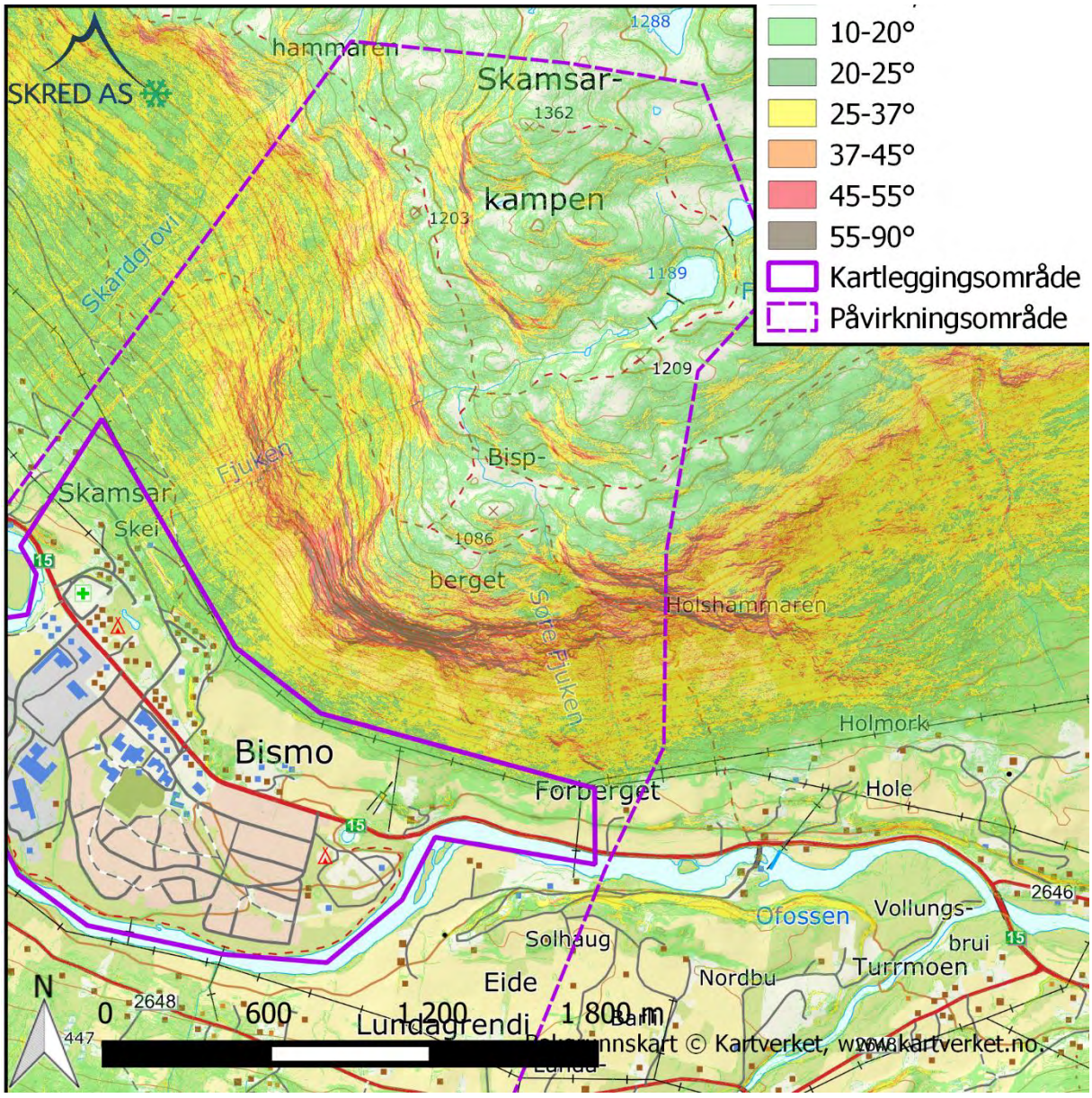
Spesielle vêrtilhøve er ein dokumentert utløysande faktor for dei fleste typar skred, og førekomsten av desse skredtypane vil naturleg bli påverka dersom klimaet utviklar seg slik at ekstremt vêr inntreff oftare. Generelt vil eit varmare og våtare klima kunne påverke frekvensen av jordskred, flaumskred, snøskred og sørpeskred, men i kva grad skredaktiviteten vil endrast i kvar landsdel er uvisst.

Det hefter allereie med dagens klima så stor usikkerheit ved fastsettinga av faresonegrenser for skred med sannsyn mindre enn 1/1000 at det er lite aktuelt no å legge til ein ekstra margin som følge av klimautviklinga (Olje- og energidepartementet, 2012). Klimautviklinga inngår dermed i ei rekke usikkerheitsmoment som det er vanskeleg å kvantifisere, men som vurderast skjønnsmessig når ein utreiar eller kartlegg skredfare.

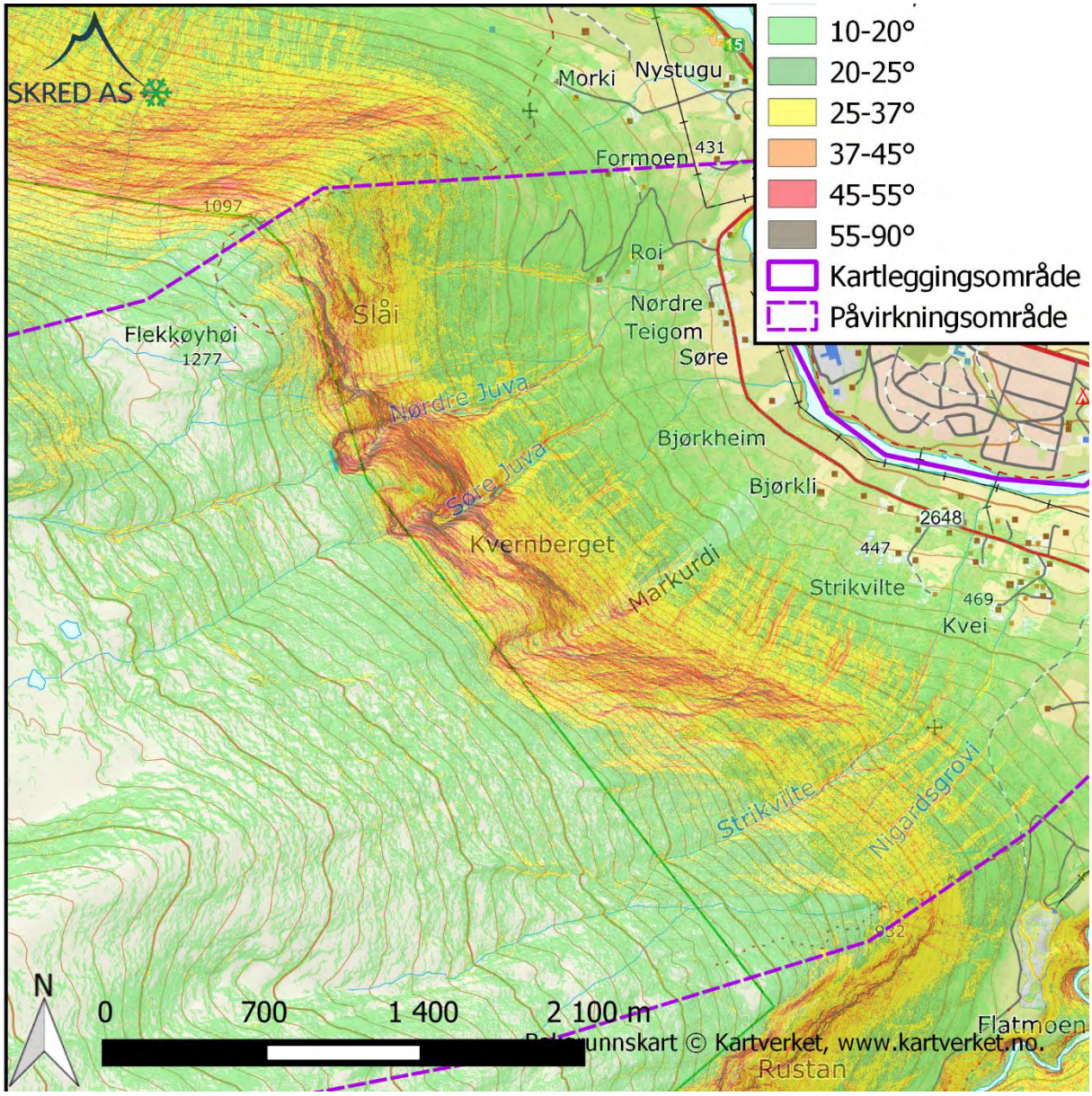
4 Vurderingsgrunnlag

4.1 Terreng

Bismo sentrum utgjer kartleggingsområdet (Figur 1). Området ligg på elvesletta på austsida av elva Otta og er først og fremst påverka av fjellsida i aust (Figur 8), men vi har også vurdert fjellsida i vest (Figur 9), sidan det her går kjende snøskred. Påverkingsområdet strekk seg difor opp mot Flekkøyhøi, Kvernberget og vidare innover mot Gjuvtjønne i vest, og Bispeberget og innover mot Skamsarkampen i aust.



Figur 8 Hellingskart for området aust for sentrum



Figur 9 Hellingskart for området vest for sentrum

Området er dominert av grove morenemassar og skredmateriale i fjellsidene og ei flat elveslette i dalbotnen. Fjellsidene nordaust for området strekk seg opp mot 1200 m.o.h., og er skogkledd opp til ca. 900 m.o.h. der det ikkje er bart fjell. I den nordlege delen er det jamn helling fra 30 til 60°. Høgare oppe er det eit flatare platå som strekk seg nordover, her er det fleire fjellvatn (med gamle dammar i enden) som kan drenerere ned mot delar av området. Her kjem for eksempel elva Fjuken ned. Fjellsida er ravinert med fleire små dreneringsløp. Det er avsetjingar nedanfor fleire av ravinene, men ingen fersk massetransport i dreneringsløpa. I den austlege og søraustlege delen, nedanfor Bispeberget, er det eit stort, svært bratt (55-90°) parti øvst i fjellsida, her er det bart fjell. Nedanfor er det samanhengande og markant ur.



Figur 10 Dronefoto av nordleg del av området oppover mot Skei, Fjuken og Skeidsholet



Figur 11 Søraustleg del av området, mot Bispberget

På vestsida av elva er fjellsida i store trekk skålforma. Øvre del er svært bratt (45-90°). Her er det fleire skåler av bart fjell, med markerte skredløp nedover fjellsida. Her går det omtrent årleg snøskred. Det er fleire bekkar som kjem ifrå høgfjellet innover mot Gjuvtjønne.

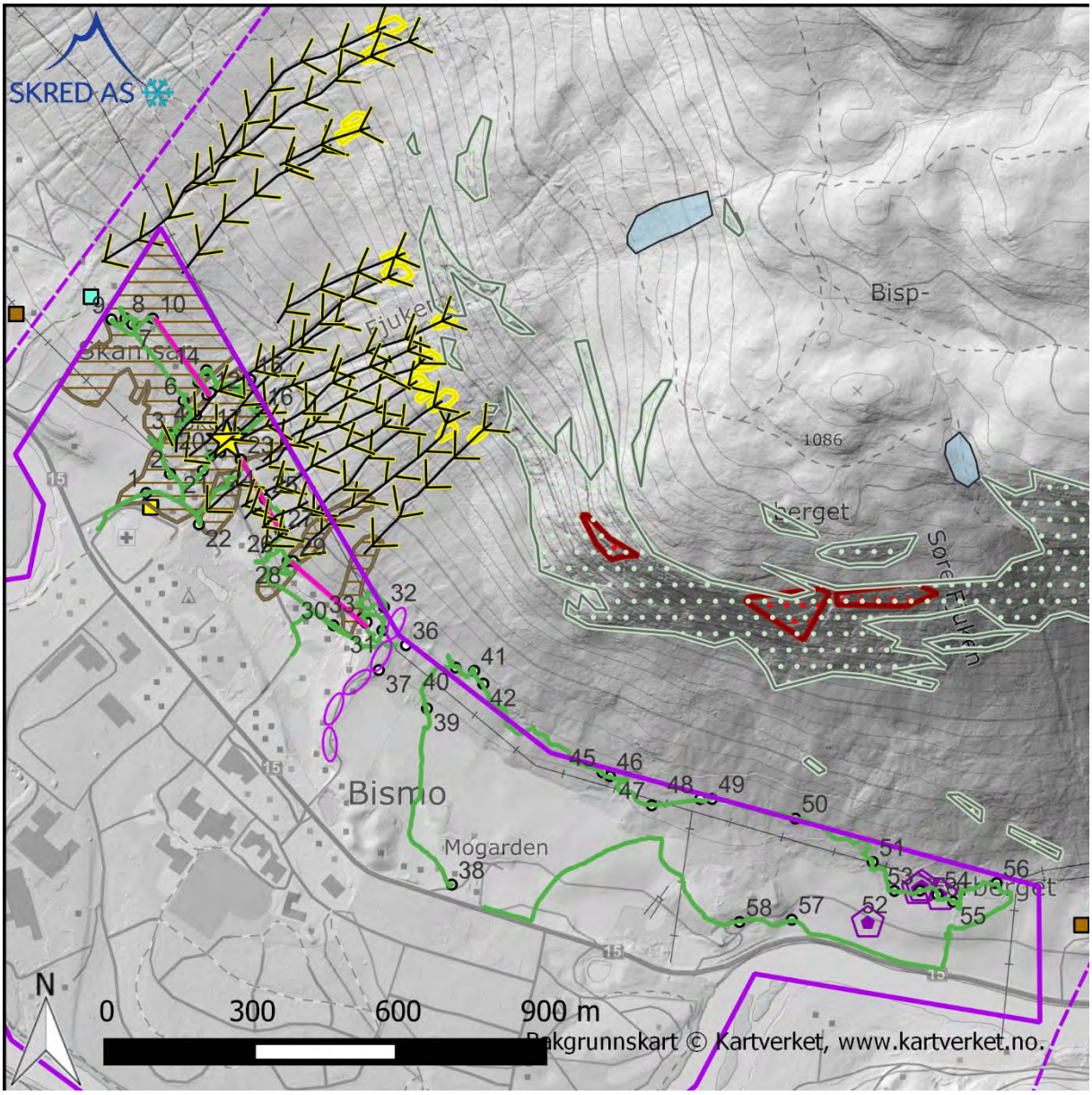


Figur 12 Dronefoto av vestleg del av området, mot Kvernberget og Flekkøyhøi

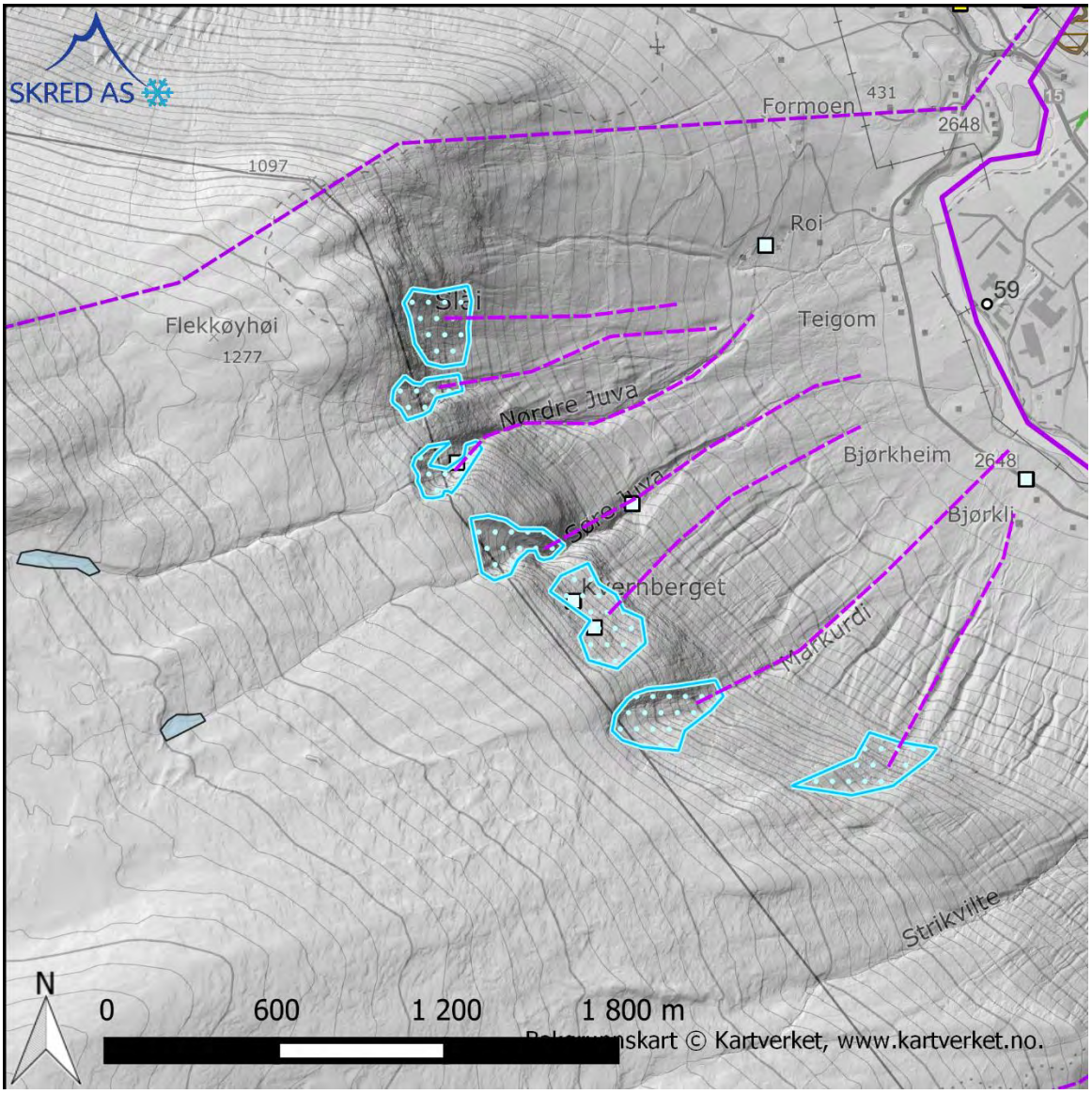
Elva har tidlegare (fleire hundre år sidan) hatt løp inn mot fjellsida under Skei, Fjuken og Bispberget i aust, mellom dagens aldersheim og fjellsida.

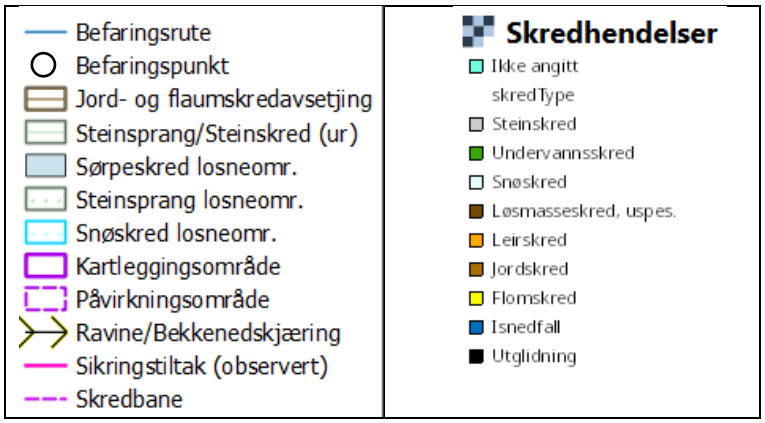
4.2 Synfaring

Synfaring i samband med dette oppdraget blei utført av Hedda Breien (Skred AS) 28.09.2022 til fots og ved hjelp av drone. Synfaringsrute er vist i registreringskartet. Synfaringa viste at det har skjedd mykje i fjellsida i aust, det er svært mange raviner, høge leveear og vifteformasjonar som vitnar om tidlegare lausmasseskred i kombinasjon med vatn. I same fjellside lenger sør er det stor, samanhengande steinsorangur heilt ned til det flate jordet. Det er mykje blokker på om lag 1m^3, men det er også mange store blokker på om lag 10 m^3. Det er berre nokre få blokker på det flate jordet, men her har det vore gardsdrift svært lenge, og jordene kan vere rydda. Utifrå skuggekart og synfaring tolkar vi ei avsetjing ved Nurgard Forberg som steinskred. Synfaringa viste store blokker i austleg del av dette området, medan det er lenger vest ligg sand frå elveavsetjing. Det er mogleg at elveavsetjinga ligg over og dekkar delar av steinskredet. Registreringskart ligg som vedlegg.



Figur 13 Registreringskart for nordsida av sentrum. Sjå også vedlegg.





Figur 14 Registreringskart for vestsida av sentrum. Området lenger vestover er ikke tatt med fordi det ikke har noen registreringer og fordi målestokken ville bli for stor. Sjå og vedlegg.

Tabell 2 Synfaringspunkt med skildring. Sjå vedlegg.

Punkt	Skildring felt	Punkt	Skildring felt
1	Stikkrenner, Tørr	16	Levee Og Flomskredavsetn
2	Stikkrenne O,5 M Renn Vatn. Ingen Tegn Til Flom	17	Tørt. Spor Av Flom
3	Levee 2 M	18	Trehytte Midt I Utløpet, noe erosjon
4	Ny veg	19	Tomt Gravd Inn I Flomskredavsetn
5	Levee Fortset. Stikkrenne Under Veg O,4	20	Stikkrenne, O,7. Kan Nå Hus Ved Siden Og Nedenfor
6	Stikkrenne Under Veg, Mest Vatn Her. 1 M. Går Det Over Her går Det Ned Vegen	21	Vifte Ned Hit
7	Mulig Flomskredmasser	22	Mykje Stein, Mulig Flomskred
8	Flomskredmassar Hit	23	Start Voll
9	Vifta Går Ned Hit	24	Lite Markert Ravine. Tørr
10	Start Voll	25	Ravine Tørr
11	Rør, Sildrer Litt Vatn. Småstein I Bekkeleie. Rist	26	Ende Voll
12	Ende Voll	27	Ravine tørr
13	Levee, 5 M Høg. Tørr Bekk	28	Start Liten Voll
14	Flomskredavsetning	29	Start Voll
15	Flomskredavsetninger Overalt. Mykje Stein	30	1/5000 Steinskred

Punkt	Skildring felt	Punkt	Skildring felt
31	38 Grader Til Topp Steinsprang	46	Blokk Som Buss Litt Lenger Opp
32	Ur	47	Bare Enkelte Store Blokker Nedenfor Linje
33	Står Vatn Bak Voll, Renner	48	Mindre Stein
34	Steinsprangblokk, 2m3; Gammel	49	Meir stein. Steinskred?
35	Ende Voll	50	Ur Heile Vegen
36	Store Blokker Langslinja, Lite Nedenfor	51	Ikkje Ur
37	Enkelte Store Blokker I Skogen østover. Ikke Ur	52	Bjørkeskog, Utmarksbeite, Litt Stein
38	30 Grader Til Topp	53	Nokre Store Blokker
39	Store Steinsprangblokker 4 M3, Gamle	54	Einsam Kjempeblokk. Hjulform. 10 M3
40	Tørt, Furuskog, Blokker Opp I 10M3. Mykje På Ca 1 M3	55	Grasmark, Ingen Stein
41	Ur Starter Ca 20 M Opp	56	Ur
42	Litt meir ur	57	Steinskred
43	Grov Ur Ned Mot Jorde. Steinskred? 10 M3	58	Ikkje Steinskred. Sandig!
44	Ende Skredtunge. Herfra Små Blokker	59	19 Grader Til Topp Snøskred
45	Litt Meir Stein. Ur		

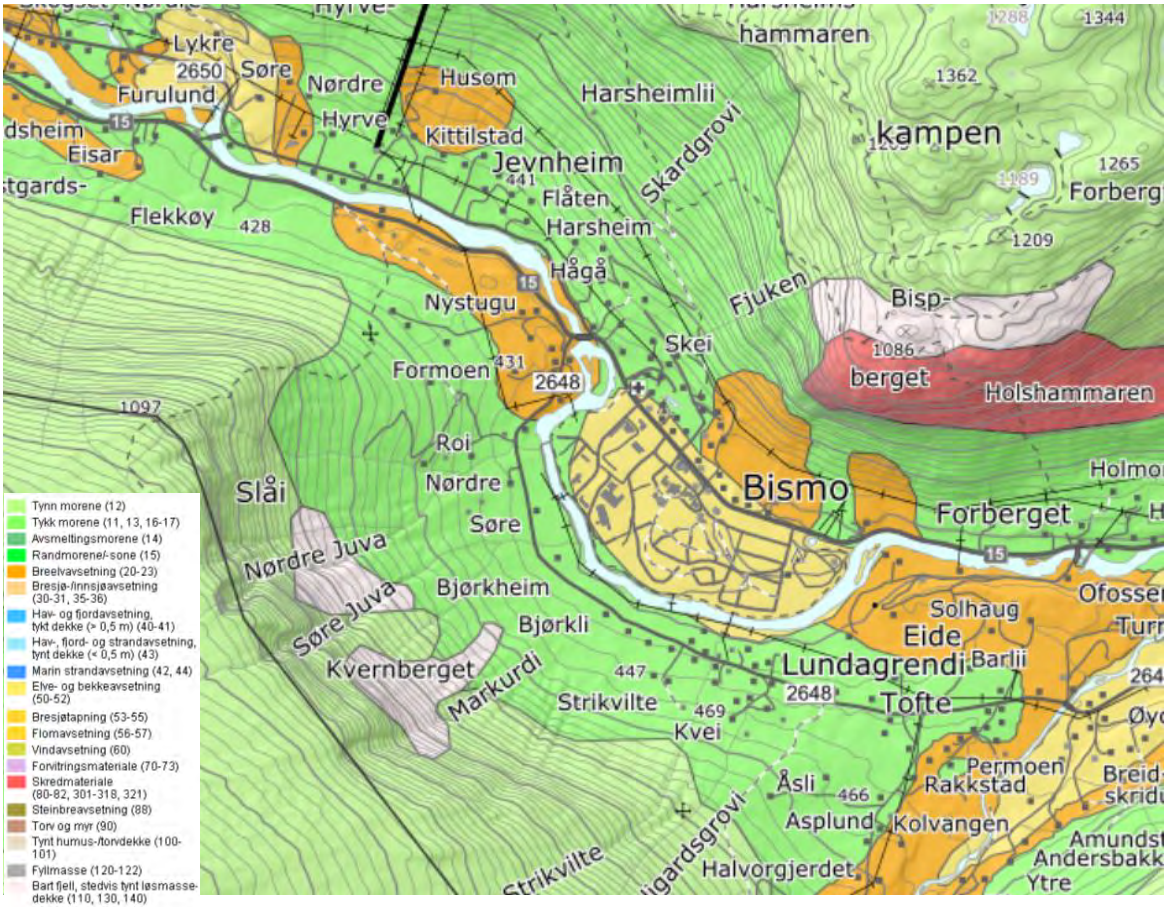
4.3 Berggrunn

Dette området er kun kartlagt i 1:250 000 (berggrunnskart fra Norges geologiske undersøkelse (NGU)) og heile kartbladet er kartlagd som «*granittisk ortogneis med band eller striper, nokre stader migmatittisk, gneis med dioritttisk til granittisk samansetjing, nokre stader augegneis*» (NGU, 2022a). Dette er difor ikkje vist i figur. Dette stemmer godt overeins med observasjonar frå synfaring. Ferske avløysingar og skredblokker er synlege fleire stader og det er mange overheng. Enkelte stader ser det også ut til at større parti kvilar på undersprekkar som er parallelle med overflata.

4.4 Kvartærgeologi

Kvartærgeologiske kart i målestokk 1:50 000 er ikkje utarbeidd for området, det finst lausmassekart i målestokk 1:100 000 – 1:250 000 for aktuelt område (NGU, 2022b). Bismo

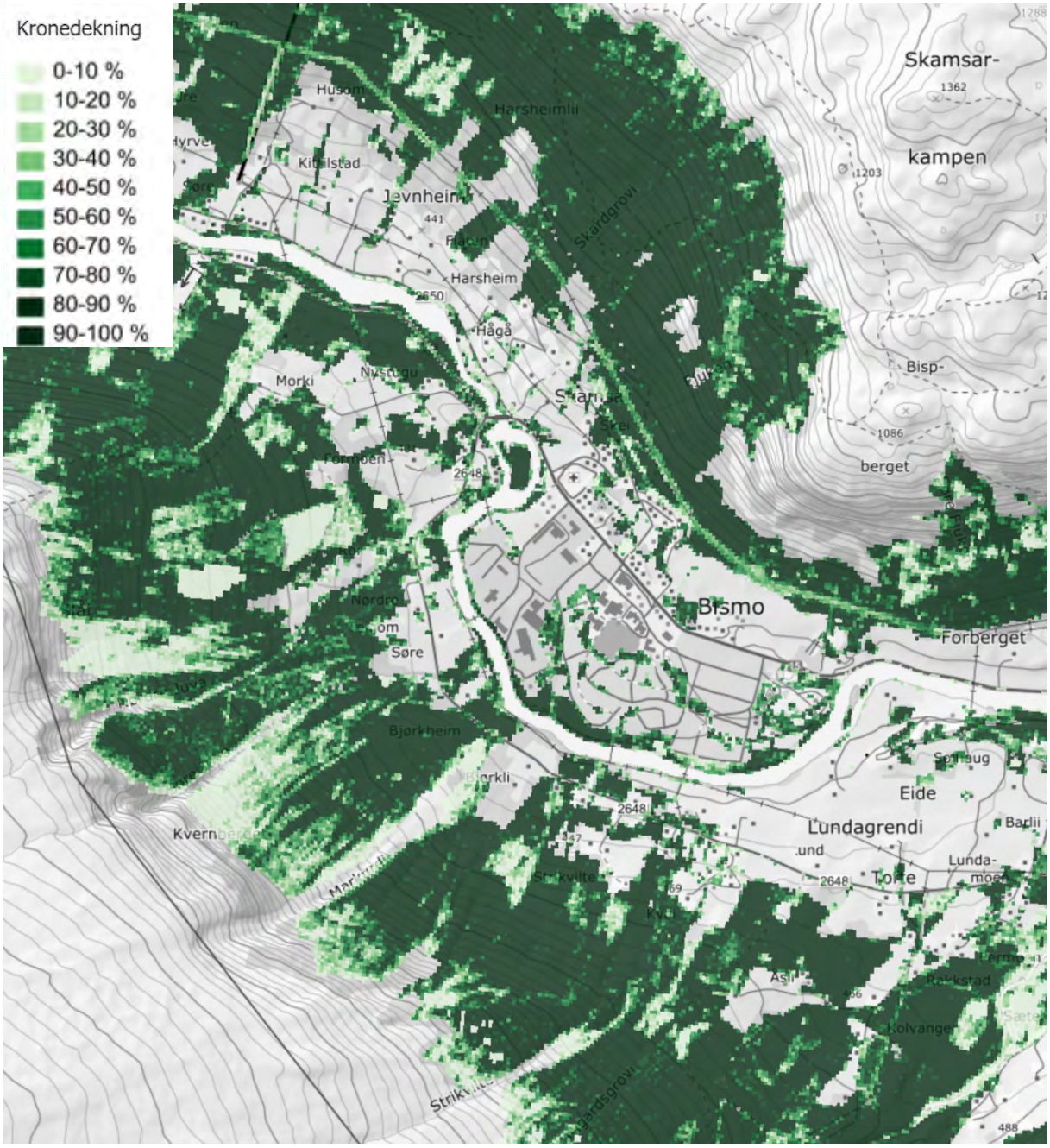
sentrum består av elve- og bekkeavsetjing, medan det i lia opp mot Bispberget, samt eit område frå Nurdgard Forberg og austover er kartlagt breelvavsetjing. I nedre delar av fjellsidene elles er det tjukk morene som går gradvis over til tynn morene i øvre delar. I vestleg fjellside er det fleire parti med bart fjell, noko som er tydeleg på bilete. Det er også bart fjell i toppområdet ved Bispeberget. I øvre delar av denne fjellsida er det eit større område som er kartlagd som skredmateriale. I grove trekk stemmer dette overeins med observasjonar frå synfaring, men under Bispeberget er det steinsprangur heilt ned til dei flate jordene, ikkje morene.



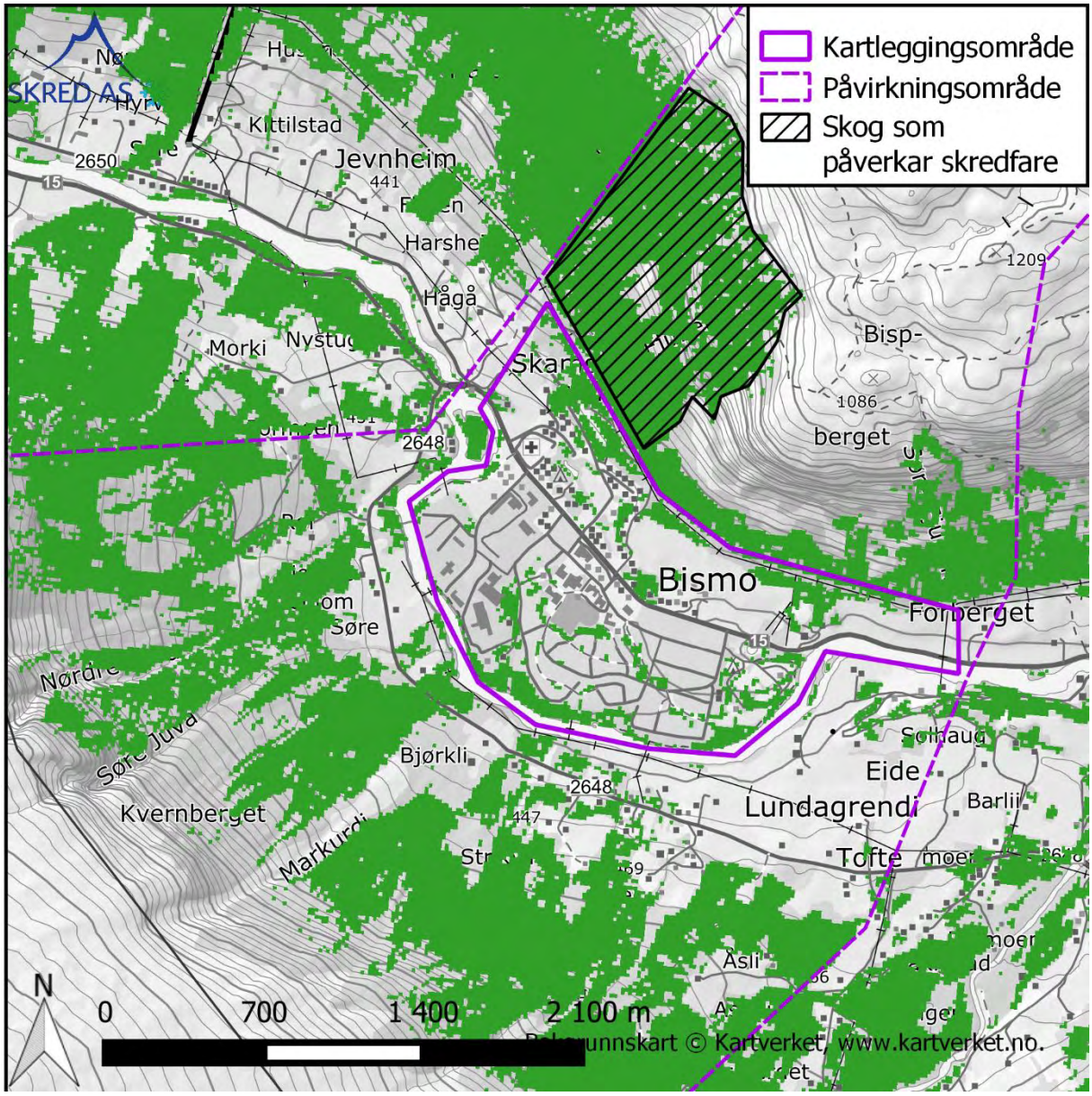
Figur 15 Lausmassekart fra NGU (NGU, 2022b)

4.5 Skog

Skogen i området er observert på synfaring til fots og fra drone. I tillegg finst det data om skogen i datasettet SR16 Beta (NIBIO, 2022a). Fjellsidene er for det meste skogkledd opp til om lag 900 moh der det ikkje er bart fjell eller ur. Det er primært furu- og lauvskog, med innslags av gran enkelte stader. Nedanfor Bispeberget er det bart fjell. Det er mange stader så høg kronedekning at snøskred ikkje kan utløysast (NGI, 2015) , særleg gjeld dette for potensielle losneområde på austsida. På vestsida ligg dei fleste losneområda ovanfor skoggrensa eller på bart fjell.



Figur 16 Kronedekningsdata fra SR16 (NIBIO, 2022a)



Figur 17 Grøn farge indikerer kva område kronedekninga er så høg at ein reknar med at snøskred ikkje kan utløysast (NGI, 2015). Skog som kan påverke skredfaren mot det kartlagde området er markert med skravur

4.5.1 Skogens innverknad på skredfaren

I NVEs vegleiar for skred i bratt terreng (NVE, 2020a) står det *at «skredfareutredning skal ta utgangspunkt i eksisterende forhold og inkludere skog slik den står på tidspunktet utredningen gjøres. Eventuelle faresoner uten skog bør uttrykke et «worst case scenario» der all skog er fjernet.»* I tillegg står det at «*den spesifikke funksjonen til skogen må angis*». Med dette meinast kva effekt skogen har på skredfarevurderinga f.eks. om den er viktig for å hindre utløysing av snøskred eller avgrenser utløp av steinsprang. Dersom det er skog eller vegetasjon av betydning for skredfarevurderingane i kartleggingsområda og i påvirkningsområda, krev vegleiaren at det utarbeidast polygon med *«skog med betydning for skredfaren»*. Vi har difor merka av skog som har betydning for skredfaren i Figur 17.

I praksis er det ikkje kun fravêret av skog som følge av hogst som gjer at skredfaren kan auke, men også måten hogsten utførast på. Etablering av nye skogsbilvegar, erosjon etter hogstmaskiner, overvasshandtering etc. er alle sekundæreffektar av hogst som kan føre til auka skredfare. Skogbrann kan også auke fara for lausmasseskred. For snøskred, og til ein viss grad steinsprang, er det einigheit i bransjen om effekten av skog.

Nedanfor følger ei oppsummering av korleis vi i denne rapporten har vurdert skogen opp mot ulike skredtypar.

Snøskred: I NVEs vegleiar skildrast skogens førebyggande effekt mot utløysing av snøskred som eit forhold mellom treslag, stammediameter og kronedekning. Det er ikkje gitt konkrete krav, men anbefalingar om kva verdiar av nemnde eigenskapar som hindrar utløysing på bakgrunn av PROALP standarden (NVE, 2020a). Vegleiarens bør-anbefalingar er utfordrande å konkretisere, blant anna fordi det ikkje er klart om det er ein, nokre eller alle dei ulike eigenskapane som må vere til stades for å hindre skredutløysing. Vi har vald å nytte tilgjengelege skogressurskart (NIBIO, 2022a), og utarbeide ei oversikt over område der skogen stettar krava til kronedekning for lauvskog (≥ 80 %) og barskog (≥ 50 %). I område som stettar krava har vi som eit utgangspunkt vurdert at snøskred ikkje har utløysingssannsyn som overstig 1/1000. Dette gjeld for området nordaust for kartleggingsområdet. Skog som ikkje er tett nok til å hindre utløysing vil i mange tilfelle likevel kunne redusere utløysingssannsynet for snøskred, både pga. forankring og at lagdeling i snødekket kan bli påvirka i skogkledde område, og dermed redusere utbreiinga eller eigenskapane til svake lag. Dette er spesielt aktuelt i denne delen av landet, der svake lag som kantkorn og overflaterim i stor grad vil påverke skredfaren grunna lite snø og små nysnømengder.

Sørpeskred: I NVEs vegleiar står det at sørpeskred sjeldan blir utløyst i skogkledd terreng, og dette er i tråd med våre erfaringar i Sør-Norge. Anna vegetasjon har også vist seg å ha dempande effekt i løsneområde. For eksempel har gjengrodd slåttemark vist seg ikkje å gje utløysing av sørpeskred på same måte som den gang det ikkje var skog der.

Steinsprang: For steinsprang held vi oss til tilråingar gjeve rundt skog i NVEs vegleiar. Når det gjeld losnesannsynet vurderer vi at effekten av skog ikkje kan kvantifiserast med tilstrekkeleg sikkerheit til at det utgjer ein forskjell, då skogen både kan ha negativ og positiv effekt på losnesannsynet. Negativ effekt er i form av forvitring og oppsprekking som utviklast over tid, røter som veks inn i og utvidar sprekker eller ved at steinsprangblokker rivast ut ved rotvelt. Positiv effekt kan vere røter som støttar opp og forankrar lause blokker, og dermed verkar som ein ekstern stabiliserande faktor for utfall av steinsprang frå morenemassar.

Det er i mykje store blokker i avsetjingane i dette området, noko som tilseier at vi ikkje kan legge stor vekt på skogen når det gjeld steinsprang.

Jord- og flaumskred: I NVEs vegleiar står det at skog og bunndekke har stor innverknad på sannsynet for utløysing av jordskred og flaumskred. Vegetasjonen har positiv effekt på stabiliteten av lausmassar blant anna på grunn av at røtene bind opp masse og skapar stabilitet, trekronene verkar vassfordrøyande ved at de avgrensar mengda vatn som landar

direkte på bakken og slik dempar erosjon, samt at røtene tek opp vatn fra lausmassedekke. I tillegg vil skog høgare opp i dreneringsfeltet bidra til å avgrense vassføringstoppen ved intens nedbør og dermed sannsynet for flaumskred i bekkar og raviner.

Blandingsskog med ujamn alder og botnvegetasjon er truleg mest effektivt og robust med tanke på over tid å redusere sannsynet for utløysing av jordskred og flaumskred. Store tre på tynt jordsmonn vil redusere stabiliteten i bratte skråningar, og dermed ha ein negativ effekt, spesielt med tanke på grunne jordskred.

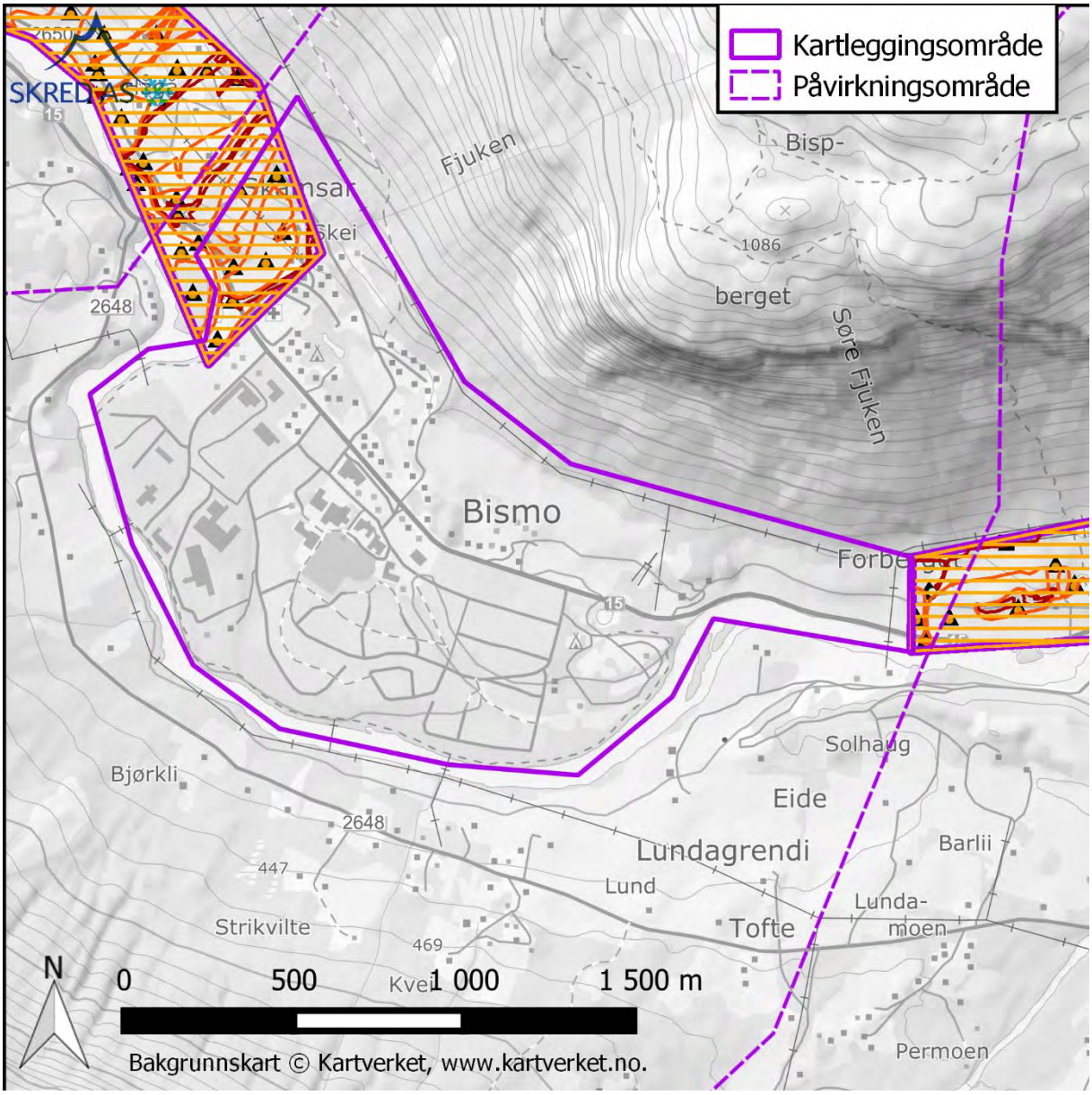
Når det gjelder losnesannsynet for jord- og flaumskred kjenner vi ikkje til kvantitative resultat som skildrar f.eks. kor mykje losnesannsynet aukar som følge av at skogen i eit område fjernast. Det er kjent at lausmasseskred hyppigare opptrer i hogstfelt enn i tilgrensande skog, f.eks. kraftgater, sjølv om terrenghelling og lausmassane sine eigenskapar elles er like. Vår erfaring tilseier likevel at det er lettare å kople utløysingsårsak til opphoping av vatn eller auka erosjon som følge av skogsbilvegar og spor etter hogstmaskiner, enn sjølve fråvêret av skog. Slike sekundæreffektar av hogst er ikkje mogleg å ta omsyn til eller forutsjå i skredfarekartlegginga.

Vi kjenner heller ikkje til modellverktøy som koplar effekten av skog opp mot utløp og skadepotensiale, heller ikkje FoU som går på rekkevidde av jord- og flaumskred for ein situasjon med og utan skog. Det er derfor vanskeleg å kvantifisere endringar i utløp for ein situasjon med og utan skog.

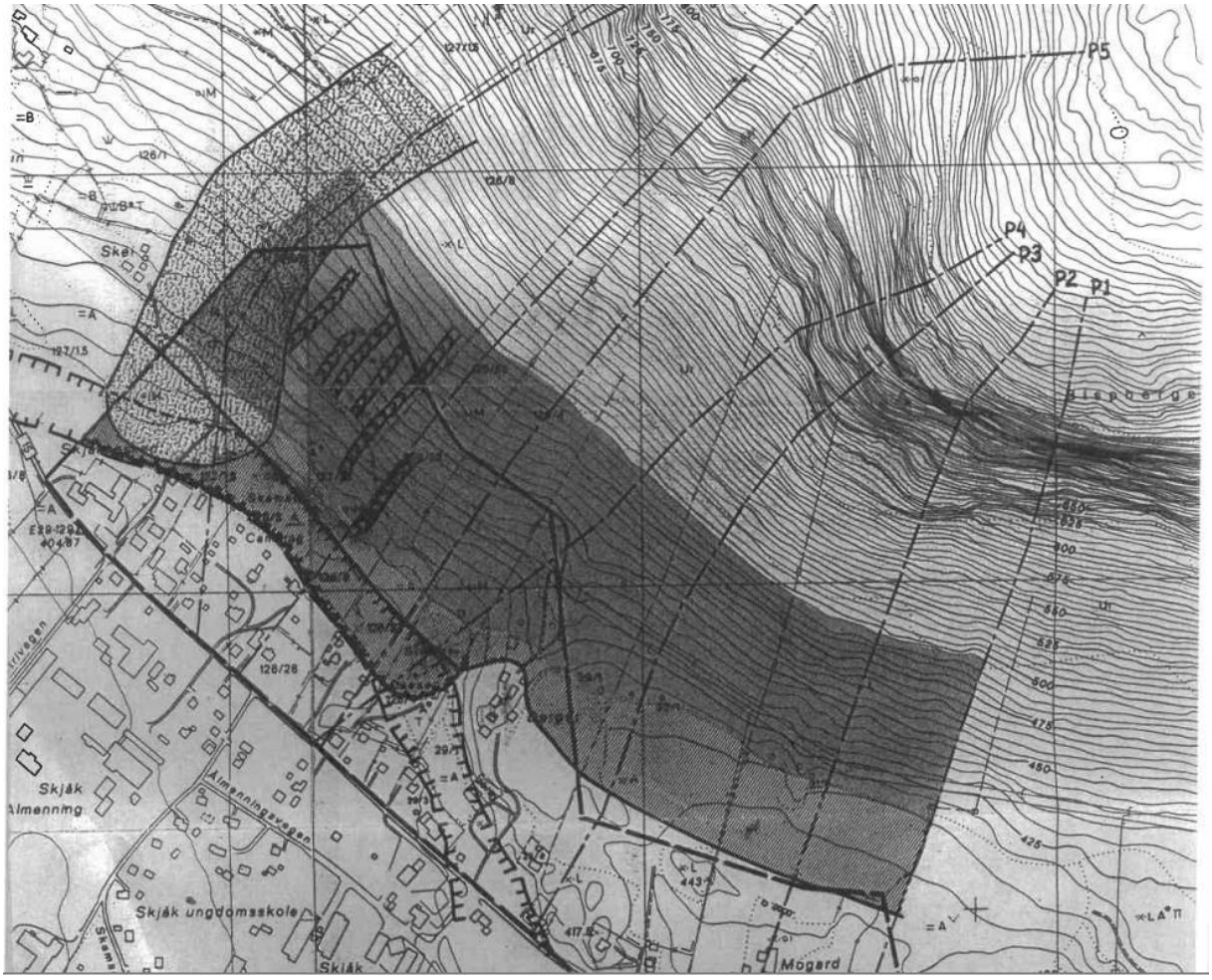
4.6 Tidlegare rapportar

Vi er kjend med følgande rapportar med betydning for området Bismo sentrum:

1) Vurdering av fare for skred i reguleringsområde. Bismo nord, Skjåk kommune. NGI 1991 (NGI, 1991). Sjå Figur 19.
2) Skredfarekartlegging i Lom, Skjåk og Vågå kommuner (NVE, 2018). Sjå Figur 18. Denne konkluderer med at rekkevidda av flaum- og sørpeskred i vestleg del kan vere «heilt ned i det gamle elveleiet», medan det er steinsprang og steinskred som dominerer skredfaren i austleg del.



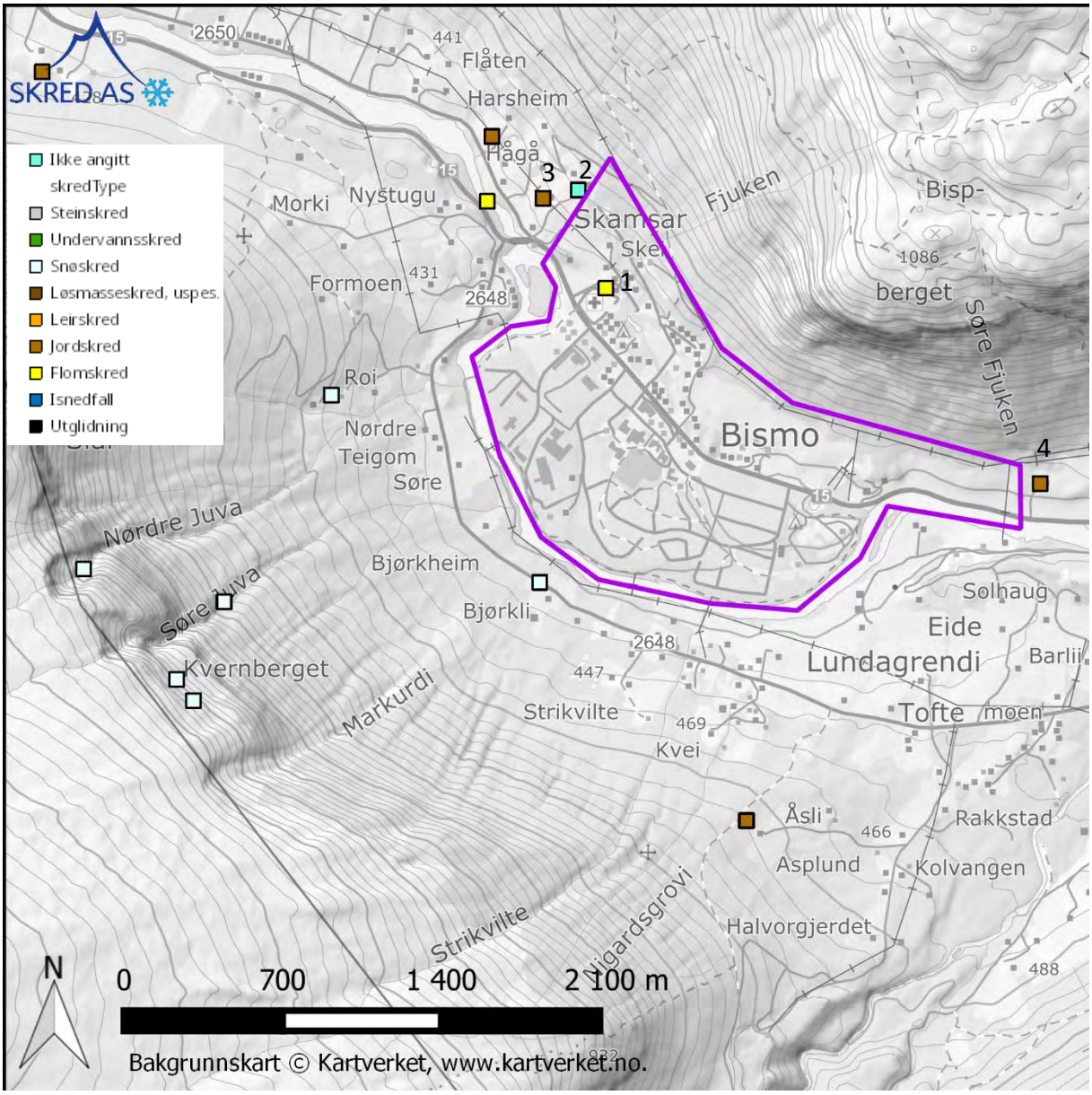
Figur 18 Eksisterande faresoner (NVE, 2018)



Figur 19 Faresoner frå 1991. Plassering av gamalt elveleie er også innteikna (NGI, 1991). Skraverte områder tilsvarar faresone 1/1000.

4.6.1 Historiske skredhendingar

I nasjonal skreddatabase (NVE, 2021b) er det registrert ei flaumskredhending (1) innanfor kartleggingsområdet (Figur 20). Det er elles mange snøskred i fjellsida vest for Bismo sentrum, samt jordskred i området nord og sør for kartleggingsområdet, sjå tabell og figur.



Figur 20: Skredhendingar i NVE atlas

Tabell 3: Utvald skredhistorikk i kartleggingsområdet

Nummer	Beskrivelse
1	**Flaumskred** **21. juli 1789 kl. 09:33** Like øst for gården Skei, er det spor som kan tolkes som en skredtunge etter et løsmasse/flomskred. Denne tunga er synlig nede i et gammelt elvefar til elva Otta, og antas å ha gått etter at Otta skiftet løp vest for Bismo sentrum. Lignende skred skal ha gjort stor skade på gårdene Hågå, Bruheim og Skamsar under Stor-Ofsen i juli 1789. Hovedskredet ved Skamsar skal i 1789 ha krysset elva Otta ved Bruheim og demmet opp elva ovenfor.
2	Ottestad **Ikke angitt** **15. juli 1500 kl. 00:00**

	Årstalet 1500 er ca. Skjåk. I Bruheimsgrenda, (nær Hågå og Skamsar) låg så seint som iallfall 1442 ein gard som heitte Ottestad. Skred, anten snø eller med stein seier historia, har tynt heilt garden, som no ikkje eksisterer meir. Uklart om skadeomfang og omkomne. Truleg lå staden om lag der Skamsar er no.
3	Skamsar **Jordskred** **21. juli 1789 kl. 12:00** Skjåk. Ofsen. På Skamsar, grannelaget til Bruheim og Hågå (Hagen) gjekk også jordskred, og medan dei var i ferd med å røme unna skredet, vart ei kvinne teken av jordmassane og drepen. Også husa for og det vart mykje jordskade. Det er skrive ned at den 21. juli døde Ingeborg Sylfestdotter Schamser. "Død i Fieldskreen" (kyrkjeboka). Truleg var dette meir eit jordskred. Om det var husdyrskade er ikkje kjent, men dei fleste dyra var nok på setra.
4	Forberg **Jordskred** **21. juli 1789 kl. 00:00** Skjåk. Ofsen. Forberg. På Forbergsgardane tok jordskred også hus og jord natt til 22. Juli 1789, og her omkom to småungar av eit av skreda. Dette var Johannes Christens. Forberget 4 år, Marith Johannisdatter Forberget, 12 år gammal. "Død i Jordskreen." Uklart om der var tap av hudyr. Kartreferansen er usikker.

4.6.2 Eksisterande skredsikringstiltak

I nordvestleg del av kartleggingsområdet er det ein ny sikringsvoll (fangvoll) ovanfor garden Skei (Figur 21). Denne vart prosjektert av SWECO i 2019 og Skred AS har fått as-built data for denne og lagt den inn i terrengmodell. Den er 3 m høg og har tørrmur 2:1 på støytsida. Det er ei stikkrenne i sør-austeg del av vollen. Det er ikkje mogleg å oppdrive bakgrunnsdata som dimensjonerande skred eller faresoner etter bygging for denne vollen, og det har ikkje vore inne skredteknisk kompetanse frå SWECO si side i samband med prosjekteringa.

Det er også to andre, liknande vollar og i same høgd søraust for dette (Figur 23) som det heller ikkje har vore mogleg å få bakgrunnsinformasjon om. Det er ikkje klart om det er NGI si skredfarekartlegging frå 1991 som ligg bak dette eller om det er nyare, udokumenterte vurderingar. Vi kan difor ikkje utelukke at det kan ha vore skredhendingar her i nyare tid. Desse vollane er meint å sikre byggefelta ovanfor sentrum. Ingen av desse vollane ligg inne som registrerte sikringstiltak i NVE atlas, men etter flybilete å dømme kom den første mellom 2005 og 2010 og den andre mellom 2011 og 2015. Plassering av sikringstiltaka er synleg i Figur 13.

Det er registrert ein flaumsikring ved Søre Juva, på vestsida av elva. Det er også planlagd flaumskring i nordleg del av Bismo sentrum.



Figur 21 Ny voll Skeid III, foto tatt med drone på synfaring



Figur 22 Eldre voll omtrent midt ovanfor sentrum

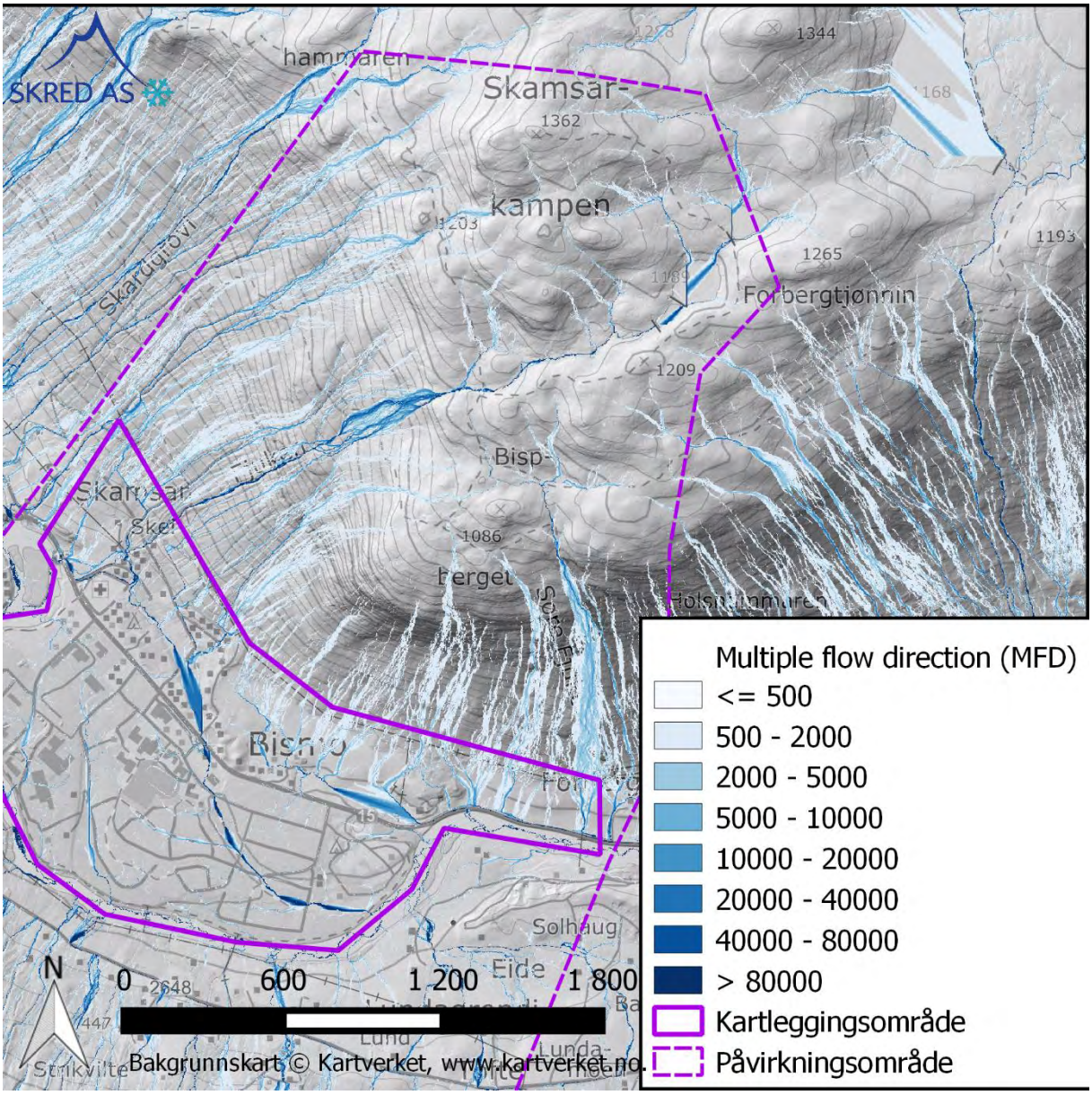


Figur 23 Dronefoto sørover. Den midtre og den sørlegaste vollen er med i biletet (piler)

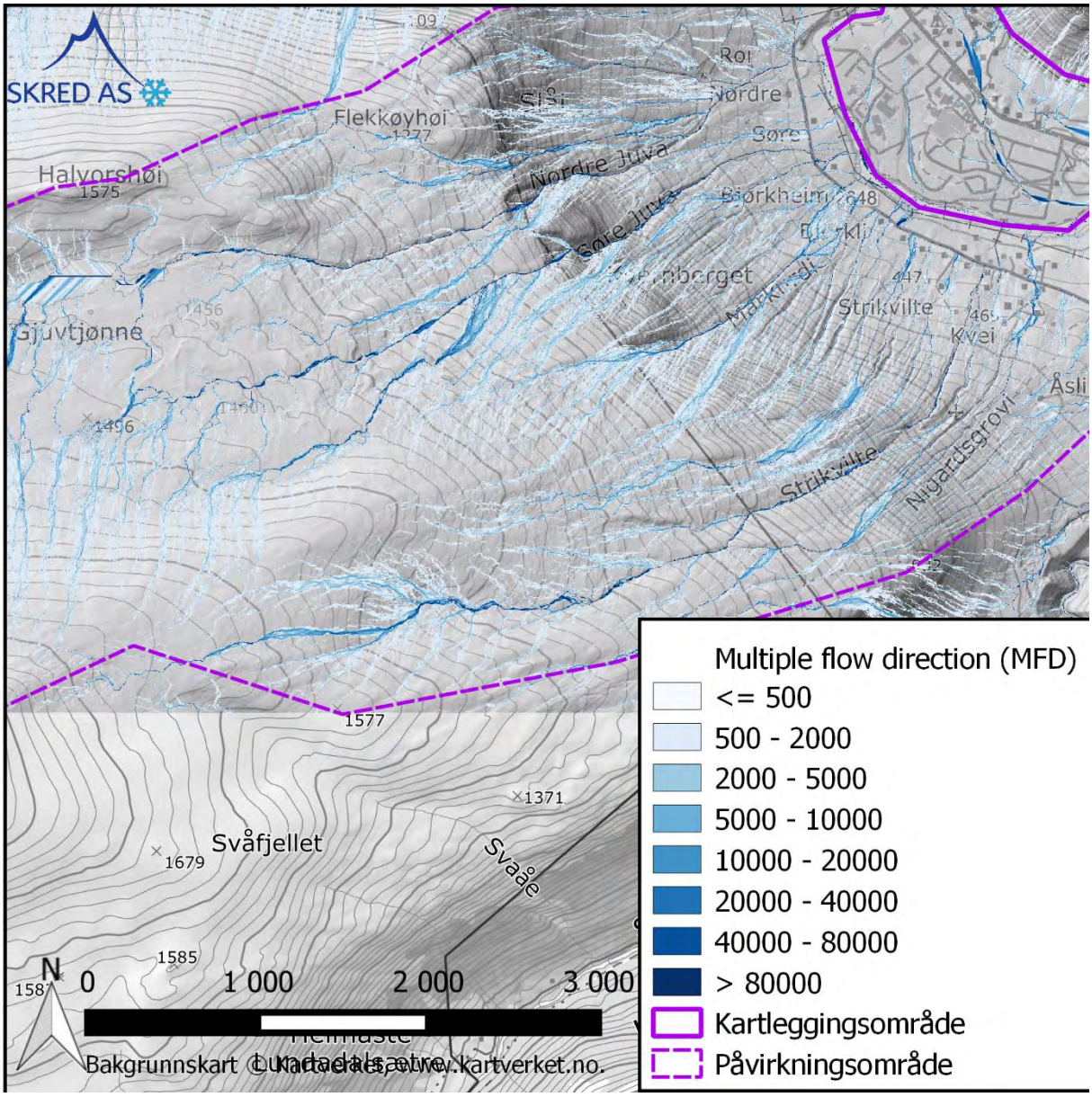
4.7 Hydrologi og overflateavrenning

Avrenning av vatn frå nedbør og snøsmelting er ofte, men ikkje alltid, ei årsak til utløysing av spesielt jord- og flaumskred sidan vatnet kan gje redusert stabilitet og moglegheit for erosjon av lausmasseskråningar. For å vurdere overflateavrenninga i området har vi utført ei flaumvegsanalyse (MFD) i QGis, vist i Figur 24 og Figur 25.

Analysa tar ikkje omsyn til stikkrenner og kapasiteten til stikkrenner er ikkje vurdert, då det ikkje er eit krav om fullstendig hydrologisk/hydraulisk analyse av for eksempel kapasitet på stikkrenner i utføringa av skredfarevurdering i samsvar med vegleiar (NVE, 2020a).



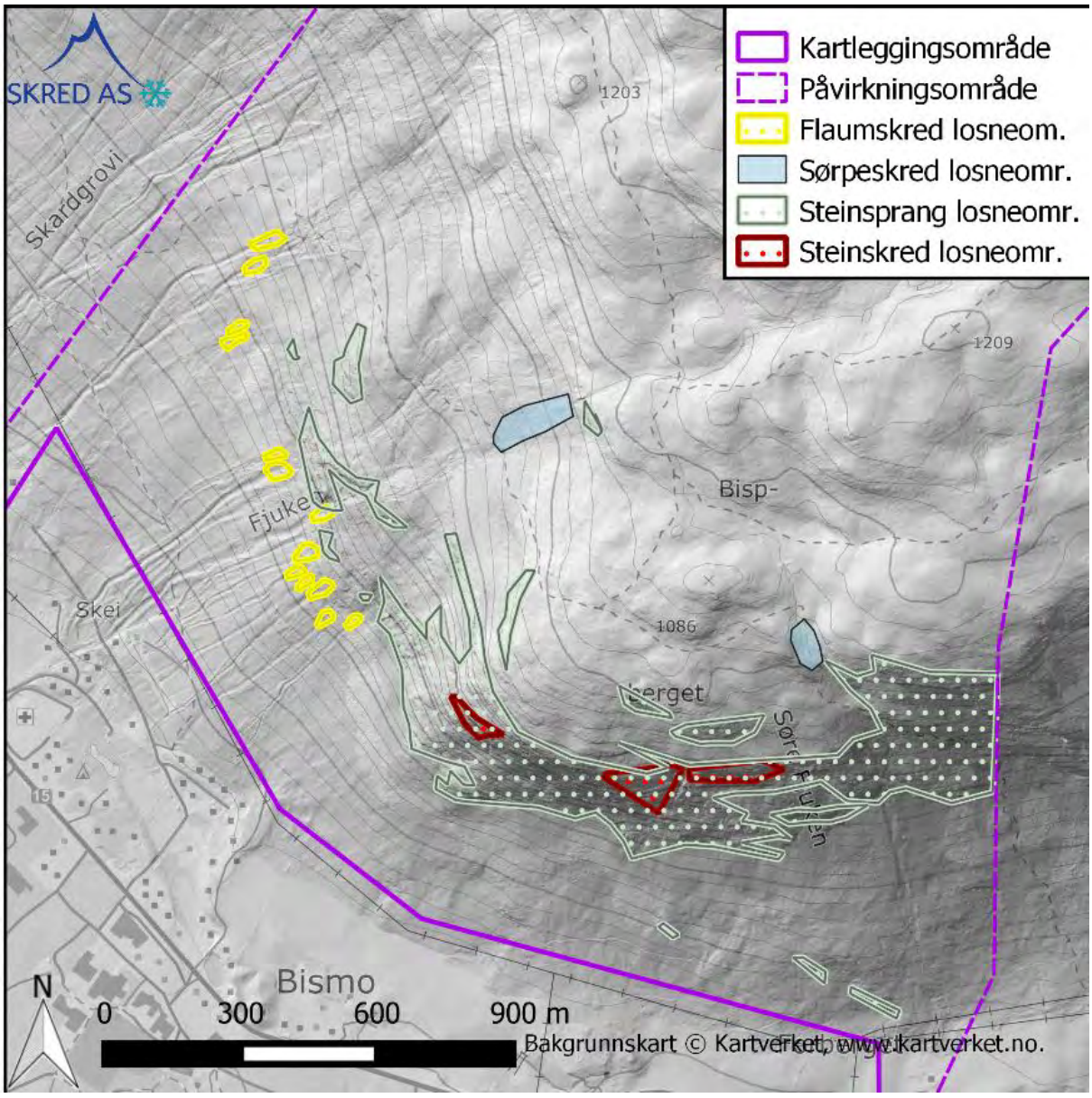
Figur 24 Dreneringsanalyse for austsida av sentrum. Blå farge indikerer kvar vatn samlar seg.



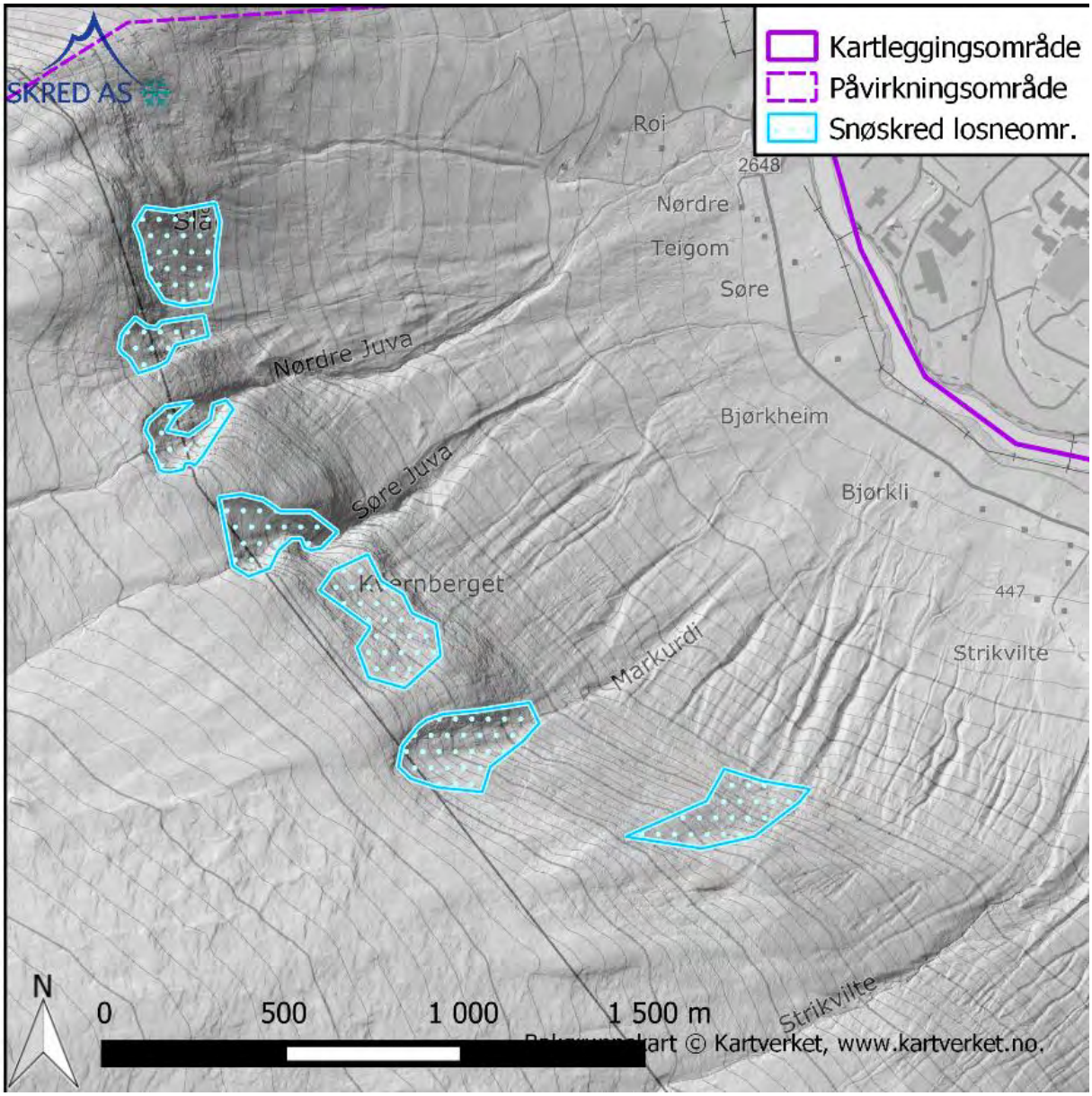
Figur 25 Dreneringsanalyse for vestsida. Blå farge indikerer kvar vatn samlar seg.

4.8 Modellering

Vi har nytta RAMMS::Avalanche (Christen, Kowalski, & Bartelt, 2010), RAMMS::Debris Flow (Christen, et al., 2012) og Rockyfor3D (Dorren, 2015) for å modellere mogleg skredutbreiing i vurderinga. Losneområder for ulike skredtypar er innteikna i Figur 26 og Figur 27.



Figur 26 Skuggekart med losneområder for ulike skredtypar aktuelle for det kartlagde området omtrentleg markert



Figur 27 Skuggekart med losneområder for ulike skredtypar aktuelle for det kartlagde omrdet omtrentleg markert. Andre skredtypar enn snøskred er ikkje aktuelle for det kartlagde området på denne sida og er difor ikkje markert.

4.8.1 Snøskred

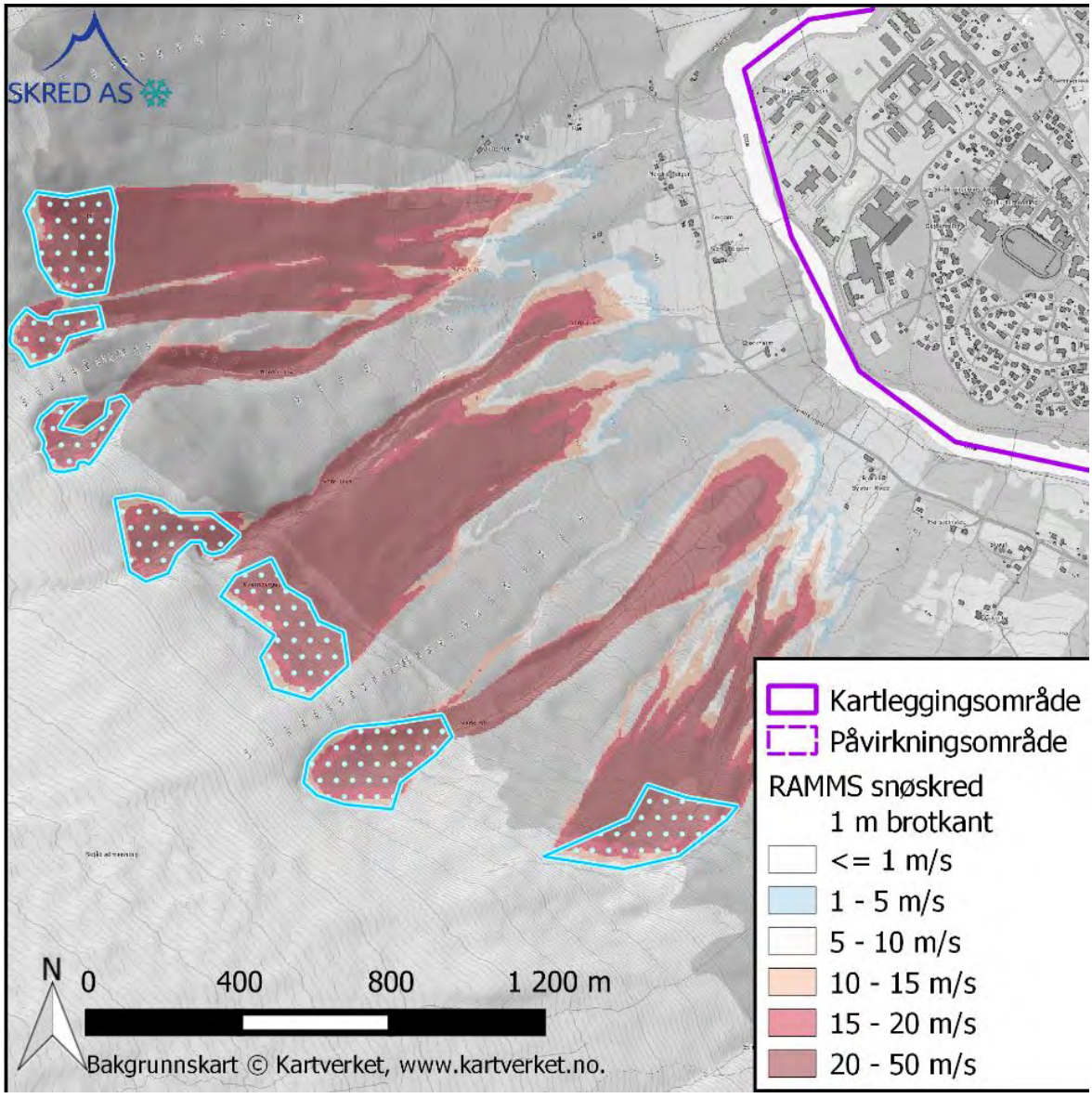
Som dynamisk modell har vi brukt versjon 1.7.20 av RAMMS::Avalanche (Christen, Kowalski, & Bartelt, 2010). Alle køyringar er gjort med horisontal oppløysing i underliggande terrengmodell på 5 m x 5 m. I køyringane er tettleik sett til 300 kg/m^3, som tilrådd i manualen.

Vi har kun teikna losneområde for snøskred på vestsida av elva, av di vi meiner det ikkje er reelle losneområde for snøskred på austsida. For dimensjonerande brotkantar for snøskred har vi teke utgangspunkt i ekstremverdianalysa for 3-døgns nysnødjupn. Denne indikerer at maks 3-døgns snøfall med ein returperiode på 100, 1000 og 5000 år er 40 og 50 og 59 cm. I

dei aktuelle losneområda forventar vi pålagring som følge av stort henteområde og vindtransport og har lagt til snø. På bakgrunn av dette og erfaringar frå tidlegare skredhendingar i området har vi for ei 1/100 hending antatt brotkanthøgde på 80 cm, for 1/1000 100 cm og for 1/5000 120 cm.

Brotkant og losneareal bestemmer volum. Friksjonsparametrar for modellerte skred er sett i høve til skredvolum som skildra i manualen til RAMMS, og inndelt i gruppene Tiny (<5000 m^3), Small (5000-25.000 m^3), Medium (25.000-60.000 m^3) og Large (>60.000 m^3). Alle losneområda vi har teikna inn kjem inn under kategorien Large. Merk at det er volum av kvart enkelt skred som styrer valet av gruppe, og ikkje det totale skredvolum i ei køyring som kan bestå av fleire løsneområde. Det er ikkje tatt omsyn til skog i modelleringane.

Standard friksjonsverdiar i RAMMS (μ og ξ), basert på volum og gjentaksintervall 300 år, er nytta for simulering av skredhendingar med 1000 og 5000 års gjentaksintervall i mangel på større returperiodar i programvara. Høgdenivåa (standardinnstilling er 1500 og 1000 moh.) er endra til 1000 og 500 moh. basert på skjønn, kalibrering mot kjente hendingar i andre prosjekt og sensitivitetsanalysar. Basert på NIFS rapporten (NIFS, 2015) anbefalast høgdenivåa å settast til 1150 og 650 moh., og dei nytta høgdene på 1000 og 500 vil derfor gje noko lengre utløp. Modelleringa viser eit scenario med 1 m brotkant (Figur 28). Om vi ser på flyfoto ser vi at utløpet stemmer godt med skredskada skog. Skredskada skog kan også komme frå skredvind, slik at historiske skred ikkje treng samsvare med 1/1000-scenarioet. Snøskred med sannsyn 1/5000 per år meiner vi vil kunne nå lenger enn modelleringsresultata viser, men faste massar vil ikkje komme inn i aktuelt område. Dette støttast av aktsemdskarta.



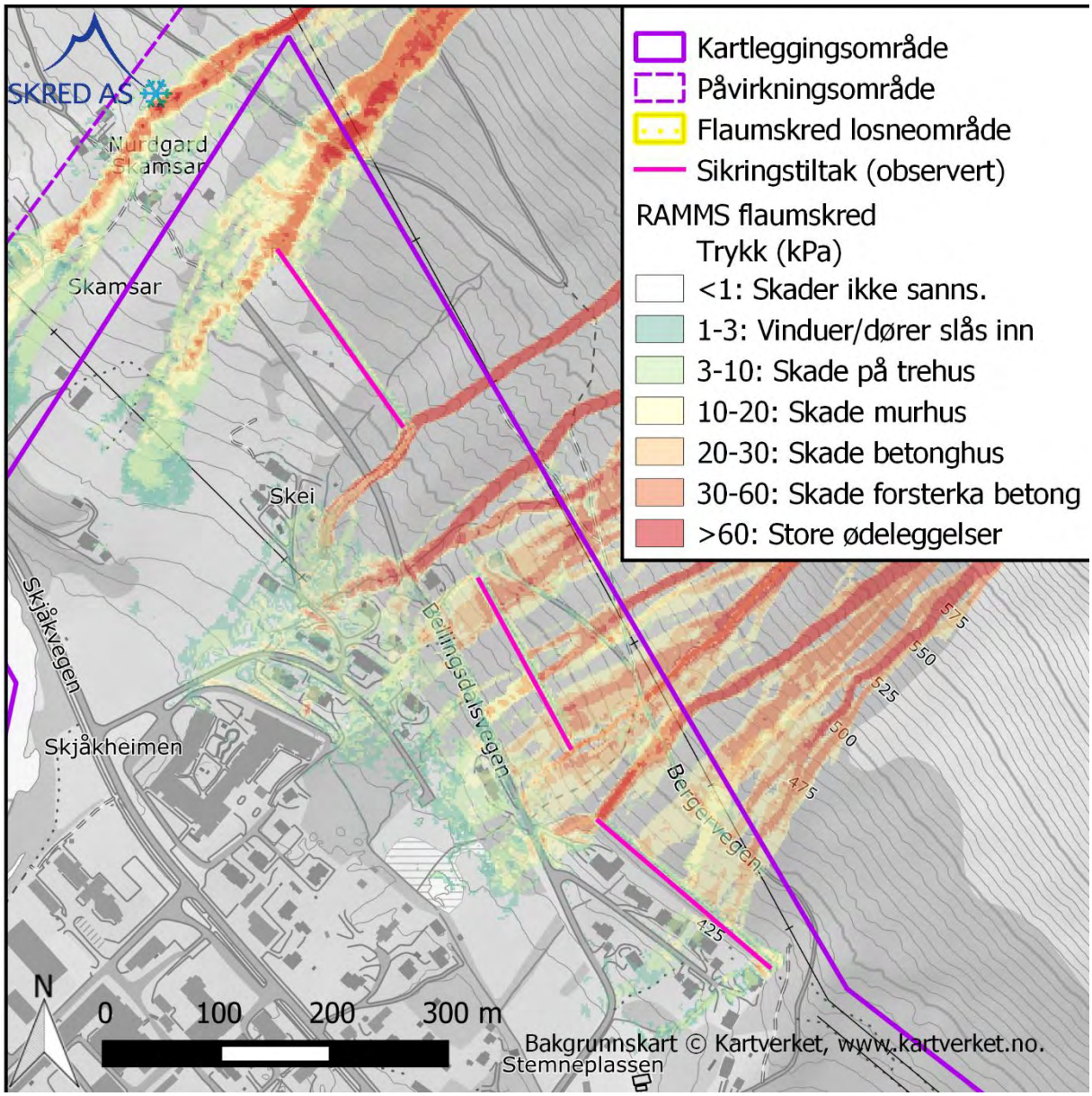
Figur 28 Eksempel på RAMMS-modellering av snøskred (1 m brotkant) fra vestsida av elva. Losneområder er markert.

4.8.2 Lausmasseskred

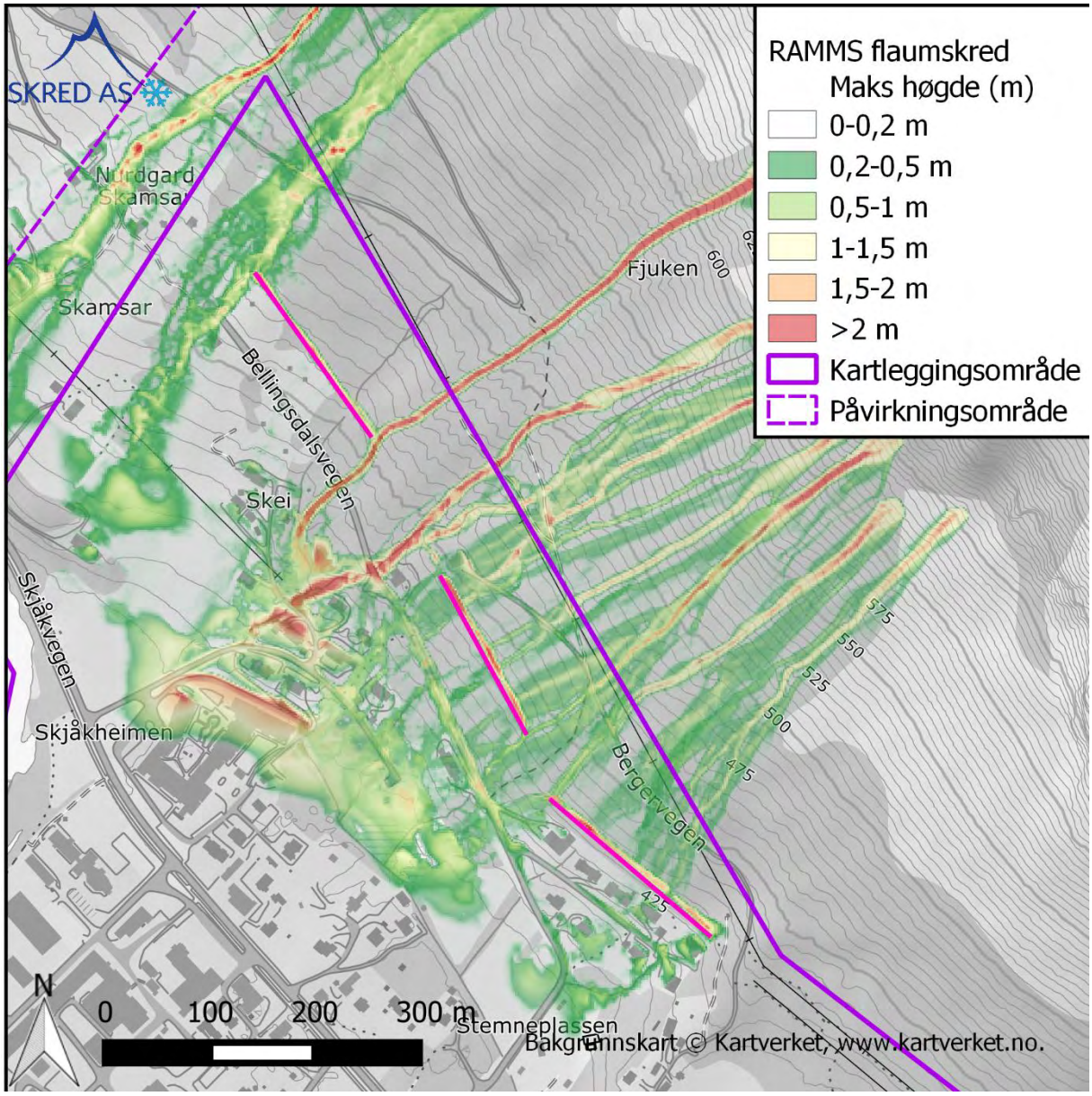
Vi anser lausmasseskred med mykje vatn som mest aktuell prosess og den prosessen som vil nå lengst mest størst skadepotensial, og viser her difor kun modellering av flaumskred. For å vurdere utløpet av potensielle flaumskred, er det utført modelleringar med programvara RAMMS::Debris Flow (Christen, et al., 2012).

Berekningar er utført med oppløysing på 2 m x 2 m, og ein tettleik av massane på 2000 kg/m^3. Det er brukt «*block release*» med 0,5 – 1,0 m brotkant. Arealet av modellerte losneområde for flaumskred er lagt til forsenkingar og søkk i terrenget, stader der vatn kan renne inn i toppen av forsenkinga. Dette er vurdert ut fra flyfoto, observasjonar i terrenget, historikk og terrengmodellen, og varierer frå 500-1500 m^2. Vi har sett på anbefalingar i FoU rapporten «RAMMS::Debris Flow for beregning av jordskred – Casestudier og anbefalinger

for bruk» (NVE, 2020c), men justert parametrane for å passe til flaumskred. Friksjonsparameteren μ er variert mellom standardverdien μ=0,2 til μ=0,05, som gjev lenger utløp av skredmassane. Verdien for μ er tilpassa observasjonar i områda, for eksempel ferske skred, og vår vurdering av moglegheita for vassmetting og mobilitet i skreda. I dei fleste berekningar vi har gjort, ligg ξ =200 og μ=0,1. Erosjonspolygon er teikna omtrent som 2/3 av skredbanene, med erosjonsrate 0,013 m/s og potensiell erosjonsdjupn 0,1/kPa.



Figur 29 Eksempel på modellering av flaumskred med 1 m brotkant, my 0,1, xi 200, med erosjon. Her visast trykk. Trykk avheng også av tettleiken på massane.



Figur 30 Same modellkøyring som over, men her visast maks høgde på skredet.

Berekningane viser at flaumskred i stor grad følger ravinene, men breiar seg utover når dei kjem ned i bustadområda og følger vegar og andre menneskeskapte forsenkingar. Dette stemmer godt over eins med kartlagde skredavsetningar. Modellen tek ikkje omsyn til for eksempel hus, og handterar brå vinkelendringar dårleg fordi modellen ikkje tek omsyn til energireduksjon i møte med brå endringar. Difor kan ho ikkje nyttast til å dimensjonere sikringstiltak i seg sjølv, men kan vere ei indikasjon på t.d. volumkapasiteten til eit tiltak. Vollane har god verknad på dei mindre skreda og verkar å ha kapasitet til å ta unna det venta volumet i små hendingar. For scenaria som vi meiner best representerer skred med årleg sannsyn 1/1000 og 1/5000 har dei stadvis avgrensa verknad, og det kan ventast at vollane overtoppast på grunn av for lita kapasitet til avlagring av skredmassar og ikkje tilstrekkeleg sidevegs fall.

4.8.3 Sørpeskred

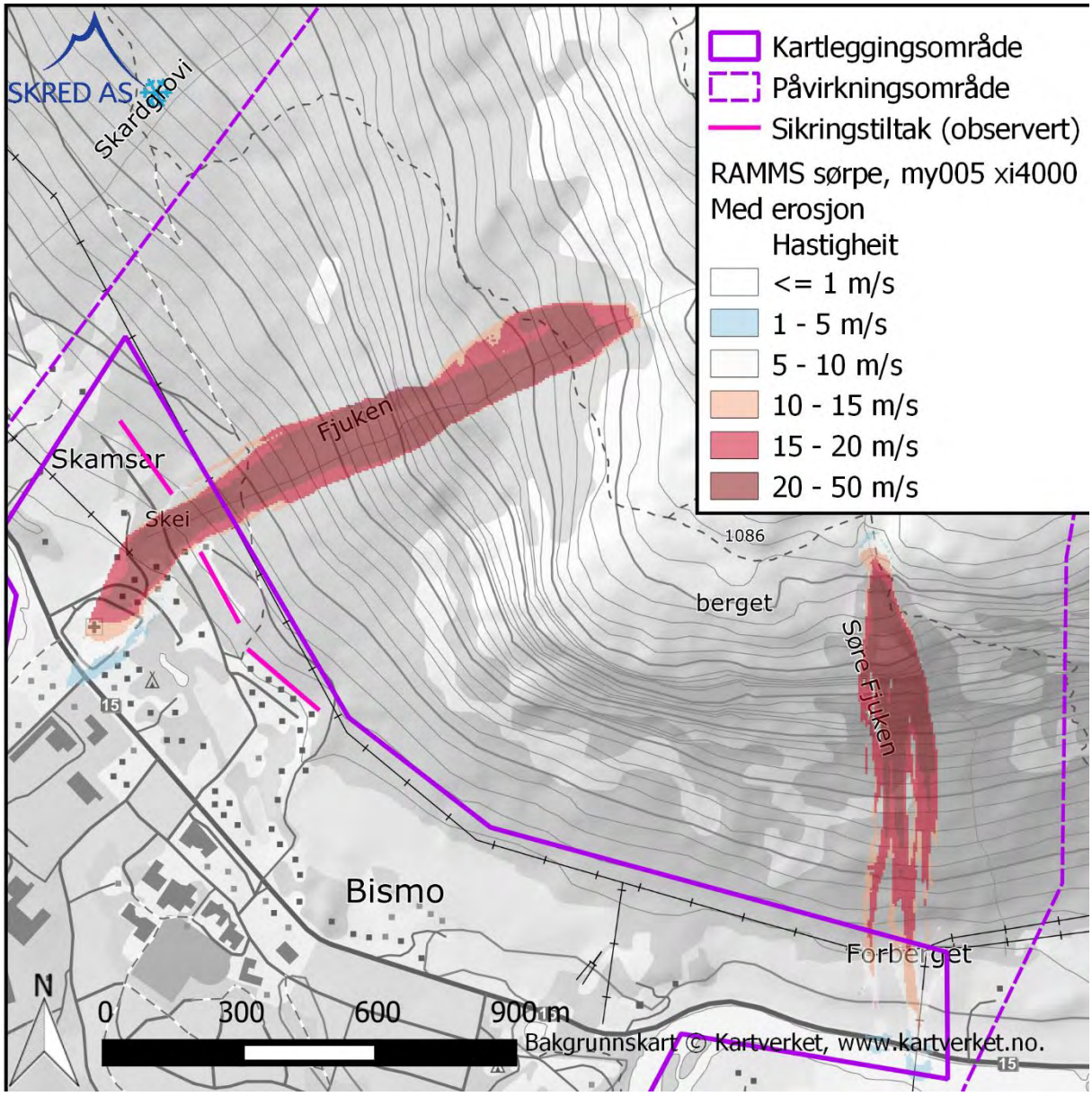
Vi vurderer at sørpeskred kan losne og drenere ned både i retning Skeidsholet og i retning Forberget. Det kan også losne sørpeskred på vestsida av elva, men slike skred vil havne i elva.

For å vurdere utløpet av potensielle sørpeskred, er det utført modelleringar med programvaren RAMMS::Debris Flow (Christen, et al., 2012).

Berekningar er utført med oppløysing på 2 m x 2 m, og ein tettleik av massane på 1000 kg/m^3. Det er brukt «block release» med 0,5 – 1,0 m brotkant. Losneområda er i høgfjellsterreng der vatn kan samle seg, vurdert ut fra flyfoto, historikk og terrengmodellen, og varierer frå 4000-8000 m^2. Vi har ikkje teikna losneområde nedanfor dammar sidan dette er ein form for menneskeleg påverking og tilstanden til dammane er ukjent, men i realiteten er desse dammane ein ekstra usikkerheit.

Vi har brukt anbefalingane i FoU rapporten «Bruk av RAMMS::DEBRISFLOW på kjente sørpeskredhendelser» (NVE, 2021), dvs. erosion rate «loose wet», pot. erosion depth «deep» og critical shear stress «low». Vi har brukt μ=0,05 og variert ξ frå 1000 til 4000, justert etter tilrådingane om returperiodar.

Vi ser at sørpeskred vil spreie seg noko meir enn flaumskred og følgje vegar og andre menneskeskapte forsenkingar i nedre delar.



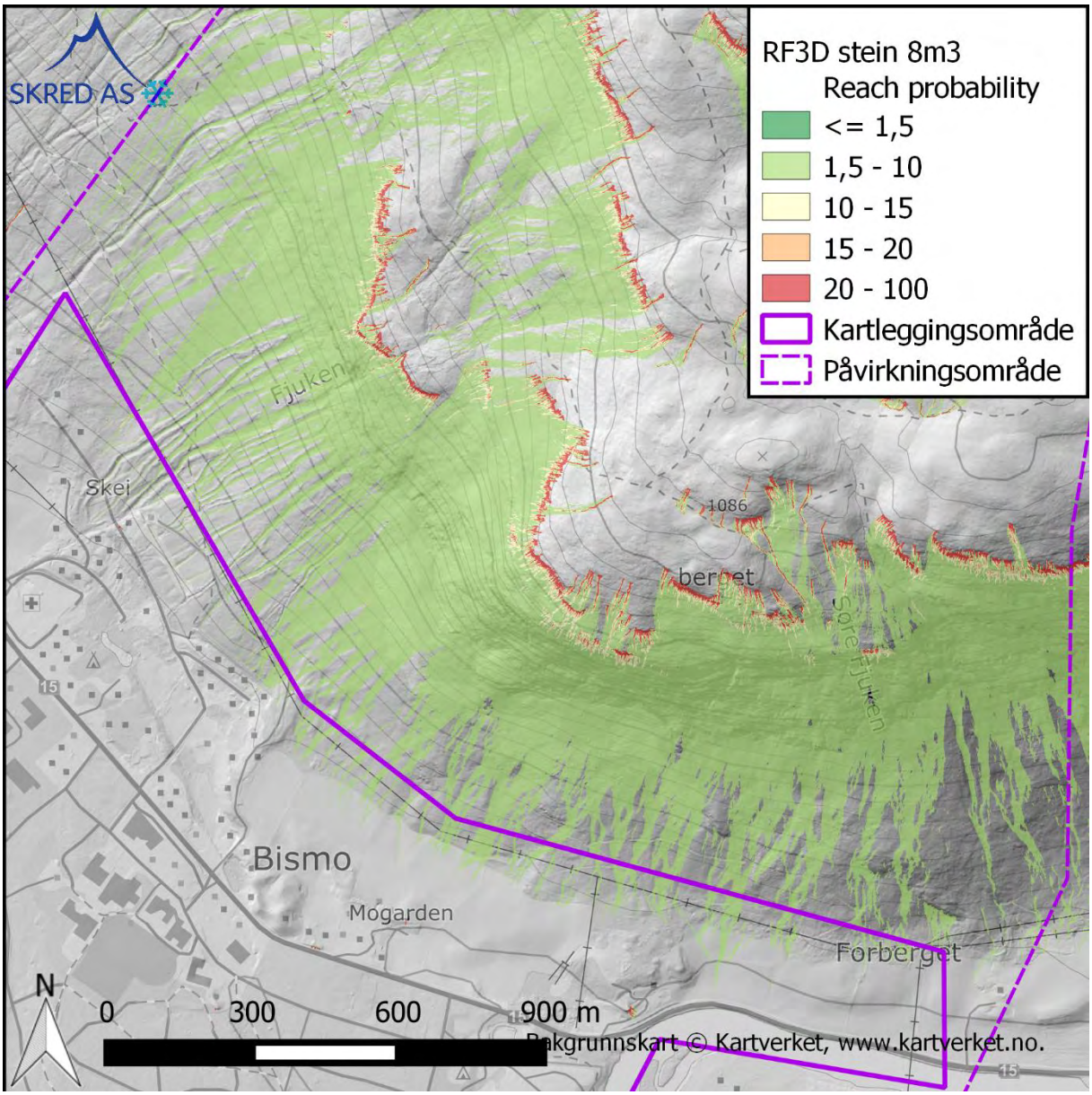
Figur 31 Eksempel på sørpeskredmodellering, her med my0,05 og xi 4000. Erosjon er inkludert.

4.8.4 Steinsprang

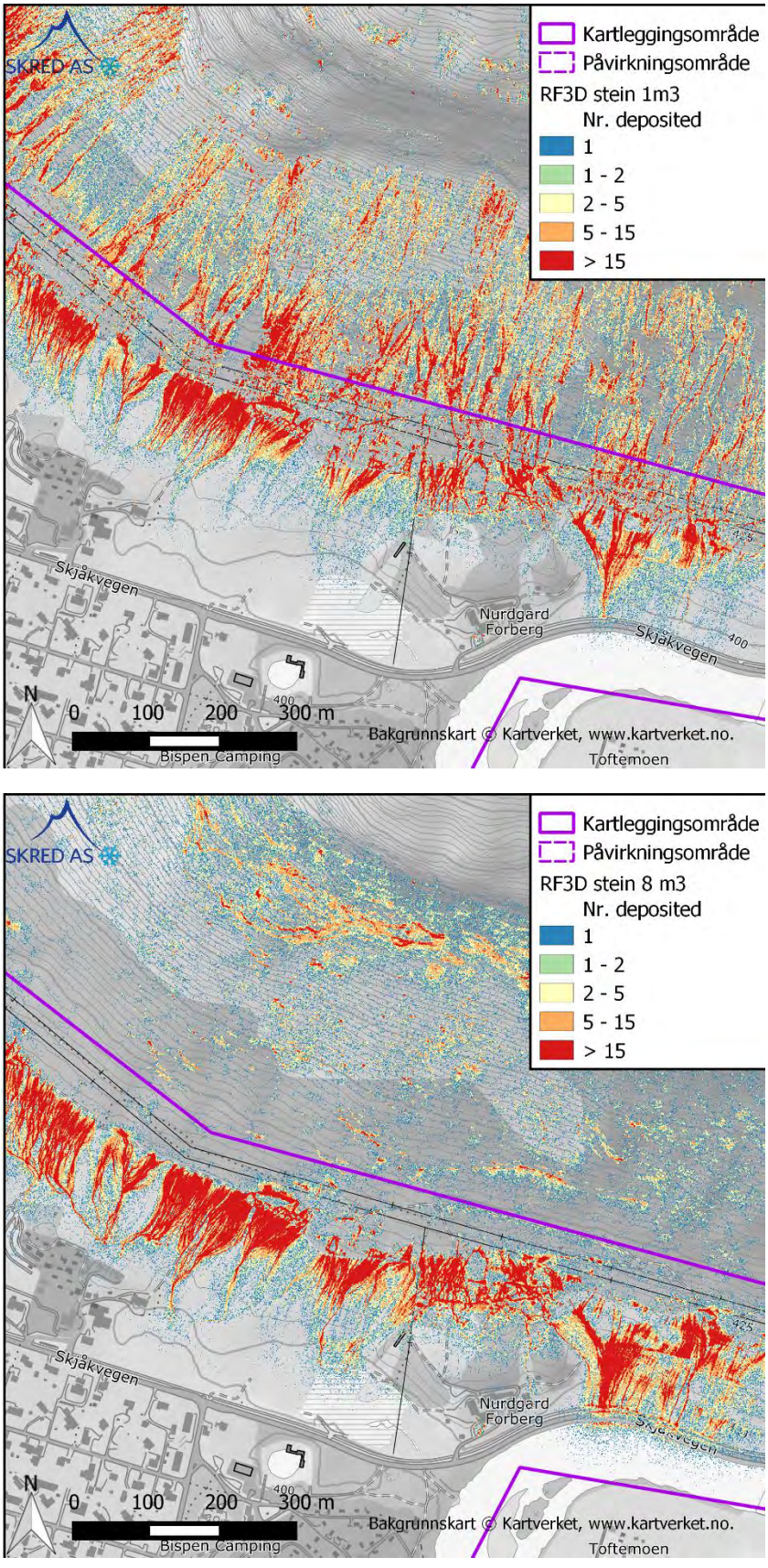
For å berekne mogleg utbreiing og rørslemønster for steinsprang fra kjeldeområda nedanfor Bispberget er programvaren Rockyfor3D (Dorren, 2015) tatt i bruk. Det blei nytta ein terrengmodell med horisontal oppløysing på 1 m x 1 m. Kjeldeområda er definert automatisk av programmet som alle område brattare enn 55°, og det blei simulert 100 steinsprang fra kvar celle. Modellen ble køyrd med rektangulære blokker på 1 og 8 m^3 (1 m oppløysing), basert på observasjonar på synfaringa. Ruheitsparametrane er definert automatisk på grunnlag av terrenghellinga i utløpet. I ein ny FoU rapport frå NVE om bruk av steinsprangmodellar i faresonekartlegging (NVE, 2020b), vurderast det at denne metoden i stor grad representerer terrenget på ein tilfredsstillande måte samanlikna med detaljert innsamling av terrengdata i felt for utløpsmodellering.

Modellen seier ikkje noko om losnesannsyn, eller forskjell i losnesannsyn mellom ulike kjeldeområde, og dei lengste modellerte utløpa er noko urealistiske (NVE, 2020b). Sistnemnde skildrast også i brukermanualen til modellen, der simuleringane med 1 - 1,5% treffsannsyn, dvs. lengst utløp, vurderast som statistiske uteliggarar og er difor filtrert bort (Dorren, 2015).

Modellresultata indikerer at dei større blokkene når lenger, og færre av dei vert avsett høgt oppe i ura. Synfaring til fots og med drone støtter dette.



Figur 32 Eksempel på modellering av steinsprang med RF3D. Her er det brukt 8 m^3 store rektangulære blokker. Figuren viser reach probability



Figur 33 Number deposited i simulering med 1 m³ (øvst) og 8 m³ (nedst). Figuren viser at større blokker når lenger.

5 Vurdering av skredfare

5.1 Steinsprang

Det er særleg i den søraustlege delen av området, nedanfor Bispberget, at steinsprang er eit aktuelt problem. Det er eit stort parti av Bispberget som fungerer som kjeldeområde, og det er ei større samanhengande steinprangur i nedkant. Her vurderast at det skjer utfall tilnærma kvart år, men dei fleste utfall stansar i ura. Under synfaring vart det observert fleire ferske utfall synleg som sår i skrentene og som lyse blokker og spor i den markante ura nedanfor. Det ser ut til å vere vestleg del som er mest aktiv. Her ser det også ut til å vere potensiale for større utfall som steinskred. I nedre del av ura er det skog. Det er mange store (opp i 10 m^3) enkeltblokker spreidd utover heilt ned mot dyrkamarka, men det vart ikkje funne ferske steinsprangblokker på synfaringsruta som gjekk i nedre del av ura, i området kring kraftlina. Det er ikkje funne steinsprangblokker ute på jordene, men her kan det vere rydda, med unnatak av ei avsetjing like aust for Nurgard Forberg, som tolkast som ei steinskredavsetjing og ei større blokk enno lengder sør (sjå kap. 5.2).

Både synfaring og modellering tilseier at stein kan nå heilt ut på det flate jordet. Steinsprang med returperiode 1/100 vurderer vi kan nå ned til jordet, medan steinsprang med returperiode 1/1000 når fleire titals meter ut på jordet. Steinsprang med returperiode 1/5000 vil nå lengre enn dette, men er vurdert å ha kortare rekkevidde enn steinskred.

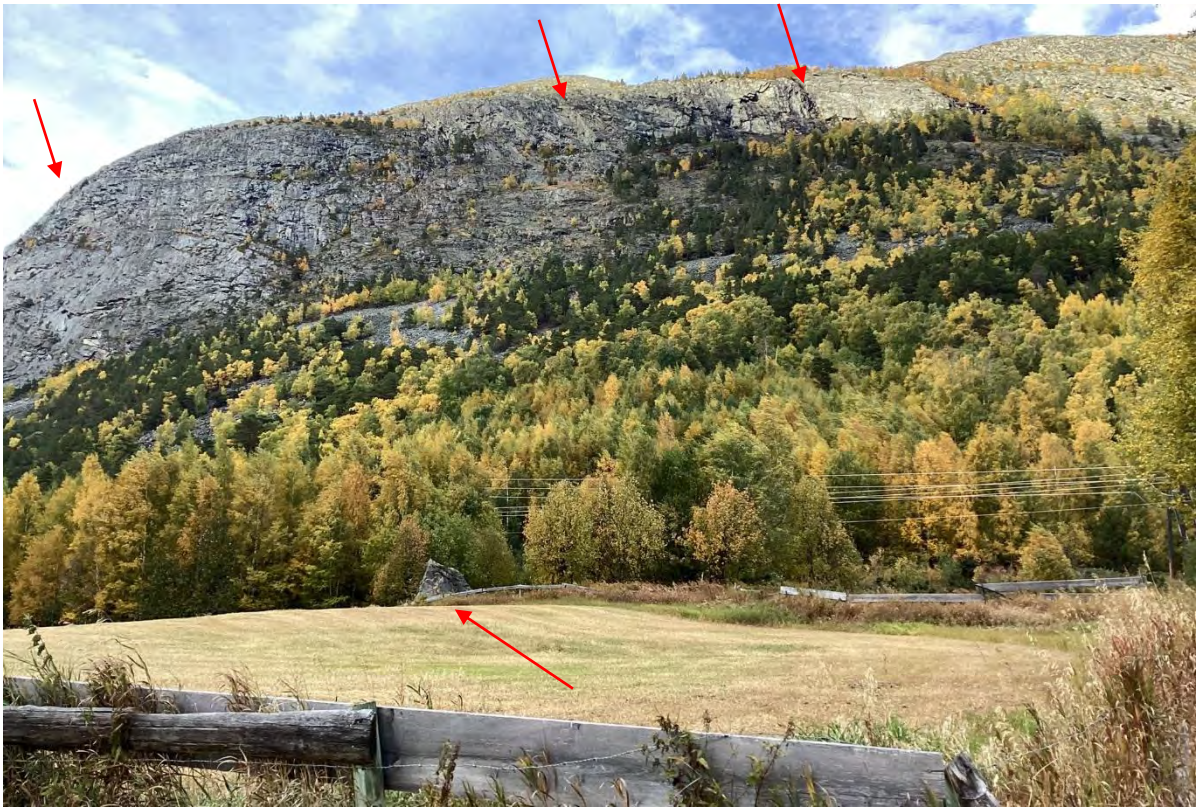
Skogen vurderast ikkje å ha betydning for faresonene på grunn av blokkstorleik over 2 m^3, og det er derfor ikkje innteikna polygon som har innverknad på steinsprangfaren.



Figur 34 Typisk nedre del av ura under Bispberget.



Figur 35 Blokker ned mot jordet nedanfor Bispberget.



Figur 36 Større blokk synleg ute på jordet i sørleg del av området. Områder med mogleg potensiale for steinskred markert omtrentleg.

5.2 Steinskred

I vestre del av Bispberget ser det ut til at det kan vere større parti som er avløyste og som har sprekkar parallelle med overflata, men også i sørleg ende av påverkingsområdet. Ved Nurgard Forberg er det truleg avsetjing etter eit steinskred, det er tydeleg på skuggekart, og vart også observert på synfaring. Plassering synast i registreringskart Figur 13, der stesinskredavsetjing når lengst ut.

På NGUs InSAR-kart (NGU, 2022) er det ikkje tydelege parti det er registrert rørsle i. Men på bakgrunn av grad av oppsprekking utelukkar vi ikkje steinskred med returperiode 1/5000 kan nå inn i området.

Utløp av steinskred er vurdert basert på losneområder, steinskredavsetjingar inne i kartleggingsområdet, modelleringsresultata og siktevinkel (31° som i Scheideggers kurve, ref. vegleiar (NVE, 2020a). Eit steinskred kan også rive med seg delar av ura nedanfor, men basert på terreng i kartleggingsområdet anser vi ikkje dette å ha stor betydning for utbreiinga av faresonene. Skogdekket vurderast ikkje å ha betydning for rekkevidda for steinskred.



Figur 37 Nordleg del av Bispberget med potensiale for større utfall. Dette ser også ut til å vere det mest aktive området.

5.3 Snøskred

5.3.1 Faste massar

Størstedelen av området aust for Bismo sentrum er for bratt til at større snøskred kan oppstå. Det er mindre isolerte potensielle losneområde for snøskred i den nordaustlege

delen ovanfor Skei, men losnesannsynet er lågare enn 1/1000 grunna mykje skog kombinert med ein eksposisjon som ligg i lo for dominerande vindretningar. Det er imidlertid mogleg med isras i denne delen av området, men desse vil ikkje nå inn i området grunna avstand til moglege kjeldeområde.

Området vest for elva er kjent snøskredterreng, med fleire skåler som det bortimot årleg går snøskred frå. Dette området ligg også i le for framherskande vindretningar, og det er store henteområder ovanfor. Her går den bratte delen av fjellsida opp til omkring 1150 moh., der terrenget flater ut oppover mot høgare fjell på opp mot 2000 m. I det slake terrenget ovanfor er det også mogleg å tenke seg losneområde for sørpe.

Det er stor avstand frå losneområda og inn i kartleggingsområdet. Vi vurderer at snøskred med sannsyn 1/5000 per år vil kunne nå noko lenger enn modellresultat i Figur 28 viser, men med bakgrunn i modellresultata, teikn på skadar i skogen og terrengtilhøve vurderer vi at faste massar frå snøskred med årleg sannsyn større enn 1/5000 ikkje vil nå inn i området. Dette støttast av aktsemdskartet.



Figur 38 Flyfoto fra 2020 som viser vestsida av dalen. Skredfar er tydelege.

5.3.2 Skredvind

Skred med høg hastigheit vil kunne mobilisere luftmassar i kombinasjon med snøpartiklar slik at det oppstår skredvind. Skredvind kan nå fleire hundre meter lenger enn dei faste massane og gir skade frå punktlastar (t.d. tre, kvist eller liknande) eller på grunn av at auka

tettleik i lufta gir høgt trykk når hastigheita er stor. Det er i dag ingen kommersiell programvare for modellering av skredvind.

Snøskredet frå Markurdi er det største ned mot det vurderte området og det som oftast går. Som regel går dette på vårparten, og er då eit vått skred, slik at skredvind sjeldan oppstår. Dersom skredet går vinterstid vil det kunne generere skredvind som kan nå inn i det kartlagde området. Ei faresone med sannsyn 1/5000 per år er difor teikna i området mot Otta.



Figur 39 Illustrasjonsbilete frå Knutstugugrove, Lom (NVE, 2020a)

5.4 Flaumskred

I området rundt Skeidsholet, Fjuken og nordover er terrenget svært ravinert og det går bekkar i området. Nokre av ravinene er fleire meter djupe, med leveear på sidene. Ein større fjelldal rundt 1100-1300 moh. drenerer ned mot dette området. Det er tjukke morenemasser i fjellsida nedanfor og ravinering tyder på erosjon i samband med flaumar og flaumskred. Store leveear synar ei sidevegs sortering av grove blokker som indikerer eit høgt vassinnhald og ei skreddynamikk som flaumskred. Det ser også ut til å vere dammar ved utløpet til fleire av fjellvatna i denne fjelldalen (synlege på flyfoto både av nyare dato og heilt tilbake til 1965). Dei ser difor ut til å vere gamle. Tilstanden til desse dammane er ukjent og utgjer eit usikkerheitsmoment. Dambrot vil kunne føre til større flaumar og flaumskred (eller sørpeskred dersom hendinga skjer ved snødekt mark) ned mot nordleg del av kartleggingsområdet. Dambrot omfattast ikkje av sikkerhetskrava som vurderast i denne rapporten, men av Damsikkerhetsforskriften som sørger for at dambrot ikkje skal skje ut frå klassifiseringa av dammen.

I nordre del av kartleggingsområdet er det spor etter fleire gamle flaum- og/eller jordskredavsetjingar, nokre av dei går heilt ned mot det gamle elveleiet (ned mot flata).

Desse avsetjingane er godt synlege på skuggekart, men er vanskeleg å fange på bilete frå drone på grunn av mykje menneskelege inngrep. Heilt nord i området er det sagt at avsetjingane er etter Stor-Ofsen i 1789. Dette kan også gjelde fleire av dei andre avsetjingane. Det er litt til sides for denne avsetjinga at det er ein nybygd voll (Skei III). Stor-Ofsen var ei svært kompleks hending med mange faktorar (tele, mykje nedbør og snøsmelting vår/sommar), og dermed ei svært sjeldan hending.

Det er tydeleg at det er mykje som skjer i denne fjellsida, med mange raviner, stort nedbørfelt og lausmassar som er lett eroderbare, med mykje silt og også større blokker. Fleire stader er det svært bratte lausmasseskråningar som lett kan rase ut i ravinene ved mykje nedbør. Terrenget gror lett att og det er uråd å sjå om her har gått skred for nokre titals år sidan. Som vist i klimakapitlet ser vi ein aukande trend i døgnnedbør. Det har berre sidan 2010 har vore døgnverdiar på over 50 mm 2 gongar (Figur 7), som er 16% av årsnedbør og difor meir enn dobbelt så mykje nedbør som dei 8% som fungerar som ein indikator på om flaumskred er aktuell skredtype. Regionen har vist seg å vere spesielt utsett for ekstremnedbørhendingar som treff svært lokalt (t.d. Kvam og Lalm) og som har resultert i større øydeleggingar og flaum- og jordskredhendingar. Dei hendingane som har vore dei siste tiåra har vore i liknande klima, terreng og lausmassar som vi har på Bismo. Det er uråd å vite kvar ei slik skypumpe treff neste gong og lausmassane her er bratte og ikkje tilpassa store nedbørmengder med eit i utgangspunkt turt klima. Vi ser det difor som riktig å teikne 100-års faresoner langs dei mest utsette ravinene sjølv om det ikkje er nylege historiske hendingar nett her. Vi må også ta med i vurderinga at det er uklarheiter rundt bakgrunnen for vollane som er bygd og om det har gått skred her som ikkje er registrert.

Fangvollane som er bygd har noko varierande grad av beskyttande effekt. Ovanfor den nyaste vollen (Skei III), lengst nord, er det ikkje så store flaumskred som er aktuelle på grunn av dreneringshøva og vollen har god effekt. Vollen er bygd som ein fangvoll, og det er difor ingen leiing av massar og vatn frå baksida av vollen og inn i for eksempel løpet til Fjuken, men det er relativt stor plass til oppsamling i bakkant. I dette området går dei største skreda på kvar side av vollen. Ovanfor den midtre vollen kan det komme ned fleire flaumskred, og her ser vi det som sannsynleg at skred kan overtoppe vollen med ein returperiode oftare enn 1/1000 per år. Vollen har likevel effekt på skredfara. Ved den austlegaste vollen er det mindre som skjer, nokre flaumskred kan nå vollen, men det er noko mindre sjanse for overtopping.

Simuleringar med RAMMS viser at store flaumskred kan nå ned gjennom bustadfelta og ned til det gamle elveleiet der no aldersheimen ligg. Dette samsvarar og med eldre vurderingar (NGI, 1991). I dette nedre området vil utbreiinga påverkast av hus. Simuleringane tek ikkje omsyn til dette.



Figur 40 Ravine ovanfor Skei



Figur 41 Typisk lausmasseskråning langs ravine

5.5 Jordskred

Jordskred kan vere vanskeleg å skilje frå flaumskred, men er i dette tilfellet mindre sannsynleg enn flaumskred på grunn av skog og vil ha kortare utløp frå fjellsida i aust. Jordskred i fjellsida i aust er difor ikkje dimensjonerande for faresonene.

Bismo sentrum ligg på ei elveslette, og elva Otta går nedgravd på vestsida. Her er det ei bratt skråning ned til elva på om lag 5-6 m. Vi anser faren for større utglidingar i skråninga ned mot elva som liten sidan hellinga generelt er lågare enn 30°.

5.6 Sørpeskred

Sørpeskred kan oppstå under ulike terreng- og hydrologiske tilhøve, og utløysast etter forskjellige mekanismar. I likskap med andre skred styrt av høgt vassinnhald (eks. flaumskred) har sørpeskred ein tendens til å følge forseinkingar i terrenget.

Vi vurderer at det kan losne sørpeskred i den slake fjelldalen mellom Bispberget og Skamsarkampen omkring 1100 moh. Som tidlegare nemnd er det også minst tre dammar i utløpet til fjellvatna i denne dalen. Dersom dambrot oppstår ved snøkledd mark vil større sørpeskred kunne oppstå. Også i området nedover mot Skeidsholet kan det losne sørpeskred. Ein eldre rapport (NGI, 1991) nemner at det har gått mindre sørpeskred her. Det kan også losne sørpeskred ovanfor Søre Fjuken, lenger søraust i området.

På vestsida av dalen er det også slakare områder opp mot høgfjellet der det kan losne sørpeskred. Desse drenerer i retning Bismo sentrum, men hamnar i elva og følger denne slik at ikkje det kartlagde området påverkast. Oppdemming av Otta er vurdert å vere lite sannsynleg.

Klimaet og lite historikk for sørpeskred i dalføret derimot tilseier ikkje at sørpeskred oppstår ofte. Vi vurderer difor sannsynet for at sørpeskred skal losne her til lågare enn 1/100, men høgare enn 1/1000 per år. Dersom sørpeskred losnar vil dei følgje same løp som flaumskred, men store sørpeskred kan breie seg noko meir utover. Sørpeskred er ei sjeldnare hending enn flaumskred, men ved låge sannsyn (1/5000) er sørpeskred stadvis dimensjonerande for skredfaren. Dette gjeld i Fjuken og søre Fjuken.

5.7 Sekundærprosessar

Vi kan ikkje sjå at det er sekundærprosessar av skred som kan utgjere nokon fare i det kartlagde området. Ei evt. oppdemming av Otta er lite sannsynleg fordi det skal svært store skred til, anten ved Skei eller søre Fjuken, noko som ikkje vurderast å være sannsynleg for hyppigare hendingar enn 1/5000.

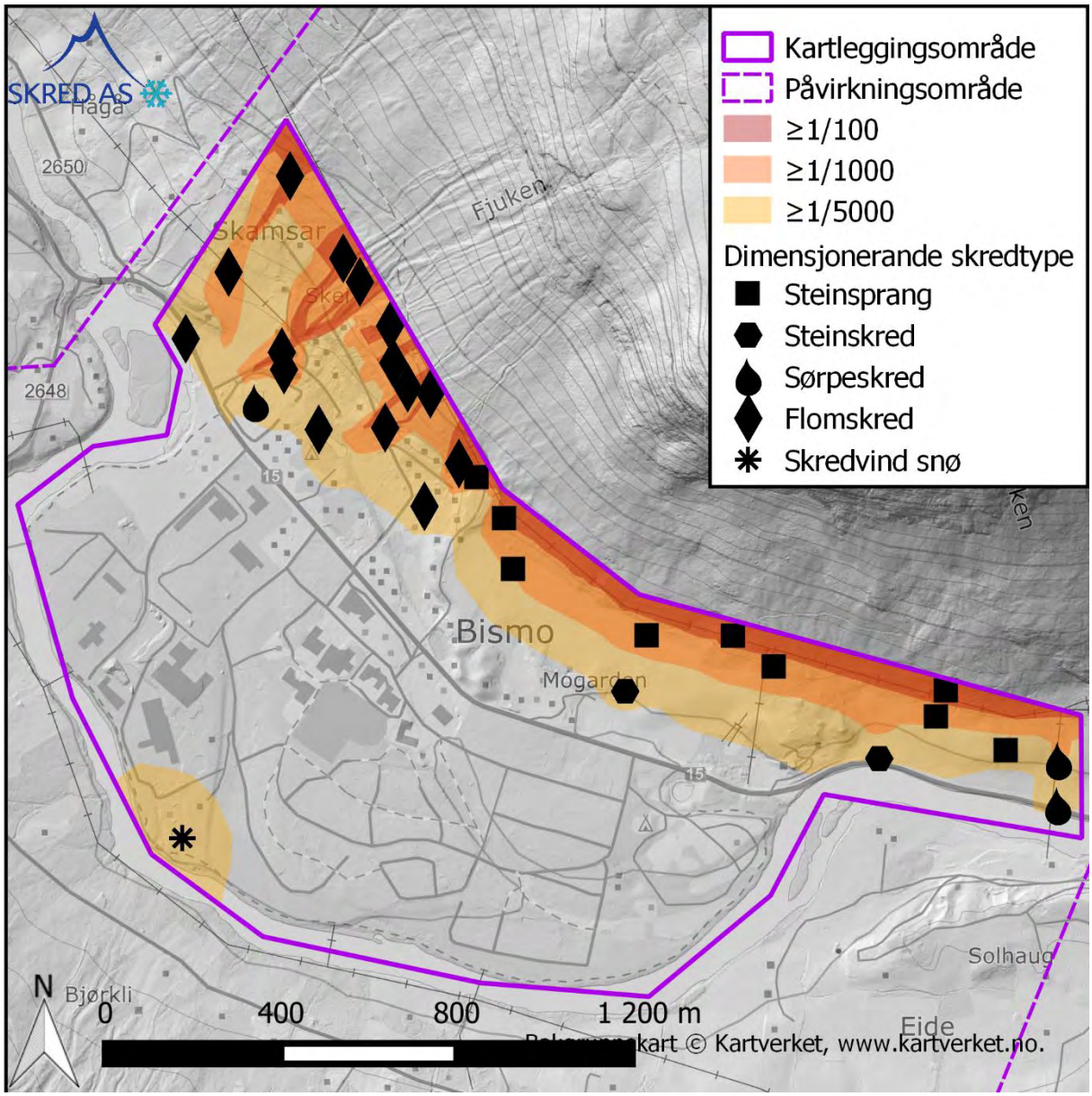
Vi har nemnd mogleg dambrot ved fjellvatna i aust, dette kan føre til flaumskred eller sørpeskred, men damsikkerhetsforskriften skal ivareta at dambrudd ikkje skjer.

5.8 Samla faresoner for skred

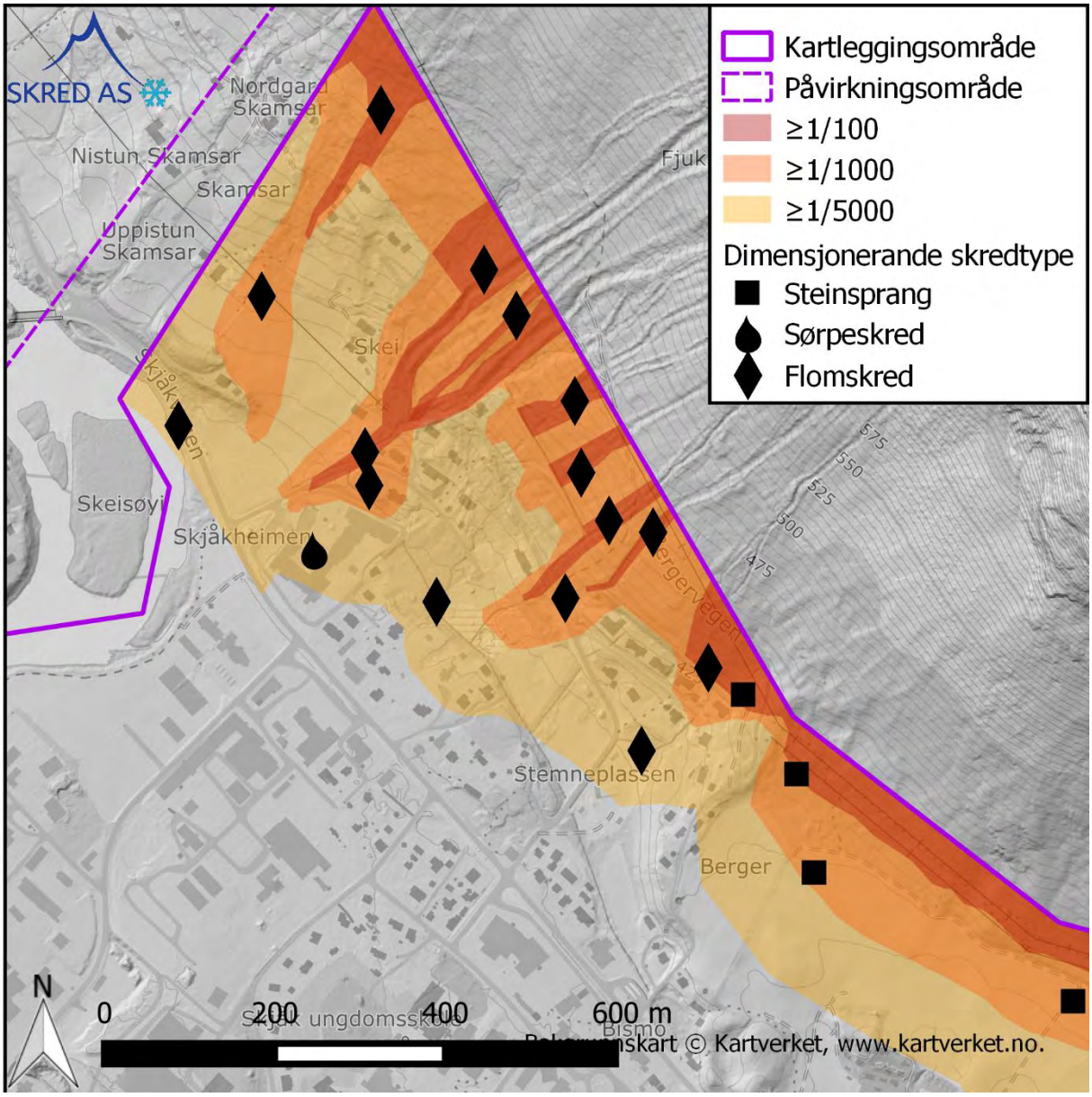
5.8.1 Dagens tilhøve

Det er faresoner for skred i delar av kartleggingsområdet. Faresonene er i hovudsak dimensjonert av flaumskred og sørpeskred i nordaustleg del og av steinsprang og steinskred i

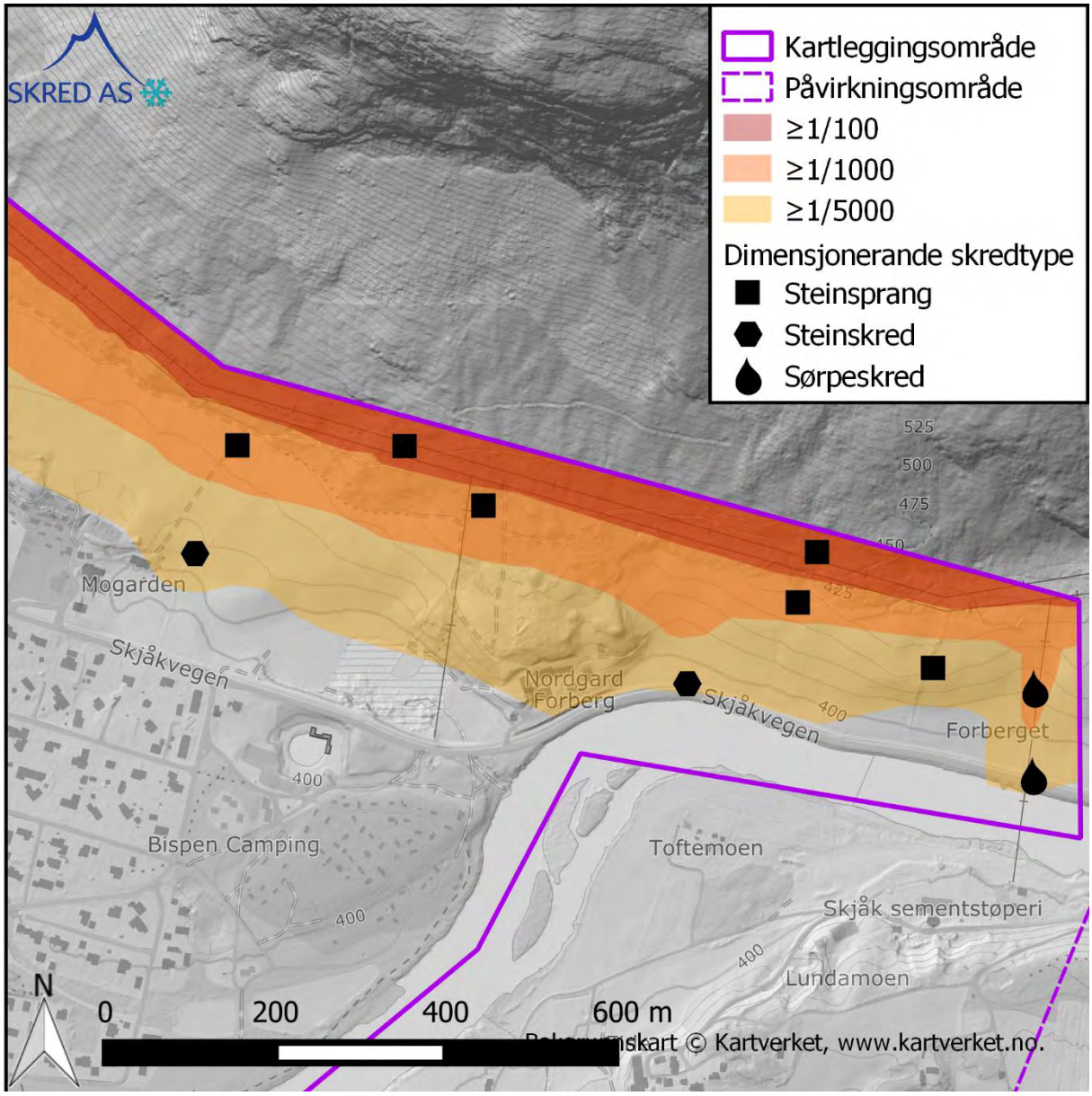
søraustleg del. Faresone 1/5000 dekkar noko større område og pregast av fare for større flaumskred, sørpeskred og steinskred. Det er også ein mindre del av området mot Otta som kan vere utsett for skredvind frå vest. Faresonene er basert på ei samla vurdering av fagleg skjønn, observasjonar i felt, vurdering av historiske hendingar, og tolking av modelleringsresultat.



Figur 42: Faresonekart for området



Figur 43 Faresonekart nordleg del



Figur 44 Faresonekart sørleg del

5.8.2 Avvik frå tidlegare skredfareutreiingar

Det finnast skredfarevurderingar frå 1991 og for ein mindre del av området frå 2018. Det er bygd sikringsvollar etter desse skredfarevurderingane og dei kan difor ikkje direkte samanliknast, men vurderingane konkluderer med det same når det gjeld dimensjonerande skredtypar og kvar faresonene når lengst. Vi presiserer at vegleiaren som er retningsgjevande i dag kom i 2020 (NVE, 2020a), altså etter at dei gamle faresonene vart teikna.

6 Referanser

Christen, M., Kowalski, J., & Bartelt, P. (2010). RAMMS: Numerical simulation of dense snow avalanches in three-dimensional terrain. *Cold Reg. Sci. Technol.*, ss. 63, 1–14.

Christen, M., Perry, B., Bühler, Y., Leine, R., Glover, J., Schweizer, A., . . . Volkwein, A. (2012). *Integral hazard management using a unified software environment: numerical simulation tool 'RAMMS' for gravitational natural hazards.* 12th Congress INTERPRAEVENT 2012 – Grenoble / France, Conference Proceedings.

DiBK. (2022). *Byggteknisk forskrift med veiledning (TEK17)*. Henta frå https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/

Dorren, L. K. (2015). Rockyfor3D (v5.2) revealed – Transparent description of the complete 3D rockfall model. *EcorisQ paper (www.ecorisq.org)*.

Kartverket. (2022a). *Kartkatalogen Geonorge.* Henta frå https://kartkatalog.geonorge.no/

Kartverket. (2022b). Henta frå https://www.norgeibilder.no/

Kartverket. (2022c). *Høydedata*. Henta frå https://hoydedata.no/LaserInnsyn/

NGI. (1991). *Vurdering av fare for skred i reguleringsområde, Bismo nord, 914041-1.* NGI.

NGI. (2015). *Forslag til kriterier for vernskog mot skred.* NGI Rapport 20120078-01-R. Rev. nr.: 1, datert19. mars 2015.

NGI. (2021). *Jord- og flomskred. Klimaanalyse for bruk i skredfarekartlegging.* NVE Ekstern rapport nr. 11/2021.

NGU. (2022a). *Nasjonal beggrunnsdatabase*. Henta frå http://geo.ngu.no/kart/berggrunn/

NGU. (2022b). *Nasjonal løsmassedatabase*. Henta frå http://geo.ngu.no/kart/losmasse/

NIBIO. (2022a, 03 23). *Nibio - kart over skogressurser*. Henta frå SR16 beta: https://nibio.no/tema/skog/kart-over-skogressurser/skogressurskart-sr16/sr16-beta

Norsk Klimaservicesenter. (2017). *Klimaprofil Oppland*. Henta frå https://klimaservicesenter.no/kss/klimaprofiler/oppland

NVE. (2018). *Skredfarekartlegging for utvalgte områder i i Lom, Skjåk og Vågå kommuner.* NVE Rapport 2018/07. Norges vassdrags- og energidirektorat.

NVE. (2018). *Skredfarekartlegging i Nord-Fron kommune. NVE Rapport 11-2018.* Norges vassdrags- og energidirektorat.

NVE. (2020a). *Sikkerhet mot skred i bratt terreng - utredning av skredfare i reguleringsplan og byggesak.* Versjon oppdatert 08.08.2022. Webområde hentet fra https://www.nve.no/veileder-skredfareutredning-bratt-terreng. Henta frå https://www.nve.no/skredfarekartlegging/startsiden/?ref=mainmenu

NVE. (2020b). *Uttesting av eksisterende metodikk for modellering av steinsprang.* NVE Eksternrapport nr. 24/2020.

NVE. (2020c). *FOU 80607 - RAMMS:: Debris Flow for beregning av jordskred - Casestudier og anbefalinger for bruk.* Oslo: NVE.

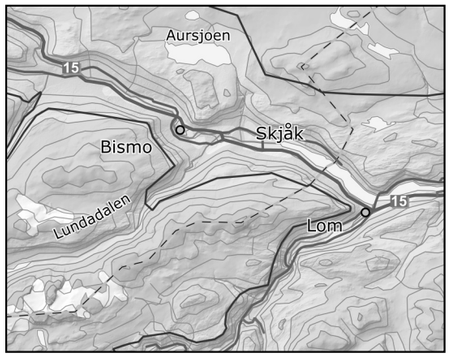
NVE. (2021). *Bruk av RAMMS:.DEBRISFLOW på kjente sørpeskredhendelser.*

NVE. (2022b, 02 02). *API.NVE.NO*. Henta frå api.nve.no

NVE. (2022c). Henta frå Om kartlegging av skredfare i bratt terreng: https://www.nve.no/naturfare/utredning-av-naturfare/om-kart-og-kartlegging-av-naturfare/om-kartlegging-av-skredfare-i-bratt-terreng/

Olje- og energidepartementet. (2012). *Hvordan leve med farene- om flom og skred. Stortingsmelding 15 (2011-2012).*

Sandersen, F., Bakkehøi, S., Hestnes, E., & Lied, K. (1996). The influence of meteorological factors on the initiation of debris flows, rockfalls, rockslides and rockmass stability. *NGI Publikasjon 201, s 97-114.*



Kartleggingsområde
Påvirkningsområde
Sporlogg bakke

GPS-punkt
Infopunkt
Skredbane
Ravine/Bekkenedskjæring
Løsneområder snøskred
Løsneområder flomskred
Løsneområder jordskred
Løsneområder sørpeskred
Kildeområder steinsprang
Kildeområder steinskred
Jord- og flomskredavsetning
Steinsprang/Steinskredavsetning (ur)
Antatt steinsprangblokk
Sikringstiltak (observert)
Rygg

Skredhendelser (NVE Atlas)

N
0 250 500 m

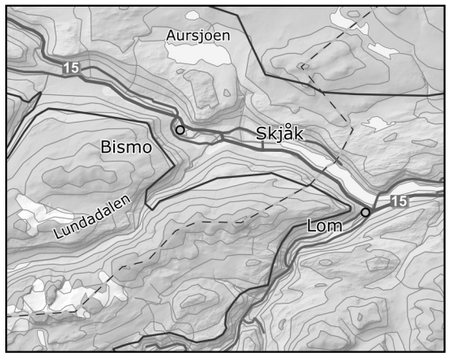
Kartverket, Geovekst og kommuner - Geodata AS

Vedlegg 1
Oversikt registreringskart

Oppdrag: 22393 Skjåk,Bismo skredfarevurdering sentrum

Koordinatsystem: Euref 1989 UTM Zone 33N

Dato:	**Utarbeidet av:**	**Kontrollert av:**	
2023-01-11	Hedda Breien	Hallvard Skaare Nordbrøden	SKRED AS



Kartleggingsområde
Påvirkningsområde
Sporlogg bakke

GPS-punkt
Infopunkt
Skredbane
Ravine/Bekkenedskjæring
Løsneområder snøskred
Løsneområder flomskred
Løsneområder jordskred
Løsneområder sørpeskred
Kildeområder steinsprang
Kildeområder steinskred
Jord- og flomskredavsetning
Steinsprang/Steinskredavsetning (ur)
Antatt steinsprangblokk
Sikringstiltak (observert)
Rygg

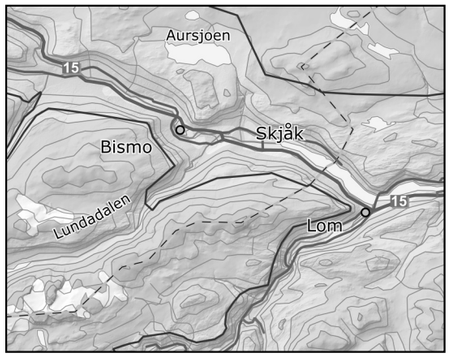
Skredhendelser (NVE Atlas)

Vedlegg 1
Registreringskart austside

Oppdrag: 22393 Skjåk,Bismo skredfarevurdering sentrum			
Koordinatsystem: Euref 1989 UTM Zone 33N			
Dato: 2023-01-11	**Utarbeidet av:** Hedda Breien	**Kontrollert av:** Hallvard Skaare Nordbrøden	SKRED AS

N
0 250 500 m

Kartverket, Geovekst og kommuner - Geodata AS



Faresone skred, årleg sannsyn

- ≥1/100
- ≥1/1000
- ≥1/5000

Dimensjonerande skredtype

- Steinsprang
- Steinskred
- Sørpeskred
- Jordskred
- Flomskred
- Snøskred
- Påvirkningsområde
- Kartleggingsområde

Vedlegg 1 **Faresonekart**			
Oppdrag: 22393 Skjåk,Bismo skredfarevurdering sentrum			
Koordinatsystem: Euref 1989 UTM Zone 33N			
Dato: 2023-01-11	**Utarbeidet av:** Hedda Breien	**Kontrollert av:** Hallvard Skaare Nordbrøden	SKRED AS

Kartverket, Geovekst og kommuner - Geodata AS

Uavhengig kvalitetssikring:

Skredfarevurdering, Bismo sentrum

Sunnfjord Geo Center

Prosjektinformasjon og status

Prosjektnummer:	Dokumentkode:	Dokumentnr.:	Dokumenttittel:
2022-10-331	SF-H30-M02-00	01d	Uavhengig kvalitetssikring: Skredfarevurdering, Bismo sentrum

Revisjon:	Skildring:	Leveransedato:
0	Godkjent notat	01.12.2022

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

Fagområde:	Dokumenttype:	Lokalitet:
Skredfare	Notat	Bismo sentrum
HMS-risikovurdering før feltarbeid:	**Dato for risikovurdering**	**Hending/avvik meldt:**
-	-	-
Feltarbeid utført av:	**Dato for feltarbeid:**	
-	-	
Notat utarbeidd av:	**Dato for ferdigstilling:**	**Signatur:**
Rev 0: Torkjell Ljone	01.12.2022	Torkjell Ljone (sign.)

Sidemannskontroll gjennomført av:	Godkjend, dato:	Signatur:
Rev 0: Vetle Nordang	01.12.2022	Vetle Nordang (sign.)

Innhaldsliste

1. Innleiing 5
1.1 Bakgrunn 5
1.2 Krav til utføring av uavhengig kvalitetssikring 5
1.3 Metodikk 5
1.4 Mottatt dokumentasjon 6
2. Kvalitetssikring 7
2.1 Kvalitetssikring ut i frå krav til utføring av skredfarevurdering i NVE (2020) 7
2.2 Kvalitetssikring ut i frå krav til kvalitetssikring i NVE (2020) 12
3. Referansar 14

Samandrag

Sunnfjord Geo Center (SGC) har gjort ei uavhengig kvalitetssikring etter NVE rettleiar (NVE, 2020) for Skred AS si skredfarevurdering i Bismo sentrum.

Rapporten er generelt godt utarbeidd, men det manglar ein del dokumentasjon som SGC vurderer som alvorleg nok til å gje avvik. Registreringskartet er ikkje komplett, og manglar fleire viktige element. Kartet har punkt frå synfaringa, men informasjon frå desse punkta manglar. Det er elles litt lite bilete frå synfaring, og upresis informasjon om kvar bileta er tatt. Bileta burde vore kopla opp mot informasjonspunkta.

SGC er eining i dei fleste vurderingane kring skredtypar, men meiner at særleg vurderinga av flaumskred er i for stor grad basert på modelleringsresultat. Det er laga fleire faresoner med årleg sannsyn større enn 1/100 der flaumskred er dimensjonerande skredtype. Skredhistorikken viser at siste registrerte flaumskredhending var i 1789, og at dette var ei svært sjeldan hending. Det er ikkje intervjua lokalkjende om skredhistorikk eller anna informasjon om nyare skredhendingar enn dette, og synfaringa har ikkje med informasjon om at det er observert spor etter ferskare flaumskred. For å laga så store faresoner med årleg sannsyn større enn 1/100 skal det vera dokumentasjon om nyare skredhendingar, eller observert fersk skredaktivitet. Det manglar difor dokumentasjon som støttar faresonene for flaumskred, og SGC meiner at dei må revurderast.

Kvalitetskontrollen har avdekka enkelte avvik og merknadar. Det er ikkje nødvendigvis slik at alle avvika har konsekvensar for skredfarevurderinga som er utført, men kvalitetssikringa har funne at krava i NVE rettleiar ikkje er fylgd i desse tilfella. Punkta som er merka med avvik må fylgjast opp, og SGC vurderer at fleire av merknadane bør følgjast opp.

1. Innleiing

1.1 Bakgrunn

Sunnfjord Geo Center AS har på oppdrag frå Skjåk kommune utført uavhengig kvalitetssikring for rapport «Faresoner for skred i bratt terreng for Bismo sentrum, Skåk» utført av Skred AS, på tinging frå Skjåk kommune. Kartleggingsområdet består av eit område i Bismo sentrum.

1.2 Krav til utføring av uavhengig kvalitetssikring

I samsvar med NVE sin rettleiar (NVE, 2020) skal det utførast uavhengig kvalitetssikring av skredfarevurderingar som svarar ut tryggleikskravet for bygg/tiltak i tryggleikssone S3.

Kvalitetssikringa skal dokumentera at utgreiinga er i samsvar med NVE sin rettleiar og har tilstrekkeleg kvalitet. Arbeidet omfattar følgjande vurderingar:

- Om det er nytta relevant og dekkande grunnlagsdata, inkludert tidlegare utførte skredfarevurderingar for same område
- Om feltarbeid/synfaring er dekkande og tilstrekkeleg
- Om klimadata er nytta der det er relevant
- Om modelleringsverktøy er nytta fornuftig, og resultata frå modelleringa er diskutert
- Om det er samanheng mellom registreringskart, eventuelle modellresultat og skredfarevurdering/faresoner

Det skal òg gjerast ei samla vurdering av konklusjonar og grunngjevingar ut i frå tilgjengeleg grunnlagsdata og berekningsresultat.

SGC har ikkje utført synfaring eller gjort eigne modelleringar i samband med denne kvalitetssikringa.

1.3 Metodikk

Den uavhengige kontrollen er utført etter krava i NVE sin rettleiar, og svarar ut punkta i avsnittet over. Det finst ikkje regelverk eller mal for oppsett av uavhengige kontrollar og SGC har nytta kontrollstatusane vist i Tabell 1

Tabell 1: Kontrollstatus med forklaring

Kontrollstatus	
OK	Kontrollert og godkjent
MERKNAD	Kontrollert og avklart med merknad. Forbetringspotensiale. Må ikkje rettast opp.
AVVIK	Tilhøve som ikkje er godkjent. Dette må sjekkast opp og utbetrast.

1.4 Mottatt dokumentasjon

Tabell 2: Oversikt over mottatt dokumentasjon som er grunnlaget for kvalitetssikringa

Dokument:	Dato dokument:	Dato mottatt:	Utarbeidd av:
Faresone for skred i bratt terreng for Bismo sentrum, Skjåk	21.10.2022	16.11.2022	Skred AS
GIS leveranse – faresoner	-	21.11.2022	Skred AS
GIS leveranse – skog med betydning for faresoner	-	21.11.2022	Skred AS
Eigenerklæringsskjema for kompetanse	25.04.2022	21.11.2022	Skred AS

2. Kvalitetssikring

Kvalitetssikringa er delt inn kommentarar til rapporten, der ein går gjennom kvart enkelt kapittel med fokus på krav til utføring av skredfarevurdering ut i frå NVE rettleiar (2020), og så ei kvalitetssikring av vurderinga med hovudvekt på å kontrollera kulepunkta i kapittel 1.2. Enkelte av kommentarane vil vera like for dei to ulike delane, og kapittel 2.2 vert som ei samanstilling av kommentarane i kapittel 2.1.

2.1 Kvalitetssikring ut i frå krav til utføring av skredfarevurdering i NVE (2020)

Kapittel	Kontrollstatus	Kommentar
1 Innleiing		
1.1 Bakgrunn	OK	
1.2 Mål	OK	Kunne hatt med tekst om at det er krav om uavhengig kvalitetssikring av rapport.
1.3 Atterhald	OK	
2 Lovverk og bakgrunnsmateriale		
	OK	Bra oppsummering av krav og kva bakgrunnsmateriale som er nytta.
3 Klima		
3.1 Klimatiske trekk av betydning for skredfare	MERKNAD	Det står at klima har avgrensa verknad for lausmasseskred. Nedbør og særleg ekstremnedbørshendingar er viktig med omsyn til utløysing av lausmasseskred. Kapittelet burde hatt med årsnedbør og nedbør med returintervall. Klimaendringane fører til meir nedbør i Skjåk, som historisk har hatt svært lite nedbør. Det er fjellsider med til dels mykje lausmassar som ikkje er vane med å ta unna store nedbørsmengder. Ein kan difor forventa at meir nedbør aukar faren for jord- og flaumskred. Sidan det er laga faresoner for flaumskred med årleg sannsyn større enn 1/100 burde dette vore knytt opp mot klimaanalysen.
3.2 Forventa klimaendringar og innverknad på skredfare	OK	Her kjem det fram at meir nedbør vil føra til hyppigare og større jord- flaum- og sørpeskred. Dette viser då at nedbør burde vore ein del av klimaanalysen, sidan klimaendringane har pågått ei tid.
3.3 Skredfare og klimaendringar	OK	Dette delkapittelet kunne gjerne vore slått saman med kap. 3.2

4 Vurderingsgrunnlag		
4.1 Terreng	MERKNAD	Hellingskart skal etter NVE rettleiar visast som vedlegg. Til hellingskart er det anbefala at det er nytta gråtonekart som bakgrunnskart. Det er elles fornuftig at hellingskartet er delt opp i to figurar i dette prosjektet.
	OK	God skildring av terrenget.
4.2 Synfaring	AVVIK	Registreringskart er vist som figur i dette delkapittelet og skal visast som eit vedlegg, og helst i A3-format. Kartet føl ikkje krava til registreringskart frå NVE rettleiar. Kartet viser ikkje heile kartlagd område og påverknadsområde. Kartet manglar losneområde for steinsprang, steinskred og snøskred. Desse er vist i modelleringskapittel, men eit registreringskart skal samanstilla alle observasjonar som er relevante for skredfarevurderinga. Storleik på losneområde for modellering og i registreringskart er heller ikkje nødvendigvis lik. Kartet har med befaringspunkt utan nummerering, og det er ingen anna informasjon om desse punkta anna stad i rapporten. Kartet manglar elles (blant anna) tidlegare skredhendingar og sporlogg drone.
4.3 Berggrunn	MERKNAD	Saknar informasjon om kva som er observert frå synfaring/drone. I og med at kartlegginga til NGU er gjort i 1:250 000 kan det vera lokale skilnadar. Foliasjon, sprekkemønster og sprekkeavstand er ikkje diskutert andre stadar i rapporten, anna enn at det under steinskred står at det er overflateparallelle sprekker i vestre del av Bispberget.
4.4 Kvartærgeologi	OK	Grei samanstilling av lausmassar i området.
4.5 Skog	OK	God skildring av skogen i påverknadsområda og av skogens innverknad på skredfare.
4.6 Tidlegare rapportar	MERKNAD	Det er vanskeleg å sjå kva faresonekartet i NGI-rapporten frå 1991 konkluderer med, og dette burde vorte nemnd i tekst.

4.6.1 Historiske skredhendingar	MERKNAD	Grei oppsummering av relevante skredhendingar frå skreddatabasen, men det er ingen informasjon om det er nytta lokalkjende til informasjon om skredhistorikken. Det er ikkje naturleg at dette skal vera eit underkapittel til kapittel 4.6
4.6.2 Eksisterande skredsikringstiltak	AVVIK	Det bør vera med informasjon om kvifor det er utarbeidd sikringstiltak i kartleggingsområdet. Vollen som Sweco har prosjektert antar SGC er på grunn av skredfarevurderinga frå 2018, men det er ikkje like opplagt om dei to vollane søraust for dette er på grunn av skredfarevurderinga frå 1991, då det er opplyst at dei er bygd mellom 2005 og 2015. Er det utført andre skredfarevurderingar for dette området, eller har det vore nyare skredhendingar som det ikkje er vist til i skredhistorikken? Dette må undersøkast eller forklarast. Det er ikkje naturleg at dette skal vera eit underkapittel til kapittel 4.6
4.7 Hydrologi og overflateavrenning	MERKNAD	Teiknforklaringa til figurane for dreneringsanalyse manglar eining.
4.8 Modellering	MERKNAD	Losneområde for sørpeskred brukt til modellering er ikkje lokalisert på same plass som losneområde for sørpeskred i registreringskartet. Er dette tekniske losneområde?
4.8.1 Snøskred	MERKNAD	Kunne gjerne vore forklart tydelegare kvifor brotkanthøgdene er dobbelt så høge som 3-døgns snøfall. I fylgje NVE rettleiar skal det nyttast både dynamisk og topografisk modell når snøskredfaren skal utgreiast. I dette tilfelle der det ikkje er aktsemdområde frå losneområda i vest og inn i kartlagd område, er det greitt å droppa topografisk modell, men det bør vera med ei forklaring. Modelleringsresultat bør visast i vedlegg.
4.8.2 Lausmasseskred	MERKNAD	Det er diskutert at vollane har god verknad på mindre skred, men at dei har for liten kapasitet til større/sjeldnare flaumskred. Det

		er likevel ikkje vist til at det er utført fleire modelleringar med ulike scenario/volum. Modelleringsresultat bør visast i vedlegg, og dei bør ha med kvar det er lagt inn moglegheit for erosjon, og kor djup erosjonsmoglegheit det er lagt inn.
4.8.3 Sørpeskred	MERKNAD	Modelleringsresultat bør visast i vedlegg, og dei bør ha med kvar det er lagt inn moglegheit for erosjon, og kor djup erosjonsmoglegheit det er lagt inn.
4.8.4 Steinsprang	MERKNAD	Figur som viser utløpssannsyn viser ikkje utløp for den mørkegrøne fargen som representerer sannsyn <= 5 %, og denne er truleg gjort usynleg. 5% er mykje å filtrera vekk, og utløpet samsvarar difor ikkje med plasseringa til avsette blokker som er vist i dei andre figurane. Figurane som viser avsette blokker viser ikkje heile kartleggingsområdet, og modelleringsresultat bør visast i vedlegg. Modelleringsresultatet bør samanstillast med kartlagde steinsprang-/steinskredblokker.
5 Vurdering av skredfare		
5.1 Steinsprang	OK	Fornuftige vurderingar. Som for berggrunnskapittelet burde bergarten vore skildra betre med tanke på sprekkemønster/sprekkeorientering.
5.2 Steinskred	OK	Kort og god vurdering
5.3. Snøskred	MERKNAD	God vurdering av snøskred. Utløp av modelleringsresultat som svarar til scenario på 1/1000 bør diskuterast opp mot kjente utløp enten i dette kapittelet eller under 4.8.1. Sidan skredvind kan påverka kartlagd område med årleg sannsyn større enn 1/5000, er det interessant å veta kor langt frå elva det har gått kjente skred, sjølv om dette som regel er våte skred.
5.4 Flaumskred	AVVIK	Det er faresone med årleg sannsyn større enn 1/100 i kartlagd område fleire stadar der flaumskred er dimensjonerande skredtype. Det er ingen vurderingar kring losnesannsyn, og skredhistorikken viser at siste skred gjekk i 1789, og at dette var ei svært sjeldan hending. Dette passar dårleg

		med at det er faresone med årleg sannsyn større enn 1/100 fleire stadar i kartlagd område. I dette kapittelet får ein inntrykk av at fangvollane er bygd for å stoppa flaumskred, noko som kan indikera at det flaumskredfaren er høgare enn det skredhistorikken tilseier. Det må forklarast betre kvifor flaumskredfaren er vurdert så høg som den er.
5.5 Jordskred	OK	Kort og grei vurdering
5.6 Sørpeskred	OK	God vurdering
5.7 Sekundærprosessar	OK	
5.8 Samla faresoner for skred		
5.8.1 Dagens tilhøve	MERKNAD	Faresonekart skal vera eige vedlegg og bør visast i A3-format eller landskapsmodus. Det er fleire av polygona som manglar symbol for dimensjonerande skredtype. Kartvedlegg bør ha med informasjon om blant anna oppdragsnamn, datum og koordinatsystem og namn på kven som har utarbeidd og kvalitetssikra kartet. Faresonekart bør i tillegg ha med datasett for bygningar, slik at det kjem betre fram kva bygningar som er innafor faresonene. Sidan det er fleire bygningar (S2) som er innafor faresone med årleg sannsyn større enn 1/1000, burde det vore med informasjon om dette.
5.8.2 Avvik frå tidlegare skredfareutreiingar	OK	
6. Referansar	MERKNAD	Det er mange referansar i referanselista som det ikkje er referert til i teksten, blant anna fleire skredfarerapportar frå Nord-Fron. Referanselista bør oppdaterast til å berre visa aktuelle referansar.
Eigenerklæringsskjema	OK	Eigenerklæringsskjema for kompetanse er signert.

2.2 Kvalitetssikring ut i frå krav til kvalitetssikring i NVE (2020)

Krav	Kontrollstatus	Kommentar
Er det nytta relevant og dekkande grunnlagsdata, inkludert tidlegare utførte skredfarevurderingar for same område	MERKNAD	Det er generelt nytta relevant og dekkande grunnlagsdata, men det burde vore informasjon om det er nytta lokalkjende til skredhistorikken, eller eventuelt kvifor det ikkje er nytta. Informasjon om nedbør er òg viktig når flaumskred er dimensjonerande skredtype i store delar av kartlagd område.
Er feltarbeid/synfaring dekkande og tilstrekkeleg	OK	Synfaring til fots og med drone er tilstrekkeleg.
Er klimadata nytta der det er relevant	MERKNAD	Det manglar informasjon om nedbørsmengder. Det er informasjon om at faren for lausmasseskred vil auka i framtida, men det er ikkje tatt med om ekstremnedbørshendingar kjem oftare no enn tidlegare. Auka nedbørsmengder dei siste åra burde vorte diskutert opp mot faren for lausmasseskred. Dette er særleg aktuelt sidan flaumskred er dimensjonerande skredtype fleire stadar i kartlagd område.
Er modelleringsverktøy nytta fornuftig, og resultata frå modelleringa er diskutert	OK	Modelleringane som er utført er gjort med fornuftige parametrar, og resultata er diskutert. Det manglar informasjon om blant anna erosjonsområde og mogeleg erosjonsdjup.
Er det er samanheng mellom registreringskart, eventuelle modellresultat og skredfarevurdering/faresoner	AVVIK	Rapporten har ein figur som viser registreringskart. Registreringskart skal visast som eit eige vedlegg i fylgje NVE rettleiar. Registreringskartet er ukomplett og manglar blant anna fleire losneområde. Det er vist til befaringspunkt, men det er ingen informasjon om desse i rapporten (sjå elles kap. 4.2 i tabellen over). Modelleringsresultat er ikkje vist som eige vedlegg og viser ikkje heile kartleggingsområdet.

		Modelleringsresultat bør samanstillast i lag med relevante observasjonar, til dømes utløp av steinsprang opp mot kartlagde skredblokker. Faresoner med årleg sannsyn større enn 1/100, der flaumskred er dimensjonerande skredtype vert vurdert av SGC å vera i for stor grad basert på modelleringsresultat, og samsvarar ikkje med skredhistorikken eller observasjonar frå synfaring.
SGC si samla vurdering av konklusjonar og grunngjevingar ut i frå tilgjengeleg grunnlagsdata og berekningsresultat.	AVVIK	Dei samla faresonene for flaumskred er i liten grad diskutert opp mot grunnlagsdata då det ikkje er tatt med informasjon om nedbør. Fleire faresoner med årleg sannsyn større enn 1/100 passar ikkje med skredhistorikken som viser at siste registrerte skredhending var i 1789, og at dette igjen var ei svært sjeldan hending. Synfaringa viser at det er observert ravinar med levear og vifteformasjonar som vitnar om tidlegare lausmasseskred, men det er ingen informasjon eller dokumentasjon på nyare skredhendingar, eller erosjon som tilseier faresone med dette sannsynet. SGC har sett gjennom tilgjengelege flyfoto tilbake til 1958 og ser ingen spor etter flaumskred i påverknadsområdet i aust. Losnesannsynet for flaumskred er ikkje diskutert. Lokalkjende burde vore intervjua angåande skredhistorikken, og årsaka til at det er bygd fangvollar i området må forklarast. SGC meiner at desse faresonene for flaumskred må revurderast, og eventuelt dokumenterast betre. Det burde vore med informasjon om faresoner som er i konflikt med eksisterande bygningar innafor dei ulike tryggleiksklassane.

3. Referansar

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

Notat

Oppdragsgiver	Navn Skjåk kommune	Kontaktperson Sander Sælthun
Oppdrag	Nummer og navn 22393 Bismo sentrum, Skjåk – Skredfarevurdering Bismo sentrum	Oppdragsleder Hedda Breien
Dokument	Nummer 22393-02-1 Utført av Hedda Breien	Dato 2023-01-12 Kontrollert av Hallvard Skaare Nordbrøden

Versjon	Dato	Utført	Kontroll	Beskrivelse
1	2023-01-12	HB	HSN	Original

Notat til uavhengig kvalitetssikring

1 Bakgrunn

Skred AS har utført ei skredfarekartlegging for Bismo sentrum, Skjåk (Skred AS rapport nr. 22393-01-1).

Ifølge NVEs vegleiar stillast det krav om uavhengig kvalitetssikring for alle skredfareutreiingar i tryggleiksklasse S3 i TEK17 §7-3.

Oppdragsgjevar ba SGC om å utføre kvalitetssikringa, og deira kommentarar til vår rapport er oppsummert i SGC sin *rapport Uavhengig kvalitetssikring: Skredfarevurdering, Bismo sentrum SF-H30-M02-00*. Skred AS set pris på tilbakemeldingane og har no retta opp i avvika og tek med oss merknader og kommentarar i vidare arbeid.

Våre kommentarar til avvika, og korleis dei er svart ut og implementert i rapporten er oppsummert i tabellform i dette notatet. SGC har nytta kontrollstatusane som vist:

Kontrollstatus	
OK	Kontrollert og godkjent
MERKNAD	Kontrollert og avklart med merknad. Forbetringspotensiale. Må ikkje rettast opp.
AVVIK	Tilhøve som ikkje er godkjent. Dette må sjekkast opp og utbetrast.

Kap.	Kontroll	Kommentar frå SGC	Vår kommentar
3.1	Merknad	Det står at klima har avgrensa verknad for lausmasseskred. Nedbør og særleg ekstremnedbørshendingar er viktig med omsyn til utløysing av lausmasseskred. Kapittelet burde hatt med årsnedbør og nedbør med returintervall. Klimaendringane fører til meir nedbør i Skjåk, som historisk har hatt svært lite nedbør. Det er fjellsider med til dels mykje lausmassar som ikkje er vane med å ta unna store nedbørsmengder. Ein kan difor forventa at meir nedbør aukar faren for jord- og flaumskred. Sidan det er laga faresoner for flaumskred med årleg sannsyn større enn 1/100 burde dette vore knytt opp mot klimaanalysen.	Vi har lagt inn meir om nedbør og ekstremnedbør i rapporten.
4.1	Merknad	Hellingskart skal etter NVE rettleiar visast som vedlegg. Til hellingskart er det anbefala at det er nytta gråtonekart som bakgrunnskart. Det er elles fornuftig at hellingskartet er delt opp i to figurar i dette prosjektet.	Vi vil i framtida lage kartvedlegg til slike relativt store rapportar.
4.2	Avvik	Registreringskart er vist som figur i dette delkapittelet og skal visast som eit vedlegg, og helst i A3-format. Kartet føl ikkje krava til registreringskart frå NVE rettleiar. Kartet viser ikkje heile kartlagd område og påverknadsområde. Kartet manglar losneområde for steinsprang, steinskred og snøskred. Desse er vist i modelleringskapittel, men eit registreringskart skal samanstilla alle observasjonar som er relevante for skredfarevurderinga. Storleik på losneområde for modellering og i registreringskart er heller ikkje nødvendigvis lik. Kartet har med befaringspunkt utan nummerering, og det er ingen anna informasjon om desse punkta anna stad i rapporten. Kartet manglar elles (blant anna) tidlegare skredhendingar og sporlogg drone.	Vi har oppdatert og forbetra registreringskartet og lagt det ved som vedlegg, eitt oversiktskart og eitt meir detaljert. Vi har også lagt inn nummer på registreringspunkt og tabell med tilhøyrande skildring frå synfaring i rapporten. I vegleiaren står det at registreringskartet *bør* inkludere alle relevante observasjonar (men ikkje eit krav), men at det *må* innehalde kartleggingsområde og påverkingsområde (krav). Vi ser ikkje at det er krav om kartvedlegg.

Kap.	Kontroll	Kommentar frå SGC	Vår kommentar
4.3	Merknad	Saknar informasjon om kva som er observert frå synfaring/drone. I og med at kartlegginga til NGU er gjort i 1:250 000 kan det vera lokale skilnadar. Foliasjon, sprekkemønster og sprekkeavstand er ikkje diskutert andre stadar i rapporten, anna enn at det under steinskred står at det er overflateparallelle sprekker i vestre del av Bispberget.	Har oppdatert dette kapitlet noko.
4.6	Merknad	Det er vanskeleg å sjå kva faresonekartet i NGI-rapporten frå 1991 konkluderer med, og dette burde vorte nemnd i tekst.	Dette er skrive noko meir om i tekst og billettekst.
4.6.2	Avvik	Det bør vera med informasjon om kvifor det er utarbeidd sikringstiltak i kartleggingsområdet. Vollen som Sweco har prosjektert antar SGC er på grunn av skredfarevurderinga frå 2018, men det er ikkje like opplagt om dei to vollane søraust for dette er på grunn av skredfarevurderinga frå 1991, då det er opplyst at dei er bygd mellom 2005 og 2015. Er det utført andre skredfarevurderingar for dette området, eller har det vore nyare skredhendingar som det ikkje er vist til i skredhistorikken? Dette må undersøkast eller forklarast. Det er ikkje naturleg at dette skal vera eit underkapittel til kapittel 4.6	Dette vart forsøkt undersøkt under arbeidet med rapporten, men vi har ikkje klart å få tak i informasjon om dette. Vi har både kontakta kommunen og SWECO for å få tak i informasjon/bakgrunn for desse vollane, men ingen av dei hadde meir informasjon tilgjengeleg. Vi kan difor ikkje utelukke at det også kan ha vore nyare skredhendingar ned mot desse områda som er bakgrunn for vollane. Naudsynt høgde mv. For å oppnå sikkerheit større enn 1/1000 vil vurderast i eit tilleggsoppdrag.
4.7	Merknad	Teiknforklaringa til figurane for dreneringsanalyse manglar eining.	Dette tek vi med oss vidare.
4.8	Merknad	Losneområde for sørpeskred brukt til modellering er ikkje lokalisert på same plass som losneområde for sørpeskred i registreringskartet. Er dette tekniske losneområde?	Det er forskjell på dei modelltekniske og dei reelle losneområda for sørpeskred i dette tilfellet.
4.8.1	Merknad	Kunne gjerne vore forklart tydelegare kvifor brotkanthøgdene er dobbelt så høge som 3-	Dette er gjort etter sensitivitetsanalysar og

Kap.	Kontroll	Kommentar frå SGC	Vår kommentar
		døgns snøfall. I fylgje NVE rettleiar skal det nyttast både dynamisk og topografisk modell når snøskredfaren skal utgreiast. I dette tilfelle der det ikkje er aktsemdområde frå losneområda i vest og inn i kartlagd område, er det greitt å droppa topografisk modell, men det bør vera med ei forklaring. Modelleringsresultat bør visast i vedlegg.	samanlikning med historiske skred og spor i terrenget, det sto også i teksten i opprinneleg rapport.
4.8.2	Merknad	Det er diskutert at vollane har god verknad på mindre skred, men at dei har for liten kapasitet til større/sjeldnare flaumskred. Det 10 er likevel ikkje vist til at det er utført fleire modelleringar med ulike scenario/volum. Modelleringsresultat bør visast i vedlegg, og dei bør ha med kvar det er lagt inn moglegheit for erosjon, og kor djup erosjonsmoglegheit det er lagt inn.	Vi har gjort fleire modelleringar enn det som er vist (figurane er eksempel på modelleringsresultat som det står i figurteksten). Det er elles opplagt at vollane har ein viss effekt, altså for mindre skred. I ei skredfarekartlegging etter TEK17 er det mest interessant å finne om dei har god nok effekt for sjeldnare skred med 1/100 og 1/1000 returperiode. Vi vil vise modelleringsresultat i vedlegg i neste oppdrag.
4.8.3	Merknad	Modelleringsresultat bør visast i vedlegg, og dei bør ha med kvar det er lagt inn moglegheit for erosjon, og kor djup erosjonsmoglegheit det er lagt inn.	Vi vil i framtida vise dette i vedlegg, men ser ikkje at dette er eit krav i vegleiaren.
4.8.4	Merknad	Figur som viser utløpssannsyn viser ikkje utløp for den mørkegrøne fargen som representerer sannsyn <= 5 %, og denne er truleg gjort usynleg. 5% er mykje å filtrera vekk, og utløpet samsvarar difor ikkje med plasseringa til avsette blokker som er vist i dei andre figurane. Figurane som viser avsette blokker viser ikkje heile kartleggingsområdet, og modelleringsresultat bør visast i vedlegg. Modelleringsresultatet bør samanstillast med kartlagde steinsprang-/steinskredblokker.	Dette tek vi med oss til vidare oppdrag og lagar samanstilte figurar i vedlegg der. Det er feil i teiknforklaringa på figuren det siktast til. Dette er retta opp.

Kap.	Kontroll	Kommentar frå SGC	Vår kommentar
5.3	Merknad	God vurdering av snøskred. Utløp av modelleringsresultat som svarar til scenario på 1/1000 bør diskuterast opp mot kjente utløp enten i dette kapittelet eller under 4.8.1. Sidan skredvind kan påverka kartlagd område med årleg sannsyn større enn 1/5000, er det interessant å veta kor langt frå elva det har gått kjente skred, sjølv om dette som regel er våte skred.	Det er lagt inn noko tekst om kjende skred.
5.4	Avvik	Det er faresone med årleg sannsyn større enn 1/100 i kartlagd område fleire stadar der flaumskred er dimensjonerande skredtype. Det er ingen vurderingar kring losnesannsyn, og skredhistorikken viser at siste skred gjekk i 1789, og at dette var ei svært sjeldan hending. Dette passar dårleg med at det er faresone med årleg sannsyn større enn 1/100 fleire stadar i kartlagd område. I dette kapittelet får ein inntrykk av at fangvollane er bygd for å stoppa flaumskred, noko som kan indikera at det flaumskredfaren er høgare enn det skredhistorikken tilseier. Det må forklarast betre kvifor flaumskredfaren er vurdert så høg som den er.	Dette er vår vurdering av faresonene, men vi set pris på tilbakemeldinga. Vi har sett på dette igjen, men har ikkje endra faresonene. Vi vurderer at regionen er utsett for skypumper/ekstrem-nedbør-hendingar som kan treffe svært lokalt, og at vi difor ikkje kan legge 1/100-faresoner kun der det nyleg har gått skred. Gjennomsnittleg årsnedbør er berekna til å auke med ca 20 % og at episodar med kraftig nedbør aukar vesentleg både i intensitet og hyppigheit. Nedbørmengd for døgn med kraftig nedbør forventast å auke med cirka 20 %. For varigheiter kortaere enn eitt døgn, er det indikasjonar på enda større auke. Det har dei siste tiåra vore hendingar for eksempel i Lalm og Kvam relatert til slike lokale

Kap.	Kontroll	Kommentar frå SGC	Vår kommentar
			ekstremnedbørtilfelle. Dette er tilsvarande område med tilsvarande lausmassegeologi. Lausmassane er lett eroderbare og ikkje tilpassa store nedbørmengder, mellom anna på grunn av at området har hatt eit turt klima fram til i dag. Det kan etter vår vurdering skje flaumskredhendingar i alle dei ulike rennene ved ekstremnedbørhendingar. Vi har lagt inn tekst om dette.
5.8.1	Merknad	Faresonekart skal vera eige vedlegg og bør visast i A3-format eller landskapsmodus. Det er fleire av polygona som manglar symbol for dimensjonerande skredtype. Kartvedlegg bør ha med informasjon om blant anna oppdragsnamn, datum og koordinatsystem og namn på kven som har utarbeidd og kvalitetssikra kartet. Faresonekart bør i tillegg ha med datasett for bygningar, slik at det kjem betre fram kva bygningar som er innafor faresonene. Sidan det er fleire bygningar (S2) som er innafor faresone med årleg sannsyn større enn 1/1000, burde det vore med informasjon om dette.	Vi har lagt til fleire symbol for dimensjonerande skredtypar samt laga faresonekart som vedlegg.
6	Merknad	Det er mange referansar i referanselista som det ikkje er referert til i teksten, blant anna fleire skredfarerapportar frå Nord-Fron. Referanselista bør oppdaterast til å berre visa aktuelle referansar.	Referanselista er oppdatert.
Relevant og dekkande grunnlags data?	Merknad	Det er generelt nytta relevant og dekkande grunnlagsdata, men det burde vore informasjon om det er nytta lokalkjende til skredhistorikken, eller eventuelt kvifor det ikkje er nytta. Informasjon om nedbør er òg	Info om nedbør er lagt inn.

Kap.	Kontroll	Kommentar frå SGC	Vår kommentar
		viktig når flaumskred er dimensjonerande skredtype i store delar av kartlagd område	
Er klima-data nytta?	Merknad	Det manglar informasjon om nedbørsmengder. Det er informasjon om at faren for lausmasseskred vil auka i framtida, men det er ikkje tatt med om ekstremnedbørshendingar kjem oftare no enn tidlegare. Auka nedbørsmengder dei siste åra burde vorte diskutert opp mot faren for lausmasseskred. Dette er særleg aktuelt sidan flaumskred er dimensjonerande skredtype fleire stadar i kartlagd område	Info om nedbør er lagt inn og diskutert.
Samanh. Reg.kart, modell-resultat og skredfare-vurdering?	Avvik	Rapporten har ein figur som viser registreringskart. Registreringskart skal visast som eit eige vedlegg i fylgje NVE rettleiar. Registreringskartet er ukomplett og manglar blant anna fleire losneområde. Det er vist til befaringspunkt, men det er ingen informasjon om desse i rapporten (sjå elles kap. 4.2 i tabellen over). Modelleringsresultat er ikkje vist som eige vedlegg og viser ikkje heile kartleggingsområdet. Modelleringsresultat bør samanstillast i lag med relevante observasjonar, til dømes utløp av steinsprang opp mot kartlagde skredblokker. Faresoner med årleg sannsyn større enn 1/100, der flaumskred er dimensjonerande skredtype vert vurdert av SGC å vera i for stor grad basert på modelleringsresultat, og samsvarar ikkje med skredhistorikken eller observasjonar frå synfaring.	Registreringskart er oppdatert og lagt ved som vedlegg. Modelleringskart er oppdatert i rapporten. Sjå elles kommentar i 4.2. Vi har lagt inn meir argumentasjon for 1/100 faresonene.
SGC si samla vurdering	Avvik	Dei samla faresonene for flaumskred er i liten grad diskutert opp mot grunnlagsdata då det ikkje er tatt med informasjon om nedbør. Fleire faresoner med årleg sannsyn større enn 1/100 passar ikkje med skredhistorikken som viser at siste registrerte skredhending var i 1789, og at dette igjen var ei svært sjeldan hending. Synfaringa viser at det er observert ravinar med levear og vifteformasjonar som vitnar om tidlegare lausmasseskred, men det er ingen informasjon eller dokumentasjon på nyare skredhendingar, eller erosjon som tilseier	Vi har oppdatert teksten ang argument for faresonene. Sjå mellom anna vår kommentar på kap. 5.4.

Kap.	Kontroll	Kommentar frå SGC	Vår kommentar
		faresone med dette sannsynet. SGC har sett gjennom tilgjengelege flyfoto tilbake til 1958 og ser ingen spor etter flaumskred i påverknadsområdet i aust. Losnesannsynet for flaumskred er ikkje diskutert. Lokalkjende burde vore intervjua angåande skredhistorikken, og årsaka til at det er bygd fangvollar i området må forklarast. SGC meiner at desse faresonene for flaumskred må revurderast, og eventuelt dokumenterast betre. Det burde vore med informasjon om faresoner som er i konflikt med eksisterande bygningar innafor dei ulike tryggleiksklassane.	