

Skredfarevurdering Sel Kommune: Sandbumoen

Rapporten inneheld skredfarevurdering for skred i bratt terreng i eit planområde ved Sandbumoen bustadfelt i Sel kommune, der formålet er fastsetting av faresoner for sikkerheitsklasse S1 og S2.

Arbeidet er utført av Asplan Viak AS



Dokumentinformasjon

Oppdragsgjevar: Sel Kommune
Tittel på rapport: Skredfarevurdering Sel Kommune: Sandbumoen
Oppdragsnamn: Skredfarevurdering Sel Kommune
Oppdragsnummer: 639141-01
Utarbeida av: Astrid Alme
Oppdragsleiar: Steinar Nes
Tilgjengelegheit: Åpen

Kort samandrag

Det er gjennomført ei detaljert skredfarevurdering for tre planområde i Sel kommune ved Sel sentrum, Sandbumoen og Slettmorken. Denne rapporten gjeld området ved Sandbumoen. Formålet er fastsetting av faresone for sikkerheitsklasse S1 og S2. Det vurderte området ligg innanfor NVE sitt aktsemdkart for snøskred og jord- og flaumskred. Oppdragsgjevar ynskjer derfor ei detaljert vurdering av faren for skred i bratt terreng i forhold til krava gitt i TEK17, sikkerheit mot skred.

Plan- og bygningslova og TEK17 stiller krav til sikkerheit mot skred for nybygg eller tilbygg på eksisterande bygg, og tilhøyrande uteareal. Me har vurdert området opp mot krava i sikkerheitsklasse S1 og S2, der årleg sannsyn for skred eller sekundæreffektar av skred ikkje skal overskride 1/100 og 1/1000.

Fare for alle typar skred i bratt naturleg terreng er vurdert på bakgrunn av terrengeanalysar, synfaring, kartdata, aktsemdkart, modellering og tidlegare skredhendingar. Delar av kartleggingsområdet tilfredsstillar ikkje lovverket sitt krav til sikkerheit mot skred i sikkerheitsklasse S2. Faresone for jordskred med gjentaksintervall 1/1000 er teikna inn. Moglegheit for risikoreduserande tiltak er vurdert. Kartleggingsområdet tilfredsstillar lovverket sitt krav til sikkerheit mot skred i sikkerheitsklasse S1.

01	2. mar. 2023	Skredfarevurdering Sandbumoen	AA	SN/VN
Ver	Dato	Skildring	Utarb. av	KS

Forord

Plan- og bygningsloven (pbl) og Byggteknisk forskrift (TEK 17) stiller krav til sikkerheit mot naturfare. For reguleringsplan og byggesak/-tiltak, søknadspliktig eller ikkje, må det derfor dokumenterast at tilstrekkeleg sikkerheit mot skredfare vil bli oppnådd i henhold til disse sikkerheitskrava. Denne utredninga er utført av fagkyndig personell og føl NVE sin vegledar *Sikkerhet mot skred i bratt terreng - Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og byggesak [1]*, og vil dermed kunne dokumentere om sikkerheitskrava er oppfylt.

Skredtypane snø-, jord-, flaum-, sørpe-, steinskred og steinsprang vurderast.

Vurderingane er i stor grad basert på terrenganalysar, kartdata, aktsemdskart, modellering og observasjonar i felt.

Leikanger, 02.03.2023

Steinar Nes
Oppdragsleiar

Astrid Alme
Rapportansvarleg

Steinar Nes, Vegard Nes
Kvalitetssikrar

Om oppdraget

Oppdragsgivar	Sel Kommune
Oppdragstakar	Asplan Viak AS
Skredfarevurdering for	Sandbumoen bustadfelt i Sel Kommune
Følgande tiltak og sikkerheitsklassar er planlagt på eigendommen/planområdet	Skredfaren blir vurdert opp mot krava i sikkerheitsklasse S1 og S2.
Synfaring gjennomført	Ja
Synfaring gjennomført av og når	Steinar Nes, Anniken Aalerud og Astrid Alme 22-23.11.2022

1.	Innleiing	6
	1.1. Grunnlag for vurdering	6
	1.2. Atterhald og avgrensingar	7
2.	Krav til sikkerheit mot skredfare	8
3.	Områdeskildring	10
	3.1. Synfaring	12
	3.2. Topografi	12
	3.3. Geologi	15
	3.4. Drenering	17
	3.5. Vegetasjon	19
	3.6. Klima	20
	3.7. Tidlegare skredhendingar	23
	3.8. Aktsemdkart	23
	3.9. Tidlegare kartleggingar	25
	3.10. Observasjonar i felt	25
	3.11. Eksisterande sikringstiltak	30
4.	Vurdering av skredfare	31
	4.1. Steinsprang	31
	4.2. Steinskred	35
	4.3. Jord- og flaumskred	36
	4.4. Snøskred	41
	4.5. Sørpeskred	46
5.	Samla skredfare	48
	5.1. Faresoner	48
	5.2. Stadspesifikk usikkerheit	49
6.	Moglegheit for risikoreduserande tiltak	50
7.	Konklusjon	51

8. Referansar	52
9. Vedlegg	53
9.1. Registeringskart	54
9.2. Hellingskart	55
9.3. Modelleringsresultat for steinsprang i Rockyfor3D	56
9.4. Modelleringsresultat for jsnøskred i RAMMS::Avalanche	57
9.5. Modelleringsresultat for jordskred i RAMMS::Debris flow	58
9.6. Faresonekart	59
9.7. Eigenerklæringsskjema	60

1. Innleiing

Asplan Viak har vore engasjert av Sel kommune for å gjennomføre ei skredfarevurdering for planområda Sel sentrum, Sandbumoen og Slettmorken, i Sel kommune. Denne rapporten inneheld skredfarevurderinga for Sandbumoen bustadfelt. Formålet er fastsetting av faresoner for sikkerheitsklasse S1 og S2. Det vurderte området ligg innanfor NVE sitt aktsemdskart for snøskred og jord- og flaumskred. Oppdragsgivar ynskjer derfor ei detaljert vurdering av faren for skred i bratt terreng, i forhold til krava gitt i TEK17 sikkerheit mot skred. Skredtypane steinsprang, jord- og flaumskred, snøskred og sørpeskred er vurdert.

Plan- og bygningslova og TEK17 stiller krav til sikkerheit mot skred i sikkerheitsklasse S2 for bygg der det normalt oppheld seg opp til 25 personar. Krava i sikkerheitsklasse S2 seier at årleg sannsyn for skred eller sekundæreffektar av skred ikkje skal overskride 1/1000.

Fare for alle typar skred i bratt terreng er vurdert på bakgrunn av følgande arbeid:

- Terrenganalyse
- Synfaring i felt
- Klimaanalyse
- Historiske opplysningar
- Tidlegare hendingar
- Modelleringar
- Erfaring

1.1. Grunnlag for vurdering

Tabell 1 oppsummera bakgrunnsmateriale som er nytta i skredfarevurderinga, der det også går fram kven som eig materialet og kvar materialet er henta frå.

Tabell 1: Oversikt over nytta bakgrunnsmateriale, eigar og referanse.

Bakgrunnsmateriale	Eigar	Kilde
Digital terrengmodell	Kartverket	Høydedata [2]
Historiske skredhendingar	NVE	NVE [3]
Aktsemdskart	NVE, NGI	NVE [3]
Berggrunnskart	NGU	NGU [4]
Lausmassekart	NGU	NGU [5]
Flyfoto	Kartverket	Kartverket [6]
Klimadata	NVE	SeNorge [7]
Skog	Kartverket	NIBIO [8]

1.1.1. Kartgrunnlag

Det har blitt lasta ned kotegrunnlag frå www.hoydedata.no [2], prosjekt Nord-Gudbrandsdalen 2013 og NDH Ringebufjellet 2 pkt 2018. Dei har prosjektnummer LACHOP33 og LACH0001. Datasetta har punkttettheit 5 og 2 punkt/m², og oppløysing 0,25m og 0,5 m. Behandling av terrengdata, produksjon av kartbilete og terrengmodell til simuleringar er utført ved hjelp av ArcGis Pro 3.0. Alle kart er laga med datum ETRS 1989 og koordinatsystem UTM sone 33N. Terrengdata er studert i ArcGIS Pro, og det er produsert terrengmodell (raster) og skyggerelieffkart i programmet. Asplan Viak har utarbeida alle karta. Det er i tillegg brukt kart og flyfoto over området, samt aktuelle WMS-tenester for visning av topografiske kart, grunnforholdskart, aktsemdskart og liknande.

1.2. Atterhald og avgrensingar

Skredfarevurderinga gjeld berre markerte kartleggingsområde i Figur 3-1. Vurderingane er basert på naturleg terreng som vart observert under synfaring. Stabiliteten til menneskepåverka terreng, som mindre skjeringar og utfyllingar i byggefeltet er ikkje vurdert. Det er lagt vekt på historiske skredhendingar i vurderingane. Ved store endringar i terrenget bør vurderingane utførast på nytt.

Vurderingane gjeld sikkerheit mot skred i bratt naturleg terreng.

2. Krav til sikkerheit mot skredfare

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

Grunn kan bare bebyggas, 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 sikkerheit mot skred for nybygg og tilhøyrande uteareal (Tabell 2). I rettleiaren til TEK17 vert det gjeve retningsgivande eksempel på byggverk som kjem inn under dei ulike sikkerheitsklassane for skred.

Tabell 2. Sikkerheitsklassar ved plassering av byggverk i skredfareområde. I denne rapporten vert bygga vurdert etter S1 og S2, som markert i tabellen.

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

Sikkerheitsklasse S1 omfattar til dømes byggverk der det normalt ikkje oppheld seg personar, og der det er små økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvensar. Byggverk som kan inngå i denne sikkerheitsklassen er garasje, uthus og båtnaust.

Sikkerheitsklasse S2 omfattar til dømes byggverk der det normalt oppheld seg maksimum 25 personar, og der det er middels økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvensar. Byggverk som kan inngå i denne sikkerheitsklassen er til dømes einebustadar, tomannsbustadar og einebustadar i kjede/rekkehus/bustadblokk/fritidsbustad med maksimum 10 bueiningar. For bygningar som inngår i S2 kan kravet til sikkerheit for tilhøyrande uteareal reduserast til sikkerheitsklasse S1, fordi eksponeringstida for personar er vesentleg lågare utanfor bygningane.

Kartleggingsområdet vert skredfarevurdert for fastsetting av faresoner for 1/100 og 1/1000.

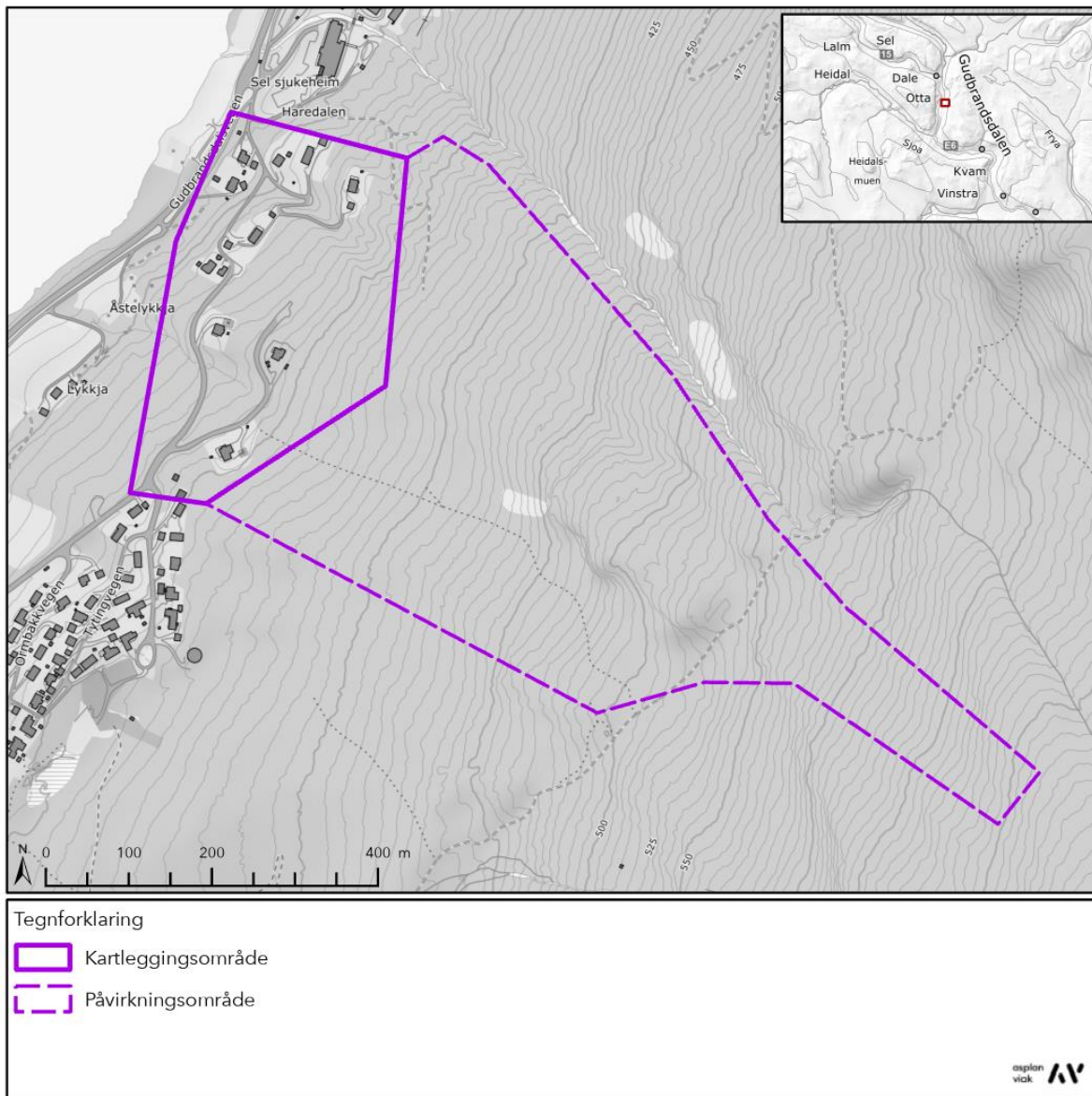
Vurderingar og rapport har blitt utført etter gjeldande retningslinjer og standardar gjeve av NVE [1]. I TEK17 er det spesifisert at samla sannsyn for alle skredtypar skal leggest til grunn for vurderinga av årleg sannsyn. Følgande skredtypar har blitt vurdert:

- Skred i fast fjell
- Skred i lausmassar
- Snøskred, inkludert sørpeskred

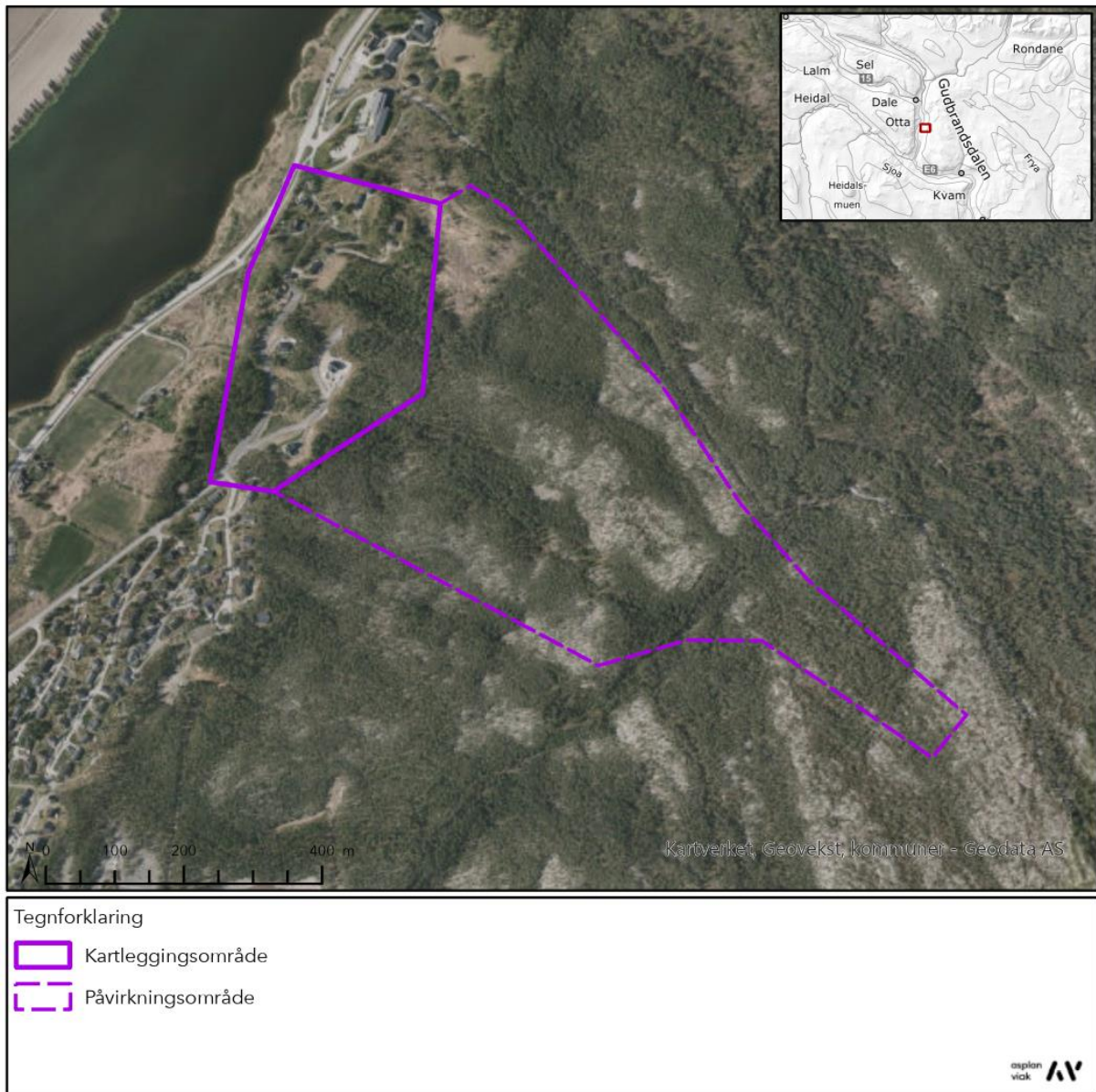
Den endelege vurderinga av skredfare er samla nominell årleg sannsyn for skred, som kan samanliknast direkte med krava i Tabell 2.

3. Områdeskildring

Området som skal vurderast, kalla kartleggingsområdet, ligg ved Sandbumoen bustadfelt (nordleg del) i Sel kommune, Innlandet fylke (Figur 3-1). Kartleggingsområdet ligg i foten av ei nordvestvendt fjellside som strekk seg oppover mot Gnedden (1111 moh.) Kartleggingsområdet strekk seg frå ca. 290 moh. og opp til omtrent 350 moh. Ortofoto er vist i Figur 3-2 og overiktsbilete er vist i Figur 3-3.



Figur 3-1: Kartleggingsområdet der reell skredfare skal avklarast. Påverknadsområdet er der det potensielt kan losne skred og ha utløp inn i kartleggingsområdet.



Figur 3-2: Ortofoto fra 2020 [6] med kartleggings- og påvirkningsområdet markert.



Figur 3-3: Oversiktsfoto over dalsida, tatt frå motsatt side av elva. Foto frå Google Street View 2019.

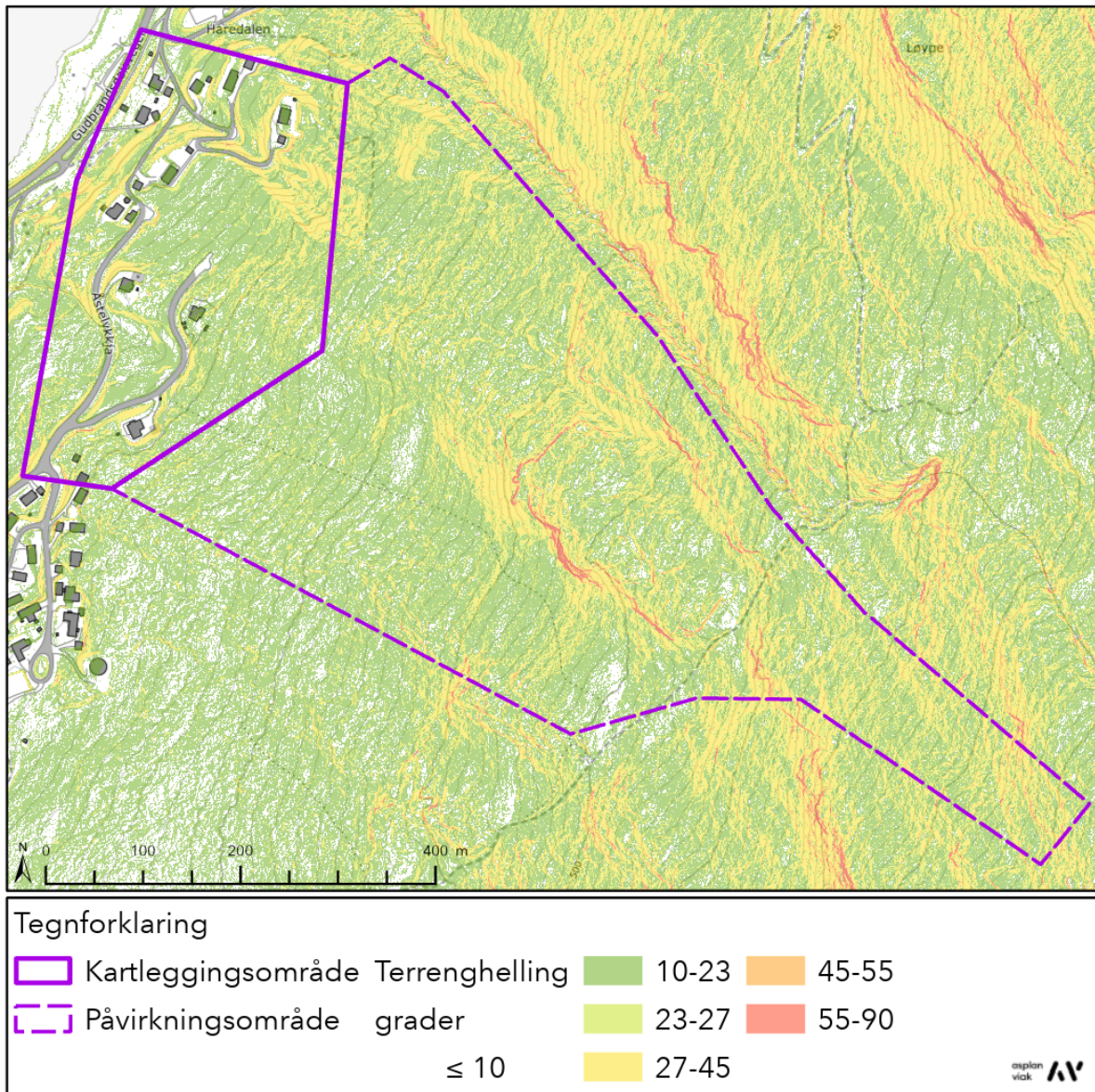
3.1. Synfaring

Synfaring vart gjennomført 22. november 2022 av geologane Steinar Nes, Anniken Aalerud og Astrid Alme, og gjekk føre seg i kartleggingsområdet og nedre del av påverknadsområdet. Terrenget var delvis snødekt og det var snøvêr på synfaringsdagen. Sjå Vedlegg 9.1 for registreringskart og sporlogg.

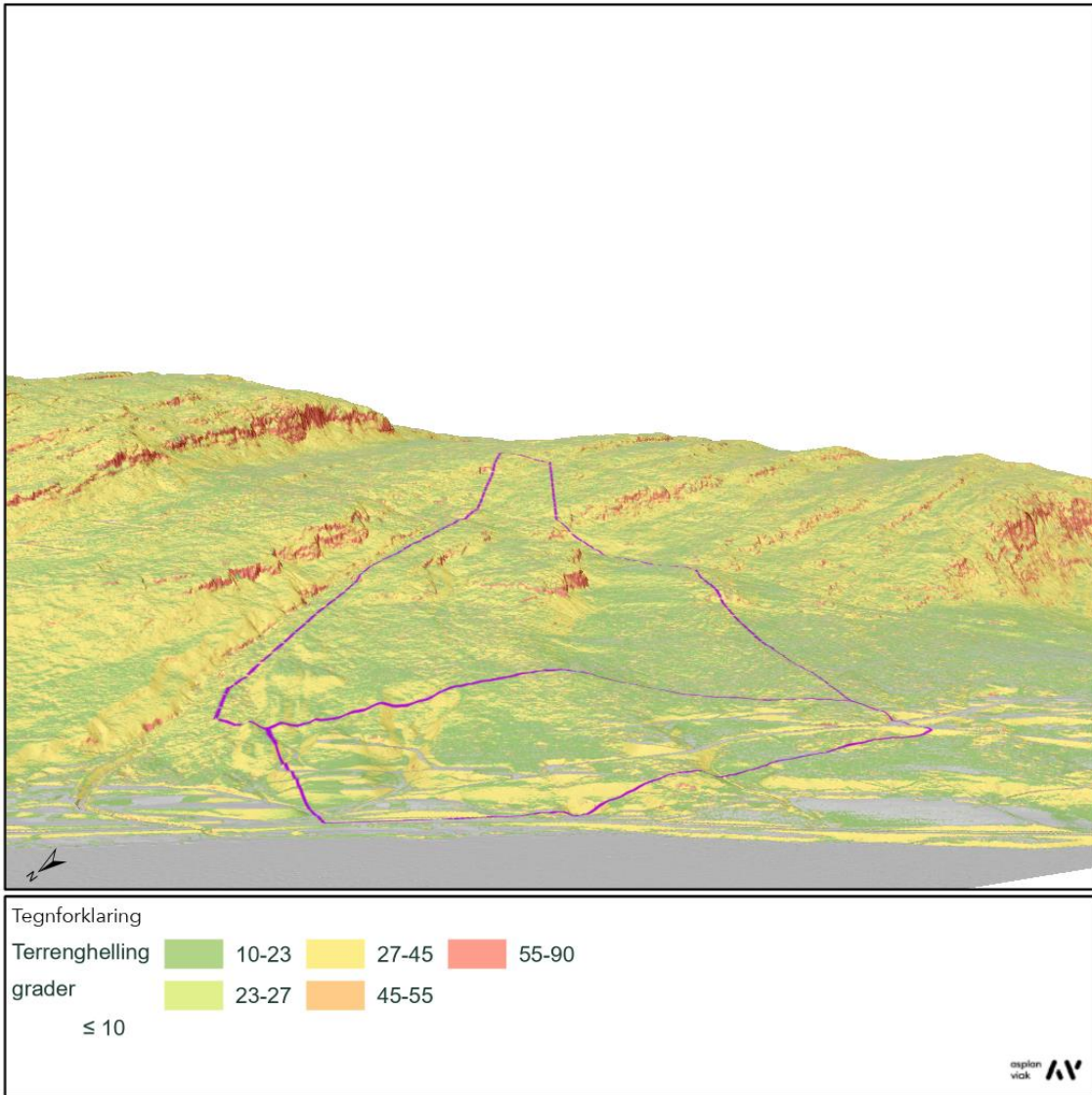
3.2. Topografi

Kartleggingsområdet ligg i ei nordvestvendt fjellside, og strekk seg frå ca. 290 moh. til ca. 350 moh. Kartleggingsområdet er slakt, hovudsakleg $\leq 23^\circ$ med nokre brattare skråningar opp mot 45° og ein lausmasseskrent over 55° . I tillegg er det nokon skjæringar og fyllingar over 55° . Hellingskart er vist i Figur 3-4, Figur 3-5 og Vedlegg 9.2.

Det teoretisk potensielle påverknadsområdet er terrenget bak kartleggingsområdet, der terrenget stig mot søraust. Området har hovudsakleg to søkk som kjem fram på skyggerelieff. Påverknadsområdet har hovudsakleg terrenghelling $\leq 23^\circ$ opp til ca. 425 moh. Med nokon brattare parti, $27-45^\circ$, i nordleg del. Frå 425 moh. og oppover er det nokre brattskrentar med helling $55^\circ-90^\circ$. Mellom brattskrentane er det varierende helling, der noko er $\leq 10^\circ$, noko $10-23^\circ$ og noko $27-45^\circ$.



Figur 3-4: Hellingskart for kartleggings- og påvirkningsområdet.

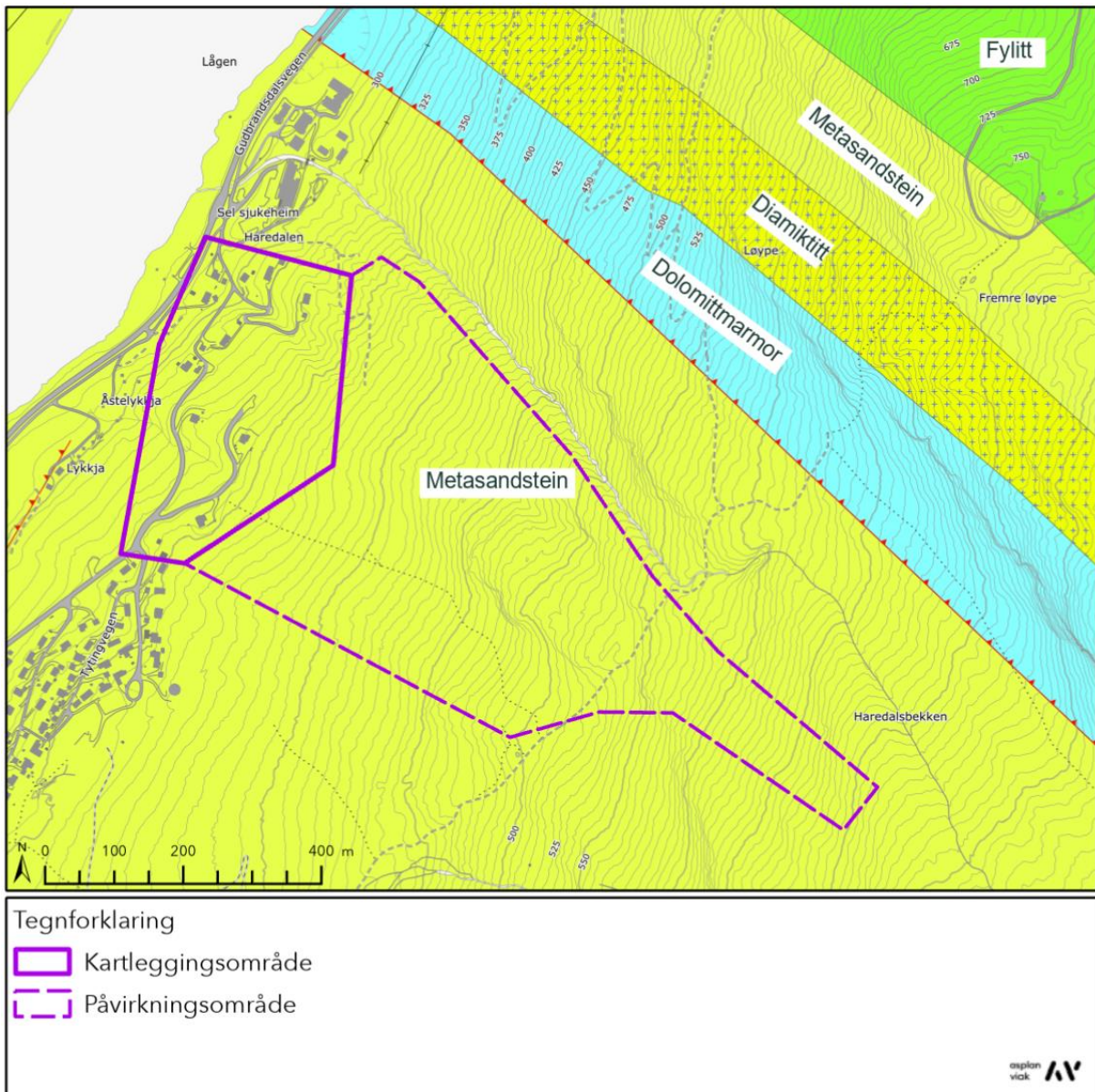


Figur 3-5: 3D visning av skyggerelieff med hellingskart.

3.3. Geologi

3.3.1. Berggrunn

Geologien i området er kartlagt i målestokk 1:250 000 [4] (Figur 3-6). Berggrunn i kartleggings- og påverknadsområdet består av metasandstein. Nord for kartleggings- og påverknadsområdet er det kartlagt ei skjersone med kompresjonsrørslle og påfølgande dolomittmarmor, diamiktitt, metasandstein og deretter eit større område med fylitt. Kartlegginga er grov, og det kan førekomme feil.

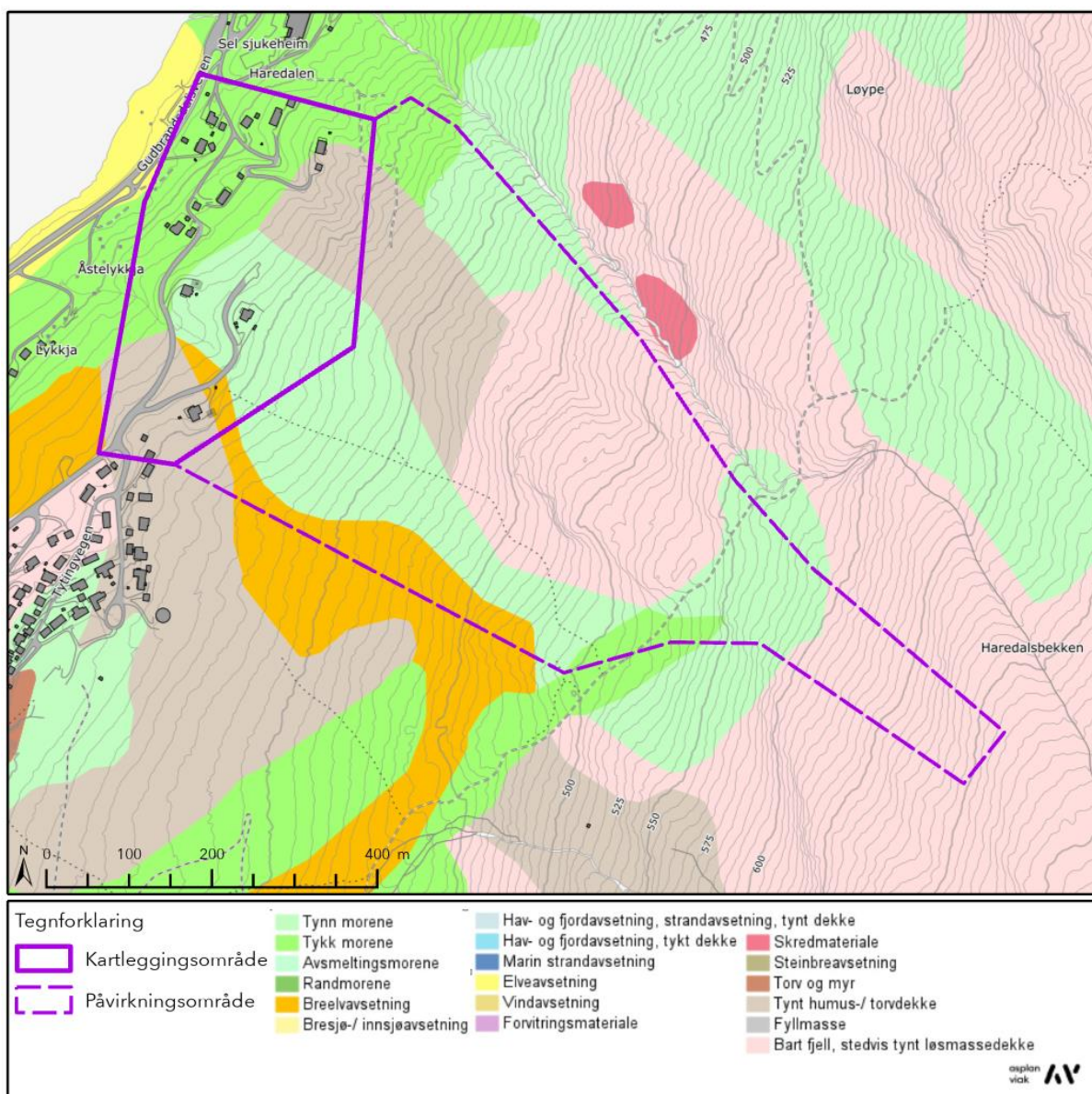


Figur 3-6: Utsnitt frå NGU [4] sitt berggrunnskart.

3.3.2. Lausmassar

I følge NGU sitt lausmasekart [5], Figur 3-7, ligg kartleggingsområdet på eit samanhengande dekke, nokre stadar usamanhengande/tynt, med morenemateriale over elve- og bekkeavsetning. Det er også eit område med tynt dekke av organisk materiale over berggrunn og ei smal stripe med breelvavsetning i sørleg del av kartleggingsområdet.

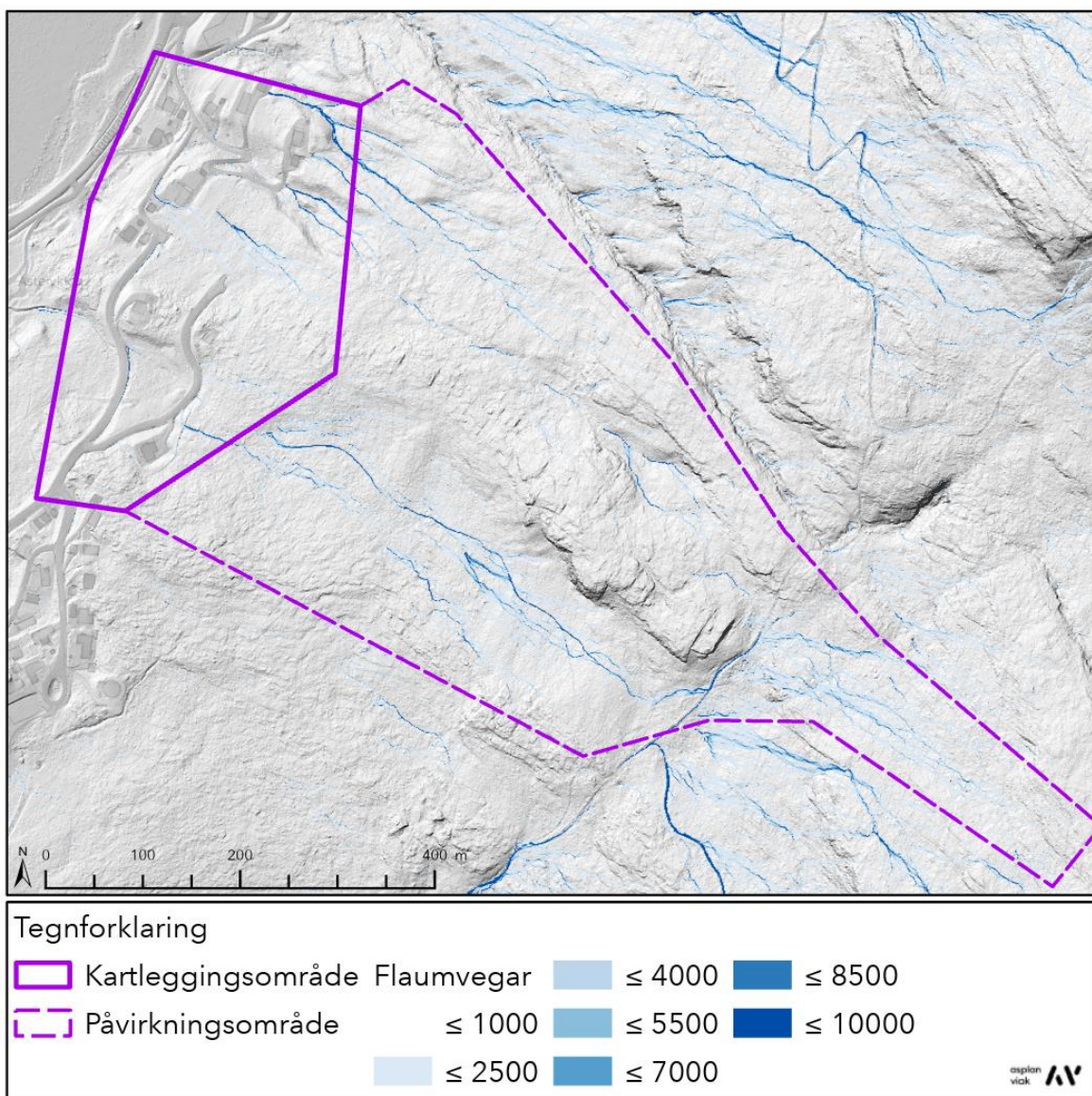
Breelvavsetninga, det tynne morene- og organiske dekket går inn i påverknadsområdet. I tillegg er store delar av påverknadsområdet kartlagt som bart fjell med stadvis tynt lausmassedekke. Heilt sør i påverknadsområdet, ved ca. 500 moh., er det eit mindre område kartlagt som samanhengande morenedekke. Dette kartet er detaljert og har eigna målestokk 1:50 000.



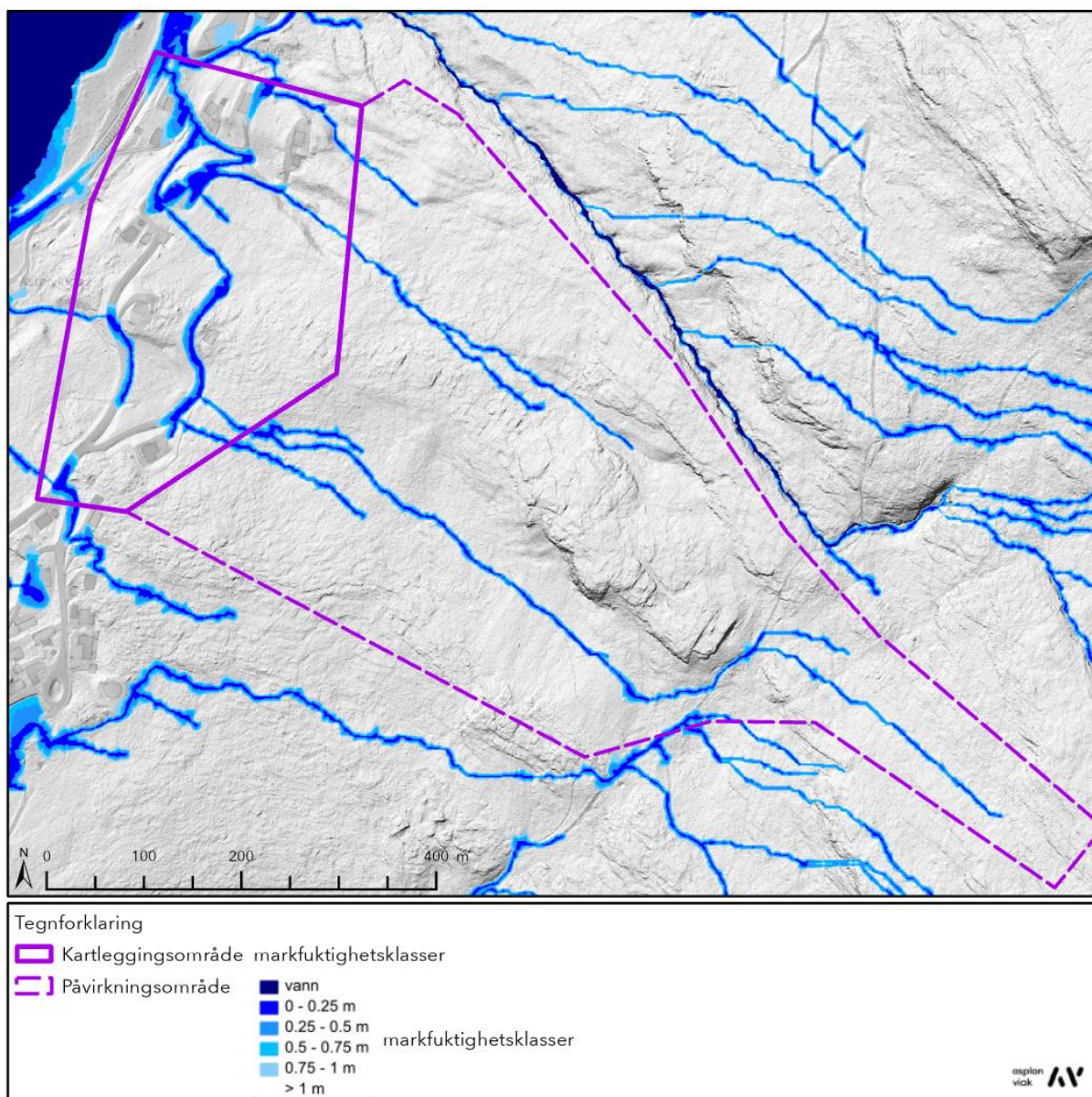
Figur 3-7: Utsnitt frå NGU [5] sitt lausmasekart.

3.4. Drenering

Flaumveganalyse (Figur 3-8) og gjennomgang av skyggerelieffkart viser hovudsakleg to vide søkk som fungera som dreneringsløp i påverknadsområdet med retning mot kartleggingsområdet. Generelt er det ut i frå flaumveganalysen fleire mindre dreneringsvegar i dei to søkka, spesielt nord i kartleggings- og nedre del av påverknadsområdet. Flaumveganalysen viser lite vatn som drenera ned sør i kartleggingsområdet. Nord i kartleggingsområdet er det ut i frå flaumveganalysen meir vatn som samlar seg, fleire dreneringsløp renn inn i frå påverknadsområdet her. NIBIO sitt markfuktigheitskart (Figur 3-9) [8] viser mykje dei same dreneringsvegane som flaumveganalysen, men i færre meir konsentrerte bekkeløp. Det viser også at vatnet føl eksisterande vegar i byggefeltet, og at dei truleg påverkar vatnet sin drenering i området.



Figur 3-8: Flaumveganalyse med skyggerelieffkart produsert i ArcGIS Pro, viser dreneringsretninga til vatn, og kvar vatn potensielt vil hope seg opp.



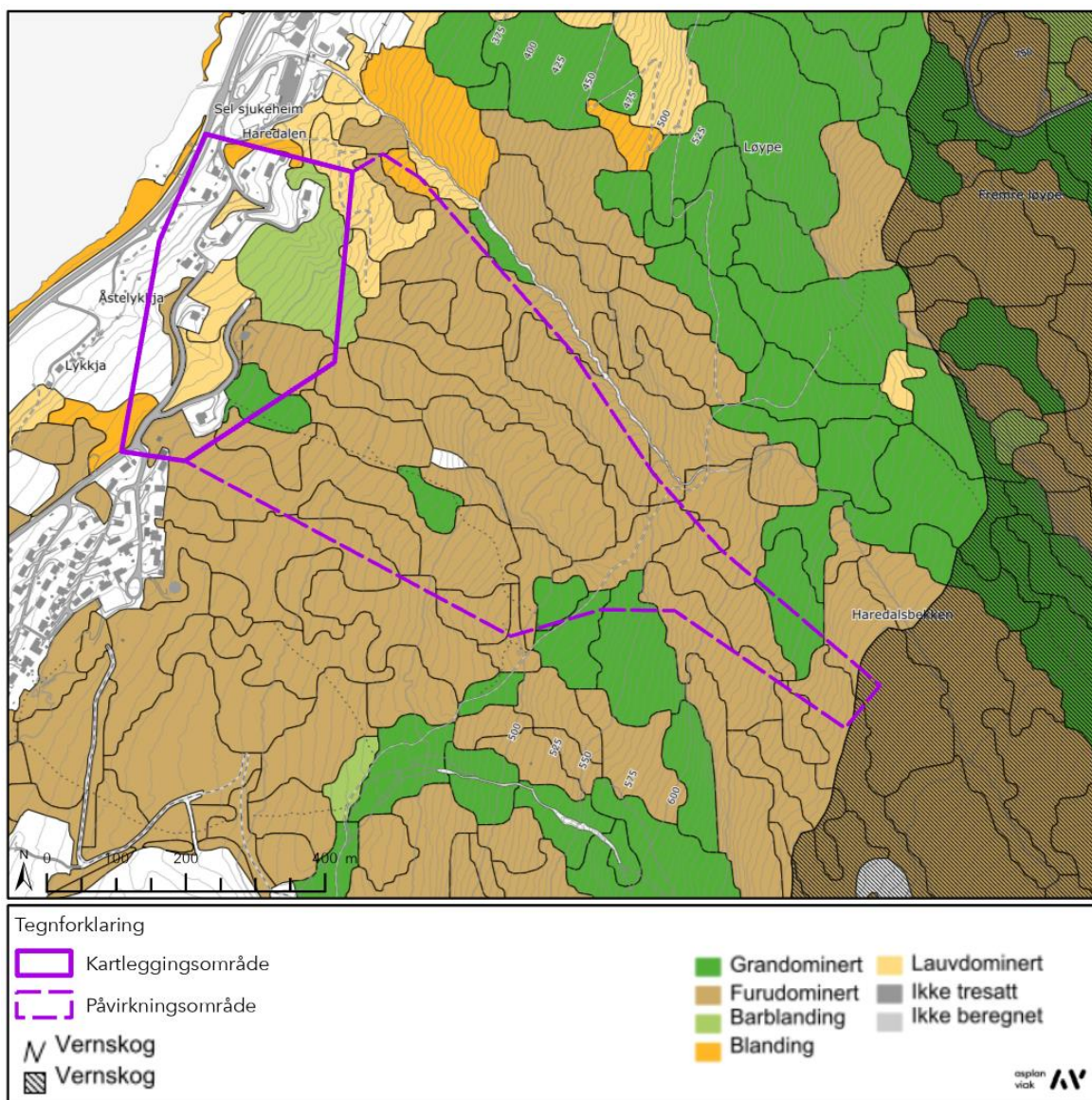
Figur 3-9: Markfuktighetskart henta frå NIBIO [8].

Generelt drenerast og konsentrerast noko vatn mot kartleggingsområdet. Under synfaringa vart det ikkje observert bekkar med større mengder vatn med retning mot kartleggingsområdet. Observasjonane i felt er registrert i Tabell 5. Det var generelt lite vatn på synfaringdagen.

3.5. Vegetasjon

Synfaring, flyfoto og NIBIO sitt skogsressurskart (Figur 3-10) [8] viser at kartleggingsområdet hovudsakleg består av lauv- og blandingskog. Kartleggingsområdet har også noko grandominert og furudominert skog øvst lengst sør. Påverknadsområdet er furudominert med noko lauvskog og blandingskog i nordleg del, opp til ca. 375 moh. Over 375 moh. er det hovudsakleg furudominert skog med nokon felt med granskog. NIBIO sitt skogsressurskart [8] anslår generelt høg kronedekning, opp til 100% i påverknadsområdet og øvre del av kartleggingsområdet.

Studering av flyfoto frå 1954, 1958, 1965, 1968, 1969, 1979, 1983, 1988, 1990, 2006, 2008, 2011, 2013, 2015, 2018 og 2020 viser at det har vore lite endring i vegetasjon i kartleggings- og påverknadsområdet, med unntak av hogst av skog nedst i nordleg ende av påverknadsområdet mellom 2015 og 2018 [6].



Figur 3-10: Utsnitt frå NIBIO sitt kart over tretypar [8].

3.6. Klima

Nedbørsdata er henta frå NVE sitt «Grid times series» API [7]. Datasettet er SeNorge2 som er basert på observerte og interpolerte data frå 1990 fram til 2020 [9]. Vindroser er basert på data frå mars 2018 til mars 2021. Interpolerte data er justert for høgd.

Klimadata er henta frå kartleggingsområdet ca. 300 moh. og Gnedden 1111 moh., som er høgste punkt aust for kartleggingsområdet. På høgder vert vinden mindre påverka av dalstrøk. Koordinatane er vist i Tabell 3.

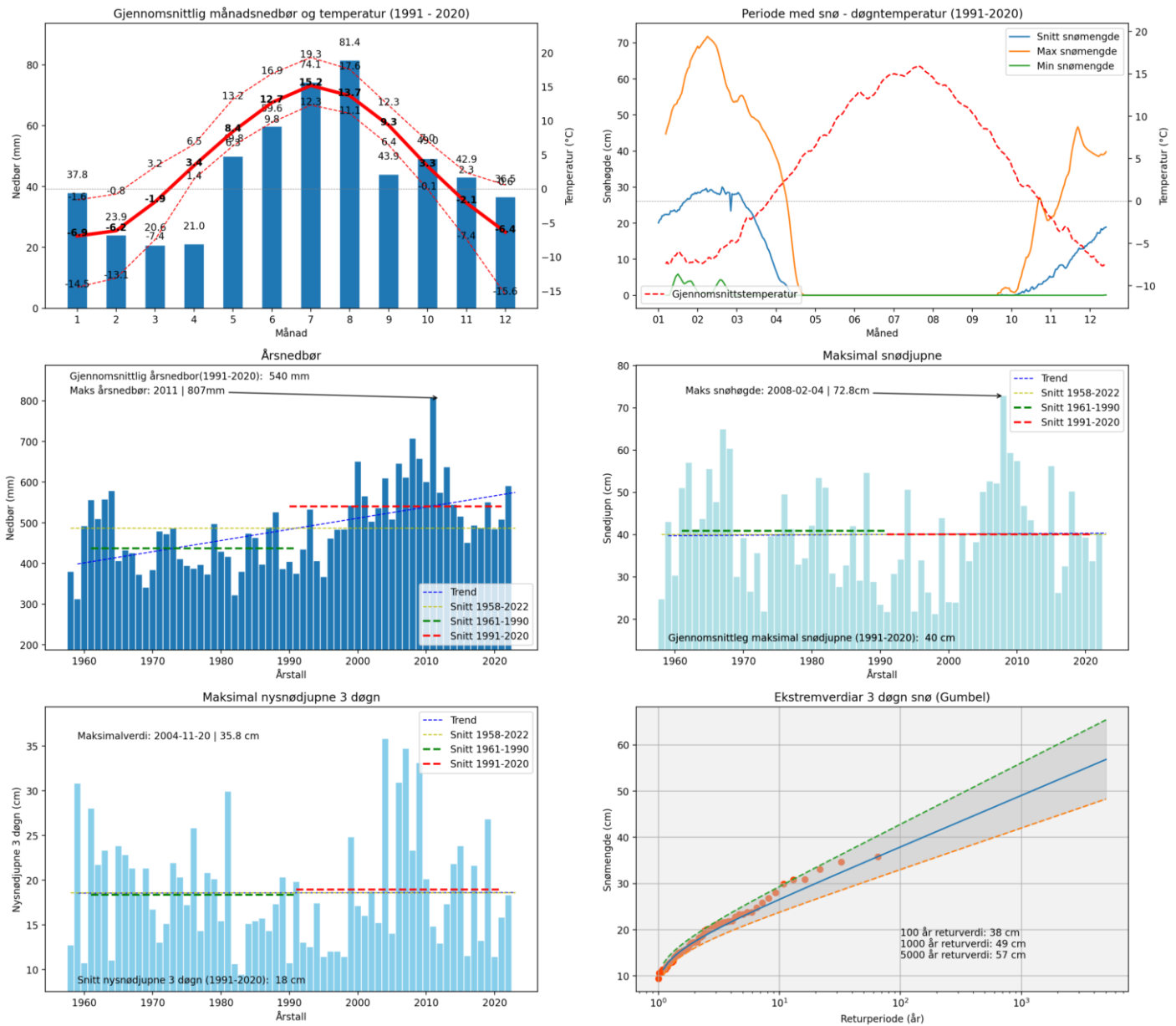
Tabell 3 - Koordinatar for punkt klimadata er basert på.

Lokalitet	Koordinatar UTM 33	
	N	Ø
Sandbumoen 300 moh.	6856401.8	212488.9
Gnedden 1111 moh.	6856110.5	216555.8

3.6.1. Normalar

Området har tørt innlandsklima og stor endring i temperaturar gjennom året. Gjennomsnittstemperaturen variera frå -6,9° C i januar, til 15,2° C i juli (Figur 3-11). I gjennomsnitt er det plussgrader frå slutten av mars til slutten av oktober. Det er mest nedbør i juli og august, og minst i februar, mars og april. Gjennomsnittleg årsnedbør for området er 540 mm, med ein aukande trend. Gjennomsnittleg maksimal snødjupn ved kartleggingsområdet er 40 cm (ca. 300 moh.), med jamn trend. Gjennomsnittleg maksimal snødjupn på Gnedden (1111 moh.) er 68 cm, med ein aukande trend.

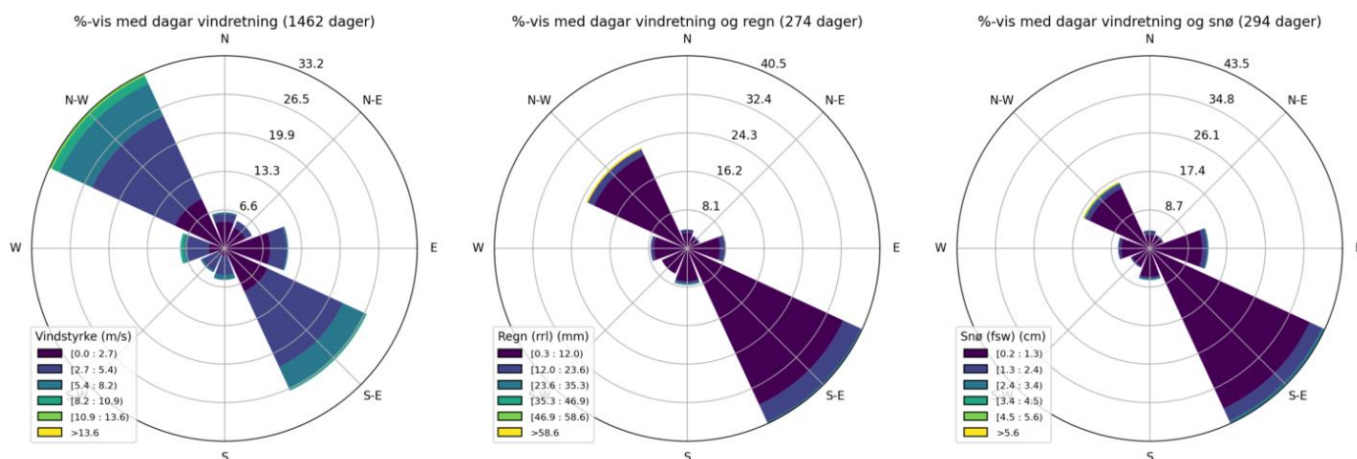
Klimaoversikt for Sandbumoen (294 moh.)



Figur 3-11: Samanstilling av klimadata for Sandbumoen (ca. 300 moh.)

3.6.2. Vind

Figur 3-12 viser dominerende vindretning, vindretning for generell nedbør og vindretning ved snø (temperatur under 1° C). Figuren viser at flest dagar er registreret med vind frå nordvest og søraust, med høgast vindstyrke og flest dagar frå nordvest. Nedbørsførande vindretning er frå søraust og nordvest, med mest nedbør frå nordvest og flest dagar frå søraust. Snøførande vindretning er hovudsakleg frå søraust, flest dagar frå søraust og mest snøførande frå nordvest.



Figur 3-12: Vindroser frå Gnedden (1111 moh.)

3.6.3. Ekstremverdiar

Utrekingar av ekstremverdiar kan utførast etter ulike metodar i NIFS rapport 2014/22 «Hvordan beregne ekstremverdiar for gitte gjentaksintervaller» [10]. Figur 3-11 viser returverdiar for 3 døgns snømengde berekna med Gumbel-metoden. Ein oppsummering av ekstremverdiar for snø og nedbør for gitte gjentaksintervall er vist i Tabell 4. Både tal frå Kartleggingsområdet og Gnedden er tatt med.

Tabell 4 - Ekstremverdiar for Kartleggingsområdet og Gnedden.

Lokalitet	Returverdiar for 3 døgns snømengde (cm)		
	100 år	1000 år	5000 år
Sandbumoen 300 moh.	38	49	57
Gnedden (1111 moh.)	30	38	44

3.6.4. Framtidig klima

Klimaprofilen for Oppland [11] viser at klimaendringane vil føre til vesentleg fleire episodar med kraftig nedbør i intensitet og førekomst. Det er venta auka flaumvassføring og auka jord-, flaum- og sørpeskredfare som følgje av auka nedbørsmengd. Regn vil oftare falle på snødekt underlag, noko som kan auke faren for våte snøskred i skredutsette område og minke faren for tørre snøskred. Det er venta ein vesentleg reduksjon i snømengd, og i talet på dagar med snø i lågareliggande område. I høgareliggande fjellområde derimot, kan det fram mot midten av hundreåret verte aukande snømengder. Hyppigare episodar med kraftig nedbør vil kunne auke frekvensen av steinsprang og steinskredhendingar, men har truleg mest påverknad på mindre steinspranghendingar.

3.7. Tidlegare skredhendingar

Det er ikkje registrert skredhendingar i kartleggings- og påverknadsområdet i nasjonal skreddatabase [3]. Det er derimot registrert fleire jord- og flaumskredhendingar, hovudsakleg på motsett dalside.

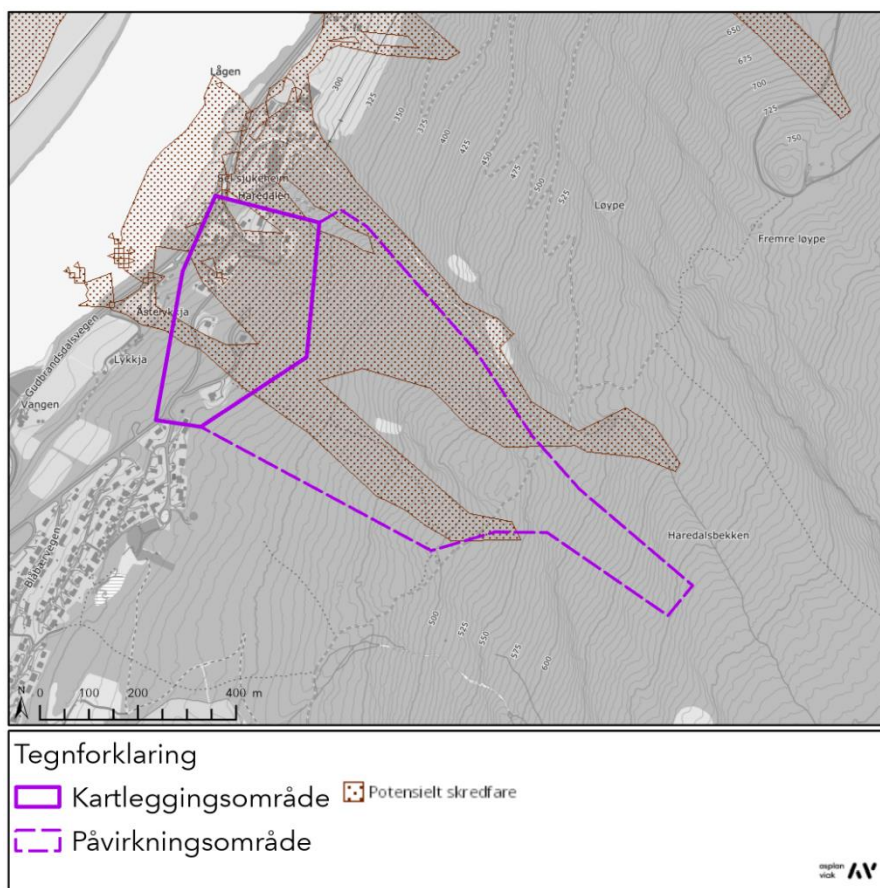
Tilgjengelege historiske flyfoto over området er frå 1954 til 2020 [6]. Ved studering av flyfoto er det ikkje observert ei tidlegare skredhending like nord forkartleggings- og påverknadsområdet. Under flaumen 2011 gjekk det eit flaumskred i bekken mot Sel sjukeheim. Det er ingen teikn til skredhendingar som påverka bustadfeltet under den hendinga. Nedbørsfeltet for bekkeløpet der flaumskredet gjekk er eit anna område enn påverknadsområdet.

3.8. Aktsemdkart

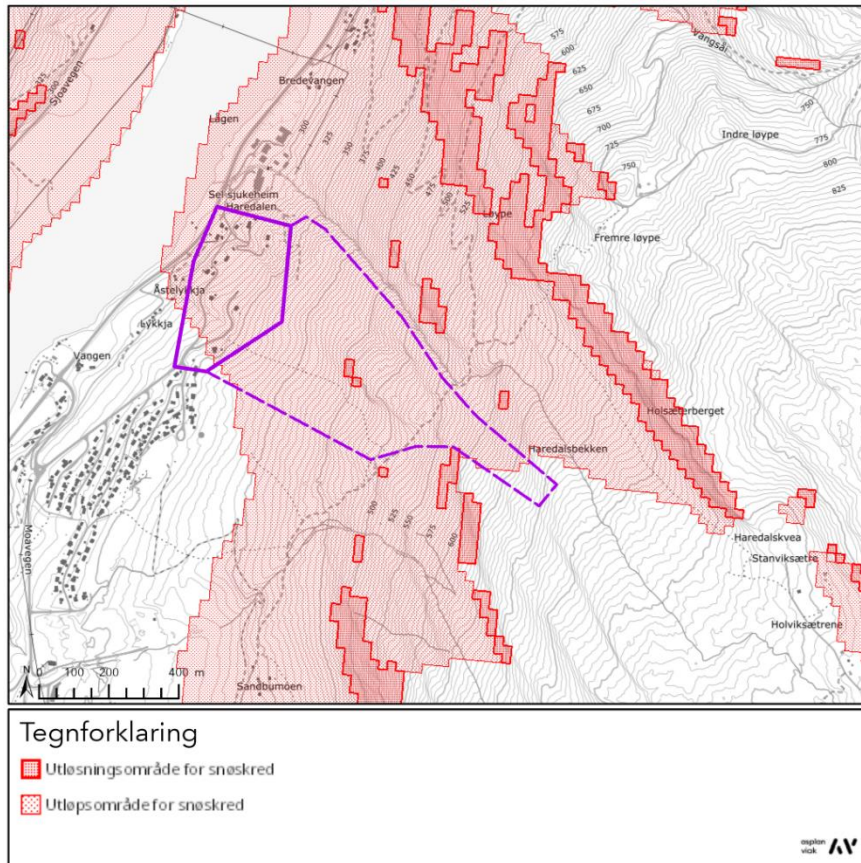
Aktsemdkart for snøskred, steinsprang og lausmasseskred er nasjonalt dekkande [3]. Karta er basert på terrenghelling og gjev ein indikasjon på kvar terrenget kan være utsett for naturfarar eller skred i bratt terreng. Oppløysinga til terrengmodellen som NVE sitt aktsemdkart basera seg på er grov, 25x25 m for steinsprang og snøskred og 10x10 m for jord- og flaumskred. Noko som kan føre til at mindre skrentar kan falle utanfor.

For NGI sitt aktsemdkart er det i tillegg til kartstudie, vurdering av historisk informasjon og modellering av utløpsområder (alfa-beta-metoden), gjort ei enkel synfaring av busette områder under kartlegginga (til dømes frå bil). Merk at NGI sine kart viser eit antatt lengste utløp uavhengig av skredtype.

Kartleggingsområdet ligg innanfor utløpsområdet for jord- og flaumskred (Figur 3-13) og snøskred (Figur 3-14) på aktsemdskarta til NVE. Det ligg ikkje innanfor NGI sitt samla aktsemdkart for snøskred og steinsprang.



Figur 3-13: NVE sitt aktsemdkart for skred i bratt terreng for jord- og flaumskred.



Figur 3-14: NVE sitt aktsemdkart for skred i bratt terreng for snøskred.

3.9. Tidlegare kartleggingar


NVE si oversikt over tidlegare skredfareutretningar [3] viser ingen tidlegare kartlegging i kartleggingsområdet.

Asplan Viak er ikkje kjent med at det er utført skredfarevurderingar i eller nærliggande kartleggingsområdet tidlegare.


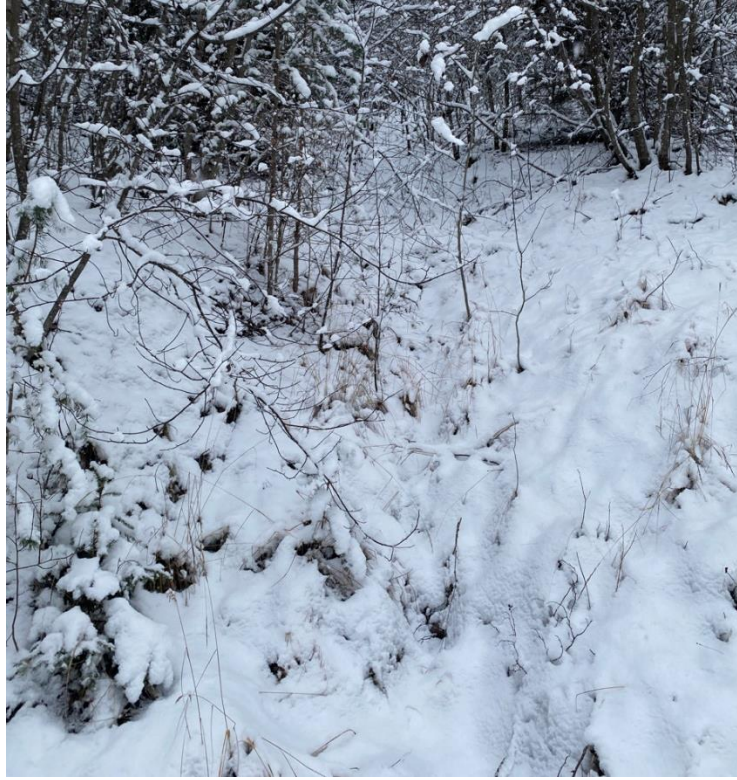
3.10. Observasjonar i felt

Hensikta med feltarbeidet er å få oversikt over topografiske forhold, grunnforhold, sannsyn for ulike skredtypar og andre forhold som kan påverke skredfaren. Relevante observasjonar frå synfaringa er summert opp i Tabell 5, med henvisning til GPS-punkt vist i vedlegg 9.1.

Tabell 5 - Skildring av observasjonar gjort under synfaring, med henvisning til GPS-punkt vist på kartet i Vedlegg 9.1.


GPS-punkt	Skildring	Foto
1351	Tydeleg søkk i terrenget. Ikkje teikn til fersk aktivitet.	

1352	Opent hogstområde. Ikkje skogdekt, noko terrengruheit.	
1353	Bratt skråning med låg terrengruheit. Skogdekt. Kan fungere som losneområde for snøskred, utan skog.	

<p>1354</p>	<p>Snitt i lausmassar. Menneskeskapt. Mektig lausmassedekke i området, delvis runda massar med varierende kornstørrelse.</p>	
<p>1355</p>	<p>Søkk med bratte skråningar på sidene. Skråningane er låge, gjev ikkje potensial for lange utløp.</p>	

<p>1356</p>	<p>Bratt lausmasseskråning i sida på eit breitt søkk. Tre står rett, ikkje teikn til sig.</p> <p>Slakare område i midten av søkket.</p>	
<p>1357</p>	<p>Vidt slakare området. Noko terrengruheit.</p>	

<p>1358</p>	<p>Tre med bøygde stammar, teikn på sig i skråninga. Bitteliten drenering observert.</p>	
<p>1359</p>	<p>Veldig slakt område. Låg ruheit. Skogdekt, furuskog.</p>	
<p>1360</p>	<p>Veldig slakt område her også. Heile sørleg del har slikt terreng. Skogdekt, furuskog.</p>	

1361	Litt vatn. Grove massar i løpet. Det meste av vatn som er observert under synfaringa.	
------	---	---

3.11. Eksisterande sikringstiltak

Det er ikkje registrert sikringstiltak i kartleggings- eller påverknadsområdet i NVE si oversikt [3]. Det er heller ikkje avdekkja eksisterande sikringstiltak ved gjennomgang av terrengmodell i GIS eller ved synfaring av området.

4. Vurdering av skredfare

Vurdering av skredfare er basert på historiske skredhendinger, tidlegare kartleggingar, modellering, studering av kart og ortofoto, NVE sine aktsemdkart, synfaring og klimatiske data.

4.1. Steinsprang

Steinsprang vert brukt om hendingar der ei eller eit fåtal blokker losnar og fell, sprett, rullar eller sklir nedover ei skråning. Steinsprang har relativt lite volum, inntil nokon hundre kubikkmeter.

4.1.1. Er steinsprang ein aktuell prosess i påverknadsområdet?

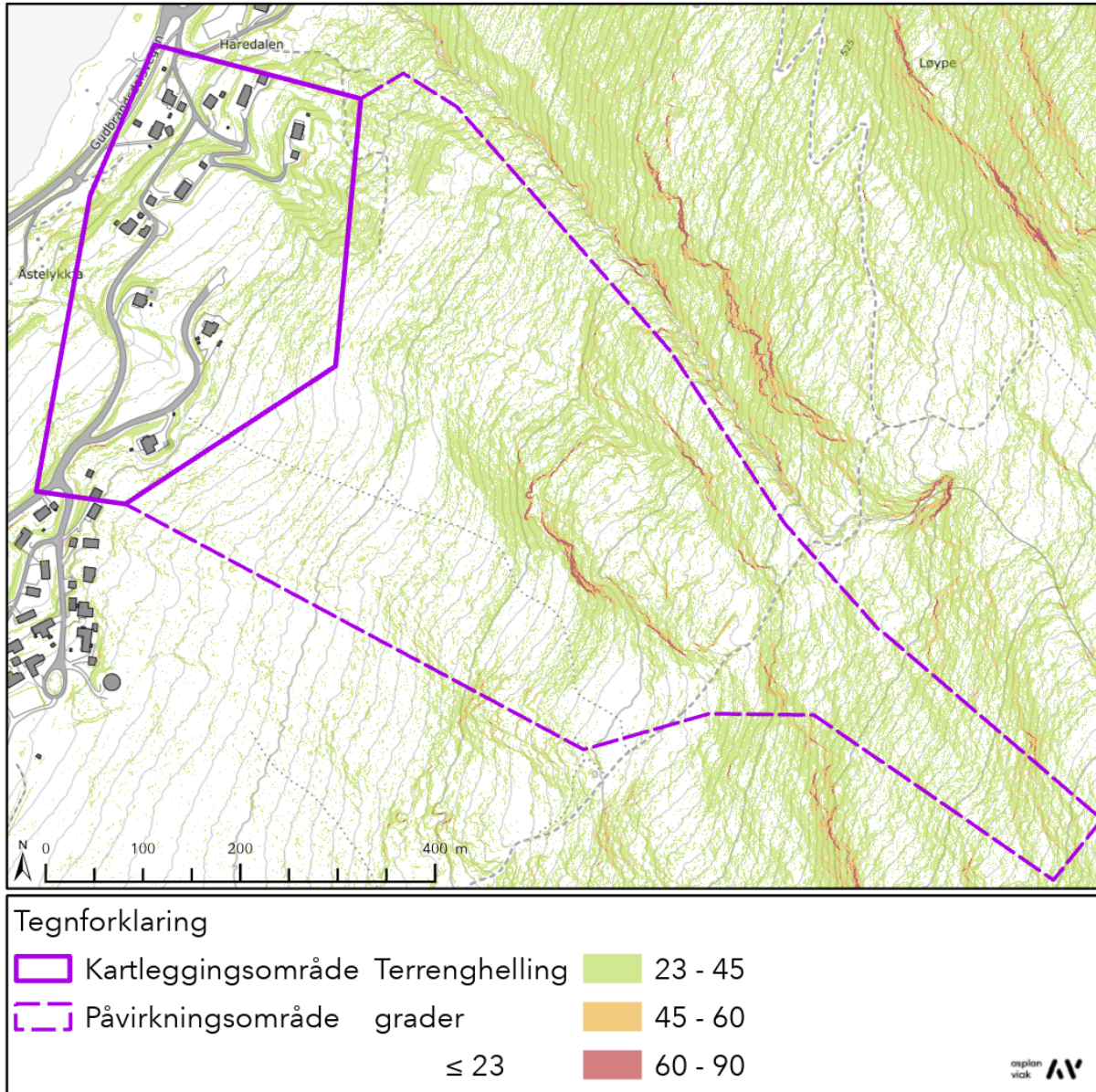
I henhold til NVE sin rettleiar [1], kan fjellsider og skrentar brattare enn 45 grader gi fare for steinsprang - så fremt skråninga har områder med bart fjell eller usamanhengande lausmassedekke. Dersom begge desse forutsetningane er tilfredsstilt innanfor det vurderte området, må fare for steinsprang verte utgreia. Steinsprang vil bremse i terreng <23°. Ut i frå vurderingane vist i Tabell 6 er steinsprang ein aktuell prosess i området.

Tabell 6 - Oppsummering av vurderingar knytt til om steinsprang er en aktuell prosess i området.

Vurderingsgrunnlag	Prosjektspesifikke forhold	Er steinsprang en aktuell prosess i området?
Aktsemdskart	Ikkje innanfor NVE sitt aktsemdkart for steinsprang.	Nei
Terreng	Det er mindre skrentar brattare enn 45° i påverknadsområdet.	Ja
Lausmassedekke	Usamanhengande/tynt lag av morene og bart fjell i øvre del av påverknadsområdet.	Ja

4.1.2. Vurdering av losneområde, losnesanssyn og utløp

Terrenghellingskart (Figur 4-1) er nytta for å identifisere moglege losneområde for steinsprang i fjellsida. Terreng brattare enn 45° blir vist med raud og brun farge. Område med terreng >60° utpeikar seg som område med høgare sannsyn for utfall av blokker.



Figur 4-1: Terrenghellingskart tilpassa steinsprang. Raud og oransje markering viser terreng med helling 45-90°. Grøn markering viser terreng med helling 23-45°, der steinsprang normalt ikkje blir utløyst.

Steinsprang frå små skrentar i påverknadsområdet

Nokre små potensielle losneområder i berg med lågt relieff. Skrentane er bratte, men har låg høgde. Låg høgde fører til låg starthøgde på moglege avløyste blokker. Dette gjev låg startenergi og hastigheit, samt spretthøgde.

Utløpslengda til potensielle blokker er vurdert til å vera kort. Steinsprangblokker begynnar å bremse ved terreng $\leq 23^\circ$ (Figur 3-1), slik at blokkene vert bremsa i nedre del av påverknadsområdet, før dei når kartleggingsområdet.

Flogstein

Utfall av blokker kan også gi steinsprut/flogstein. Det er ikkje identifisert utslagspunkt for flogstein i påverknadsområdet. Flogstein er ikkje ein aktuell prosess i området.

4.1.3. Modellering av utløp med Rockyfor3D

Aktsemdkartet for steinsprang, terrenghelling og observerte massar av ur og enkeltblokker i påverknadsområdet, gjer at berekningsverktøyet Rockyfor3D har blitt nytta som eit supplement til vurderinga av steinsprang. Rockyfor3D er ein deterministisk stokastisk modell som reknar ut utløp av steinsprang og sannsynlege baner for individuelle steinsprangblokker [12]. Det dynamiske modelleringsverktøyet blir særleg nytta til å sjå korleis skredmassar teoretisk sett vil bevege seg i fjellsida, og for å sjå på moglege utløpslengder til blokker. Resultatet av skredmodelleringa blir brukt til å etterprøve og underbygge vurderingar av forventna skredutløp basert på andre kjelder som feltobservasjonar og fagleg skjønn.

Rockyfor3D, versjon 5.2.14. er nytta med «Rapid automatic simulation», etter anbefaling gitt i NVE sin eksterne rapport [13]. Metoden fjernar behovet for å manuelt definere polygon for bakketypar, bestemming av overflateruheit for terrengoverflata, med konservative verdiar basert på terrenghelling. Modelleringsresultat frå ekstern rapport indikera at metoden gjev tilsvarande resultat som ved manuell kartlegging der ein brukar tid på å bestemme «realistiske inngangsparameterar» [13].

Modellen reknar ut losneområde for steinsprang automatisk, basert på terrenghelling ($\geq 45^\circ$). Det er ikkje nytta scenariobasert modellering av ulike blokkstorleikar. Det visast i denne samanheng til NVE sin eksterne rapport [13]. Resultat frå studie i nemnd rapport indikera både at scenariobasert modellering basert på blokkstorleik ikkje gjev auka verdi til modellane, og at det er gunstig å halde blokkform og -storleik konstant for å unngå uønskte og upålitelege resultat [13].

4.1.3.1 Inngangsparameterar

Berekningsmodellen er basert på ein terrengmodell med oppløysing på 2m.

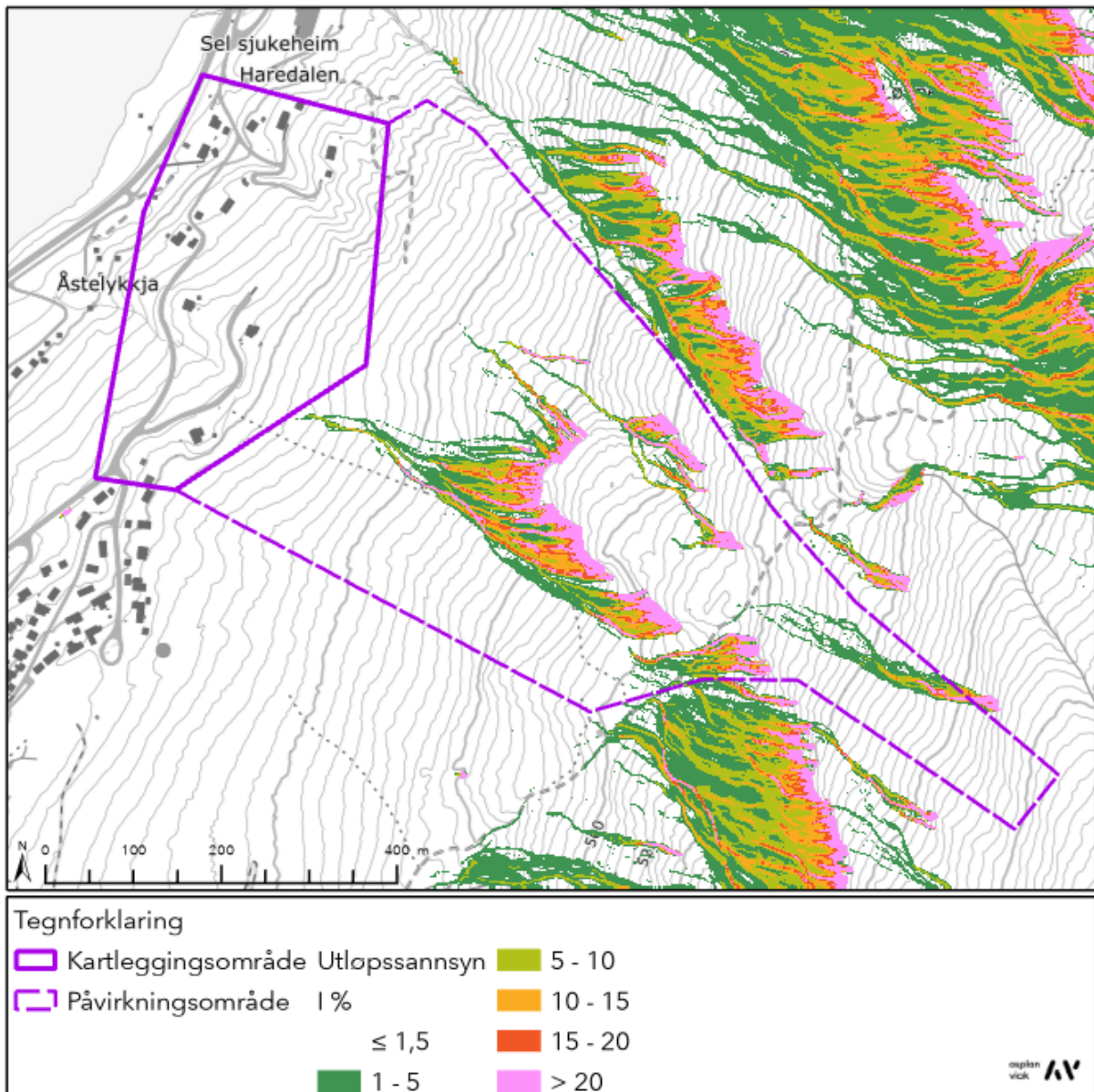
Generelle inngangsparameterar er:

- Det er simulert 100 fallande blokker per celle i kjeldeområde for steinsprang.
- Det er ikkje teke høgde for skog.
- Tettleik = 2700 kg/m³.

- Blokkform = ellipsoide.
- Blokkstorleik: 1 m³ (1,3 x 1,2 x 1,3 m)

4.1.3.2 Modelleringsresultat

Det er nytta 1 m³ blokker. Dette er basert på anbefalingar frå NVE sin eksternrapport [13]. Resultat frå modellkøyringa er presentert med «reach probability» i Figur 4-2 og Vedlegg 9.3, som viser sannsynet for at steinsprangblokker hamnar i ei gitt celle. I den stokastiske Rockyfor3D-modellen er det vanleg at rekkeviddesannsyn med verdiar lågare enn 1-1,5% representera statistiske uteliggjarar [13]. Resultat frå modellering må vurderast opp mot registrerte avsetningar som representera tidlegare steinsprangutfall. Ei vurdering av losnesannsyn/utfall av blokker må også vurderast. Modelleringsresultatet viser at steinsprang frå brattskrentane i påverknadsområdet ikkje når kartleggingsområdet.



Figur 4-2: Modelleringsresultat for steinsprang i Rockyfor3D.

4.1.4. Oppsummert vurdering av steinsprangfare inn i kartleggingsområdet

På bakgrunn av punkta nedanfor blir det vurdert at årleg nominelt sannsyn for at steinsprang frå påverknadsområdet kan nå kartleggingsområdet med øydeleggjande kraft er lågare enn 1/100 og 1/1000.

- Ingen observerte steinspranghendingar i eller i nærleiken av kartleggingsområdet.
- Terrenghellinga i nedre del av påverknadsområdet er låg, og bremsar og stoppar eventuelle blokker.
- Modelleringsresultat viser korte utløp frå mindre skrentar, som ikkje når kartleggingsområdet. Sjølv om Rockyfor3D er kjent ved å gi for lange utløp for slike småskrentar.

4.2. Steinskred

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

4.2.1. Er steinskred aktuell prosess i påverknadsområdet?

I høve NVE sin rettleiar [1] kan fjellsider og skrentar brattare enn 45° gi fare for steinskred, så lenge skråninga har områder med bart fjell eller usamanhengande lausmassedekke. I tillegg må aktuelt losneområde for steinskred være stort nok til at volumet av eit utfall vil kunne klassifiserast som steinskred. Dersom desse forutsetningane er tilfredsstilt innanfor det vurderte området, må faren for steinskred utgreiast. Mindre skrentar med bart berg gjev lite volum. I tillegg ligg skrentane langt frå kartleggingsområdet og mindre steinskred/steinsprang herifrå er vurdert å ikkje nå kartleggingsområdet. Ut i frå dette og informasjonen i Tabell 7 blir det vurdert at forutsetningane ikkje ligg til rette for steinskred som kan nå kartleggingsområdet, og blir derfor ikkje vidare utgreia.

Tabell 7 - Oppsummering av vurderingar knytt til om steinskred er en aktuell prosess i området.

Vurderingsgrunnlag	Prosjektspesifikke forhold	Er steinskred en aktuell prosess i området?
Aktsemdområde	Kartleggingsområdet ligg innanfor NVE sitt aktsemdkart for steinsprang	Nei
Terreng	Det er skrentar brattare enn 45°.	Ja
Lausmassedekke	Bart fjell og usamanhengande lausmassedekke nokre stadar.	Ja
Volum	Mindre skrentar med bart berg. Volum vert for lite.	Nei

4.3. Jord- og flaumskred

Jordskred er plutselig utgliding av vassmetta lausmassar og blir som regel utløyst i terreng brattare enn 20°. Flaumskred blir utløyst i samband med flaumvassføringar frå bekkar eller forseinkingar i terreng brattare enn 15°, der det er eroderbare lausmassar til stades eller massar kan bli tilgjengeleg frå andre skredprosessar.

4.3.1. Er jord- og flaumskred ein aktuell prosess i påverknadsområdet?

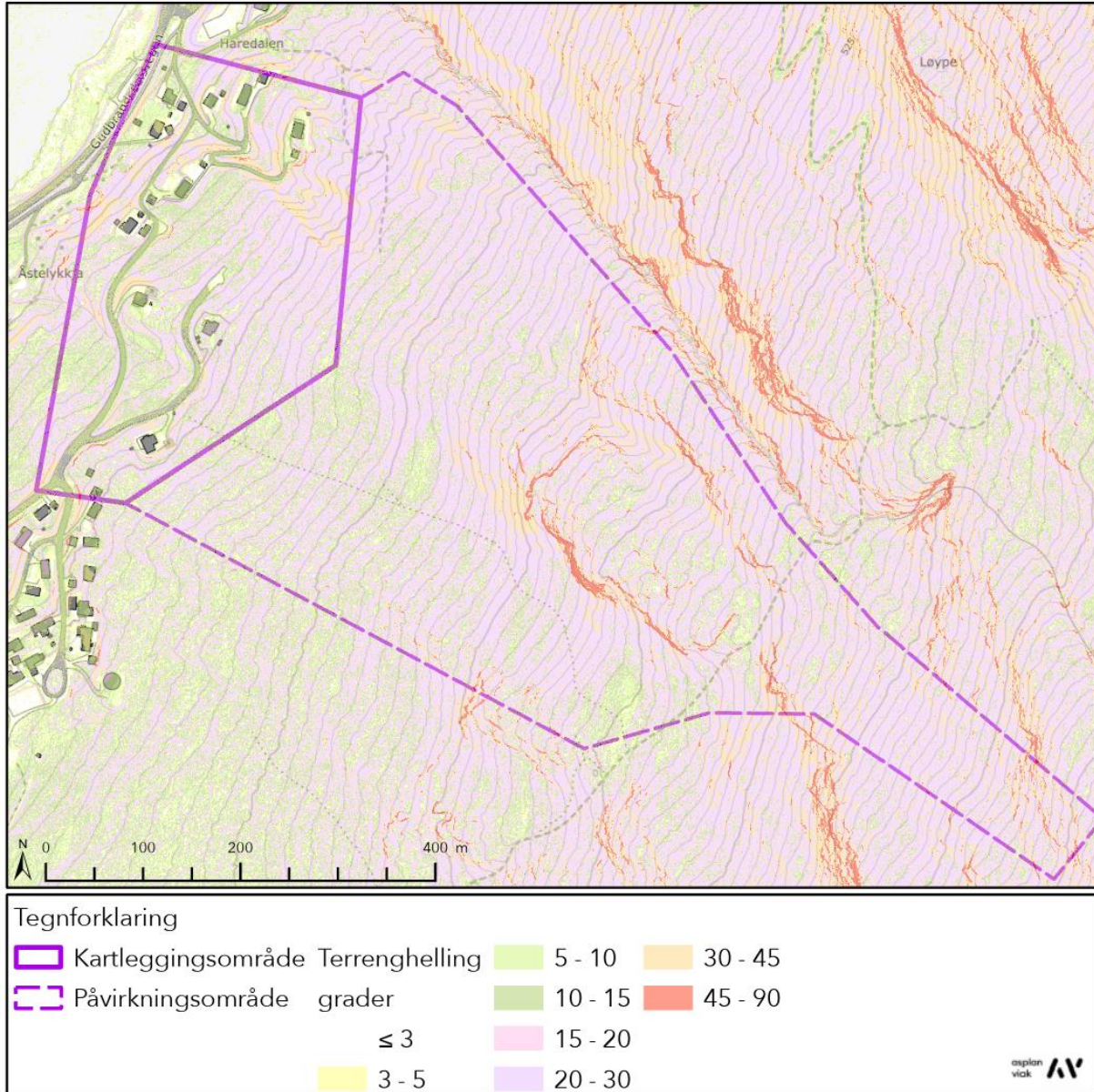
I høve NVE sin rettleiar [1] kan terreng brattare enn 20° fungere som losneområde for jordskred, og terreng brattare enn 15° fungere som losneområde for flaumskred. Tabell 8 oppsummera innleiande vurderingar relatert til jord- og flaumskred i høve flytdiagrammet i NVE sin rettleiar [1]. Kartleggingsområdet og påverknadsområdet ligg innanfor NVE sitt aktsemdområde for jord- og flaumskred. Jord- og flaumskred er ein aktuell prosess i området, og vert utgreia vidare.

Tabell 8 - Oppsummering av vurderingar knytt til om jord- og flaumskred er en aktuell prosess.

Vurderingsgrunnlag	Prosjektspesifikke forhold	Er jordskred en aktuell prosess i området?
Aktsemdkart	Kartleggingsområdet og påverknadsområdet ligg innanfor NVE sitt aktsemdkart for jord- og flaumskred.	Ja
Terreng	Delar av terrenget i påverknadsområdet har helling over 15°.	Ja
Lausmassedekke	Lausmassekart (Figur 3-7) frå NGU og synfaring stadfestar at det er lausmassedekke.	Ja

4.3.2. Vurdering av losneområde, losnesanssyn og utløp

Terrenghellingskart (Figur 3-4), ortofoto (Figur 3-2), skyggerelieffkart og observasjonar under synfaringa er nytta for å identifisere moglege losneområde for jord- og flaumskred i fjellsida.



Figur 4-3: Hellingskart for terrenget rundt kartleggingsområdet tilpassa jord- og flaumskred.

NGU sitt lausmasekart [5] angir hovudsakleg morenedekke, og bart berg i øvre del av påverknadsområdet. Høgt poretrykk og metting av massane blir vurdert som mogleg i morenemateriale. Det blir vurdert at morenemassane og breelvavsetningane i kartleggings- og påverknadsområdet er forholdsvis grove og veldrenerte, og at det dermed skal mykje til før det blir høgt poretrykk og metting av massane. I det tynne dekket av organisk materiale i kartleggings- og påverknadsområdet er høgt poretrykk og metting av massane sannsynleg, det vert derfor vurdert som mogleg utløysingsårsak for grunne overflateskred.

Avrenninga i fjellsida er frå nedbør som kjem i sjølve fjellsida. På flaumveganalysen og markfuktigheitskartet til NIBIO [8] er det drenering mot kartleggingsområdet, men noko av vatnet endrar retning ved kontakt med kryssande vegar i kartleggingsområdet (Figur 3-8 og Figur 3-9). Under synfaringa vart det observert lite vassførande bekkar i forseinkingar som leiar mot kartleggingsområdet. Det meste av dreneringsfeltet til fjellsida går i bekkeløpet ned mot Sel sjukeheim, nord for kartleggingsområdet.

Det er usikkert når ravinene er danna. Men mest truleg under ein ekstremhending av nedbør (kan være Storofsen), eller tidlegare etter isavsmeltinga.

Tidlegare registrerte hendingar i dalsidene rundt og hendingar på Sel Sjukeheim, viser at jord- og flaumskred er ein aktuell prosess i nærliggande område. Det er likevel lite teikn til ferske skred og ingen hendingar i skredhendingsdatabasen i påverknads- og kartleggingsområdet, noko som kan vere eit teikn på at området skil seg noko frå nærliggande områder.

Fjellsida er i stor grad vegetasjonsdekt, med tre og botndekke. Dette bidreg stabiliserande på lausmassane. Røter tek opp vatn, bind opp massar og skapar stabilitet i lausmassedekket, i tillegg til at trekronene fordrøyer vassmengdene som landar på bakken. Drivverdige skog blir derimot ikkje vurdert som ein forutsetning for vurdering av skredfaren. Lausmassar og geomorfologiske indikasjonar, i tillegg til dreneringa mot kartleggingsområdet, avgjer skredfaren.

Ut i frå terrenghelling, lausmassedekke, flaumveganalyse, observasjonar på synfaring, skyggerelieffkart og ortofoto blir det vurdert at dalsida i sin heilheit indikera nokså stabile forhold. Mindre utglidingar i små skråningar med lausmassar som er bratte nok i kartleggingsområdet kan førekomme, og modellering av slike utglidingar er gjort i avsnitt 4.3.3 nedanfor.

I tillegg gjev skråningar brattare enn 30° ut i frå NVE sin rettleiar årleg losnesannsyn større enn 1/1000 [1]. I tillegg til modellerte områder er ei eksisterande ravine (GPS-punkt 1356) og ei brattskråning i nedre del av kartleggingsområdet er $\geq 30^\circ$. Desse områda er derfor teikna inn som faresone 1/1000, ut i frå rettleiaren til NVE. Det vart ikkje observert teikn til vatn eller andre destabiliserande faktorar, anna enn terrenghellinga.

4.3.3. Modellering av utløp med RAMMS Debris Flow

Modellering av mogleg utbreiing av jord- og flaumskred er gjort med RAMMS::Debris Flow versjon 1.7.20 [16]. I modelleringane er innstillinga «block release» nytta, og anvendte inngangsparameterar er vist i

Tabell 9 og Tabell 10. Parameterane for utløysingsområde er i høve anbefalingane gitt i ekstern rapport frå NVE [17].

Modelleringa er utført med 2m oppløysing. For presentasjon og bruk av modelleringresultat er det vald å nytte hastigheit. Argumentet for dette er at sjølv om flytehøgda er stor kan kreftene vere låge, og at trykk vil avhenge av massetettleiken. Det er tatt utgangspunkt i at ei hastigheit på over 2-3 m/s vil representere øydeleggande krefter, men samtidig har resultat på flytehøgde blitt vektlagt og samanlikna med hastigheita.

Tabell 9: Anvendte parameterar i RAMMS for jordskred.

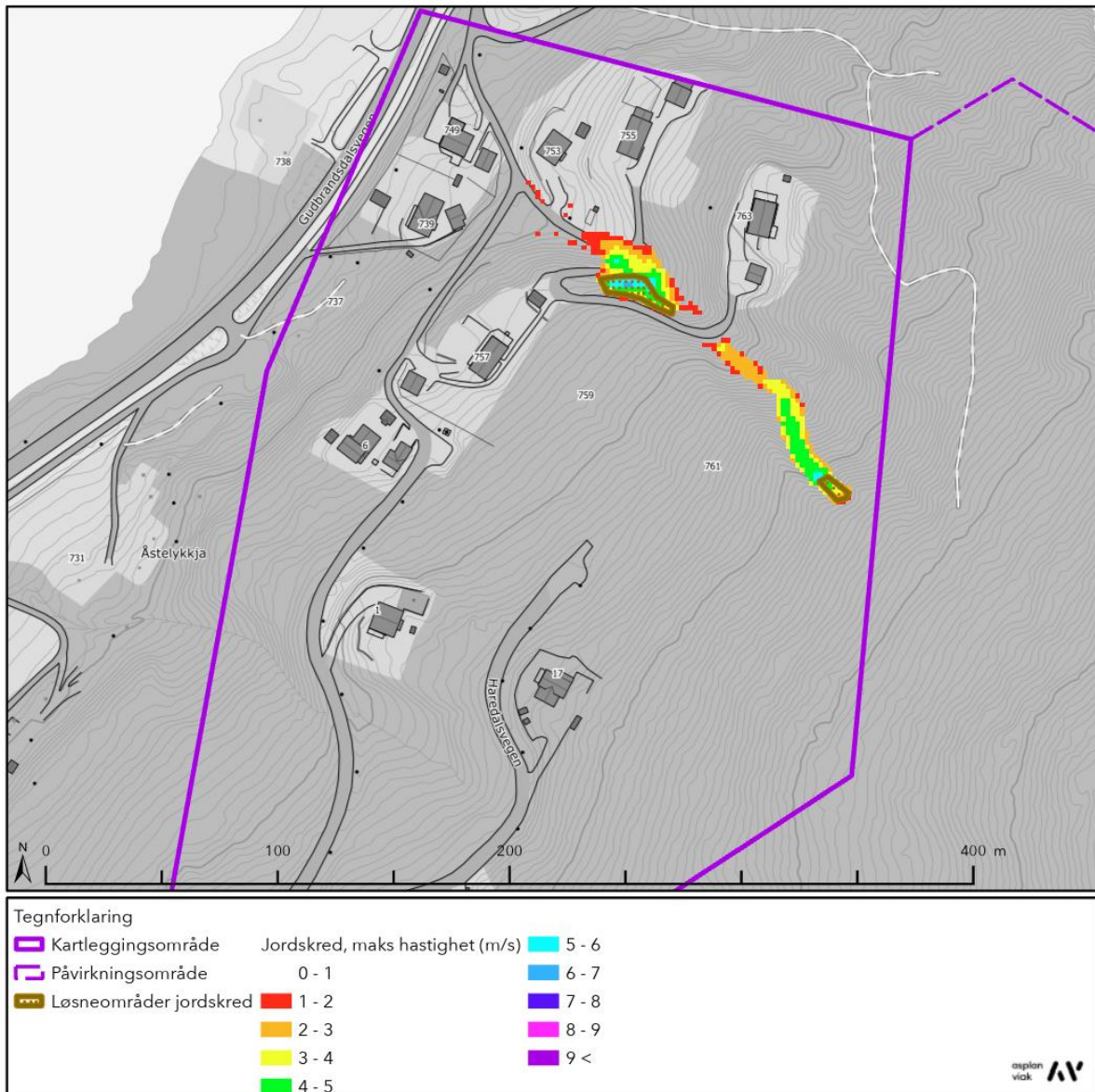
Oppløysing (DTM)	2
Friksjonsparameterar	$\xi = 200 \text{ m/s}^2$ $\mu = 0,2$
Utløysingsområde	10 m høgde
Høgde blokk (m)	1
Erosjon tettleik (kg/m^3)	2000

Tabell 10: Informasjon om modelleringar gjort i RAMMS for jordskred.

Nr	Losneområdet		Medriving inkludert som erosjons-polygon
	Areal (m^2)	Volum (m^3)	
L1	73	73	nei
L2	262	262	nei

4.3.3.1 Modelleringresultat

Resultata frå modelleringa er vist i Figur 4-4 og Vedlegg 9.5, hastigheit er valt som visning. Modelleringresultata viser at jordskred frå losneområde i kartleggingsområdet har øydeleggande krefter. Utløp vert kanalisert og leia bort frå eksisterande bygningar av søkk i terrenget.



Figur 4-4: Modelleringsresultat for jordskred i RAMMS, vist med hastighet.

4.3.4. Oppsummert vurdering av fare for jordskred inn i kartleggingsområdet

Jordskred blir vurdert som ein aktuell prosess i området. Årleg nominelt sannsyn blir vurdert å vere høgare enn 1/1000, og lågare enn 1/100 for at jordskred kan ha øydeleggande kraft inn i kartleggingsområdet. Vurderinga er gjort på bakgrunn av følgende punkt:

- Ut i frå NVE sin rettleiar gjev skråningar brattare enn 30° årleg losnesannsyn større enn 1/1000 [1]. Dei bratte skråningane i eksisterande raviner i kartleggingsområdet er $\geq 30^\circ$.
- Det er ikkje registrert eller observert historiske hendingar eller teikn til tidlegare aktivitet i påverknadsområdet som har potensiale for utløp inn i kartleggingsområdet.
- Det er identifisert losneområder for jordskred i kartleggingsområdet. Modelleringsresultat viser at desse kan gi utløp med øydeleggande krefter.

Det blir vurdert at klimaendringar (Kapittel 3.6) vil ha lite betydning for kartlagt jord- og flaumskredfare, då det er slak terrenghelling i nedre del av påverknadsområdet, og berre mindre skrentar i kartleggingsområdet som har potensiale for jordskred.

4.4. Snøskred

Snøskred blir vanlegvis utløyst der terrenget er mellom 25° og 55° bratt [1]. Der det er brattare, glir snøen ut som laussnøskred i små porsjonar utan at det blir danna større snøskred. Fjellsider som ligg i le for nedbørførande vindretningar er mest utsett for snøskred. Losneområde er som oftast terreng som samlar snø - skålformasjonar, skar, bekkedalar og andre forseinkingar - medan fjellryggar og framstikkande knausar som regel blir blåst frie for snø. Dersom skogen står tett, vil det hindre utløysing av snøskred.

4.4.1. Er snøskred aktuell prosess i påverknadsområdet?

Ifølge NVE sin rettleiar [1] er fjellsider og skrentar brattare enn 25° rekna for å kunne gje fare for snøskred - så lenge snømengda i året kan overstige 0,2 m og det ikkje er tilstrekkeleg skogdekning i området. Tabell 11 oppsummera innleiande vurderingar knytt til snøskred i henhold til flyttdiagrammet i NVE sin rettleiar [1].

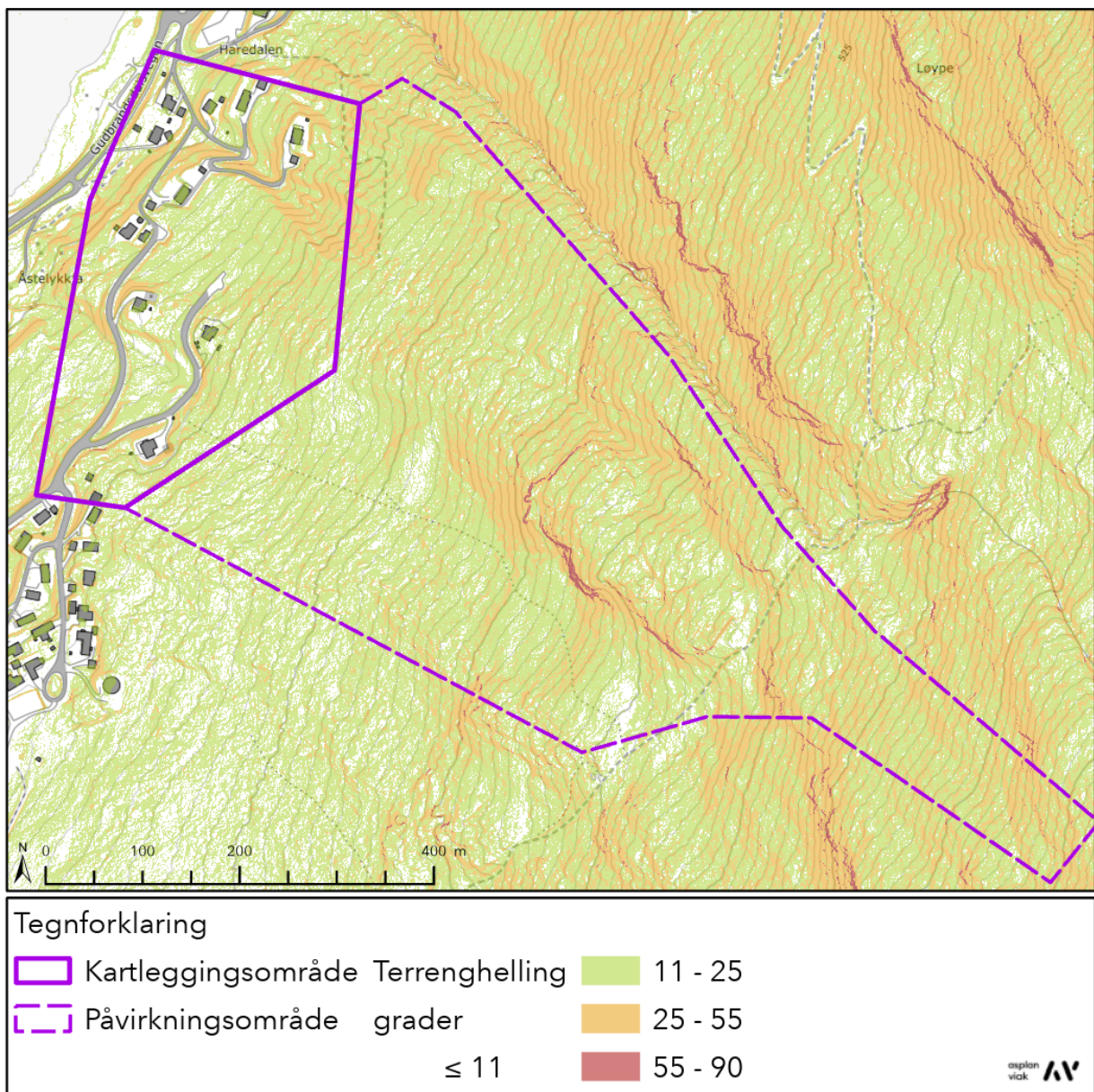
Tabell 11 - Oppsummering av vurdering knytt til snøskred.

Vurderingsgrunnlag	Prosjektspesifikke forhold	Er snøskred en aktuell prosess i området?
Aktsemdkart	Kartleggingsområdet ligg innanfor NVE sitt aktsemdkart for snøskred.	Ja
Terreng	Delar av terrenget i påverknad- og kartleggingsområdet er brattare enn 25°.	Ja
Skog	Påverknadsområdet er skogdekt. Skal gjerast vurdering med og utan skog.	Usikkert
Årleg snøhøgde	Årleg snøhøgde er over 0,2 m (0,4 m ved kartleggingsområdet, Figur 3-11).	Ja

4.4.2. Vurdering av losneområde, losnesanssyn og utløp

I terreng med helling 25 - 55° vil større mengder snø kunne akkumulerast. Terrenghellingskart av fjellsida viser at delar av terrenget i kartleggings- og påverknadsområdet har helling innanfor dette intervallet, sjå Figur 4-5. Terrenghellinga mogleggjer utløysing av snøskred.

Mykje av terrenget med helling >25° og < 55° er skogkledd, noko som reduserar sannsynet for utløysing av snøskred betydeleg. Det er også mindre sannsyn for oppsamling av snø og utløysing av snøskred på ryggformasjonar. Skredfarevurderinga er gjort med og utan omsyn til drivverdig skog.



Figur 4-5: Terrenghellingskart tilpassa snøskred. Raud og brun markering viser terreng med helling 25-90°. Grøn markering viser terreng med helling 11-25°, der snøskred normalt ikkje blir utløyst.

Snøførande vindretning er flest dagar frå søraust og mest nedbørsførande frå nordvest (Figur 3-12). Dette medfører at kartleggings- og påverknadsområdet ligg i le for snøførande vindretning dei fleste dagar.

Det er ikkje registrert tidlegare snøskredhendingar i området ved gjennomgang av terrengmodell [2], historiske flyfoto [6], tidlegare registrerte hendingar [3] eller ved synfaring av området.

Snøskred frå motsatt side av dalen har ikkje potensiale til å verte store nok til å påverke kartleggingsområdet med øydeleggende kraft.

Snøskred frå skrentar i øvre del av påverknadsområdet

Klimadata i Tabell 4 er tilstrekkeleg for utløysing av snøskred ved Gnedden (1111 moh.), med gjennomsnittleg maksimal snødjupn på 68 cm og berekna 3 døgns snøakkumulasjon for 100-, og 1000 årsskred på 30 og 38 cm. Øvre del av påverknadsområdet har tilstrekkeleg snødjupn til å kunne gi potensielle losneområde uavhengig av ruheit.

Det er mindre områder i øvre del av påverknadsområdet som har terrenghelling bratt nok til å fungere som losneområde for snøskred. Mykje av terrenget i nedre del av påverknadsområdet er slakt $\leq 25^\circ$ og mindre områder er $\leq 11^\circ$. Dette er terreng som bremsar og stoppar mindre snøskred frå øvre del av påverknadsområdet, dette vil hindre lange utløp. Mindre utglidingar i øvre del av påverknadsområdet vil dermed ikkje ha utløp som når ned til kartleggingsområdet.

Snøskred frå skrent nord i nedre del av påverknadsområdet

Terrenghellinga i nedre del av påverknadsområdet er slak, $\leq 25^\circ$, med unntak av mindre områder og ein mindre brattskråning i nordleg del som har terrenghelling $\geq 25^\circ$. Gjennomsnittleg maksimal snødjupn i nedre del av påverknadsområdet er 40 cm (Figur 3-11), med ein jamn trend. 3 døgns snøakkumulasjon for 100- og 1000 årsskred er 38 og 49 cm.

Terrenget si ruheit i losneområdet kan, i følgje NVE sin rettleiar [1], hindre utløysing av snøskred når ruheita er så stor at den når gjennom heile eller mesteparten av snødekket. Rettleiaren nyttar ei snødjupn på 0,6 m som grenseverdi dersom terrenget har gjennomsnittleg ruheit (med ur, mindre tre, mindre ujamnheiter). Dette stemmer bra overeins med ruheita i delar av nedre del av påverknadsområdet. Snødjupna er generelt derfor for låg til å gi potensielle losneområder. Under synfaringa vart det observert ei skogkledd skråning med låg ruheit og terrenghelling over 25° , i nordleg del av påverknadsområdet, som kan fungere som losneområde dersom skogen vert fjerna. Modellering av utløp frå denne skrenten er utført i avsnitt 4.4.3.

Forma på terrenget har påverknad på snøskredfaren. Terrengformer med evne til å samle større mengder snø, som skålformasjonar, skar, bekkedalar eller andre typar forseinkingar, vil kunne vere meir utsett for snøskred. Det er fleire mindre forseinkingar/bekkeløp i området, men manglande størrelse og/eller terrenghelling, og stor ruheit, gjer at dei ikkje har potensiale til å samle store nok mengder snø for snøskred ned mot kartleggingsområdet.

Snøskred i kartleggingsområdet

Gjennomsnittleg maksimal snødjupn i kartleggingsområdet er 40 cm (Figur 3-11), med ein jamn trend. 3 døgns snøakkumulasjon for 100- og 1000-årsskred er på 38 og 49 cm. Ruheita i terrenget er det NVE- klassifisera som normal, med mindre ujamnheiter, og ut i frå NVE sin rettleiar [1] er snødjupna dermed for låg til at nokon av brattskrentane i kartleggingsområdet kan fungere som losneområde for større snøskred.

Skredvind

Større snøskred har potensiale til å gi øydeleggande skredvind. Det er ikkje identifisert losneområder for snøskred med storleik som potensielt kan føre til skredvind og påverke kartleggingsområdet frå nokon av dalsidene.

Det er ikkje utført utrekningar for skredvind. Då det ikkje er ei aktuell problemstilling når skredløpa er små og korte, og det ikkje er potensiale for større snøskred på motsett dalside.

4.4.3. Modellering av utløp med RAMMS::Avalanche

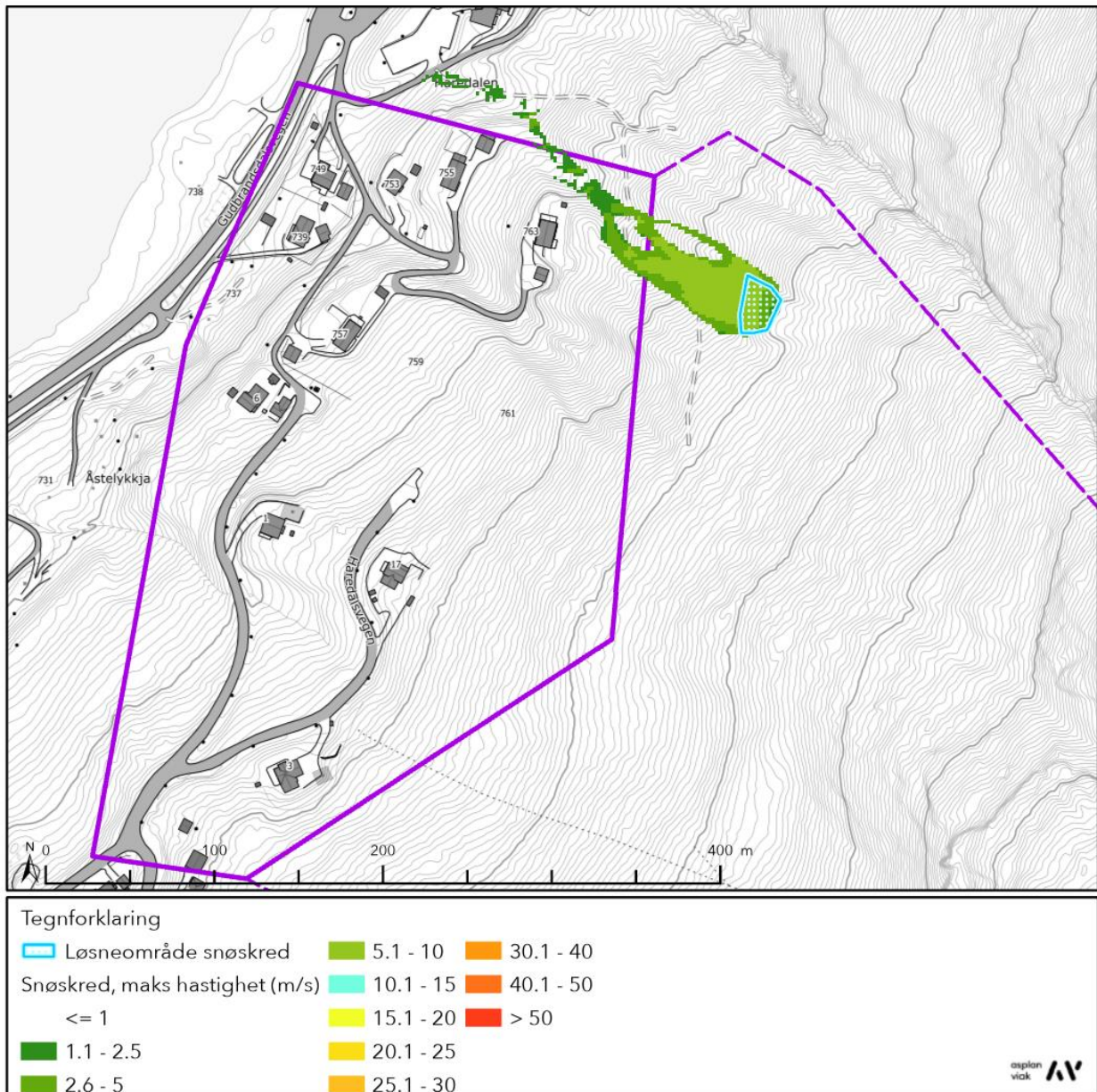
Modellering av mogleg skredutbreiing av snøskred er gjort med RAMMS, versjon 1.8.0 modulen for snøskred [14]. Det har blitt brukt automatisk utrekning av friksjonsparameter (μ og ξ) for 300- års gjentaksintervall, og høgdenivåa er justert etter anbefalte justeringar til norske forhold [15]. Den lokale skoggrensa er ca. 950 moh. som gjev anbefalte høgdenivå tilsvarande 1200 moh. for øvre og 700 moh. for nedre. Det finst ikkje nasjonale retningslinjer for modellering av snøskred i RAMMS, dei anvendte innstillingane er derfor i stor grad basert på skjønn.

Ein metode for avgrensing til den potensielle storleiken på flaket som kan bli utløyst er noko definert ut i frå rettleiaren til NVE [1]. Rettleiaren skildrar at lengda i skredbaneretninga og breidda til skredet kan vere omtrent 100 gonger større enn brotkanthøgda. Brotkanthøgda er definert ut i frå 1000-års returverdi for 3 døgns snømengd, og er dermed satt til 0,5 m. Skredet si breidde og lengde i skredbaneretninga kan dermed vere opp mot 50 m. Potensielle losneområde er avgrensa av ryggformasjonar, ruheit og slakare helling. Innstillingar nytta i snøskredmodelleringa er lista opp i Tabell 12.

Tabell 12: Anvendte parameterar i RAMMS for snøskred.

Losneområde	Scenario	Brotkant- høgde (m)	Lagt til vinddrift snø	Friksjons- parameter	Areal (m ²)	Volum (m ³)	DTM (m)
1. Brattskråning i påverknadsområdet.	1/1000 utan skog	0,5	Nei	300, T	672	336	2

4.4.3.1 Modelleringsresultat



Figur 4-6: Modelleringsresultat for snøskred i RAMMS, vist med hastigheit.

Resultat frå modelleringa er vist i Figur 4-6 og Vedlegg 9.4, hastigheit er valt som visning. Argumentet for dette er at kreftene ikkje avheng av flytehøgda og at trykk avheng av massetettleiken. Modelleringsresultata viser at utgliding av snø i brattskråninga nord i nedre del av påverknadsområdet når kartleggingsområdet med øydeleggande krefter. Utløp blir kanalisert og leia bort frå kartleggingsområdet av eit søkk.

4.4.4. Oppsummert vurdering av snøskredfare inn i kartleggingsområdet

Det blir vurdert at årleg nominelt sannsyn for snøskred med øydeleggende krefter inn i kartleggingsområdet er lågare enn 1/100 og 1/1000 med dagens skog, men høgare enn 1/1000 og lågare enn 1/100 utan omsyn til skogen. Denne vurderinga er gjort på bakgrunn av:

- Snødjupna i nedre del av påverknadsområdet og kartleggingsområdet er generelt for låg til å gi losneområde for snøskred, sett i samanheng med terrengruheita.
- Framtidig klima er forventa å ytterlegare redusere snømengda og talet på dagar med snø i lågareliggande område. Losnesannsynet i lågareliggande område vert derfor truleg ytterlegare redusert i framtida.
- Terrenghellinga i store delar av nedre del av påverknadsområdet er $\leq 25^\circ$, og mindre delar av området er $\leq 11^\circ$, noko som bremsar og stoppar skred. Potensielle snøskred frå losneområde i øvre del av påverknadsområdet vil ikkje nå kartleggingsområdet.
- Ein brattskrent nord i nedre del av påverknadsområdet er vurdert å ha låg terrengruheit, og kan fungere som losneområde utan skog. Modelleringsresultat viser at utløp kan nå kartleggingsområdet.
- Det er ingen historikk på snøskred i fjellsida.

4.5. Sørpeskred

Sørpeskred blir generelt utløyst frå slake terrengområder, heilt ned mot 5 grader, der vatn kan samlast opp i snødekket på grunn av regnvatn eller smeltevatn. Det kan også vere fordi snøskred demmer opp bekkar eller elvar. Ifølge FoU-rapport [16] er 55 % av losneområda bekkeløp, 22 % forseinkingar og 20 % opne skråningar, samt at myrområde kan fungere som losneområde.

4.5.1. Er sørpeskred aktuell prosess i påverknadsområdet?

Ifølge NVE sin rettleiar [1] er sørpeskred en aktuell prosess i påverknadsområdet dersom det er observert sørpeskred i området, og det er forseinkingar og bekkeløp som kan samle vatn i snødekket. En vurdering for om sørpeskred er aktuelt i området er vist i Tabell 13. Det er ikkje kjent sørpeskredproblematikk i området, og det er ikkje nokon bekkeløp med retning mot kartleggingsområdet.

Tabell 13 - Oppsummering av vurdering knytt til sørpeskred.

Vurderingsgrunnlag	Prosjektspesifikke forhold	Er sørpeskred en aktuell prosess i området?
Tidlegare hendingar	Det er ikkje registrert tidlegare sørpeskred i påverknads- eller kartleggingsområdet.	Nei
Terreng	Områder der vatn kan demmast opp i snødekket og forårsake sørpeskred med retning mot kartleggingsområdet er ikkje identifisert. Drenering av det større nedbørsfeltet i fjellsida skjer nord for kartleggingsområdet, ned mot Sel sjukeheim.	Nei

4.5.2. Vurdering av losneområde, losnesannsyn og utløp

Terrenget i påverknadsområdet inneheld ikkje parti der vatn ikkje drenera ut. Alle forseinkingar/søkk har jamn helling nedover mot kartleggingsområdet, og det er ikkje teikn til at dei samlar større mengder vatn. Det er ingen geomorfologiske teikn til tidlegare sørpeskredhendingar ned i kartleggingsområdet eller registrerte hendingar i NVE si oversikt [3].

4.5.3. Oppsummert vurdering av sørpeskredfaren inn i kartleggingsområdet

Det blir vurdert at årleg nominelt sannsyn for sørpeskred med øydeleggande krefter inn i kartleggingsområdet er lågare enn 1/1000 og 1/100. Denne vurderinga er gjort på bakgrunn av:

- Ikkje kjente sørpeskredhendingar i området.
- Ingen teikn til aktivitet eller hyppige hendingar i kartleggingsområdet.
- Ingen forseinkingar som samlar større mengder vatn.

5. Samla skredfare

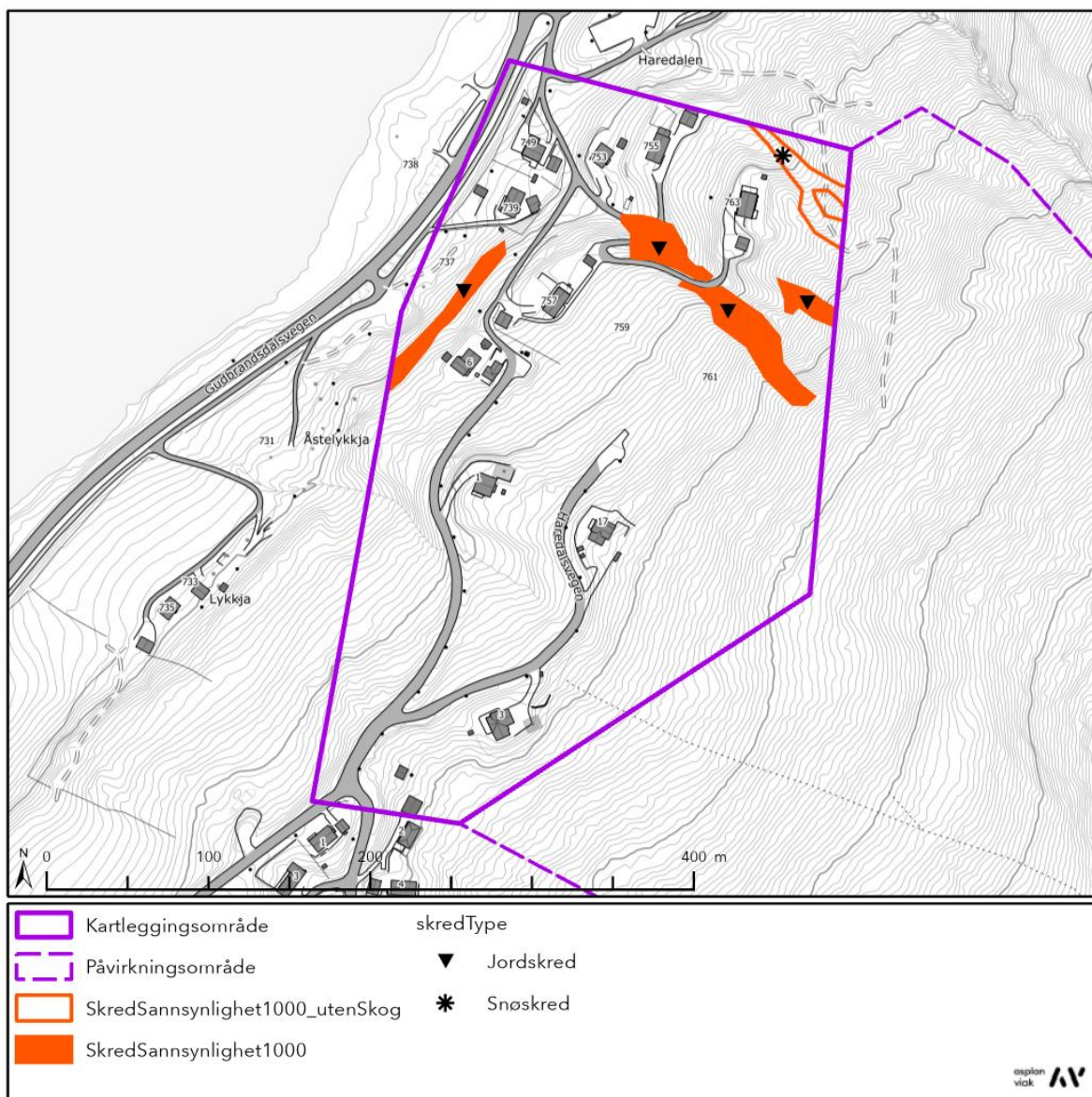
Bratte lausmasseskråningar i kartleggingsområdet har terrenghelling som mogleggjer utløyising av jordskred med øydeleggande krefter i eit 1/1000 -årsscenario. Utan drivverdig skog kan snøskred frå ein brattskrent i påverknadsområdet gi utløp med øydeleggande krefter inn i kartleggingsområdet i eit 1/1000-årsscenario.

Jordskred er dimensjonerande skredtype med dagens skog. Utan drivverdig skog er også snøskred dimensjonerande skredtype.

5.1. Faresoner

Faresone er fastsett for jordskred med årleg nominelt sannsyn 1/1000. Faresone utan drivverdig skog er fastsett for snøskred med årleg nominelt sannsyn 1/1000. Utstrekning av faresone er fastsett med omsyn til NVE sin rettleiar [1] og fagleg skjønnsmessig vurdering av terreng og brattheit.

Faresone er gitt i Figur 5-1, Vedlegg 9.6.



Figur 5-1: Faresone for jordskred med årleg nominelt sannsyn 1/1000.

5.2. Stadspesifikk usikkerheit

Skredfarevurderingar er ein kompleks vurdering samansett av studering av grunnlagsdata, erfaring og tidlegare skredhendingar, og det vil alltid være en usikkerheit knytt til vurderinga og en restrisiko knytt til naturfarar.

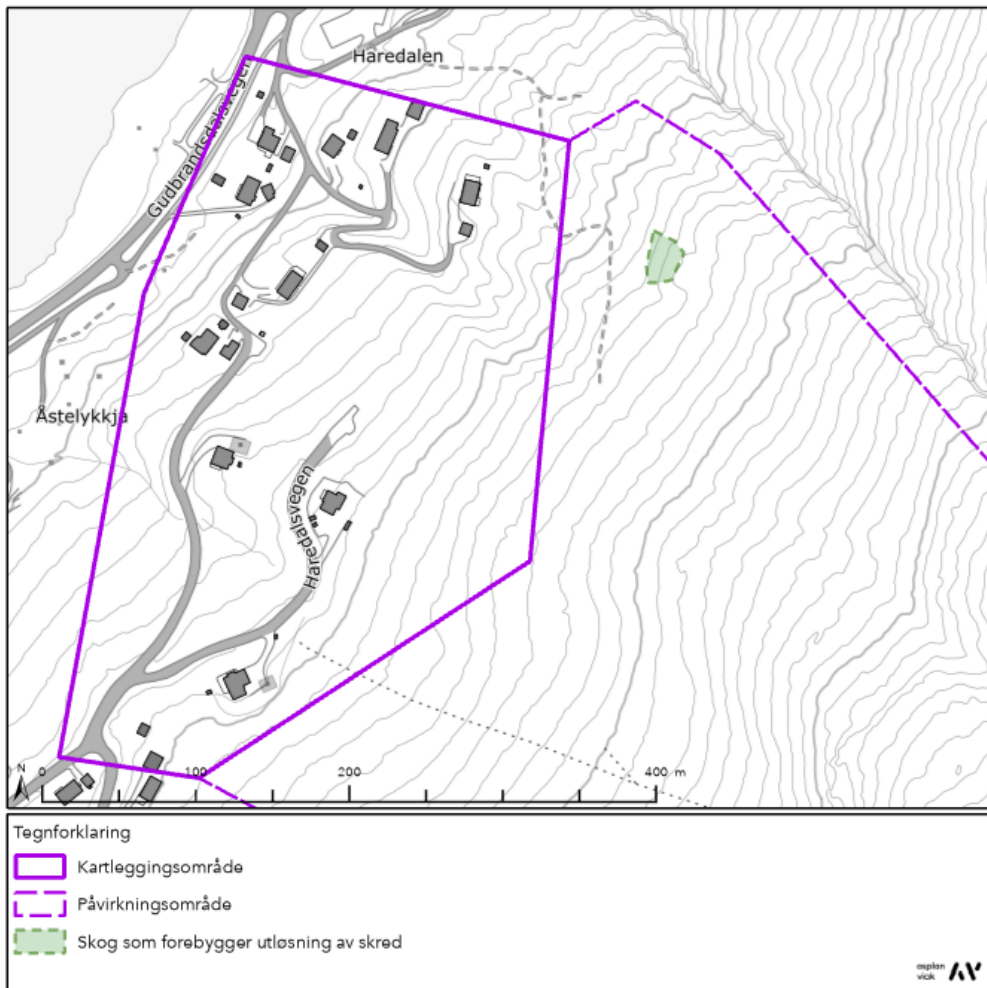
6. Mulighet for risikoreduserende tiltak

Ut ifrå rettleiaren til NVE [1] må delar av kartleggingsområdet kartleggast som faresone. Området kan likevel byggast ut dersom det blir utført risikoreduserande tiltak.

Unngå å bygge nær bekkar med potensiale for jord- og flaumskred er det beste risikoreduserande tiltaket. Eventuelt kan det byggast fangvoll/ledevoll. Mindre lausmasseskråningar kan byggast i, dersom det blir gjort stabiliserande tiltak. Dette må evt. vurderast nærare av geoteknisk kompetanse.

Mogleg sikringstiltak for å hindre snøskred er etablering av støtteforbygning for å holde snøen på plass, eller bevare skogen som vernskog (Figur 6-1).

Ved å etablere tiltak, eller bevare skogen i losneområdet hindrar ein at snøskred losnar, og faresona fell bort.



Figur 6-1: Skog som hindrar utløsning av snøskred.

Ved etablering av tiltaka ovanfor vil faresoner kunne falle bort. Utbetringane må kome fram i detaljprosjekteringa utført etter krav i TEK 17.

7. Konklusjon

Det er gjennomført ei detaljert skredfarevurdering for alle typar skred i bratt terreng for Sandbumoen, i Sel kommune, der formålet er fastsetting av faresoner for skred i bratt terreng. Området er vurdert i sikkerheitsklasse S1, noko som tilseier at årleg nominelt sannsyn ikkje skal overskride 1/100 og sikkerheitsklasse S2 som tilseier at årleg nominelt sannsyn ikkje skal overskride 1/1000. Alle typar skred i bratt terreng er vurdert. Delar av området er vurdert å ha høgare sannsyn enn 1/1000 for jordskred. Utan dagens skog er også delar av området vurdert å ha høgare sannsyn enn 1/1000 for snøskred.

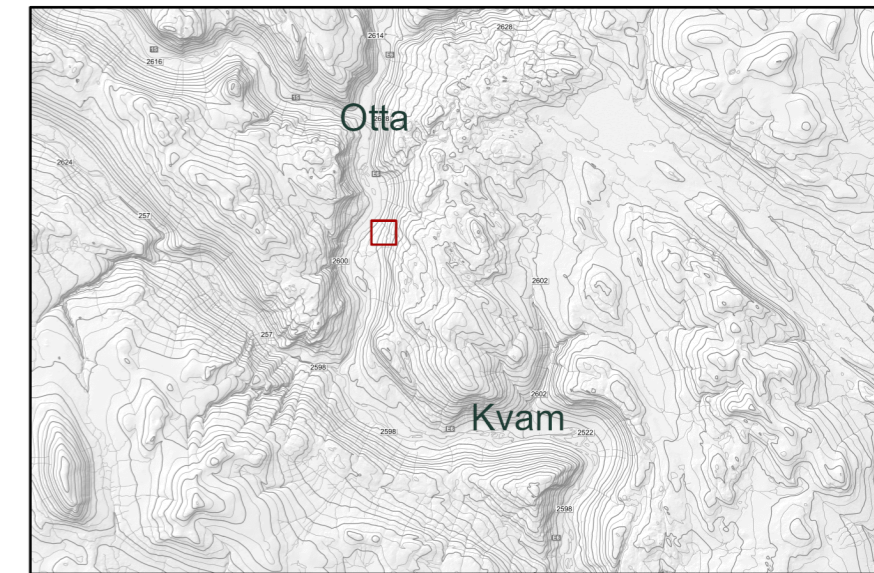
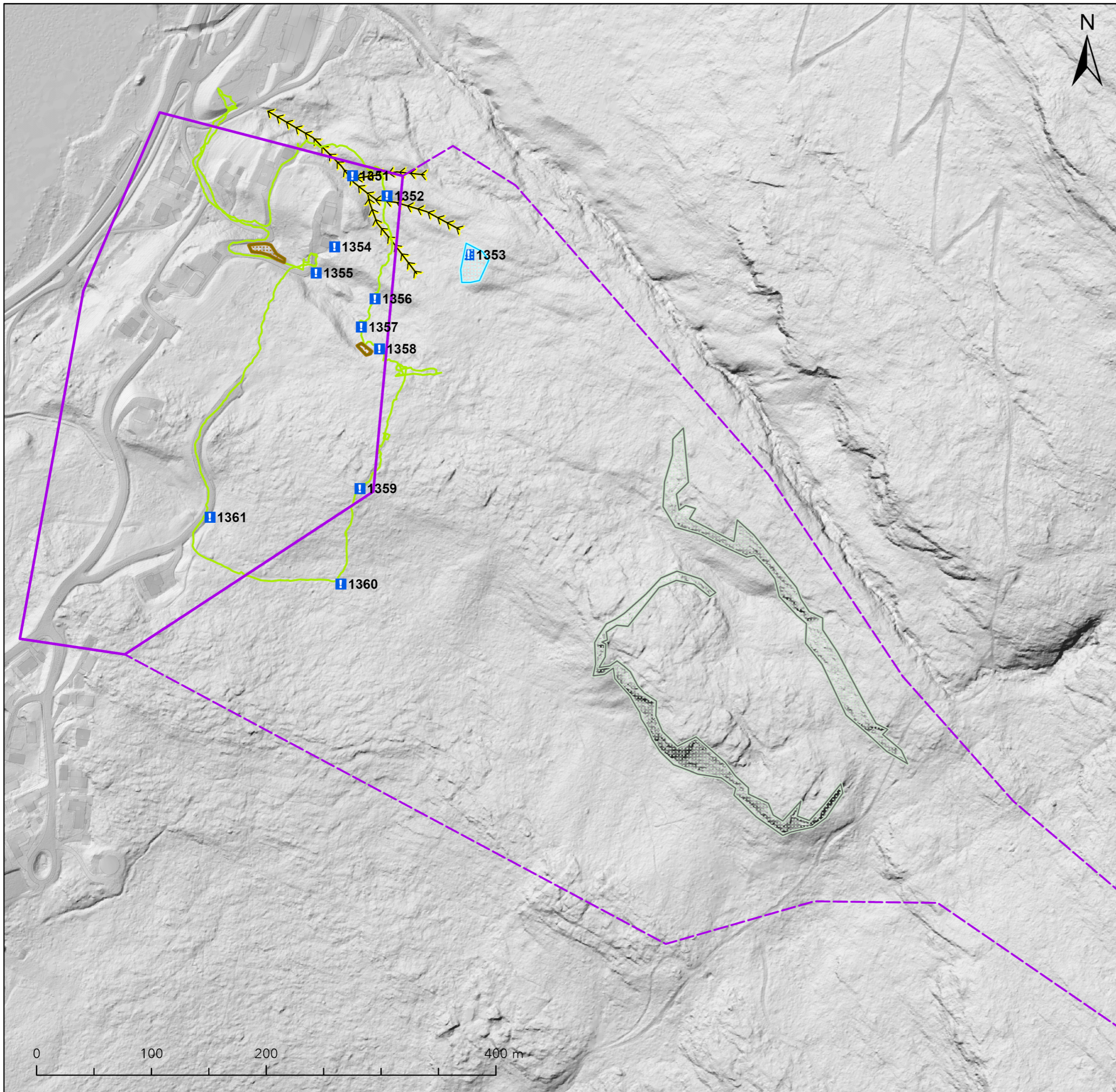
Risikoreduserande tiltak som vil kunne redusere/fjerne faresonene er foreslått. Planområdet tilfredsstillar lovverket sitt krav til sikkerheit mot skred i sikkerheitsklasse S1, der årleg nominelt sannsyn for skred ikkje må overskride 1/100.

8. Referansar

- [1] NVE, «Veileder for utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng,» 2020. [Internett]. Available: <https://veileder-skredfareutredning-bratt-terreng.nve.no/>.
- [2] Kartverket, «Høydedata,» 2022. [Internett]. Available: <https://hoydedata.no/LaserInnsyn/>.
- [3] NVE, «NVE Atlas,» 2022. [Internett]. Available: <https://atlas.nve.no/Html5Viewer/index.html?viewer=nveatlas#>.
- [4] NGU, «Berggrunn - Nasjonal berggrunnsdatabase,» 2022. [Internett]. Available: <http://geo.ngu.no/kart/berggrunn/>.
- [5] NGU, «Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase,» 2022. [Internett]. Available: http://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/.
- [6] Kartverket, «Norgebilder.no,» [Internett]. Available: <https://www.norgebilder.no/>.
- [7] N. o. K. met.no, «seNorge.no,» 2022. [Internett]. Available: <http://www.senorge.no/>.
- [8] NIBIO, «Kilden,» 2022. [Internett]. Available: <https://kilden.nibio.no>.
- [9] J. Lussana, «SeNorge2 daily precipitation, an observational gridded dataset over Norway from 1957 to the present day.»,» 2018.
- [10] NVE, «Hvordan beregne ekstremverdier?,» 2014.
- [11] Norsk klimaservicesenter, «Klimaprofil Oppland,» Januar 2021. [Internett]. Available: <https://klimaservicesenter.no/kss/klimaprofiler/oppland>.
- [12] E. Q, «Rockyfor3D (v5.2) revealed. Transparent description of the complete 3D rockfall model,» 30 Mars 2016. [Internett]. Available: https://www.ecorisq.org/docs/Rockyfor3D_v5_2_EN.pdf. [Funnen 2021].
- [13] NVE, «Uttesting av eksisterende metodikk for modellering av steinsprang,» NVE, Oslo, 2020.
- [14] Det sveitsiske institutt for snø- og snøskredforskning (WSL-SLF), «RAMMS::Avalanche User Manual V 1.7.,» WSL-SLF, 2017.
- [15] NVE, «Rapport nr 107-2015 Sammenligning av modelleringsverktøy for norske snøskred,» NVE, Oslo, 2015.
- [16] NVE, «FoU 80606 - Identifisering av løснеområder for sørpeskred,» Oslo, 2020.
- [17] NVE, «FoU 80607 - RAMMS:: Debris flow for beregning av jordskred,» NVE, Oslo, 2020.

9. Vedlegg

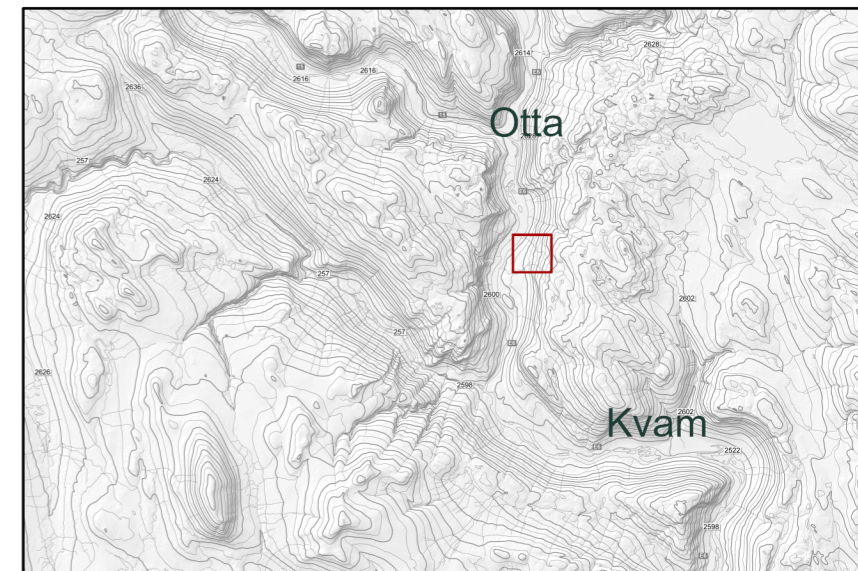
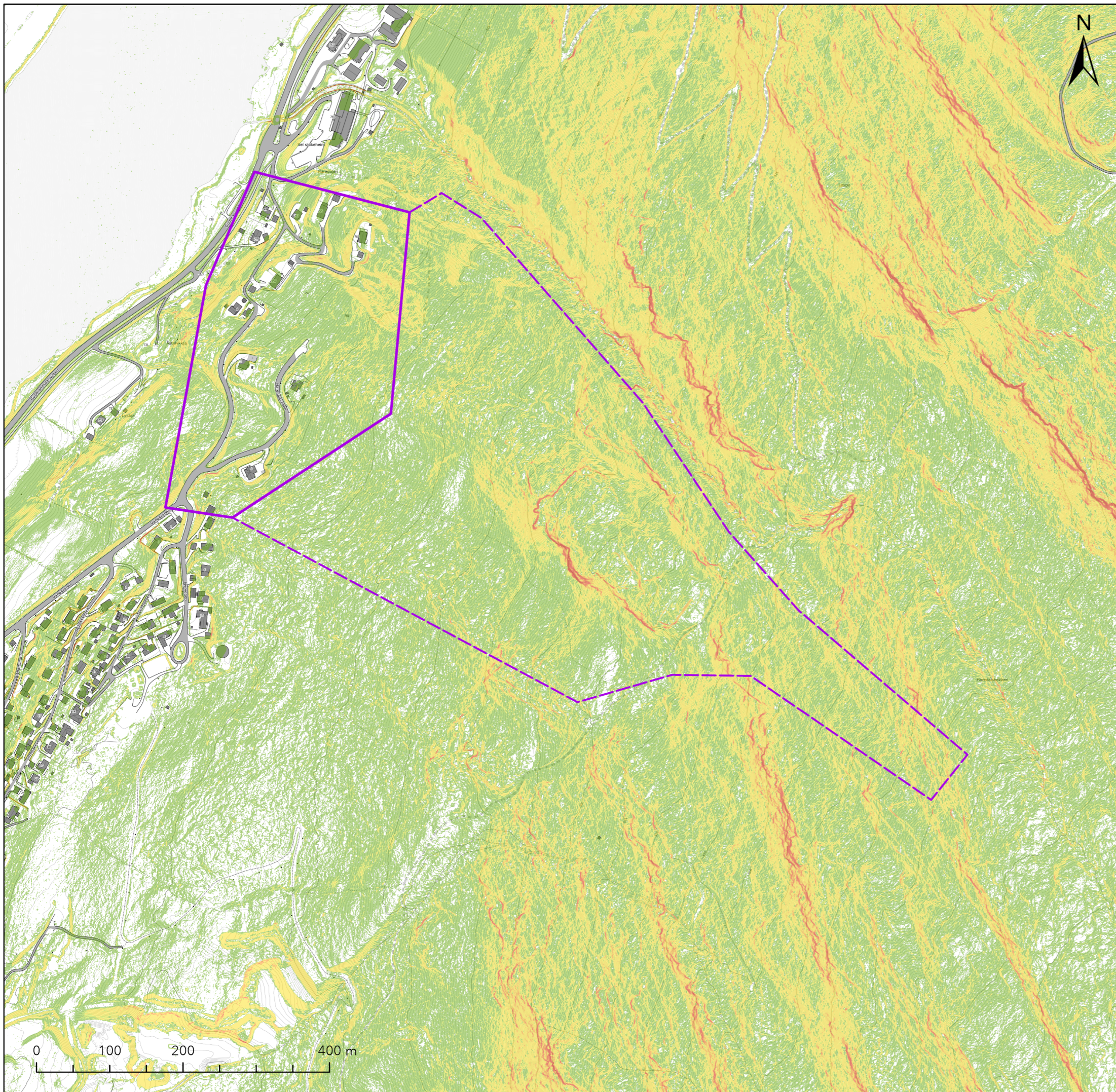
Vedlegg 9.1 Registreringskart



- Tegnforklaring
- Kartleggingsområde
 - Påvirkningsområde
 - Løsneområde steinsprang/steinskred
 - Løsneområder jordskred
 - Løsneområde snøskred
 - I Infopunkt
 - Sporlogg bakke
 - Ravine/bekkenedskjæring

Vedlegg 9.1. Registreringskart			
Oppdrag: Skredfarevurdering Sandbumoen, Sel kommune			
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N			
Dato: 06.02.2023	Utarbeidet av: AA	Kontrollert av: SN/VN	asplan viak
Kartet er utarbeidd av Asplan Viak på oppdrag frå Sel kommune			

Vedlegg 9.2 - Hellingskart



Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde

Terrenghelling

grader

- ≤ 10
- 10-23
- 23-27
- 27-45
- 45-55
- 55-90

Vedlegg 9.2. Hellingskart

Oppdrag: Skredfarevurdering Sandbumoen, Sel kommune

Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

Dato:

06.02.2023

Utarbeidet av:

AA

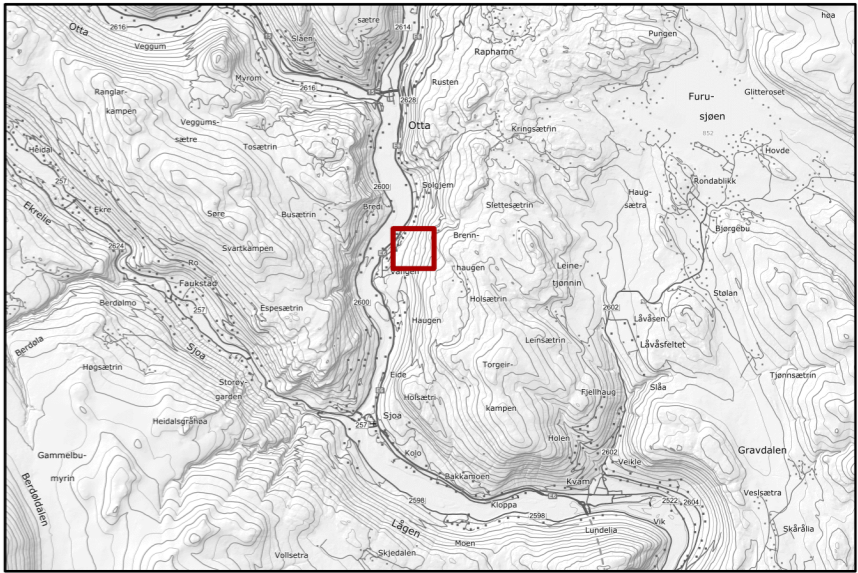
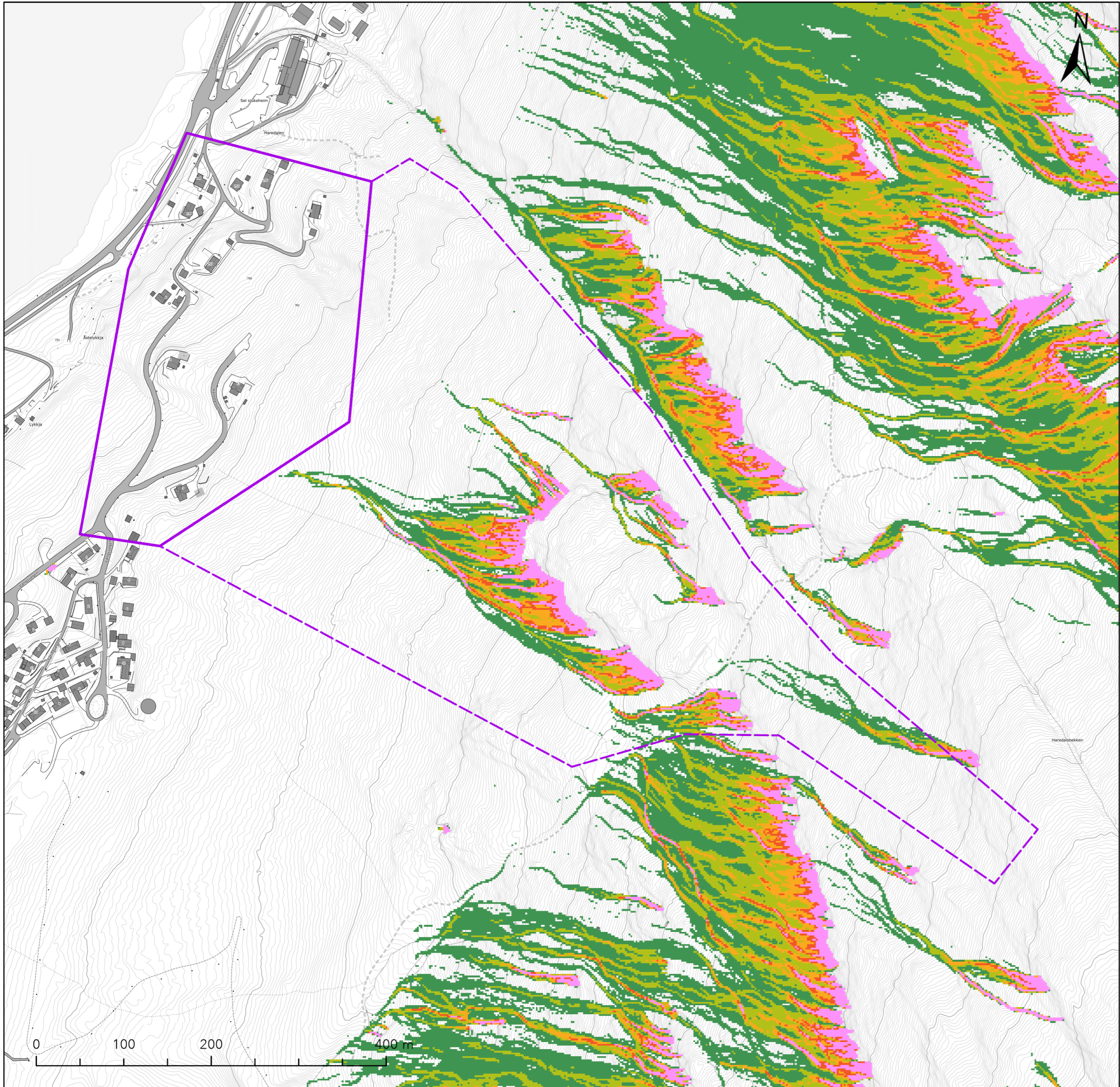
Kontrollert av:

SN/VN

asplan
viak

Kartet er utarbeidet av Asplan Viak på oppdrag frå Sel kommune

Vedlegg 9.3 Modelleringsresultat for steinsprang i Rockyfor3D



Tegnforklaring

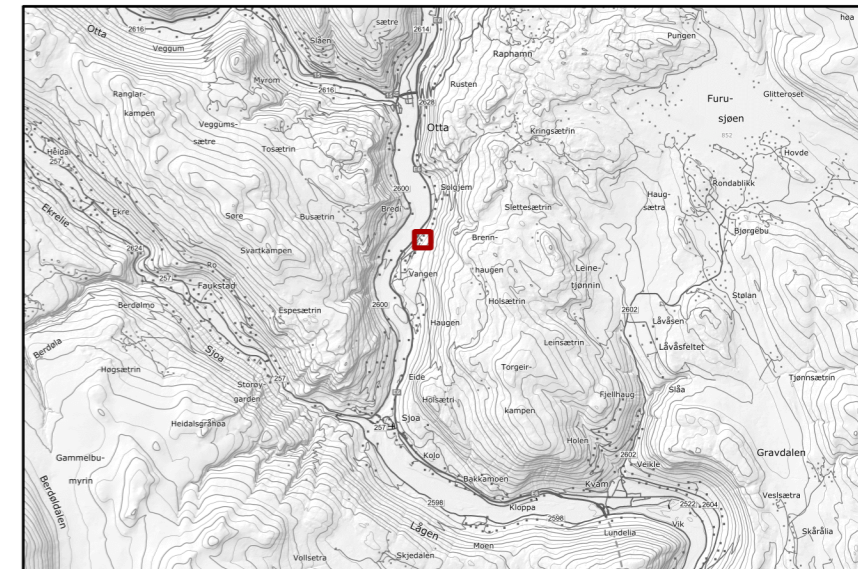
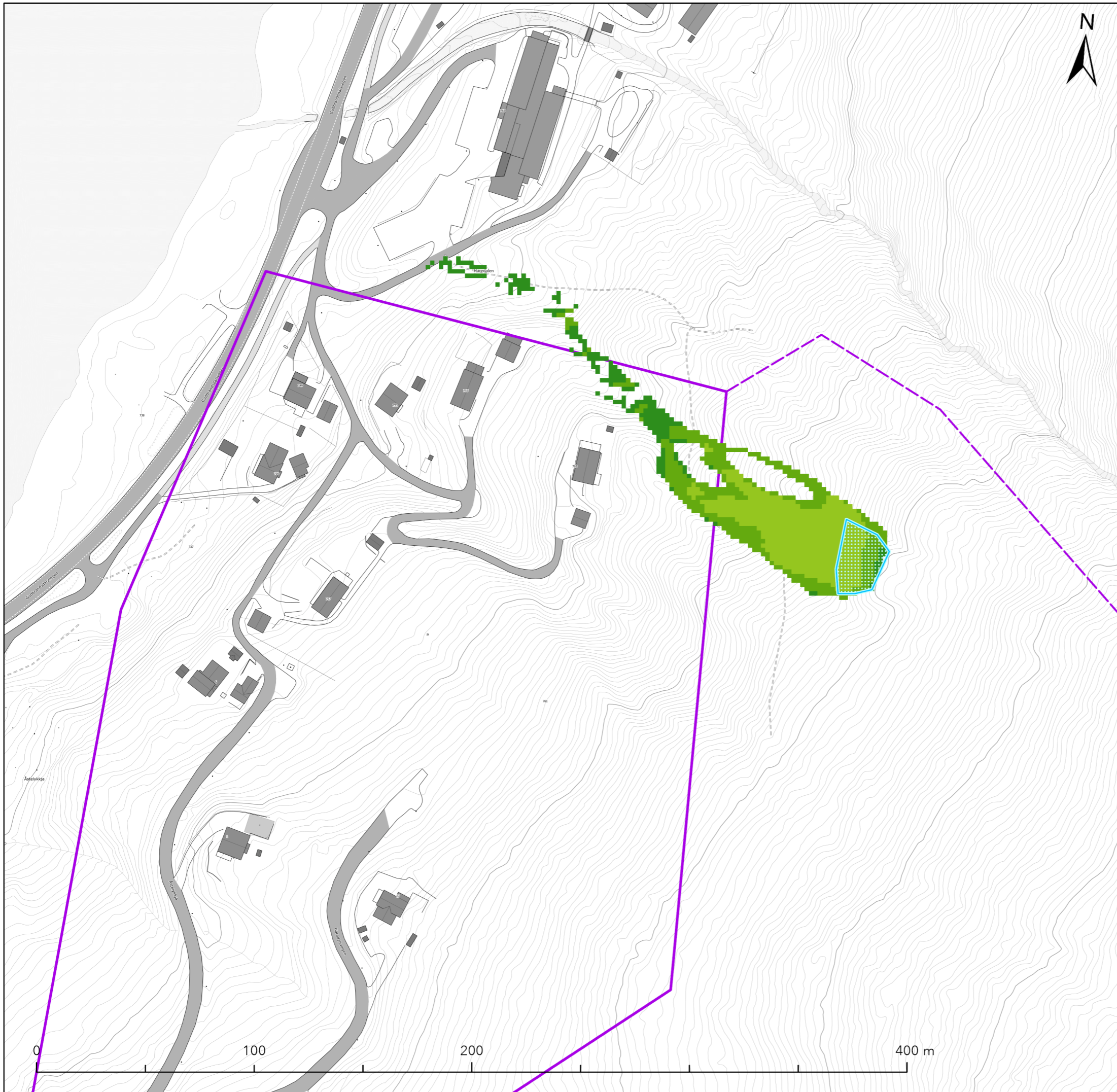
- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde

Utløpssannsyn

- I %
- ≤ 1,5
 - 1 - 5
 - 5 - 10
 - 10 - 15
 - 15 - 20
 - > 20

<p>Vedlegg 9.3. Modelleringsresultat for steinsprang i Rockyfor3D</p>			
<p>Oppdrag: Skredfarevurdering Sandbumoen, Sel kommune</p>			
<p>Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N</p>			
Dato: 13.02.2023	Utarbeidet av: AA	Kontrollert av: SN/VN	
<p>Kartet er utarbeidd av Asplan Viak på oppdrag frå Sel kommune.</p>			

Vedlegg 9.4 Modelleringsresultat for snøskred i RAMMS::Avalanche



Tegnforklaring

Kartleggingsområde

Løsneområde snøskred

Snøskred, maks hastighet (m/s)

- ≤ 1
- 1.1 - 2.5
- 2.6 - 5
- 5.1 - 10
- 10.1 - 15
- 15.1 - 20
- 20.1 - 25
- 25.1 - 30
- 30.1 - 40
- 40.1 - 50
- > 50

Vedlegg 9.4. Modelleringsresultat for snøskred i RAMMS::Avalanche

Oppdrag: Skredfarevurdering Sandbumeo, Sel kommune

Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

Dato:
06.02.2023

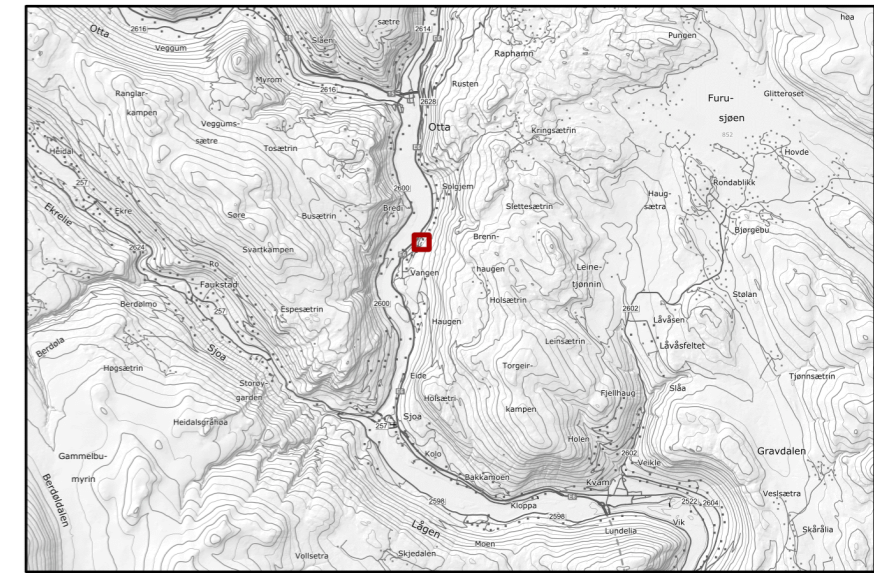
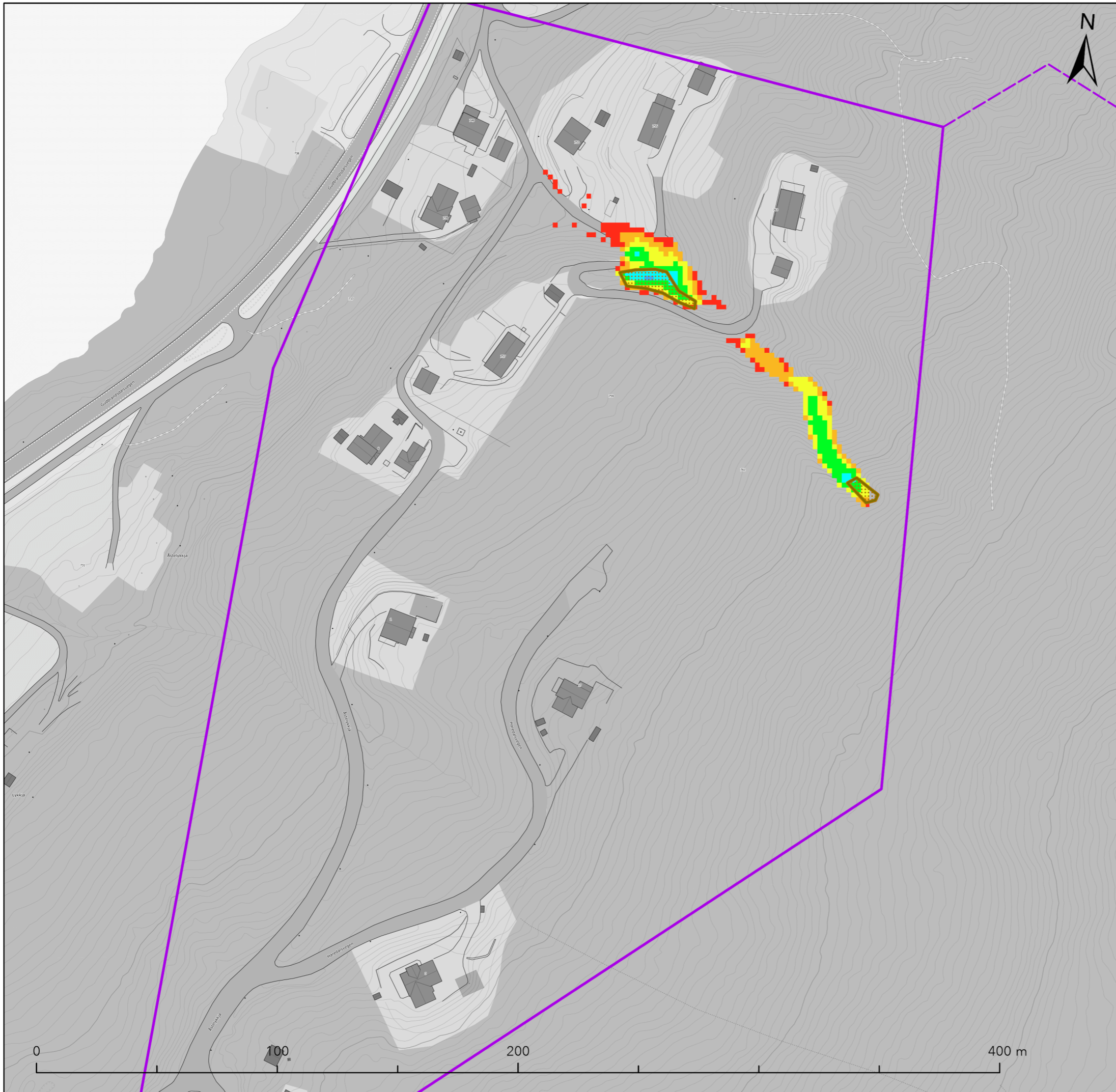
Utarbeidet av:
AA

Kontrollert av:
SN/VN



Kartet er utarbeidd av Asplan Viak på oppdrag frå Sel kommune.

Vedlegg 9.5 Modelleringsresultat for jordskred i RAMMS::Debris Flow



Tegnforklaring

- Løsneområder jordskred
- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde

Jordskred, maks hastighet (m/s)

- 0 - 1
- 1 - 2
- 2 - 3
- 3 - 4
- 4 - 5
- 5 - 6
- 6 - 7
- 7 - 8
- 8 - 9
- 9 <

**Vedlegg 9.5.
Modelleringsresultat for jordskred
i RAMMS::Debris Flow**

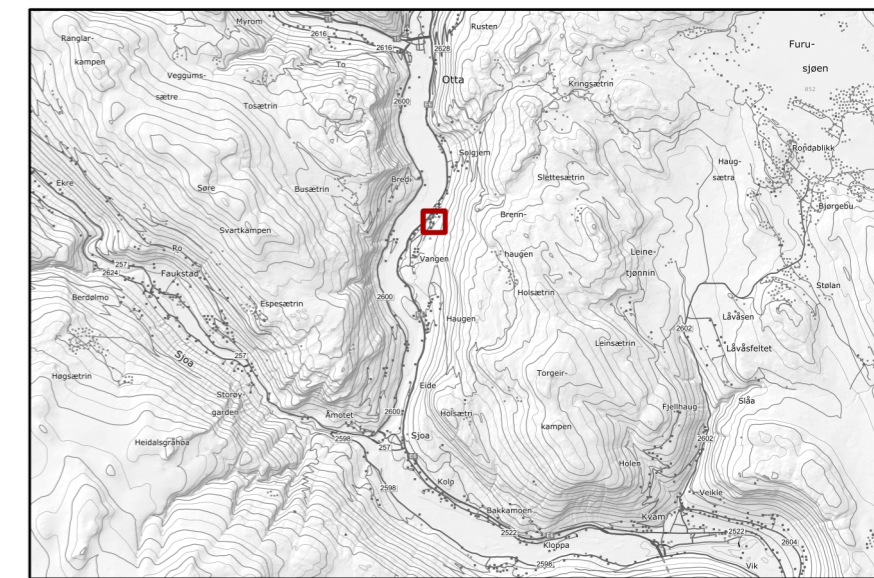
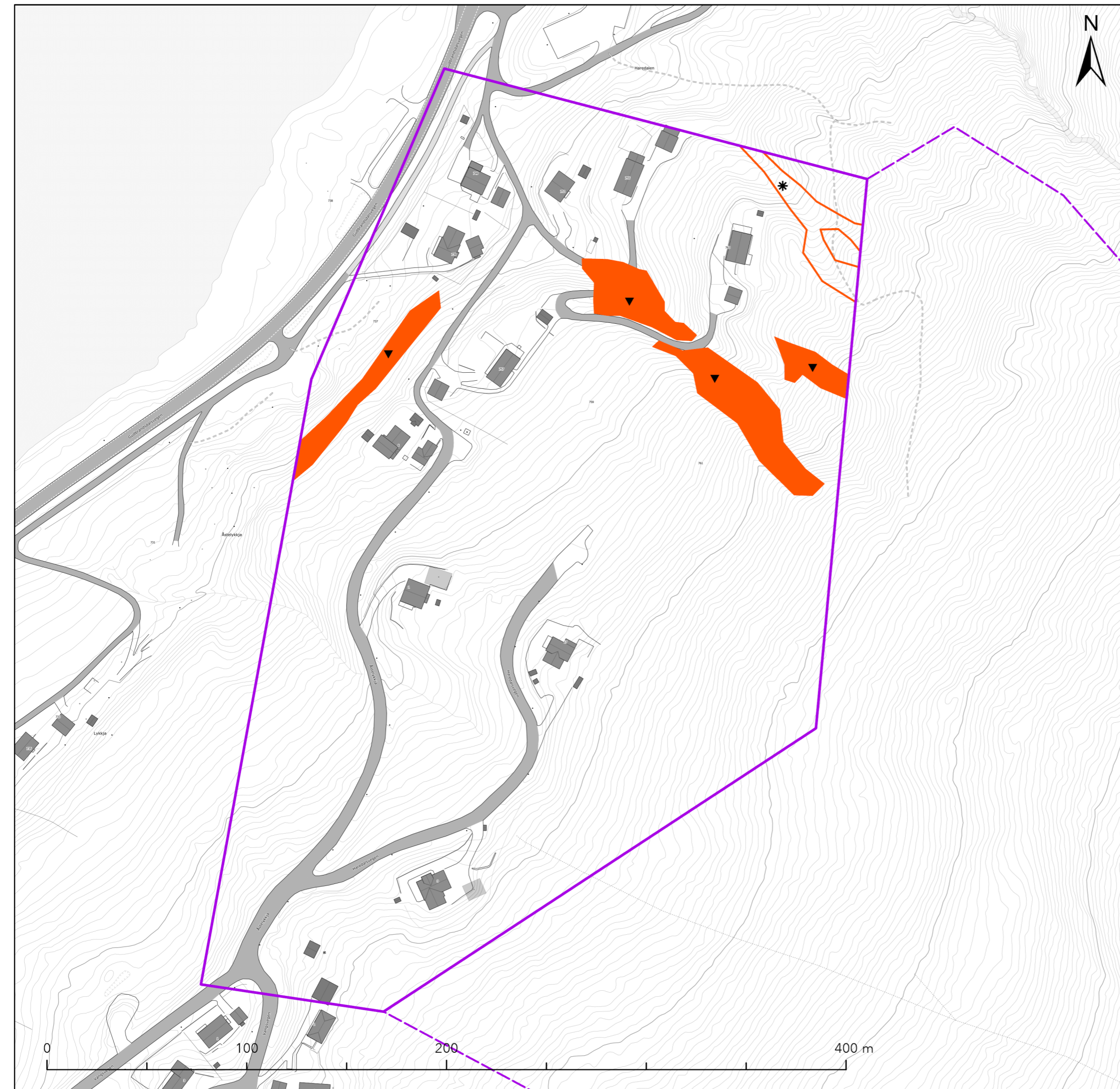
Oppdrag: Skredfarevurdering Sandbumoen, Sel kommune

Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

Dato: 13.02.2023	Utarbeidet av: AA	Kontrollert av: SN/VN	asplan viak
----------------------------	-----------------------------	---------------------------------	--------------------

Kartet er utarbeidd av Asplan Viak på oppdrag frå Sel kommune.

Vedlegg 9.6 Faresoner



Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
 - Påvirkningsområde
 - SkredSannsynlighet1000
 - SkredSannsynlighet1000_utenSkog
- skredType
- Jordskred
 - * Snøskred

Vedlegg 9.6. Faresoner			
Oppdrag: Skredfarevurdering Sandbumoen, Sel kommune			
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N			
Dato: 14.02.2023	Utarbeidet av: AA	Kontrollert av: SN/VN	
Kartet er utarbeidd av Asplan Viak på oppdrag frå Sel Kommune.			

9.7. Egenerklærings skjema

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

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

Signatur:

Selin M. Vegard Nes

Sted og dato:

Leikanger, 02.03.2023

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

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

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



asplan viak