

Skredfarevurdering Vadbrue masseuttak, Nesbyen kommune

Rapporten inneholder ein skredfarevurdering for skred i bratt terrenget for
masseuttaket Vadbrue, Nesbyen kommune.

Arbeidet er utført av Asplan Viak AS.



Dokumentinformasjon

Oppdragsgjevar: Nesbyen pukk & betong AS
Tittel på rapport: Skredfarevurdering Vadbrue masseuttak, Nesbyen kommune
Oppdragsnamn: Skredfarevurdering Vadbrue
Oppdragsnummer: 639835-01
Utarbeida av: Anne Marte Søgne sand
Oppdragsleiar: Allan Hjorth Jørgensen
Tilgjengelegheit: Åpen

Kort samandrag

Det er gjennomført ein detaljert skredfarevurdering av masseuttak på Vadbrue, Nesbyen kommune. Området ligg delvis innanfor NVE sitt nye aktsemdskart for snøskred for sikkerheitsklasse inntil S2 utan skog, samt NVE sine aktsemdkart for steinsprang og jordskred- og flaumskred.

Oppdragsgjevar ynskjer difor ei detaljert vurdering av faren for skred i bratt terrenget i forhold til krava gitt i TEK17, sikkerheit mot skred.

Plan- og bygningsloven og TEK17 stiller krav til sikkerheit mot skred for byggverk og tilhøyrande uteareal. Området har blitt vurdert opp mot krava i sikkerheitsklasse S1, der årleg sannsyn for skred eller sekundæreffekta av skred ikkje skal overskride 1/100.

Fare for alle typar skred i bratt terrenget er vurdert på bakgrunn av terrengeanalysar, kartdata og modellering. Kartleggingsområdet tilfredsstiller lovverket sitt krav til sikkerheit mot skred i sikkerheitsklasse S1.

01	Ver.	Dato	Skredfarevurdering Vadbrue, Nesbyen kommune	AMS	TME/VN
			Beskrivelse	Utarb. av	KS

Føreord

Plan- og bygningsloven (pbl) og Byggteknisk forskrift (TEK 17) stiller krav til sikkerhet mot naturfare. For reguleringsplan og byggesak/-tiltak, søknadspliktig eller ikke, må det difor dokumenterast at tilstrekkeleg sikkerhet mot skredfare vert oppnådd i samsvar med desse sikkerheitskrava.

Denne utredninga er utført av fagkyndig personell og følger NVE sin rettleiar *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 utgreiaast.

Vurderingane er i stor grad basert på synfaring, terrengeanalysar, kartdata, historiske hendingar og modellering.

Leikanger, 17.01.2024

Oppdragsleiar

Allan Hjorth Jørgensen

Rapportansvarleg

Anne Marte Søgne sand

Kvalitetssikra av

Vegard Nes og Tonje Mek Eidset

Om oppdraget

Oppdragsgjevar	Nesbyen pukk og betong AS
Oppdragstakar	Asplan Viak AS
Skredfarevurdering for	Masseuttaket Vadbrue, Nesbyen kommune.
Følgjande tiltak og sikkerheitsklassar er planlagt på eigedomen/planområdet	Skredfaren vurderast opp mot krava i sikkerheitsklasse S1.
Synfaring gjennomført	Ja, av Vegard Nes 7.12.2023

Innhald

Kort samandrag	1
Føreord	2
Innhald	4
1. Innleiing	6
1.1. Grunnlag for vurdering	6
1.2. Atterhald	7
2. Krav til sikkerheit mot skredfare	9
3. Områdeskildring	10
3.1. Synfaring	11
3.2. Topografi	12
3.3. Geologi	13
3.4. Drenering	15
3.5. Vegetasjon	16
3.6. Klima	18
3.7. Tidlegare skredhendingar	22
3.8. Aktsemdskart	23
3.9. Tidlegare kartleggingar	26
3.10. Observasjonar i felt	27
3.11. Eksisterande sikringstiltak	35
4. Vurdering av skredfare	36
4.1. Steinsprang	36
4.2. Steinskred	38
4.3. Jord- og flaumskred	39
4.4. Snøskred	43
4.5. Sørpeskred	50
5. Samla skredfare	52
5.1. Stadspesifikk usikkerheit	52

6.	Konklusjon	53
6.1.	Risikoreduserande tiltak	53
7.	Referanser	54
8.	Vedlegg	56
8.1.	Registreringskart	57
8.2.	Terrenghellingskart	58
8.3.	Skuggerelieffkart	59
8.4.	Modelleringsresultat RAMMS:Avalanche «Flythøgde» 100-årsscenario	60
8.5.	Modelleringsresultat Ramms:Debris Flow «Hastighet» 100-årsscenario	61
8.6.	Egenerklæringsskjema for kompetanse - iht. rettleiar Sikkerhet mot skred i bratt terrenget - Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og byggesak	62

1. Innleiing

Asplan Viak har vore engasjert av Nesbyen pukk og betong AS for å gjennomføra ei skredfarevurdering for planlagd utviding av eksisterande masseuttak på Vadbrue i Nesbyen kommune. Området ligg innanfor NVE sitt nye aktsemdskart for sikkerheitsklasse inntil S2 snøskred utan skog, samt NVE sine aktesemdkart for steinsprang, jord- og flaumskred [2]. Det utløyser i samsvar med byggeteknisk forskrift (TEK 17) eit krav om skredfarevurdering. Hensikta med vurderinga er å dokumentere skredfaren for området for gjeldande sikkerheitsklasse for tiltaket.

Faren for alle typar skred i bratt terreng er vurdert med bakgrunn i følgjande arbeid: terrenGANALYSE, synfaring i felt, klimaanalyse, historiske opplysningar, modellering og skjønn/erfaring.

1.1. Grunnlag for vurdering

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

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

Bakgrunnsmateriale	Eigar	Kjelde
Digital terrenmodell	Kartverket	Høydedata [3]
Historiske skredhendingar	NVE	NVE [4]
Aktsemdskart	NVE, NGI	NVE [4]
Berggrunnskart	NGU	NGU [5]
Lausmassekart	NGU	NGU [6]
Flyfoto	Kartverket	Kartverket [7]
Skog og markfuktigkeit	Kartverket	NIBIO [8]
Klimadata	NVE	SeNorge [9]
Tidlegare kartleggingar	Asplan Viak	Sjå kapittel 3.9

1.1.1. Kartgrunnlag

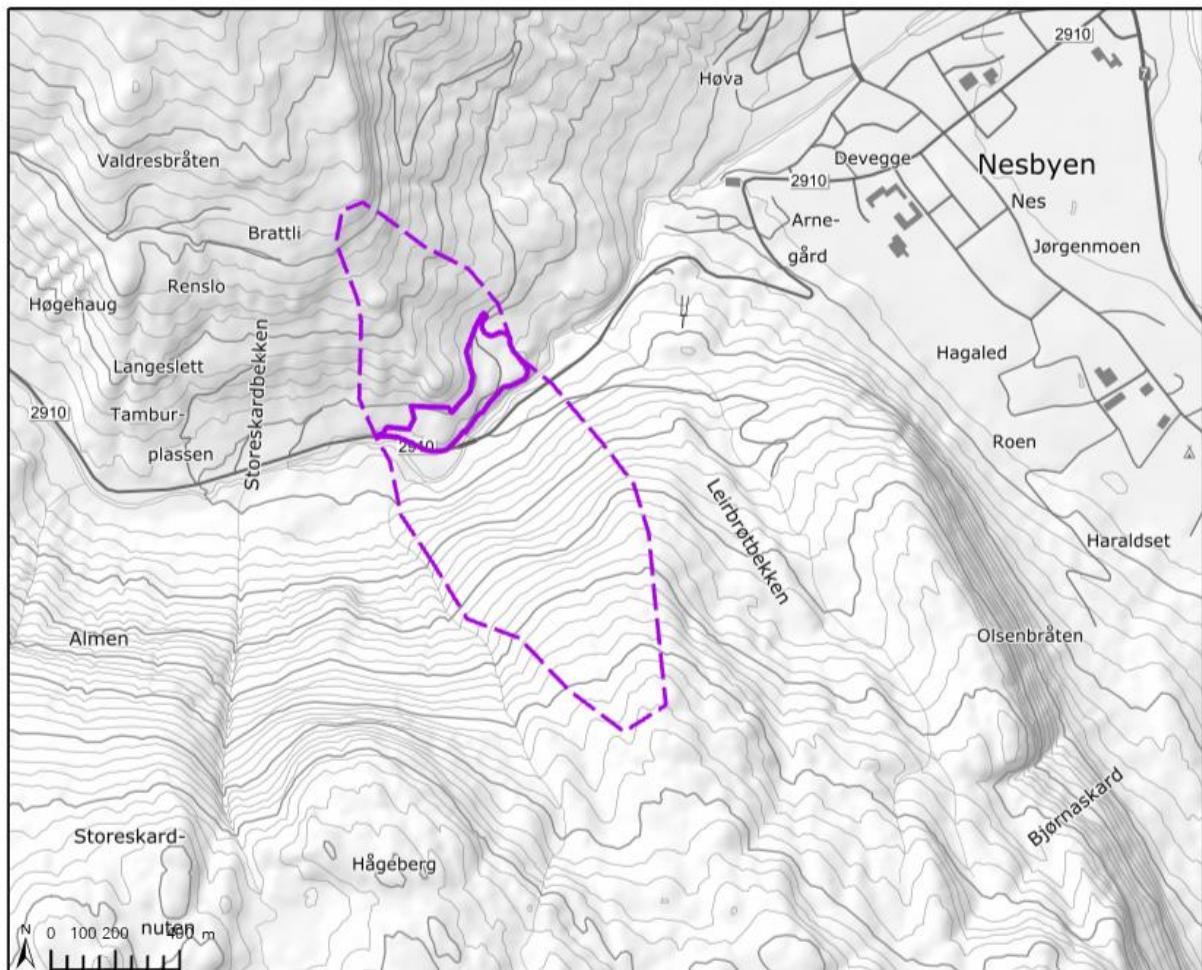
Det har blitt lasta ned kotegegrunnlag frå www.hoydedata.no, prosjekt NDH Flå-Nes 5pkt 2018 [3]. Datasetta har punkttettheit 5 og oppløysning 0,5 m. Behandling av terrenodata, produksjon av kartbilete og terrenmodell til simuleringar er utført med hjelp av programvara ArcGIS Pro 3.1.2. Alle karta er lagd med datum ETRS 1989 og koordinatsystem UTM sone 33N. Terrenodata er studert i ArcGIS Pro og det er produsert terrenmodell (raster) og skuggerelieffkart i programmet. Asplan Viak har utarbeida alle

karta. Det er i tillegg brukt kart og flyfoto over området, samt aktuelle WMS-tjenester for vizing av topografiske kart, grunnforholdskart, aktsemndskart og liknande.

1.2. Atterhald

Skredfarevurderinga gjeld ytre påverking frå skred inn i kartleggingsområdet i Figur 1-1. Det er ikkje utført vurdering av sjølve kartleggingsområdet, då dette området blir forma etter uttaksplanen. Vurderingane er basert på eksisterande terren og vegetasjon observert på synfaringa. Skog er ikkje teke med som vern mot naturfare i vurderinga. Ved større endringar i plan for påverknads området bør skredfarevurderinga reviderast, sidan det kan endre forutsetningane for vurderinga. Det er også lagt vekt på historiske skredhendingar i vurderingane. Dersom det kjem fram nye opplysningar om tidlegare skredhendingar, bør vurderingane gjerast på nytt. Merk at kartlegging av jordskredfare ikkje kan inkludere alle moglege tiltak som kan kome i framtida. Dømer er (skogs)vegar, drenering og graving/flytting av massar - som kan medføre endring av skredfaren. Ein forutset at alle slike framtidige inngrep vert gjort forsvarleg med tanke på skredfaren, og at skredfaren bør vurderast på nytt etter eventuelle inngrep.

Vurderinga omhandlar sikkerheit mot skred i bratt naturleg terren.



Tegnforklaring

- █ Kartleggingsområde
- Påverkningsområde

Figur 1-1 - Topografisk oversiktskart som syner kartleggingsområdet og påverknadsområdet nord og sør for kartleggingsområdet. Planområdet ligg i eit smalt dalføre. Difor er påverknadsområdet også relevant på motsett side av kartleggingsområdet.

2. Krav til sikkerheit mot skredfare

Plan- og bygningslova § 28-1 stiller krav om tilstrekkeleg sikkerheit 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 definera krav til sikkerheit mot skred for nybygg og tilhøyrande uteareal (Tabell 2) [10]. I rettleiaren til TEK17 gis det retningsgjevande døme på byggverk som kjem inn under dei ulike sikkerheitsklassane for skred.

Tabell 2 - Sikkerheitsklassar ved plassering av byggverk i skredfareområde. I denne rapporten vurderast planområdet etter S1, 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.

Planområdet vurderast for skred i bratt terreng for fastsetting av faresoner med største nominelle årlege sannsyn 1/100. Arealføremålet er hovudsakleg næringsareal.

Vurderingar og rapport har vorte utført etter gjeldande retningslinjer og standardar gitt av NVE [1]. I TEK17 er det spesifisert at samla sannsyn for alle skredtypar skal leggast til grunn for vurderinga av årleg sannsyn. Skredtypar som har vorte vurdert er steinsprang, steinskred, jord- og flaumskred, snøskred og sørpeskred.

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

3. Områdeskildring

I samband med utviding av eit eksisterande masseuttak skal området skredfarevurderast. Dagens masseuttak ligg på Vadbrue i eit dalføre om lag 2,5 km vest for Nesbyen sentrum på Fv. 2910 Rukkedalsvegen. Midt i dalen går elva Rukkedøla langs fylkesvegen. Masseuttaket skal utvidast i nordvestleg retning. I nord stig terrenget mot toppen av Djupedokknatten 810 moh. Dalføret er smalt, difor strekk påverknadsområdet seg også på motsett side av dalen og av kartleggingsområdet, sjå Figur 1-1.

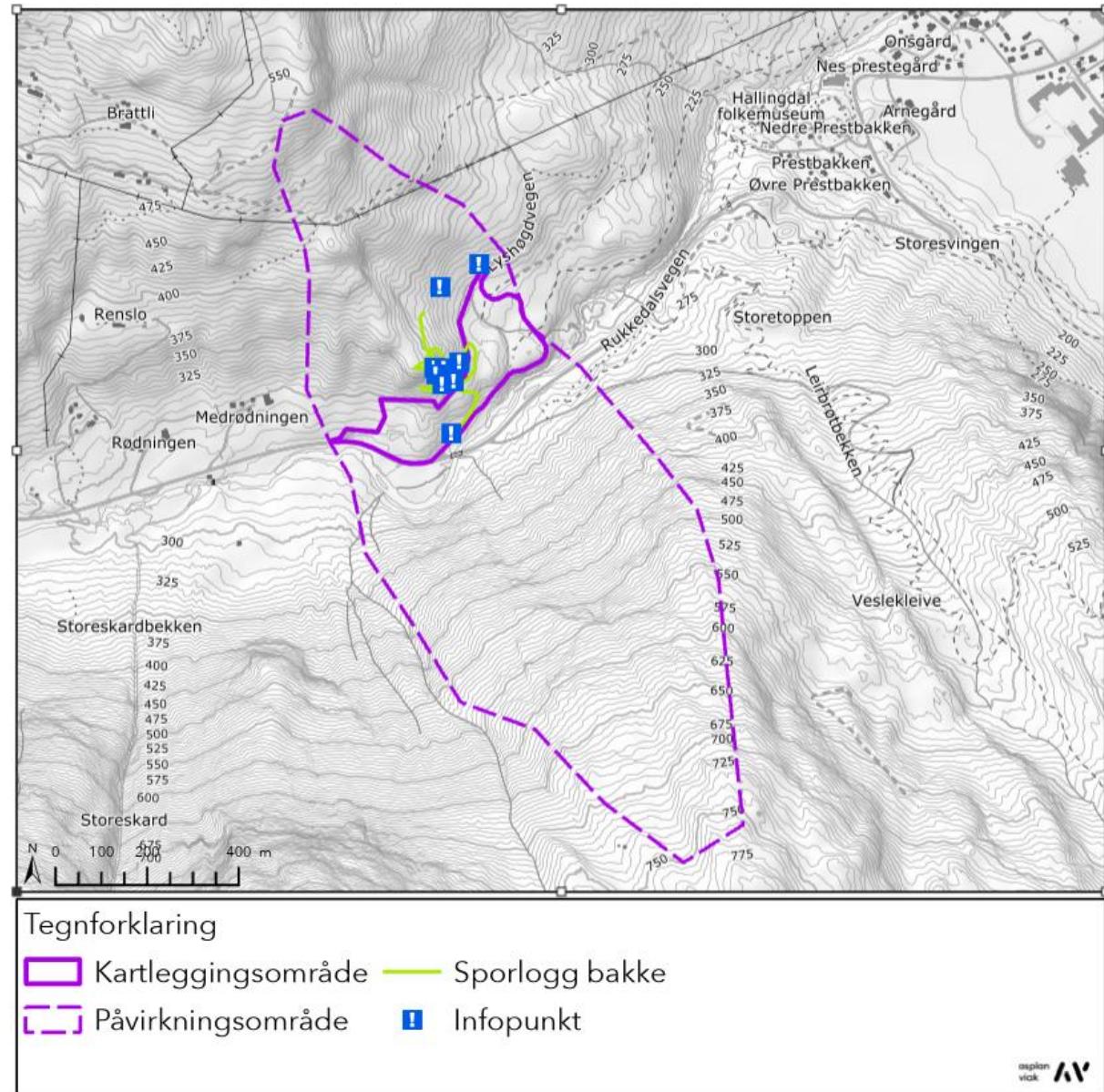
Området mot Djupedokknatten utgjer påverknadsområdet mot nord og er ei sør- og søraustvendt side. Det går ein skogsbilveg nordaust i påverknadsområdet. Vest for masseuttaket er det spreidde busetnader og gardsbruk. På sørsida strekk påverknadsområdet seg bratt opp mot toppen Gråberget om lag 790 moh. Fjellsida er vendt mot nord/nordvest. Påverknadsområdet utgjer området som potensielt kan generere skred inn mot kartleggingsområdet.



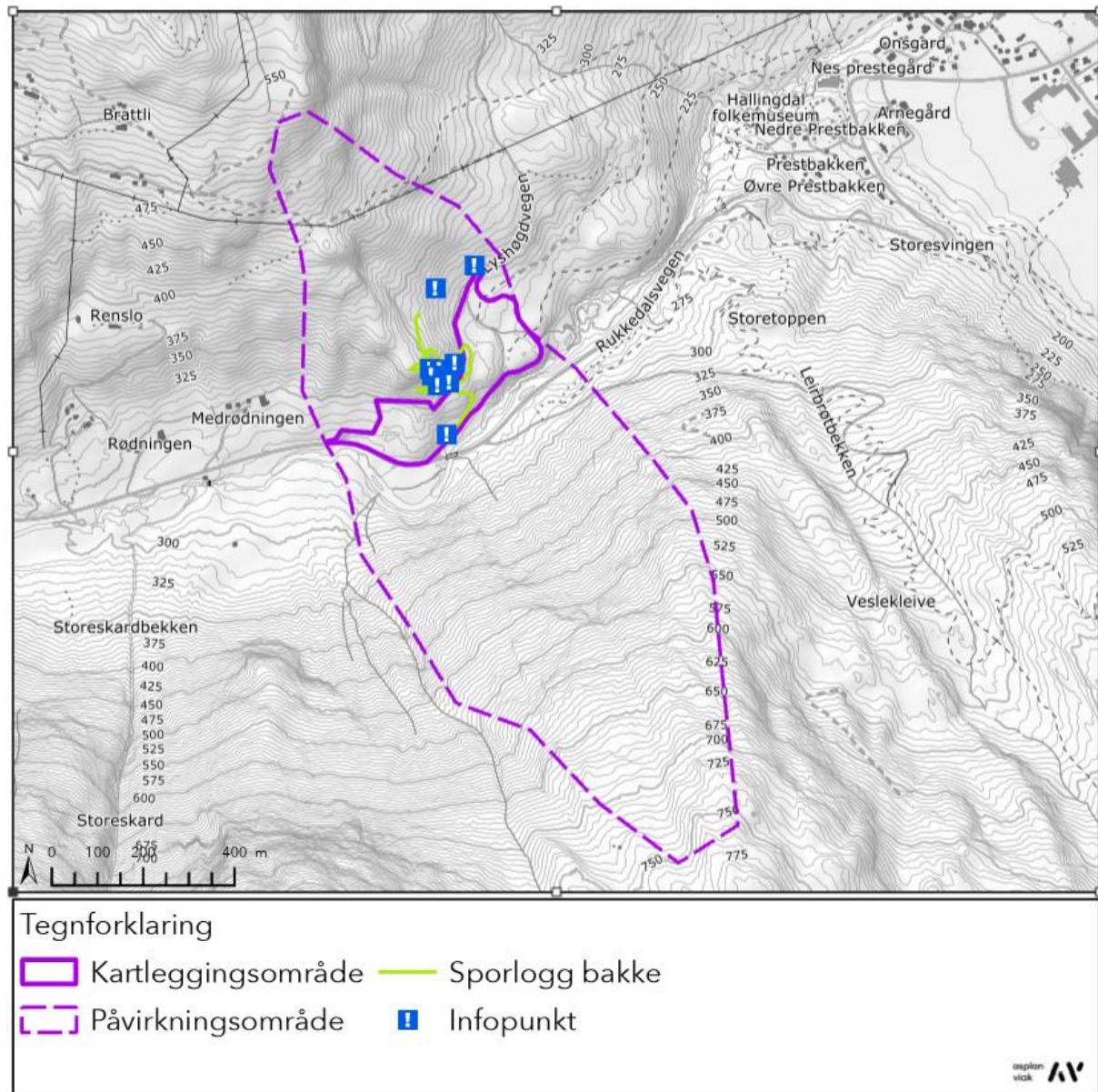
Figur 3-1 - Bilete syner Vadbrue masseuttak.

3.1. Synfaring

Synfaring vart gjennomført 7.12.2023 av geolog Vegard Nes og føregjekk i kartleggings- og påverknadsområdet sør. Terrenget var lett snødekt, det var oppholdsvær og god sikt på synfaringsdagen. På førehand vart grunnlagsdata studert og på bakgrunn av det vart det prioritert å synfare sørleg del av dalen. GPS-spor og observasjonar frå synfaringa er gitt i



Figur 3-2. Observasjonsbeskrivingar er vist i kapittel 3.10. Fullstendig registreringskart er vist i Vedlegg 8.1.



Figur 3-2 - GPS-spor og observasjonar frå synfaring.

3.2. Topografi

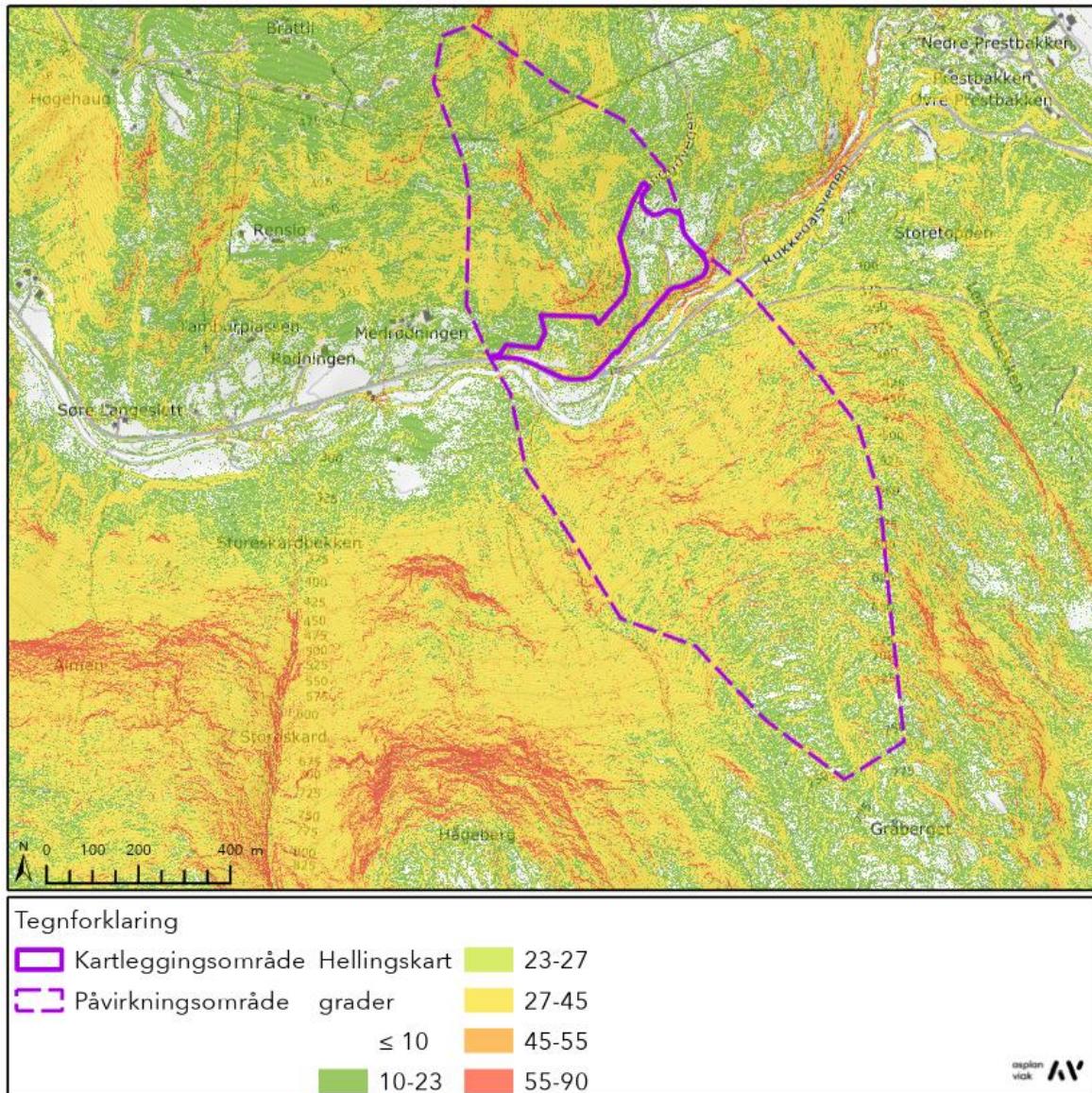
Figur 3-3 gir ein oversikt over terrengradienten i området. Terrenghellingskart og skuggerelieffkart er vist i Vedlegg 8.2 og 8.3.

Kartleggingsområde strekk seg mellom 270 og 300 moh. Det går ein bilveg gjennom området. Sørvestleg del av kartleggingsområdet har variert terrenghelling med områder $\leq 10^\circ$ og opptil $55^\circ\text{-}90^\circ$. Nordaustleg del av kartleggingsområdet er slakare, hovudsakleg mellom $\leq 10^\circ\text{-}23^\circ$. Langs delar av oppsida på bilvegen er det skrentar/vegskjeringar med relief 3 m på det høgaste.

Påverknadsområdet sør veksler hovudsakleg mellom flatt og kupert terren 10°-23° og 27°-45°. Ryggformasjonen midt i påverknadsområdet har fleire brattskrentar i sør mot

kartleggingsområdet og på austsida av ryggen. Høgaste skrenten i sørleg del av ryggen har relief på ca. 7 m. Storparten av skrentane har relief på 3-4 m. Langs austsida av ryggen har brattskrentane mellom 3-7 m relief.

Påverknadsområdet nord har hovudsakleg brattheit mellom 27°-45° og brattskrentar mellom 55°-90°. I øvre del flatar det noko ned mot 23°-27° helling. Dei bratte skrentane har låge relief, mellom 7-4 m.



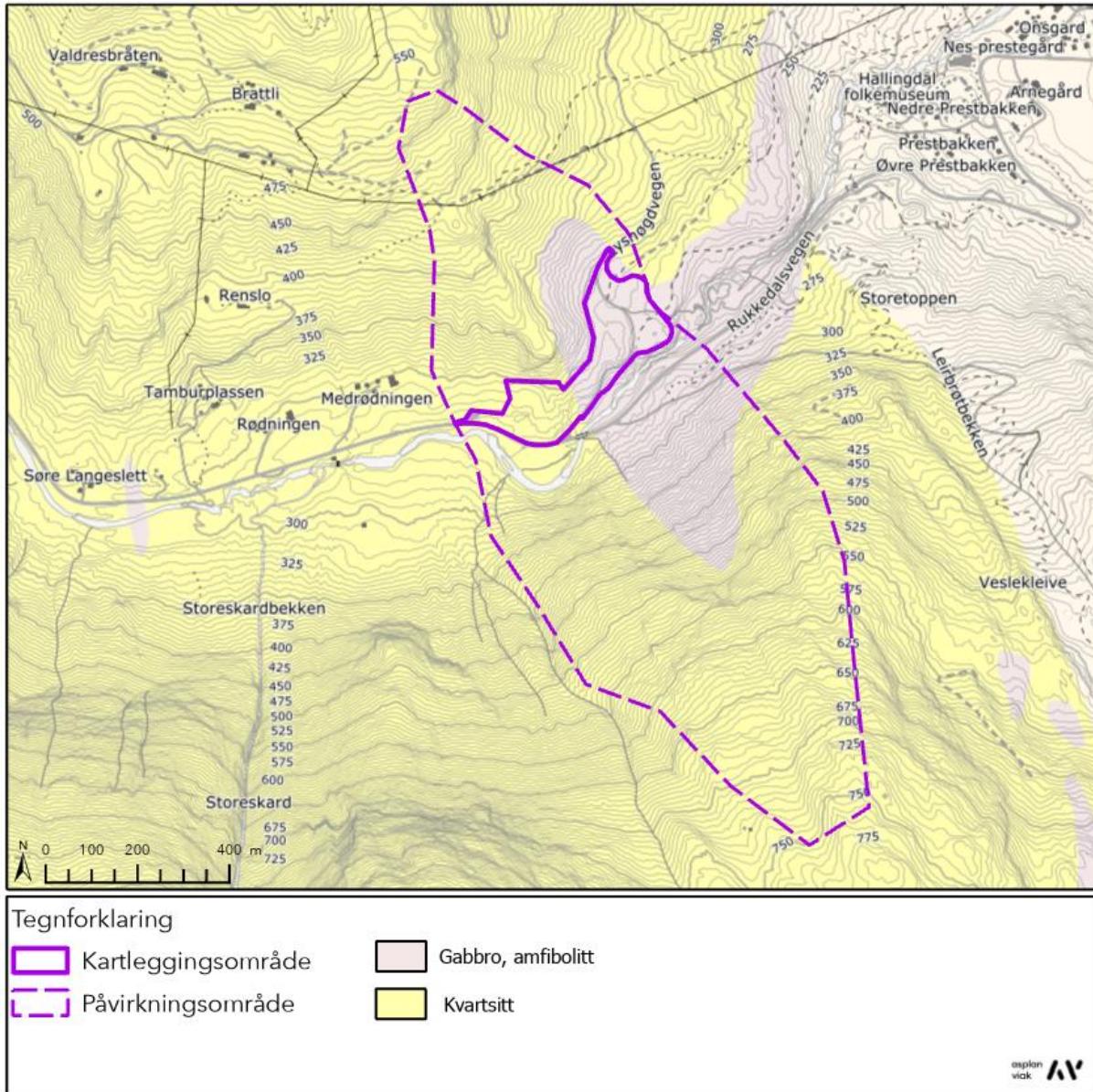
Figur 3-3 - Terrenghellingskart for kartleggingsområdet og omkringliggende terrengr.

3.3. Geologi

3.3.1. Berggrunn

Geologien i området er kartlagt i målestokk 1:50 000 [5]. Ifølgje NGU sitt bergrunnskart er det kvartsitt i vestleg del av kartleggingsområdet og gabbro og amfibolitt i austleg del, sjå

Figur 3-4. Berggrunnen i påverknadsområdet sør er hovudsakleg kartlagt som kvartsitt, med eit lite felt med gabbro og amfibolitt i midtre del av påverknadsområdet. Medan nordleg påverknadsområde har eit større felt med gabbro og amfibolitt mot aust. Resten av påverknadsområdet i nord er kartlagt som kvartsitt.

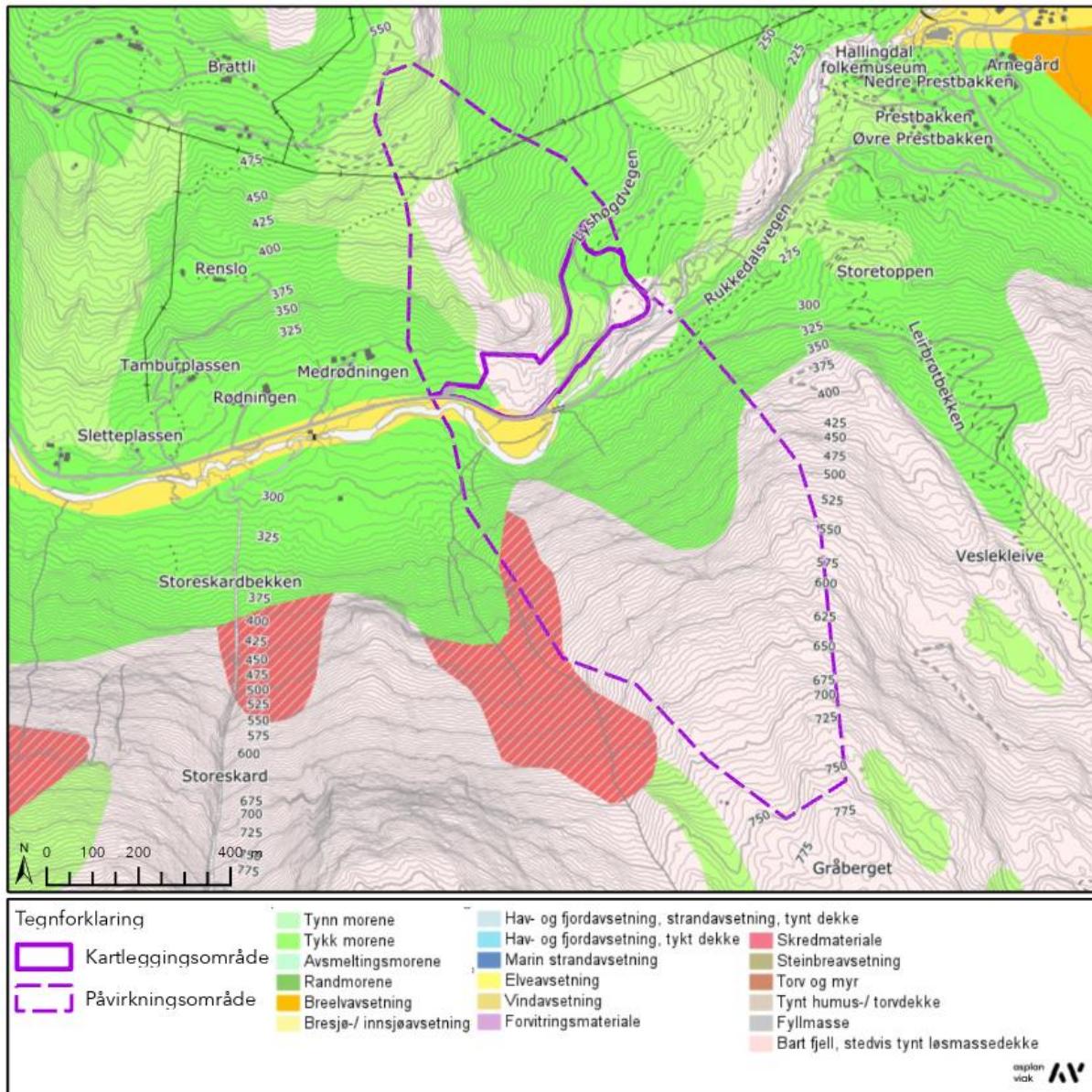


Figur 3-4 - Utsnitt frå NGU [5] sitt berggrunnskart.

3.3.2. Lausmassar

Ifolge NGU sitt lausmassekart [6] er det kartlagt tynt og tjukt morenemateriale i kartleggingsområdet, sjå Figur 3-5. Ryggen midt i kartleggingsområdet er registrert som bart fjell. Observasjonar har i stor grad bekrefta kartlegginga frå NGU, der det er observert bart fjell og sva langs ryggen ned mot eksisterande masseuttak. Mot aust er det påvist tynt morenemateriale på berg i form av blokker. Lengst vest i området er terrenget prega av tjukkare lausmassedekke. Eit lite parti sør i kartleggingsområdet er registrert som elve- og bekkeavsetningar.

På motsett side av dalen er det registrert bart fjell frå toppen av påverknadsområdet og ned til om lag kote 500 midt i fjellsida. Nedover er det registrert tjukk morene. Lengst vest er det registrert noko skredmateriale. I kring elva er det registrert elve- og bekkeavsetningar.



Figur 3-5 - Utsnitt frå NGU [6] sitt lausmassekart.

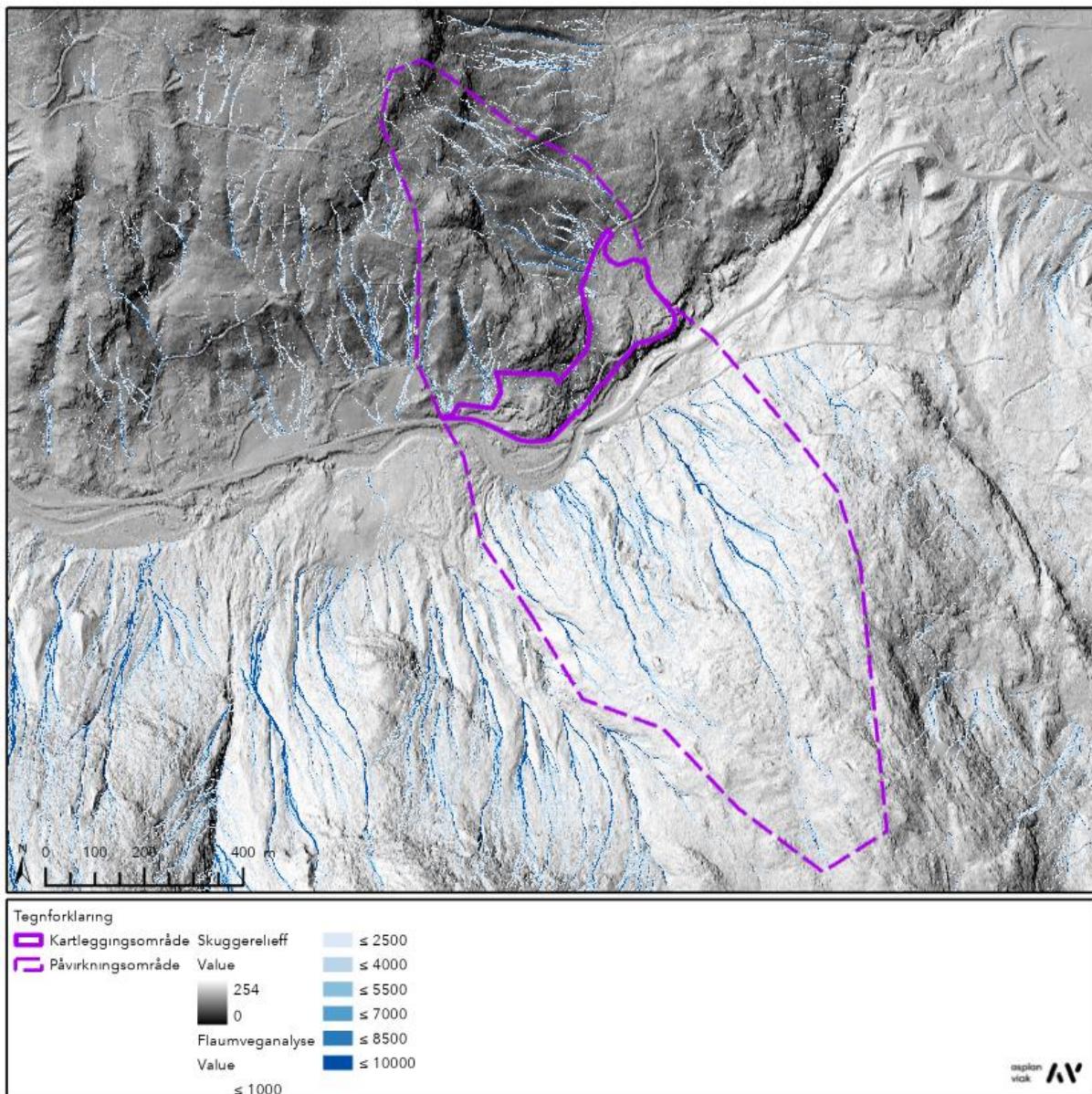
3.4. Drenering

Flaumveganalysen syner tydlege dreneringsliner, sjå Figur 3-6. Mest avrenning er det på austsida av fjellryggen ned mot den austlege delen av kartleggingsområdet.

Under synfaring vart det observert moglege flaumløp i terrenget og slake eroderte bekkefar (infopunkt 2). Nedbørdfeltet til påverknadsområdet i sør er avgrensa, dermed

også mengda vatn som potensielt kan drenere mot kartleggingsområdet.

Skuggerelieffkart (Vedlegg 8.3) syner forseinkingar som kan tyde på erosjonsprosesser.



Figur 3-6 - Avrenningsanalyse som viser akkumulert strøyming til kvar celle (dvs. tal celler som drenera til ei celle) produsert i ArcGIS Pro med terengmodell med oppløysing 1x1 m, som syner dreneringsretninga til vatnet.

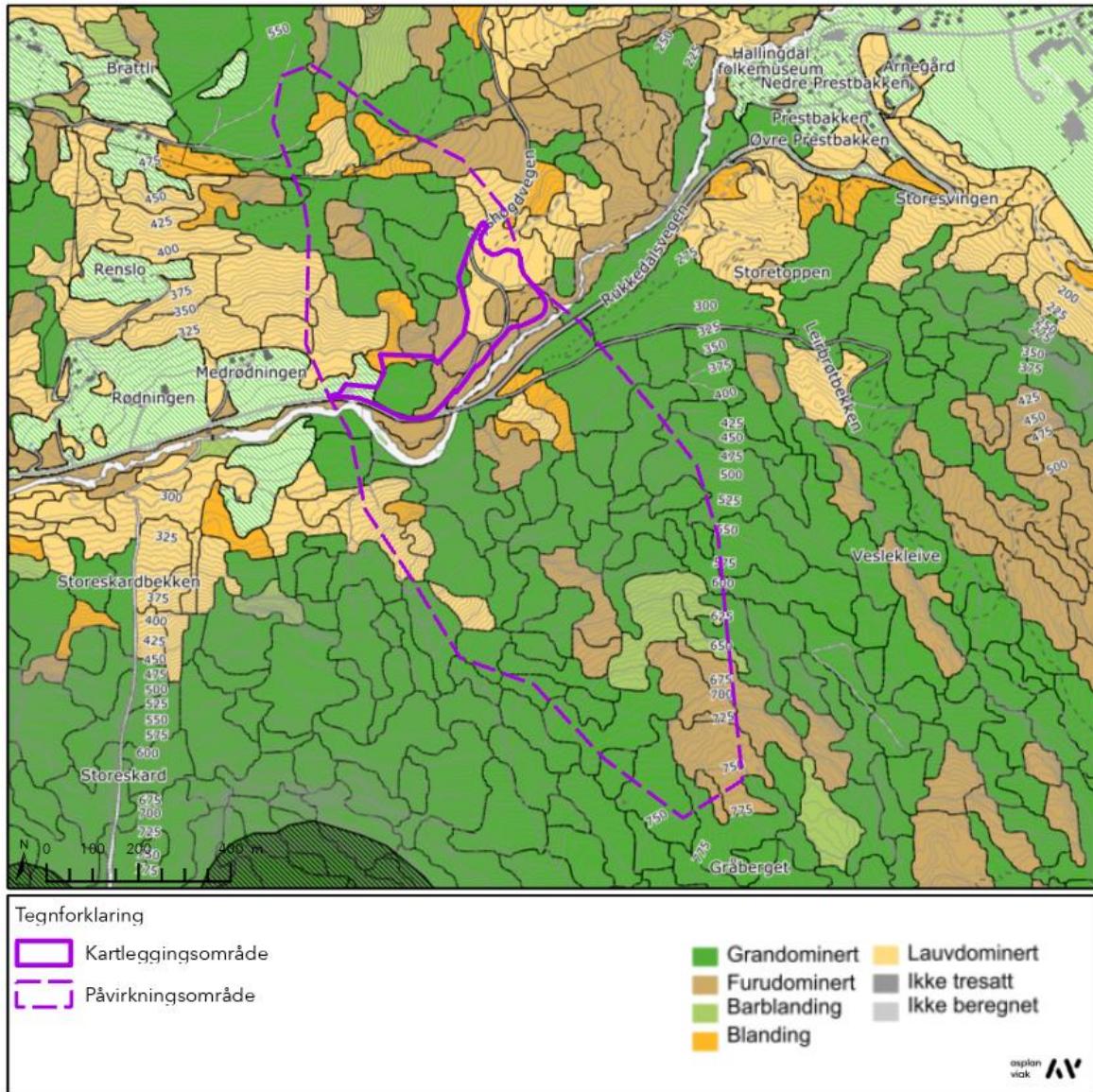
3.5. Vegetasjon

Store delar av området er dekt av skog. I kartleggingsområdet er det blanding av gran- og furudominert skog, samt lauvskogareal prega av nyleg flatehogst, sjå Figur 3-7. I påverknadsområdet sør er skogen grandominert i aust der lausmassedekket er tjukkare, medan det i dei brattaste bergskråningane ned mot midten av kartleggingsområdet er furuskog. Lengst vest i påverknadsområdet sør er det lauvskog.

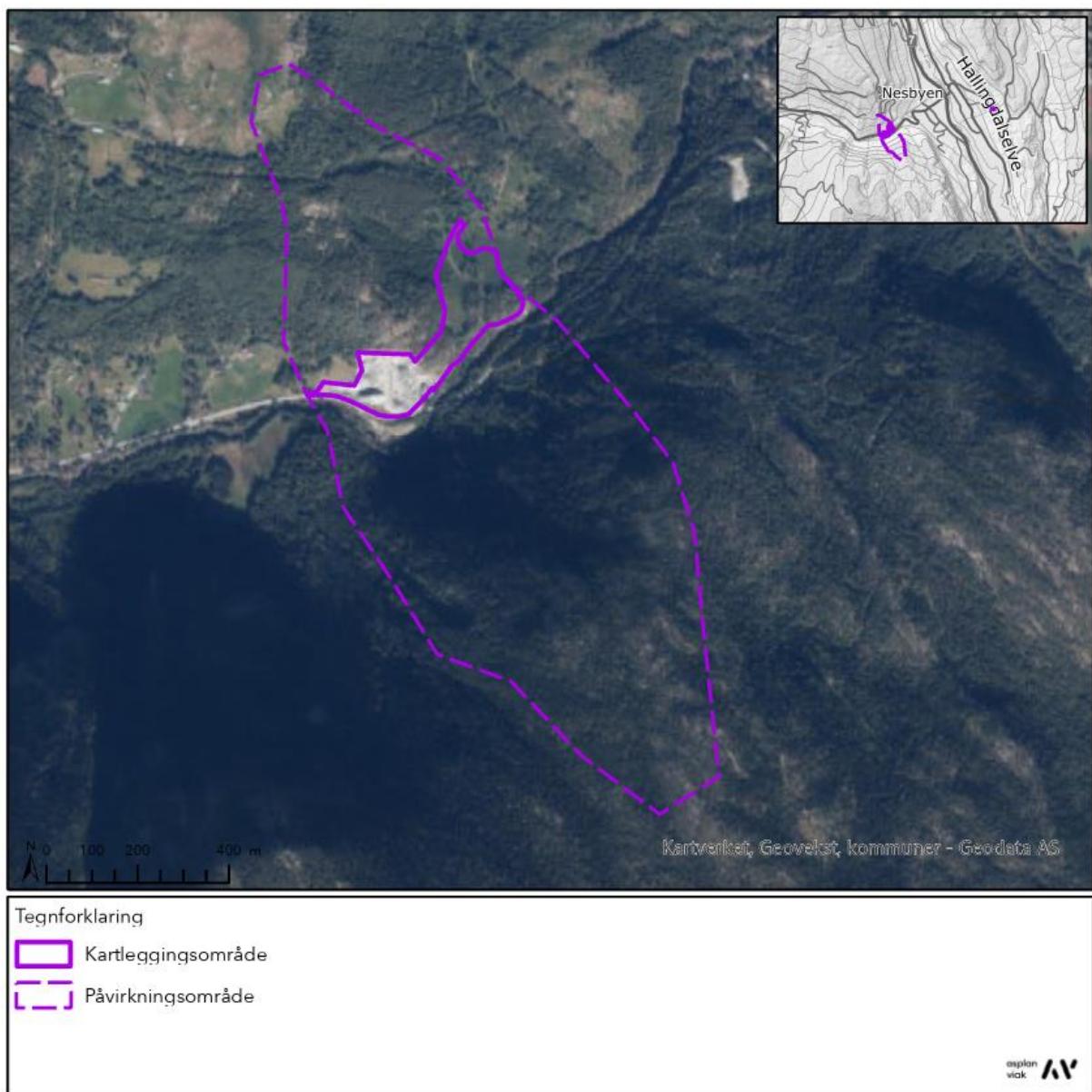
På nordsida er det hovudsakleg granskog som dominera, sjå Figur 3-7.

Samanlikning av flyfoto frå perioden 1962-2022 [7], syner at det har vore rydda skog i øvre del av sørleg påverknadsområdet i samband med gardsdrift. Flyfoto frå 2022 er vist i Figur 3-8.

Skredfarevurderinga vert utført utan effekten av skog som vern.



Figur 3-7 – NIBIO sitt skogressurskart [8].



Figur 3-8 - Ortofoto er teke i 2022 og syner vegetasjonen i området.

3.6. Klima

Nedbørsdata er henta fra NVEs «Grid Time Series» API [9]. Datasettet er SeNorge2 som er basert på observert og interpolerte data fra 1991 fram til 2020 [11]. Vindrosor er basert på data fra mars 2018 til mars 2021. Interpolerte data er justert for høgde. Klimadata er henta med verktøyet AV-Klima [12].

Klimadata er henta fra kartleggingsområdet (Lyshøgdvegen 319 moh.) og Djupedokknatten (672 moh.). Koordinatane visast i Tabell 3.

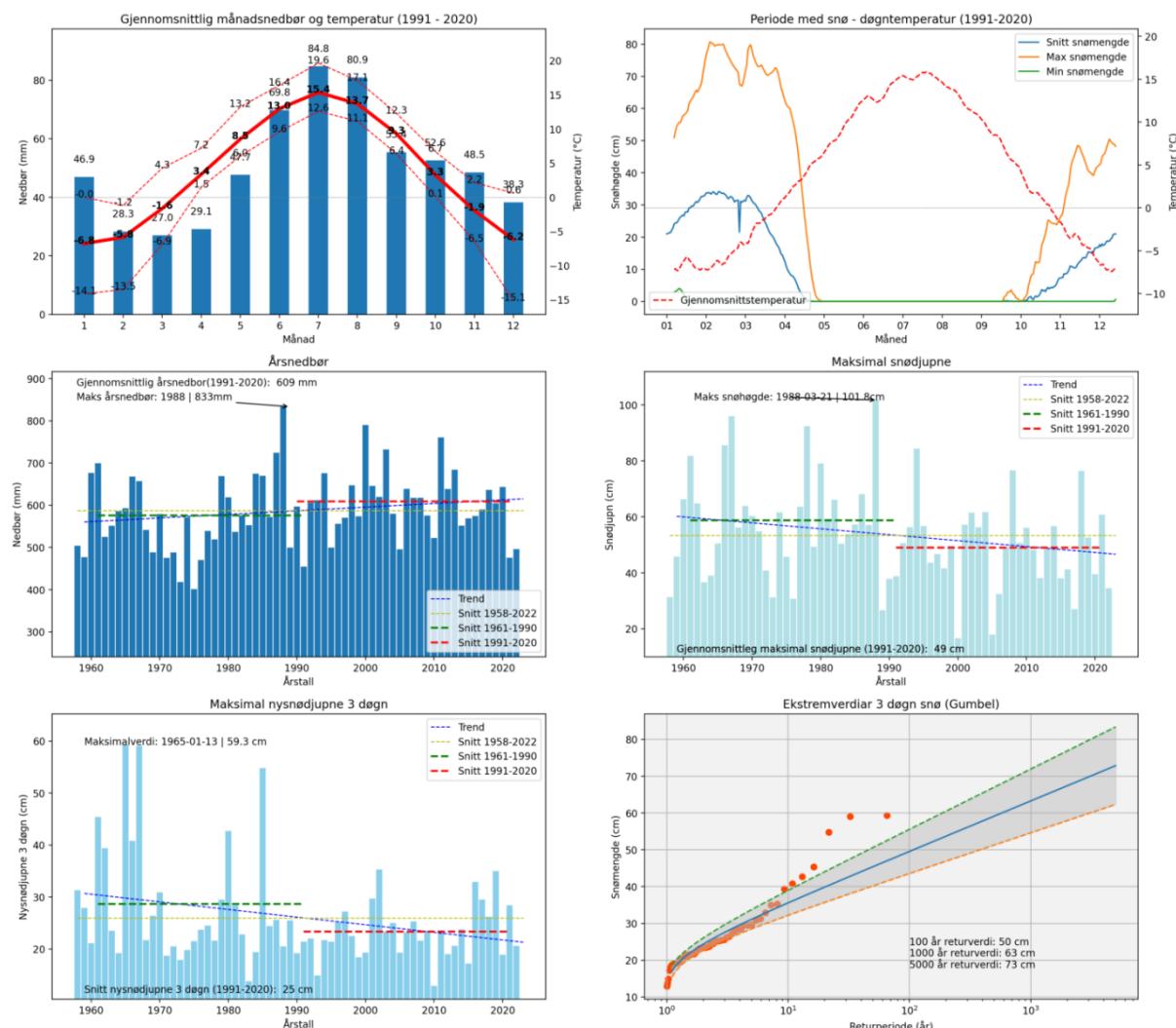
Tabell 3 - Koordinatar for punkt klimadata er basert på.

Lokalitet	Koordinatar UTM 33	
	N	Ø
Lyshøgdvegen 319 moh	6728983.15	175190.87
Djupedokknatten 672 moh	6730061.68	174832.04

3.6.1. Normalar

Området har eit innlandsklima med låg gjennomsnittleg årsnedbør og store temperaturskilnader gjennom året. Gjennomsnittstemperaturen varierar frå ca. minus 6° i desember til 15° i juli (Figur 3-9). Det er mest nedbør sommarstid frå juni til august. Gjennomsnittleg årsnedbør for området er 609 mm og gjennomsnittleg maksimal snødjupne i kartleggingsområdet er 49 cm. Største målte snødjupne er 101 cm.. Gjennomsnittleg maksimal snødjupne på Djupedokknatten (672 moh.) er 59 cm.

Klimaoversikt for Lyshøgdvegen (319 moh.)



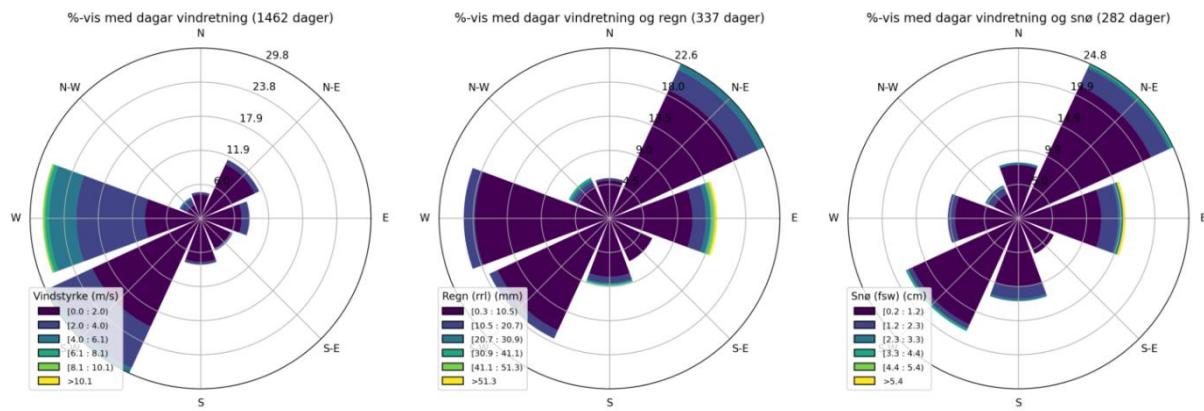
Figur 3-9 – Samanstilling av klimadata for kartleggingsområdet (Lyshøgdvegen 319 moh.)

3.6.2. Vind

Figur 3-10 syner dominerande vindretning, vindretning for generell nedbør og vindretning med snø (temperatur under 1°). Figuren syner at flest dagar og sterkest vind er registrert med vind frå sørvest og vest.

Nedbørsførande vindretning er i hovudsak frå nordaustleg retning, samt vestleg og austleg sektor.

Snøførande vindretninger er i hovudsak nordaustleg, aust og sørvest. Det kjem særleg nedbør som snø frå nordaust. Det vil seie at austleg del av påverknadsområdet ligg i losida for snøførande vindretning, medan vestsida ligg i le.



Figur 3-10 – Vindrosor frå Djupedokknatten 672 moh.

3.6.3. Ekstremverdiar

Utrekning av ekstremverdiar kan utførast etter ulike metodar i NIFS rapport 2014/22 «Hvordan beregne ekstremverdier for gitte gjentaksintervaller» [13]. Nede til høgre i Figur 3-9 visast ekstremverdiar for 3 døgns snømengde, basert på snøkart berekna med Gumbel-metoden for kartleggingsområdet. Ein oppsummering av ekstremverdiar for snø og nedbør for gjevne gjentaksintervall 319 moh. og 672 moh. er vist i Tabell 4.

Tabell 4 - Oppsummering av ekstremverdiar for jamne gjentaksintervall.

Lokalitet	Returverdiar for 3 døgns snømengde (cm)			Gjennomsnittleg maksimal snødjupne (cm)
	100 år	1000 år	5000 år	Fra 1991-2020
Kartleggingsområdet 319 moh	50	63	73	49
Djupedokknatten 672 moh	54	70	80	58

3.6.4. Framtidig klima

Klimaprofilen for Buskerud [14] viser at klimaendringane vil føre til vesentleg fleire episodar med kraftig nedbør i intensitet og førekomst. Det vert venta auka flaumvassføring og auka jord-, flaum- og sørpeskredfare som følgje av auka nedbørsmengder.

Vidare kan kraftig nedbør truleg auke frekvensen av steinsprang og steinskred, men i hovudsak for mindre steinspranghendingar. Hyppigare episodar med kraftig nedbør vil kunne auke frekvensen av steinsprang og steinskred på grunn av auka vasstrykk i sprekkesystem i samanheng med kraftig nedbør. Dette gjeld i hovudsak for mindre steinsprang.

Regn vil oftare falle på snødekt underlag og det er venta fleire smelteepisodar om vinteren som følge av økt temperatur. Samtidig kan høgareliggende fjellområde få auka

snømengder fram mot 2050 og mindre snømengder også i desse områda mot slutten av hundreåret.

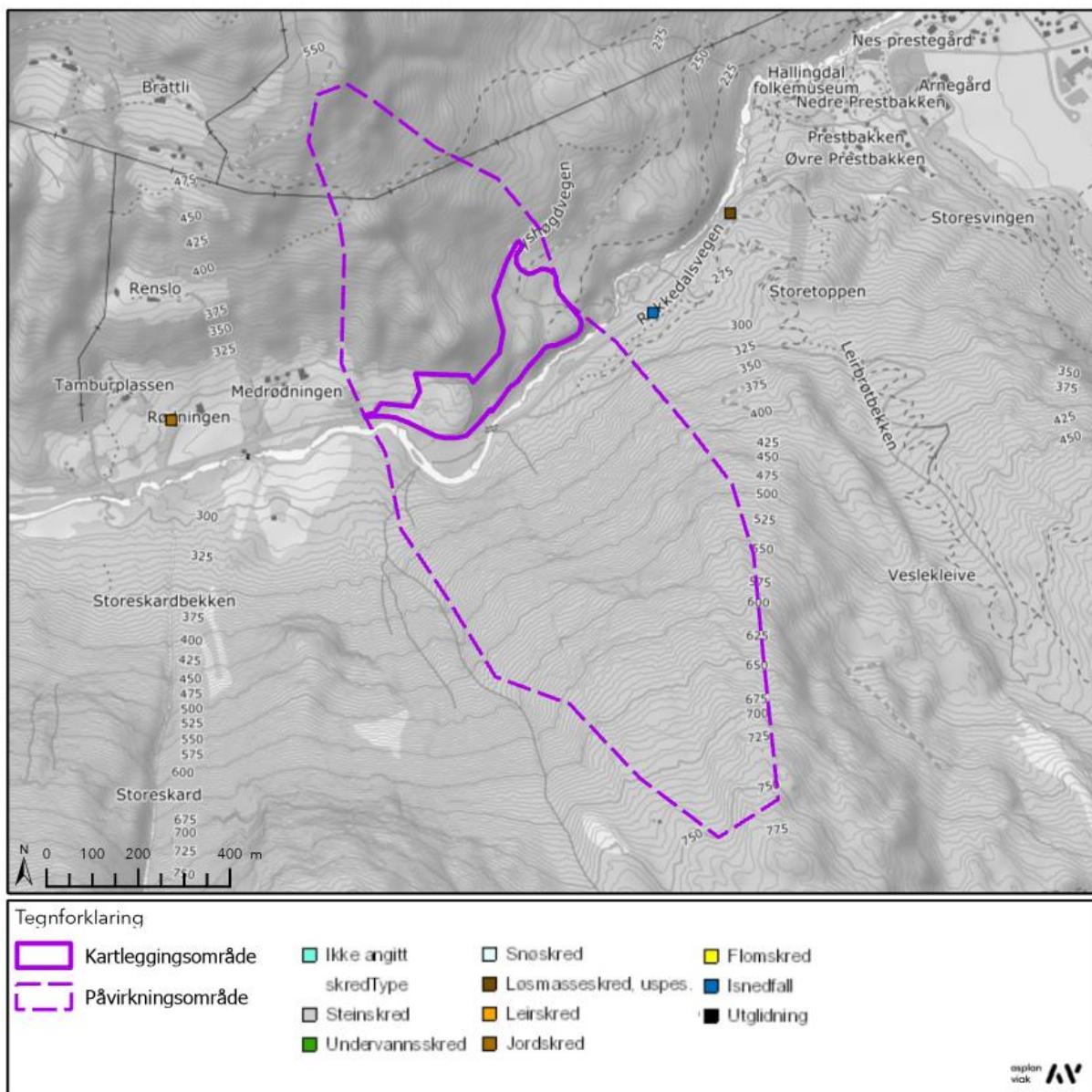
3.7. Tidlegare skredhendingar

Det er ikkje registrert skredhendingar i kartleggings- eller påverknadsområdet i nasjonal skreddatabase [4]. Vest for kartleggingsområdet er det registrert eit jordskred frå 1961 i Rukkedalen, sjå Figur 3-11. Skredet gjekk i femtida laurdagsmorgen 29. nov. 1961 ned i eit bustadtun. Skredmassane delte seg på tunet og gjorde difor ikkje skade på bustadar eller menneske.

Aust for kartleggingsområdet er det registrert eit isnedfall på Fv. 2910 Rukkedalsvegen i 2010. I juni 2011 er det registrert eit lausmasseskred på same vegen, sjå Figur 3-11.

I vegkart [15] er det registrert ei vegstenging grunna eit jord/lausmasseskred som kom i mai 2013 etter mykje nedbør.

Tilgjengelege historiske flyfoto over kartleggings- og påverknadsområdet er frå tidsperioden 1962 til 2023 [7]. Det er ikkje identifisert skredhendingar inn i kartleggingsområdet utifrå gjennomgåing av flyfoto frå tidsperioden.

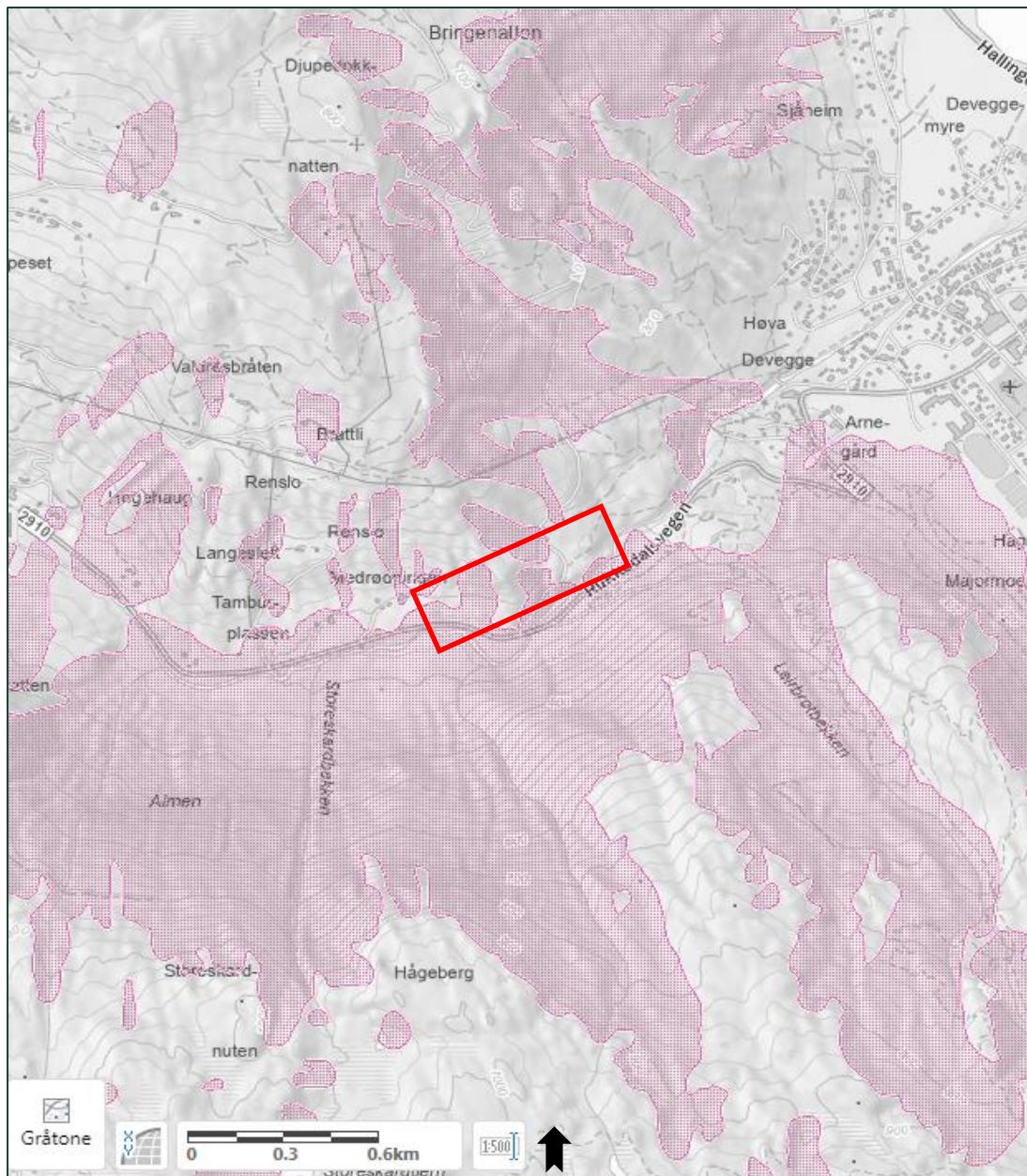


Figur 3-11 - Kart som syner registrerte, tidlegare og historiske skredhendingar.

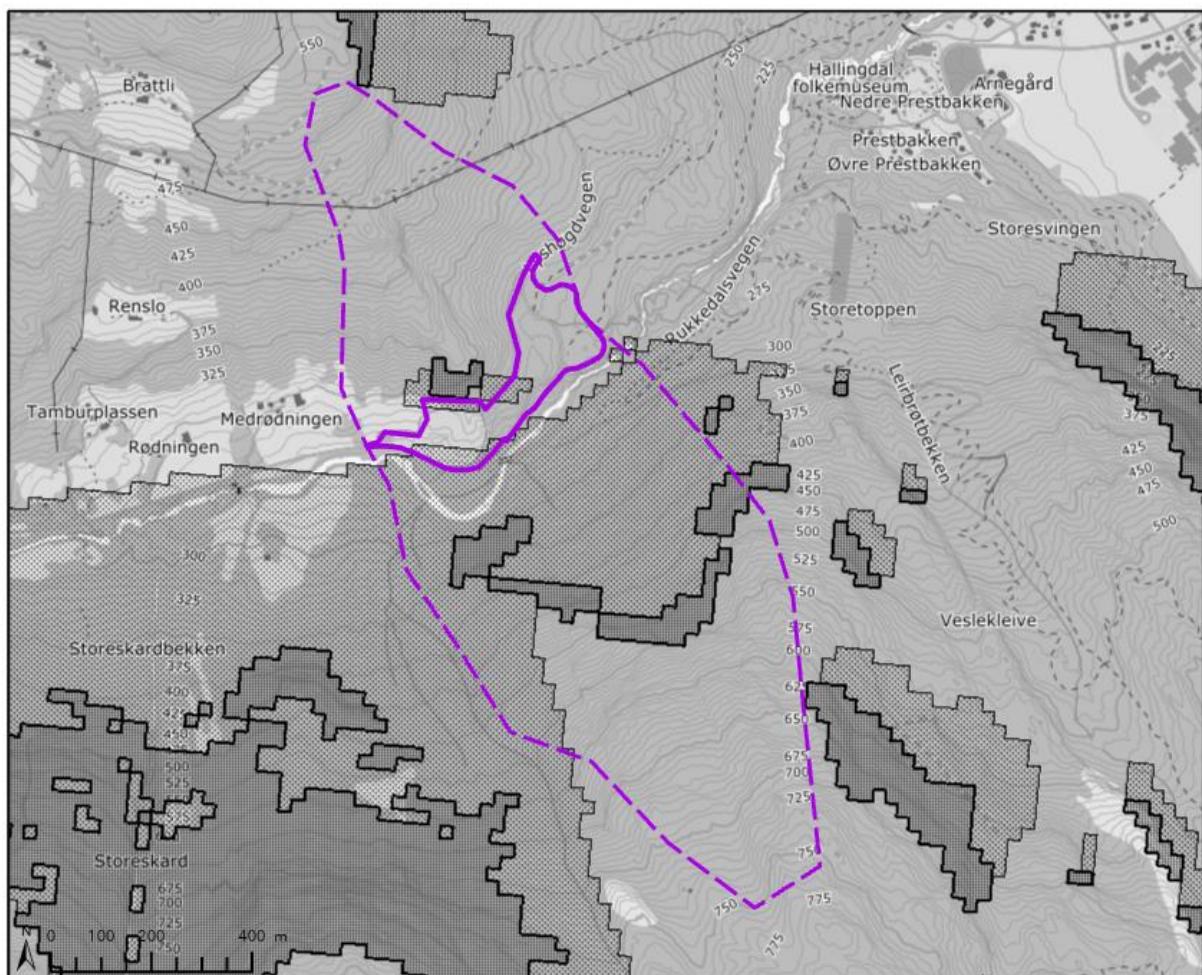
3.8. Aktsemdskart

Aktsemdskart til NVE for snøskred, steinsprang og lausmasseskred er nasjonalt dekkande [4]. Karta er basert på terrenghelling og gir ein indikasjon på kor terrenget kan være utsett for dei ulike skredtypane. Oppløysninga til terrenghellingen, som NVE sitt aktsemdskart for steinsprang baserer seg på, er grov (25x25 m). For jord- og flaumskred er den 10x10 m. Grov terrengeoppløysing kan føre til at skrentar, søkk og bekkedaler ikkje kjem med i terrenghellingen.

Kartleggingsområdet ligg innanfor NVE sitt nye aktsemdskart for snøskred utan skogeffekt (Figur 3-12), jord- og flaumskred (Figur 3-14), samt steinsprangaktsemdssone (Figur 3-13).



Figur 3-12 – NVE sitt nye aktsemeldskart for skred i bratt terrenget for snøskred, som tredde i kraft juni 2023 [4]. Rosa skravur syner aktsemessoner for snøskred i sikkerheitsklasse S2 utan skogeffekt, raud firkant syner ca. kartleggingsområdet.

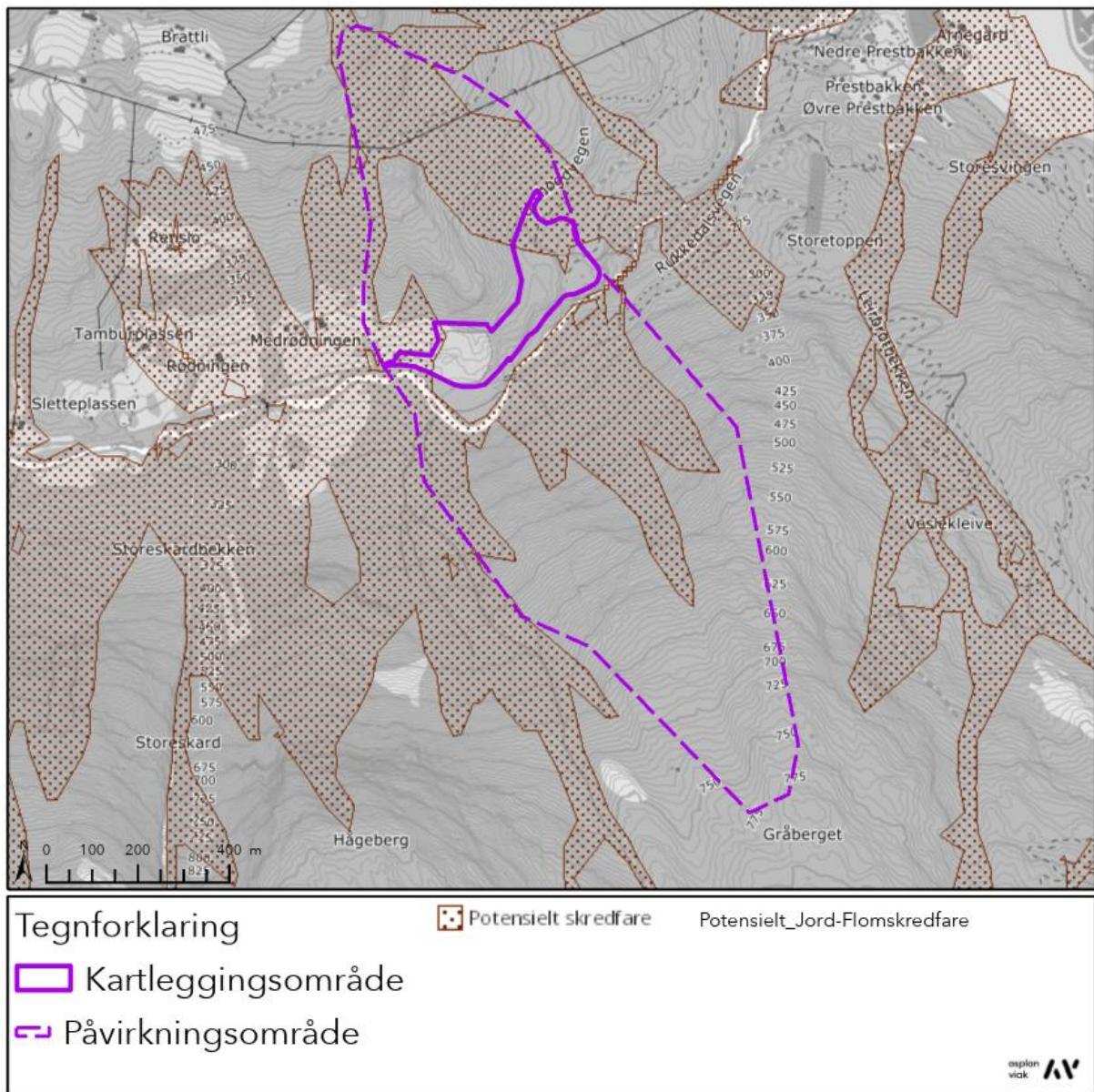


Tegnforklaring

Kartleggingsområde Utlosningsområde Utlosningsomrade

Påvirkningsområde UtlopOmr Utlopsomrade

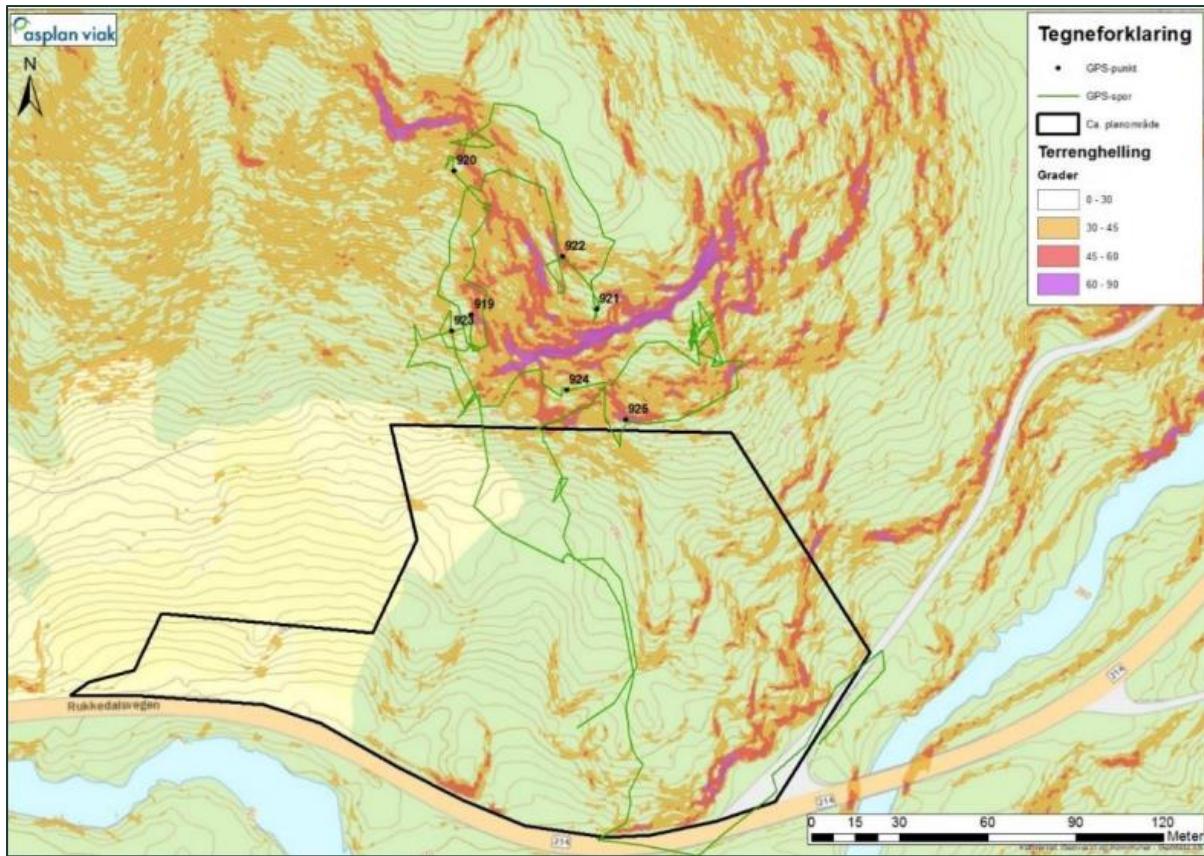
Figur 3-13 syner aktsemndskart for steinsprang.



Figur 3-14 syner aktsemndskart for jord- og flaumskredfare.

3.9. Tidlegare kartleggingar

Asplan Viak har tidlegare utarbeidd ei skredfarevurdering i form av eit notat for oppstart av Vadbrue masseuttak i 2018 [16]. I samband med utviding av masseuttaket er det utløyst krav om ny vurdering. I denne rapporten vert det lagt vekt på skred frå bratt terreng mot utvidinga av masseuttaket, men eksisterande masseuttak vert også innlemma og vurdert.

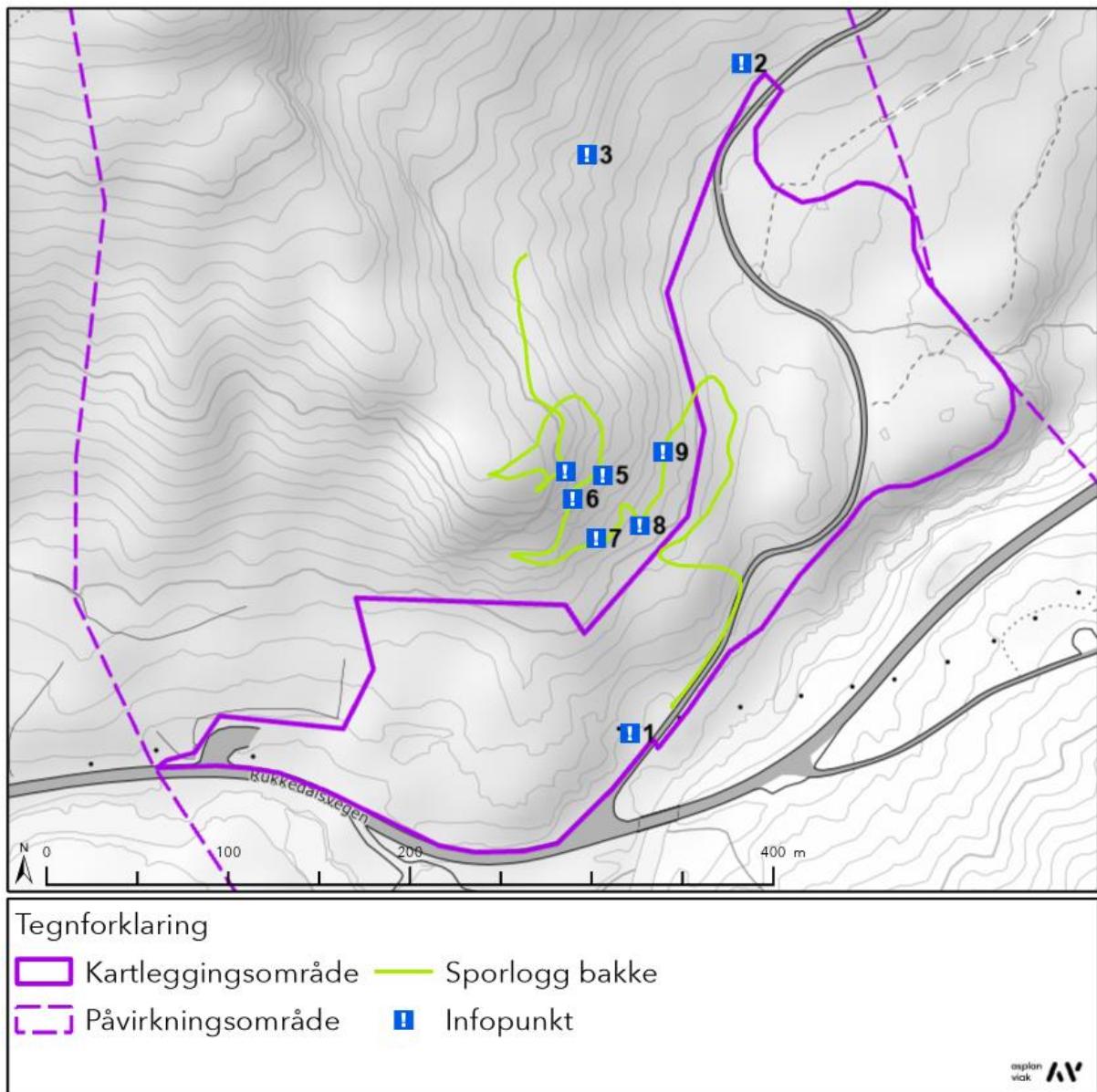


Figur 3-15 - Utklipp frå tidlegare utført synfaring og notat i samband med oppstart av Vadbrue masseuttak [16].

I NVE Atlas [4] er det registrert faresoner vest for masseuttaket lenger innover i dalen der dimensjonerende skredtype er lausmassar. Aust for masseuttaket er det også registrert faresoner med dimensjonerende skredtype lausmasse, i samband med busetnader i kring kommunenesenteret.

3.10. Observasjonar i felt

Det vart gjennomført synfaring i kartleggingsområdet, samt delar av påverknadsområdet og observasjonane relevant for skredfarevurderinga er vist i Tabell 5, med tilvising til infopunkt vist i kart i Vedlegg 8.1. Utvalde foto frå infopunkta følgjer etter tabellen.

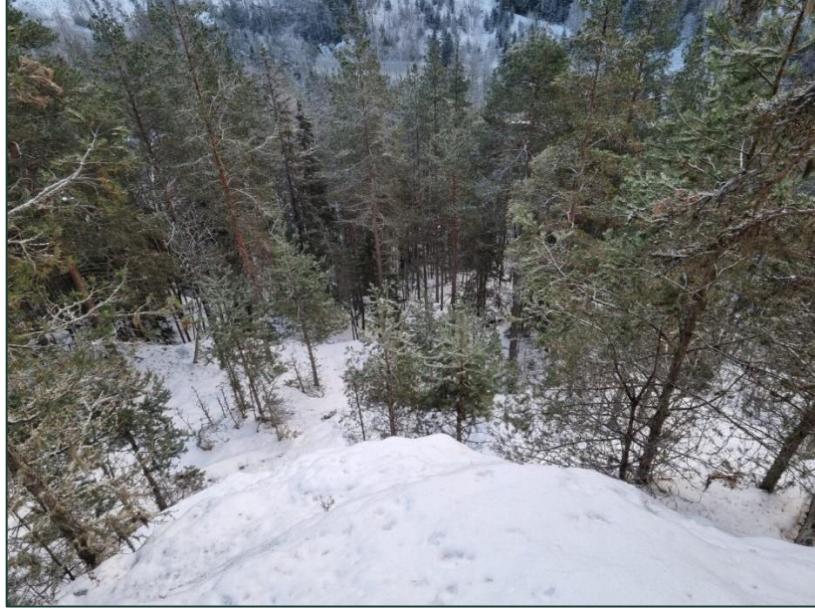
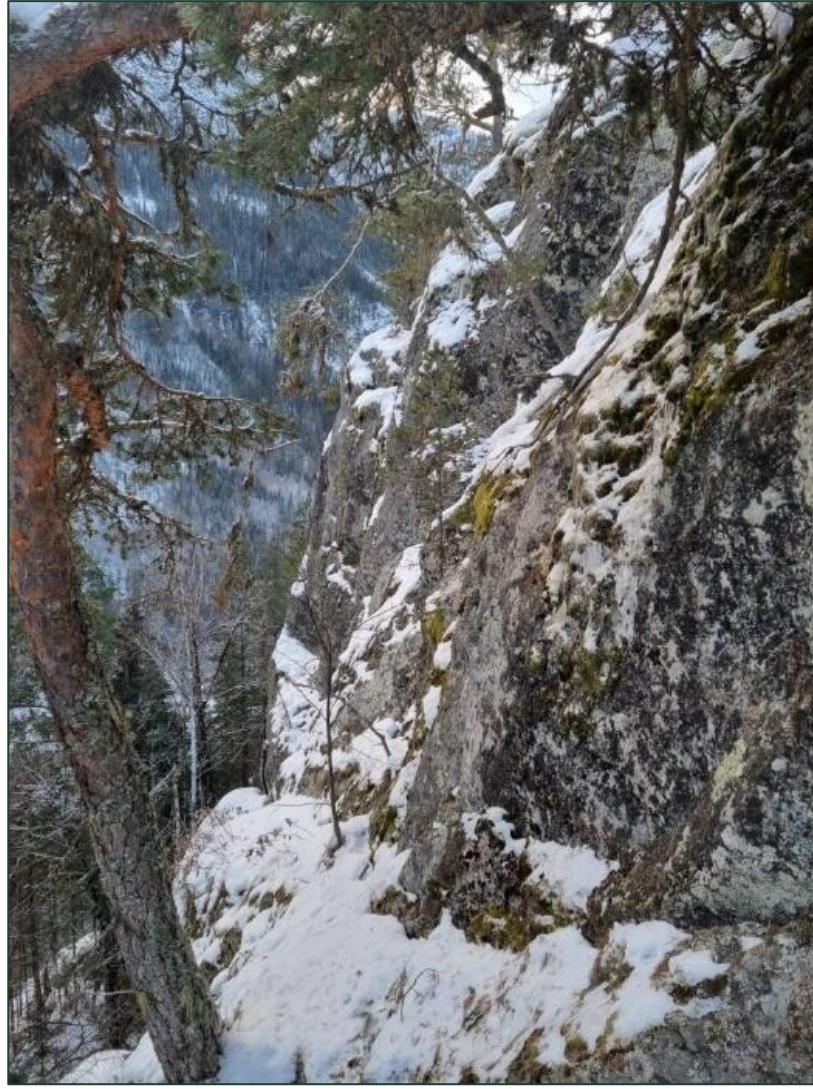


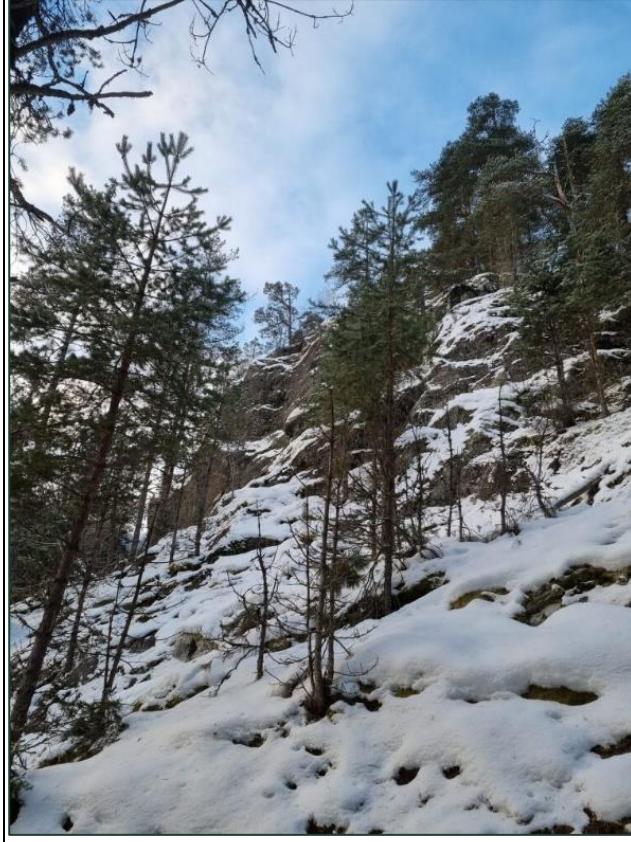
Figur 3-16 - Kartet viser sporlogg og infopunkt.

Tabell 5 - Beskriv observasjonar gjort under synfaringa, med tilvising til infopunkt vist på kartet i Vedlegg 8.1.

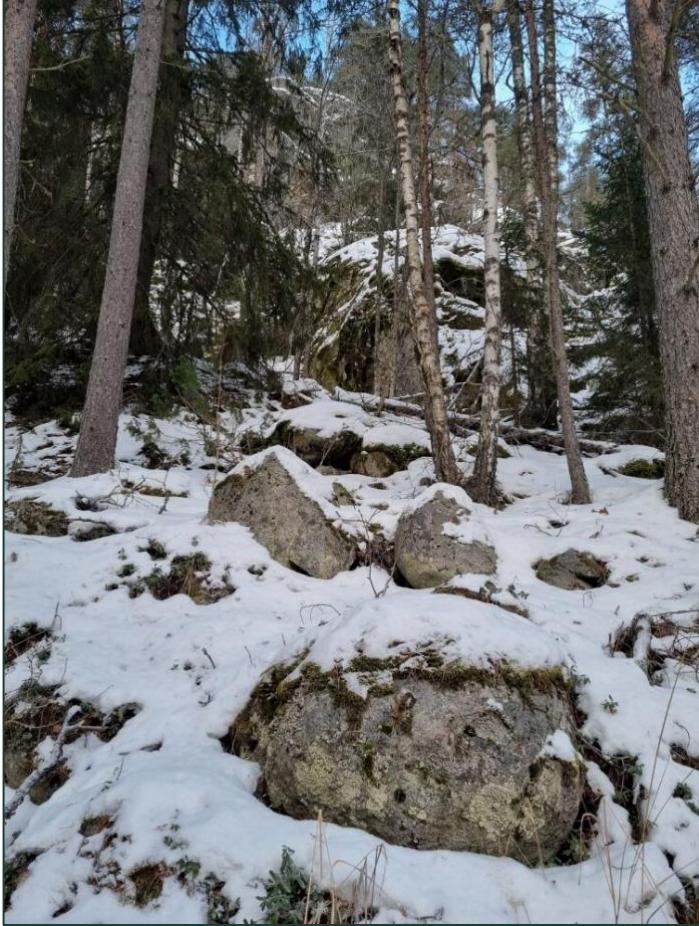
Info-punkt	Skildring	Beskriving
1	Dagens steinbrot, sikrast etter krav frå direktoratet for mineralforvalting.	
2Feil! Fant ikke referat nsekilden.	Mogleg flaumløp. Spreidde flaumtransporterte massar, ingen teikn til det same under vegen.	

Feil! Fant ikke refera nsekil den.	Slake erosjonsrenner, ikke aktive.	
---	------------------------------------	---

4	Skrent med godt, massivt berg.		
---	--------------------------------	--	---

5Feil! Fant ikke referanseskil den.	<p>Godt berg, lite oppsprekking. Ingen steinsprangblokker.</p>		
--	--	---	--

6	Typisk mogleg utfall, losnesannsyn sjeldan.	
7	Avrunda blokker i utløpssone, truleg ikke steinsprangblokker, men morene.	

8	Remobilisering av enkeltblokker kan vere mogleg ved rystelsar frå t.d. sprengingsarbeid.	
9	Skrent. Massivt berg, lite laust. Sprekkesettet har fall innover i skrenten. Låge skrentar med låg startenergi minkar potensiell utløpslengd.	

3.11. Eksisterande sikringstiltak

Det er ikke registrert sikringstiltak i påverknad- eller kartleggingsområdet i NVE si oversikt [4]. Det er heller ikke avdekket eksisterende sikringstiltak ved gjennomgang av terrengmodell i GIS eller på synfaring.

4. Vurdering av skredfare

4.1. Steinsprang

Omgrepet steinsprang brukast om hendingar der ein eller eit fåtal blokker losnar og fell, sprett, rullar eller sklir nedover ein skråning. Steinsprang har relativt lite volum, inntil nokre hundre kubikkmeter. I NVE sin rettleiar, kan fjellsider og skrentar brattare enn 45° gje fare for steinsprang – så lenge skråninga har område med bart fjell eller usamanhengande lausmassedekke. Dersom begge desse forutsetningane er til stades innanfor det vurderte området, må fare for steinsprang vurderast. Steinsprang vil bremse i terreng < 23 grader.

4.1.1. Er steinsprang aktuell prosess i påverknadsområdet?

Tabell 6 samanfattar innleiande vurderingar relatert til steinsprang i samsvar med flytdiagrammet i NVE sin nye rettleiar [1].

Tabell 6 - Oppsummering av innleiande vurderingar om steinsprang er aktuell prosess i påverknadsområdet.

Vurderingsgrunnlag	Prosjektspesifikke forhold	Er steinsprang ein aktuell prosess i området?
Aktsemndskart	Kartleggingsområdet ligg innanfor NVE sitt aktsemndskart for steinsprang.	Ja
Terrenget	Det er skrentar brattare enn 45 grader i påverknadsområdet (Figur 3-3).	Ja
Lausmassedekke	Brattskrentar og stadvis bart fjell.	Ja

4.1.2. Vurdering av losneområde, losnesannsyn og utløp

Steinsprang frå sørleg påverknadsområde

I nedre del av påverknadsområdet er det parti med bratte skrentar på mellom 55-90 grader. Synfaringa avdekkja kupert terrenget og blottingar av bart berg (infopunkt 4). Berget er av massiv og god kvalitet (infopunkt 5). Observasjonar viser lite til ingen oppsprekking og få sprekksett. Skrentane har generelt lågt relief, om lag 3-8 m. Det låge reliefet medfører låg starthøgde, startfart og energi. Det er ikkje observert skredsår som indikera ferske utfall frå skrentane, men det er observert enkeltblokker med potensiale for utfall (infopunkt 6).

Terrenget under skrentane utgjer kartleggingsområdet der det skal takast ut massar og etablerast skjeringar. Det medfører at potensielle blokkutfall vil kunne nå kartleggingsområdet. Det vart ikkje observert skadar i vegetasjon eller groper i terrenget som indikera skredskade eller ferske steinsprangblokker. Under synfaring i 2018 [16] vart det registrert same funna av bergkvaliteten. I tillegg vart det observert nokre avløyste

blokker som såg ut til å ligge stabilt. Grunna faren for remobilisering vart det anbefalt enkle risikoreduserande tiltak, som å unngå å plassere faste installasjoner og ha mykje personellopphald tett på dei høgste skjeringshøgdene. Samt unngå personophold nær naturlege bergskrentar når det føregår sprenging.

Steinsprang frå nordleg påverknadsområde

Frå motsett side av dalføret er det registrert aktsemddssone for steinsprang som strekker seg inn nordleg del av kartleggingsområdet (Figur 3-13). Det vart prioritert å synfare nordleg del av dalen (kap. 3.1) og det er difor ikkje gjort observasjonar i terrenget. Studie av grunnlagsdata avdekkja ikkje teikn til aktiv steinsprangaktivitet i fjellsida.

Oppsummering steinsprang

For å oppnå eit skredsannsyn $>1/100$, jamfør NVE sin rettleiar for utreiing av skred i bratt terreng [1], skal det avdekkast tydlege skredsår yngre enn 100 år. Det skal vere reelle losneområder med strukturar som kan gje fleire steinsprang inn i kartleggingsområdet innan 100 år. Det skal gjerast meir enn 50-100 sikre observasjonar av steinsprang per einingsbreidde og det skal vere aktiv steinsprangur. Ingen av desse punkta er observert under synfaring eller avdekkja i grunnlagsdata. Det vert vurdert at steinsprangblokker ikkje vil ha utløp inn i kartleggingsområdet med årleg nominell sannsyn $> 1/100$.

Flogstein

I påverknadsområdet er det ikkje identifisert utslagspunkt for flogstein. Flogstein er ikkje en aktuell skredprosess i området.

4.1.3. Oppsummert vurdering av steinsprangfare inn i kartleggingsområdet

På bakgrunn av punkta nedanfor blir det vurdert at årleg nominelt sannsyn for at steinsprang losnar og når kartleggingsområdet med øydeleggande kraft er lågare enn $1/100$.

- Påverknadsområdet har bratte skrentar lokalisert ovanfor kartleggingsområdet, men bergblottingane er av massivt, godt berg utan oppsprekking av betyding.
- Eventuelle steinsprang frå brattskrentar høgst i påverknadsområdet vil ikkje kunne nå kartleggingsområdet.
- Det er ingen kjende steinspranghendingar i kartleggingsområdet, skredskada skog eller fersk steinsprangaktivitet observert i kartleggingsområdet
- Det er ikkje observert steinsprangur i kartleggingsområdet
- Påverking frå klimaendringar vil ikkje utgjere ei stor endring i fare for steinsprang i området

4.2. Steinskred

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

4.2.1. Er steinskred aktuell prosess i påverknadsområdet?

I samsvar med NVE sin rettleiar [1], kan fjellsider og skrentar brattare enn 45° gje fare for steinskred – så lenge skråninga har områder med bart fjell eller usamanhengande lausmassedekke. I tillegg må aktuelt losneområde for steinskred vere stort nok til at volumet av et utfall vil kunne klassifiserast som steinskred. Dersom desse forutsetningane er tilfredsstilt innanfor det vurderte området, må fare for steinskred utgriast.

Tabell 7 summera opp innleiande vurderingar relatert til steinskred i samsvar til flytdiagrammet i NVE sin nye rettleiar [1].

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

Vurderingsgrunnlag	Prosjektspesifikke forhold	Er steinskred aktuell prosess i området?
Aktsemdsområde	Kartleggingsområdet ligger innanfor NVE sitt aktsemduktskart for steinsprang.	Nei
Terrengr	Det er skrentar brattare enn 45° i påverknadsområdet.	Ja
Lausmassedekke	Brattskrentar og bart fjell.	Ja

4.2.2. Vurdering av losneområde, losnesannsyn og utløp

Skrentane er avgrensa i volum og utstrekning og sannsynet for at større deler av brattskrenten losnar på ein gong vert vurdert som låg. Dette med bakgrunn i at det ikkje er identifisert nokon strukturar og lineamentar som mogleggjer avløyste parti ved studering av skuggerelieffkart (Vedlegg 8.3) og ortofoto [7], samt observasjonar på synfaring. Det er ingen tidlegare teikn til steinskredaktivitet eller registrerte historiske hendingar [4].

NVE jobbar med ein oversikt over moglege ustabile fjellparti over hele landet. Området ligg ikkje innanfor NVE [4] sin database over potensielle fjellskred eller NGU sin nasjonale database for ustabile fjellparti [17]. Etter det vi veit har det ikkje vorte registrert ustabile fjellparti som kan true kartleggingsområdet.

4.2.3. Oppsummert vurdering av sannsynet for at steinskred kan nå inn i kartleggingsområdet

- Ikkje observert større ustabile strukturar ved analyse av skuggerelieffkart og ortofoto eller på synfaring. InSAR Norge [18] syner ikkje aktiv deformasjon av relevant karakter i fjellsida.
- Det er skrentar i påverknadsområdet, men desse har ikkje potensiale for utfall av storleiksorden steinskred. Det er ingen tydelege teikn til tidlegare

steinskredaktivitet med utløp inn i kartleggingsområdet og heller ingen registrerte historiske hendingar i nærleiken av kartleggingsområdet. Det er ikke observert økt steinsprangaktivitet utifra studering av flyfoto [7].

- Det forventast ikke at klimaendringar vil påverke steinskredfaren på bakgrunn av at losneområder ikke er identifisert.

På bakgrunn av punkta ovanfor vurderast årleg nominell sannsyn å vere mindre enn 1/100 for at steinskred kan losne og nå kartleggingsområdet med øydeleggande kraft.

4.3. Jord- og flaumskred

Jordskred er plutselig utgliding av vassmetta lausmasser og utløysast som regel i terrenget brattare enn 20°. Flaumskred vert utløyst i samband med flaumvassføringar frå bekker eller forseinkingar i terrenget brattare enn 15°, der det er eroderbare lausmasser til stades eller massar kan verte tilgjengeleg frå andre skredprosessar.

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

I samsvar med NVE sin rettleiar [1] kan terrenget brattare enn 15° til 20° fungere som losneområde for denne typen skred. Tabell 8 summerar opp innleiande vurderingar relatert til jord- og flaumskred i samsvar med flytdiagrammet i NVE sin nye rettleiar [1].

Tabell 8 - Oppsummering av vurderingar knytt til jord- og flaumskred.

Vurderingsgrunnlag	Prosjektspesifikke forhold	Er jord- og flaumskred ein aktuell prosess i området?
Aktsemndskart	Kartleggingsområdet ligg innanfor aktsemndskartet for jord- og flaumskred.	Ja
Terrenget	Store deler av terrenget i påverknadsområdet har helling over 15°. Terrenget kan i teorien fungere som losneområde for jord- og flaumskred.	Ja
Lausmassedekke	Lausmassekart (Figur 3-5) frå NGU angir at det er morenemateriale i påverknads- og kartleggingsområdet.	Ja

4.3.2. Vurdering av losneområde, losnesannsyn og utløp

Vurdering av losneområder

Lausmassekart og observasjonar på synfaring stadfestar at det er grovt morenemateriale som dominerer i den austre delen av påverknadsområdet. Lite nedslagsfelt gjev lite avrenning til området og grove massar hindrar oppbygging av høgt poretrykk. Det minkar sannsynet for at lausmasseskred kan losne. Påverknadsområdet består av blandingsskog, gran-, lauv- og furudominert skog. Skuggerelieff (Vedlegg 8.3) syner ru terrenngoverflate som kan tyde på tynt og fråverande lausmassedekke i vestre og midtre delar av

påverknadsområdet. Det vart observert blottingar av bart berg fleire stadar (infopunkt 4 og 5). Terrenget var grovt og små kupert, med blokker (infopunkt 7). Det er med på å minke losnesannsynet.

Losnesannsynet vurderast som lågare enn 1/100 på bakgrunn av ingen registrerte hendingar i påverknads- og kartleggingsområdet, grove lausmassar, lite avrenning og fravær av teikn til hyppige hendingar sidan siste istid.

Vurdering av utløp

Det er gjort observasjonar av moglege eldre flaumløp og tidlegare transporterte massar (infopunkt 2). Skuggerelieff viser erosjonskanalar (Figur 3-6), og det er observert nokre mindre søkk i det tjukkare morenematerialet i aust. Formasjonane syner ikkje teikn til aktiv erosjon, skredkantar eller ferske utglidinger i lausmassane.

Det er ikkje registeret historiske lausmasseskred i planområdet, men både aust og vest for området finns det registrerte hendingar (kap. 3.7). Det tyder på at terrenget og klima kan ligge til rette for at skredmassar losnar. Historiske hendingar er plassert i dei same registrerte lausmassane som i planområdet (Figur 3-5). Difor er det gjort modelleringar for å vurdere utløpet til potensielle lausmasseskred. Modelleringane er vist i **Feil! Fant ikke referansekilden..**

Vurdering av losneområder og utløp sør for kartleggingsområdet

På motsett side av dalen, sør for kartleggingsområdet stig terrenget bratt opp mot Gråberget om lag 790 moh. I lausmassekartet (Figur 3-5) er det hovudsakleg registrert bart fjell. Vest i påverknadsområdet er det registrert skredmateriale frå eit større skar, medan nedst ved kartleggingsområdet er det registrert samanhengande morenedekke. Elva Rukkedøla renn midt i dalføret og skil kartleggingsområdet frå påverknadsområdet i sør.

Manglande lausmassedekke i øvre del av å påverknadsområdet minkar losnesannsynet for lausmasseskred. I nedre del av påverknadsområdet er det lausmassar tilgjengeleg. Flaumanalysen (Figur 3-6) og skuggerelieffkartet (Vedlegg 8.3) viser tydelege vassvegar i fjellsida og erosjonskanalar.

Det vert vurdert at det kan losne lausmasseskred frå fjellsida som utgjer påverknadsområdet i sør, men at sannsynet for at lausmasseskred når kartleggingsområdet med øydeleggande kraft er vurdert mindre enn 1/100. Vest i dalsida er det eit relativt flatt parti mellom fjellsida i sør og kartleggingsområdet. Potensielle lausmasseskred må ha flythøgde og hastigkeit nok til å kunne krysse elva og kome med øydeleggjande kraft opp til kartleggingsområdet. Det vert vurdert at det ikkje er sannsynleg for lausmasseskred med storleik tilsvarande sikkerheitsklasse S1.

4.3.3. Modellering i RAMMS::Debris flow

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

ingangsparameterar er vist i Tabell 9 og Tabell 7. Parameterane for utløysingsområde er i høve anbefalingane gitt i ekstern rapport frå NVE [19].

Modelleringo er utført med 1 m oppløysing. For presentasjon og bruk av modelleringsresultat er det vald å nytte hastigkeit. Argumentet for dette er at sjølv om flytehøgda er stor kan kretene vere låge, og at trykk vil avhenge av massettelleiken. Det er tatt utgangspunkt i at ei hastigkeit på over 2-3 m/s vil representere øydeleggande krefter, men samtidig har resultat på flytehøgd blitt vektlagt og samanlikna med hastigheita.

Tabell 9 - Inngangsparameter bruk i RAMMS::Debris flow modelleringane.

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

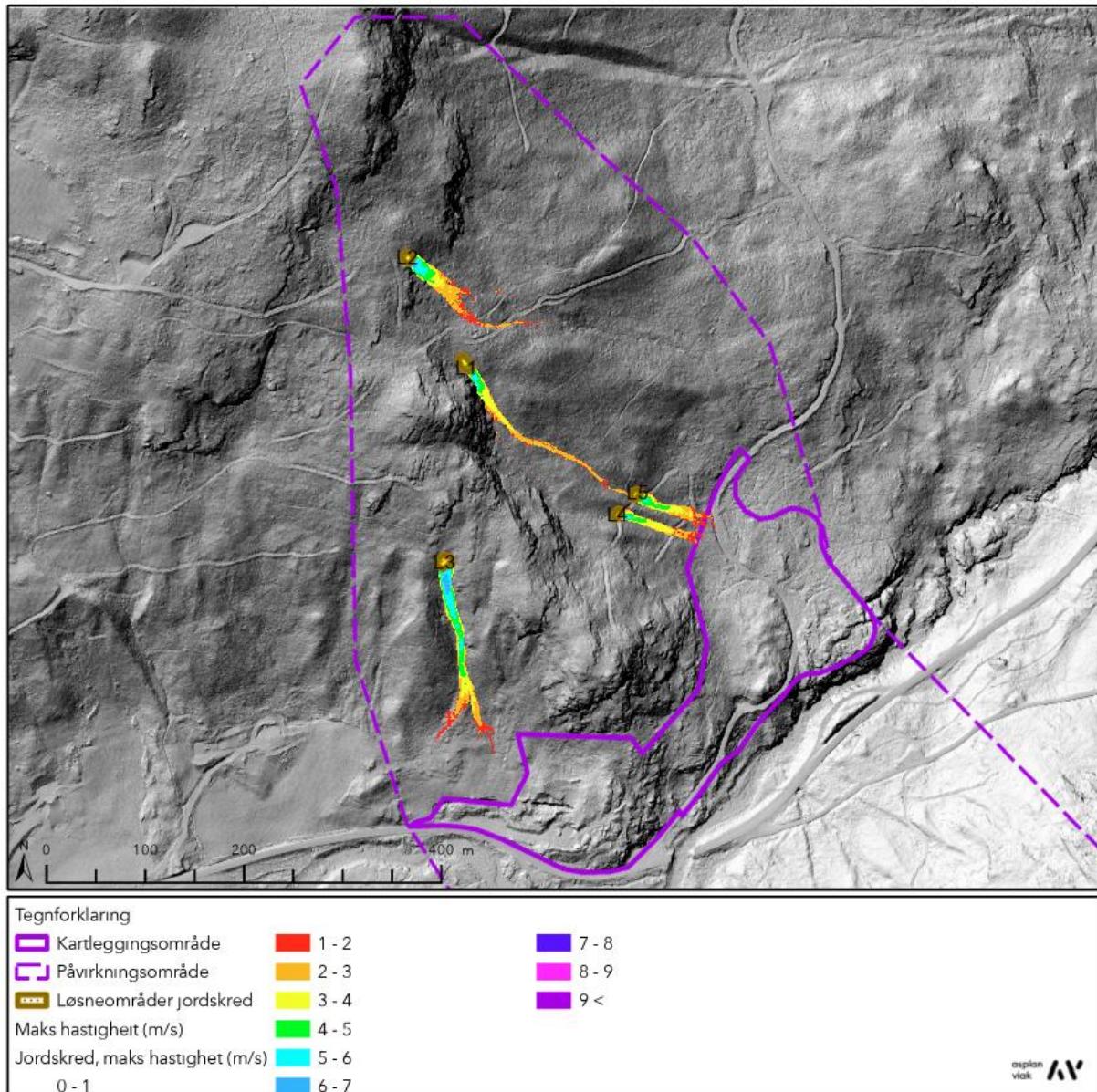
4.3.3.1 Modelleringsresultat

Resultata frå modelleringo er vist i Figur 4-1 og Vedlegg 8.5, hastigkeit (m/s) er valt som vising. Modelleringsresultata syner at jordskred ikkje når kartleggingsområdet, men stoppar lengre oppe i fjellsida.

Tabell 10 - Modellerte skred.

Løseområde	Skildring av terrenget	Kommentar til modellering	Areal inkl. helling (m)	Volum (m^3)
L1	Dreneringsveg i terrenget under ein brattskrent. Eventuell steinnesfall kan vere utløysande årsak. Konkav terrenghform.	Modelleringane syner at jordskred ikkje når kartleggingsområdet, men stoppar ovanfor.	138	138
L2	Dreneringsveg i følge flaumvegsanalyse.	Modelleringane syner at jordskred ikkje når kartleggingsområdet.	104	104.59
L3	Tydelig skar/ravineform i terrenget, dreneringsveg.	Modelleringane syner at jordskred ikkje når kartleggingsområdet.	173	173.44
L4	Dreneringslinjer som kryssar skogsbilveg. Eldre erosjonsspor i terrenget.	Modellert jordskred når inn i toppen av kartleggingsområdet med hastigkeit 1-2 m/s.	93.5	93.48

L5	Dreneringslinjer som kryssar skogsbilveg. Eldre erosjonsspor i terrenget.	Modellert jordskred når inn i toppen av kartleggingsområdet med hastighet 1-2 m/s.	70.6	70.58
----	---	--	------	-------



Figur 4-1 - Modelleringsresultat for jord- og flaumskred i RAMMS, synt med hastighet.

4.3.4. Oppsummert vurdering av jord- og flaumskredfare inn i kartleggingsområdet

Jord- og flaumskred vurderast som aktuelle prosessar i område, men årleg nominell sannsyn vurderast å vere mindre enn 1/100 for at jord- og flaumskred kan ha øydeleggande kraft på kartleggingsområdet på bakgrunn av:

- Det er ikkje avdekka nyleg aktivitet i erosjons- og skredsår. Ingen sprekker i jorda, aktive skredløp eller skredvifter.
- Det er ikkje registrert eller observert historiske hendingar eller ferske spor etter tidlegare aktivitet i påverknads- eller kartleggingsområdet.
- Modellerte skred når ikkje kartleggingsområdet med øydeleggande krefter.

Mindre utglidinger i påverknadsområdet grunna tynt lausmassedekke på fjell eller erosjon som følgje av vassavrenning kan førekome, men vurderast ikkje å ha påverknad på kartleggingsområdet. Sannsynet for jordskred med øydeleggjande krefter inn i kartleggingsområde vurderast som mindre enn 1/100.

4.4. Snøskred

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

4.4.1. Er snøskred aktuell prosess i påverknadsområdet?

I følgje 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 summera opp innleiande vurderingar knytt til snøskred i samsvar med flytdiagrammet i NVE sin nye rettleiar [1].

Tabell 11 - Oppsummering av vurdering knytt til snøskred.

Vurderingsgrunnlag	Prosjektspesifikke forhold	Er snøskred aktuell prosess i området?
Aktsemndskart	Kartleggingsområdet ligger innanfor NVE sitt aktsemndskart for utløp av snøskred (Figur 3-12).	Ja
Terrelleng	Deler av terrenget i påverknadsområdet er brattare enn 25°.	Ja

Skog	Denne vurderinga vert gjort utan å inkludere skogeffekt som førebyggjande mot utløysing av snøskred.	Ja
------	--	----

4.4.2. Vurdering av losneområde, losnesannsyn og utløp

I terrenget med helling 30-50° vil større mengder snø kunne akkumulerast.

Terrenghellingskartet viser at en god del av terrenget i påverknadsområdet har helling innafor dette intervallet, sjå Figur 3-3. Slik sett kan snøskred potensielt bli utløyst fleire stader.

Det er ikkje registrert historiske snøskredhendingar i eller omkring påverknads- og kartleggingsområdet.

Områda som utpeikar seg som moglege losneområder for snøskred med utløp mot kartleggingsområdet er oppgitt i registreringskartet Vedlegg 8.1. Dei er identifisert ifrå terrenghelling, terrenghformasjon, klimadata og studie av flyfoto [7].

Vurdering av losneområder i påverknadsområde sør

I øvste del av påverknadsområdet er parti av fjellsida mellom 27-55° og det veksler mellom brattare og slakare parti. Brattskrentane er hovudsakleg på austsida av ryggformasjonen i påverknadsområdet. Terrenget pregast elles av mindre formasjonar og små skrentar med lågt relief. Det gjer at snøskred av større storleik ikkje er sannsynleg, i tillegg til låg gjennomsnittleg maksimal snømengd (Tabell 4). Markerte losneområder i fjellsida i påverknadsområdet er knytt til forseinkingar og bratte parti mellom 27-45°.

Terrenget er gjennomsnittleg og har middels ruheit utifrå studiar av skuggerelieff og observasjonar frå synfaringa [1]. Med gjennomsnittleg maksimal snømengd 58 cm vil terrenghformasjonar og ruheita i terrenget truleg ikkje jamnast ut. Snødjupna for at ruheit skal få mindre betyding for eit gjennomsnittleg terrenget er 60 cm [1]. Dette er aktuelt med tanke på potensielle losneområder og losnesannsyn, samt utløpslengd.

Ekstremverdiar for nedbør i vinterhalvåret (Tabell 4) er tilstrekkeleg til å generere snøskred. Sidan det er registrert at det ofte kjem vind frå nordaust, vil austleg del av fjellsida hovudsakleg ligge i lo (kap. 3.6.2). Det medfører at det ikkje vert vindpålagra snø i dei potensielle losneområda L1, L2, L3 og L5 (Figur 4-3). Vinndrift er difor ikkje lagt til i modelleringa.

Dei potensielle losneområda er valt med bakgrunn i studering av skuggerelieff og hellingskart. Losneområda er lagt til helling over 27° og til forseinkingar i terrenget. Jamfør NVE sin rettleiar [1] kan ein gjennomsnittleg forvente at flak som løysast ut har lengde 100 gonger brotkanthøgde og breidde 100 gonger brotkanthøgde, i dette tilfellet 50x50 m. Det vert vurdert at det er for stor dimensjon for losneområder vurdert i sikkerheitsklasse S1. I staden er det lagt vekt på terrengets form og avgrensning for å finne losneområder.

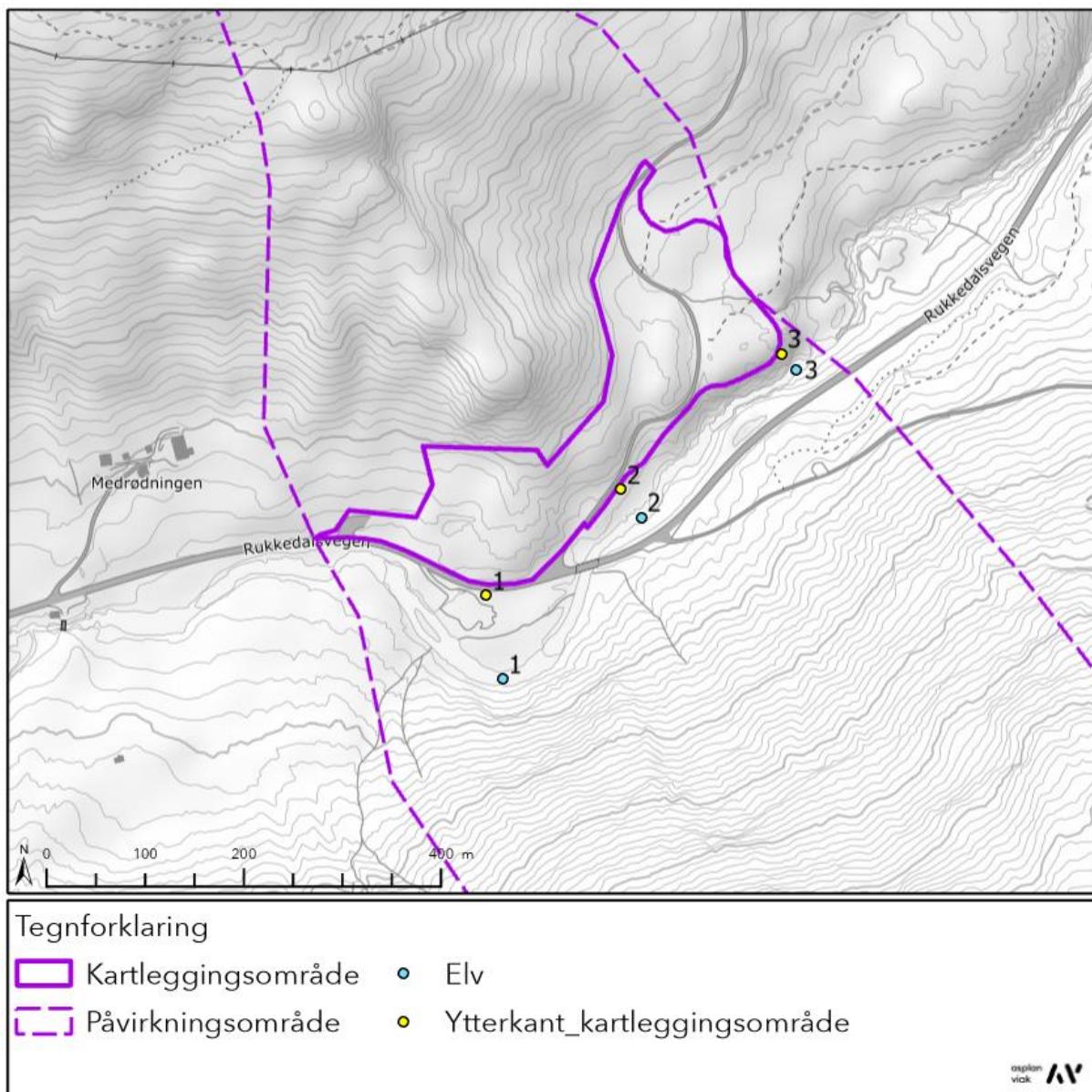
Vurdering av losneområder og utløp i påverknadsområde nord

Terrenghelling i nordsida av påverknadsområdet er hovudsakleg mellom 27°-45°. Det er tydlege skar og forseinkingar i skuggerelieffkartet som kan samle snø og danne losneområder for snøskred. Det er ikke registrert historiske snøskredhendingar i området.

Snøførande vindretning er i følgje klimadata (kap. 3.6.2) hovudsakleg frå nordvestleg retning. Sørsida vert liggande i le og det vil kunne tilførast vindtransportert snø.

Det blir vurdert at det er sannsynleg at snøskred kan losne i sørleg påverknadsområde, men at utløpslengdene ikkje vil kunne nå kartleggingsområdet for snøskred med nominell årleg sannsyn 1/100. Det er basert på at snøskred i sikkerheitsklasse S1 ikkje vil ha stor nok flythøgde eller øydeleggande krefter til å kunne forsera elveløpet og nå kartleggingsområdet. Figur 4-2 og Tabell 12 syner høgdeskilnad mellom elva i botnen av dalen og ytterkant kartleggingsområde mot påverknadsområde sør. Mellom punkt 1 er det 2,1 m høgdeskiland, men om lag 100 m avstand. Potensielle snøskred med utløp i dette området vil bremse opp av det lange relativt flate partiet før kartleggingsområdet. På grunn av desse funna vert det ikkje gjort modelleringer i påverknadsområde sør.

Sekundæreffektar av potensielle snøskred i elveløpet vert ikkje rekna som aktuell prosess.



Figur 4-2 - Punkta kor høgdene i Tabell 12 er henta frå.

Tabell 12 - Syner høgdeskilnaden mellom elva og opptil i ytterkant kartleggingsområdet som potensielle snøskred må rekke opp til.

Punktnr	Rukkedøla (moh)	Ytterkant kartleggingsområdet (moh)	Differanse
1	267,1	269,2	2,1 m
2	260,2	272,5	12,3 m
3	252,7	279,8	27,1 m

Oppsummering losneområder

Denne vurderinga gjerast utan omsyn til skog som reduserande effekt på sannsynet for snøskred. For å vurdere potensiell utløpslengd og strøymingsretning er det utført detaljert snøskredmodellering i følgande kapittel.

4.4.3. RAMMS::Avalanche

4.4.3.1 Inngangsparameterane

Det har blitt brukt automatisk berekning av friksjonsparametrane (μ og ξ) for 100 års gjentaksintervall og «tiny avalanche», «small avalanche», «medium avalanche» og «large avalanche». Høgdenivå er justert etter anbefalte tilpassingar til norske forhold [20].

Ein metode for avgrensing av potensiell storleik på flaket som kan verte utløyst er noko definert ut frå rettleiarene til NVE [1]. Det står skildra at ein kan i gjennomsnitt forventa at flaket som verte utløyst har ein lengde i skredbaneretninga som er omlag 100 gonger så stor som brotkanthøgda. I tillegg er losneområdet definert ut frå terrenghelling og -form, terrengruheit og klimatiske trekk.

Brotkanthøgda er vurdert ut frå klimaanalysa gjeve i avsnitt 3.6 og er berekna med utgangspunkt i 3-døgns nysnøtilvekst med 100-års gjentaksintervall. Medriving er ikkje inkludert då det blir vurdert at usikkerheita i storleiken på losneområda og brotkanthøgda truleg tek omsyn til mogleg medriving. Moglege losneområder snøskred er vist i Vedlegg 8.18.1 - Registreringskart. I dette tilfelle finnast det ikkje tidlegare skredhendingar i vurderingsområdet.

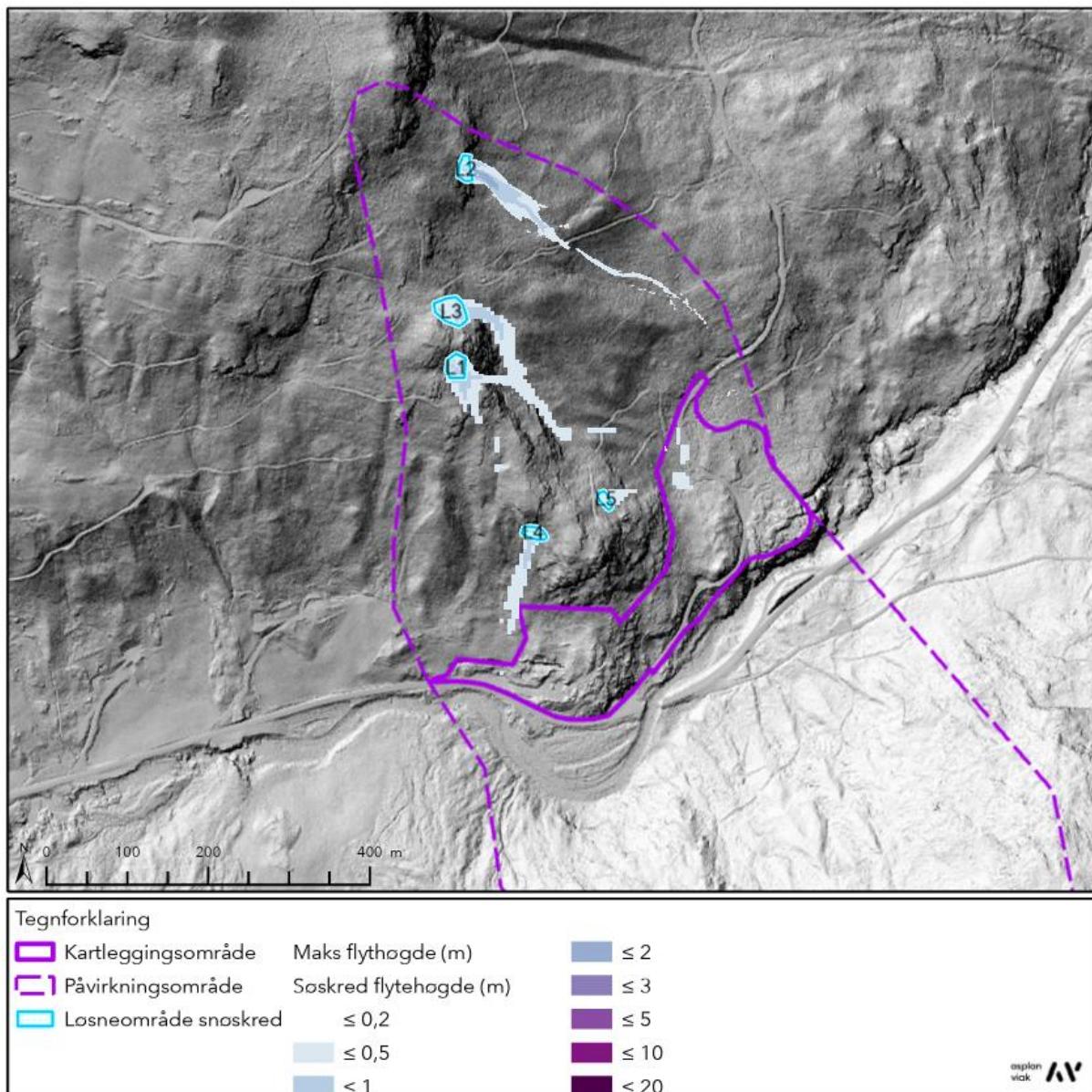
Innstillingar brukt i snøskredmodellering er lista opp i Tabell 13. Det har vorte brukt terrenghelling med 5x5 m horisontal oppløysning.

Tabell 13 – Modellerte snøskred.

Losneområde	Skildring av terrenget	Kommentar til modellering	Scenario	Brotkanthøgde	Lagt til vinddrift snø	Friksjons- parameter	Areal inkl. helling (m ²)	Volum (m ³)	DTM (m)
L1	Bratt skrent i påverknadsområdet ved ca. kote 460, i lo for snøførande vindretning.	Modelleringane syner at snøskred for 100-årsscenario ikkje rekk ned til kartleggingsområdet, men stoppar ved om lag kote 410.	1/100	50 cm	0 cm	100, T	578	346, 29	5
L2	Bratt skrent i påverknadsområdet ved ca. kote 415, i le for snøførande vindretning.	Modelleringane syner at snøskred 100-årsscenario ikkje rekk inn i kartleggingsområdet.	1/100	50 cm	0 cm	100, T	396,4	198, 2	5

L3	Bratt skrent i påverknadsområdet ved ca. kote 425, i lo for snøførande vindretning.	Modelleringane syner at snøskred 100-årsscenario ikkje rekk inn i kartleggingsområdet.	1/100	50 cm	0 cm	100,T	975	564	5
L4	Bratt område i skålformasjon ved ca. kote 350. I le for snøførande vindretning	Modellering rekk ikkje inn i kartleggingsområdet i 100-årsscenario.	1/100	50 cm	0 cm	100,T	226,3	113, 32	5
L5	Bratt flanke med liten forseinking ved ca. kote 330, i lo for snøførande vindretning.	Modelleringane syner at snøskred 100-årsscenario rekk inn i kartleggingsområdet med maks trykk 20-30 kPa. Kreftene kan skade betonghus.	1/100	50 cm	0 cm	100,T	217,5	120, 43	5
L6	Bratt område i skålformasjon ved ca. kote 350. I le for snøførande vindretning	Resultatet frå modellering går utanom kartleggingsområdet på 100-årsscenario.	1/100	50 cm	0 cm	100,T	208,2 9	208, 29	5

Utvalde modellresultat synast i Figur 4-3, samt Vedlegg 8.4 og 8.5.



Figur 4-3 - Modelleringsresultat for potensielle løsneområder i påverknadsområdet for 100-årsscenario. Flythøgde (m).

4.4.3.2 Vurdering av modellresultat

Modellresultata syner at snøskred fra det øvste løsneområdet ikke rekk ned til kartleggingsområdet. Snøskred fra løsneområdet L3 lenger nede i fjellsida rekk inn i øvre del av kartleggingsområdet, men flythøgda til snøskredet er låg, 0,5 m. Modellert snøskred frå løsneområde L5 går inn i kartleggingsområdet med trykk på 20-30 kPa som kan skade betonghus.

Vurderinga er gjort utan omsyn til skog som førebyggande effekt for snøskred. Det er ingen registrerte hendingar i kartleggingsområdet eller område rundt. Modellresultata er brukt saman med fagleg skjønn i vurderinga om at det ikke er naudsynt med faresone for snøskred med gjentaksintervall større enn 1/100 i kartleggingsområdet.

Skredvind

Større snøskred har potensiale til å gje skadelege skredvind. Det vurderast at mogleg snøskred ikkje vil vere av ein slik storleik at skredvind med skadepotensiale vil oppstå.

4.4.4. Oppsummert vurdering av snøskredfare inn i kartleggingsområdet

Det vurderast at årleg nominell sannsyn for snøskred inn i kartleggingsområdet med øydeleggande krefter er mindre enn 1/100. Under oppsummerast opplysningane som er vurdert å ha størst betydning for snøskredfaren i området:

- Det er ikkje registrert tidlegare snøskredhendingar i påverknads- eller kartleggingsområdet, eller nærliggjande områder.
- Det er ikkje gjort funn av tidlegare losneområder der skog manglar eller er betydeleg tynnare i fallinja under losneområda samanlikna med fjellsida elles [1].
- Klimadata syner begrensa snømengde i toppen av påverknadsområdet, returverdi for 3 døgns snømengde er 54 cm ved 672 moh.
- Ruheita i terrenget blir truleg ikkje utglatta, det kan hindre snøskred i å losne og redusere hastigkeit og utløp på potensielle snøskred [1].
- Losneområda ligg i lo for snøførande vindretning og det er difor ikkje venta snøpålagring.
- Framtidig klima er venta å redusere snømengda og redusere tal dagar med snø i terrenget.
- Modellert snøskred frå nedre del av påverknadsområdet når inn i kartleggingsområdet, men det vurderast at losnesannsynet er mindre enn 1/100.

Det kan ikkje utelukkast mindre utgildingar av snø i brattare terrenget andre stadar enn losneområda innteikna i Vedlegg 8.1, men desse vil ikkje ha utløp inn i kartleggingsområdet.

4.5. Sørpeskred

Sørpeskred vert generelt utløyst frå slake terrengområder der vatn kan samlast opp i snødekket grunna regnvatn eller smeltevatn. Det kan også vere fordi snøskred demme opp bekkar og elvar. I følgje FoU-rapport [21] er 55 % av losneområda bekkeløp, 22 % forseinkingar og 20 % opne skrånningar, samt at myrområde kan fungera som losneområde.

4.5.1. Er sørpeskred aktuell prosess i påverknadsområdet?

Ifølge NVE sin rettleiar [1] er sørpeskred aktuell prosess i påverknadsområdet dersom det er observert sørpeskred i området og det er forseinkingar og bekkeløp som kan samle vatn i snødekket. Vurdering for om sørpeskred er aktuelt i området visast i Tabell 14.

Tabell 14 - Oppsummering av vurdering knyttet til sørpeskred.

Vurderingsgrunnlag	Prosjektspesifikke forhold	Er sørpeskred aktuell prosess i området?
Tidlegare hendingar	Det er ikke registrert tidlegare sørpeskred i området.	Nei
Terrenget	Områder der vatn kan demmest opp i snødekket (foreseinkingar og bekkeløp) og forårsake sørpeskred er identifisert. Nedbørsfeltet er avgrensa. Synfaring og flaumveganalyse syner lite avrenning inn i kartleggingsområdet.	Delvis

Det er ingen kjende historiske hendingar i området eller kvartærgeologiske/geomorfologiske indikasjoner på tidlegare hendingar eller teikn til gjentakande hendingar sidan siste istid.

Skuggerelieffkartet (Vedlegg 8.3) syner dreneringslinjer i terrenget som samsvarar med flaumvegsanalysen. Det er ikke observert større, tydlege foreseinkingar eller myrområder langs dreneringslinene som kan demme opp vatn i snødekket. Området har avgrensa nedbørsfelt over seg og det strekk seg ikke høgt til fjells. Det reduserar sannsynet for opphoping av vatn i snødekket av betydeleg mengde. Det bidrege til at vatnet kan drenere vekk frå området dersom vassoppoping i snødekket førekjem.

På bakgrunn av ikke tydlege foreseinkingar og grove massar er det ikke identifisert potensielle losneområder som vurderast å medføre vesentleg opphoping av vatn i snødekket og utløyse sørpeskred av betydeleg storleik. Eventuelle våte utglidinger kan førekome, men i avgrensa storleik utan øydeleggjande krefter.

4.5.2. Oppsummert vurdering av fare for sørpeskred inn i kartleggingsområdet

Skuggerelieffkartet, saman med flaumveganalyse, identifisera ingen potensielle losneområder for sørpeskred som kan samle betydelege mengder vatn i snødekket og drenere mot kartleggingsområdet. Nedbørsfeltet til påverknadsområdet er avgrensa. Det er heller ingen historiske sørpeskredhendingar i området eller observert tydlege geomorfologiske indikasjoner på tidlegare hendingar. Sørpeskred vurderast difor ikkje som aktuell prosess i området.

Årleg nominell sannsyn vurderast å vere mindre enn 1/100 for at sørpeskred kan nå kartleggingsområdet med øydeleggande krefter.

5. Samla skredfare

I austleg del av kartleggingsområdet er det utført modelleringar av snøskred som når kartleggingsområdet. Snøskred er dimensjonerande skredtype, men grunna ingen tidlegare registrerte hendingar, begrensa snømengd, terrenget sin ruheit og manglande evne til å samle mykje snø, er det vurdert til å ikkje å kunne nå kartleggingsområdet med gjentaksintervall >1/100.

5.1. 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 ein restrisiko knytt til naturfarar.

6. Konklusjon

Det er gjennomført ei detaljert skredfarevurdering for alle typar skred i bratt terrenget for Vadbrue masseuttak i Nesbyen kommune, der formålet er uttak av massar. Området er vurdert i sikkerheitsklasse S1, noko som tilseier at årleg nominelt sannsyn ikkje skal overskride 1/100. Alle typar skred i bratt terrenget er vurdert. Området er vurdert å ha lågare årleg nominelt sannsyn enn 1/100.

6.1. Risikoreduserande tiltak

Dei risikoreduserande tiltaka som vart anbefalt i samband med skredfarevurderinga i 2018 [16] vert vidareført:

- Unngå å plassere faste installasjonar og ha mykje personopphold i nærleiken av plangrensa opp mot fjellryggen.
- Unngå personopphold nær plangrensa opp mot fjellryggen når det føregår sprenging.

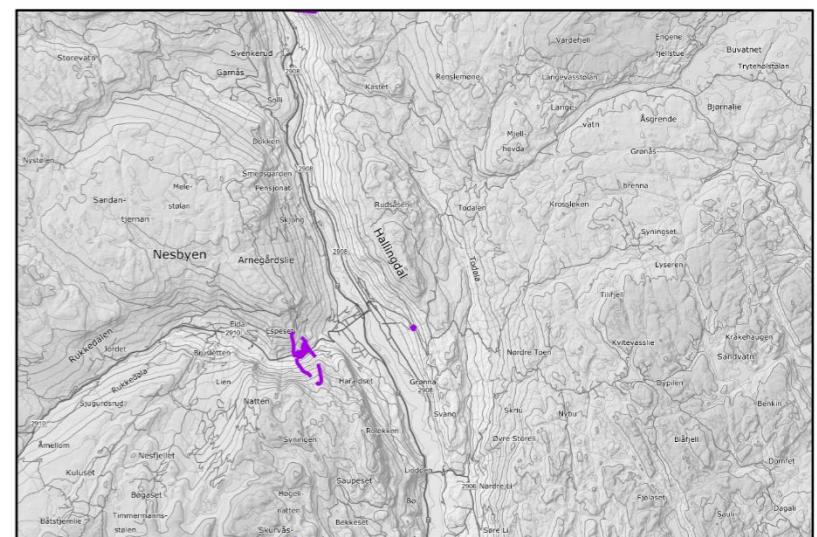
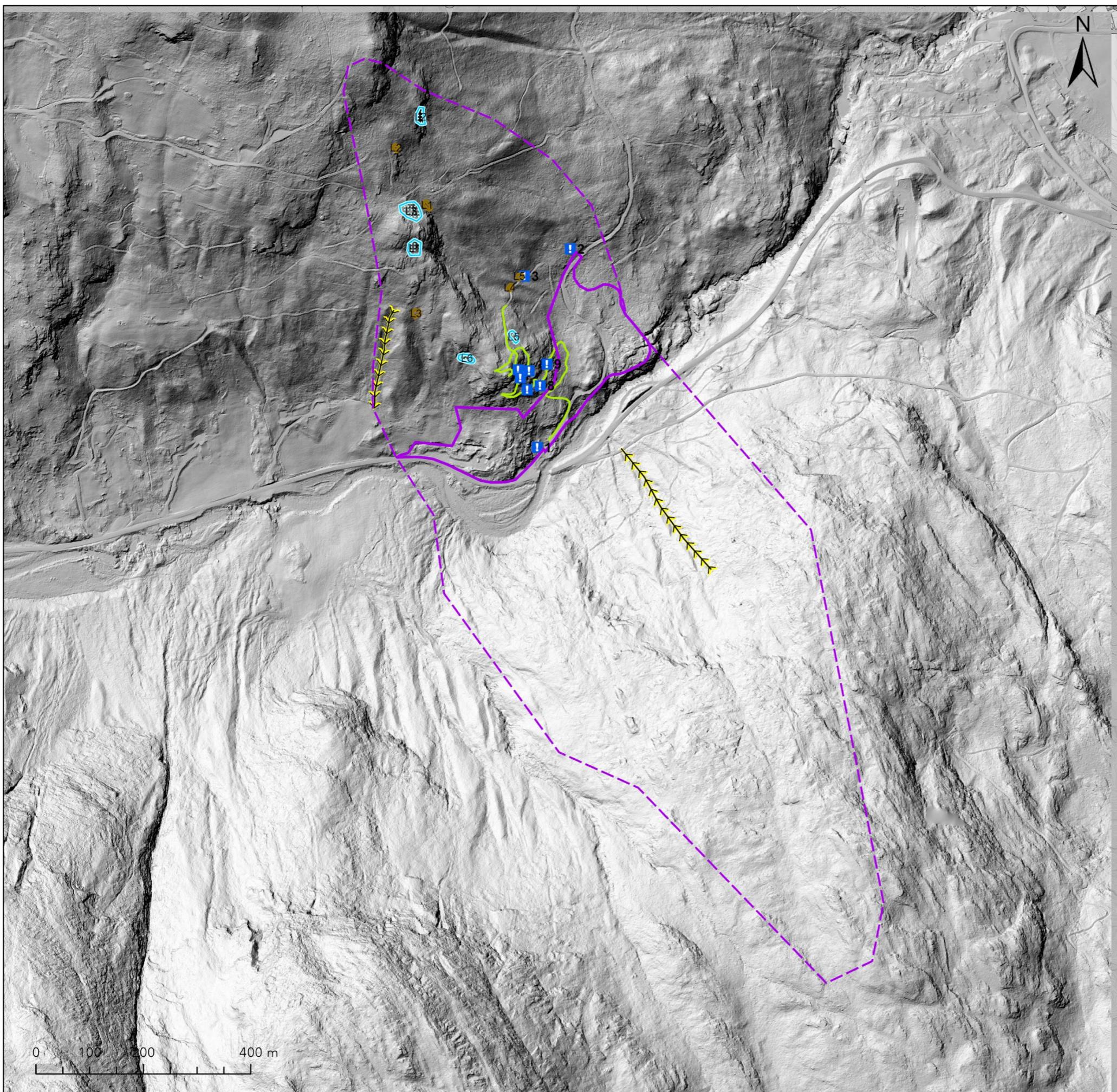
7. Referanser

- [1] NVE, «Veileder for utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng,» 2020. [Internett]. Available: <https://veileder-skredfareutredning-bratt-terreng.nve.no/>.
- [2] NVE, «NVE Temakart,» 2023. [Internett].
- [3] Kartverket, «Høydedata,» 2021. [Internett]. Available: <https://hoydedata.no/LaserInnsyn/>.
- [4] NVE, «NVE Atlas,» 2023. [Internett]. Available: <https://atlas.nve.no/Html5Viewer/index.html?viewer=nveatlas#>.
- [5] NGU, «Berggrunn - Nasjonal bergrunnsdatabase,» 2021. [Internett]. Available: <http://geo.ngu.no/kart/berggrunn/>.
- [6] NGU, «Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase,» 2021. [Internett]. Available: http://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/.
- [7] Kartverket, «Norgeibilder.no,» [Internett]. Available: <https://www.norgeibilder.no/>.
- [8] NIBIO, «Kilden,» 2021. [Internett]. Available: <https://kilden.nibio.no>.
- [9] N. o. K. met.no, «seNorge.no,» 2021. [Internett]. Available: <http://www.senorge.no/>.
- [10] D. f. byggkvalitet, «Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning,» 02.10.2021. [Internett]. Available: <http://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/7/7-3/>.
- [11] J. Lussana, «SeNorge2 daily precipitation, an observational gridded dataset over Norway from 1957 to the present day.,» 2018.
- [12] Asplan Viak AS v/Jan Helge Aalbu, «AV-Klima,» [Internett]. Available: <https://app-avtools-klima-dev.azurewebsites.net/>.
- [13] NVE, «Hvordan beregne ekstremverdier?,» 2014.
- [14] Klimaservicesenter, Norsk, «Klimaprofil Buskerud,» Norsk Klimaservicesenter, 2022.
- [15] Statens Vegvesen, [Internett]. Available: [https://vegkart.atlas.vegvesen.no/#kartlag:geodata/@112403,6790273,11/hva:!\(\(id ~67\)~/valgt:78729244:67](https://vegkart.atlas.vegvesen.no/#kartlag:geodata/@112403,6790273,11/hva:!((id ~67)~/valgt:78729244:67).
- [16] Asplan Viak , «NOTAT Vadbrue masseuttak - skredfarevurdering,» 2018.
- [17] NGU, «Ustabile fjellparti - Nasjonal database for ustabile fjellparti,» [Internett]. Available: http://geo.ngu.no/kart/ustabilfjellparti_mobil/.
- [18] NGU, «InSAR Norge,» [Internett]. Available: <https://insar.ngu.no/>.
- [19] NVE, «FoU 80607 - RAMMS::Debris Flow for beregning av jordskred,» NVE, Oslo, 2020.

- [20] NVE, «Rapport nr. 107-2015 Sammenligning av modelleringsverktøy for norske snøskred,» NVE, Oslo, 2015.
- [21] NVE, «FoU 80606 - Identifisering av løsneområder for sørpeskred,» NVE, Oslo, 2021.
- [22] NVE, «FoU 80606 - Identifisering av løsneområder for sørpeskred,» Oslo, 2020.
- [23] Det sveitsiske institutt for snø- og snøskredforskning (WSL-SLF), «RAMMS::Avalanche User Manual V 1.7,» WSL-SLF, 2017.
- [24] NVE, SVV, MET, «Varsom Regobs,» 2023. [Internett]. Available: <https://regobs.no/?SelectedNumberOfDays=150&GeoHazards=10&&NWLat=60.89024721496289&NWLon=8.674778938293457&SELat=60.870219281612854&SELon=8.7540864944458>.
- [25] 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. [Funnet 2021].
- [26] NVE, «Utteesting av eksisterende metodikk for modellering av steinsprang,» NVE, Oslo, 2020.

8. Vedlegg

8.1. Vedlegg 8.1 Registreringskart



Sett inn
logo til
kunde

Vedlegg 8.1 Registreringskart

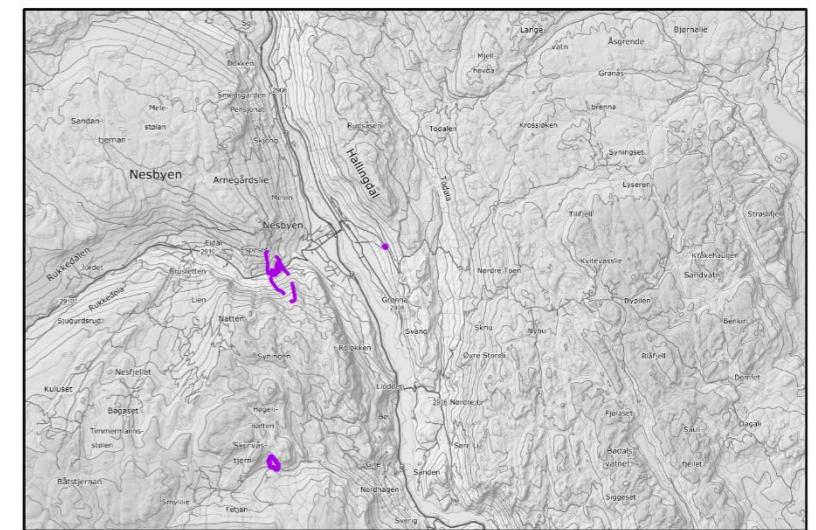
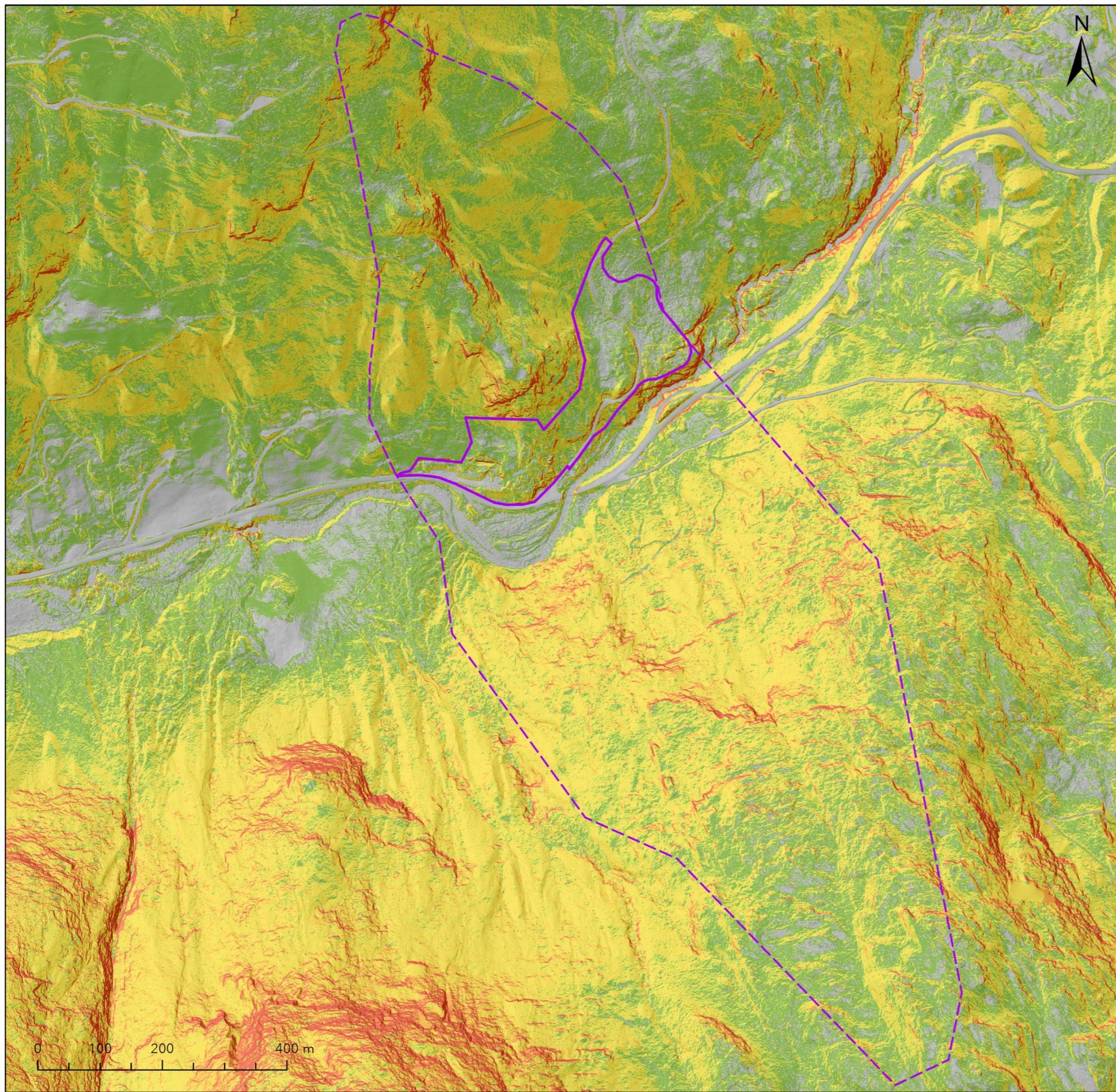
Oppdrag: Skredfarevurdering Vadbrue masseuttak, Nesbyen

Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N

Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:	asplan viak
17.01.2024	AMS	VN/TME	

Kartet er utarbeida av Asplan Viak på oppdrag frå Nesbyen pukk og betong AS

8.2. T Vedlegg 8.2 Hellingskart



Tegnforklaring

■ Kartleggingsområde

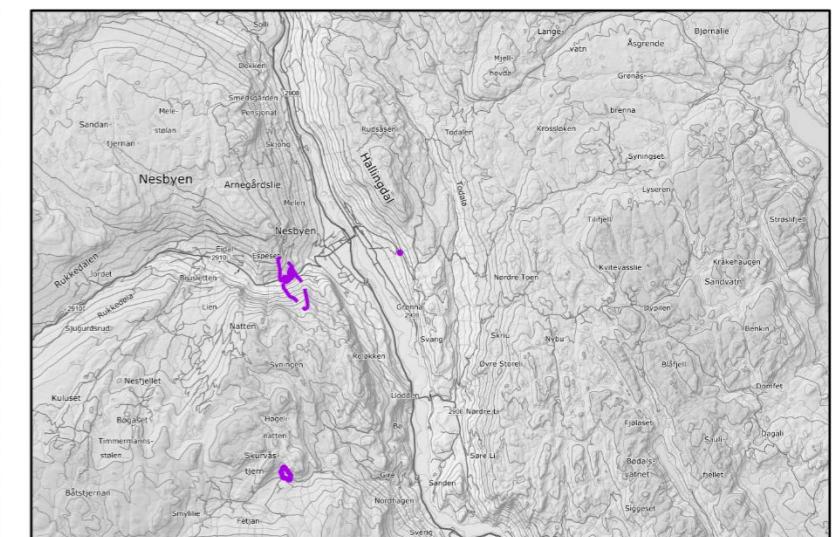
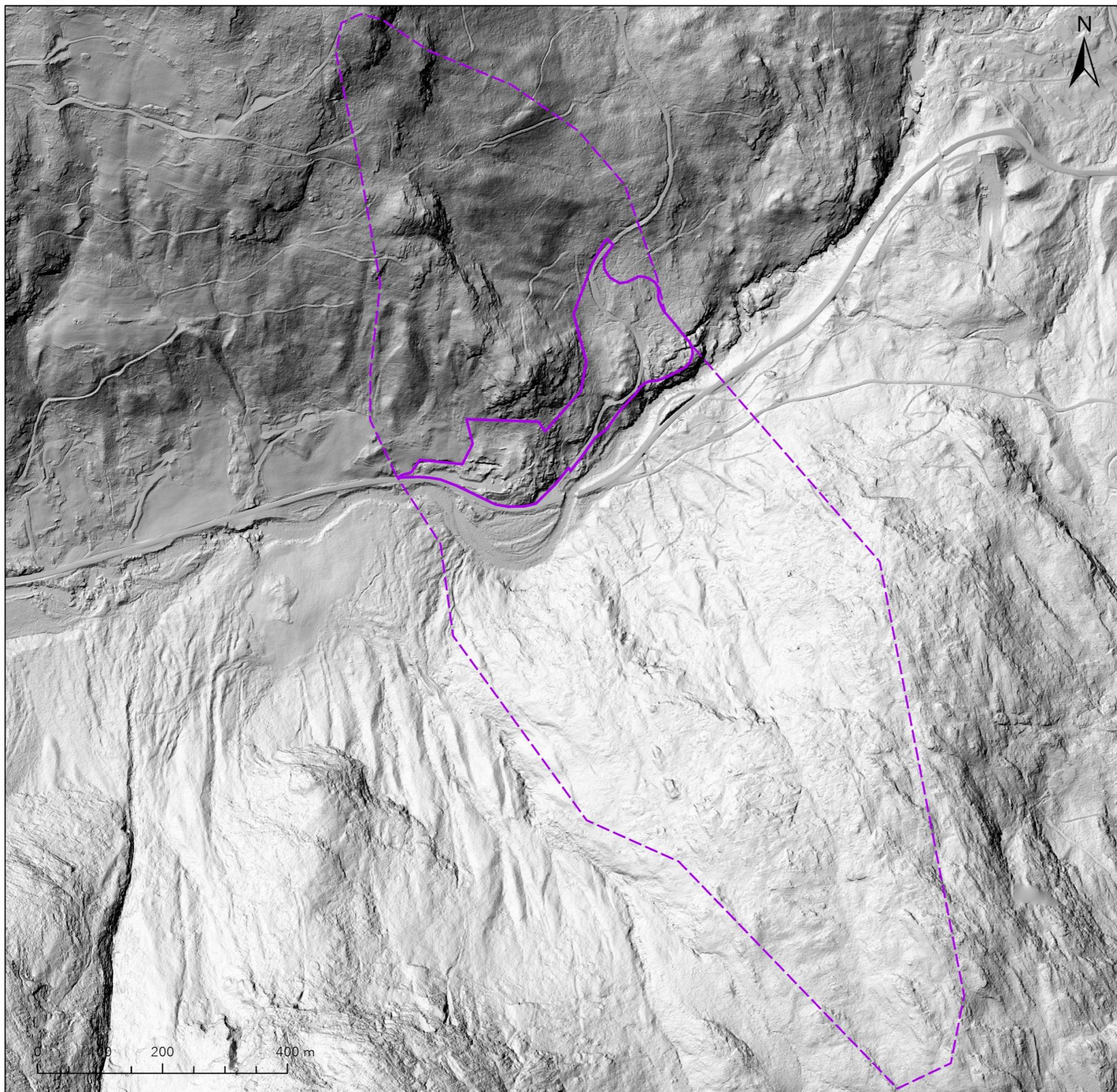
— Påvirkningsområde

**Vedlegg 8.2
Hellingskart**Sett inn
logo til
kunde**Oppdrag:** Skredfarevurdering Vadbrue masseuttak, Nesbyen**Koordinatsystem:** ETRS 1989 UTM Zone 33N

Dato: 17.01.2024	Utarbeidet av: AMS	Kontrollert av: VN/TME	asplan viak AV
----------------------------	------------------------------	----------------------------------	-------------------

Kartet er utarbeida av Asplan Viak på oppdrag frå Nesbyen pukk og betong AS

8.3. Vedlegg 8.3 Skuggerelieffkart



Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde

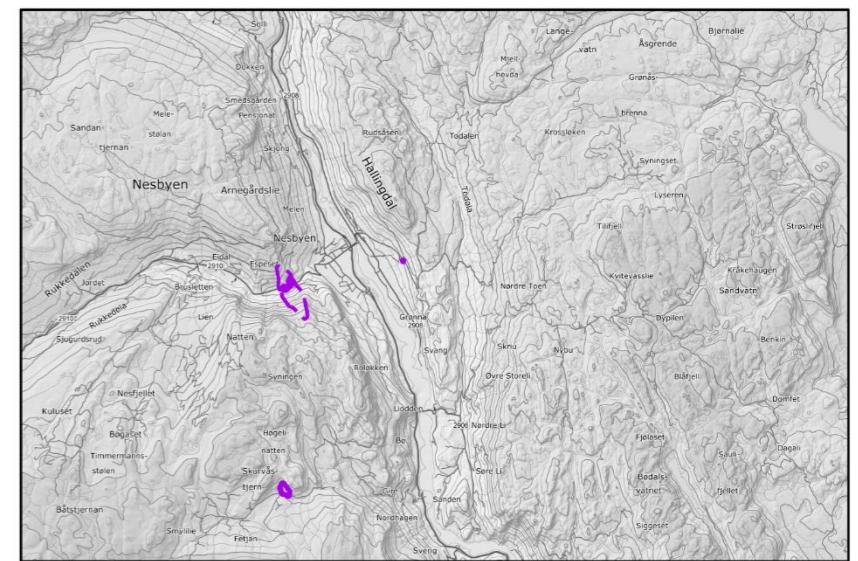
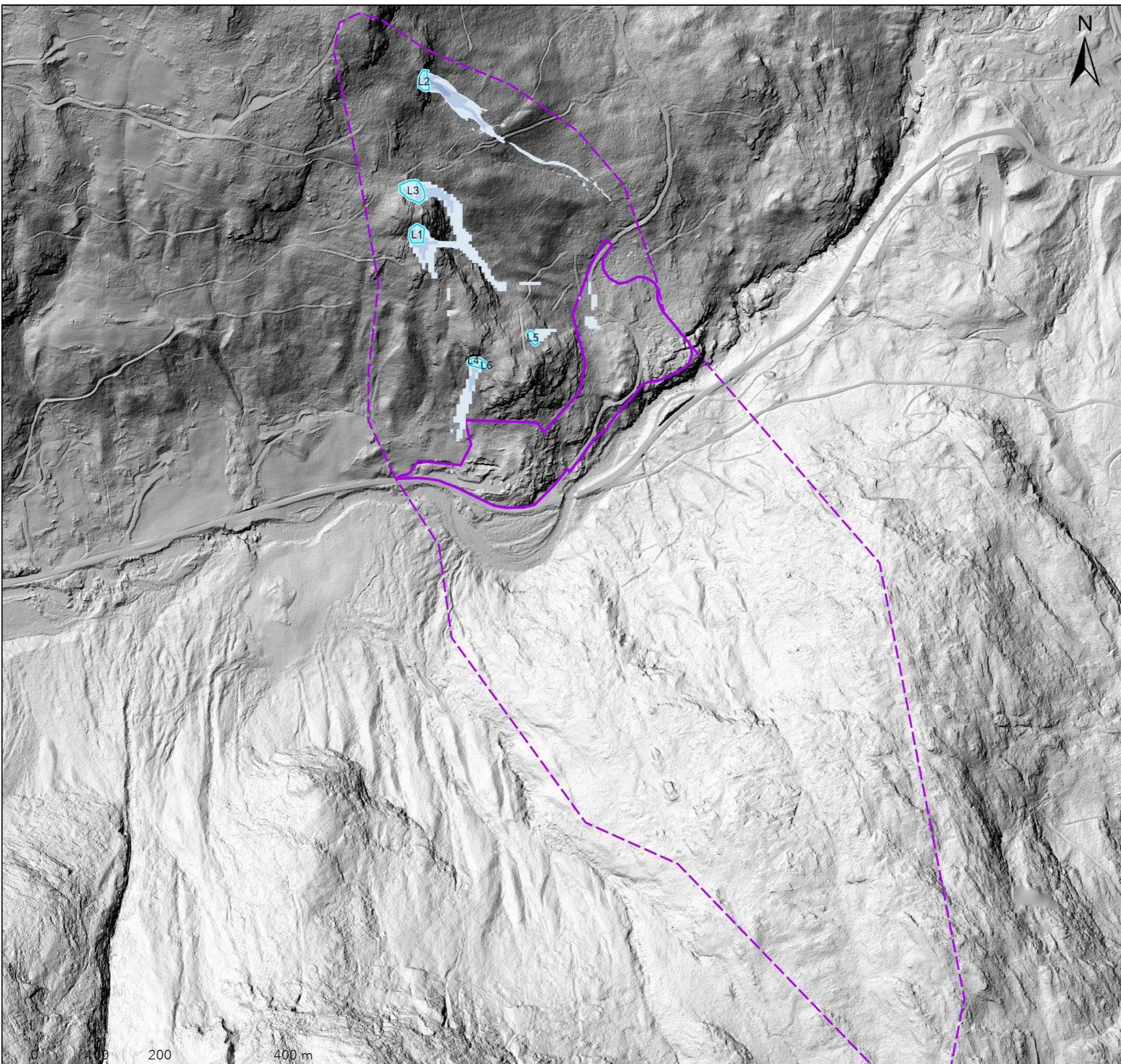
Skuggerelieff

Value



Sett inn logo til kunde	Vedlegg 8.3 Skuggerelieffkart					
Oppdrag: Skredfarevurdering Vadbrue masseuttak, Nesbyen						
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 33N						
Dato: 17.01.2024	Utarbeidet av: AMS	Kontrollert av: VN/TME	asplan viak AV			
Kartet er utarbeida av Asplan Viak på oppdrag frå Nesbyen pukk og betong AS						

Vedlegg 8.4 Modelleringresultat RAMMS:Avalanche flythøgde "100-årsscenario"

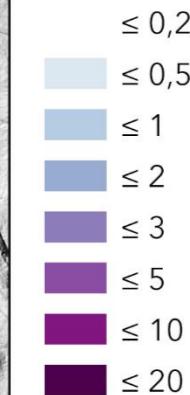


Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Påvirkningsområde
- Løsneområde snøskred

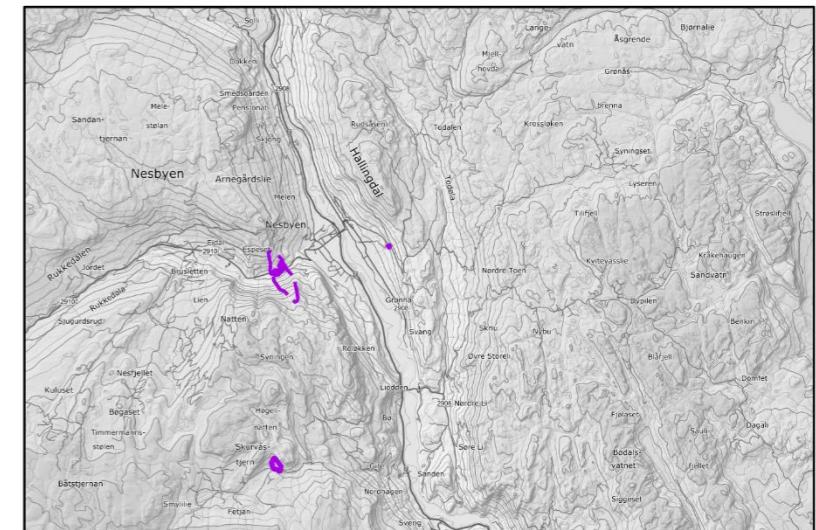
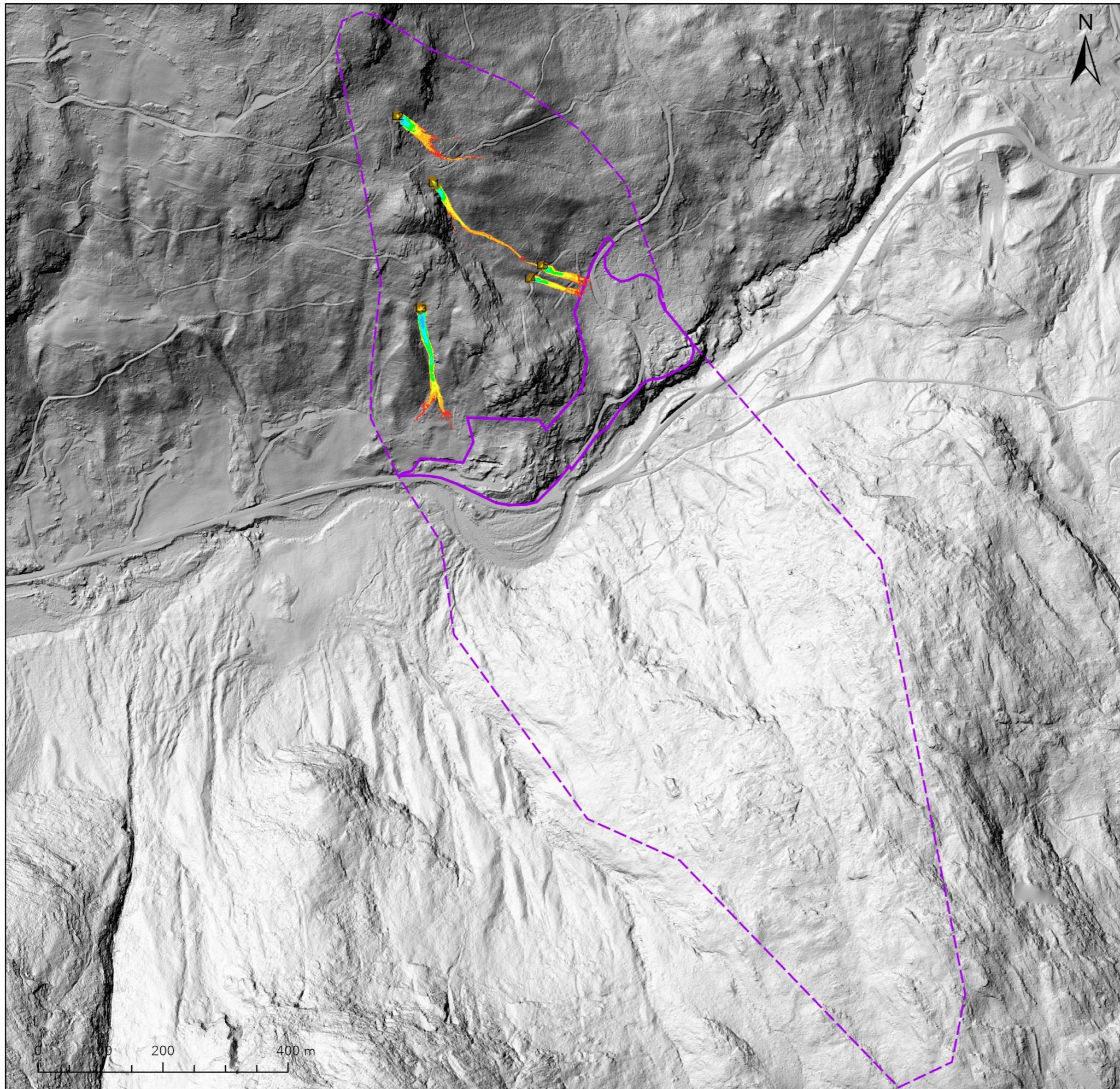
Maks flythøgde

Søskred flytehøgde (m)



Sett inn logo til kunde	Vedlegg 8.4 Modelleringresultat RAMMS:Avalanche flythøgde "100-årsscenario"		
Oppdrag:	Skredfarevurdering Vadbrue masseuttak, Nesbyen		
Koordinatsystem:	ETRS 1989 UTM Zone 33N		
Dato: 17.01.2024	Utarbeidet av: AMS	Kontrollert av: VN/TME	

8.5. | Vedlegg 8.5 Modelleringsresultat RAMMS:Debris flow hastighet "100-årsscenario"



Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
 - Påvirkningsområde
 - Løsneområder jordskred
- Maks hastighet (m/s)
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 8.5
Modelleringsresultat
RAMMS:Debris flow hastighet
"100-årsscenario"**Oppdrag:** Skredfarevurdering Vadbrue masseuttak, Nesbyen**Koordinatsystem:** ETRS 1989 UTM Zone 33N

Dato:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:	asplan viak
17.01.2024	AMS	VN/TME	

Kartet er utarbeida av Asplan Viak på oppdrag frå Nesbyen pukk og betong AS

8.6. Egenerklæringsskjema for kompetanse - iht. rettleiar Sikkerhet mot skred i bratt terreng - Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og bygesak

Firma:	Asplan Viak AS	Org.nr:	910 209 205
Utførende foretak vil med utfylling av egenerklæringsskjema erklære seg skikket til å utføre utredning av skredfare i bratt terreng og at utførende fagpersoner innehar nødvendig kompetanse i henhold til rettleiaren. 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 , rettleiare 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 utdannelse som definert i rettleiaren. Personell med mindre enn 3 års erfaring kan benyttes i oppdraget i tillegg til de to med påkrevd erfaring.</i>	x		Da utførende geolog har mindre enn 3 års erfaring har KS blitt utført av to geologer med henholdsvis mer enn 3 og 5 års erfaring
Foretaket har kunnskap om og tilgang på dynamiske skredmodeller der slike er kommersielt tilgjengelig.	x		
Foretaket har ansvarsforsikring som minst tilsvarer krav i NS 8401/8402 (prosjekterings- og rådgivningsoppdrag).	x		

Signatur:



Sted og dato: Leikanger 17.01.2024

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

² NVE rettleiar Sikkerhet mot skred i bratt terreng - Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og bygesak

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

