

Lom kommune

► Skredfarevurdering, Lom sentrum

Oppdragsnr.: 52203763 Dokumentnr.: RA-INGGEO-01 Versjon: J02 Dato: 2022-11-04



Oppdragsgiver: Lom kommune
Oppdragsgivers kontaktperson: Sander Sælhun
Rådgiver: Norconsult AS
Oppdragsleder: Martine Lund Andresen
Fagansvarlig: Henrik Langeland
Andre nøkkelpersoner: Katrine Mo

J02	2022-11-04	Rapport for bruk, revidert etter uavhengig kvalitetssikring	KatMo	HenLan	MaLAn
J01	2022-09-15	For bruk	KatMo	HenLan	MaLAn
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

Innhold

1	Innledning	5
1.1	Bakgrunn og hensikt	5
1.2	Gjeldende retningslinjer og styrende dokument	6
1.3	Forutsetninger for skredfarevurderingen	7
1.4	Utførte undersøkelser	7
1.5	Restrisiko for skred	7
1.6	Grunnlagsmateriale	7
1.7	Aktsomhetsområder	8
2	Områdeskildring	10
2.1	Topografi og helling	10
2.2	Vannveier	14
2.3	Skog og vegetasjon	15
2.4	Berggrunn og løsmasser	17
2.5	Klima	18
2.5.1	<i>Vind</i>	19
2.6	Skredhistorikk	21
2.7	Eksisterende skredfarevurderinger	23
2.8	Eksisterende sikringstiltak	23
2.8.1	<i>Voll boligfelt Gjeisar</i>	23
2.8.2	<i>Voll boligfelt Ulstad</i>	23
2.8.3	<i>Steinspranggjerde boligtomter Ulstad</i>	23
3	Eksisterende faresoner	24
4	Feltobservasjoner	26
4.1	Skredgeologisk beskrivelse	26
5	Modellering	37
5.1	Steinsprang	37
5.1.1	<i>RAMMS Rockfall</i>	37
5.1.2	<i>Alfa-beta stein</i>	37
5.1.3	<i>Resultater område A</i>	38
5.1.4	<i>Effekt av sikringstiltak, Gjeisar</i>	38
5.1.5	<i>Effekt av sikringstiltak, Ulstad</i>	39
5.1.6	<i>Resultater område B</i>	40
5.2	Snøskred	41
5.2.1	<i>RAMMS Avalanche</i>	41
5.2.2	<i>Alfa-beta snø</i>	41
5.2.3	<i>Resultater område B</i>	42

5.3	Sørpe-, jord- og flomskred	43
6	Skredfarevurdering	44
6.1	Steinsprang	44
6.2	Steinskred	44
6.3	Jordskred	45
6.4	Flomskred	45
6.5	Snøskred	46
6.6	Sørpeskred	46
7	Oppsummering av skredfare og faresoner	48
7.1	Skogens betydning for skredfaren.	49
8	Referanser	51

Vedlegg

1. Generell beskriving av ulike skredtyper
2. Faresonekart
3. Helningskart
4. Registreringskart
5. Modelleringsresultater
6. Skog med betydning for skredfaren

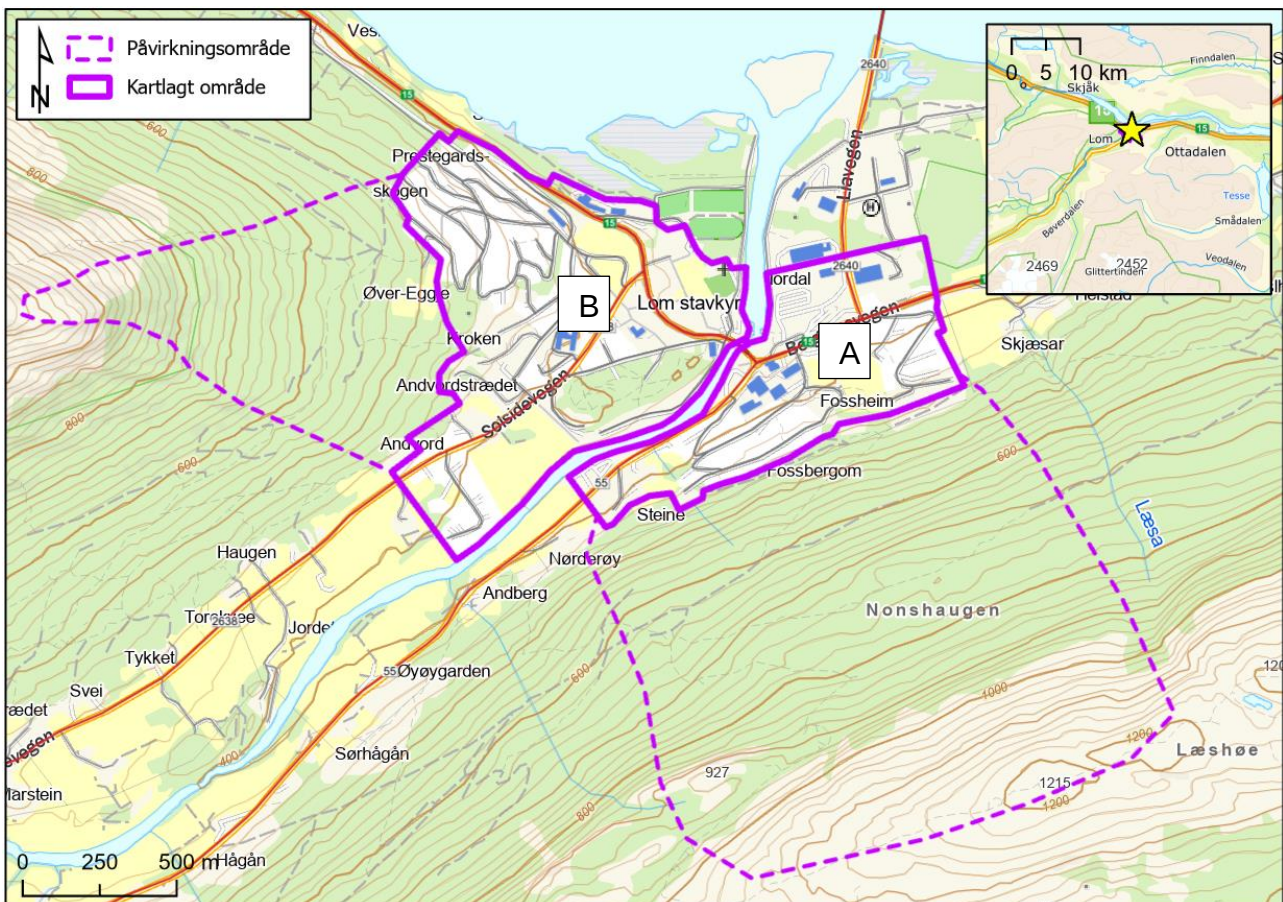
1 Innledning

1.1 Bakgrunn og hensikt

På oppdrag fra Lom kommune har Norconsult AS utført skredfarekartlegging for skred i bratt terreng for Lom sentrum. Området er tidligere kartlagt for skred i bratt terreng av NGI [1], der sikkerhetskravet er definert som største nominelle årlige sannsynlighet lik 1/1000. Etter skredsikring i form av to voller og steinsprangnett, samt at Lom kommune ønsker oppdatert vurdering, er det behov for en ny vurdering som også omfatter alle sikkerhetsklasser etter TEK17. Revisjonen av eksisterende skredfarevurdering er på bakgrunn av å vurdere skredsikringenes effekt i kartet, samt å inkludere effekten av dagens forbedrede kartgrunnlag og modelleringsverktøy.

Kartleggingsområdet ligger delvis innenfor NVE sine aktsomhetssoner for snøskred, steinsprang, samt jord- og flomskred. Området er ikke kartlagt i NGIs aktsomhetskart for snøskred og steinsprang.

Områdene som er kartlagt ligger i Lom sentrum, og er delt opp i område A (øst) og B (vest) i Figur 1. I resten av dokumentet vil området omtales som kartleggings- og påvirkningsområdet, der kartleggingsområdet defineres som området hvor faresoner skal utarbeides, mens påvirkningsområdet defineres som tilstøtende areal med mulige løснеområde for skred som kan påvirke kartleggingsområdet.



Figur 1. Oversiktskart over kartleggingsområde A og B i Lom sentrum, med tilhørende påvirkningsområder.

Hensikten med rapporten er å utrede sikkerhet mot skred i bratt terreng for kartleggingsområdene etter sikkerhetsklasser definert i TEK17 §7-3 [2]. Denne rapporten gir en kort gjennomgang av gjeldene retningslinjer og grunnlagsmateriale, og en vurdering av skredfaren for kartleggingsområdene.

1.2 Gjeldende retningslinjer og styrende dokument

Sikkerhetskravene som skal legges til grunn ved regulering og byggesak, er gitt i plan- og bygningsloven (PBL) §§ 28-1 og 29-5 med tilhørende byggteknisk forskrift (TEK17) §7-3 Sikkerhet mot skred [2].

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) sine retningslinjer «Flom- og skredfare i arealplaner» beskriver hvordan skredfare bør utgreies og innarbeides i arealplaner og hvordan aktsomhetskart og faresonekart kan benyttes til å identifisere skredfareområder [3]. NVEs veileder «Veileder for utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng. Utredning av skredfare i reguleringsplan og byggesak» (versjonsdato 12.11.2020) [4] er tilknyttet retningslinjene, som gir anbefalinger til hvordan skredfare bør vurderes og kartlegges i bratt terreng på ulike plannivåer etter PBL.

Etter TEK17 skal byggverk og tilhørende uteareal plasseres, dimensjoneres eller sikres mot skred slik at krav til nominelle årlig sannsynlighet ikke overskrider kravene til sikkerhetsklassen som tiltaket tilhører, se Tabell 1. Sikkerhetskravene kan tilfredsstilles ved å enten plassere tiltaket utenfor fareområder, slik at sannsynligheten for skred er mindre enn minstekravet, ved å etablere sikringstiltak som reduserer sannsynligheten for skred mot tiltaket og tilhørende uteareal, eller ved å dimensjonere og konstruere tiltaket slik at de tåler belastningene et skred kan medføre [2]. Det åpnes derfor for å vurdere sikring for å tilfredsstille sikkerhetskravet dersom en ikke kan plassere tiltaket utenfor kartlagte faresoner.

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområder [2].

Sikkerhetsklasse for skred	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet
S1	Liten	1/100
S2	Middels	1/1000
S3	Stor	1/5000

Byggverk der konsekvensen av et skred, og sekundærvirkninger av skred, er særlig stor, eksempelvis bygg med kapasitet for nasjonal eller regional beredskap og krisehandtering, skal ikke plasseres i skredfarlig område [2].

Retningsgivende eksempel for fastsetting av sikkerhetsklasse er beskrevet i TEK17. I S1 inngår byggverk der skred vil ha liten konsekvens. Eksempel er garasjer, uthus, båtnaust, mindre brygger og lagerbygninger med lite personopphold. Enkelte mindre tilbygg, påbygg, ombygging og bruksendringer er omfattet av sikkerhetsklasse S1.

I S2 inngår byggverk der skred vil føre til middels konsekvens. Eksempel er boligbygg med maksimalt 10 boenheter, arbeids- og publikumsbygg/brakkerigg/overnattingssted der det normalt oppholder seg maksimum 25 personer, driftsbygninger i landbruket, parkeringshus og havneanlegg. S2 gjelder generelt byggverk der det normalt oppholder seg maksimum 25 personer, og/eller der det er middels økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser.

I S3 inngår byggverk der skred vil føre til store konsekvenser. Eksempel er byggverk med flere boenheter og personer enn i S2, i tillegg til skoler, barnehager, sykehjem og lokale beredskapsinstitusjoner.

Kartleggingsområdene er utredet for sikkerhet mot skred i bratt terreng etter sikkerhetsklasse S1, S2 og S3 i TEK17 §7-3 [2].

1.3 Forutsetninger for skredfarevurderingen

Denne skredfarevurderingen tar utgangspunkt i de terreng-, klima- og vegetasjonsforholdene som er aktuelle på vurderingstidspunktet. Endringer innen disse, menneskeskapte eller naturlige, kan endre forutsetningene for vurderingen.

Vurderingen omhandler utredning av sikkerhet mot skred i bratt naturlig terreng etter TEK17 §7-3 [2] og NVE veileder [4]. Kartleggingen omfatter derfor ikke vurdering av

- Fyllinger, skjæringer (løsmasse og berg), murer eller andre antropogene elementer (menneskeskapte) som kan medføre fare
- Kvikkleireskredfare eller sikringstiltak mot dette
- Mekanisk motstandsevne og stabilitet for byggverk i kartleggingsområdet (TEK17 §10 [2])
- Fjellskred eller sekundærvirkninger av skred, slik som for eksempel flodbølge fra fjellskred

Ifølge NVEs veileder [4] kan det være behov for ny skredfarevurdering om forutsetningene endres. Eksempel på endrede forutsetninger som kan utløse behov for ny vurdering er blant annet nye skredhendelser, nye opplysninger om tidligere skredhendelser, endringer i terrengforhold (eks. sikringstiltak, terrenginngrep), endringer i vegetasjonsforhold (eks. flatehogst eller skogbrann), endringer i hydrologiske forhold (eks. grøfter, skogsveier) og klimaendringer, at det er oppdaget tydelige feil eller mangler i tidligere skredfarevurdering og dersom ny metodikk er tilgjengelig.

Denne skredfarevurderingen er ikke utformet fullstendig etter NVEs dokumentasjonskrav i veileder [4].

1.4 Utførte undersøkelser

Feltarbeid i forbindelse med skredfarevurderingen omfatter befarings av det aktuelle området for å gjøre observasjoner og registreringer. I forkant av befaringsen er tilgjengelig kartgrunnlag studert i ArcGIS PRO. Feltobservasjoner ble registrert via digitalt kartleggingsverktøy (Avenza maps).

Befaringsen ble utført av Norconsult ved Martine Lund Andresen og Katrine Mo den 30.06.2022. Under befaringsen var det skyfri himmel og god sikt. Det aktuelle området ble gjennomgått og potensielle løснеområder for skred, terrengformer, vegetasjon og avsetninger etter tidligere skredhendelser ble registrert.

1.5 Restrisiko for skred

Plan og bygningsloven, med tilhørende byggteknisk forskrift TEK17 [2], definerer kravene til tilfredsstillende sikkerhet mot skred, og dette er vist ved de ulike sikkerhetsklassene for skred.

Forskriften angir krav til nominell årlig sannsynlighet, ettersom det vil være umulig å beregne skredsannsynlighet eksakt [2] og vurderingene kan derfor generelt ikke oppfattes som endelige. Skredfarevurderingen benytter metodikk, kunnskap og verktøy som er tilgjengelig på vurderingstidspunktet, og i tillegg til teoretiske beregningsmetoder skal det benyttes faglig skjønn ved kvalitative vurderinger.

Kravene i forskriften er formulert ut fra at dess større konsekvensen av et skred kan være, desto lavere nominell årlig sannsynlighet for skred kan aksepteres. Ut fra gjeldende regelverk vil det derfor være en restrisiko for skred utover faresonegrensene. Nominell årlig sannsynlighet er per definisjon i TEK17 vurdert ut ifra en enhetsbredde definert til en tomtebredde (angitt til 30 meter).

1.6 Grunnlagsmateriale

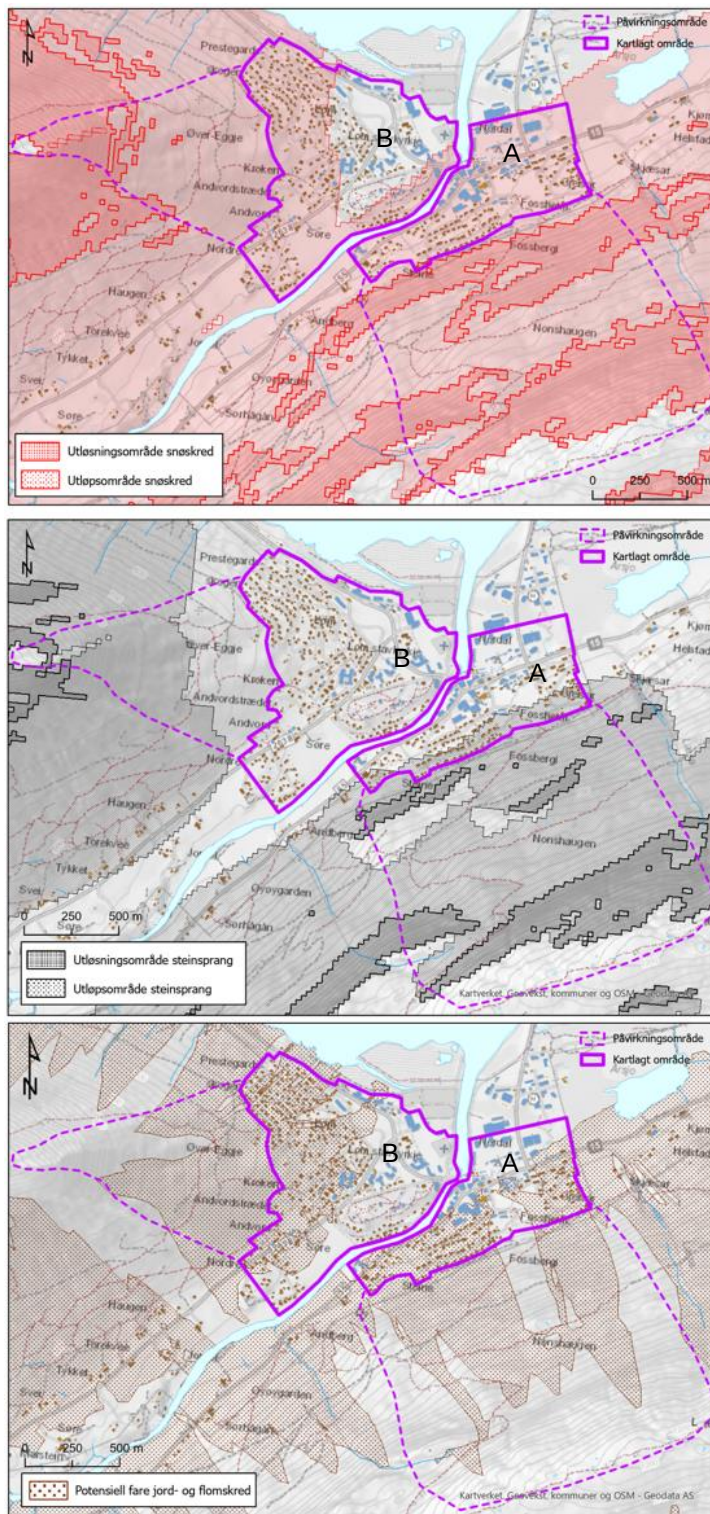
Skredfarevurderingen er basert på tilgjengelige grunnlagsdata:

- NGI rapport for eksisterende faresoner. Faregrense for stein-, løsmasse-, og snøskred. Fossbergom, Lom. 20081533-1, februar 2009 [1].

- NGI rapport forprosjektering, sikringstiltak for bustadfelt. Ulstad og Gjeisar, Lom kommune. 20091194-00-1-R, august 2010 [5].
- NGI detaljprosjekteringsrapport. Gjeisar, Lom Kommune. Prosjektering av sikringstiltak mot steinsprang. 20101094-04-R. Juni 2013 [6].
- NGI detaljprosjekteringsrapport. Ulstad, Lom Kommune. Prosjektering av sikringstiltak mot steinsprang. 20110639-00-1-R. September 2012 [7].
- NGI Teknisk notat. Vurdering av steinsprangfare for hus i østre ende etter ferdig utbygd voll, Ulstad, Lom. 20170230-03-TN. Desember 2019 [8].
- Digital terrengmodell (DTM) fra 2013 med 0,25 meter oppløsning (www.hoydedata.no)
- Tilgjengelige flyfoto fra 1958 til 2020 (www.norgebilder.no)
- Berggrunnskart og løsmassekart fra NGU (www.ngu.no/emne/kart-pa-nett)
- Skredhendelser og aktsomhetskart fra NVE atlas (atlas.nve.no)
- Skogsdata og markfuktighetsdata fra NIBIO (www.nibio.no/tjenester)
- Historiske klimadata hentet fra eklima.no, seklima.met.no og senorge.no

1.7 Aktsomhetsområder

NVEs aktsomhetssoner for snøskred dekker store deler av kartleggingsområde B, og hele område A (Figur 2). NVEs aktsomhetssoner for jord og flomskred dekker betydelige deler av bebygd areal i både område A og B. NVEs aktsomhetssoner for steinsprang dekker kun sørøstlig del (nærmest fjellsiden) av område A, og kommer ikke innenfor område B.



Figur 2. NVEs aktsomhetsområder for snøskred (øverst), steinsprang (midten), jord- og flomskred (nederst).

2 Områdeskildring

2.1 Topografi og helling

Kartleggingsområdene ligger i Lom sentrum omtrent mellom ca. 360 - 450 moh. i område A (Figur 3) og mellom ca. 360 – 500 moh. i område B (Figur 4), og inkluderer den delen av sentrumsområdet som er tettest utbygd.

Område A ligger nederst i den nordvestvendte fjellsiden sør for handelssentrum og inkluderer to større boligfelt (Gjeisar og Ulstad) og ett mindre felt ved Øyavegen (vest i området). Boligfeltene ligger nærmest fjellsiden og i tillegg til boligfeltene er diverse industri og annen bebyggelse lokalisert i større avstand fra fjellsiden i område A. Ovenfor boligområdene ved Gjeisar og Ulstad er det etablert sikring i form av steinsprangvoller og steinsprangnett (ca. ved kote 440).

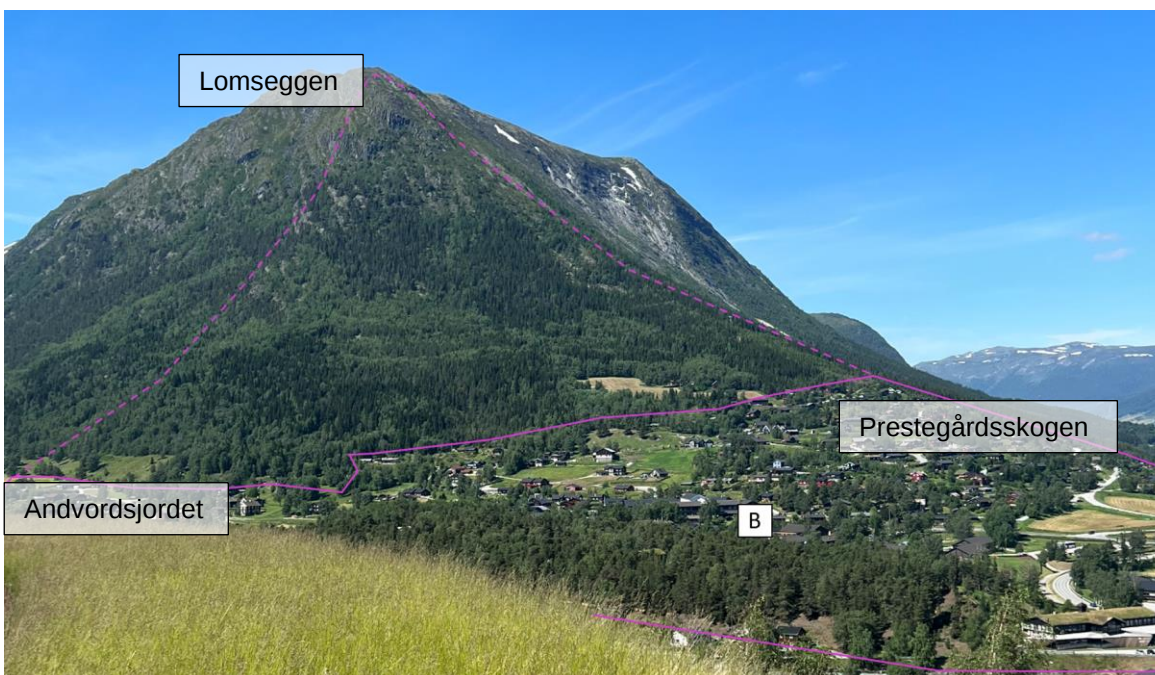
Terrenget i påvirkningsområdet til kartleggingsområde A stiger fra ca. 440 moh. med mellom 20 og 45 graders helning opp til flere bratte skrentpartier (over 45 graders helning) som ligger spredt i fjellsiden mellom kote ca. 480 og ca. kote 740. Over ca. kote 740 flater terrenget ut og danner en ca. 200 m bred flate (Nonshaugen), stedvis med myrterreng, før terrenget igjen stiger med helning rundt 30 grader opp mot toppen av Hesthøe ved 1215 moh. (Figur 5).

Område B ligger i foten av Lomseggen, nordvest for handelssentrum, og inkluderer ett stort boligområde ved Prestegardsskogen mot nord, og et mindre boligområde mot sør ved Andvordsjordet, samt bebyggelse mellom boligfeltene. I tillegg til boligfeltene er diverse industri og annen bebyggelse, eksempelvis barneskole og helseheim, i større avstand fra fjellsiden inkludert i område B.

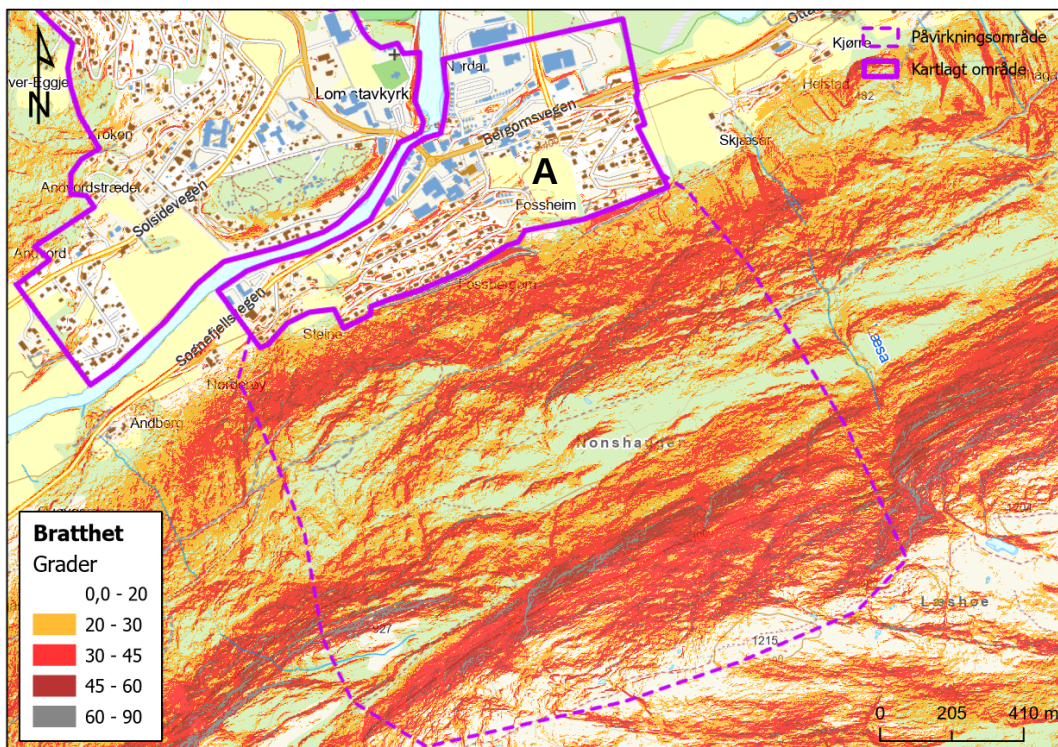
Over de øvre bolighusene ved ca. kote 500 stiger terrenget med helning stort sett under 20 grader opp mot ca. kote 600. Fra kote 600 blir terrenget brattere, og varierer mellom 20 – 45 grader, opp til kote 800. Over kote 800 er terrenget stort sett brattere enn 30 grader, og tilspisses til en ryggform som går opp mot Lomseggje (Figur 6).



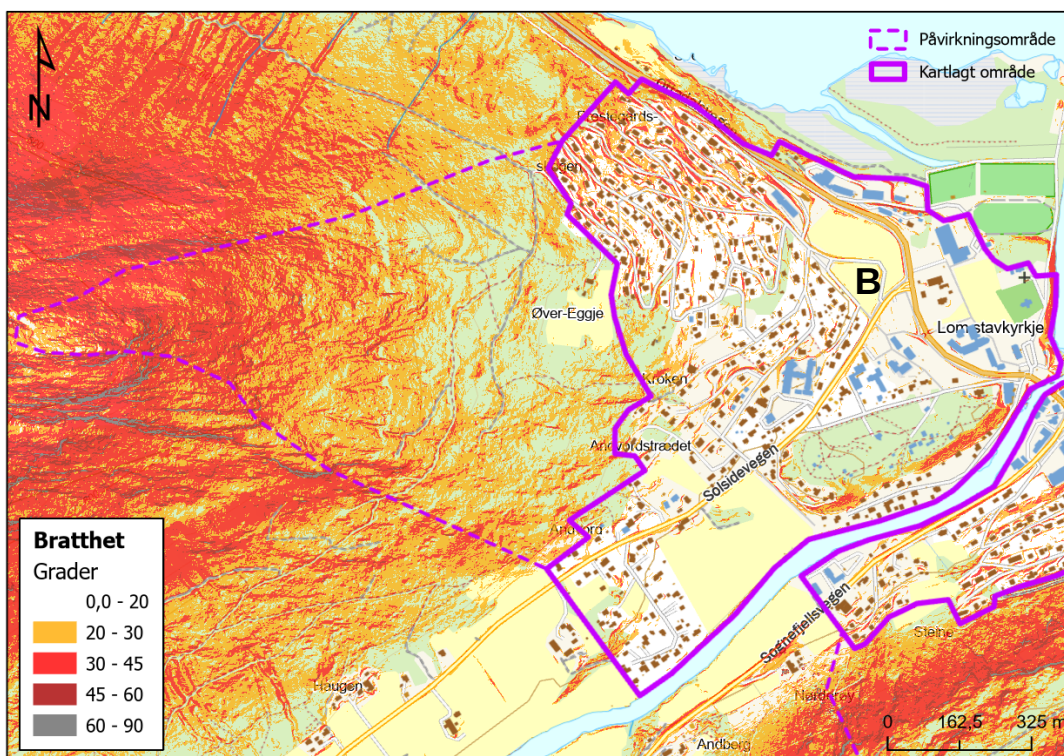
Figur 3. Oversiktsbilde over område A. Bilde tatt mot sør-øst.



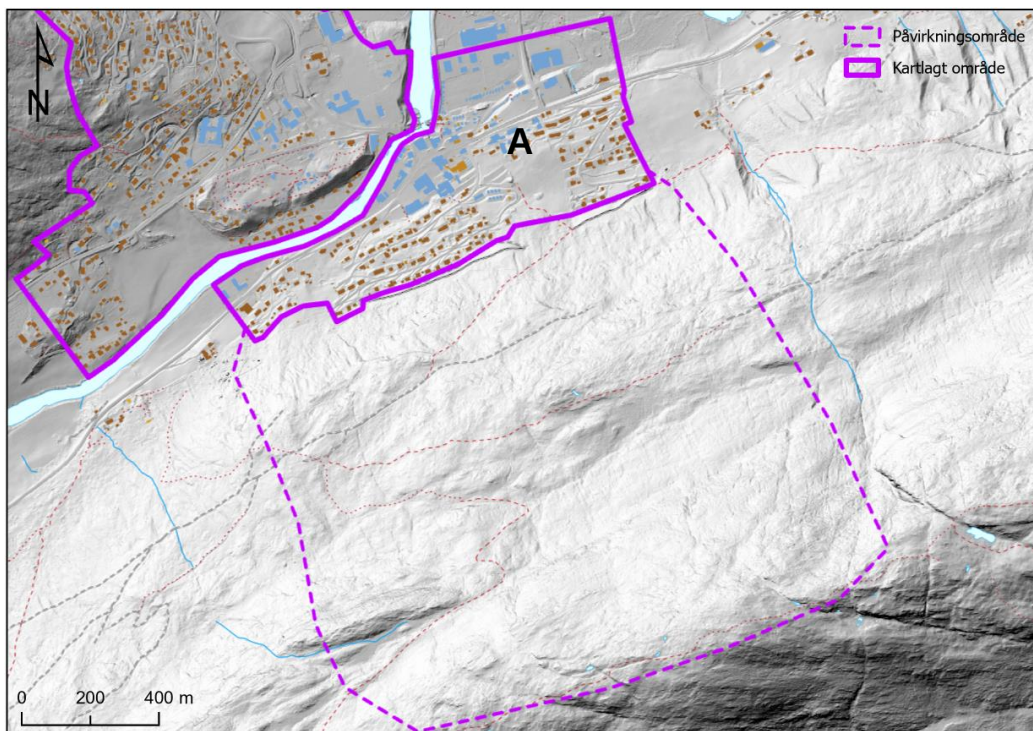
Figur 4. Oversiktsbilde over område B. Bilde tatt mot nord-vest.



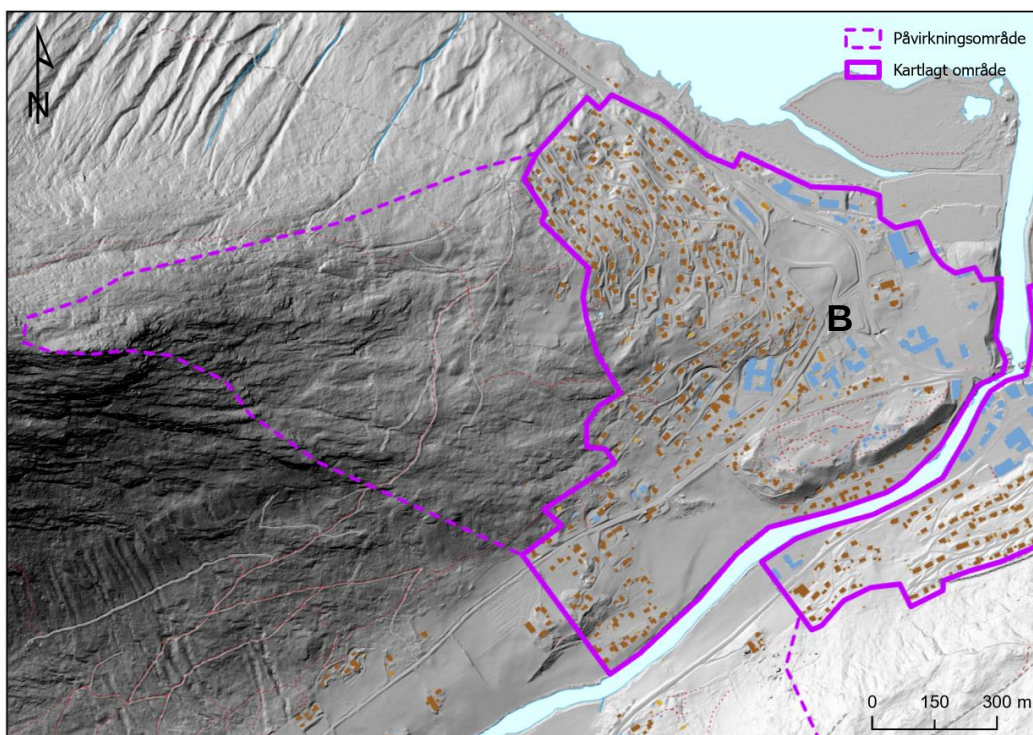
Figur 5. Helningskart for område A.



Figur 6. Helningskart for område B.



Figur 7. Fjellskyggekart område A.

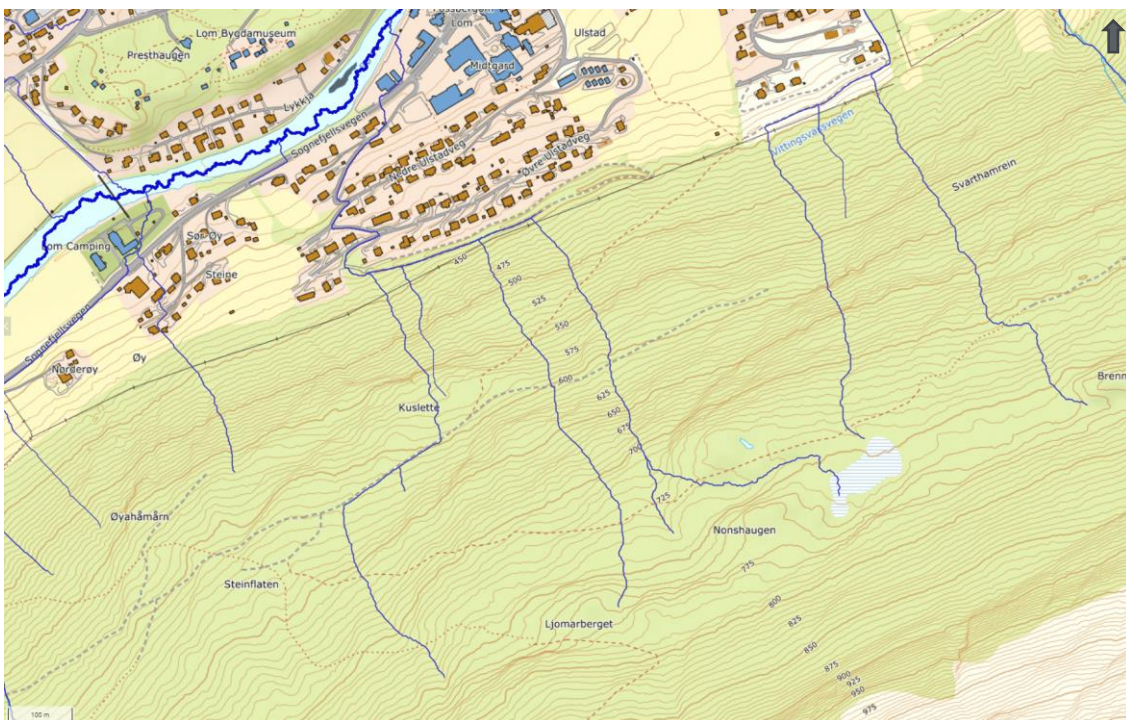


Figur 8. Fjellskyggekart område B.

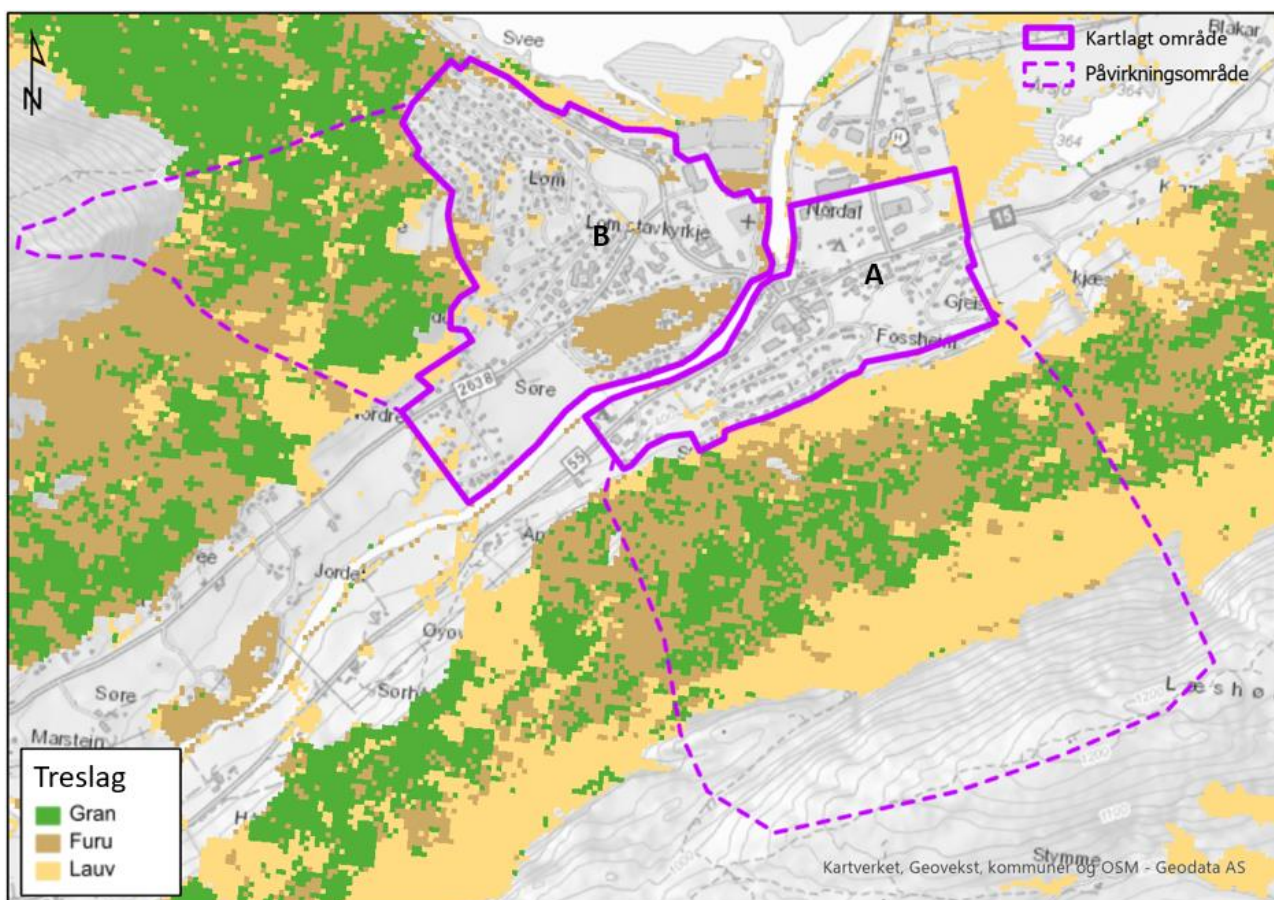
2.2 Vannveier

Hverken for område A eller B er det registrert bekker inn i kartleggingsområdet fra bratt terreng i eksisterende kartgrunnlag og området er ikke dekket av NIBIOS markfuktighetskart.

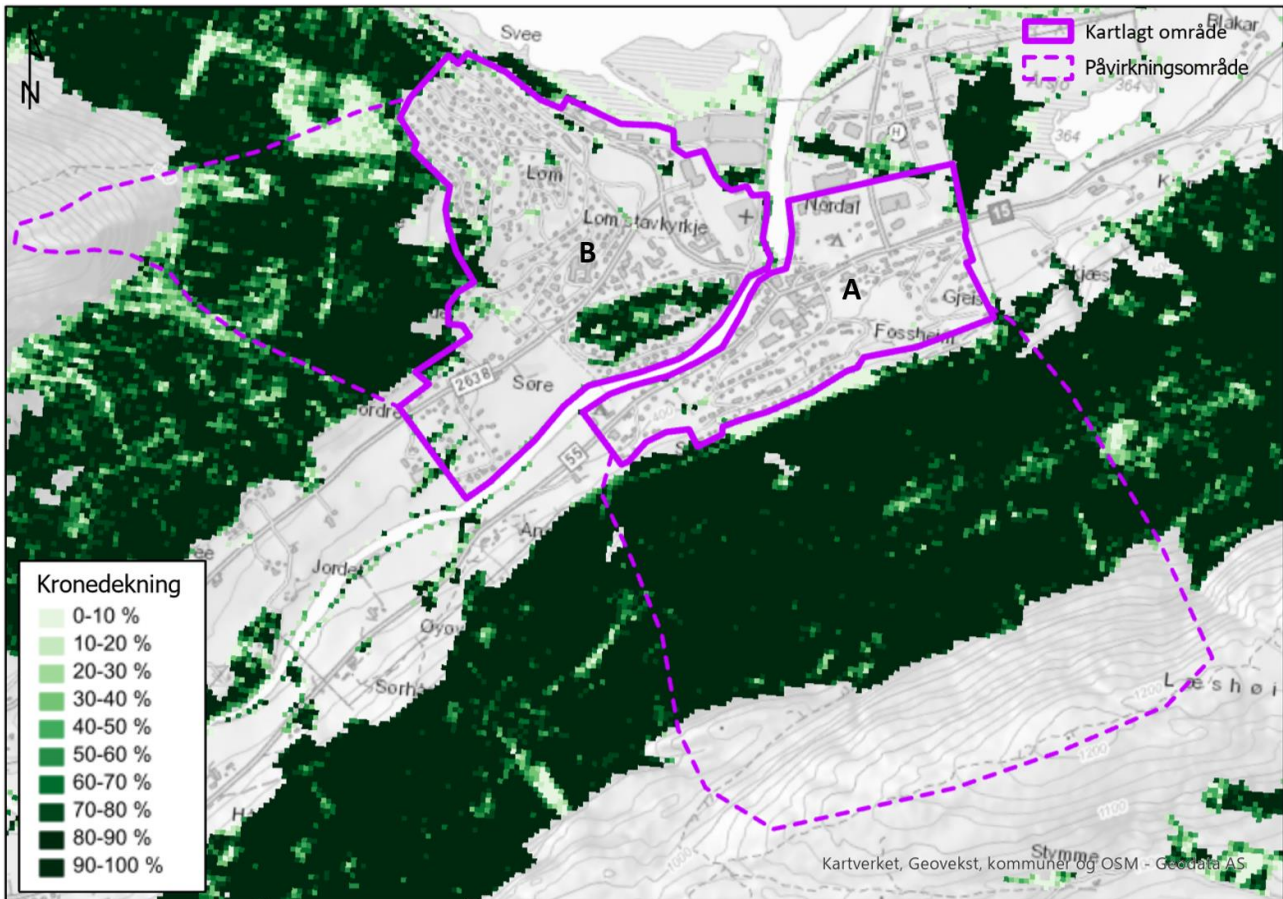
Ved hjelp av verktøy som beregner nedbørsfelt basert på detaljert terreng (Scalgo) er det analysert bekkeløp og vannveier inn i kartleggingsområdene basert på dreneringsområder. Analysene viser at det går flere bekkeløp inn i kartleggingsområdene og samtlige bekkeløp har mindre dreneringsareal enn 0,50 km². Bekkeløpene i området er filtrert etter størrelse på nedbørsfelt, og kun bekkeløp med nedbørsfelt over 5 ha (0,05 km²) er presentert i Figur 9 og Figur 10.



Figur 9. Bekkeløp inn i kartleggingsområde A med dreneringsområde større enn 5.0 ha, kart hentet fra Scalgo.



Figur 11. Treslag i området (NIBIO).



Figur 12. Kronedekning (NIBIO) er angitt i prosent dekning av det totale arealet.

2.4 Berggrunn og løsmasser

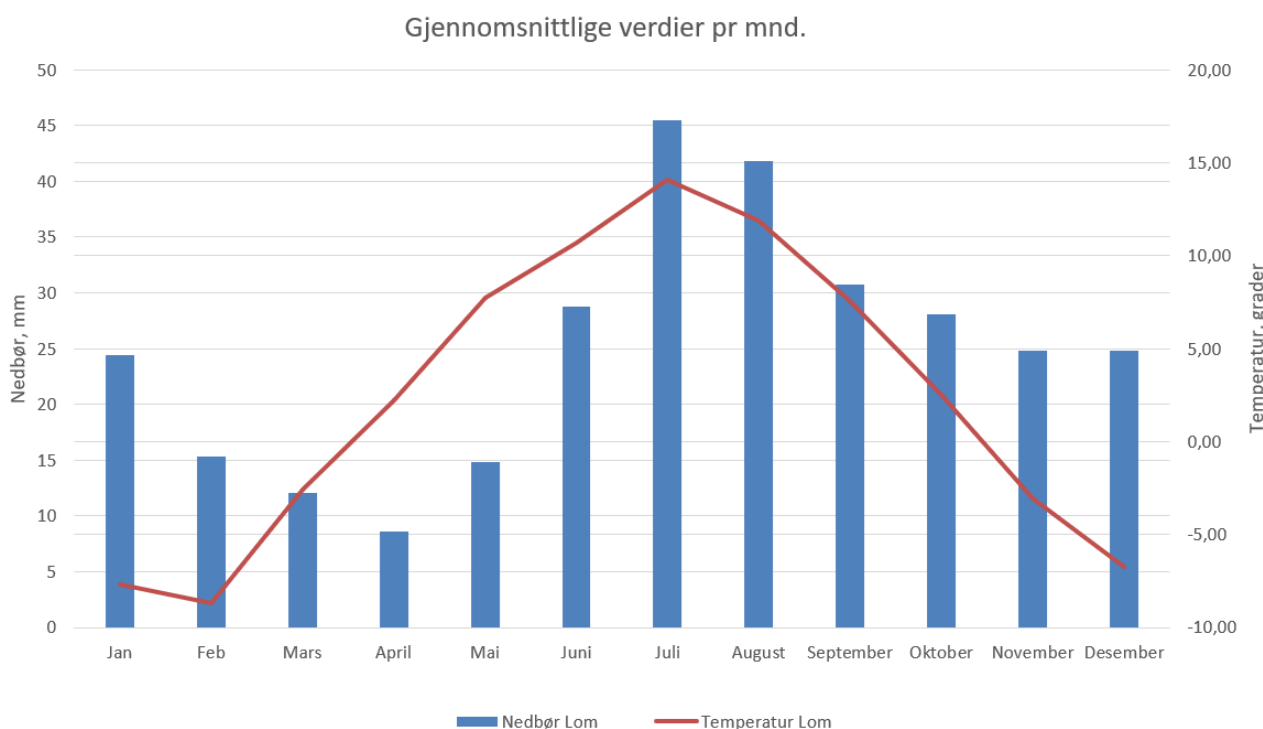
Ifølge NGU sin berggrunnsdatabase [10] og berggrunnskart med målestokk 1:250 000 består berggrunnen i kartleggingsområde B, med tilhørende påvirkningsområde, utelukkende av granittisk gneis. Kartleggingsområde A består av granittisk gneis, men innenfor påvirkningsområdet går det en bergartsgrense mellom granittisk gneis og kvartsitt ca. mellom kote 450 og kote 500. Ved ca. kote 750 går en ny bergartsgrense, mellom kvartsitt og overliggende fyllitt. Det betyr at det går to bergartsgrenser gjennom fjellsiden sør for kartleggingsområde A. Bergartsgrensen kan påvirke bergmassekvaliteten ved at det eksempelvis er større oppsprekkningsgrad i fyllitt kontra gneis.

Løsmassekart fra NGU sin lausmassedatabase [11] i målestokk 1:250 000 viser at løsmassedekket i kartleggingsområdene består hovedsakelig av tykk morene og noe elve- og bekkeavsetninger i lavere deler av terrenget. I påvirkningsområde til område A består løsmassene av tykk morene opp til ca. kote 450, og tynn morene opp til ca. kote 850. Over kote 850 er det hovedsakelig bart fjell (mer enn 50% av arealet er fjell i dagen). I påvirkningsområdet til område B, er det tykt morenedekke opp til ca. kote 600. Mellom kote 600 og kote 1000 består løsmassedekket av tynn morene. Over kote 1000 er det hovedsakelig bart fjell (mer enn 50% av arealet er fjell i dagen).

2.5 Klima

Målestasjonen i Lom sentrum (Stasjon nr. 15060, 382 moh.), ligger i umiddelbar nærhet til kartleggingsområdet. Stasjonen har vært i drift fra 1895 til 1995, og det vurderes at data fra stasjonen er representativ for kartleggingsområdene. Gjennomsnittlige månedsverdier for nedbør viser at februar til mai er de tørreste månedene, med minst nedbør i april (Figur 13). De mest nedbørsrike månedene er i juli og august, og normal årsnedbør ligger på 321 mm.

Klimaet i området er typisk innlandsklima, med stabilt kalde og relativt tørre vintre. Gjennomsnittlige månedsverdier for temperatur viser temperaturer under 0° for månedene november til mars. Årsmiddeltemperaturen ligger på ca. 2,5 °C, med desember – februar som de kaldeste månedene. Begrensede nedbørsmengder og stabilt kalde temperaturer gir høy temperaturgradient i snøpakken, noe som gir grunnlag for at vedvarende svake lag i snødekket kan utvikles.



Figur 13. Månedsnormaler for nedbør (mm) og temperatur (°C) for målestasjon 15060 Lom. Data er hentet fra seklima.no [12].

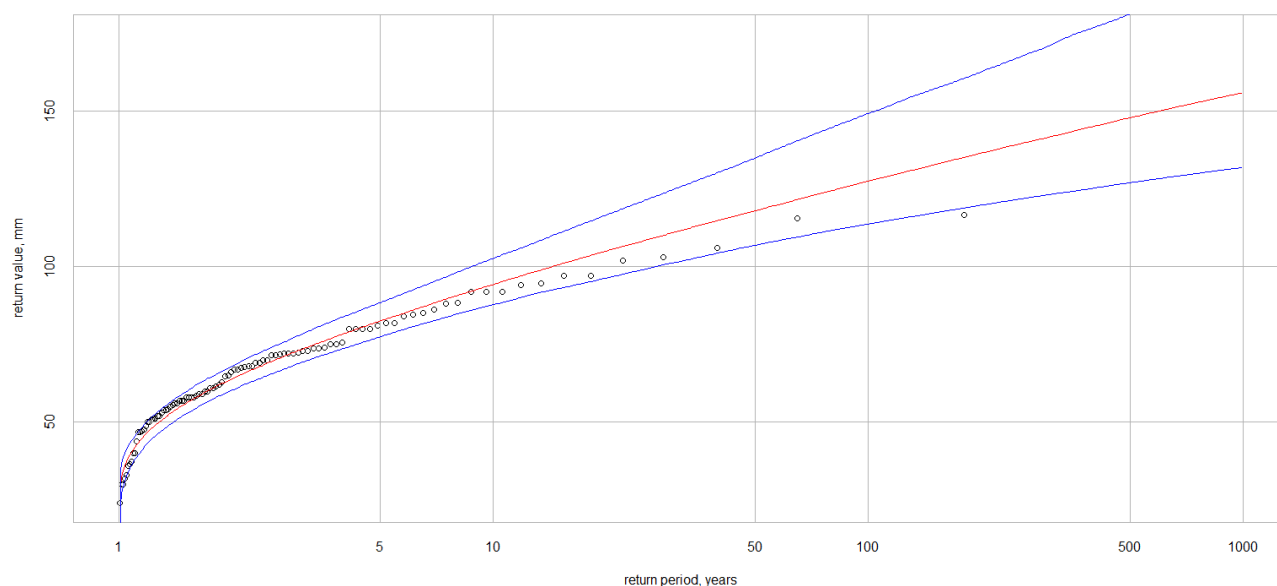
Største registrerte 1-døgns nedbørshendelse for målestasjonen i Lom er på 46 mm, registrert den 21.07.1973.

For løsmasseskred er nedbør i form av regn en mulig utløsende faktor, og forskingsarbeid utført i Norge [13] viser at kritiske forhold for utløsning av løsmasseskred kan oppstå dersom 1-døgns nedbør utgjør eller overskrider 8% av årsnedbøren for et område. Nyere forskning på jord og flomskred angir typiske verdier for kritiske nedbørsmengder, basert på registrerte jord- og flomskredhendelser og klimaanalyse [14]. Rapporten angir at kritiske 1-døgns verdier for nedbør på Østlandet er mellom 20-75 mm for utløsning av jord- og flomskred. Dette er betydelig lavere verdier enn tidligere rapporterte 8% av årsnedbør [13], og rapporten angir at feilkilder i analysen kan være at nedbør på analyserte skredlokaliteter har vært for lokal til å kunne fanges

opp i klimaanalysene og at erfaring har vist at mange skred blir utløst i kombinasjon med menneskelige inngrep som forstyrrer den naturlige likevekten.

På senorge.no [15] kan en hente ut arealdata som gir informasjon om snøforhold i området. Dette er grove data, men gir en indikasjon på snøforhold for det vurderte området. For Lom sentrum er normal årsmaksimum av snødybde for normalperioden 1971-2000 mellom 25-50 cm. Mot toppen av Lomseggje er den noe høyere, og ligger normalt på mellom 50 – 100 cm. Høyeste registrerte snødybde registrert av målestasjonen i Lom sentrum er på 65 cm, i januar 1899.

Beregnet 3-døgns nedbør ved hjelp av Trond Reitan's R-script i RSstudio ved bruk av data fra værstasjon i Lom (nr. 15060) hentet fra eklime er presentert i Figur 14, og viser at 1000 år returperiode for 3 døgns nedbør ligger rundt 150 cm. Det er imidlertid usikkert hvor mye av dette som kommer som snø, ettersom klimadata indikerer størst nedbørsmengde i perioden juli/august. Basert på maksimal snøhøyde kan en anta at 3 døgns nedbør sjelden vil overstige 40 cm. Dette ligger i samme område som NGI har brukt i tilsvarende område i kartlegging fra 2018 [16], der 40 – 50 cm er brukt som 1000 års verdi for 3-døgns nysnøtilvekst i Nedre Bøverdalen, som er under 1 km vest fra kartlagt område i denne rapporten. Det er likevel brukt betydelig høyere bruddhøyder i videre simuleringer, da det er lagt stor vekt på potensiell vindtransport i løснеområder som ligger til rette for dette.



Figur 14. Beregnet 3-døgns nedbør ved hjelp av RS-studio med Gumbel-distribusjon ved bruk av Trond Reitan's R-script.

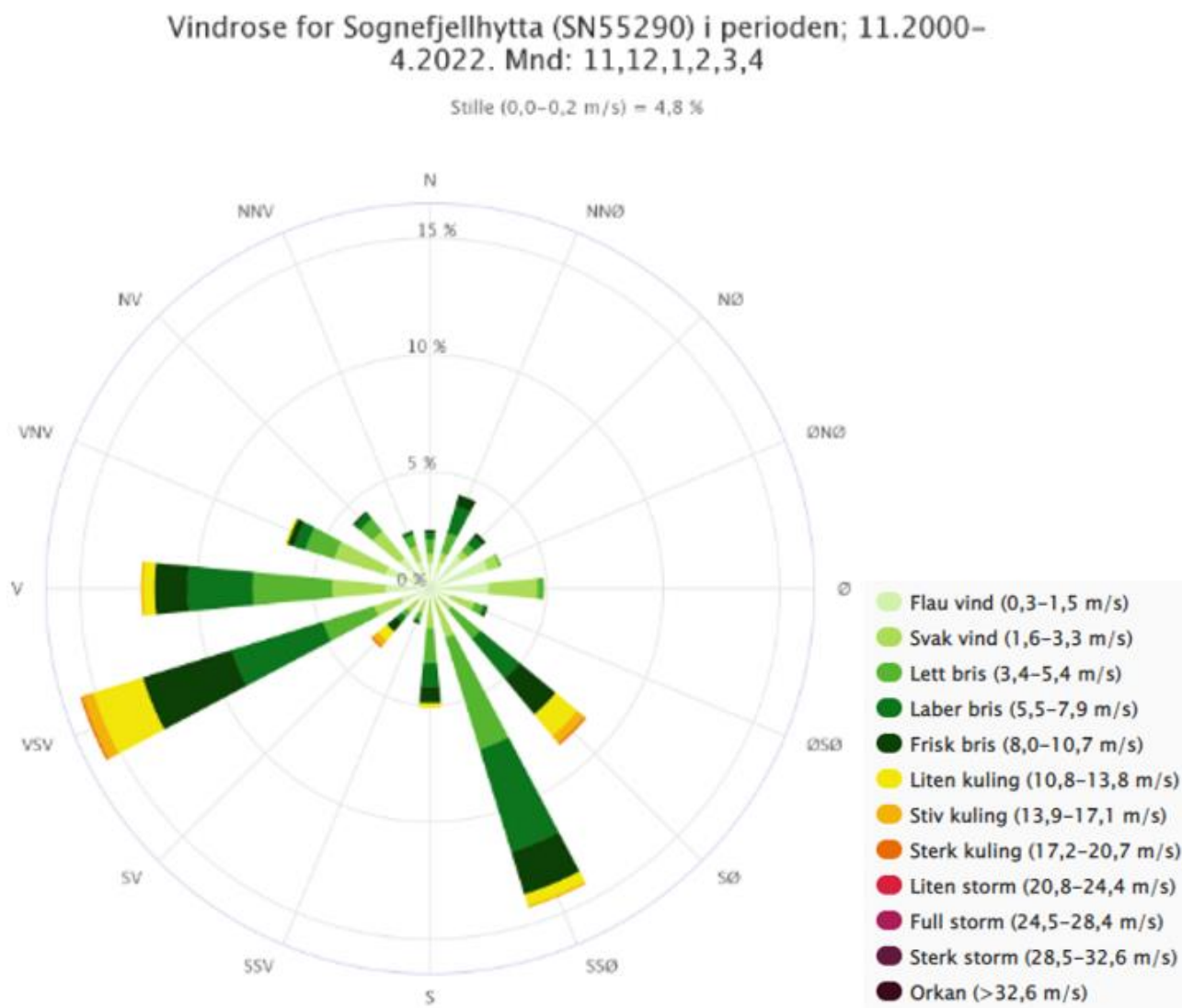
Det er ikke kjente jordskred, flomskred eller sørpeskred i området, og det er derfor ikke gjort tilbakeregning av nedbørintensitet ved tidligere hendelser.

2.5.1 Vind

Selv om nedbørsmengdene i området er små, vil vinden og muligheter for snødrift påvirke hvor store snømengder som legger seg i løsnakeområdene. Vindrose basert på vindmålinger i vintermånedene (november – april), fra Sognefjellhytta (Figur 15) og Juvasshøe (Figur 16) viser at dominerende vindretninger i denne perioden er fra vest-sørvest og sør-sørøst. Spesielt vind fra vest-sørvest er registrert med høye vindhastigheter.

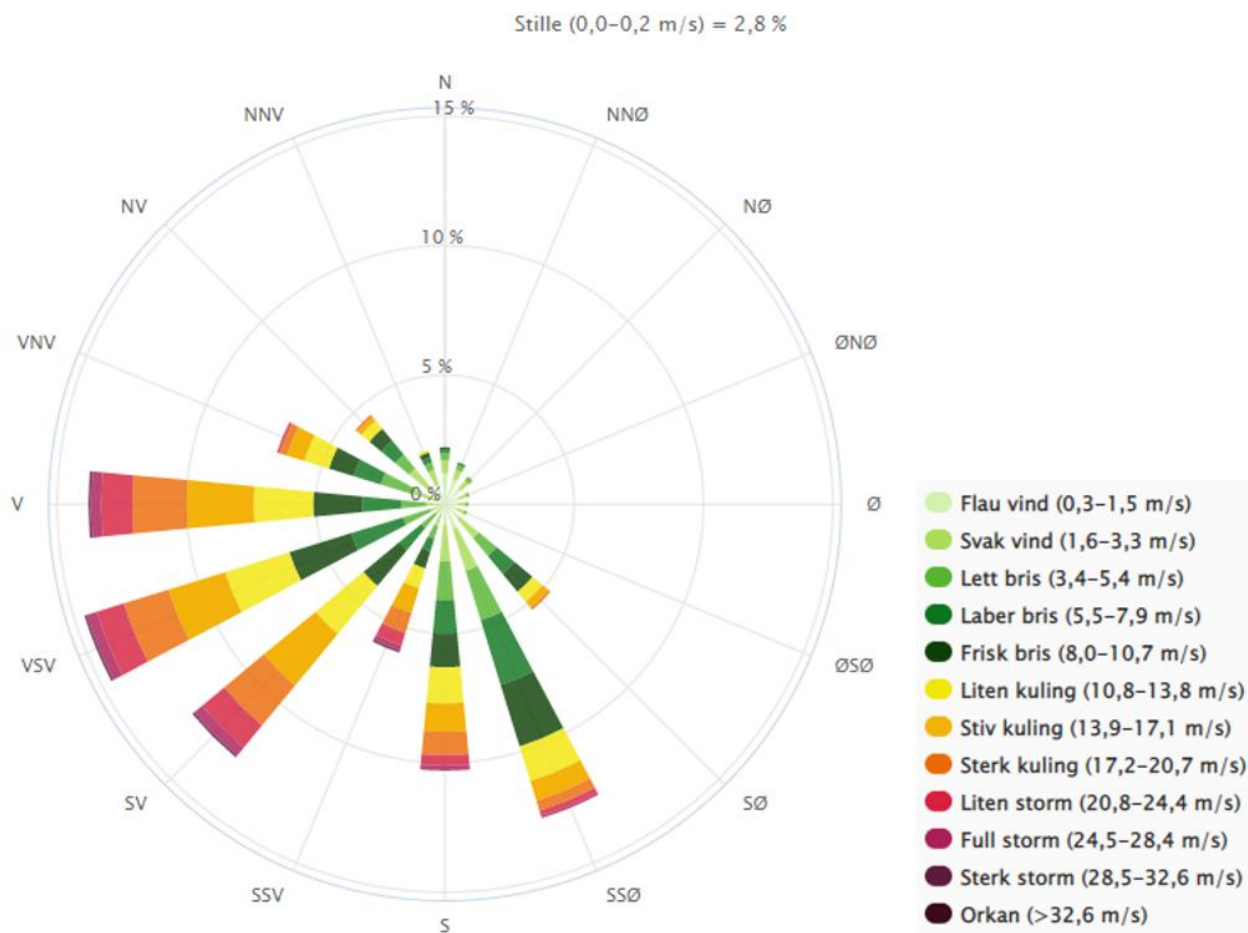
Den lokale topografien kan påvirke situasjonen i det kartlagte området, i forhold til situasjonen ved Sognefjellet og Juvasshøe. Ved Lomseggen er det kjent at det vinterstid kan bygge seg opp store snømengder i den nord-øst vendte delen av Lomseggen. Eksempelvis får de store skredene som tidvis går ved Knutstugugrove og som kan nå ned og ut på elven Otta, snø transportert med vestlig-sørvestlig vind over de flattere partiene vest for Lomseggen.

Påvirkningsområdet til kartleggingsområde B ligger helt ytterst på eggen i et betydelig smalere parti, og ligger ikke til rette for å akkumulere store mengder vindtransportert snø. De potensielle løснеområdenes utforming er heller ikke optimale for å bygge opp store snømengder, da de består av flere sva delt opp av langsgående brattkanter. Det er ingen tydelige skålformer som kan samle store mengder snø i terrenget innenfor noen av påvirkningsområdene.



Figur 15. Vindrose fra Sognefjellshytta for vintermånedene november til april i perioden 2000-2022.

Vindrose for Juvassshøe (SN15270) i perioden; 11.2010–4.2022. Mnd: 11,12,1,2,3,4



Figur 16. Vindrose for Juvassshøe, vintermånedene november til april i perioden 2010- 2022.

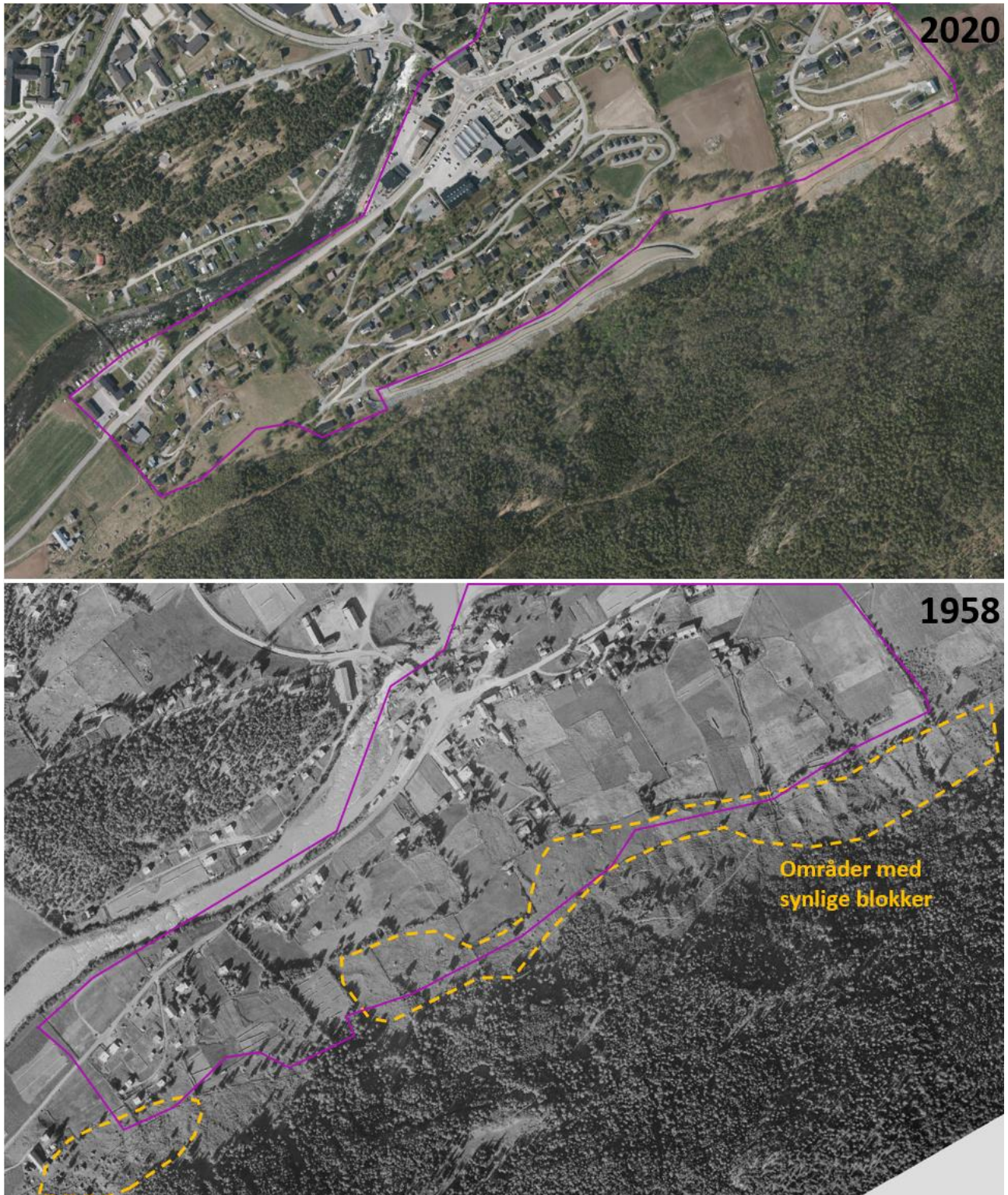
2.6 Skredhistorikk

Det er ikke registrert historiske skredhendelser innenfor kartleggingsområdet eller påvirkningsområdet i NVEs skreddatabase. En registrering er plassert i Lom sentrum, men gjelder en hendelse på Leirvassbu, som ligger drøyt 4 mil sør-vest for Lom sentrum.

Det er ikke funnet historiske hendelser i området under kartleggingen i 2009 (ingen historiske hendelser nevnt i rapporten).

I flybilde fra 1958 for kartleggingsområde A er terrenget betydelig mindre utbygd enn idag, og det ligger bergblokker i området som i dag er utbygd (Figur 17). Det er betydelige områder med spredte bergblokker synlige i flybilder (grovt anslått størrelse mellom 3-10 m³). Dette kan være skredavsetninger fra steinsprang.

Det er også noen synlige renneformasjoner/raviner i østlig del av kartleggingsområde A, også med synlige bergblokker. Ingen skader på skog er synlig og skoggrensen er vokst litt lengre ned mot boligfeltet og skredsikring.



Figur 17. Flybilder fra 2020 og 1958 viser at i store deler av området som er utbygd i dag, har det tidligere ligget mye bergblokker i terrenget, potensielt fra steinspranghendelser.

2.7 Eksisterende skredfarevurderinger

Skredfarevurdering for Lom sentrum ble gjennomført av NGI i 2009 [1], og store deler av dette kartleggingsområdet kartlegges på nytt nå i 2022. Eksisterende skredfaresoner for Lom sentrum inkluderer bare faresone etter sikkerhetsklasse S2 (TEK17 §7-3), er basert på grov terrengmodell i deler av påvirkningsområdene (sannsynligvis med 10 m oppløsning) sammenlignet med dagens standard, samt at dokumentasjonen av skredfareutredningen ikke følger gjeldende NVE veileder. I deler av planområdet er også gjennomført skredsikring. Siden 2009 er det også skjedd mye utvikling i regnemodeller og metoder, bla med mulighet for modellering av flere skredtyper med terrengmodell.

Omfattende kartlegging i Lom, Skjåk og Vågå kommune ble gjennomført i 2018 i regi av NVE. Kartleggingen i 2018 ble også gjennomført av NGI, og inkluderer områder i umiddelbar nærhet til kartlagt område, men dekker ikke nytt kartleggingsområde i dette prosjektet.

2.8 Eksisterende sikringstiltak

Det er gjennomført omfattende sikringstiltak i området etter kartleggingen gjennomført i 2009 [1]. Tiltakene omfatter steinsprangvoll dimensjonert for sikring av steinsprang med nominell årlig sannsynlighet 1/1000 ved Gjeisar [5], og steinsprangvoll/fanggjerde for sikring av steinsprang med nominell årlig sannsynlighet 1/333 for Ulstad [5]. Forprosjekt skredsikring [5] er detaljert videre i detaljprosjekteringsrapporter.

2.8.1 Voll boligfelt Gjeisar

Det henvises til detaljeringsrapport for detaljert beskrivelse og skisse av vollen: «NGI detaljprosjekteringsrapport. Gjeisar, Lom Kommune. Prosjektering av sikringstiltak mot steinsprang. 20101094-04-R. Juni 2013 [6].». Vollen er designet å være 4 meter høy, med unntak av avslutning mot endene. I Østre enden har vollen en bratt avslutning, mens vestre enden har slak avslutning. Vollen er dimensjonert for å stoppe steinsprang med en nominell årlig sannsynlighet 1/1000 og dimensjonerende skredtype er satt til steinsprang med volum på 1 m³.

2.8.2 Voll boligfelt Ulstad

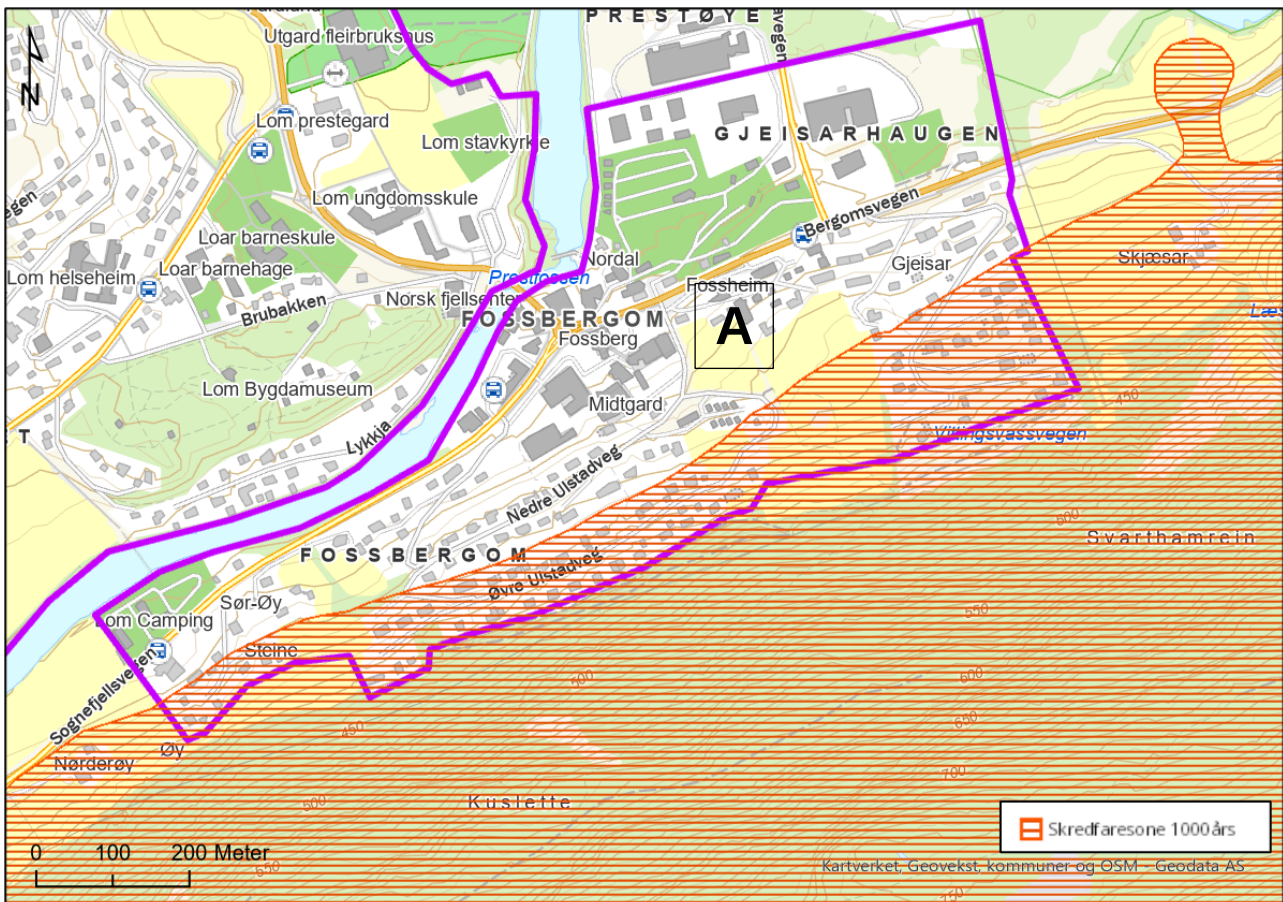
Det henvises til detaljprosjekteringsrapport for detaljert beskrivelse av vollen: «NGI detaljprosjekteringsrapport. Ulstad, Lom Kommune. Prosjektering av sikringstiltak mot steinsprang. 20110639-00-1-R. September 2012» [7]. Vollen er designet for å være 3 meter høy i 450 meter lengde [7]. Dimensjonerende skredtype er satt til steinsprang og vannrelaterte skred og sikringen er dimensjonert for nominell årlig sannsynlighet 1/333 [5], men deler av vollen ved Ulstad (østre del) er og dimensjonert for nominell årlig sannsynlighet 1/1000. Det er ikke opplyst nøyaktig hvilke deler av vollen som er dimensjonert for hvilket skredscenario.

2.8.3 Steinspranggjerde boligtomter Ulstad

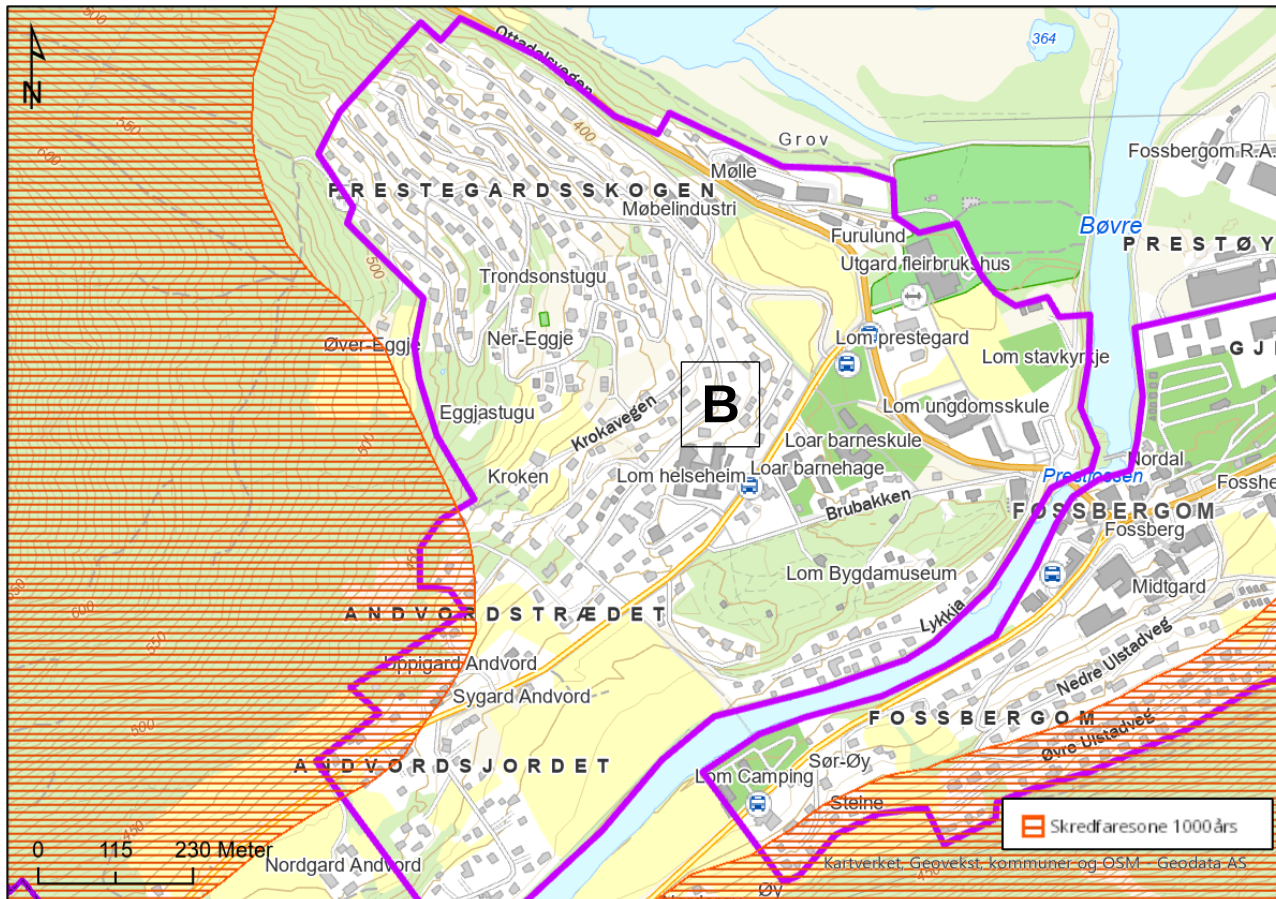
Ifølge detaljprosjekteringsrapport [7] skal det også bygges 70 meter steinspranggjerde for å sikre de to vestligste tomtene i boligfeltet. Dimensjonerende energikapasitet på fanggjerdet er minimum 3000 kJ, og høyde er 3,5 m [7]. Steinspranggjerdet er dimensjonert for blokker med volum på 1 m³. Steinspranggjerdet er dimensjonert for å sikre eksisterende boliger opp mot skredsannsynlighet 1/333 [5]. Steinspranggjerdet ble befart, og er tegnet inn i registreringskart i vedlegg 4.

3 Eksisterende faresoner

Eksisterende faresoner er kartlagt i 2009 [1]. Faresonene i område A (Figur 18) er begrunnet i steinsprang, remobilisering av blokker og mindre vannrelaterte skred. Faresonen dekker flere av husrekkene ved boligfeltene Ulstad, Gjeisar og Øyavegen, og er bakgrunn for sikringstiltakene som i dag er utbygd. Faresonen fra område B (Figur 19) har betydelig mindre begrunnelse, men det er identifisert potensielle løснеområder for steinsprang og snøskred i rapporten.



Figur 18. Eksisterende faresone (S2) for område A.



Figur 19. Eksisterende faresone (S2) for område B.

4 Feltobservasjoner

4.1 Skredgeologisk beskrivelse

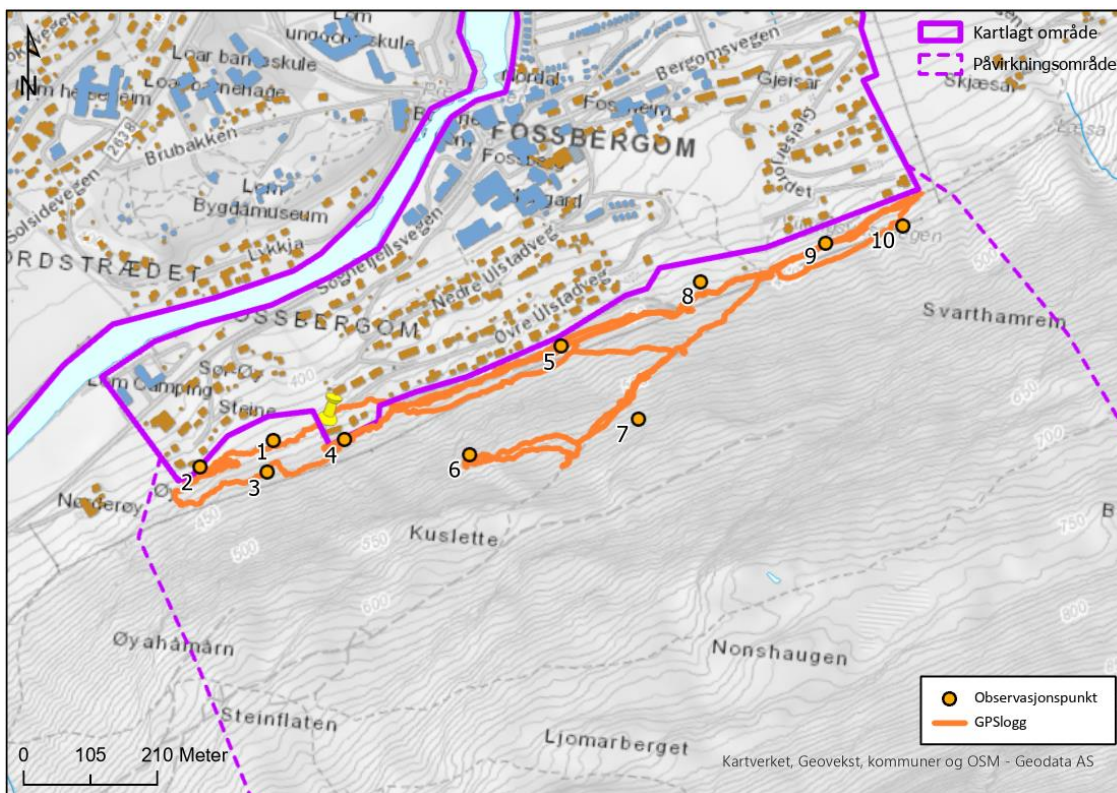
Hensikten med feltarbeidet var å få et inntrykk av topografiske forhold, grunnforhold, samt sannsynlighet for skred.

Område A

I område A (Figur 20) er det gjort betydelige sikringsarbeider i form av voller og steinsprangnett ovenfor boligfeltene Gjeisar og Ulstad (Figur 21). I disse områdene ble historiske steinsprangblokker i lia og i områdene som ikke er dekket av sikringsmidler registrert. Vest for Ulstad ble det observert flere mulige steinsprangblokker i terrenget, men alle de observerte blokkene bar preg av å ha ligget i terrenget lenge (observasjonspunkt 1,2 og 3 i Figur 20 vist i Figur 22). I den vestligste delen av området er terrenghelningen økende ned mot bebyggelsen og frem til enden av kartleggingsområdet. Det ble også observert flere steinsprangblokker utover jordet mellom de to vollene (observasjonspunkt 8).

Noen av de potensielle løsneområdene i området ble befart (observasjonspunkt 6 og 7). Generelt består løsneområdene av flere lokale skrenter spredt over hele fjellsiden (Figur 25), samt terrengblokker med potensiale for remobilisering (Figur 24).

Mot sikringstiltakene ble (Observasjonspunkt 4, 5 og 9) det ikke observert steinsprang fra nyere hendelser som har gått i vollene eller i nettet (Figur 21 og Figur 23). Det ble heller ikke observert nylige steinspranghendelser i nærhet til boligfeltet. Det ble observert flere mindre renneformer/raviner i løsmassene ovenfor østre del av vollen ved Gjeisar (Observasjonspunkt 10), men det er ikke observert nylig skredaktivitet.



Figur 20. Kart med observasjoner fra område A.



Figur 21. Ingen nye utfall langsmed vollen ved Ulstad.



Figur 22. Flere blokker observert ovenfor bebyggelsen, men ingen ferske steinsprangblokker er observert.



Figur 23. Vollen ved Gjeisar.



Figur 24. Det er blokker med potensiale for remobilisering samt spredte skrentpartier i store deler av siden.



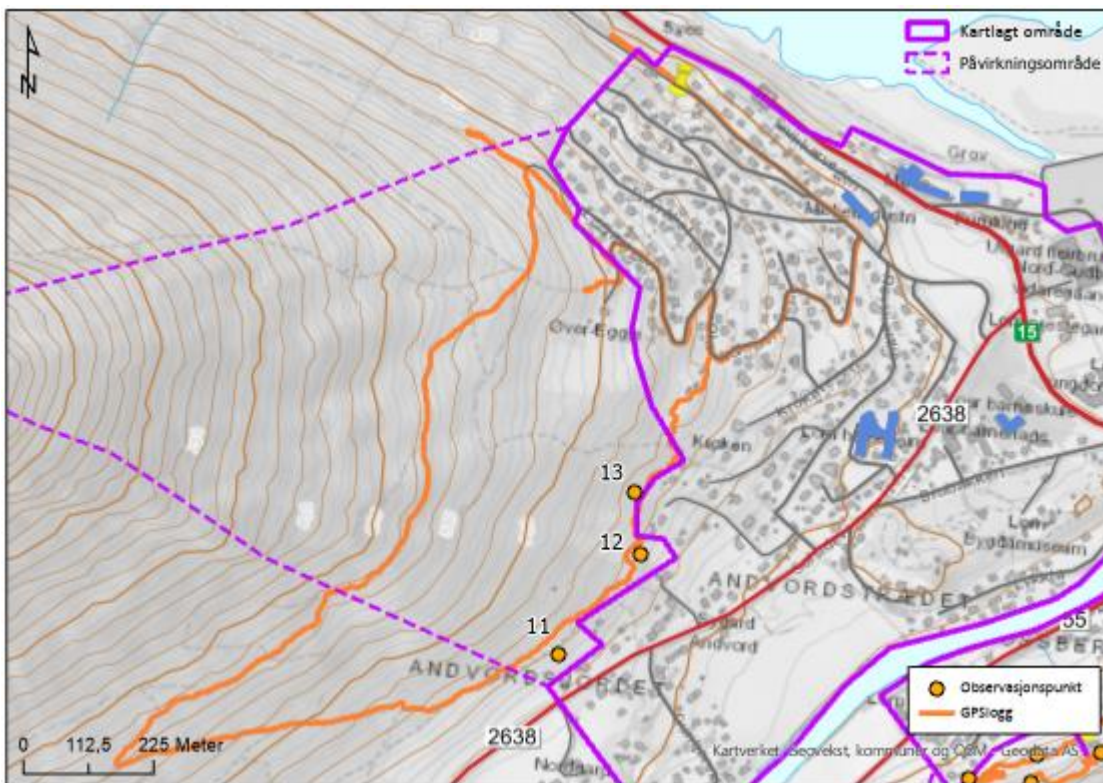
Figur 25. Typisk løsneområde for steinsprang i område A. Løsneområdene karakteriseres av små spredte skrenter over hele fjellsiden.

Område B

Det ble generelt observert lite spor etter tidligere skredaktivitet under befarig i område B (Figur 26). Unntaket er observasjonspunkt 11, der det ble observert spredte blokker utover gressmark (Figur 27). Det ble ikke

identifisert noen tydelige løснеområder for blokkene, og terrenget i overkant er relativt slakt (>30 grader), samt dekket av tett skog. Ingen av blokkene som ble observert er nylige hendelser.

Ved observasjonspunkt 12 og 13 ble det observert noen mindre skrentpartier, men disse har ikke potensiale som løснеområde for store utfall av blokker som kan få utløp ned mot bebyggelsen (Figur 28 **Error! Reference source not found.**). Det ble ikke observert skader i skog som følge av tidligere skredhendelser i den aktuelle fjellsiden (Figur 29).



Figur 26. Kart med observasjoner fra område B.



Figur 27. Spredte blokker ut over gressmark.



Figur 28. Flere mindre skrenter er observert, men ingen med potensiale for steinsprang av betydning.



Figur 29. Det er ikke observert spor etter skredhendelser i store deler av terrenget.

5 Modellering

5.1 Steinsprang

5.1.1 RAMMS Rockfall

Som en støtte til skredfarevurderingen er det simulert utløp for steinsprang med den dynamiske 3D modellen RAMMS Rockfall (RAMMS::ROCKFALL v. 1.6.70). Resultatene fra modelleringen viser utløp og utbredelse for steinsprang og må tolkes og vurderes sammen med andre data.

Modellen krever input fra digital terrengmodell, definisjon av løснеområder, samt blokkstørrelse og blokkform. En kan også definere verdier for energidemping i terrengoverflaten basert på grunnforhold, samt inkludere friksjon fra skog. Følgende kommentarer er knyttet til RAMMS Rockfall beregningene i dette prosjektet:

- Kanta, avlange blokker er benyttet som steinsprangblokker. Det er simulert med volum på 2 m³ for område B og 1 m³ og 5 m³ for område A. NGI har benyttet dimensjonerende blokkstørrelse ved dimensjonering av skredsikring ble satt til 1 m³ [5], men med mulighet for sjeldne utfall av større blokker. Basert på befaringsobservasjoner vurderer Norconsult at 5 m³ er dimensjonerende skredscenario for sikkerhetsklasse S3.
- Digital terrengmodell med 2 m oppløsning er brukt i modelleringen.
- For område A er totalt antall simulerte blokker er 4800, fordelt på 1600 kildepunkt, med tre vilkårlige orienteringer av blokkene i startpunkt.
- For område B er totalt antall simulerte blokker er 26874, fordelt på 8958 kildepunkt, med tre vilkårlige orienteringer av blokkene i startpunkt.
- Løснеområder (polygon) er definert på kart (løснеområder er definert som arealer med helling over 45 grader, eller områder der ugunstig orientering av sprekker gjør utfall fra slakere terreng mulig).
- Verdier for energidemping i terrenget (som myr, bart fjell, ur, etc.) er lagt inn i modellen basert på observasjoner i felt, samt ved bruk av flyfoto og fjellskyggekart.
- Eksisterende voller er inkludert i modelleringen ved terrengmodellen. Steinspranggjerdet er ikke inkludert.
- Litteraturstudie med fokus på sammenheng mellom skog og skred [17] viser at det er mindre relevant å vurdere skogens energidempende effekt på steinsprang over 2 m³. Skog er likevel inkludert i modellene, både for område A og område B, med en liten bremsende effekt i området med åpen skog, og en middels bremsende effekt i områder med tettere skog.

5.1.2 Alfa-beta stein

Alfa-beta er en empirisk modell basert på statistisk sammenheng mellom høyden til utløsningsområdet og rekkevidden av 122 observerte ekstremutløp av steinsprang [18]. I dette tilfelle er den brukt for å sammenligne maksimalt utløp mot resultat i 3D modellen RAMMS. Beregningen er gjennomført ved bruk av NVEs Alfa-beta verktøy.

For steinsprang

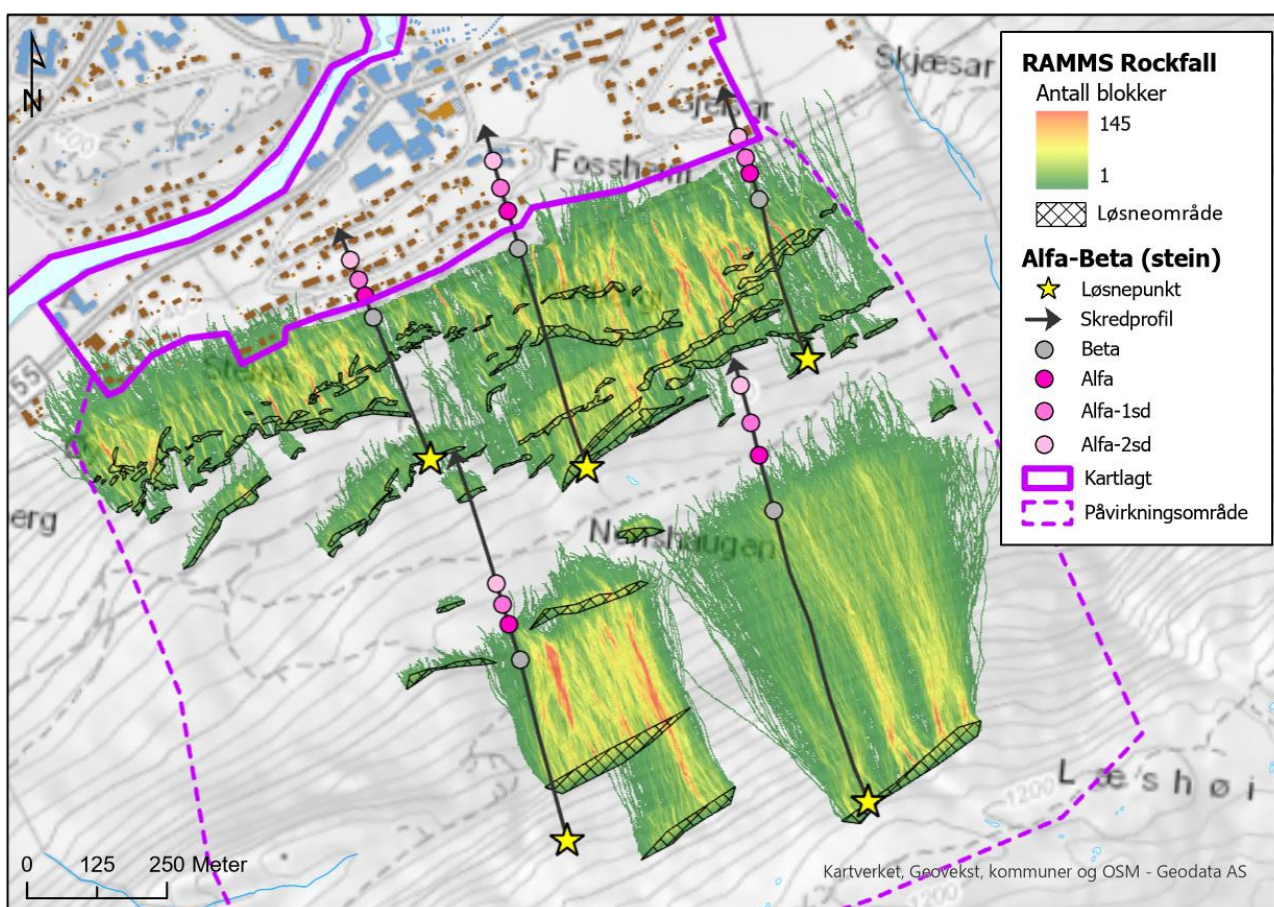
$$\alpha = 0.77\beta + 3.9^\circ \quad (\sigma = 2.16^\circ)$$

(β -punktet er det punktet langs skredbanen der terrenget flater ut til en 23° helning og σ er ett standardavvik).

5.1.3 Resultater område A

Steinsprangblokker viser at over 95% av de simulerte blokkene som når vollene med volum på 5 m³, stopper i disse (Figur 30). I områder uten voll, når stein lengre ut i dalen, men med begrenset energi og spranghøyde. Det vurderes at årsaken til dette er begrenset høyde på utfall, og at blokkene hovedsakelig beveger seg langs et terreng med energidempende løsmasser og tett skog. Dette stemmer godt overens med tolkninger fra befaringen. Alfa-beta beregning er gjennomført langs fem profiler i område A. Estimert maksimalt utløp (Alfa-2sd) går ut mot eksisterende S2 sone kartlagt i 2009.

Utløp av blokker med RAMMS er beregnet på flere tusen blokker, og må sees i sammenheng med utfallssannsynlighet.



Figur 30. Område A. Resultater fra modellering av steinsprangutløp med 5 m³, dynamisk modell RAMMS rockfall (antall steinsprangblokker som passerer hver celle i simuleringen) og empirisk/statistisk analyse (alfa-beta).

5.1.4 Effekt av sikringstiltak, Gjeisar

For å vurdere effekt av vollen ytterligere enn kun ved modellering vist i kart, er det hentet ut data for spranghøyde og kinetisk energi et par meter før blokkene treffer vollen. Vollen er 4 m høy over ca. 230 m av den 250 meter lange strekningen, men så avtar høyden ned mot null i endene. Østre enden har en bratt avslutning, mens vestre enden har en slak avslutning. Høyde av vollen (4 meter) er godt over 95 persentil av spranghøyden ved simulering av blokker for 1 m³ (Tabell 2). Vurderingene ser bare på vollgeometri, det er ikke gjort en vurdering av om vollen har tilstrekkelig egenstyrke mot potensiell skredlast.

For blokker på 5 m³ er marginen på dimensjonert sikring betydelig mindre og at ved et så sjeldent skredscenario kan oppstå effekter som kan føre til at blokker kan passere skredsikring. I rapport fra NGI [5] er det beskrevet at en vollen vil fungere som ledegrøft for mindre vannrelaterte skred.

Tabell 2. Energi og spranghøyde på blokker rett før de når vollen ved Gjeisar.

1 m ³	Gjennomsnitt	90 persentil	95 persentil
Spranghøyde	0,8	1,35	1,4
Energi	58 kJ	238 kJ	238 kJ
5 m ³	Gjennomsnitt	90 persentil	95 persentil
Spranghøyde	1,3 m	2 m	2,4 m
Energi	361 kJ	1255 kJ	1881 kJ

5.1.5 Effekt av sikringstiltak, Ulstad

For å vurdere effekt av steinspranggjerd, er det hentet ut data for blokker i RAMMS som passerer gjennom profilet der gjerdet står. Kinetisk energi og spranghøyde er spesielt relevante verdier for å kunne vurdere om gjerdets kapasitet er tilstrekkelig for scenario som er definert for sikkerhetskravet. Ifølge detaljprosjekteringsrapport av sikringstiltakene er dimensjonerende energikapasitet på gjerdet minimum 3000 kJ, og høyde 3,5 m. Verdier for spranghøyde og energi er gitt i Tabell 3 og viser at gjerdet er tilstrekkelig dimensjonert for å stoppe 95 persentil av blokker med volumer mellom 1-5 m³, men har liten margin med tanke på energi for 5 m³ blokker.

For blokker på 5 m³ er marginen på dimensjonert sikring betydelig mindre og at ved et så sjeldent skredscenario kan oppstå effekter som kan føre til at blokker kan passere skredsikring.

Tabell 3. Energi og spranghøyder på blokker i det de treffer gjerdet vest for vollen ved Ulstad.

1 m ³	Gjennomsnitt	90 persentil	95 persentil
Spranghøyde	1 m	1,5 m	2,1 m
Energi	98 kJ	235 kJ	300 kJ
5 m ³	Gjennomsnitt	90 persentil	95 persentil
Spranghøyde	1,5 m	2,4 m	2,9 m
Energi	896 kJ	2030 kJ	2953 kJ

For å vurdere effekt av vollen ved Ulstad ytterligere, enn kun ved modellering vist i kart, er det hentet ut data for spranghøyde og kinetisk energi et par meter før blokkene treffer vollen. Vollen har minimum høyde 3 meter ovenfor bebyggelsen, og er enda høyere i vestre del. Mot endene avtar høyden. 95 persentil av spranghøyde ligger på 1,4 og 2,6 meter for simulering med blokkvolum på hhv. 1 m³ og 5 m³ (Tabell 4). Vurderingene ser bare på vollgeometri, det er ikke gjort en vurdering av om vollen har tilstrekkelig egenstyrke mot potensiell skredlast.

For blokker på 5 m³ er marginen på dimensjonert sikring betydelig mindre og at ved et så sjeldent skredscenario kan oppstå effekter som kan føre til at blokker kan passere skredsikring.

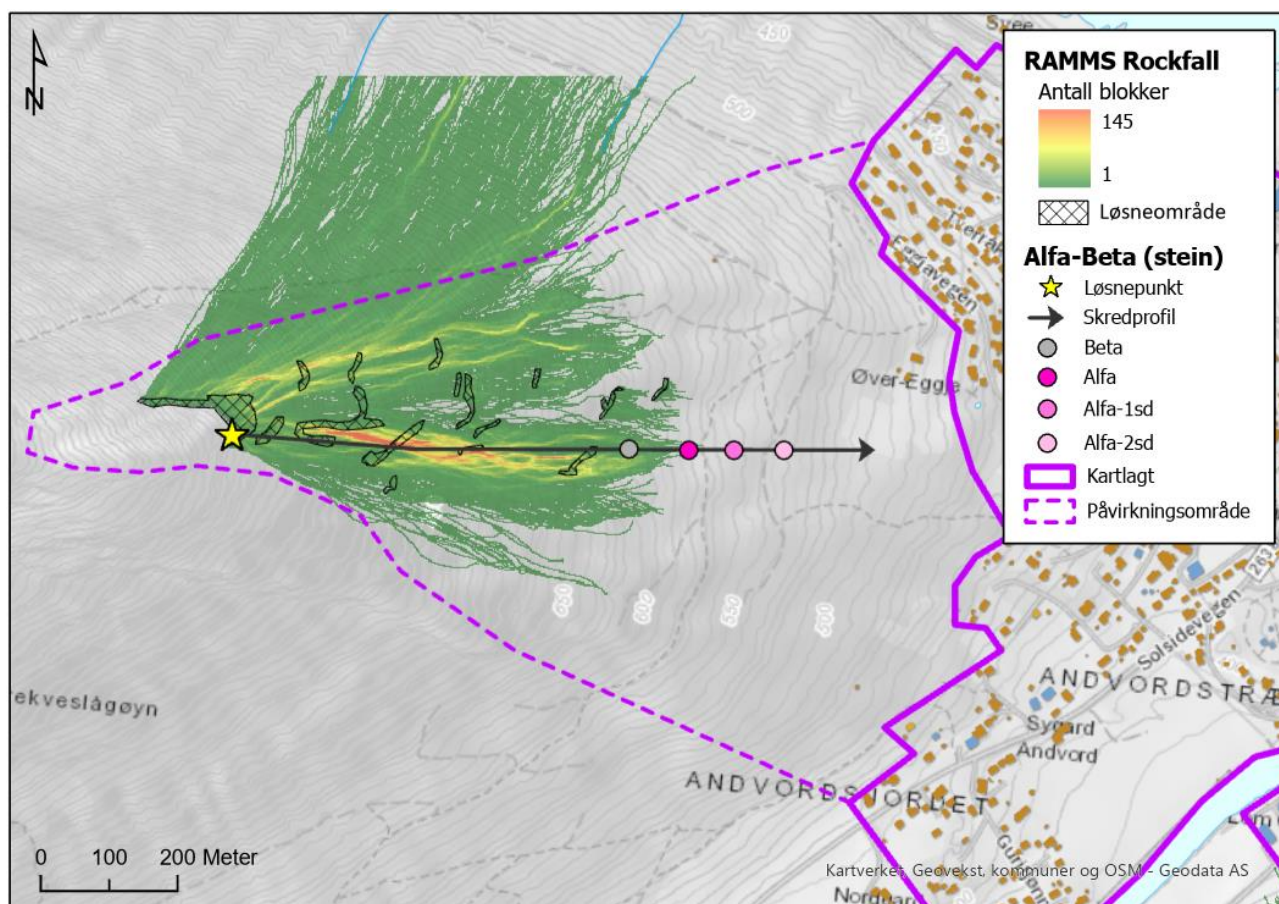
Tabell 4. Energi og spranghøyder på blokker rett før de når vollen ved Ulstad.

1 m ³	Gjennomsnitt	90 persentil	95 persentil
------------------	--------------	--------------	--------------

Spranghøyde	0,7 m	1,1 m	1,4 m
Energi	23 kJ	65 kJ	185 kJ
5 m ³	Gjennomsnitt	90 persentil	95 persentil
Spranghøyde	1,3 m	2 m	2,6 m
Energi	242 kJ	903 kJ	1769 kJ

5.1.6 Resultater område B

Simuleringen i RAMMS viser at steinsprangblokker spres ut over ryggformasjonen (Figur 31). Blokker stopper effektivt opp før kote 575, og i god avstand til kartleggingsområdet. Det er varierende grad av løsmassetykkelse, men det er i stor grad løsmasser og tykk skog i nedre del av fjellsiden og dette gjør at blokker dempes effektivt. Alfa-beta beregning for utløp steinsprang er gjennomført langs ett profil i område B og estimert maksimalt utløp (Alfa-2sd) går opp mot 150 m lengre enn lengste utløp i RAMMS. Det er god avstand mellom Alfa-2sd og kartleggingsområdet.



Figur 31. Område B. Resultater fra modellering av steinsprangutløp med 2 m³, dynamisk modell RAMMS rockfall (antall steinsprangblokker som passerer hver celle i simuleringen) og empirisk/statistisk analyse (alfa-beta).

5.2 Snøskred

5.2.1 RAMMS Avalanche

I denne rapporten har RAMMS (Rapid Mass Movements) blitt brukt som modelleringsverktøy (versjon 1.7.20). Dette er en fluidmekanisk modell, utviklet ved SLF i Sveits (2010). Modellen beskriver skredet som en væske som har både friksjon som et fast materiale og viskositet som en væske. Programmet er en 2-dimensjonal numerisk modell som beregner skredhastighet, flyte høyde (skredtykkelse) og bredde til snøskred over et 3 – dimensjonalt terreng i skredbanen. I dette tilfelle ble det brukt en terrengmodell med gridopløsning på 5 meter som i teorien skal kunne gi god fremstilling av et snødekt terreng med utglating av terrenget fra snø. Modellen viser en teoretisk utbredelse og hastighet og er kun et hjelpemiddel for å vurdere potensiell utbredelse og hastighet til skredene.

Typisk observerte bruddhøyder for sjeldne snøskred (returperiode 100-1000 år) er 100 – 200 cm. Klimadata (kapittel 2.5) indikerer at forventede bruddhøyder for sjeldne skred ligger i nedre del av dette området, men bruddhøyden vil være påvirket av en rekke faktorer, og kan variere mye ut ifra lokal topografi og muligheter for snødekkeoppbygging fra vindtransportert snø. Det er kun kjørt modellering for område B, da snøskred ikke vurderes som aktuell skredtype i område A.

Følgende kommentarer er knyttet til RAMMS Avalanche i dette prosjektet:

- Tykkelse av ekstremt sjeldne skred ble vurdert til å være opp mot 1 meter, avhengig av løsningsområdet mulighet til å bygge opp snødyp. Noen av løsningsområdene er i noen grad skålformet og ligger til rette til for å samle opp snø fra snødrift. For løsningsområdene A, B og C er det potensiale for oppbygning av snø som følge av at de ligger i le for dominerende vindretning vinterstid. Det er ujevnt terreng i løsningsområdet, med mye større blokk samt noe tynn skog, og nederste delen av snøpakken vil i liten grad kunne løses ut. Dette gjør at det må relativt store snømengder til for å kunne oppnå bruddhøyder opp mot 1 m. Løsningsområde for løsningsområde A, B og C er modellert med 1 meter bruddhøyde, for å representere meget sjeldne scenarioer.
- Modellering er gjort med følgende volum: A: 5 729 m³, B: 15 775 m³, C: 25 574 m³ der snøskredvolum klassifiseres som store og svært store skred etter EAWS [19].
- Høydeintervallene for friksjon ble satt til lim 1: 1000 moh. og lim 2: 500 moh., som gir større friksjon nærmest havnivå, og lavere friksjon høyere oppe i fjellsiden.
- Friksjonsparameterne er justert til en returperiode på 300 år som er gir de laveste friksjonsverdiene i RAMMS.
- Simuleringen er gjort på terrengmodell med 5 m oppløsning.
- Skogen i fjellsiden er stedvis svært tykk, og antas å ha en betydelig effekt i oppbremsing av skredmassene, men simuleringene av snø er gjort uten skog.

5.2.2 Alfa-beta snø

Alfa-beta er en empirisk modell basert på statistisk sammenheng mellom høyden til utløsningsområdet og rekkevidden av 206 kjente snøskred med kjent utløpsdistanse [20]. I dette tilfelle er den brukt for å sammenligne maksimalt utløp med RAMMS. Beregningen er gjennomført ved bruk av NVEs Alfa-beta verktøy.

For snøskred

$$\alpha = 0.96\beta - 1.4^\circ \quad (\sigma = 2.3^\circ)$$

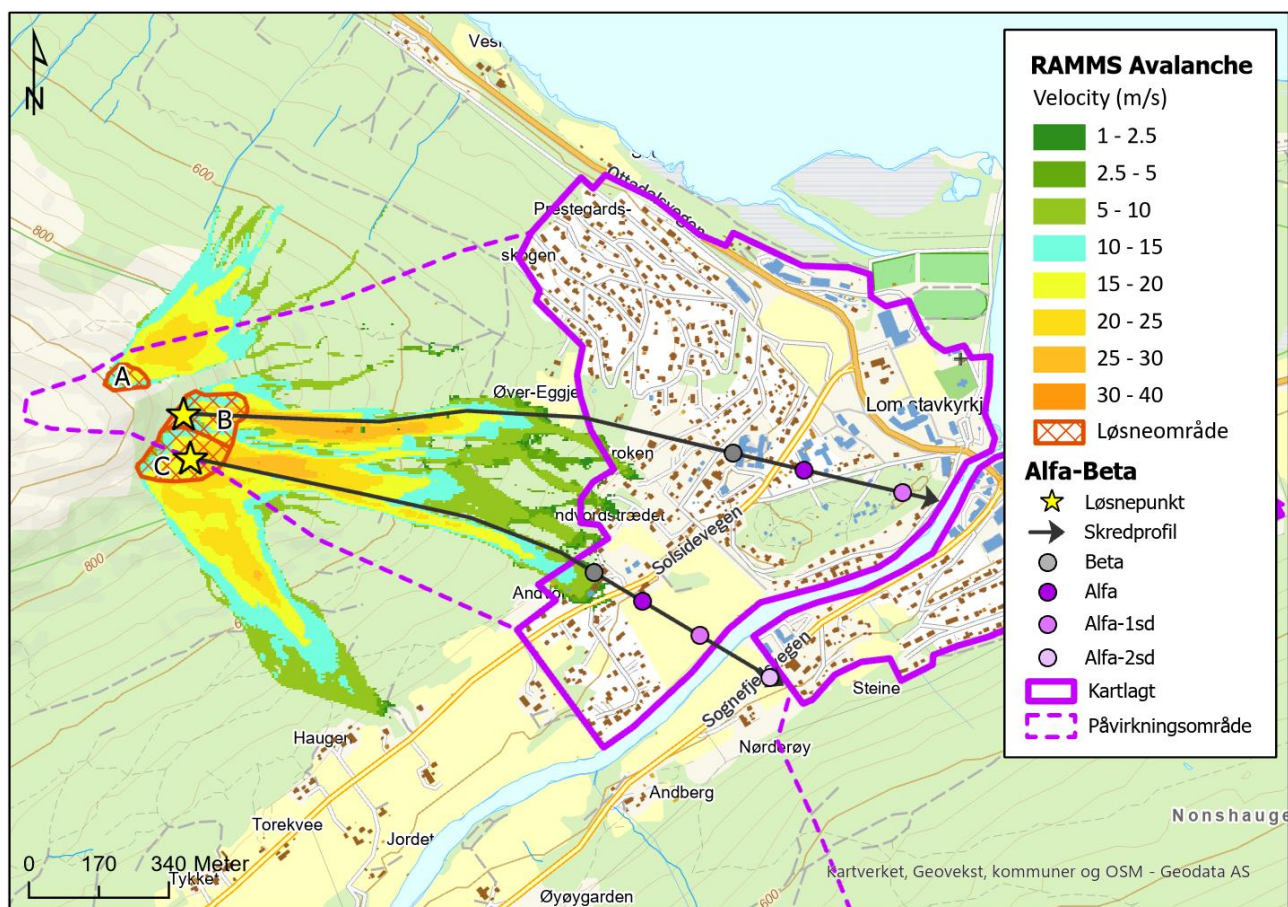
(β -punktet er det punktet langs skredbanen der terrenget flater ut til en 10° helning og σ er ett standardavvik)

5.2.3 Resultater område B

Resultatet av modelleringen viser at det modellerte løснеområdet på nordsiden av ryggen (løснеområde A) følger terrenget i en annen retning enn mot kartleggingsområdet (Figur 32). Løснеområdet på sørsiden av ryggen (løснеområde B) følger terrenget ned mot midtre del av kartleggingsområdet (mot plassen Kroken). Største delen av skredet bremses betydelig opp ned mot området mellom kote 550 og kote 500. Noen mindre skredarmer følger mindre forsenkninger i terrenget, med en hastighet på under 10 m/s, ned og inn i kartleggingsområdet. For løснеområde C deler skredmassene seg opp, og en del følger terrenget ned den sørvendte fjellsiden, og ut av påvirkningsområdet. En del av massene følger en forsenkning ned mot og går inn i sørvestlig del av kartleggingsområdet.

Modelleringen inkluderer ikke skog, og er kjørt på et utglattet terreng med oppløsning 5 m. Dette gjør at potensialet for at snømasser kan passere forbi utflatingen ved kote 500 i realiteten er mye lavere. Dersom det likevel skulle passere, antas tett skog i området mellom kote 500 og kartleggingsområdet å ha en betydelig effekt på å bremse opp skredmassene.

Beregninger med alfa-beta viser ekstremutløp langt inn i kartleggingsområdet. Modellen er i utgangspunktet beregnet på store skred med konkave utløpsbaner, og tolkes å kunne overestimere utløpet langs eggen i Lom. Modellen tar heller ikke hensyn til skog.



Figur 32. Modelleringsresultater RAMMS Avalanche for område A.

5.3 Sørpe-, jord- og flomskred

Det er ikke registrert spor etter aktivitet fra sørpeskred eller jord- og flomskred og det er vurdert at disse prosessene hovedsakelig ikke er dimensjonerende for faresoner i kartleggingsområdet. Det er derfor ikke modellert utløpslengder for disse skredtypene.

6 Skredfarevurdering

Viser til Vedlegg 1 for generell beskrivelse av de ulike skredtypene.

6.1 Steinsprang

Terrenghellingen ovenfor området er tilstrekkelig bratt til at det kan løsne steinsprang i både område A og B, og blokker kan få utløpsretning ned mot de kartlagte områdene.

Område A

Det er potensielle løsneområder for steinsprang langs hele fjellsiden ovenfor kartleggingsområde i form av spredte, lokale skrenter. Det er spredte blokkavsetninger ned mot bebyggelsen, men denne er i stor grad mosegrodd, bevokst med skog og bærer ikke preg av å være nylige eller hyppige utfall. Det er potensiale for remobilisering av blokker langsmed hele fjellsiden. Modellering av steinsprang viser at majoriteten av blokker stopper raskt i det de treffer skredvoll. Steinspranggjerdet har også god effekt basert på analyser av profiler i modellering. Det er ikke observert ferske steinsprangblokker i terrenget ovenfor vollene, og det er ikke registrert historiske hendelser i området. Utfallsansynlighet vurderes som lav.

Observasjoner i felt og informasjon fra lokale tilsier at det er lav utfallshyppighet av blokker, men at blokker potensielt kan ha stort volum. Sikringstiltakene i området er dimensjonert for blokker på 1 m³, men vil ifølge modelleringsresultater kunne stoppe over 95 prosent av blokker mellom 1-5 m³. Sikringseffekt av voller og gjerde er beskrevet i kapittel 5.1.4 og 5.1.5, og viser at samtlige tiltak vil ha tilstrekkelig effekt for å sikre mot steinsprang med returperiodene de er dimensjonert for (1/333 og 1/1000).

Deler av området er vurdert å ha høyere sannsynlighet for steinsprang enn 1/100, 1/1000 og 1/5000, og tilfredsstillende derfor ikke krav til sikkerhet mot skred for sikkerhetsklasse S2 og S3. Det er derfor utarbeidet faresonekart for området.

Område B

Det er potensielle løsneområder for steinsprang i øvre del av ryggformasjonen ovenfor kartleggingsområde. Modelleringen viser at blokker spres ut over ryggen, og stopper i god avstand til kartleggingsområdet. Det ble ikke observert nylige steinspranghendelser i området, og det er ingen kjente historiske hendelser. Remobilisering av blokker i lia er ikke vurdert som relevant skredtype i dette området, da terrenget er betydelig slakere. Det ble heller ikke observert blokker med potensiale for remobilisering under befaringen.

Det ble observert spredte blokker ut over gressmark i sør-vestlig del av påvirkningsområdet, men det ble ikke identifisert noe tydelig løsneområde for blokkene og opprinnelsen er derfor ukjent. Det kan ikke utelukkes at blokkene er historiske skredblokker, men det er også mulig at dette er terrengblokker/morene som er remobilisert eller avsatt. Sannsynligheten for remobilisering av blokker med utløp til kartleggingsområdet vurderes som svært liten grunnet terrenghelning og dagens forhold med tett skog i fjellsiden.

Det vurderes at området har tilstrekkelig sikkerhet mot steinsprang for sikkerhetsklasse S1, S2 og S3 da den nominelle årlige sannsynligheten for steinsprang vurderes å være lavere enn 1/5000.

6.2 Steinskred

Område A og B

Det er områder med brattere helning enn 45 grader, men det er ikke observert tegn til deformasjon av større bergpartier (10 000- 100 000 m³) i fjellsiden. Slike skred er sjeldne sammenlignet med andre skredtyper som steinsprang og snøskred, og utfallsansynlighet vanskelig å estimere. Karttjenesten InSAR Norge (som kan

identifisere deformasjon i fjell) har ikke optimal dekning i området pga. vegetasjon og helning. Punkter som kommer frem grunnet lite vegetasjons viser ingen tydelig trend til deformasjon i fjellsiden. Det er ingen objekter registrert i NGUs nasjonale database for ustabile fjellparti i nærheten av området.

Det vurderes at området har tilstrekkelig sikkerhet mot steinskred for sikkerhetsklasse S1, S2 og S3 da den nominelle årlige sannsynligheten for steinskred vurderes å være lavere enn 1/5000.

6.3 Jordskred

Område A

Terrenget i påvirkingsområdet har bratt nok helling til at jordskred kan løsne, og terrenget er stort sett brattere enn 20 grader ovenfor vollene. Det er ikke historiske skredhendelser eller observerte sport etter utglidninger i terrenget, hverken i flybilder, fjellskyggekart eller i felt. Det er ikke observert pågående erosjon eller utvasking i løsmassedekke i fjellsiden ovenfor vollen ved Ulstad og vestover. I tillegg er store deler av løsmassedekket i området dekket av skog og vegetasjon i overflaten, som gir en bindende effekt i toppen av løsmassene.

Ovenfor Gjeisar er flere mindre renneformasjoner synlige i flyfoto og under befaringen. Det ble ikke observert nylige utglidninger langsmed rennene, og de er i stor grad bevoskt med skog. Mindre utglidninger kan forekomme i området, men ikke av tilstrekkelig størrelse til å kunne passere vollen ved Gjeisar. Det er en bratt løsmasseskråning (ikke naturlig terreng) i bakkant av vollen. Erosjon i denne kan forekomme,

Det vurderes at kartleggingsområdet har tilstrekkelig sikkerhet mot jordskred for sikkerhetsklasse S1, S2 og S3 da den nominelle årlige sannsynligheten for jordskred vurderes å være lavere enn 1/5000.

Område B

Terrenget i påvirkingsområdet har i noen partier bratt nok helling til at jordskred kan løsne. Dette gjelder hovedsakelig høyt opp i fjellsiden (over kote 600). Det er stor variasjon i løsmassetykkelse, og flere partier med bart fjell mellom partier med løsmasse. Det er ikke registrert historiske skredhendelser i NVEs database eller observert spor etter utglidninger i terrenget, hverken i flybilder, fjellskyggekart eller i felt. Det er ikke observert pågående erosjon eller utvasking i løsmassedekke i fjellsiden. I tillegg er store deler av løsmassedekket i området dekket av skog og vegetasjon i overflaten, som gir en bindende effekt i toppen av løsmassene.

Det kan ikke utelukkes at mindre utglidninger kan forekomme lokalt i partier med brattere helning i kombinasjon med løsmasser, men det er lite sannsynlig at slike små utglidninger vil få en høy nok hastighet og/eller stor nok utbredelse til å generere lange utløp inn i kartleggingsområdet.

Det vurderes at kartleggingsområdet har tilstrekkelig sikkerhet mot jordskred for sikkerhetsklasse S1, S2 og S3 da den nominelle årlige sannsynligheten for jordskred vurderes å være lavere enn 1/5000.

6.4 Flomskred

Område A og B

Fjellsiden ovenfor kartleggingsområdene har bratte fjellsider, men det er kun mindre tydelige bekkeløp eller forsenkninger med tilgjengelige løsmasser som kan fungere som løснеområder for flomskred med retning mot kartleggingsområdene. Det er ingen tydelige søkk i terrenget som drenerer større mengder vann inn mot kartleggingsområdet fra påvirkingsområdet. Det er ikke registrert spor etter aktivitet fra flomskred eller flomskredavsetninger i området. Dersom mindre vannrelaterte skred likevel skulle forekomme, går samtlige av de mindre bekkene funnet ved hjelp av Scalgo ned bak vollene for område A.

Det vurderes at kartleggingsområdene har tilstrekkelig sikkerhet mot flomskred for sikkerhetsklasse S1, S2 og S3 da den nominelle årlige sannsynligheten for flomskred vurderes å være lavere enn 1/5000.

6.5 Snøskred

Det er partier i området med tilstrekkelig bratthet til å løse ut snøskred både i område A og område B.

Det er ikke registrert historiske snøskredhendelser i noen av områdene, eller observert spor etter nylige hendelser i historiske flybilder eller under befarings.

Område A

Det er potensiale for noe oppbygning av snø i fjellsiden, men grunnet dominerende vindretning fra vest-sørvest, vil fjellsiden ofte blåses ren for snø. I perioder med vind fra sør-sørøst kan det akkumuleres snø i fjellsiden. Eksisterende vurderinger konkluderer med at snøskred ikke tidligere er vurdert som en aktuell skredtype i området. Snø som bygger seg opp i perioder med vind fra sør-sørøst kan løsne, men vurderes å ville bremses effektivt opp i den tydelige utflatingen ved Nonshaugen. Skogen vurderes i tillegg å ha en betydelig effekt på skredfaren i området, og fra Nonshaugen og ned mot bebyggelsen er det tett skog. Det er også skogkledd i fjellsiden oppover fra Nonshaugen. Brattere områder i lavereliggende deler av fjellsiden er ikke vurdert som mulige utløsningsområder for snøskred grunnet tett skog. Det er ikke lagt noen faresone i underkant av vollen ved Ulstad eller Gjeisar, selv om helningen på deler av vollene kan fungere som et løснеområde for mindre utglidninger av snø. Det anbefales å opprettholde dagens avstand mellom voll og bebyggelse, og ikke bygge rett i underkant av vollen. Vollene faller inn under menneskeskapt terreng, og mindre utglidninger av snø fra disse inkluderes ikke i faresoner for skred.

Det vurderes at område A har tilstrekkelig sikkerhet mot snøskred for sikkerhetsklasse S1, S2 og S3 da den nominelle årlige sannsynligheten for snøskred vurderes å være lavere enn 1/5000.

Område B

Det er begrenset potensiale for oppsamling av snø helt ute på eggen, selv om siden er delvis i le for dominerende vindretning fra V/SV. Det er likevel modellert med betydelige bruddhøyder, grunnet usikker mulighet for oppbygning av snø, krysslastering av snø inn i løsnakeområdene. Modelleringsresultatene viser at snøskred i stor grad bremses opp der terrenget flater ut, men for løsnakeområde B og C vurderes det at skred kan generere hastighet før det når skog i skredbane. I realiteten vil denne oppbremsingen være enda mer effektiv grunnet skogens effekt, men på grunn av hastighet kan store skred forsere skogen der den er tynnere. Skogen vurderes å ha en betydelig effekt på skredfaren i området.

Det vurderes at område B har tilstrekkelig sikkerhet mot snøskred for sikkerhetsklasse S1 da den nominelle årlige sannsynligheten for snøskred vurderes å være lavere enn 1/100. Deler av området er vurdert å ha høyere sannsynlighet for snøskred enn 1/1000 og 1/5000, og tilfredsstillende derfor ikke krav til sikkerhet mot skred for sikkerhetsklasse S2 og S3. Det er derfor utarbeidet faresonekart for området.

6.6 Sørpeskred

Område A og B

Fjellsiden ovenfor kartleggingsområdet ligger topografisk ikke til rette for å kunne samle store mengder vann i snødekket, og det er ingen forsøkninger i terrenget som drenerer vann mot kartleggingsområdet. Det er ikke registrert spor etter aktivitet fra sørpeskred eller sørpeskredavsetninger, og det er ingen historiske sørpeskred i området.

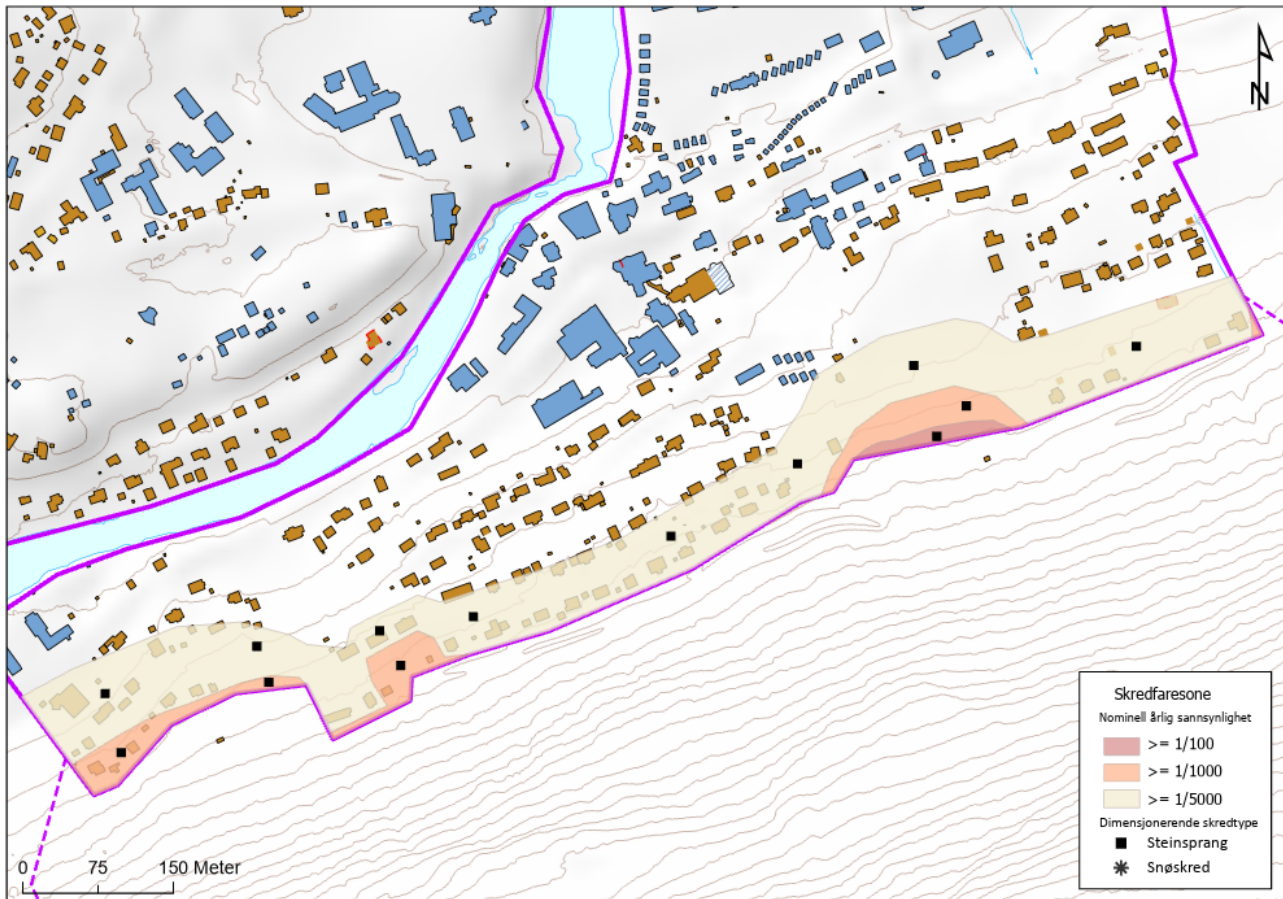
Det er vurdert at de kartlagte områdene har en nominell årlig sannsynlighet for sørpeskred mindre enn 1/5000 i kartleggingsområdet, og områdene har tilstrekkelig sikkerhet mot sørpeskred for sikkerhetsklasse S1, S2 og S3.

7 Oppsummering av skredfare og faresoner

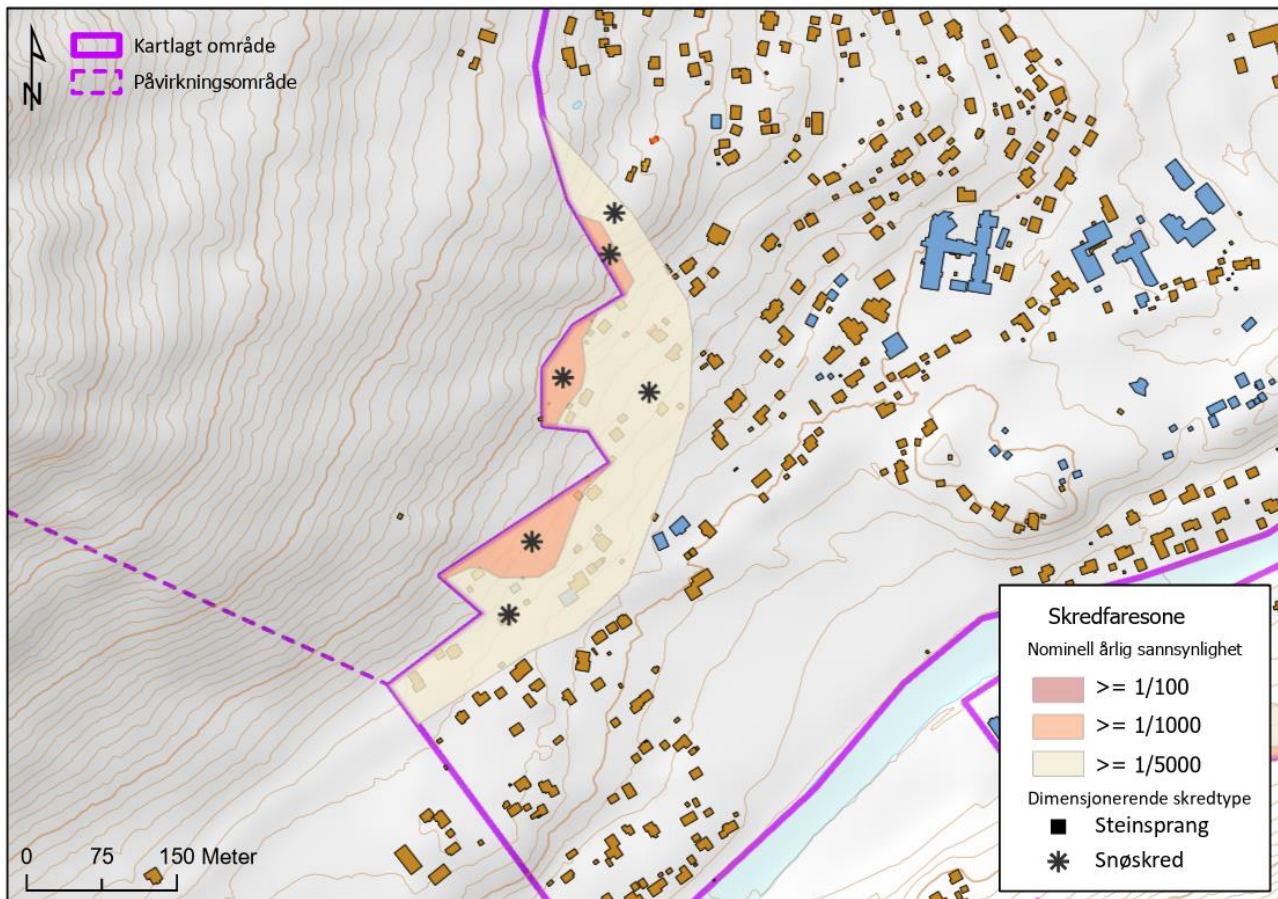
Lom sentrum er vurdert av Norconsult for sikkerhetsklasse S1, S2 og S3 for skred i bratt terreng etter sikkerhetskrav i TEK17 §7-3. Basert på skredfarevurderingen er faresoner utarbeidet for nominell årlig sannsynlighet $\geq 1/100$, $\geq 1/1000$ og $\geq 1/5000$. Faresonene er presentert i Figur 33 og Figur 34 og i Vedlegg 2.

Dimensjonerende skredtyper er tegnet inn over faresonene. I område A er det hovedsakelig steinsprang, samt remobilisering av blokker i terrenget som er vurdert som dimensjonerende skredtype. Dette stemmer overens med eksisterende rapport [1] og bakgrunn for dimensjonering av sikringstiltak. Oppdaterte faresoner inkluderer effekt av sikringstiltak, samt er generelt oppdatert til dagens standard med mer detaljerte terrengmodeller og tilgjengelige modelleringsverktøy.

I område B er det kun noen mindre arealer som faller innunder faresone S2 og S3, der dimensjonerende skredtype er sjeldne snøskredhendelser knyttet til ekstreme vær situasjoner som mulig kan nå inn i kartleggingsområdet.



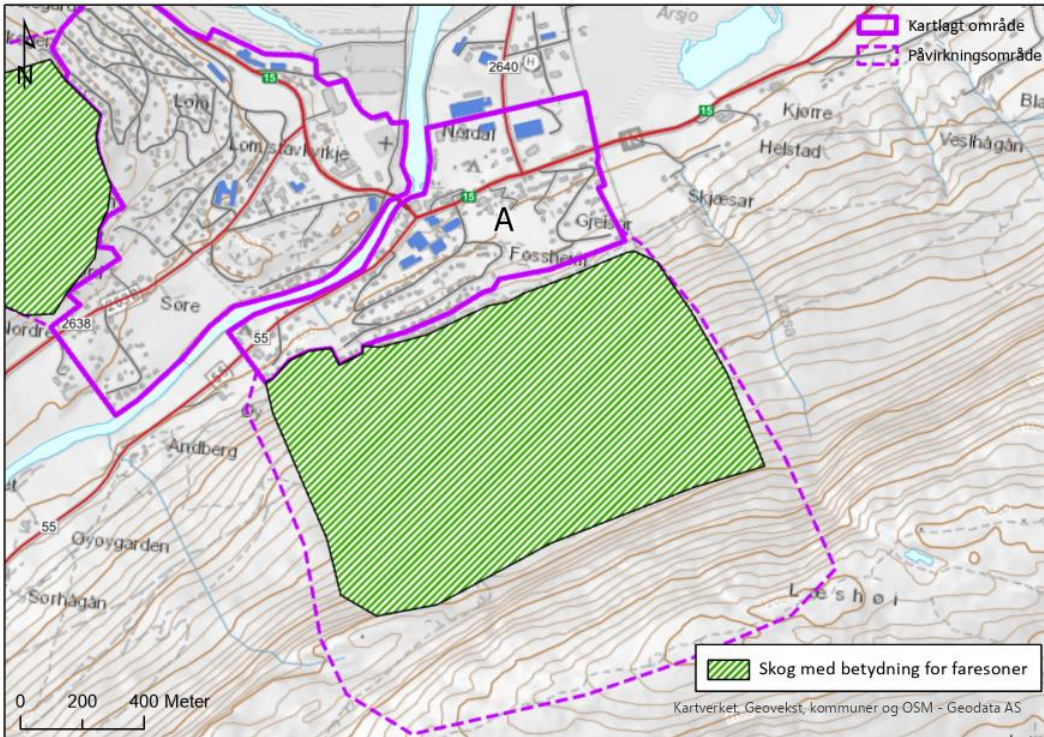
Figur 33. Faresoner område A. Kun deler av området som inneholder faresoner er inkludert i utsnittet.



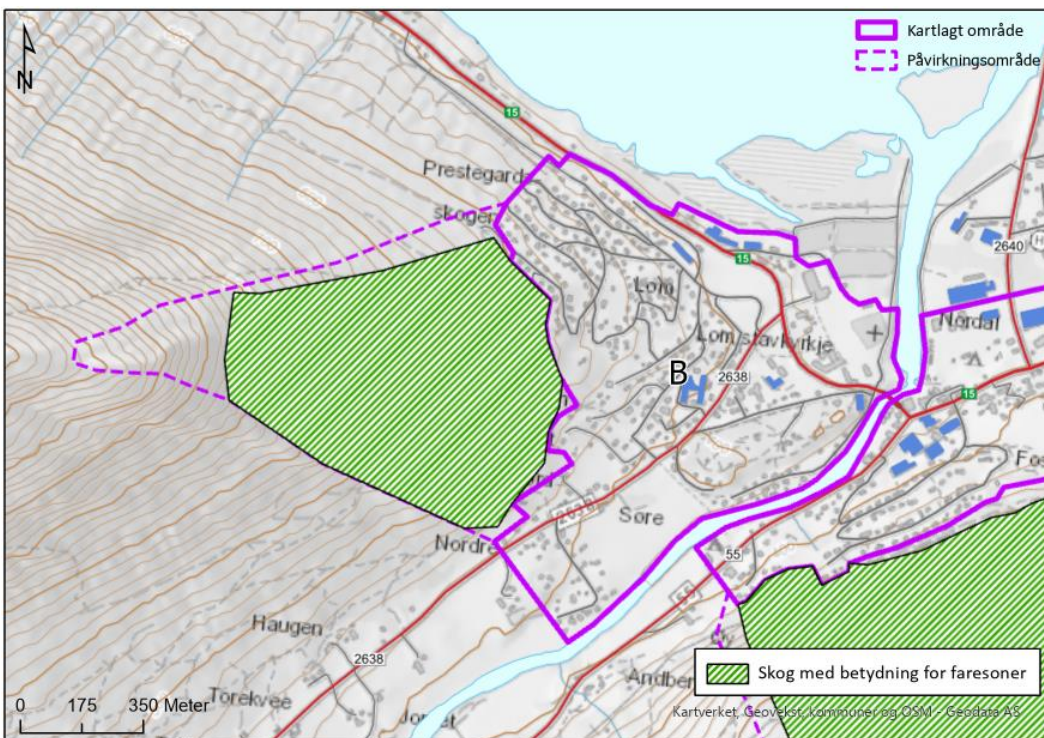
Figur 34. Faresoner område B. Kun deler av området som inneholder faresoner er inkludert i utsnittet.

7.1 Skogens betydning for skredfaren.

Skogen ovenfor kartleggingsområdene er vurdert å være en viktig faktor for faresonenes utstrekning, og bør derfor bestå og vernes. Skogen har en effekt både for å hindre utløsning av en rekke skredtyper, samt å bremse og stoppe skred/utfall fra overliggende terreng. Skog med betydning for faresoner er markert i kart for både område A og B (Figur 35 og Figur 36) og i vedlegg 6.



Figur 35. Skog med betydning for faresonene ved område A.



Figur 36. Skog med betydning for faresoner for område B.

8 Referanser

- [1] NGI , «Faregrense for stein-, løsmasse- og snøskred. Fossbergom, Lom. 20081533-1,» 2009.
- [2] Forskrift til plan- og bygningsloven, «Forskrift om tekniske krav til byggverk (byggteknisk forskrift), FOR-2017-06-19-840. Tilgjengelig fra; <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2017-06-19-840>,» Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2017.
- [3] NVE, «Flaum- og skredfare i arealplanar.,» Norges vassdrags- og energidirektorat, 2014.
- [4] NVE, «Veileder for utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng. Utredning av skredfare i reguleringsplan og byggesak.,» 12 11 2020. [Internett]. Available: <https://www.nve.no/veileder-skredfareutredning-bratt-terreng/>.
- [5] NGI, «20091194-00-1-R Forprosjektering, sikringstiltak for bustadfelt. Ulstad og Gjeisar, Lom Kommune.,» 2010.
- [6] NGI, «Detaljprosjektering av voll, Gjeisar, Lom kommune.,» 2013.
- [7] NGI, «Detaljprosjektering Voll og steinsprangnett, Ulstad, Lom Kommune.,» 2012.
- [8] NGI , «Vurdering av steinsprangfare for hus i østre ende etter ferdig utbygd voll, Ulstad.,» 2019.
- [9] NIBIO, «Skogsdata og markfuktighet frå NIBIO,» 2020. [Internett]. Available: www.kilden.nibio.no.
- [10] NGU, «Berggrunn - Nasjonal berggrunnsdatabase,» 2020. [Internett]. Available: https://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/.
- [11] NGU, «Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase,» 2020. [Internett]. Available: http://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/.
- [12] Meteorologisk institutt, «eKlima,» 2021. [Internett]. Available: www.eklima.no.
- [13] Norges Geotekniske Institutt, «Løsmasse- og flomskred,» i *Skred, skredfare og sikringstiltak*, Universitetsforlaget, 2014, pp. 77-94.
- [14] NVE, «Jord- og flomskred - Klimaanalyse for bruk i skredfarekartlegging. NGI Rapport 20200323-01-R,» NVE, 2021.
- [15] NVE, met.no og Kartverket, «senorge,» 2020. [Internett]. Available: www.senorge.no.
- [16] NGI, «Skredfarekartlegging i Lom, Skjåk og Vågå kommuner,» NVE, 2018.
- [17] NGI, Skog og skred: Forslag til kriterier for vernskog mot skred. Rapport 20120078-01-R, Oslo: Norges geotekniske institutt, 2015.
- [18] C. Keylock og U. Domaas, «Evaluation of Topographic Models of Rockfall Travel,» *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*. Vol. 31, No 3. 312 – 320., 1999.

- [19] EAWS, «Avalanche size,» 20 08 2022. [Internett]. Available: <https://www.avalanches.org/standards/avalanche-size> .
- [20] K. Lied og S. Bakkehøi, «Empirical Calculations of Snow–Avalanche Run–out Distance Based on Topographic Parameters,» NGI, 1980.
- [21] NVE, «NVE-veileder nr.8-2014. Sikkerhet mot skred i bratt terreng. Kartlegging av skredfare i arealplanlegging og byggesak.,» Norges vassdrags og energidirektorat (NVE), Oslo, 2014b.
- [22] NVE, «Jordskred og flømskred. Fakta korr. 09.11.2018.,» Norges Vassdrags- og energidirektorat, 2018.
- [23] NGU, «Komplekse skredvifter: monitorering og karakterisering av skredavsetninger fra ulike prosesser. NGU rapport 2020.21.,» Norges geologiske undersøkelse (NGU), Trondheim, 2020.
- [24] NIFS, «Terminologi om naturfare. Naturfareprosjektet: Delporsjekt 1 Naturfarestrategi. NVE-rapport 90/2015.,» Norges Vassdrags- og energidirektorat, 2015.
- [25] Norsk klimaservicesenter, «SeKlima,» 2020. [Internett]. Available: www.seklima.met.no.
- [26] K. Lied og K. Kristensen, Snøskred. Håndboken om snøskred, Nesbru, Norge: Vett og Viten, 2003.

► Vedlegg 1 – Generell beskrivelse av ulike skredtyper

Under følger en kort beskrivelse av de ulike skredtypene. Se NVEs oppdaterte veileder [1] for ytterligere beskrivelse.

Steinsprang og steinskred

Steinsprang og steinskred løsner vanligvis i fjellskråninger som er brattere enn 45°, eller slakere skråninger der strukturer i fjellet muliggjør utfall [1]. Stabiliteten i bergmassene påvirkes av blant annet bergartstype, oppsprekingsgrad, sprekkeforhold og foliasjon, vanntilgang og tilstedeværelse av trær og røtter (rotsprengning). Steinsprang består som regel av enkeltblokker som beveger seg hovedsakelig uavhengig av hverandre, og det mest vesentlige energitapet skjer i kontakt med terrengoverflaten. Volumer av stein under 10 000 m³. Et steinskred er en massebevegelse av et større bergparti (mellom 10 000 og 100 000 m³). Partiklene i steinskredet splittes oftest i mindre deler nedover skredbanen. Energien til et steinskred avtar ved støt mellom blokkene i skredet og ved kontakt med terrengunderlaget [1].

Jordskred

Jordskred er utglidning av løsmasser i terreng brattere enn 20°. De kan starte med en plutselig utglidning, eller vedvarende sig i terrenget, i vannmettede løsmasser [1]. Røtter fra vegetasjon kan bidra til at løsmassedekket får økt styrke, samtidig som det vil kunne øke permeabiliteten i jorden. Løsmasstype og tykkelse spiller også en viktig rolle, samt menneskelige inngrep som kan endre naturlige dreneringsveier for vann. Ifølge NVEs veileder er skog ofte stabiliserende for jordskred siden røtter og vegetasjon kan redusere faren for erosjon og utglidning. I tillegg bidrar skogen høyere opp i dreneringsfeltet til å dempe vannføringen ved intens nedbør [1]. Den viktigste utløsningsfaktoren er oppbygging av vanntrykk som følge av langvarig nedbør, intense regnskyll og/eller sterk snøsmelting.

Flomskred

Flomskred er hurtige vannrike løsmasseskred som opptrer typisk langs bratte elver/bekkeløp, eller i raviner, hvor det er eroderbare løsmasser til stede. Oftest er helningen i løsneområdet mellom 25 – 45°, men flomskred kan også oppstå i slakere terreng helt ned mot 15° [1]. Flomskred opptrer også der det vanligvis ikke er permanent vannføring. Vannmassene kan erodere og transportere store mengder løsmasser, større blokker, trær og annen vegetasjon i og langs løpet. I flomsituasjoner eller ved høy vannføring kan det oppstå erosjon langs bekkeløp som over tid kan føre til ustabile masser. Ifølge NVEs veileder er skog ofte stabiliserende for flomskred siden røtter og vegetasjon reduserer faren for erosjon og utglidning. I tillegg bidrar skogen høyere opp i dreneringsfeltet til å dempe vannføringen ved intens nedbør [1].

Snøskred

Snøskred løsner vanligvis der terrenget er mellom 25° - 55° bratt [1]. I slakere skråninger (25° - 35°) må det ofte komme større mengder snø i løpet av tre døgn før det oppstår ustabile forhold. Andre faktorer som regn på snø og store mengder vindtransportert snø kan også føre til ustabilitet. Forsenkninger som skålformasjoner, gjel og skar er vanlige terrengformasjoner der større mengder snø kan samles. Store flate områder/plataer over løsneområdene vil ofte bidra til økt akkumulering av snø inn i løsneområdene. Tett skog i fjellsiden kan motvirke utløsning av store snøskred. Forutsetningen er at trærne er så høye at de ikke snør ned [2]. I tillegg er kronedekning og skogtype faktorer som påvirker effekten skogen har på snøskred.

Sørpeskred

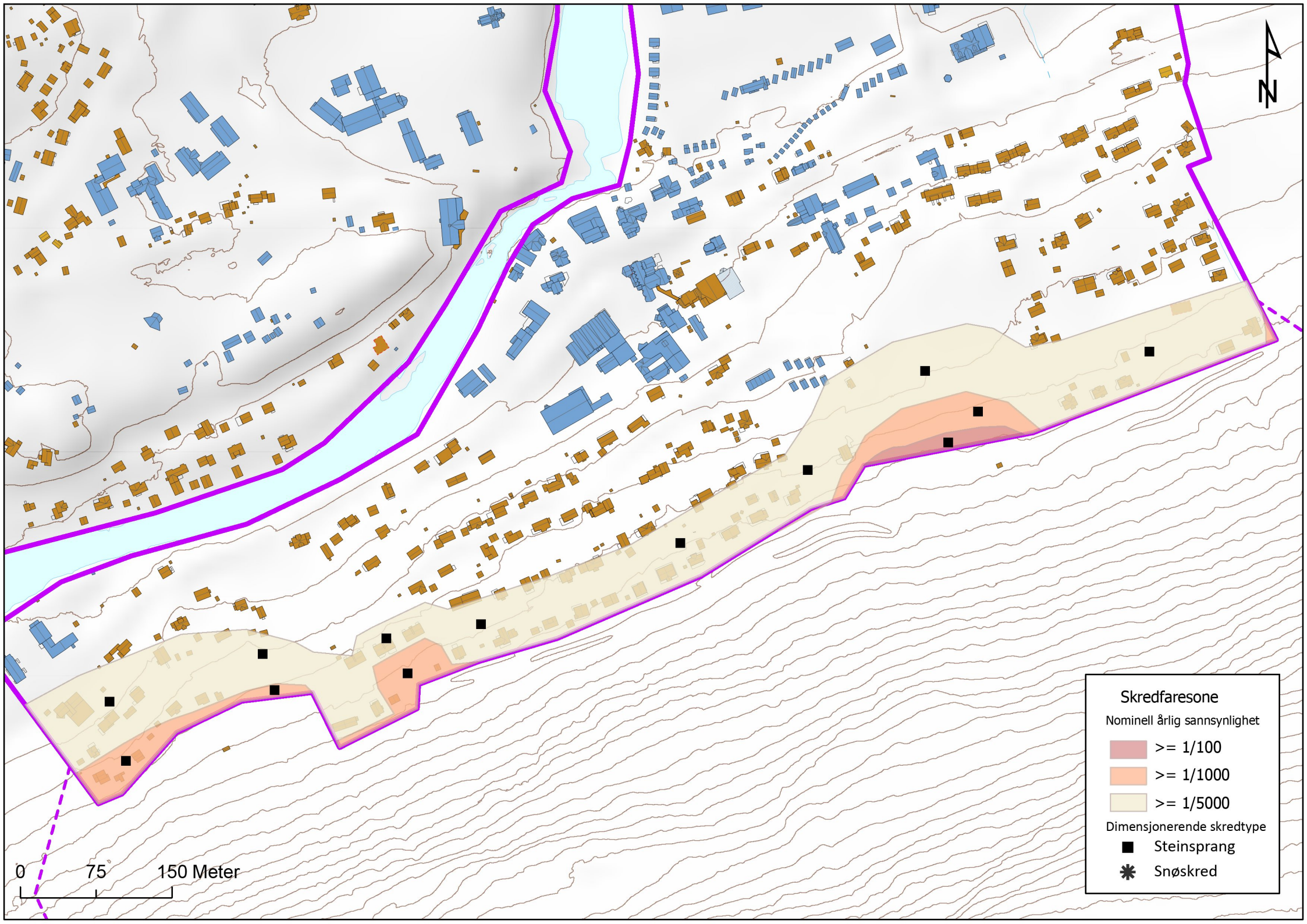
For at et sørpeskred skal utløses kreves et snødekke av en viss tykkelse og en terrengformasjon som muliggjør en vannmetting av snødekket. Typiske løснеområder for sørpeskred er langs elve- og bekkeløp og andre større forsenkninger i terrenget med tilgang til vann i kombinasjon med terrengformasjoner som tillater akkumulasjon av snø. Også flate myrpartier hvor det ofte samles mye vann er mulige løśnieområder. Sørpeskred kan løsne i slake partier (helt ned mot 5°) hvor det kan bli store vannansamlinger i snødekket. Erfaringer fra tidligere hendelser viser at snøskred som demmer opp en trang elvedal er en vanlig årsak til å få utløst sørpeskred. Når snøen er mettet med vann kan snødemningen fra snøskredet brytes som et sørpeskred. I slike tilfeller vil et sørpeskred kunne løses ut, selv om værforholdene ikke tilsier det. Sørpeskredene kan derfor forekomme i ulike terrengtyper og kan være vanskelig å forutsi. Sørpeskredene kan få lange utløp spesielt når de følger bekk – eller elveleier. Det er per i dag lite kunnskap på hvilken morfologisk og sedimentologisk signatur som kan knyttes til sørpeskred. Det er også mulig at sørpeskred kan være vanskelig å identifisere sikkert ut fra avsetninger alene siden skredene gjerne eroderer løsmasser langs løpet og kan ligne flomskred i avsetningsområdene [3].

Referanser

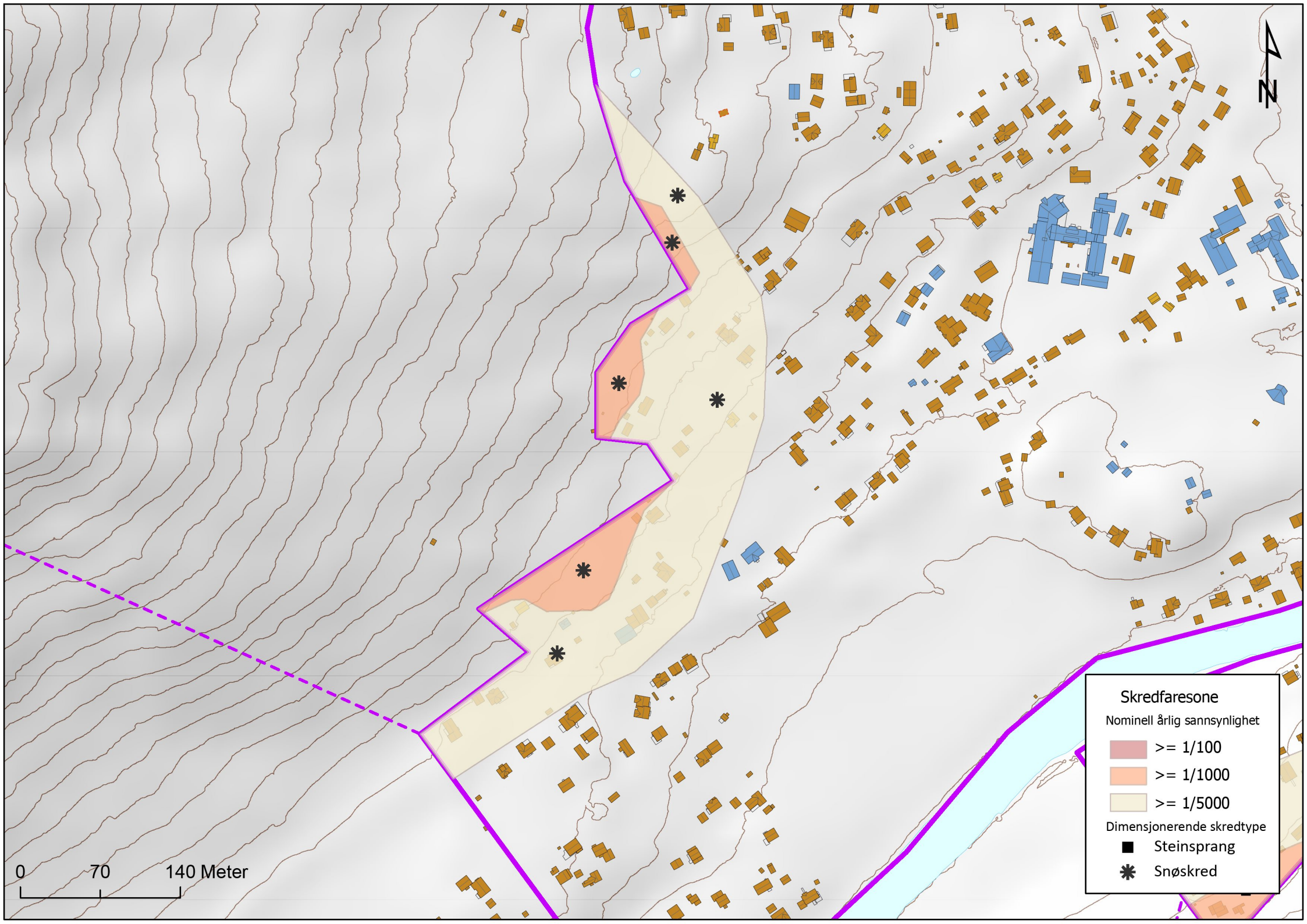
[1] NVE, «Sikkerhet mot skred i bratt terreng. Utredning av skredfare i reguleringsplan og byggesak.,» 2020. [Internett]. Available: <https://www.nve.no/skredfarekartlegging>.

[2] NVE, «NVE-veileder nr.8-2014. Sikkerhet mot skred i bratt terreng. Kartlegging av skredfare i arealplanlegging og byggesak.,» Norges vassdrags og energidirektorat (NVE), Oslo, 2014b.

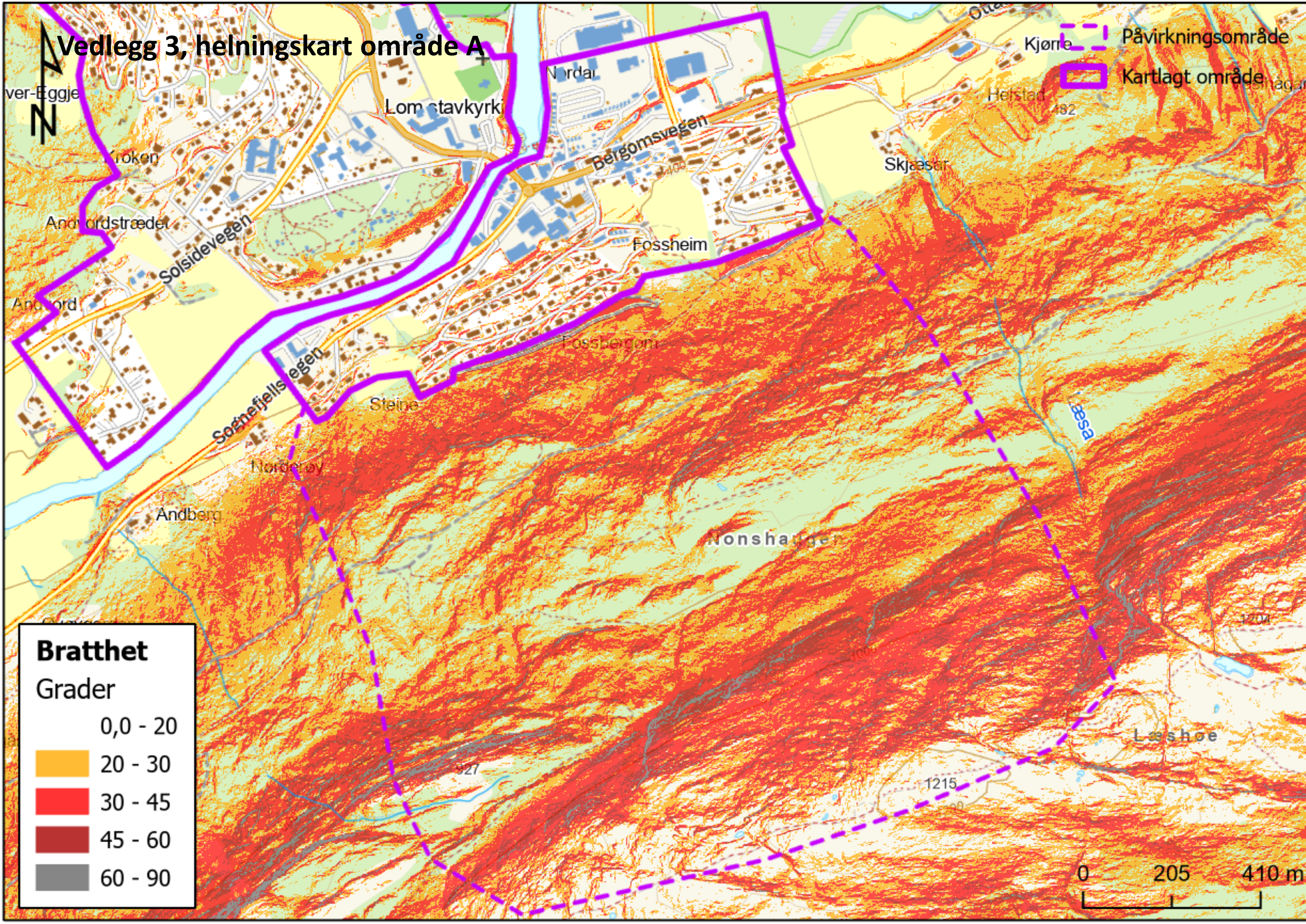
[3] NGU, «Komplekse skredvifter: monitorering og karakterisering av skredavsetninger fra ulike prosesser. NGU rapport 2020.21.,» Norges geologiske undersøkelse (NGU), Trondheim, 2020.



0 75 150 Meter



Vedlegg 3, helningskart område A



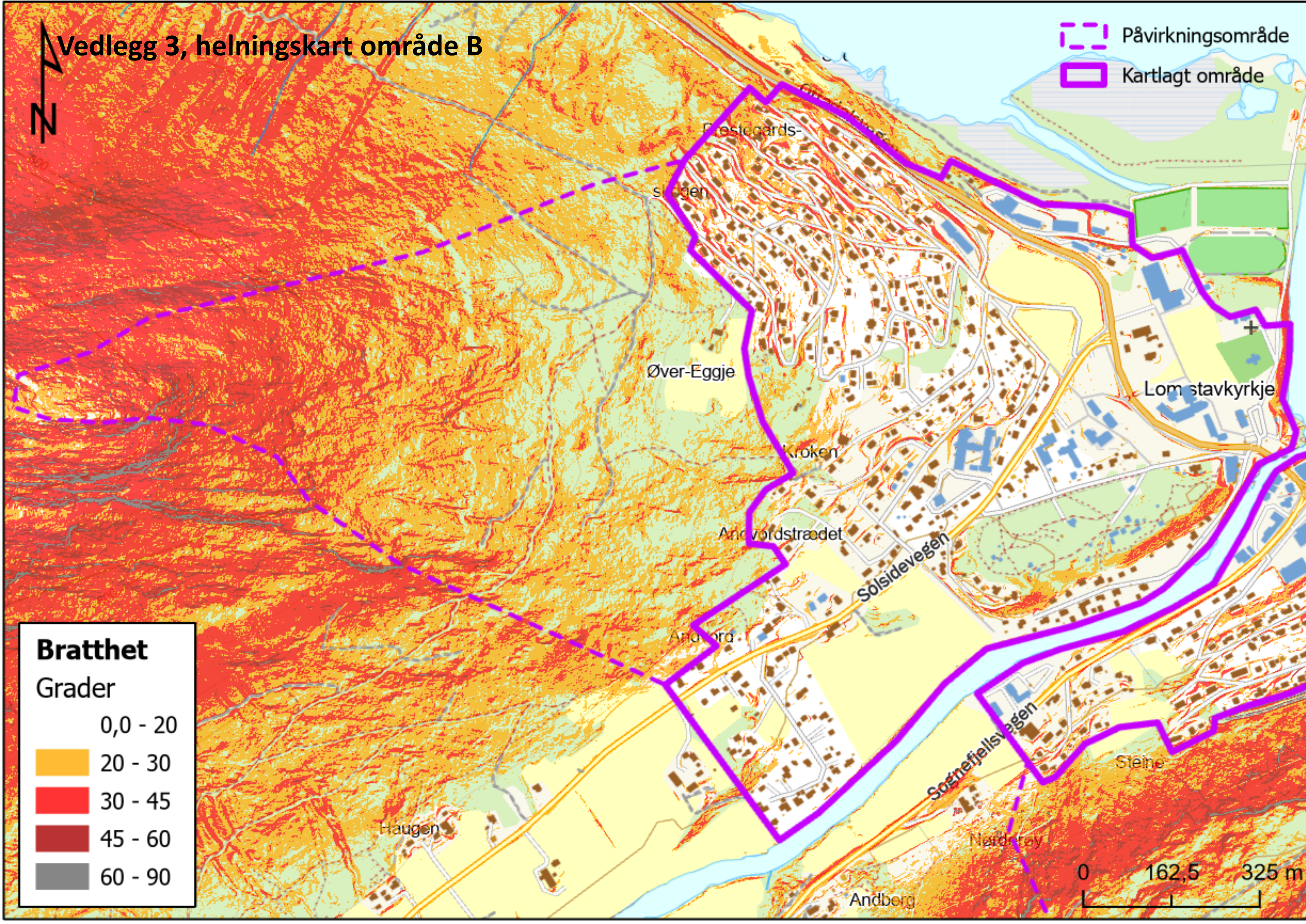
Vedlegg 3, helningskart område B



Påvirkningsområde
Kartlagt område

Bratthet
Grader

0,0 - 20
20 - 30
30 - 45
45 - 60
60 - 90



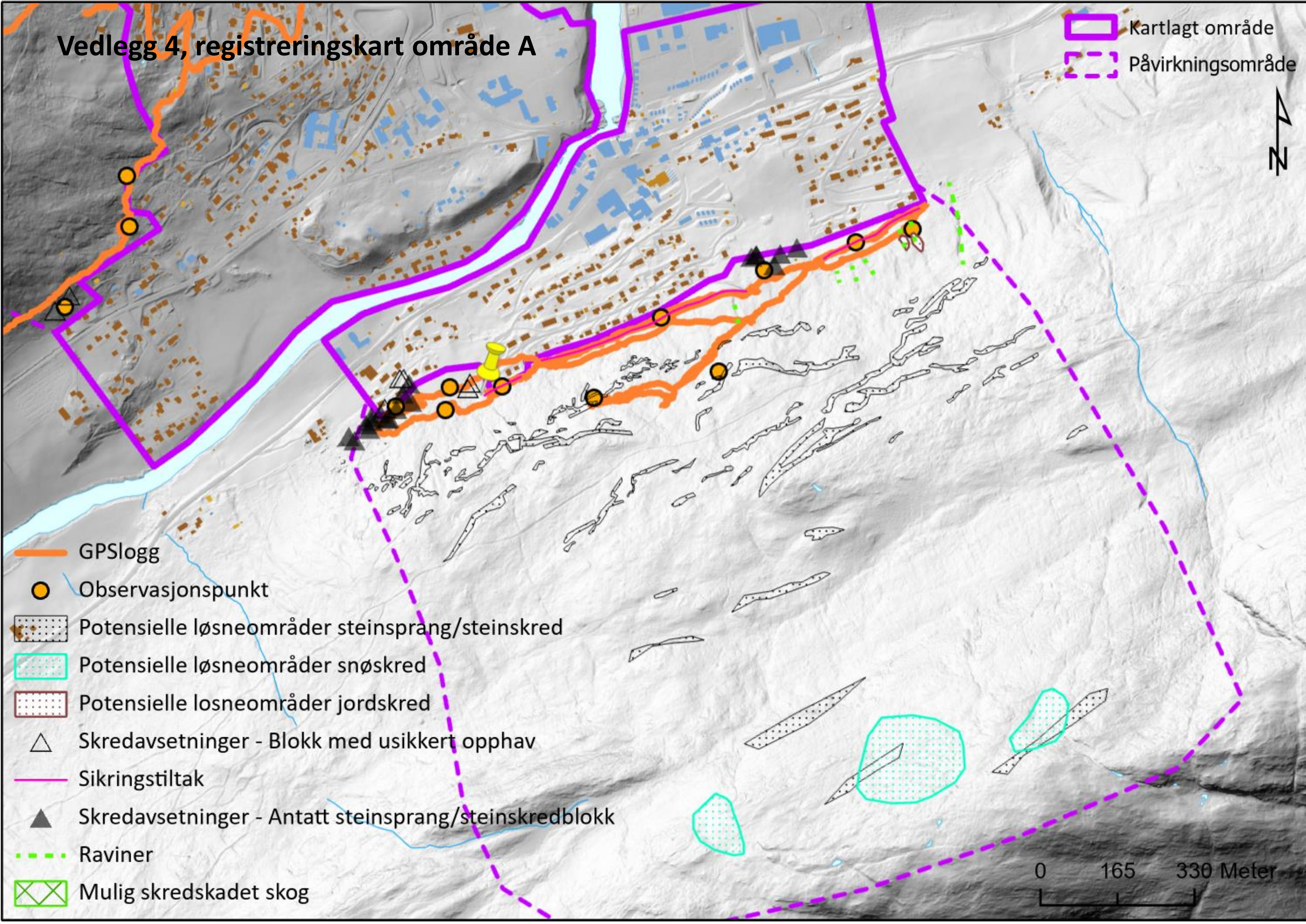
Vedlegg 4, registreringskart område A

Kartlagt område
Påvirkningsområde

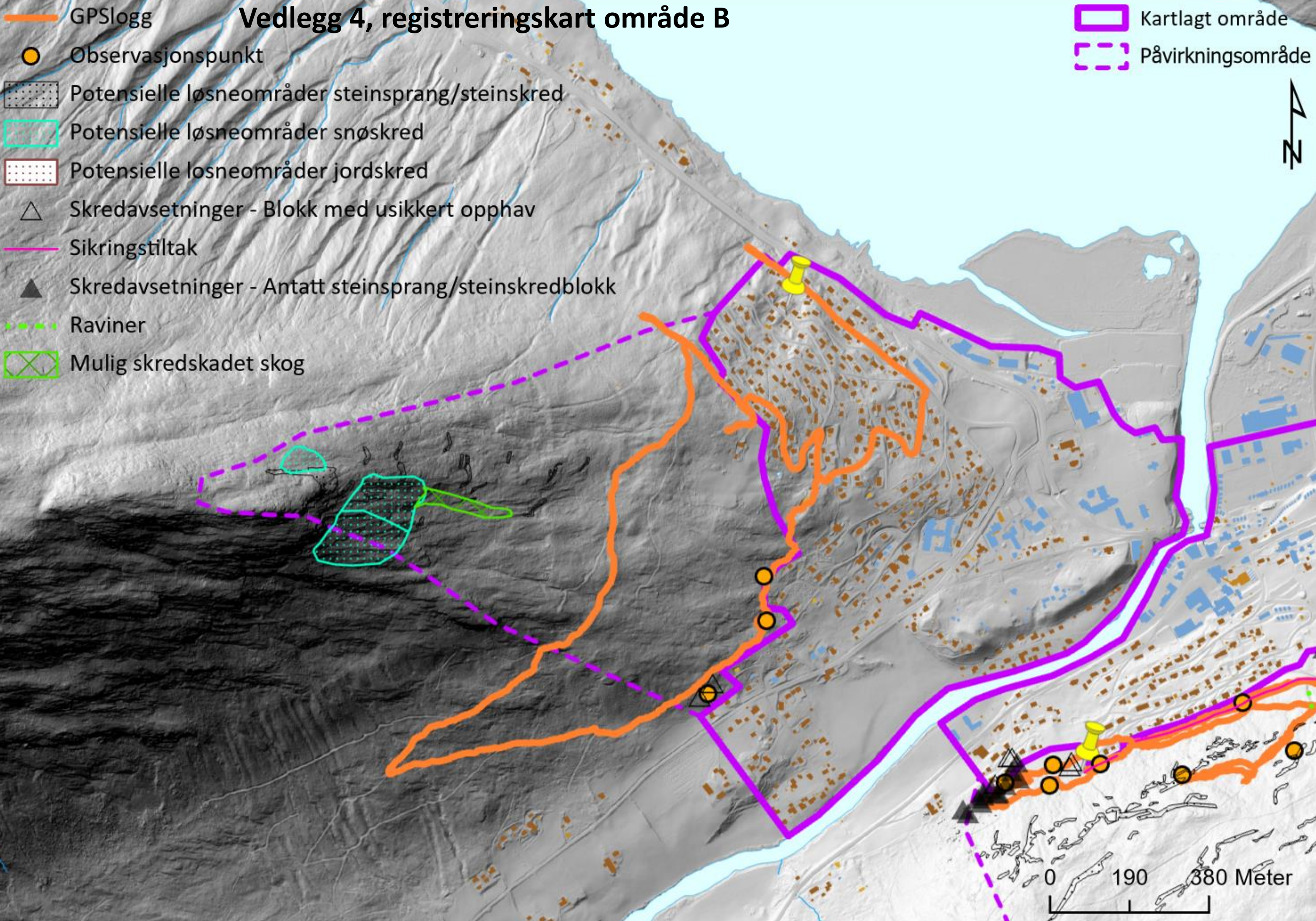


- GPSlogg
- Observasjonspunkt
- Potensielle løsneområder steinsprang/steinskred
- Potensielle løsneområder snøskred
- Potensielle løsneområder jordskred
- Skredavsetninger - Blokk med usikkert opphav
- Sikringstiltak
- Skredavsetninger - Antatt steinsprang/steinskredblokk
- Raviner
- Mulig skredskadet skog

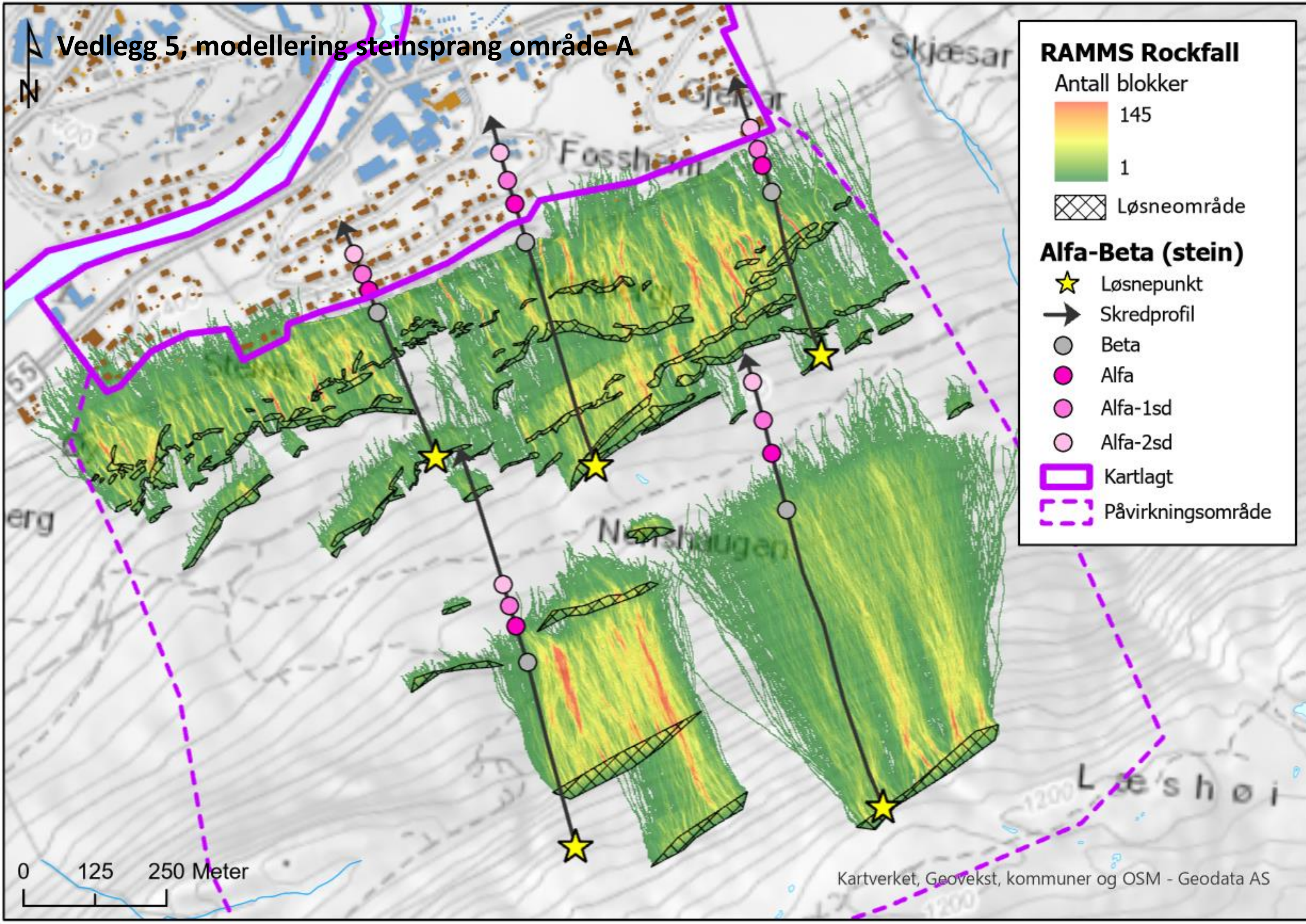
0 165 330 Meter



Vedlegg 4, registreringskart område B



Vedlegg 5, modellering steinsprang område A



RAMMS Rockfall

Antall blokker

145

1

Løsneområde

Alfa-Beta (stein)

Løsnepunkt

Skredprofil

Beta

Alfa

Alfa-1sd

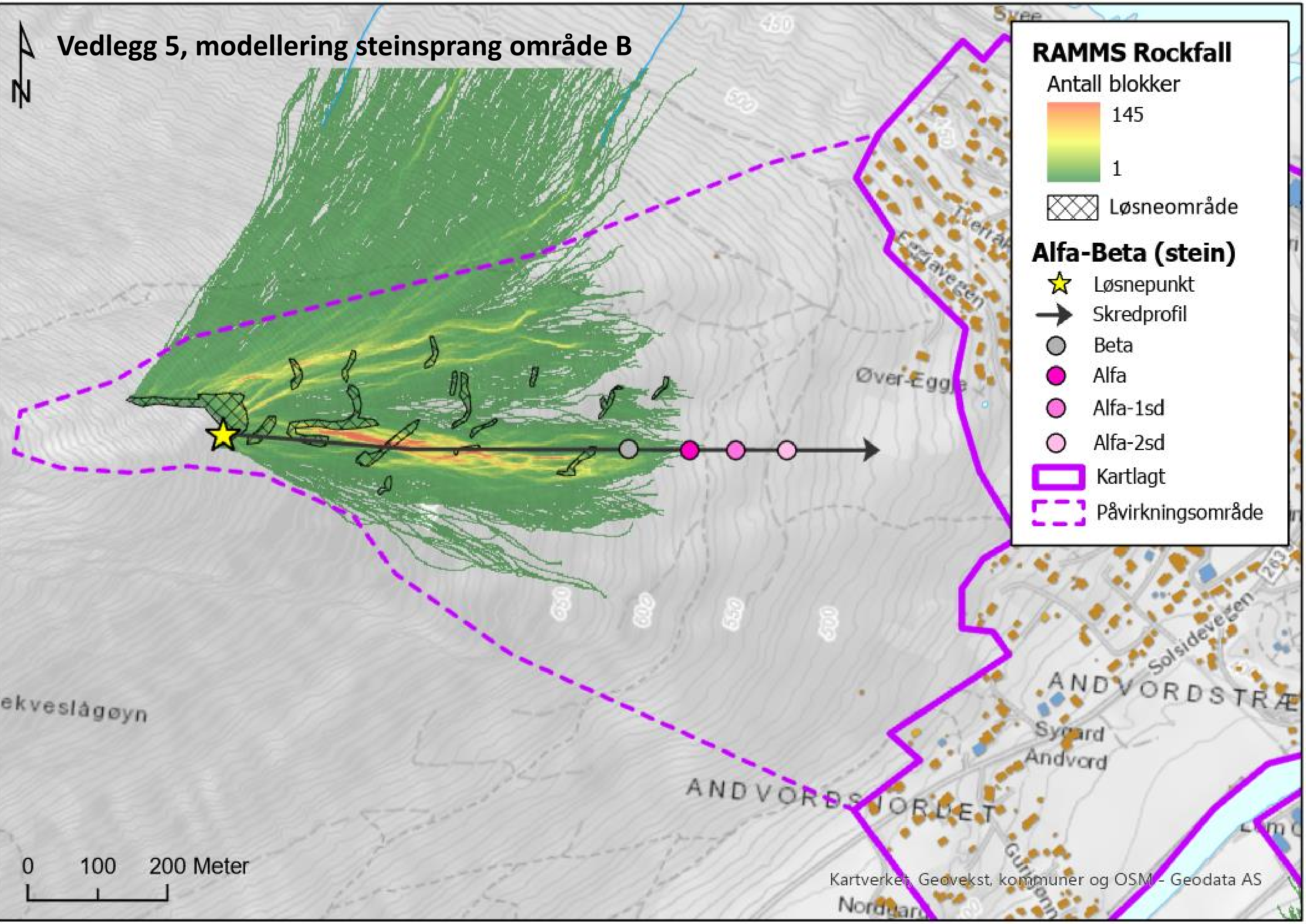
Alfa-2sd

Kartlagt

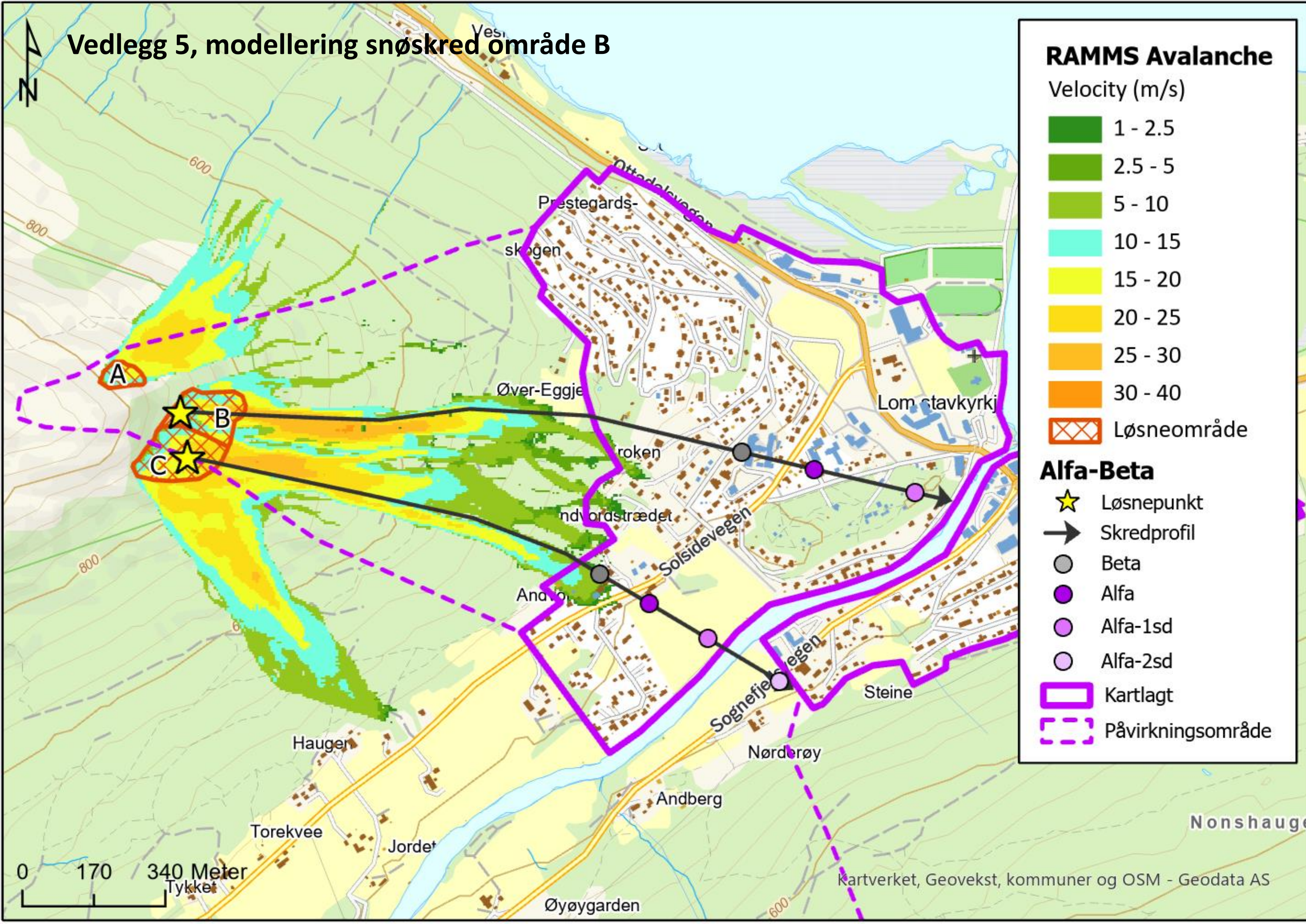
Påvirkningsområde

0 125 250 Meter

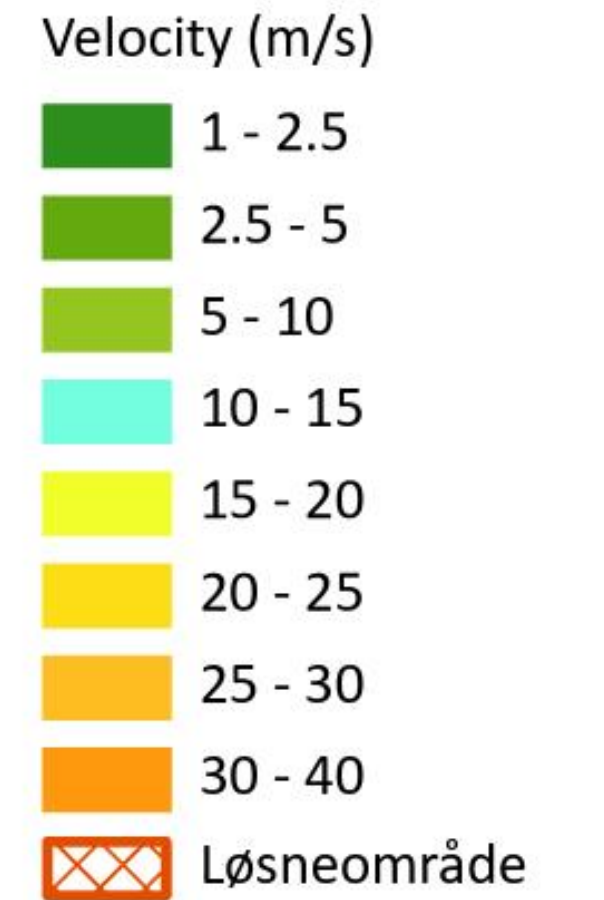
Vedlegg 5, modellering steinsprang område B



Vedlegg 5, modellering snøskred område B

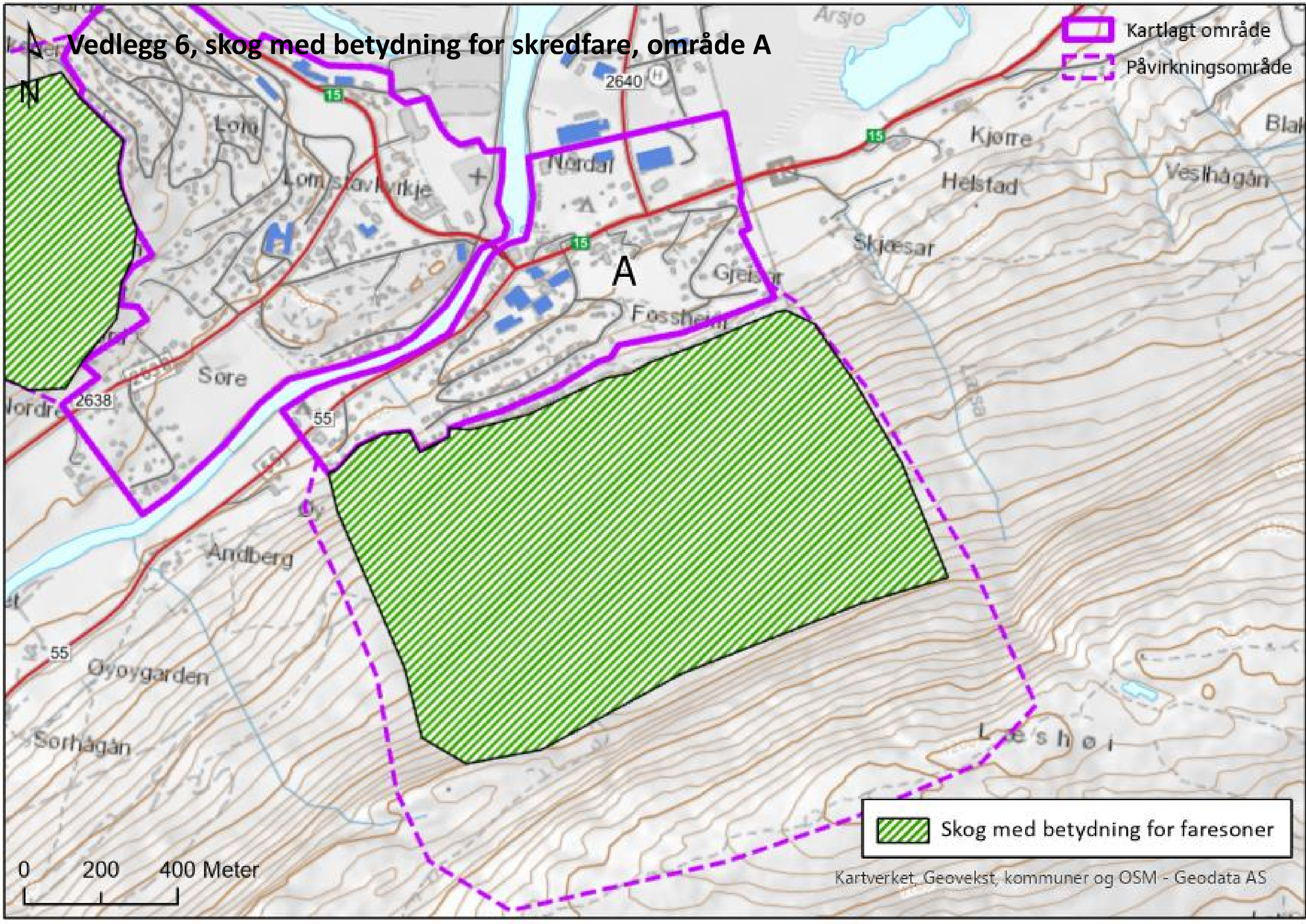


RAMMS Avalanche



Vedlegg 6, skog med betydning for skredfare, område A

 Kartlagt område
 Påvirkningsområde

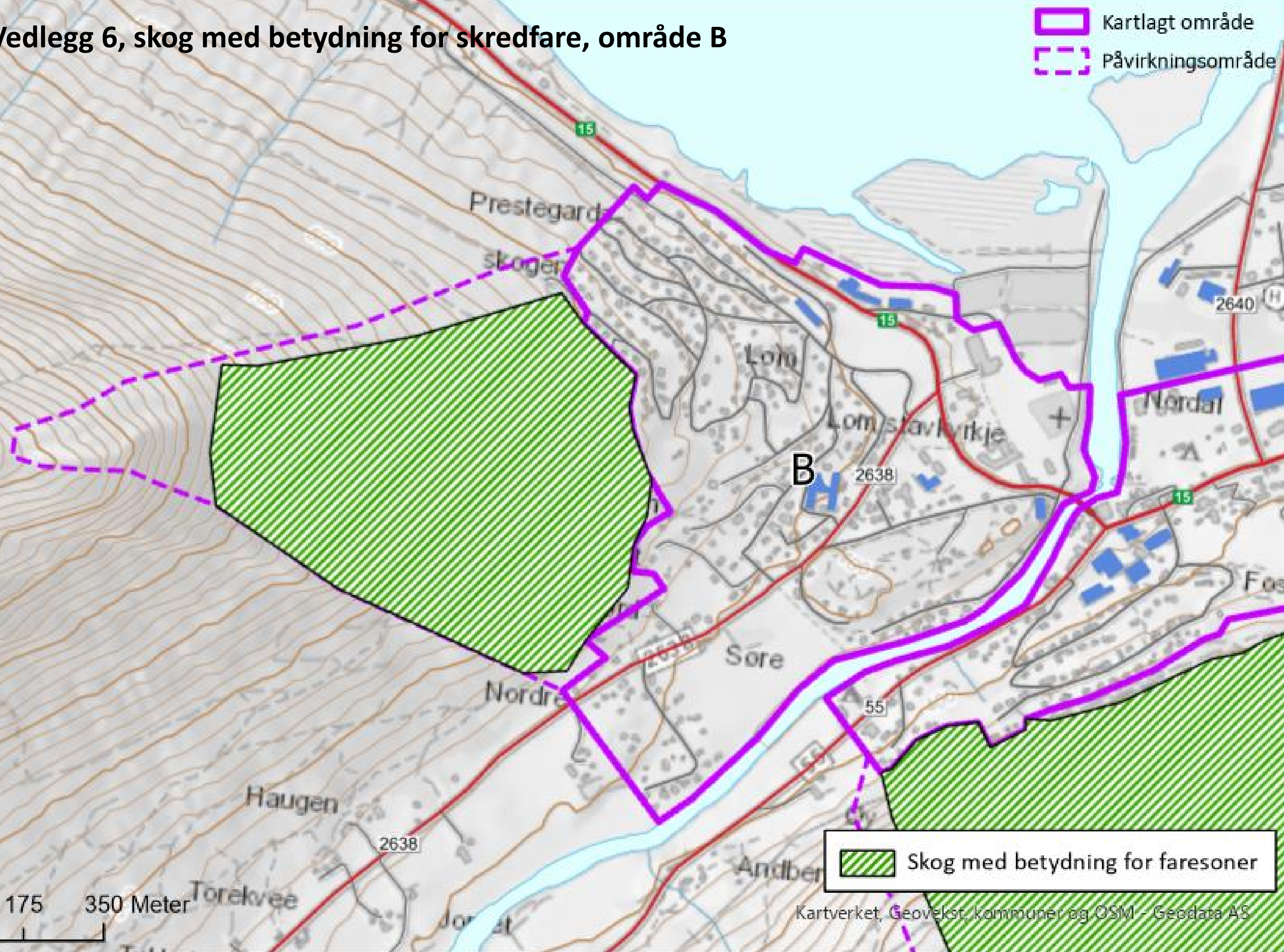


 Skog med betydning for faresoner

Vedlegg 6, skog med betydning for skredfare, område B



-  Kartlagt område
-  Påvirkningsområde



 Skog med betydning for faresoner

0 175 350 Meter


**Uavhengig
kvalitetssikring:
Skredfarevurdering,
Lom sentrum**



Sunnfjord Geo Center



Prosjektinformasjon og status

Prosjektnummer:	Dokumentkode:	Dokumentnr.:	Dokumenttittel:
2022-09-297	SF-H30-M02-00	01d	Uavhengig kvalitetssikring: Skredfarevurdering, Lom sentrum
Revisjon:	Skildring:	Leveransedato:	
0	Godkjent notat	17.10.2022	
Kontraktør:		Kontaktinformasjon:	
 Sunnfjord Geo Center		Sunnfjord Geo Center AS Stongfjordvegen 577 6984 Stongfjorden Tlf.: 577 31 900 E-post: post@sunnfjordgeocenter.no Organisasjonsnummer: 998 899 834 MVA	
Fagområde:	Dokumenttype:	Lokalitet:	
Skredfare	Notat	Lom sentrum	
HMS-risikovurdering før feltarbeid:	Dato for risikovurdering	Hending/avvik meldt:	
-	-	-	
Feltarbeid utført av:	Dato for feltarbeid:		
-	-		
Notat utarbeidd av:	Dato for ferdigstilling:	Signatur:	
Rev 0: Torkjell Ljone	17.10.2022	Torkjell Ljone (sign.)	
Sidemannskontroll gjennomført av:	Godkjend, dato:	Signatur:	
Rev 0: Anders Haaland	17.10.2022	Anders Haaland (sign.)	



Innholdsliste

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



Samandrag

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

Rapporten er generelt godt utarbeidd, men manglar ein del viktig dokumentasjon, der mangel på registreringskart er mest alvorleg. Dette i lag med lite bilete frå feltarbeidet gjer det vanskeleg å kvalitetssikra vurderinga/faresonene. Særleg gjeld dette i område A der steinsprang er dimensjonerande skredtype, då det ikkje er vist bilete frå losneområda. SGC sitt inntrykk er at faresonene i stor grad er basert på modelleringsresultat. Fleire av vurderingane og argumenta i rapporten manglar dokumentasjon som støttar dei.

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

1. Innleiing

1.1 Bakgrunn

Sunnfjord Geo Center AS har på oppdrag frå NVE utført uavhengig kvalitetssikring for rapport «Skredfarevurdering – Lom sentrum» utført av Norconsult, på tinging frå Lom kommune. Kartleggingsområdet består av to område i Lom sentrum, område A og B, som har påverknadsområde i ulike fjellsider, og må då sjåast på separat.

1.2 Krav til utføring av uavhengig kvalitetssikring

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

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

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

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

SGC har ikkje utført synfaring eller gjort eigne modelleringar for nokon av områda.

1.3 Metodikk

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

Tabell 1: Kontrollstatus med forklaring

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

1.4 Mottatt dokumentasjon

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

Dokument:	Dato dokument:	Dato mottatt:	Utarbeidd av:
RA-INGGEO-01 J01 Skredfarevurdering Lom sentrum	15.09.2022	27.09.2022	Norconsult
GIS leveranse – faresoner	-	29.09.2022	Norconsult
GIS leveranse – skog med betydning for faresoner	-	29.09.2022	Norconsult
Eigenerklærings skjema for kompetanse	17.03.2022	29.09.2022	Norconsult

2. Kvalitetssikring

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

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

Kapittel	Kontrollstatus	Kommentar
1 Innleiing		
1.1 Bakgrunn og hensikt	OK	
1.2 Gjeldende retningslinjer og styrende dokument	OK	Kunne hatt med tekst om at det er krav om uavhengig kvalitetssikring av rapport.
1.3 Forutsetninger for skredfarevurderingen	MERKNAD	Det står « <i>Denne skredfarevurderingen er ikkje utformet fullstendig etter NVEs dokumentasjonskrav i veileder</i> » Her bør det grunnjevast kva som ikkje føl NVE sin rettleiar.
1.4 Utførte undersøkelser	OK	
1.5 Restrisiko for skred	OK	
1.6 Grunnlagsmateriale	OK	
1.7 Aktsomhetsområder	OK	
2 Områdeskildring		
2.1 Topografi og helling	MERKNAD	Burde hatt med litt info om spesielle topografiske former, til dømes rennene/erosjonsspora i fjellssidene. Etter krav frå NVE (2020) skal hellingskart visast i vedlegg. Figurane i teksten viser likevel tilstrekkeleg oppløysing.
2.2 Vannveier	OK	God informasjon om strøymingsanalyse.
2.3 Skog og vegetasjon	MERKNAD	Det er tatt med tekst om kronedekning og at skogen er viktig med omsyn til skredfare i påverknadsområdet. Det bør utgreiast korleis skogen påverkar skredfaren. I vurdering av snøskred går det fram at skogen er viktig for å hindra utløyning av snøskred, og då bør ein



		i tillegg til kronedekning ha med informasjon om BHD på trea.
2.4 Berggrunn og løsmasser	MERKNAD	Desse karta bør dokumenterast.
2.5 Klima	MERKNAD	Kunne gjerne vist tabell med returintervall for nedbør, slik at ein kunne sett kva 3-døgns vinternedbør med 1000års returintervall på 1000 år er. Burde vore tydelegare kva verdi som er utgangspunktet til brotkanthøgde i modelleringane.
2.6 Skredhistorikk	MERKNAD	Skredhistorikken fokuserer berre på områda innafor dei kartlagde områda. Det bør vera med informasjon om skredhistorikken elles i Lom. For eksempel kva skredtypar som er dei vanlegaste. Det bør òg visast flyfoto frå område B.
2.7 Eksisterende skredfarevurderingar	OK	Litt unaturleg å ha eit kapittel for eksisterande skredfarevurdering som ikkje tar med resultatet, og så eit eige kapittel (3) om eksisterande faresoner. Kartlegginga frå 2018 er vel meir i umiddelbar nærleik til kartlegginga frå 2009, og ikkje frå denne kartlegginga.
2.8 Eksisterende sikringstiltak	AVVIK	<p>Informasjon om sikringstiltaka er berre henta ut i frå prosjekteringsnotat. Angående fanggjerde står det «ifølge detaljprosjekteringsrapport skal det også bygges 70 meter steinspranggjerde for å sikre de to vestligste tomtene i boligfeltet..» Denne rapporten er frå 2012, så det er viktig å få med informasjon om steinspranggjerdet faktisk er bygd, og om skredfarevurderinga tar omsyn til sikringstiltaket. I kapittel 3 står det at tidlegare skredfarevurdering er bakgrunn for at sikringstiltaka som i dag er utbygd, men det er likevel ikkje spesifisert kor desse sikringstiltaka er. Det er foto av voll på Ulstad og Gjeisar, men ikkje av steinspranggjerdet.</p> <p>Plassering av sikringstiltak og effekten av dei må dokumenterast. Sikringstiltak skal òg visast i registreringskart, som i manglar i denne rapporten.</p>



3 Eksisterende faresoner	OK	OK skildring av eksisterande faresoner. Som tidlegare nemnd burde denne informasjonen gjerne vore i lag med kap. 2.7.
4 Feltobservasjoner		
4.1 Skredgeologisk beskrivelse	AVVIK	<p>Det vert vist til at steinsprangblokker er registrert, men det er berre vist til informasjonspunkt på figur 20 og 25, som ikkje er godkjente registreringskart. Steinsprangblokker skal registrerast på registreringskart, som òg viser plassering av sikringstiltak. Informasjonspunkt skal òg visast på registreringskart i tillegg til tabell med tekst om kva som er observert.</p> <p>Det er vist til at enkelte av losneområda vart synfart (observasjonspunkt 6 og 7). Dette er i nedre av fjellsida, og det går veg vidare oppover, så synfaringa burde gått lenger oppover i fjellsida for å studera fleire av losneområda. Det manglar bilete av losneområda i område A. Dette er viktig dokumentasjon når ein skal diskutera losnesannsyn. Losneområde skal markerast på registreringskart. Det gjeld òg losneområder som er identifisert ut i frå hellingskart.</p> <p>Det står at det vart observert renneformer/ravinar i lausmassane ovanfor vollen ved Gjeisar. Dette må visast i registreringskart.</p>
	MERKNAD	<p>Fotoa i dette kapittelet kunne med fordel òg hatt informasjon i figurtekst om kva informasjonspunkt dei representerer så ein slepp å fyrst lesa teksten, så sjå på kart, og så på foto.</p> <p>I skildringa til område B kunne det vore tatt med informasjon frå hellingskart om kor dei potensielle losneområda for steinsprang er.</p> <p>Feil i kryssreferanse i avsnitt 2 under område B.</p>
5 Modellering		
5.1 Steinsprang	MERKNAD	God skildring av dynamisk og empirisk modell og av effekten av eksisterande sikringstiltak. Det står at verdier for energidemping er lagt inn basert på



		<p>observasjonar i felt, men det vert ikkje spesifisert kva verdiar som er lagt inn kor. Dette bør visast i figur slik at det er etterprøvbart for andre. Modelleringsresultat skal visast i vedlegg. Og vedlegg skal ha informasjon om blant anna oppdragsnamn og koordinatsystem i samsvar med krav i NVE (2020).</p> <p>Feil i kryssreferanse i kapittel 5.1.3</p>
5.2 Snøskred	OK	<p>God skildring av RAMMS. I fylgje NVE (2020), skal ein ha ein tabell for kvar enkelt skredbane med skildring av terreng og parametarar. Parameterar er tatt med i kulepunkt og terreng er tatt med i resultattekst, så det er vurdert som OK.</p>
5.3. Sørpe- jord- og flomskred	MERKNAD	<p>I og med at det er lausmassar i områda, og det står i tekst at det i område A kan førekomma mindre utglidingar som er vurdert å stoppa i voll, er dette noko ein burde dokumentert med modellering av jordskred.</p>
6 Skredfarevurdering		
6.1 Steinsprang	AVVIK	<p>Det er vist til potensielle losneområde for skred, og SGC antar at dette er henta frå hellingskart. Desse losneområda må visast i registreringskart og ikkje berre i figur frå modelleringsresultat.</p> <p>Det står at observasjonar i felt og informasjon frå lokale tilseier «lav utfallshyppighet av blokker». Det er ingen bilete av nokon av skrentane i område A, og utanom bergartsskildringa henta frå NGU sitt kart er det ingen skildring av fjellet. Orientering av foliasjonsplan, sprekkemønster etc. er viktig for å anslå eit losnesannsyn. Vurderinga ser ut til i stor grad å vera basert på modelleringsresultat og i liten grad av observasjonar frå feltarbeid.</p>
6.2 Steinskred	OK	<p>Grei utgreiing</p>
6.3 Jordskred	AVVIK	<p>Som det står er det observert renneformasjonar ovanfor område A, og det er vist at det er tjukk moreneavsetjing i området. Fleire av desse rennene ser ut til å vera jordskred med antyding til</p>



		<p>vifteformasjon ut mot det som i dag er busett område. I kapittel for modellering av steinsprang står det er at det er lausmassar med dempende effekt i begge påverknadsområda. I og med at delar av dette oppdraget er å vurdere om skredvollane gir tilstrekkeleg tryggleik vert det for lite dokumentert å skriva at «mindre utglidningar kan forekomme i området, men ikke av tilstrekkelig størrelse til å kunne passere vollen ved Gjeisar». SGC meiner det bør utførast modellering av jordskred særleg for område A, eventuelt utgreiast betre kvifor det ikkje er potensiale for større jordras. Det står òg i rapporten: «I tilfelle oppfylling av løsmasser i bakkant av vollen bør dette fjernes for å ikke redusere vollens kapasitet», dette passar ikkje i lag med vurderinga av at det berre er små utglidningar som kan førekomma. Det er i tillegg fleire skogsveggar i påverknadsområdet til område A, som burde vore diskutert med omsyn til jordskred. Lom er eit område som har hatt auke i nedbør dei siste åra, noko som burde vore vurdert opp mot jordskredfaren.</p>
6.4 Flomskred	OK	God utgreiing
6.5 Snøskred	AVVIK	<p>Område A: Det vert vektlagd at snøskred ikkje er ein aktuell skredtype ut i frå eksisterande skredfarevurdering. Tidlegare vurdering har vurdert 1/1000 som lågaste årlege sannsyn, og i denne rapporten skal det vurderast årleg sannsyn på 1/5000, og er difor ikkje samanliknbart. Det er potensielle losneområde for snøskred ovanfor skoggrensa, og det vert skrivne at snøskred vil bremsa effektivt opp i den tydelege utflatinga ved Nonshaugen. Dette bør dokumenterast med modellering, og potensielle losneområde for snøskred må markerast i registreringskart.</p> <p>Område B: Grei utgreiing. Det kunne vore litt meir om vurdering av losnesannsyn, og ikkje berre direkte på skredsannsyn i kartlagd område.</p>
6.6 Sørpeskred	OK	God utgreiing



7 Oppsummering av skredfare og faresoner	AVVIK	I tredje avsnitt vert sikkerheitsklasse S2 og S3 omtala som faresoner. Sidan det ikkje er vist under kapittel 2.7 eller 3, så må ein diskutera resultatet frå skredfarevurderinga opp mot eksisterande skredfarevurdering. Det står berre nemnd at steinsprang er dimensjonerande skredtype i område A i begge vurderingane, og at faresonene er oppdatert til dagens standard. Faresone med årleg sannsyn større enn 1/1000 er mindre i utbreiing enn frå den eksisterande vurderinga, og dette må poengterast og årsaka må utgreiast.
7.1 Skogens betydning for skredfare	MERKNAD	Grei oppsummering av skogen sin effekt på skredfaren. I samsvar med NVE rettleiar (2020), skal skog med betydning for skredfaren visast i kartvedlegg. SGC meiner figur er OK så lenge desse områda vert levert digitalt med leveransen.
8. Referanser	OK	
Vedlegg	AVVIK	Det er berre faresonekart som er vist i vedlegg. Modelleringsresultat, skog med betydning for skredfare, hellingskart og registreringskart skal i fylgje NVE (2020) òg visast i kartvedlegg, og vedlegga skal merkast med oppdragsnamn, info om type vedlegg, koordinatsystem blant anna. Rapporten har ikkje med registreringskart anna enn figur med sporlogg og observasjonspunkt.
Eigenerklæringsskjema	OK	Eigenerklæringsskjema for kompetanse er signert.

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

Krav	Kontrollstatus	Kommentar
Er det nytta relevant og dekkande grunnlagsdata, inkludert tidlegare utførte skredfarevurderingar for same område	MERKNAD	Det er generelt nytta relevant og dekkande grunnlagsdata, men det kunne vore meir dokumentert, til dømes med kart for berggrunn og lausmassar, og kart som viser kvar eksisterande sikringstiltak er. Sidan skogen er viktig for å hindra utløysing av snøskred burde det vore henta inn data frå



		skogressurskartet til NIBIO om BHD (brysthøgde diameter) i desse områda.
Er feltarbeid/synfaring dekkande og tilstrekkeleg	MERKNAD	I område A burde ein større del av fjellsida vore synfart til fots. Det er ikkje vist bilete av losneområda for steinsprang som er avgjerande for faresonene i dette området, og det er difor vanskeleg å vurdere/kvalitetssikre vurderinga. Skogen gjer truleg at ein har dårleg sikt, men nærbilete av enkelte hamrar/skrentar kunne fint vorte oppnådd. Dronebilete kunne òg truleg vist meir av desse losneområda.
Er klimadata nytta der det er relevant	MERKNAD	Auka nedbørmengder dei siste åra burde vore tatt med i vurdering av faren for jordskred.
Er modelleringsverktøy nytta fornuftig, og resultat frå modelleringa er diskutert	MERKNAD	SGC meiner at det burde vore utført modellering av jordskred i område A, for å støtta vurderinga om at utglidingar stoppar i voll. I område A er det potensielle losneområde for snøskred ovanfor skoggrensa og her bør det òg utførast modellering. Modelleringane som er utført er gjort med fornuftige parametarar, og resultat er diskutert. Det ser ut til at det er nytta same sett med parametarar til ulike losnesenario for snøskred i område B. Det burde då komme tydelegare fram kva som vert vektlagd for dei ulike faresonene. Simulering av steinsprang mot eksisterande sikringstiltak er gjort på ein bra måte.



Er det er samanheng mellom registreringskart, eventuelle modellresultat og skredfarevurdering/faresoner	AVVIK	Rapporten manglar registreringskart. Losneområde for steinsprang og snøskred er vist i figurar for modelleringsresultat. Modelleringsresultata samsvarar greitt med faresonekartet. I område B er faresone med årleg sannsyn større enn 1/5000 teikna større enn utløpet til modelleringa utan at grunnen til dette er grunngeve i rapporten.
Er det utført samla vurdering av konklusjonar og grunngevingar ut i frå tilgjengeleg grunnlagsdata og berekningsresultat.	AVVIK	Samla skredfare er kort og greitt oppsummert, men det manglar forklaring på skilnad frå eksisterande skredfarevurdering.

3. Referansar

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

Kommentarer fra Norconsult til uavhengig kvalitetssikring av Sunnfjord Geo Center rapport SF-H30-M02-00 datert 2022-10-17

Norconsult har vurdert kommentarene fra kontrollrapporten merket som AVVIK. Det henvises til kontrollrapport utarbeidet av Sunnfjord Geo Center (dokumentnr: SH-H30-M02-00) som ligger vedlagt for deres kommentarer til avvikene.

Kapittel	Kontrollstatus SGC	Kommentar Norconsult
2.8 Eksisterende sikringstiltak	Avvik	Sikringstiltak legges inn i registreringskart. Steinspranggjærde er synlig på flyfoto, og er bygget iht. prosjektering. Iht. tekst i rapport hensyntar vurderingen eksisterende sikringstiltak.
4.1 Skredgeologisk beskrivelse	Avvik	Steinsprangblokker, løснеområder for steinsprang og raviner synliggjøres på registreringskart. Løснеområder for steinsprang er spredt utover fjellsiden i form av lokale skrenter (beskrevet i rapport). Det er vurdert å være potensiale for remobilisering av blokker langs hele fjellsiden. Problemområdene er vurdert å være knyttet til nedre del av fjellsiden, det ble ikke vurdert som nødvendig å gjøre befaring høyere i terrenget. Dette området ble studert fra avstand.
6.1 Steinsprang	Avvik	Løснеområder synliggjøres på registreringskart og detaljbilder av lokale skrenter som kan være potensielle løśnieområder er vist. Vurderingen er basert på observasjoner av blokker og steinsprangaktivitet i felt samt modelleringsresultater. Modelleringsresultater er sentrale fordi terrenget i utløpsområdet er endret (sikringstiltak og bebyggelse). I dette tilfellet er det vurdert at løsnensannsynlighet kan vurderes basert på observerte utfall og aktivitet. Det er ikke registrert historiske skredhendelser i området, men kartleggingen viser steinsprangblokker, dermed har det trolig ikke vært utfall til bebyggelse så lenge Lom har vært bebygd her.
6.3 Jordskred	Avvik	Kommentaren tas til etterretning. Tekst i rapporten er endret slik at den er entydig.
6.5 Snøskred	Avvik	Det er utført modellering av snøskred i det aktuelle området, hovedsakelig for egen støtte. Skredtypen ble vurdert som ikke relevant for kartleggingsområdet og modelleringsresultatene ble derfor ikke inkludert i rapporten.
7 Oppsummering av skredfare/ faresoner	Avvik	Skrivefeil endret. Det er beskrevet at vurderingene avviker fra tidligere vurdering i rapporten. Oppdaterte kartgrunnlag med bedre oppløsning, nye modelleringsverktøy og presisering i gjeldende veileder ift. feltobservasjoner som skal ligge til grunn for de ulike faresonene er bakgrunn for revisjon.

Vedlegg	Avvik	Registreringskart oppdateres og legges som eget vedlegg. Figurer i rapport som viser helningskart, modelleringsresultater og skog av betydning for skredfare legges ved som egne vedlegg i tillegg.
Punkter fra krav til kvalitetssikring		
Er det sammenheng mellom registreingskart, evt. modellresultat og skredfarevurdering/faresoner	Avvik	Registreringskart oppdateres og legges ved som vedlegg. Modelleringsresultater er hjelpemidler til vurdering av faresonenes utstrekning, og kan ikke alene benyttes til fastsettelse av faresoner uten bruk av faglig skjønn. Faresone er vurdert blant annet ut fra dynamisk- og empirisk modell.
Er det utført samla vurdering av konklusjoner og begrunnelser ut fra tilgjengelige grunnlagsdata og beregningsresultat	Avvik	Det er beskrevet at vurderingene avviker fra tidligere vurdering i rapporten. Oppdaterte kartgrunnlag med bedre oppløsning, nye modelleringsverktøy og presisering i gjeldende veileder ift. feltobservasjoner som skal ligge til grunn for de ulike faresonene er bakgrunn for revisjon.