

Oppdragsgiver	Navn Nord-Fron kommune	Kontaktperson Anders Nybakken
Oppdrag	Nummer og navn 23527 Nord-Fron, Kvam – Revurdering av faresoner i Letrudgrenda	Oppdragsleder Henrik Langeland
Dokument	Nummer 23527-01-1 Utført av Pål Lohne og Henrik Langeland	Dato 2024-06-09 Kontrollert av Henrik Langeland og Pål Lohne

Versjon	Dato	Utført	Kontroll	Beskrivelse
1	2024-06-09	PL	HL	Original

Revisjon utredning av sikkerhet mot skred

Sammendrag

Letrudgrenda boligfelt, 2 km øst for Kvam sentrum i Nord-Fron kommune har de siste årene vært rammet av flere skredhendelser. Skred AS utførte derfor utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng for boligfeltet i 2016. På bakgrunn av ny skredhendelse under ekstremværet Hans høsten 2023 ønsker nå Nord-Fron kommune revisjon av tidligere utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng, rapport 16113-01-1 Nord-Fron, Kvam – Skredfarevurdering Letrud.

NVEs veileder for skredfare i bratt terreng angir kriterier for når utredninger av sikkerhet mot skred i bratt terreng bør revideres. I denne situasjonen er flere av kriteriene oppfylt og Skred AS har derfor utført en revisjon av utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng for hus i Gardvegen nr 310 (gbnr 327/114), nr 312 (gbnr 327/81), nr 320 (gbnr 327/97), nr 322 (327/89 og 79), nr 324 (gbnr 327/76) og nr 326 (gbnr 327/60 og 82) i Nord-Fron kommune.

Vurderingen er gjort iht. TEK 17 § 7-3 for sikkerhetsklasse S1 og S2. Vurderingen er gjort for dagens skogforhold. Ettersom det også ønskes vurdering av sikring mot skred har Skred AS også vurdert sikkerhetsnivå nominell årlig sannsynlighet 3/1000 med referanse til NVE Sikringshåndboka.

Bygg 310, 312, 320 og 322 har høyere risiko enn det som er akseptabelt i forhold til sikkerhetskrav i byggt teknisk forskrift (Direktoratet for byggkvalitet, 2024b), hvor 310 og 312 også ligger innenfor faresone med nominell årlig sannsynlighet $\geq 3/1000$ faresonen.

Det er derfor gjennomført en mulighetsstudie for å sikre bygg 310 og 312 ut av faresone $\geq 3/1000$. Basert på kostnadsestimatet vil det koste 2,4-2,8 mill. NOK å sikre bygg 310 ut av faresone $\geq 3/1000$, hvor tiltaket også trolig kunne medføre at faresone for skred i bratt terreng med nominell årlig sannsynlighet $1/1000$ kan endres, men dette må vurderes ved mer detaljerte vurderinger skredtekniske forhold. For bygg 312 er det ventet å koste 1,3-1,5 mill. NOK å sikre bygget ut av faresone $\geq 3/1000$. Alle tiltak må detaljprosjekteres før arbeid kan påbegynnes.

Innhold

1	Innledning	6
1.1	Forord	6
1.2	Bakgrunn	6
1.3	Kartlagt område	6
1.4	Krav til sikkerhet mot skred	7
1.5	Forbehold	8
2	Områdebeskrivelse	10
2.1	Topografi	10
2.2	Drenering	12
2.3	Geologi og geomorfologi	12
2.4	Flyfoto og skråfoto	14
2.5	Skog	15
2.6	Klima	16
2.7	Historiske skredhendelser	16
2.8	Tidligere skredfareutredninger	18
2.9	Eksisterende skredsikringstiltak	18
2.10	Befaring	18
3	Skredfarevurdering	20
3.1	Steinsprang	20
3.2	Steinskred	20
3.3	Snøskred	21
3.4	Jordskred	21
3.5	Flomskred	23
3.6	Sørpeskred	25
3.7	Samlet skredfare	25
3.8	Skog med betydning for skredfaren	26
3.9	Avvik fra tidligere skredfareutredninger	27
3.10	Stedsspesifikk usikkerhet	27
4	Mulighet for å redusere faresonene ved sikring (mulighetsstudie)	28
4.1	Formål med mulighetsstudie	28
4.2	Dimensjonerende skredscenario	28
4.3	Aktuelle sikringstiltak	28
4.3.1	Sikring av Gardvegen nr. 310	29
4.3.2	Sikring av Gardvegen nr. 312	31
4.4	Kostnadsestimat	33
4.5	Forvaltning, drift og vedlikehold	33
4.6	Videre arbeid	33
5	Konklusjon	34
6	Referanseliste	35

Figurer

Figur 1: Oversiktsbilde for kartleggingsområdet og påvirkningsområdet. Bildet tatt mot N-NV.	6
Figur 2: Oversiktskart for kartleggingsområdet og påvirkningsområdet. Påvirkningsområdet er det arealet som er undersøkt hvor skred potensielt kan påvirke kartleggingsområdet.	7
Figur 3: Helningskart med gammelt helningskart over 810 moh.	10
Figur 4: Skyggekart fra 2024 terrengmodell sammenlignet med skyggekart (Tabell 2) fra terrengmodell tilgjengelig for rapport 16113-01-1.....	11
Figur 5: Avrenningsanalyse basert på ny terrengmodell som viser overflateavrenningen (Multi-Flow Direction).	12
Figur 6: Detaljert løsmassekart fra NGU i målestokk 1:10.000. Se NGUs kart for fullstendig tegnforklaring.	13
Figur 7: Flyfoto fra 2023-08-18 som viser skredhendelsen under Hans. Nord er orientert opp i bildet.....	14
Figur 8: Områder hvor skogen tilfredsstillere kravene til kronedekning for henholdsvis løvskog ($\geq 80\%$) og barskog ($\geq 50\%$).	15
Figur 9: Kritisk døgnnedbør for skredaktivitet (NGI, 2021).....	16
Figur 10: Registrerte skredhendelser mot Letrudgrenda i NVE Atlas.	17
Figur 11: Registreringskart for kartleggingsområdet og påvirkningsområdet. Forklaring til GPS-punkt er gitt i Tabell 5.	19
Figur 12: Tydelig avløste blokker på mer enn 100 m^3 i toppen av ene løsneområdet for jordskredet i 2023 under ekstremværet Hans.	21
Figur 13: Modelleringskart for jordskred. RAMMS::DebrisFlow er benyttet som dynamisk modell, hvor maks hastighet er benyttet til illustrasjon.	23
Figur 14: Modelleringskart for jordskred. RAMMS::DebrisFlow er benyttet som dynamisk modell, hvor maks hastighet er benyttet til illustrasjon.	24
Figur 15: Kart som viser samlet skredfare og hvilke skredtyper som er dimensjonerende for de ulike delene av kartleggingsområdet.	26
Figur 16: Skog med betydning for skredfaren.	27
Figur 17: Sikring av hus 310 med fangvoll og avlagringsbasseng, samt forventede faresoner etter tiltak.	30
Figur 18: Sikring av hus 310 med ledevoll, samt forventede faresoner etter tiltak.	31
Figur 20: Sikring av hus 312 med fanggjerd eller fangvoll, samt forventede faresoner etter tiltak.	32

Tabeller

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde. Fra veileder til byggt teknisk forskrift, TEK17 (Direktoratet for byggkvalitet, 2024a).....	8
---	---

Tabell 2: Nye elementer i ny terrengmodell fra 2024 som er sammenlignet med skyggekart fra terrengmodell tilgjengelig for rapport 16113-01-1	11
Tabell 3: Døgnnedbør under Hans for meteorologiske stasjoner nær Letrudgrenda.	16
Tabell 4: Oversikt kjente skredhendelser i Letrudgrenda.	17
Tabell 5: Beskrivelse av registreringer gjort i felt.....	18
Tabell 6: Oppsummering av kostnadsestimat for tiltak nevnt i kap. 4.3.1 og 4.3.2. Alle priser er ekskl. mva.	33

Vedlegg

- Egenerklæringskjema kompetanse.

1 Innledning

1.1 Forord

Plan- og bygningsloven (pbl) og Byggteknisk forskrift (TEK 17, kap 7.3)(Direktoratet for byggkvalitet, 2024a) stiller krav til sikkerhet mot naturfare. For reguleringsplan og byggesak/-tiltak, søknadspliktig eller ikke, må det derfor dokumenteres at tilstrekkelig sikkerhet mot skredfare vil bli oppnådd i henhold til disse sikkerhetskravene.

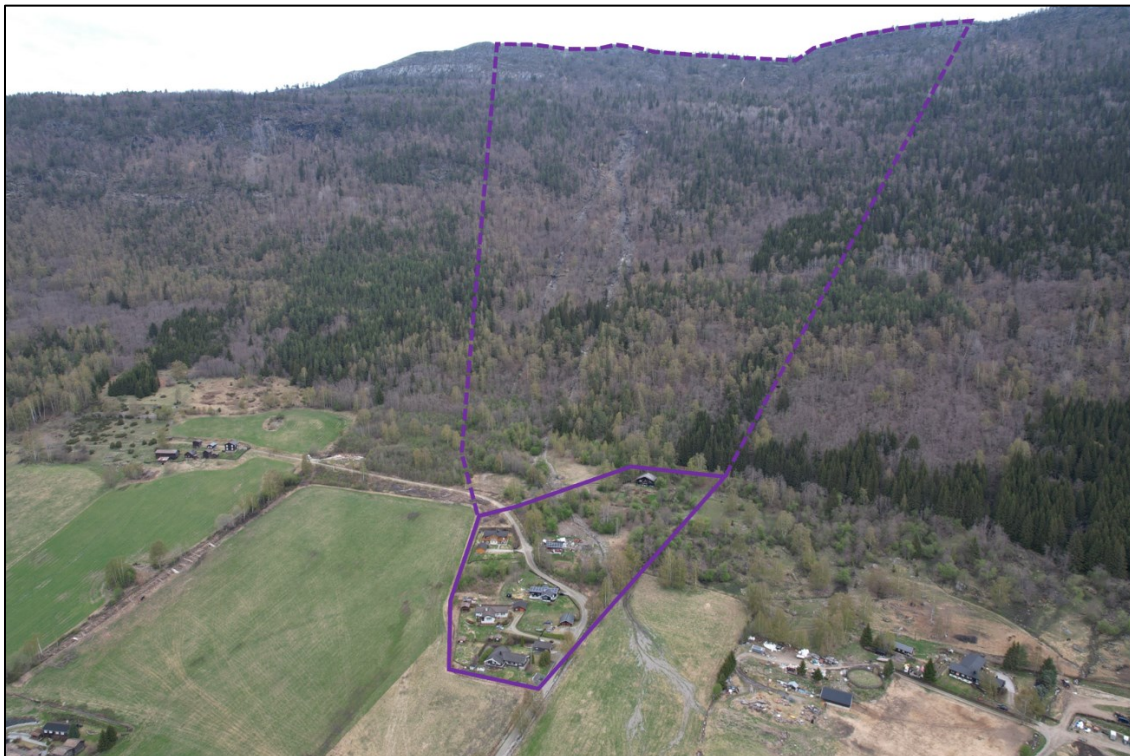
Denne utredningen er utført av fagkyndig personell og følger NVEs veileder Sikkerhet mot skred i bratt terreng - Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og byggesak (NVE, 2024a), og vil dermed kunne dokumentere om sikkerhetskravene er oppfylt. Skredtypene snø-, jord-, flom-, sørpe-, steinskrud og steinsprang utredes.

1.2 Bakgrunn

På bakgrunn av ny skredhendelse under ekstremværet Hans høsten 2023 ønsker nå Nord-Fron kommune revisjon av tidligere utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng, rapport 16113-01-1 Nord-Fron, Kvam –Skredfarevurdering Letrud (Skred AS, 2016). Revisjonen bygger på den tidligere vurderingen der dette er relevant, og denne utredningen må derfor leses i sammenheng med rapport 16113-01-1.

1.3 Kartlagt område

Letrudgrenda boligfelt ligger 2 km øst for Kvam sentrum i Nord-Fron kommune (Figur 1 og Figur 2). Byggefeltet ligger ved rundt 350-400 moh. i den sørvestvendte dalsiden. Sør for Letrudgrenda løper Gudbrandsdalen mot sør. Vest for Letrudgrenda løper Gudbrandsdalen mot vest. Lågen renner i bunnen av Gudbrandsdalen, og ligger her rundt 250 moh.



Figur 1: Oversiktsbilde for kartleggingsområdet og påvirkningsområdet. Bildet tatt mot N-NV.

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde. Fra veileder til byggteknisk forskrift, TEK17 (Direktoratet for byggkvalitet, 2024a).

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

Det er opp til kommunen å fastsette krav til sikkerhet mot skred. Det er avklart med Nord-Fron kommune at revisjon skredfareutredning skal utføres etter sikkerhetsklasse S1 og S2. I tillegg vurderes nominell årlig sannsynlighet lik 3/1000 ettersom det er et sikkerhetskrav NVE viser til for prioritering av midler for sikring av eksisterende bebyggelse (NVE, 2023).

Denne rapporten følger NVEs veileder (NVE, 2024a), lokalisert på internett den 04-04-2024. Rapporten bygger på rapportmal tilhørende NVEs veileder, men er tilpasset på følgende måter:

- Rapporten er bygd opp som øvrige Skred AS rapporter, og følger våre rutiner for intern kvalitetssikring.
- Rapporten omfatter alle kapitler fra NVEs rapportmal, men i litt annen rekkefølge.
- Rapporten inneholder noen flere kapitler enn NVEs rapportmal.
- Informasjon om oppdraget og gjennomført befaring er gitt på førstesiden og i kapittel 1. Siden «Om oppdraget» fra NVEs rapportmal er derfor ikke direkte gjengitt.
- Enkelte overskrifter har lignende, men ikke identiske navn som i NVEs rapportmal.
- I kapitlene om vurdering av hver enkelt skredtype er underkapitlene (tredje nivå) systematisk omtalt i teksten, uten at det er gitt egne overskrifter for dem.
- Egenkontroll og sidemannskontroll er dokumentert på førstesiden i rapporten. Det er derfor ikke lagt ved en egen side for egen- og sidemannskontroll, slik NVEs rapportmal legger opp til.
- Vi bruker vår egen rapportmal som sjekklister, og det er derfor ikke lagt ved noen ytterligere sjekklister ved UKS.
- Rapporten er godkjent iht. interne rutiner og har derfor ikke signatur.
- Bilder, helningskart, registreringskart, faresonekart og kart for skog med betydning for skredfaren er inkludert i rapporten som figurer, fremfor å være egne vedlegg. Disse inneholder likevel all informasjon som er påkrevd i NVEs veileder.
- Rapporten viser til 16113-01-1 Nord-Fron, Kvam –Skredfarevurdering Letrud der det er relevant.

1.5 Forbehold

Vurderingen er gjort basert på grunnlaget, terrenget og vegetasjonen som var tilgjengelig på utredningstidspunktet. Ved eventuelle endringer som hogst eller større terrenngrep kan det være nødvendig med en ny vurdering. Ny informasjon om skredhendelser eller annet grunnlag kan også føre til behov for en ny vurdering. Vurderingen gjelder naturlig utløste skred i bratt terreng, og omfatter ikke stabilitet i menneskeskapte fyllinger, skjæringer el.

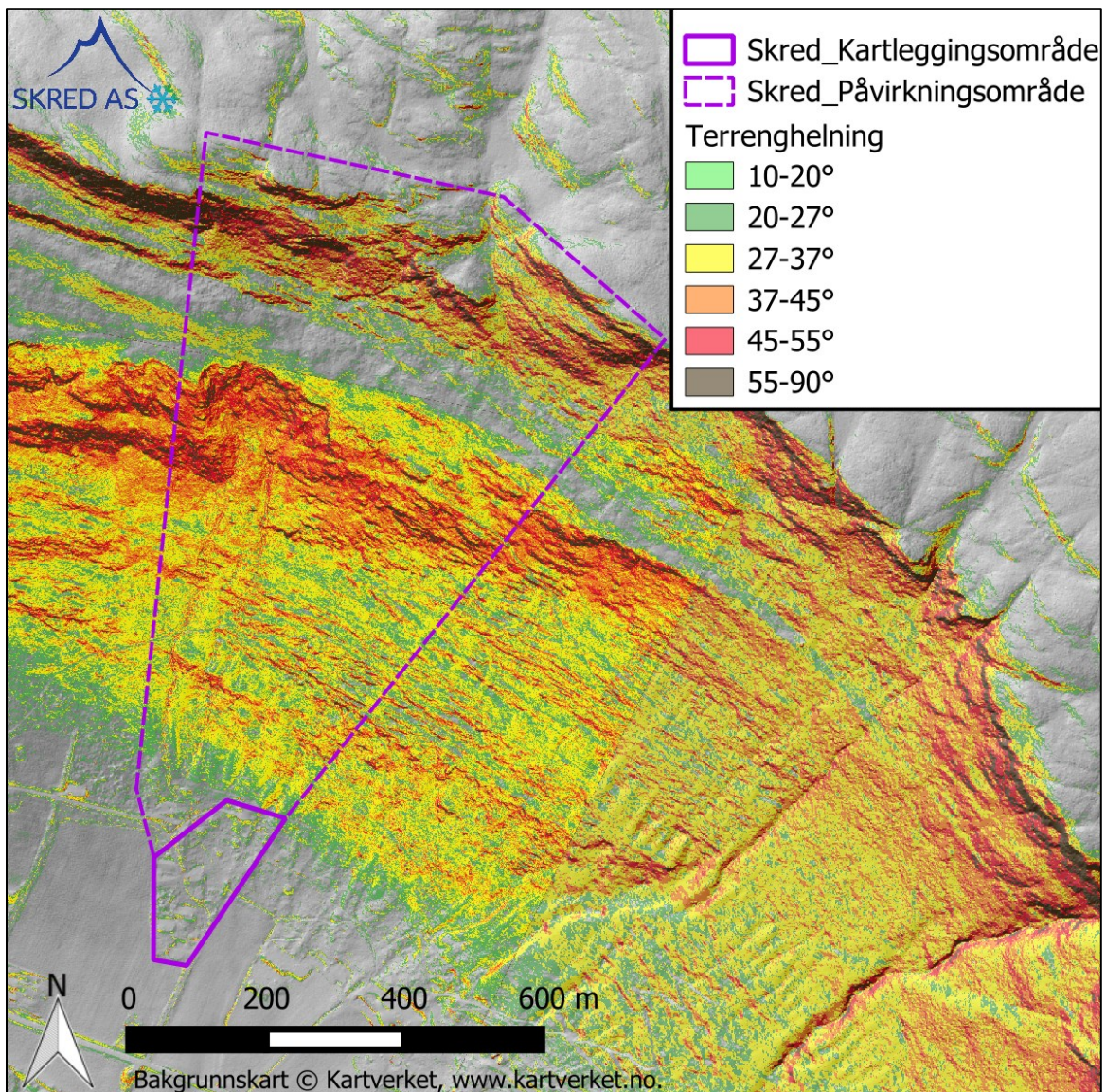
Denne reviderte utredningen av sikkerhet mot skred i bratt terreng bygger på den tidligere vurderingen der dette er relevant, og denne utredningen må derfor leses i sammenheng med rapport 16113-01-1.

2 Områdebeskrivelse

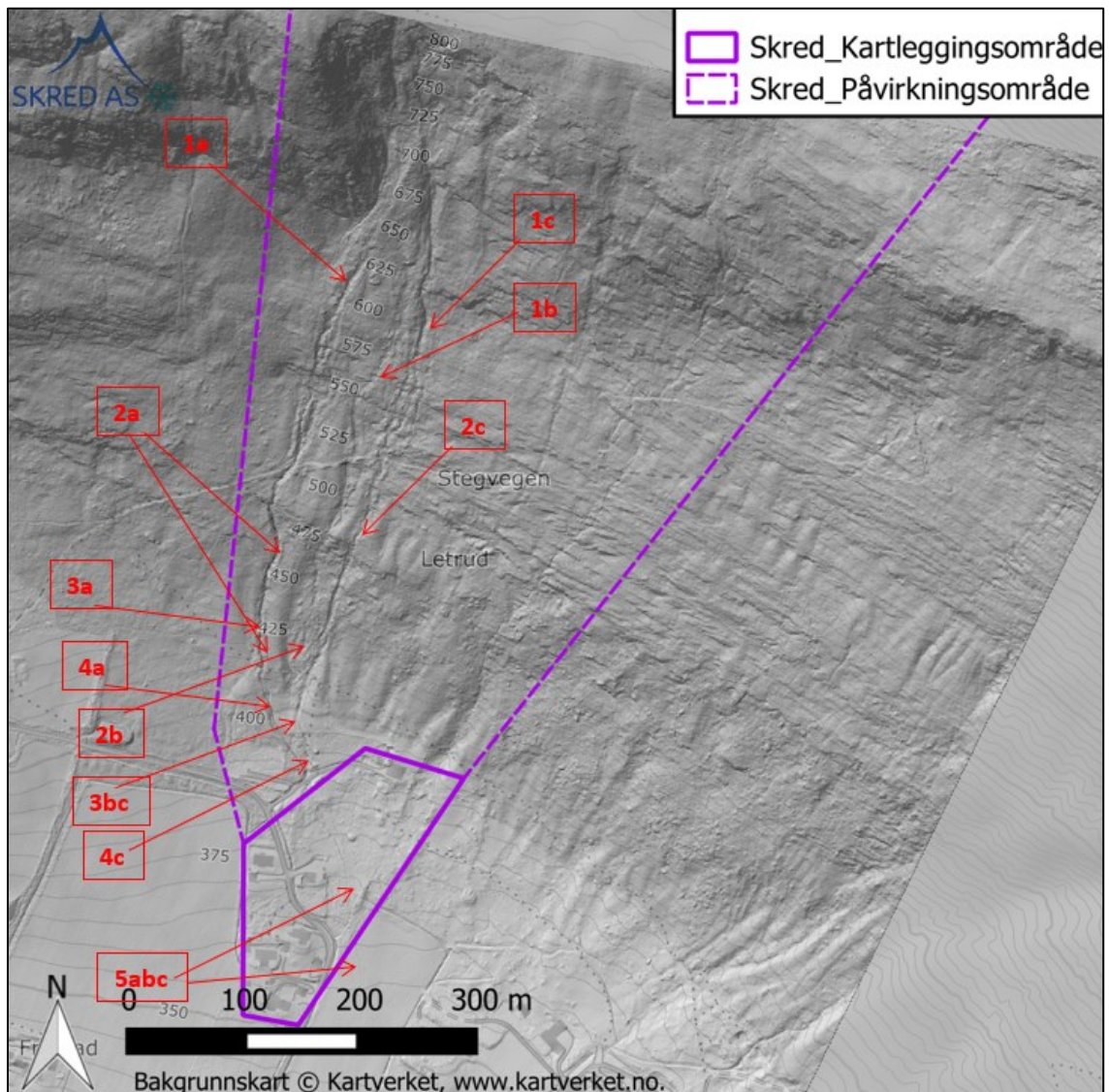
2.1 Topografi

Se rapport 16113-01-1 for beskrivelse av topografi. Det er også utført ny terrengeanalyse basert på ny terrengemodell produsert etter skredhendelsene under Hans. Modellen er publisert 2024-01-04 og har horisontal oppløsning på 0,25 m, men er begrenset opp til 810 moh. (Kartverket, 2024). Kart med terrenghelning er vist i Figur 3.

Som en del av terrengeanalysene er det også utarbeidet et skyggekart fra terrenge modellen. Skyggekartet gjengir terrengeoverflaten uten vegetasjon og bygninger, og brukes for å avdekke morfologiske elementer som ellers er vanskelige å observere, f.eks. grunnet tett skog. Skyggekartet er vist som bakgrunn i registreringskartet i Figur 4 og er sammenlignet med skyggekart (Tabell 2) fra terrenge modell tilgjengelig for rapport 16113-01-1.



Figur 3: Helningskart med gammelt helningskart over 810 moh.



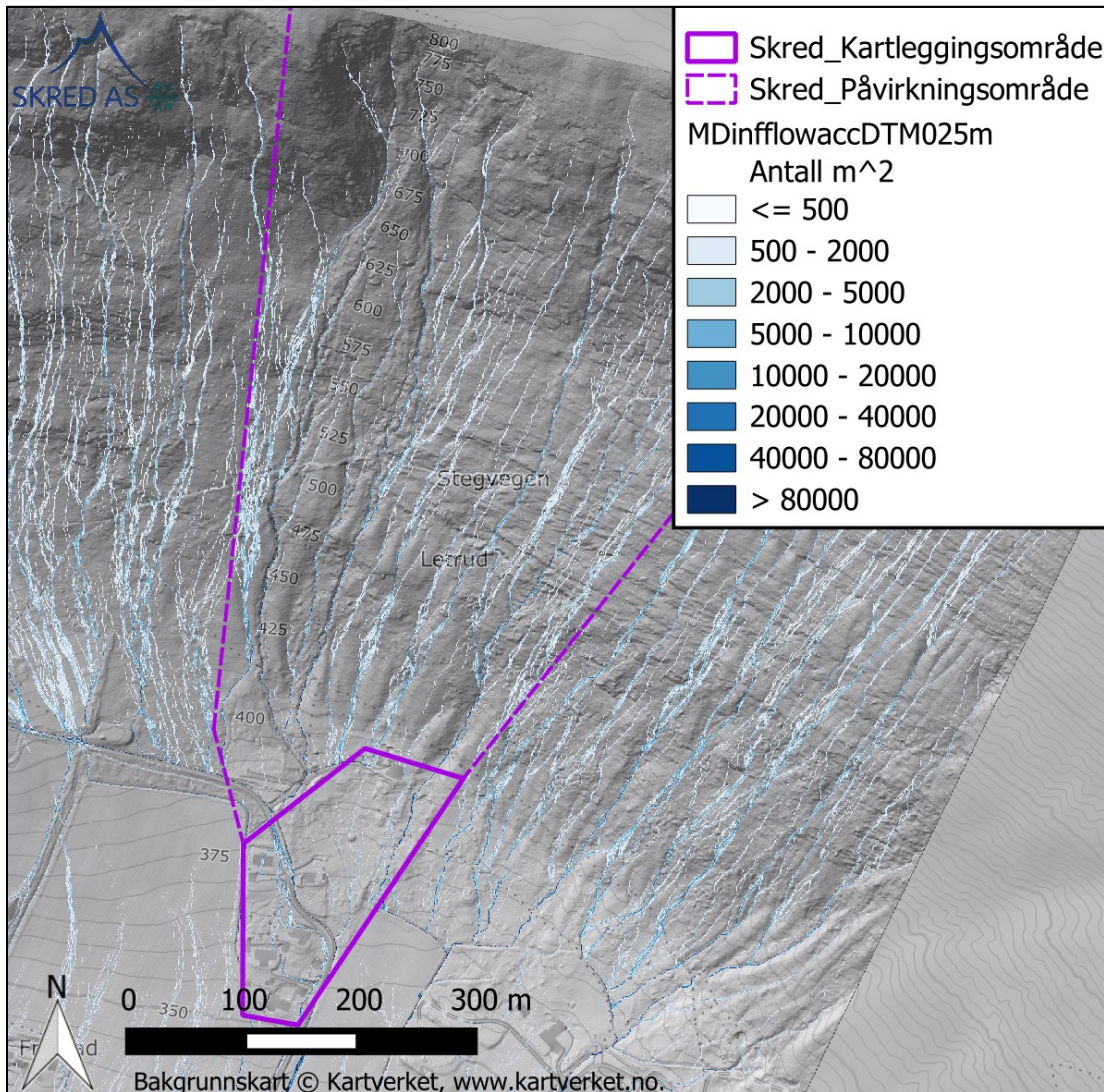
Figur 4: Skyggekart fra 2024 terrengmodell sammenlignet med skyggekart (Tabell 2) fra terrengmodell tilgjengelig for rapport 16113-01-1.

Tabell 2: Nye elementer i ny terrengmodell fra 2024 som er sammenlignet med skyggekart fra terrengmodell tilgjengelig for rapport 16113-01-1

1a. Ny erodert kanal, mulig nytt løснеområde.	1b. Tidligere bekke-/skredløp i terrengmodell, men nå mer definert	1c. Nytt bekke-/skredløp i terrengmodell
2a. Leveer langs bekke-/skredløp	2b. Erosjon i løsmassedeckket	2c. Nytt bekke-/skredløp i terrengmodell
3a. Mulige nye avsetninger som kan påvirke mulig kommende hendelser	3b. Mulig avsetning	3c. Mulig avsetning
4a. Forsterket erosjon og nytt bekke-/skredløp i terrengmodell		4c. Nytt bekke-/skredløp i terrengmodell
5a. Bekk-/skredløp og erosjon	5b. Bekk-/skredløp og erosjon	5c. Bekk-/skredløp og erosjon

2.2 Drenering

Avrenning og drenering i fjellsiden er omtalt i rapport 16113-01-1. Det er utført en ny avrenningsanalyse basert på ny terrengmodell med 0,25 meter oppløsning som viser overflateavrenningen (Multi-Flow Direction) for områdene (Figur 5). Analysen gir antall celler som drenerer til et gitt punkt og figuren viser antall m² (antall celler) som drenerer inn til en celle. I forhold til tidligere analyse vil nye raviner i fjellsiden også drenere vann, men de allerede etablerte bekkeløp har størst avrenning.



Figur 5: Avrenningsanalyse basert på ny terrengmodell som viser overflateavrenningen (Multi-Flow Direction).

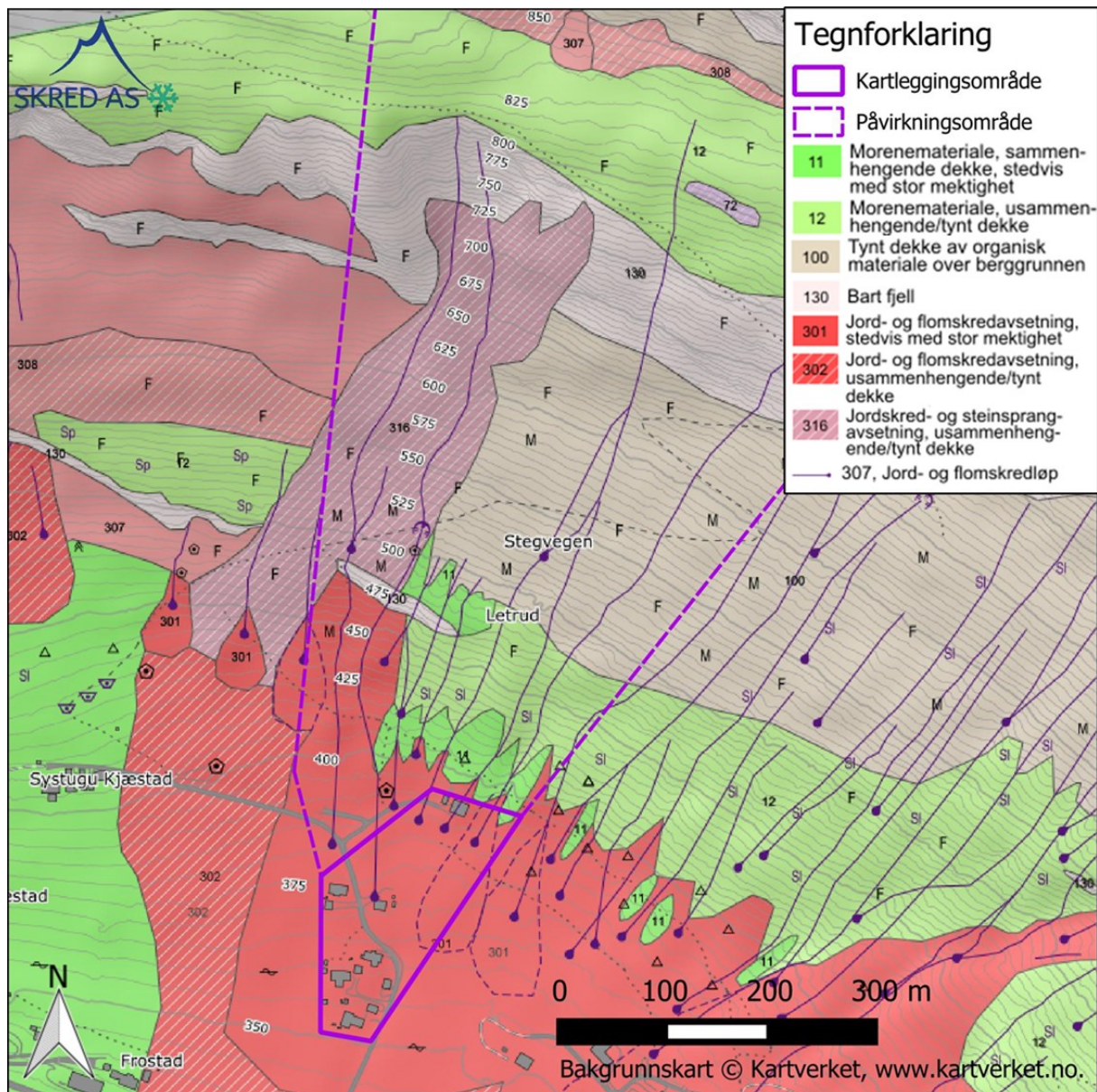
Avrenningsanalysen påvirkes av veier og andre menneskeskapt terrengingrep, og tar ikke hensyn til stikkrenner, broer, løsmasser etc.

2.3 Geologi og geomorfologi

Geologi og geomorfologi ble beskrevet i rapport 16113-01-1, hvor en også hadde fått tilgang til foreløpig kartlegging fra NGU. Det detaljerte løsmassekartet fra NGU ble publisert i 2017

og viser jord- og flomskredløp i hele dalsiden, hvor hele kartleggingsområdet ligger på et tykt dekke av jord- og flomskredavsetning (Figur 6). Fra 475-725 moh. i den vestlige delen av påvirkningsområdet er det tynt eller usammenhengende dekke med jordskred- og steinsprangavsetning, mens det i østre deler er tynt dekke av organisk materiale over berggrunn. Dette stemmer bra overens med de observasjoner som ble gjort under befaring 7. mai 2024.

Det er ikke endringer i berggrunnsgeologien ift. de som ble observert og beskrevet i 16113-01-1.



Figur 6: Detaljert løsmassekart fra NGU i målestokk 1:10.000. Se NGUs kart for fullstendig tegnforklaring.

2.4 Flyfoto og skråfoto

På Norge i Bilder (Statens vegvesen et al., 2024) er det flyfoto tilgjengelig for området for årene 1958 og frem til nytt bilde etter hendelsen under Hans (Figur 7).



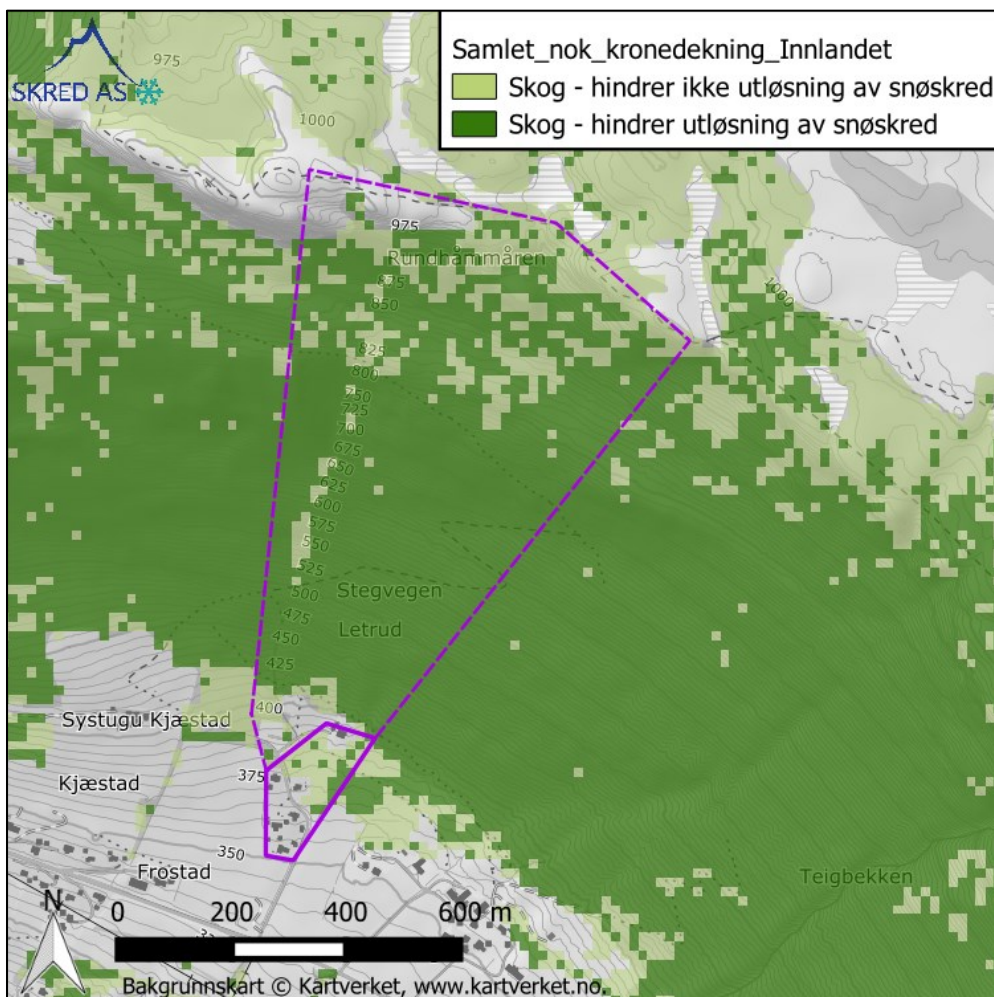
Figur 7: Flyfoto fra 2023-08-18 som viser skredhendelsen under Hans. Nord er orientert opp i bildet

2.5 Skog

Se rapport 16113-01-1 for beskrivelse av vegetasjon i fjellsiden. Vegetasjonen er påvirket av gjentatte skredhendelser i fjellsiden, blant annet fra 2023 (Figur 7).

I NVEs veileder beskrives skogens forebyggende effekt mot utløsning av snøskred som et forhold mellom treslag, stammediameter og kronedekning. Det er ikke gitt konkrete krav, men anbefalinger om hvilke verdier av nevnte egenskaper som hindrer utløsning på bakgrunn av PROALP standarden (NVE, 2024a). Veilederens bør-anbefalinger er utfordrende å konkretisere, blant annet fordi det ikke er klart hvorvidt det er en, noen eller alle de ulike egenskapene som må være til stede for å hindre skredutløsning.

Vi har valgt å benytte tilgjengelige skogressurskart (NIBIO, 2024), og utarbeide en oversikt over områder hvor skogen tilfredsstillt kravene til kronedekning for henholdsvis løvskog ($\geq 80\%$) og barskog ($\geq 50\%$), se Figur 8. Skog som ikke er tett nok til å hindre utløsning vil i mange tilfeller likevel kunne redusere utløsningssannsynligheten for snøskred, både pga. forankring og at lagdeling i snødekket kan bli påvirket i skogkledde områder.



Figur 8: Områder hvor skogen tilfredsstillt kravene til kronedekning for henholdsvis løvskog ($\geq 80\%$) og barskog ($\geq 50\%$).

2.6 Klima

For steinsprang og steinskred vurderes klimadata å ikke ha en avgjørende betydning i for utløsning av skred (NVE, 2024a). Det er derfor ikke utført klimaanalyse for disse skredtypene.

For jordskred og flomskred har klimatiske faktorer knyttet til nedbør stor betydning for utløsning av skred. Likevel kan ikke slike faktorer benyttes konkret til å fastslå hvorvidt det er fare for disse skredtypene på et konkret sted (NGI, 2021). En detaljert klimaanalyse har derfor begrenset nytteverdi for vurderingen av fare for jordskred og flomskred.

Snøskredfaren er i tidligere vurdering utelukket primært på grunn av vegetasjonsdekke i fjellsiden. Det er derfor heller ikke gjort noen klimaanalyse for snøskred.

Rapport 16113-01-1 har også oppsummert klimatiske trekk med betydning for skredfare og angir gjentaksintervaller for døggnedbør teoretisk i stand til å utløse jord- og flomskred (Skred AS, 2016).

NVE angir kritiske nedbørmengder for skredaktivitet i ulike regioner i Norge (NGI, 2021) basert på ca. 8 % av årsnedbør «Kritisk nedbør 24 timer» i Figur 9 og basert på nye analyser av sammenheng mellom nedbør og skredhendelser «24 timer fra tabell 3» i Figur 9.

Region	Antatt årsnedbør	Kritisk nedbør 24 timer	24 timer fra tabell 3
Agder	1200-2000	96-160	50-100
Nord-Norge	500-1500	40-120	40-80
Trøndelag	800-1200	48-96	20-50
Vestlandet	2000-2500	160-200	40-90
Østlandet	500-800	30-48	20-75

Figur 9: Kritisk døggnedbør for skredaktivitet (NGI, 2021).

Døggnedbør under Hans (Tabell 3) ligger høyt i forhold til kritiske verdier angitt av NVE for region Østlandet (Figur 9).

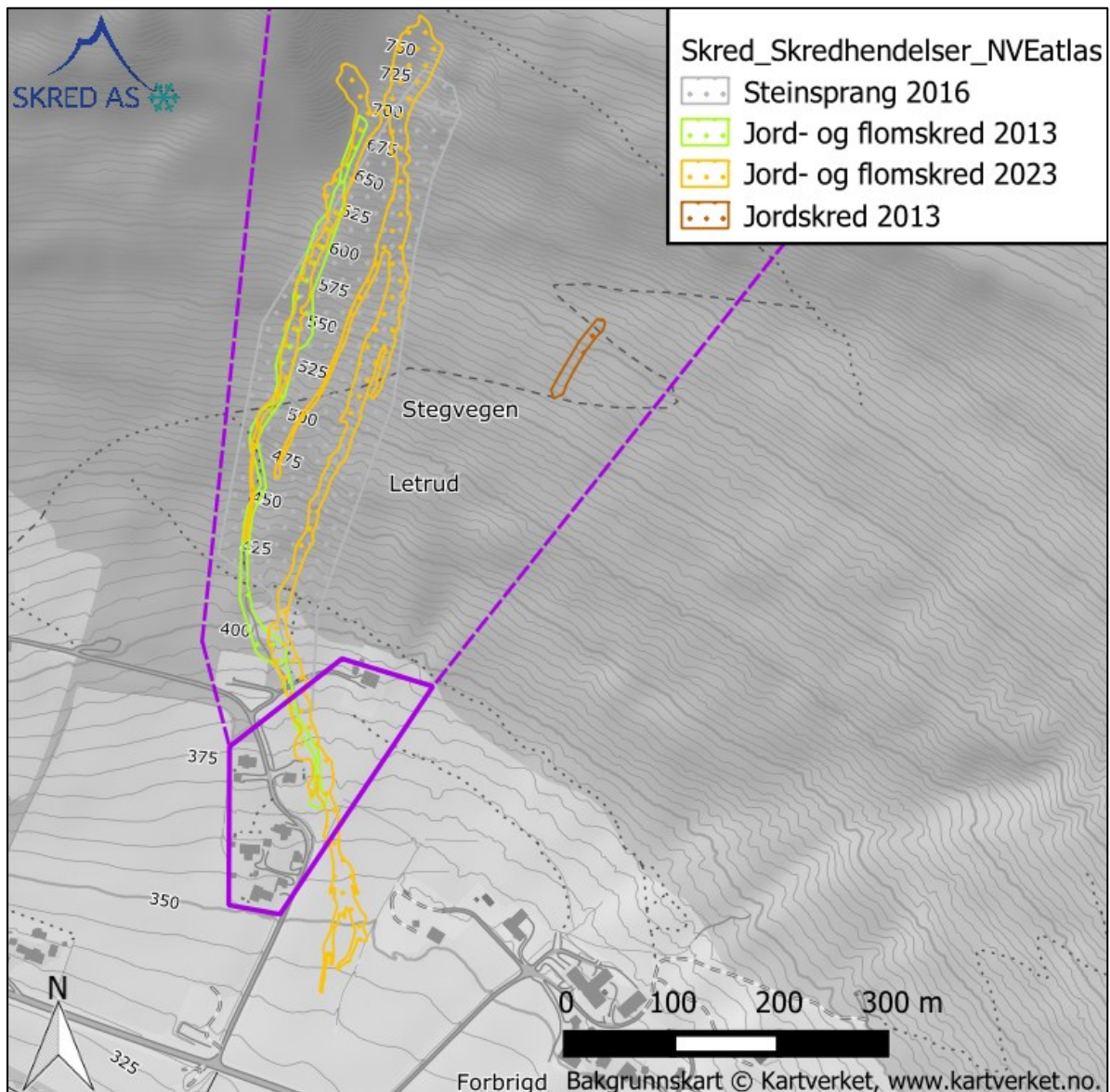
Tabell 3: Døggnedbør under Hans for meteorologiske stasjoner nær Letrudgrenda.

Stasjon	08.08.2023	09.08.2023	Gj snitt årsnedbør
SN13420 Venabu	20,9 mm	47,4 mm	721 mm (1981-2023)
SN16040 Otta-Skansen	45,7 mm	55,7 mm	470 mm (2020-2023)
SN13150 Fåvang	33,7 mm	49,3 mm	703 mm (2011-2023 – eks 2014, 2020 og 2021)

2.7 Historiske skredhendelser

Rapport 16113-01-1 har informasjon om følgende hendelser mot Letrudgrenda; Løsmasseskred som traff bolighuset på Gardvegen 314 i 2013 og steinsprang i 2016 som ble befart av NVE (NVE, 2016; Skred AS, 2016).

NVE Atlas (NVE, 2024b) viser 4 hendelser ned mot Letrudgrenda (Figur 10).



Figur 10: Registrerte skredhendelser mot Letrudgrenda i NVE Atlas.

I tillegg har det fremkommet informasjon fra lokalbefolkningen i Letrudgrenda via et skriv etter skredhendelsen Hans i 2023 (Lokalbefolkning i Letrudgrenda, 2023). Her fremkommer ytterligere skredhendelser utover det som er registrert i NVE Atlas. En total oversikt over det som nå er kjent er vist i Tabell 4.

Tabell 4: Oversikt kjente skredhendelser i Letrudgrenda.

Dato	Kilde	Skredtype	Kommentar
2011-06-27	Lokalbefolkningen i Letrudgrenda	Usikkert	Ras i fjellsiden, meldt til kommunen og Politi på stedet for å sjekke
2013-05-22/23	NVE Atlas og Lokalbefolkningen i Letrudgrenda	Jord- og flomskred	Traff Gardveien 314 og utløp vist i Figur 10

2016-06-11	NVE Atlas og Lokalbefolkningen i Letrudgrenda	Steinsprang	Utløp vist i Figur 10
2017-10-29	Lokalbefolkningen i Letrudgrenda	Steinsprang	Ikke kjent utløp
2023-08-09	NVE Atlas og Lokalbefolkningen i Letrudgrenda	Jord- og flomskred	Utløp vist i Figur 10

2.8 Tidligere skredfareutredninger

Vi viser til Skred AS rapport 16113-01-1 som også omtaler andre relevante rapporter (Skred AS, 2016).

2.9 Eksisterende skredsikringstiltak

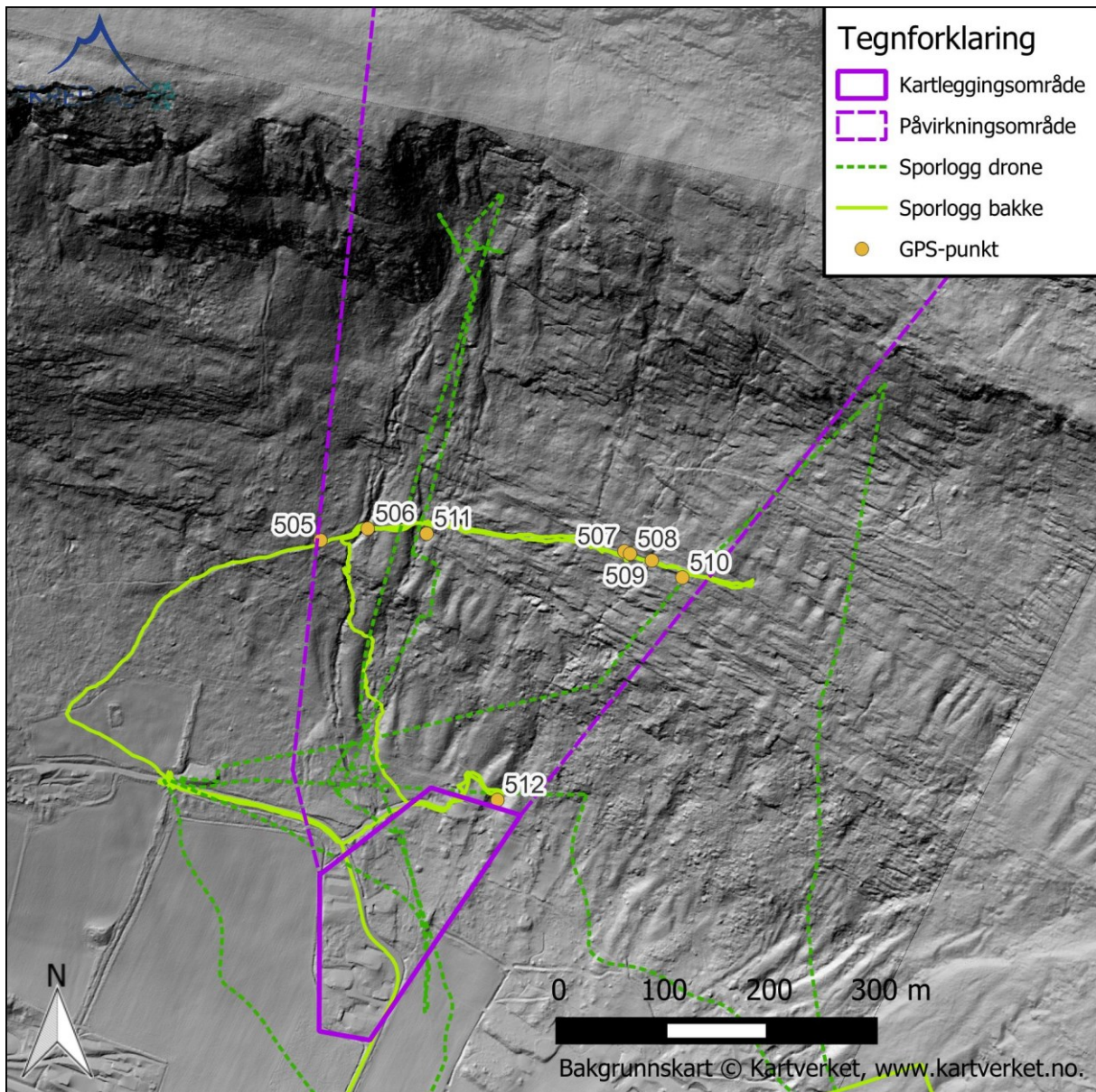
Vi viser til Skred AS rapport 16113-01-1 som omtaler sikring (Skred AS, 2016). Etter denne rapporten er bygg på gbnr. 327/96 innløst og revet.

2.10 Befaring

Befaring i området ble utført 7. mai 2024 av Pål Lohne, Skred AS. Værforholdene under befaring var gode, med sol og blå himmel. Vi har benyttet digitale kart underveis på befaring, og registreringer er gjort direkte i disse kartene. Sporlogg og registreringer fra befaring er vist i registreringskartet i Figur 11 og Tabell 5.

Tabell 5: Beskrivelse av registreringer gjort i felt.

GPS-punkt	Beskrivelse
505	Relativt tynt løsmassedekke. Berg i dagen flere steder.
506	Sidekanter for løsmassedekke i skredløp er 0,5-1m. Tynnere høyere opp i skredløpet.
507	Spor etter vann langs sti, som ikke fanges opp i avrenningsanalyse.
508	Oppkom, høy grunnvannsstand.
509	Bra med vann i bekkeløp under befaring.
510	Lett sildring, men lite definert bekkeløp
511	Lite vann i begge skredløpene
512	Bra dybde på gammel ravinen.



Figur 11: Registreringskart for kartleggingsområdet og påvirkningsområdet. Forklaring til GPS-punkt er gitt i Tabell 5.

3 Skredfarevurdering

3.1 Steinsprang

Vi viser til Skred AS rapport 16113-01-1 for vurdering av steinsprang (Skred AS, 2016).

Vi er nå også blitt gjort kjent med flere steinspranghendelser mot Letrudgrenda. Gitt at vi kjenner til at det i alle fall har vært bebyggelse i Letrudgrenda siden 1965 ((Statens vegvesen et al., 2024)), og at det er registrert totalt 3 steinsprang (2011, 2016 og 2017) utløst i fjellsiden, vil en frekventistisk analyse for tidsperioden siden 1965 angi en nominell årlig sannsynlighet for steinsprang lik ca. 0,05 (et steinsprang ca. hvert 20 år). I de fleste tilfeller forekommer det underrapportering av hendelser, og vi kjenner ikke til noe om steinsprangaktivitet tidligere enn 1985, så sannsynligheten er trolig høyere. Det er kjent at det for i allefall en av disse hendelsene gikk steinsprang helt ned til husene. Men det er ikke registrert store og sammenhengende steinsprangavsetninger som eksempelvis ur, og det indikerer at det ikke er hyppige steinsprang i fjellsiden.

Vi vurderer at den nominelle årlige sannsynligheten for steinsprang inn i kartleggingsområdet er større enn 1/100, og følgelig større enn 1/333 og 1/1000.

3.2 Steinskred

Det er identifisert strukturer i bergmassen som kan gi større utglidninger. Eksempelvis skifriheten/lagdelingen på fyltitten i påvirkningsområdet har et fall på 60° mot sør-sørvest (Figur 12), som muliggjør utfall av større partier i kombinasjon med andre sprekkesett (>100 m³). Fra skyggekart er det imidlertid ikke observert større strukturer/slepper i bakkant av partiene hvor steinskred potensielt kan løsne. Det er heller ikke observert større deformasjoner på InSAR-data (NGU, 2024), men det er få datapunkt grunnet vegetasjon. Den bratte skrenten som topper ut ved rundt 800 moh. vurderes imidlertid ut fra geomorfologisk tolkning å være en større utglidning, men vi kan ikke si om dette har utviklet seg over tid, eller ved en større hendelse. Fravær av større sammenhengende steinskredavsetninger kan imidlertid indikere at dette er en eldre hendelse der terrenget og avsetninger er endret i ettertid.

Under befarings ble det observert enkelte større avløste blokker som etter definisjonen til NVE (NVE, 2024a) vil klassifiseres som steinskred. Løsnings sannsynligheten for steinskred anses derfor som større enn 1/100. Hendelsen i 2016 består av enkeltblokker der den største er estimert til 30 m³ (NVE, 2016), mens forskjell i høydedata fra terrengmodell 2013 til 2024 tilsier at volumet som løsnet var større enn 100 m³. Da fyltitten er en relativt myk bergart, som forvitrer lett, forventer vi at større løsnesevolum raskt vil deles opp og bevege seg mer som steinsprang enn steinskred, hvilket også underbygges av hendelsen i 2016.

Vi vurderer at den nominelle årlige sannsynligheten for steinskred inn i kartleggingsområdet er mindre enn 1/1000.



Figur 12: Tydelig avløste blokker på mer enn 100 m³ i toppen av ene løснеområdet for jordskredet i 2023 under ekstremværet Hans.

3.3 Snøskred

Vi viser til Skred AS rapport 16113-01-1 for vurdering av snøskred (Skred AS, 2016). Vegetasjonen er fortsatt så dominerende at vi vurderer at det er lav sannsynlighet for utløsning av store snøskred.

Vi vurderer at den nominelle årlige sannsynligheten for snøskred i kartleggingsområdet er mindre enn 1/1000.

3.4 Jordskred

Utenom direkte rundt løснеområdene fra skredhendelse i 2023, og i nedre del av fjellsiden, er løsmassedekket relativt tynt i fjellsiden, med bergblotninger stedvis synlig. I rapport 16113-01-1 ble jordskred omtalt som løsmasseskred, mens skredhendelsen fra 2013 og 2023 vil etter dagens veileder klassifisere som et flomskred eller kanalisert jordskred.

Til modelleringene har vi benyttet den dynamiske modellen RAMMS::DebrisFlow, versjon 1.8.1 (SLF WSL, 2022). Modellering er gjort iht. anbefalte parametere som er angitt i ekstern FoU-rapport for bruk av RAMMS::DebrisFlow på jordskred (Skred AS, 2020). Det er benyttet følgende inndata:

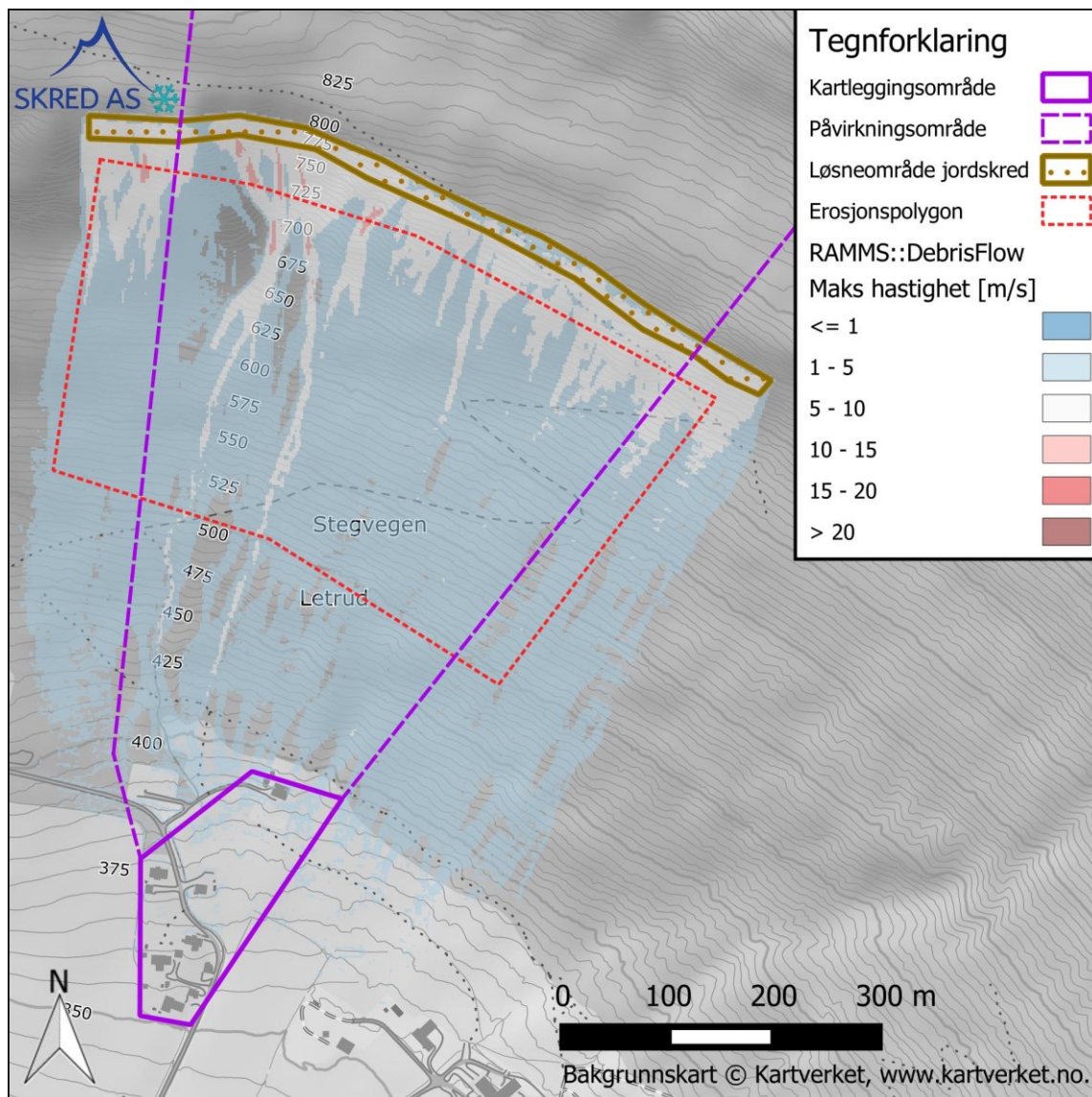
- **Terrengmodellen** som er benyttet har oppløsning på 2 m.
- **Tetthet** er satt til 2000 kg/m³

- **Løsneområder** er tegnet som en avlang «pølse» i det øverste partiet som er bratt nok til at jordskred kan løsne. Denne metoden for å tegne løsneområde er gunstig for å vurdere strømningsmønster over et større parti, men det store løsnevolumet kan også gjøre resultatet noe konservativt. Metoden med inntegning av løsneområder som avlange pølser ble diskutert på NVEs bransjeseminar 28. november 2023, hvor det ble betraktet som et godt utgangspunkt for innledende vurderinger.
- **Bruddkanthøyde** er satt til 0,5 m basert på observert løsmassedekke under befarig.
- **Blokk-simulering** er benyttet.
- **Ξ** er satt til standardverdien 200 m/s^2 .
- **M_y** er satt til standardverdien 0,2.
- **Stopp-momentum** er satt til standardverdien 5 %.
- **Erosjonsmodulen** er benyttet
 - Erosjonsrate 0,013
 - Erosjonsdybde 0,05
 - Critical shear stress 0,5
 - Max erosjonsdybde er 0,5

Modellresultatene vises i Figur 13. Hastigheten og flyte høyden er som forventet størst i de to ravinene vest i påvirkningsområdet. Basert på modellering og topografi er det forventet at jordskred hovedsakelig vil stoppe i overkant av kartleggingsområdet, men at slam og vann kan fortsette noe videre. Dette så vi av skredhendelsen under Hans i 2023. I tillegg til modelleringen vist i Figur 13 er det også kjørt modellering i fra ca. 475 moh. med tilsvarende parametere, men uten erosjon, da terrenget under generelt er slakere. Skred fra nedre løsneområde er vurdert å tilsvare et 3/1000-scenario for hus 312.

Klimaanalyse viser at det er potensial for ekstremnedbørhendelser med døggnedbør teoretisk i stand til å utløse jord- og flomskred. Tidligere skredhendelser viser imidlertid at hendelsene mulig er løsnert som jordskred, men så utviklet seg til flomskred eller kanaliserte jordskred. Tidligere hendelser viser ikke tegn til at jordskredene propagerer sideveis slik modellering kan indikere.

Vi vurderer at den nominelle årlige sannsynligheten for jordskred i kartleggingsområdet er større enn 3/1000 for deler av kartleggingsområdet. Denne vurderingen er tett knyttet opp mot vurdering av flomskred, se kapittel 3.5.



Figur 13: Modelleringskart for jordskred. RAMMS::DebrisFlow er benyttet som dynamisk modell, hvor maks hastighet er benyttet til illustrasjon.

3.5 Flomskred

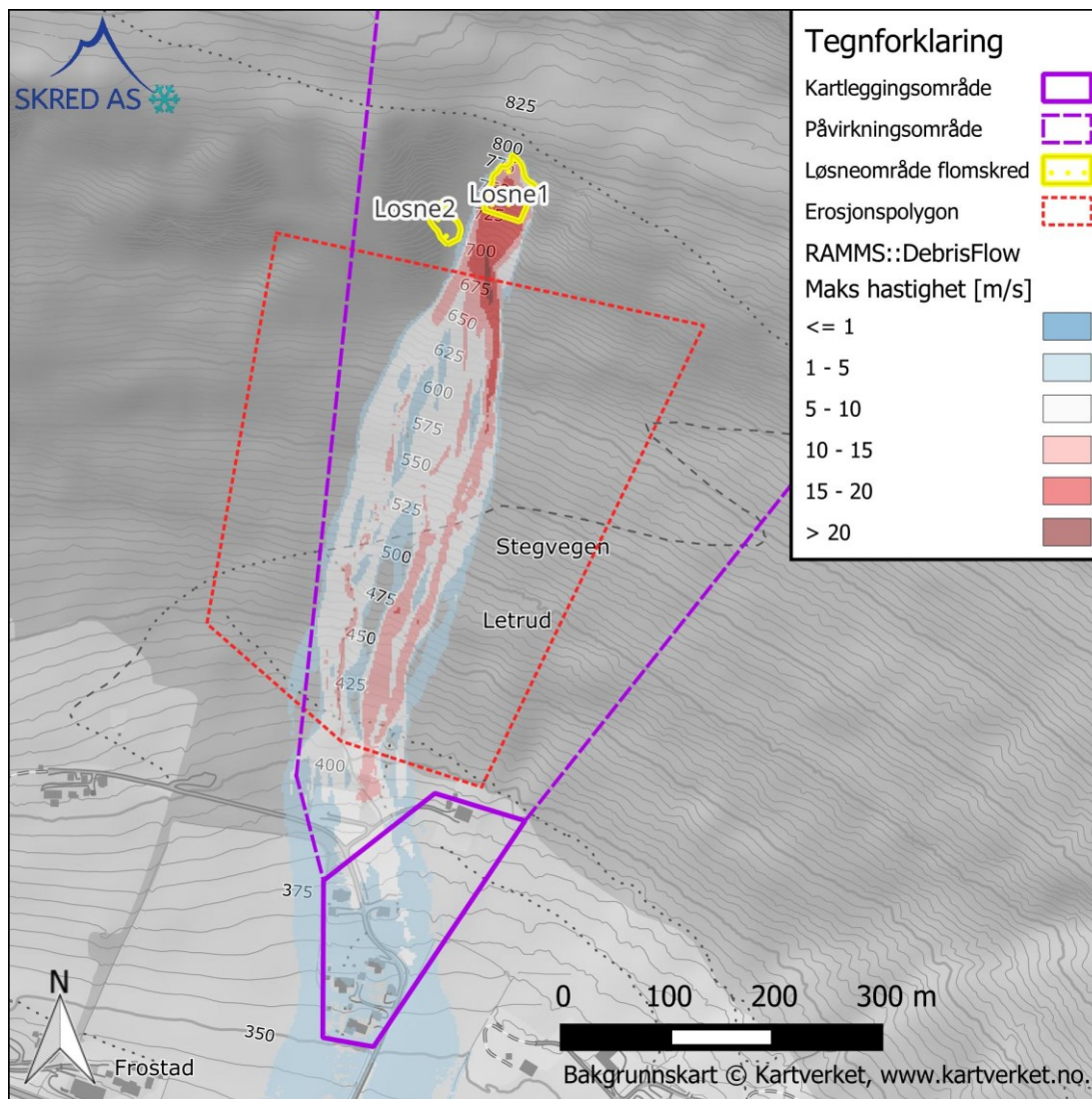
I rapport 16113-01-1 ble skredhendelsen fra 2013 benyttet til å etterregne og kalibrere den dynamiske modellen RAMMS::DebrisFlow. Det ble den gang konkludert med at det beste resultatet ble oppnådd ved bruk av 2 m terrengoppløsning (cellestørrelse), og firsjonsverdiene ξ og μ på hhv. $\xi=100 \text{ m/s}^2$ og $\mu=0,15$. Det ble imidlertid ikke benyttet erosjon, slik som anbefalt i NVEs ekstern FoU-rapport (Skred AS, 2020).

Det er derfor gjort nye modelleringer ved etterregning av hendelsen i 2023 og sett på skredscenario med sjeldnere gjentagsintervall basert på resultater i modellering. Til modelleringene har vi benyttet den dynamiske modellen RAMMS::DebrisFlow, versjon 1.8.1 (SLF WSL, 2022). Det er utført flere modelleringer hvor følgende inndata ga best resultat:

- **Terrengmodellen** som er benyttet har oppløsning på 2 m.

- **Tetthet** er satt til 2000 kg/m^3
- **Bruddkanthøyde** er satt til 1 m. (volum?)
- **Ξ** er satt til 750 m/s^2 .
- **M_y** er satt til standardverdien 0,1.
- **Stopp-momentum** er satt til standardverdien 5 %.
- **Erosjonsmodulen** er benyttet
 - o Erosjonsrate 0,013
 - o Erosjonsdybde 0,05
 - o Critical shear stress 0,5
 - o Max erosjonsdybde er 0,5

Modellresultatet vist Figur 13 viser modellkjøringen. Resultatene viser at flomskred har høy hastighet ($> 5 \text{ m/s}$) langt inn i kartleggingsområdet og derfor også føre betydelige skredmasser med seg ned mot bebyggelsen. Modellering er vurdert som et konservativt 3/1000- scenario.



Figur 14: Modelleringskart for jordskred. RAMMS::DebrisFlow er benyttet som dynamisk modell, hvor maks hastighet er benyttet til illustrasjon.

Tidligere hendelser har medført at situasjonen for erosjon i skredløpet ved eksempelvis ekstremnedbør er mer aktuell, klimaanalyser av ekstremnedbør viser at kritiske nedbørsverdier kan opptre oftere enn xx år og modellering av skredscenario med volum rundt xx viser at hastigheten i kartleggingsområdet er høy.

Vi vurderer derfor at den nominelle årlige sannsynligheten for flomskred inn i kartleggingsområdet er større enn 1/100.

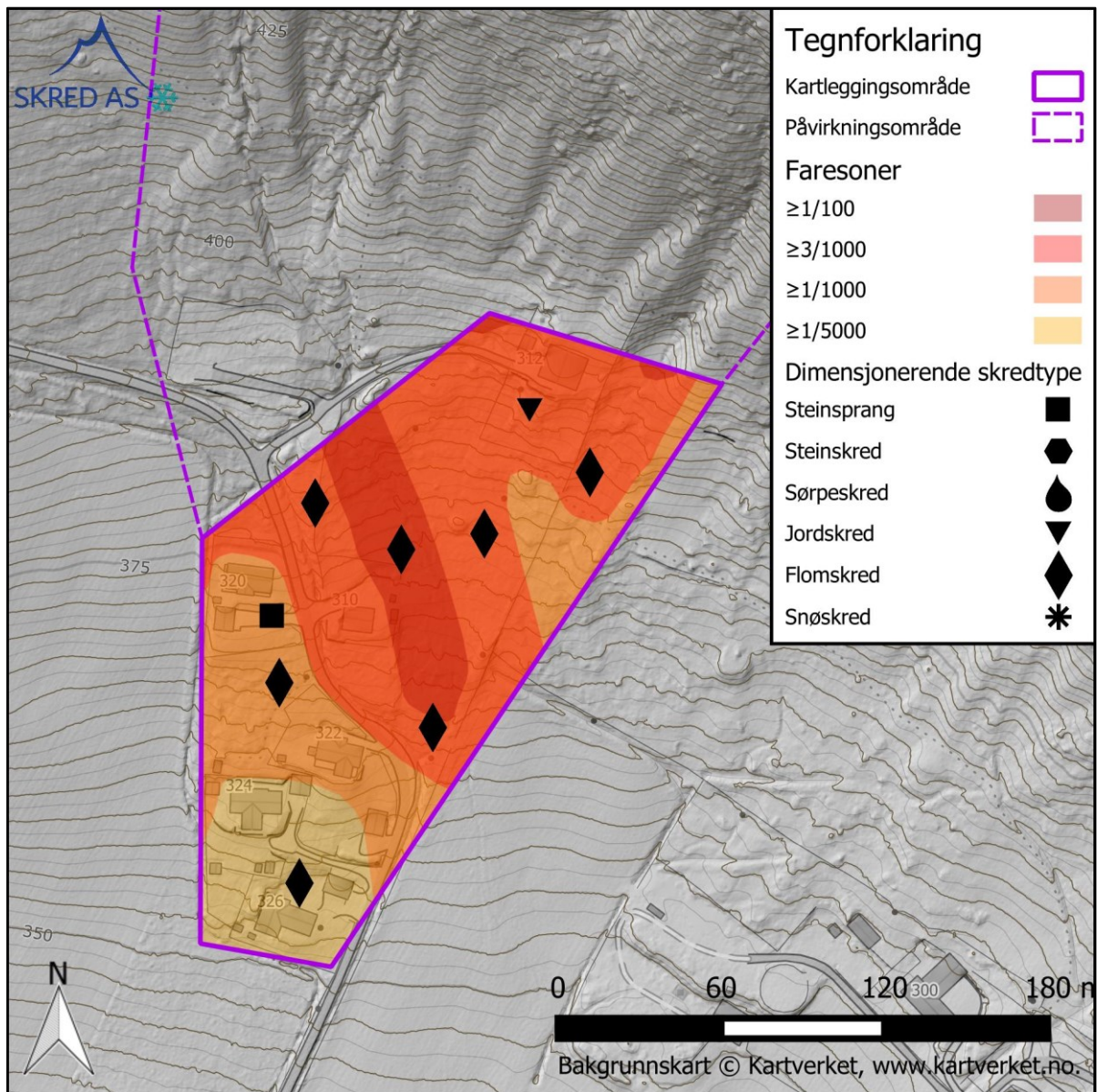
3.6 Sørpeskred

Vi viser til Skred AS rapport 16113-01-1 for vurdering av sørpeskred (Skred AS, 2016).

Vi vurderer at den nominelle årlige sannsynligheten for sørpeskred i kartleggingsområdet er mindre enn 1/1000.

3.7 Samlet skredfare

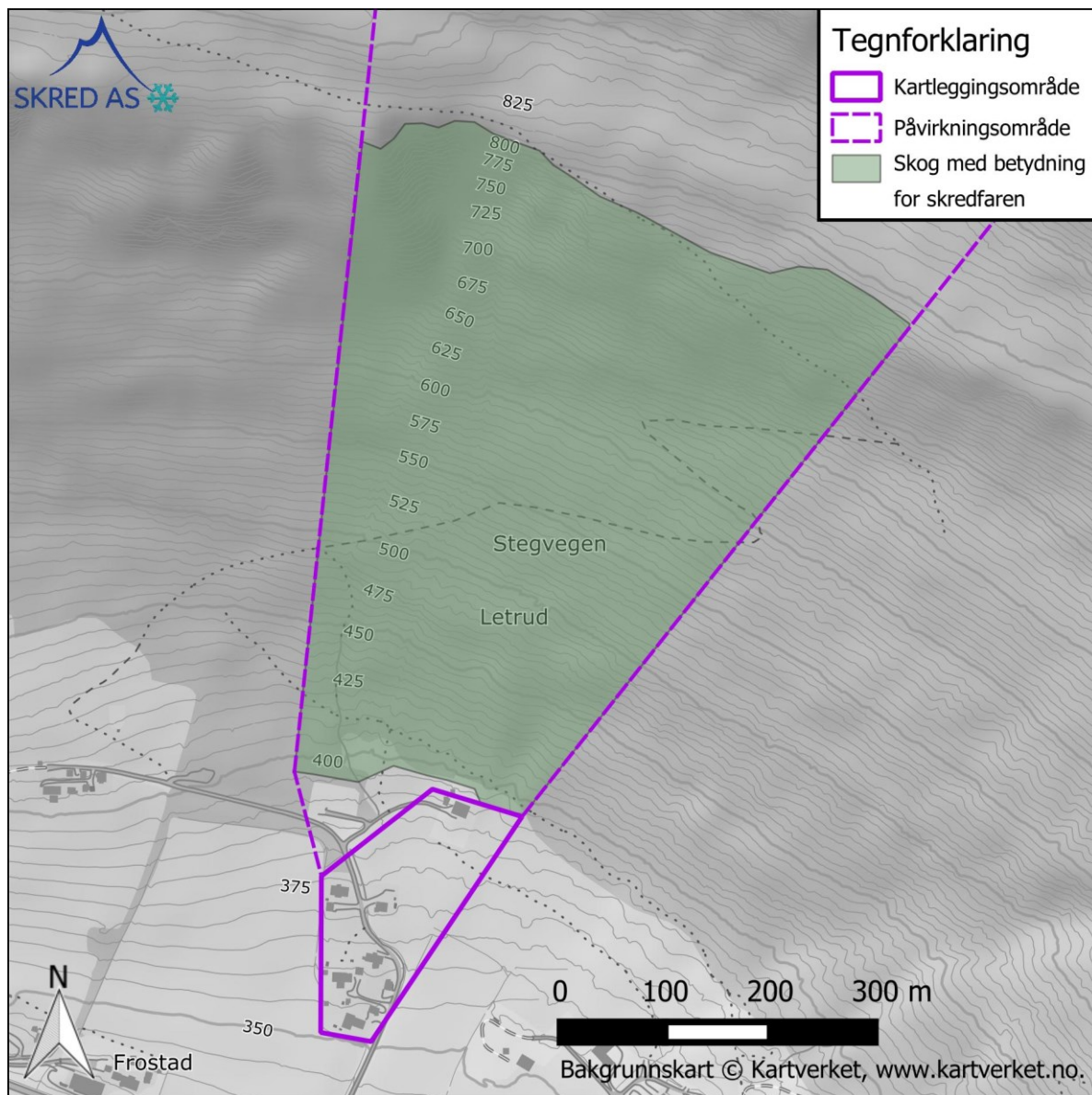
Vi vurderer at den samlede nominelle årlige sannsynligheten for skred i bratt terreng er større enn 1/100, 1/333 og 1/1000 for deler av kartleggingsområdet. Dimensjonerende skredtype er flom- og jordskred, men steinsprang er også en aktuell skredprosess. Bygg i Gardvegen nr 310, 312, 320 og 322 har ikke tilfredsstillende sikkerhet mot skred i bratt terreng etter krav i byggteknisk forskrift (Direktoratet for byggkvalitet, 2024b), hvor 310 og 312 også ligger innenfor $\geq 3/1000$ faresonen.



Figur 15: Kart som viser samlet skredfare og hvilke skredtyper som er dimensjonerende for de ulike delene av kartleggingsområdet.

3.8 Skog med betydning for skredfaren

Skog som vurderes å ha betydning for skredfaren i området er avmerket på kartet i Figur 16. Skogens reduserer sannsynligheten for utløsning av snøskred, samt har en stabiliserende effekt på jordskred. Skogen vil også kunne ha en dempende effekt på steinsprangblokker opp mot 2 m³. Flatehogst vil dermed føre til økt utstrekning av faresonene, samt at flere skredprosesser blir aktuelle.



Figur 16: Skog med betydning for skredfaren.

3.9 Avvik fra tidligere skredfareutredninger

Den tidligere vurdering i området av Skred AS (16113-01-1) har konkludert med at de samme skredprosessene er aktuelle, men basert på ny skredhistorikk og modelleringer er det vurdert at faresonene for skred i bratt terreng større utbredelse enn det som ble vurdert i 2016. Bygg i Gardvegen nr 322 er flyttet fra faresone $\geq 1/5000$ til faresone $\geq 1/1000$, mens Gardvegen nr 310 og 312 er flyttet fra faresone $\geq 1/1000$ til faresone $\geq 3/1000$. Øvrige bygg i kartleggingsområdet ligger i samme faresone som det ble konkludert med i 2016.

3.10 Stedsspesifikk usikkerhet

Det er flere hendelser i nyere tid, og relativt godt grunnlag med blant annet et detaljert løsmassekart for området. Usikkerheten i skredfarevurderingen begrenser seg i all hovedsak til dagens metodikk for å fastsette skredscenarioer med lang returperiode.

4 Mulighet for å redusere faresonene ved sikring (mulighetsstudie)

4.1 Formål med mulighetsstudie

Mulighetsstudie for sikring mot skred i bratt terreng har som formål å beskrive de ulike alternativene på et overordnet nivå sammen med et kostnadsestimat, slik at oppdragsgiver kan ta beslutning om hvilke løsninger som skal utredes mer i detalj i forprosjekt. Valg av sikringskonsept avhenger av flere tverrfaglige forhold, men våre vurderinger begrenser seg til skredfaglige vurderinger og grovt kostnadsestimat.

Se utdypende informasjon om skredsikring i NVEs Sikringshåndboka:

<https://veiledere.nve.no/sikringshandboka/skred-i-bratt-terreng/>

4.2 Dimensjonerende skredscenario

Oppdragsgiver ønsker at utredning av sikringstiltak skal gjøres med utgangspunkt i bygg som ikke har tilfredsstillende sikkerhet mot skred i bratt terreng for nominell årlig sannsynlighet 3/1000. Med bakgrunn i dette er det sett på sikringstiltak for Gardvegen nr. 310 og 312. Gardvegen nr. 320 og 322 ligger tett på faresone med nominell årlig sannsynlighet 3/1000, og det er derfor også vurdert hvordan 310, 320 og 322 eventuelt kan sikres med et tiltak. I kap. under er det gitt typiske dimensjonerende egenskaper for flom- og jordskred, men det bør gjøres mer detaljerte vurderinger ifm. forprosjekt eller detaljprosjektering. Steinsprang er også nevnt da det er dimensjonerende for faresone $\geq 1/1000$ for Gardvegen nr. 310 og 320.

Modelleringene i kap. 3.4 og 3.5 er derfor benyttet videre til å se på typiske egenskaper som hastighet, flyte høyde, trykk og volum. Disse egenskapene varierer etter hvor en befinner seg i skredbanen/utløpsområdet, men ved nordlig yttergrense til kartleggingsområdet er hastighetene opp mot 8 m/s med en flyte høyde på rundt 1 m. Modellering ved bruk av RAMMS::DebrisFlow viser et løsnévolum på ca. 1400 m³, mens erodert volum er på ca. 5000 m³. Dette gir et totalt skredvolum på 6400 m³. Vi har imidlertid erfaringer med at RAMMS::DebrisFlow underestimerer erodert volum noe.

For jordskred modelleringen mot hus 312 i kap. 3.4 er hastigheten på ca. 4 m/s og flyte høyden på 0,75 m. Løsnévolumet er på ca. 1000 m³, og skredvolumet som går ned mot hus 312 er på ca. 350 m³.

4.3 Aktuelle sikringstiltak

Det er mulig å utføre sikringstiltak i løsnéområdet, i skredbanen og i utløpsområdet. Sikring i hver av disse områdene krever ulike inngangsverdier til dimensjonering, de vil også ha hver sin usikkerhet og omfang knyttet til seg. Kombinasjon med sikring i de forskjellige områdene kan også være aktuelt.

I områder utsatt for løsmasseskred, med bratt dalside relativt tett innpå kartleggingsområdet er ofte sikring i utløpsområdet det best egnede tiltaket ettersom terrenghelling i skredbanen ofte gjør det vanskelig med store tiltak. Fangvoll, ledevoll, plogvoll og fanggerde anses som de mest aktuelle tiltakene i utløpsområdet. Ledevoll og plogvoll har den ulempen at de kan føre til økt ulempe for eiendommer nedstrøms, mens

fangvoll har til hensikt å stoppe massene helt. Fangvoll krever imidlertid større høyde på tiltaket og et avlagringsbasseng for skredvolumet.

4.3.1 Sikring av Gardvegen nr. 310

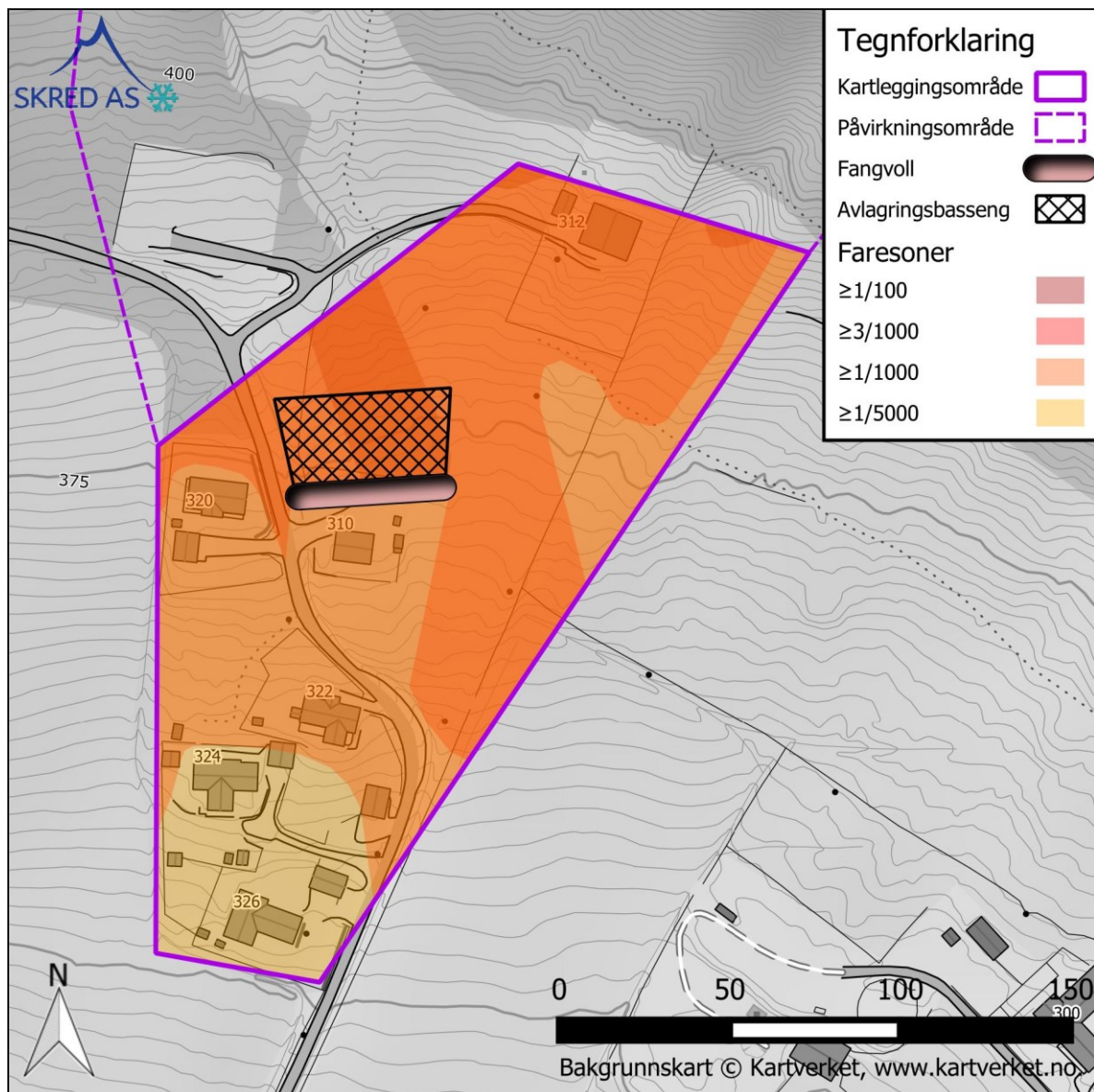
Modellering viser at dimensjonerende skredtype mot Gardvegen nr. 310 er jord- og flomskred. Bygget ligger utenfor utløpssonen for steinsprang med årlig sannsynlighet på 3/1000, og det vurderes derfor at en kan redusere høyden på sikringstiltaket ift. om en hadde plassert det i ytterkant av kartleggingsområdet.

4.3.1.1 Fangvoll

Basert på dimensjonerende skredscenario for flomskred (kap. 3.5) er hastigheten og flyte høyde hhv. 5 m/s og 1 m rett nord for huset. Dette medfører at høyden på en fangvoll blir omkring 2,5-3 m beregnet med tradisjonell metode. Nødvendig avlagringskapasitet er vurdert til ca. 4000 m³, og det er derfor behov for et avlagringsbasseng på støtsiden av vollen. Videre er utstrekningen på fangvollen vurdert til ca. 40 m.

Tiltaket er ventet å ta bygg 310 ut av faresone $\geq 3/1000$, men vil trolig fremdeles være innenfor faresone $\geq 1/1000$ på grunn av fare for overtopping av vollen ved et skredscenario med nominell årlig sannsynlighet 1/1000. (Figur 17).

Tiltaket vil også trolig kunne medføre at faresone for skred i bratt terreng med nominell årlig sannsynlighet 1/1000 kan endres, men dette må vurderes ved mer detaljerte vurderinger skredtekniske forhold.

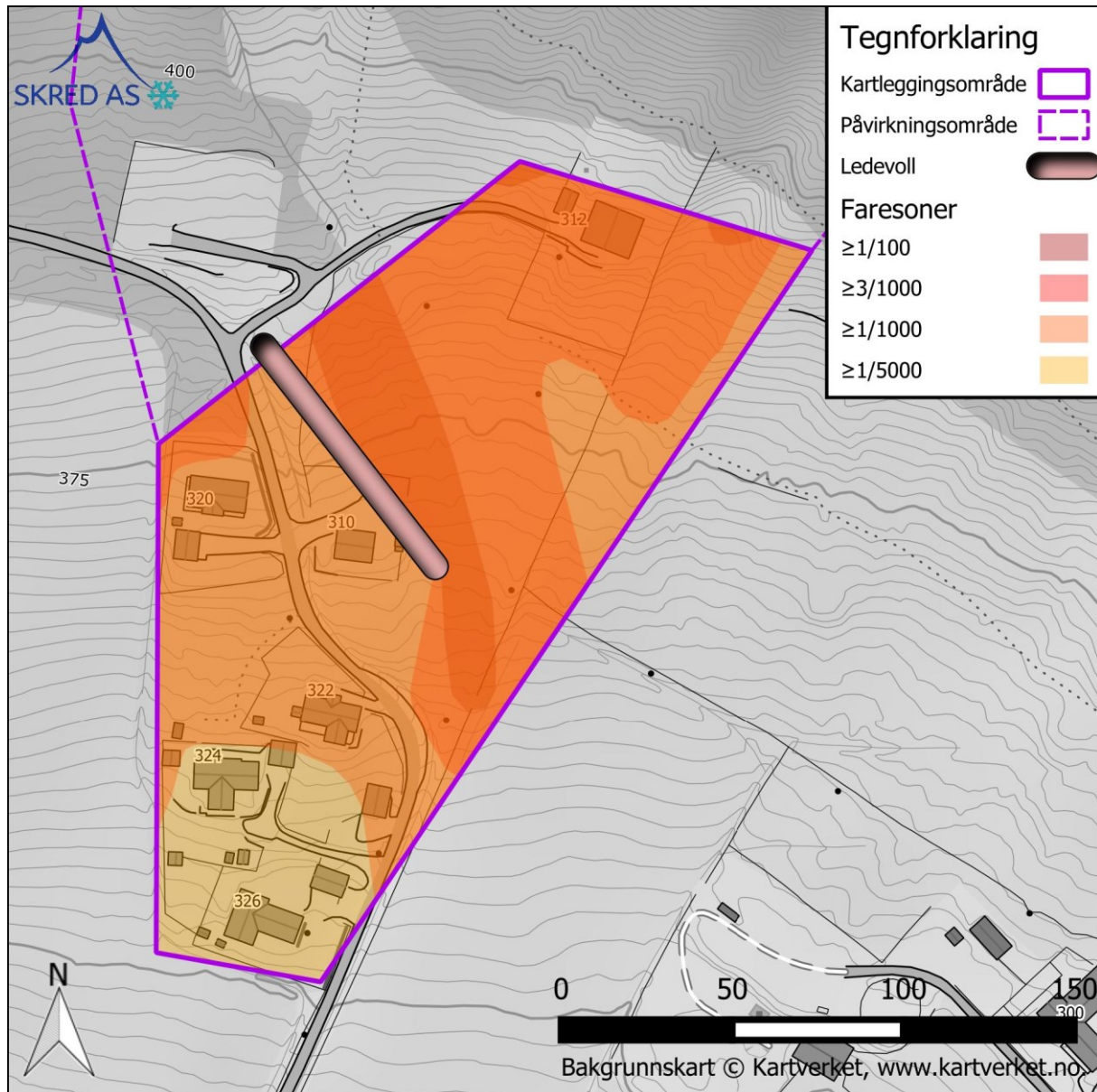


Figur 17: Sikring av hus 310 med fangvoll og avlagringsbasseng, samt forventede faresoner etter tiltak.

4.3.1.2 Ledevoll

Basert på dimensjonerende skredscenario for flomskred (kap. 3.5) er hastigheten og flyte høyde hhv. 6 m/s og 1 m på det meste i området hvor ledevoll er aktuelt. Dette medfører at høyden på ledevollen blir 1,5 m beregnet med tradisjonell metode. Grunnet behov for høy defleksjonsvinkel (maks 20°) blir lengden på ledevollen relativt lang, ca. 80 m. Det er trolig ikke behov for ekstra avlagringskapasitet for ledevoll, men tiltaket medfører noe økt utløp i sørøst. Forprosjekt eller detaljprosjektering må se nærmere på momenter som fare for plugging og drenering mtp. et evt. behov for avlagringskapasitet. Tiltaket er ventet å ta bygg 310 ut av faresone $\geq 3/1000$, men fremdeles innenfor faresone $\geq 1/1000$ på grunn av fare for overtopping av vollen ved et skredscenario med nominell årlig sannsynlighet $1/1000$. (Figur 18).

Tiltaket vil også trolig kunne medføre at faresone for skred i bratt terreng med nomniell årlig sannsynlighet 1/1000 kan endres, men dette må vurderes ved mer detaljerte vurderinger skredtekniske forhold.



Figur 18: Sikring av hus 310 med ledevoll, samt forventede faresoner etter tiltak.

4.3.2 Sikring av Gardvegen nr. 312

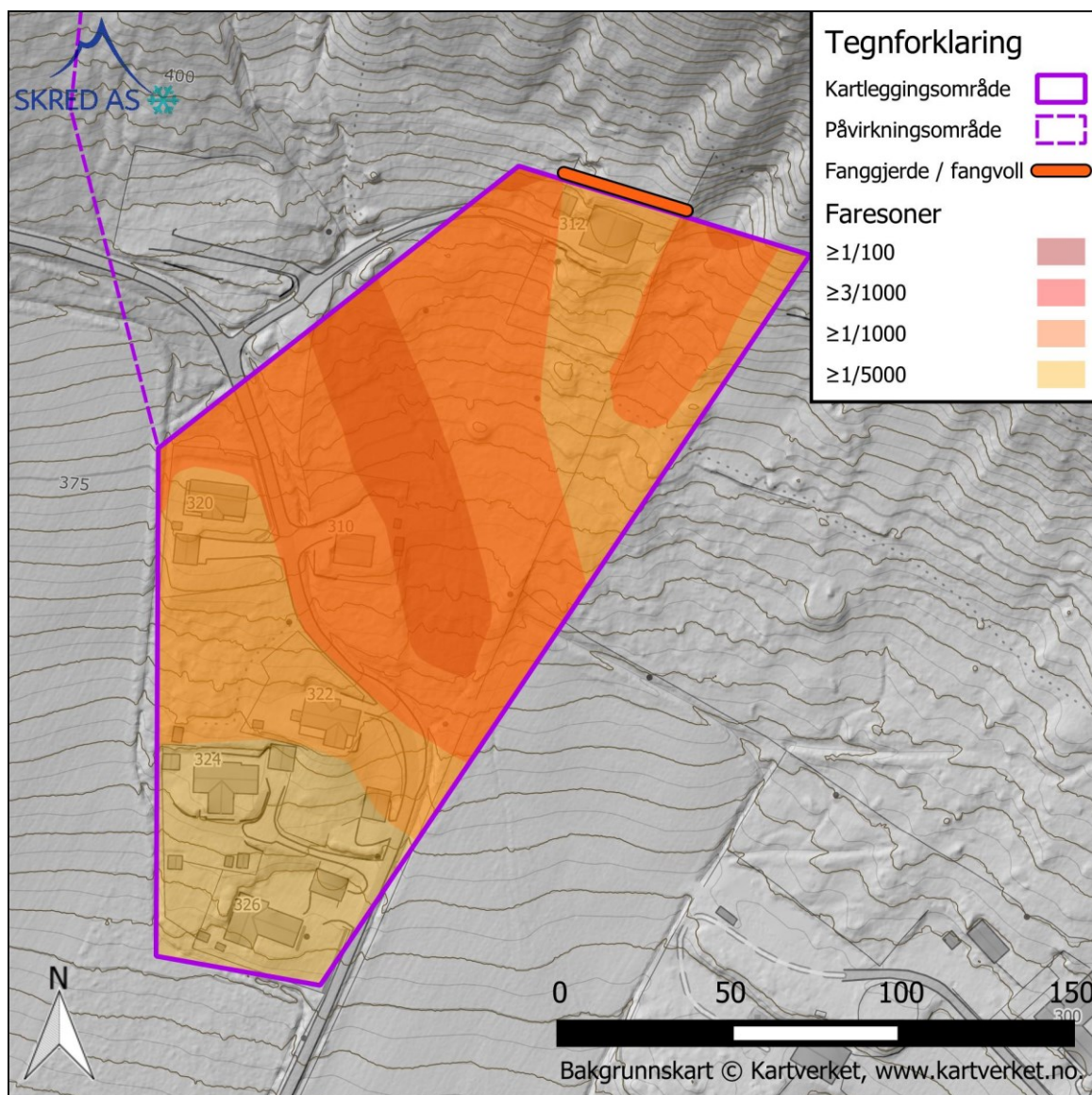
Gardvegen nr. 312 ligger relativt tett på den bratte dalsiden, hvor faresonen $\geq 3/1000$ hovedsakelig er dimensjonert av jordskred som kan løsne i de brattere partiene opptil ca. 500 moh. Kanaliserte jordskred/flomskred fra ravinen i øst vurderes å ha utløp øst for 312.

Dimensjonerende skredscenario er dermed grunne jordskred med begrenset volum og hastighet, som kan sikres med fangvoll, plog-/ledevoll eller fanggjerde. Plogvoll ble foreslått som sikringstiltak for 312 i Skred AS sin rapport fra 2016 (16113-01-1), men da mtp. et 1000-års scenario, og høyden ble satt til 6 m. Modellering fra løsnemråde ved ca. 500 moh. med

1 m «block release» og standard parametere uten erosjon viser hastighet på ca. 4 m/s og en maks flyte høyde på 0,75 m. Dette medfører at nødvendig høyde på en fangvoll blir ca. 2 m beregnet med tradisjonell metode. Volum som passer inn forbi aktuell plassering av sikringstiltak er på ca. 350 m³, og det er dermed ikke behov for avlagringsbasseng i bakkant.

Fanggjerde for grunne jordskred kommer normalt i 2 m høyde og kan ta opptil 100 kPa, men kan også fås i 3,5 m høyde og ta opptil 150 kPa (f.eks. Geobrugg SL 100 og 150). Dette er enkle systemer å sette opp som krever liten plass, men krever noe mer vedlikehold og tilsyn enn det som en forventer for en fangvoll. Det må også gjøres noen tiltak nedstrøms fanggjerdet for å håndtere slam og vann som ikke stoppes av fanggjerdet.

Begge tiltak vil måtte være minimum 2 m og ha en utstrekning på ca. 35-40 m. Tiltakene er ventet å ta bygg 312 ut av faresone $\geq 3/1000$, men endrer ikke faresone $\geq 1/1000$ (Figur 19).



Figur 19: Sikring av hus 312 med fanggjerde eller fangvoll, samt forventede faresoner etter tiltak.

4.4 Kostnadsestimat

Basert på gjennomsnittet av erfaringer for enhetspriser fra SVV, NVE, Bane NOR og Skred AS sine prosjekter er det forsøkt å gi et kostnadsestimat (Tabell 6) for hva de ulike tiltakene vil koste, slik at oppdragsgiver kan gjøre en vurdering av nytte/kost. Priser er grove og det vil kunne forekomme store lokale variasjoner knyttet til elementer som tilgang/deponering av masser, tilkomst, konkurransesituasjon i markedet mm.

Basert på kostnadsestimatet vil det koste 2,4-2,8 mill. NOK å sikre bygg 310 ut av faresone $\geq 3/1000$. For bygg 312 er det ventet å koste 1,3-1,5 mill. NOK å sikre bygget ut av faresone $\geq 3/1000$.

Tabell 6: Oppsummering av kostnadsestimat for tiltak nevnt i kap. 4.3.1 og 4.3.2. Alle priser er ekskl. mva.

Alt.	Tiltak	Lengde/ areal	Enhetspris	Rigg	Prosjektering/ byggherre	Uforutsett	Totalkostnad
310-1	Fangvoll 2,3 m	40	kr 30 000,00	20 %	15 %	15 %	kr 2 775 000,00
	Avlagringsbasseng	1300	kr 500,00	20 %	15 %	15 %	
310-2	Ledevol 1,5 m	80	kr 20 000,00	20 %	15 %	15 %	kr 2 400 000,00
310_320_322-1	Fangvoll 10 m	110	kr 110 000,00	20 %	15 %	15 %	kr 18 150 000,00
312-1	Fanggjerde SL-100	35	kr 28 000,00	20 %	15 %	15 %	kr 1 470 000,00
312-2	Fangvoll 2 m	35	kr 25 000,00	20 %	15 %	15 %	kr 1 312 500,00

4.5 Forvaltning, drift og vedlikehold

Sikringstiltak trenger vedlikehold for at de skal kunne ivareta sikkerheten, og dette ansvaret hviler på eier av tiltaket. Det må derfor etableres dokumentasjon og en plan for forvaltning, drift og vedlikehold for sikringstiltak (Direktoratet for byggkvalitet, 2022) i tråd med DiBKs veileder utbygging i fareområder og NVE sikringshåndbok.

Kravet til dokumentasjon for forvaltning, drift og vedlikehold er også angitt i Byggteknisk forskrift (TEK17) §4-1.

Det er ikke tatt med kostnadsestimat for drift og vedlikehold av de ulike tiltakene i Tabell 6, men generelt er det forventet høyere kostnader for fanggjerde enn vollkonstruksjoner ettersom levetid normalt sett er kortere.

I en normalsituasjon uten at tiltakene blir truffet av skred vil det ikke være behov for annet en visuell inspeksjon og vegetasjonsrensk for fangvoll, ledevoll og avlagringsbasseng. Inspeksjoner bør utføres årlig av fagkyndige for å blant annet vurdere sikringseffekten til tiltaket og om det er skade på tiltaket.

Dersom tiltakene stopper skred må det beregnes vedlikehold og blant annet fjerning av skredmasse for at tiltakene skal gjenopprette sikringseffekt.

4.6 Videre arbeid

Alle tiltak må detaljprosjekteres og endelig avklaring av skredtekniske premisser må utføres før resulterende restrisiko etter tiltak (faresoner mot skred i bratt terreng) kan bestemmes endelig. I denne fasen må det også gjøres eventuelle tverrfaglige avklaringer som har innvirkning på sikring.

5 Konklusjon

Skred AS har utført en vurdering Letrudgrenda i Nord-Fron kommune for sikkerhetsklasse S1 og S2, samt 3/1000. Vi konkluderer med at den årlige sannsynligheten for skred i kartleggingsområdet er større enn 1/100, 3/1000, 1/1000 og i store deler av kartleggingsområdet.

Flom- og jordskred er den dimensjonerende skredtypen, men steinsprang er også aktuell skredtype.

Gardvegen nr. 310, 312, 320 og 322 har ikke tilfredsstillende sikkerhet mot skred i bratt terreng etter krav i byggteknisk forskrift (Direktoratet for byggkvalitet, 2024b), hvor 310 og 312 også ligger innenfor faresone for skred i bratt terreng med nominell årlig sannsynlighet $\geq 3/1000$.

Det er derfor gjennomført en mulighetsstudie for å sikre bygg 310 og 312 ut av faresone $\geq 3/1000$. Basert på kostnadsestimatet vil det koste 2,4-2,8 mill. NOK å sikre bygg 310 ut av faresone $\geq 3/1000$. For bygg 312 er det ventet å koste 1,3-1,5 mill. NOK å sikre bygget ut av faresone $\geq 3/1000$.

6 Referanseliste

- Direktoratet for byggkvalitet, 2024a. Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning § 7-3 [WWW Document]. URL <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/7/7-3/>
- Direktoratet for byggkvalitet, 2024b. Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning [WWW Document]. URL <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/7/7-3/>
- Direktoratet for byggkvalitet, 2022. Temaveileder: Utbygging i fareområder [WWW Document]. <https://dibk.no/saksbehandling-tilsyn-og-kontroll/temaveiledning-utbygging-i-fareomrader/>,.
- Kartverket, 2024. Høydedata [WWW Document]. URL <https://hoydedata.no/LaserInnsyn2/>
- Lokalbefolkning i Letrudgrenda, 2023. Nytt skred i Letrudgrenda 2023-08-15.
- NGI, 2021. Jord- og flomskred. Klimaanalyse for bruk i skredfarekartlegging. NVE Ekstern rapport 11/2021.
- NGU, 2024. NGU InSAR [WWW Document]. URL <https://insar.ngu.no/>
- NIBIO, 2024. Kilden [WWW Document]. URL <https://kilden.nibio.no/>
- NVE, 2024a. Veileder for utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng [WWW Document]. URL <https://veileder-skredfareutredning-bratt-terreng.nve.no>
- NVE, 2024b. NVE Atlas [WWW Document]. URL <https://atlas.nve.no/>
- NVE, 2023. Sikringshåndboka- Skred i bratt terrenng.
- NVE, 2016. Befaring etter steinsprang i Letrudgrenda i Kvam, Nord-Fron kommune, Notat.
- Skred AS, 2020. FOU 80607 - RAMMS::Debris Flow for beregning av jordskred.
- Skred AS, 2016. 16113-01-1 Nord-Fron, Kvam –Skredfarevurdering Letrud, 2016-11-16.
- SLF WSL, 2022. RAMMS::DEBRISFLOW User Manual v1.8.0.
- Statens vegvesen, NIBIO, Kartverket, 2024. Norge i bilder [WWW Document]. URL <https://www.norgeibilder.no>

Egenerklæring for kompetanse

Skred AS erklærer seg skikket til å utføre utredning av skredfare i bratt terreng og at utførende fagpersoner innehar nødvendig kompetanse i henhold til NVE veilederen «Sikkerhet mot skred i bratt terreng – Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og byggesak» (<https://www.nve.no/veileder-skredfareutredning-bratt-terreng/>).

Egenerklæring om utførende foretaks kompetanse	JA	NEI	Kommentar
Ansvarlig for å utføre skredfaglige utredninger er godt kjent med gjeldende forskrifter ¹ , veiledere ² , retningslinjer ³ og fagnormer som gjelder for å utføre skredfareutredninger.	X		Se liste med gjeldende krav og lover nedenfor.
Minst to kvalifiserte fagpersoner blir benyttet i oppdraget, en som utførende og en som sidemannskontrollør. De to påkrevde fagpersonene må ha minst 5 og 3 års netto erfaring med tilsvarende oppdrag, samt relevant utdanning som definert i veilederen. Personell med mindre enn 3 års erfaring kan benyttes i oppdraget i tillegg til de to med påkrevd erfaring.	X		Se tabell med fastansatt faglig personell nedenfor. CV kan tilsendes ved behov.
Foretaket har kunnskap om og tilgang på dynamiske skredmodeller der slike er kommersielt tilgjengelig.	X		
Foretaket har ansvarsforsikring som minst tilsvarer krav i NS 8401/8402 (prosjekterings- og rådgivningsoppdrag).	X		

¹ Byggteknisk forskrift (TEK17) og Plan- og bygningsloven (med veileder).

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

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

Kompetansen til våre medarbeidere ses i tabellen under.

Person	Utdanning	Erfaring med tilsvarende oppdrag fra-til	Erfaring med tilsvarende oppdrag år
Kalle Kronholm	<u>Naturgeograf</u> ; Dr. sc. nat., Universitetet i Zürich / SLF-WSL i Davos, Sveits.	2005-2024	19
Hedda Breien	<u>Geolog</u> ; Ph.d. Naturkatastrofer. Institutt for Geofag, Universitetet i Oslo	2008-2024	16
Birgit K. Buck-Persson	<u>Geolog</u> ; M. Sc. Berggrunnsgeologi. Institutt for geologi, Universitetet i Tromsø	2010-2024	14
Espen Eidsvåg	<u>Geolog</u> ; M. Sc. Kwartærgeologi og paleoklima, Universitetet i Bergen	2012-2024	12
Nils Arne Kavli Walberg	<u>Geolog</u> ; M. Sc. Miljøgeologi og Geofarer. Institutt for Geofag, Universitetet i Oslo.	2013-2024	11
Henrik Langeland	<u>Geolog</u> ; M. Sc. Geologi hovedprofil Ingeniørgeologi, NTNU Trondheim.	2014-2024	10
Hallvard Nordbrøden	<u>Geolog</u> ; M. Sc. Tekniske Geofag, NTNU Trondheim.	2014-2024	10
Hans Georg Grue	<u>Geolog</u> ; M. Sc. Kwartærgeologi og paleoklima, Universitetet i Bergen.	2016-2024	8
Sondre Lunde	<u>Geolog</u> ; M. Sc. Tekniske geofag, NTNU Trondheim.	2017-2024	7
Pål Lohne	<u>Geolog</u> ; B. Sc. Geologi og geofare, Høgskulen i Sogn og Fjordane, Sogndal.	2020-2024	4
Kristin Brandtsegg Lome	<u>Geolog</u> ; M. Sc. Kwartærgeologi og sedimentologi, Universitetet i Tromsø.	2020-2024	4