

Oppdragsgiver	Navn Asplan Viak AS	Kontaktperson Eirik Øen
Oppdrag	Nummer og navn 24590 Ål, Kleivi – Flom- og skredfarevurdering for deler av gbnr. 125/8. Reguleringsplan for NÆ02	Oppdragsleder Petter Reinemo
Dokument	Nummer 24590-01-1 Utført av Kristin Lome	Dato 2024-11-18 Kontrollert av Kalle Kronholm

Versjon	Dato	Utført	Kontroll	Beskrivelse
1	2024-11-12	KL	KK	Original
2	2024-11-18	KL	KK	Oppdatert avsnitt 1.4, 2.8, 3.9 og lagt til figur 11

Utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng

Sammendrag

I forbindelse med regulering av område NÆ02 i ny kommuneplan i Ål kommune ønskes det en vurdering av overvann, flom- og skredfare. Området ligger innenfor NVEs aktsomhetssoner for flom, samt jord- og flomskred. Skred AS har derfor utført en skredfarevurdering iht. NVEs veileder for skredfare i bratt terreng for planområdet. Flomfaren og overvannshåndtering er beskrevet i rapport 24590-02.

Utredning av skredfare er utført iht. TEK 17 § 7-3 andre ledd for sikkerhetsklasse S2 og S3.

Vi vurderer at den samlede årlige nominelle sannsynligheten for skred er større enn 1/1000 og 1/5000 for deler av planområdet. Av de vurderte skredtyper vurderer vi at flomskred vil ha størst årlig sannsynlighet. Sørpeskred vurderes også å kunne forekomme, men kun med årlig sannsynlighet større enn 1/5000.

Kravet om sikkerhet mot skred i TEK 17 §7-3 andre ledd er dermed ikke oppfylt. For å redusere sannsynligheten for skred kan det etableres sikringstiltak. Aktuelle sikringstiltak er voll og grøfter i sørlige del av planområdet. For å kunne dimensjonere dette må det ses nærmere på hvilke volumer av jernbanefyllingen som kan eroderes i en flomsituasjon. Skred AS vil bistå i en konseptutredning for å vurdere best egnede sikringstiltak, og eventuell

videre deretter detaljprosjektering i neste fase av dette prosjektet. Sikringstiltak må ses i sammenheng med sikringstiltak for flom.

Innhold

1	Innledning	5
1.1	Forord	5
1.2	Bakgrunn	5
1.3	Kartlagt område.....	5
1.4	Krav til sikkerhet mot skred	6
1.5	Tilpassing fra NVEs rapportmal	7
1.6	Forbehold	8
2	Områdebeskrivelse	9
2.1	Topografi	9
2.2	Avrenning	10
2.3	Geologi	11
2.4	Flyfoto og skråfoto	13
2.5	Skog	13
2.6	Klima.....	13
2.7	Historiske skredhendelser	14
2.8	Tidligere skredfareutredninger	15
2.9	Eksisterende skredsikringstiltak	16
2.10	Befaring	16
3	Skredfarevurdering.....	22
3.1	Steinsprang.....	22
3.2	Steinskred.....	22
3.3	Snøskred	22
3.4	Jordskred	22
3.5	Flomskred	23
3.6	Sørpeskred.....	25
3.7	Samlet skredfare	25
3.8	Skog med betydning for skredfaren	27
3.9	Avvik fra tidligere skredfareutredninger	27
3.10	Stedsspesifikk usikkerhet	28
3.11	Mulighet for å redusere faresonene	29
4	Konklusjon	30
5	Referanseliste	31

Figurer

Figur 1: Oversiktsbilde for kartleggingsområdet og omkringliggende terreng. Bildet er tatt mot sør.	5
Figur 2: Oversiktskart for kartleggingsområdet.	6
Figur 3: Helningskart hvor også beregnet overflateavrenning (MFD) er vist.	10
Figur 4: Bildet viser et skredsår fra en ravine, som igjen viser representativt bilde av løsmassene i ravinene i påvirkningsområdet.....	12
Figur 5: Bekkeløp med massetransport i vestlige del av kartleggingsområdet.....	13
Figur 6: Figur hentet fra rapport 17153-01-3, skred- og flomfarekartlegging for Kleivi Næringspart. Figuren viser faresoner for skred med årlig sannsynlighet større enn 1/1000.	16
Figur 7: Registreringskart for kartleggingsområdet og påvirkningsområdet. Forklaring til GPS-punkt er gitt i Tabell 2. Det er kun raviner i tilknytning til påvirkningsområdet som er tegnet inn selv om det finnes flere raviner i kartbildet. Øvre del av påvirkningsområdet har ingen registreringer.	17
Figur 8: Eksempel på utløpsberegning utført med RAMMS::Debrisflow, med løsneområde definert langs jernbanelinja	24
Figur 9: Kart som viser samlet skredfare og hvilke skredtyper som er dimensjonerende for de ulike delene av kartleggingsområdet.	26
Figur 10: Faresoner for skred for tidligere vurderte områder, sett sammen med faresoner for skred fastsatt i denne rapporten.....	28

Tabeller

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde. Fra veileder til byggteknisk forskrift, TEK17 (Direktoratet for byggkvalitet, 2024).	7
Tabell 2: Beskrivelse av registreringer gjort i felt.	18

Vedlegg

- Egenerklæringsskjema kompetanse.

1 Innledning

1.1 Forord

Plan- og bygningsloven (pbl) og Byggteknisk forskrift (TEK 17, kap 7.3) (Direktoratet for byggkvalitet, 2024) 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.

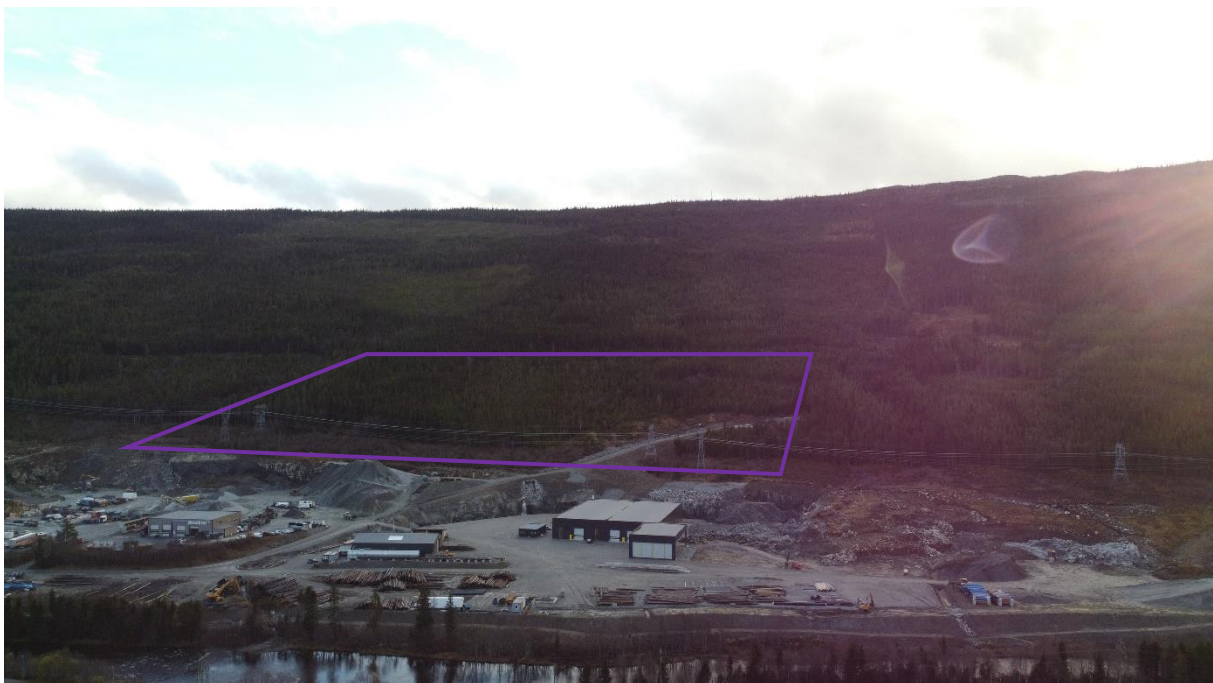
Skredtypene snø-, jord-, flom-, sørpe-, steinskred og steinsprang utredes.

1.2 Bakgrunn

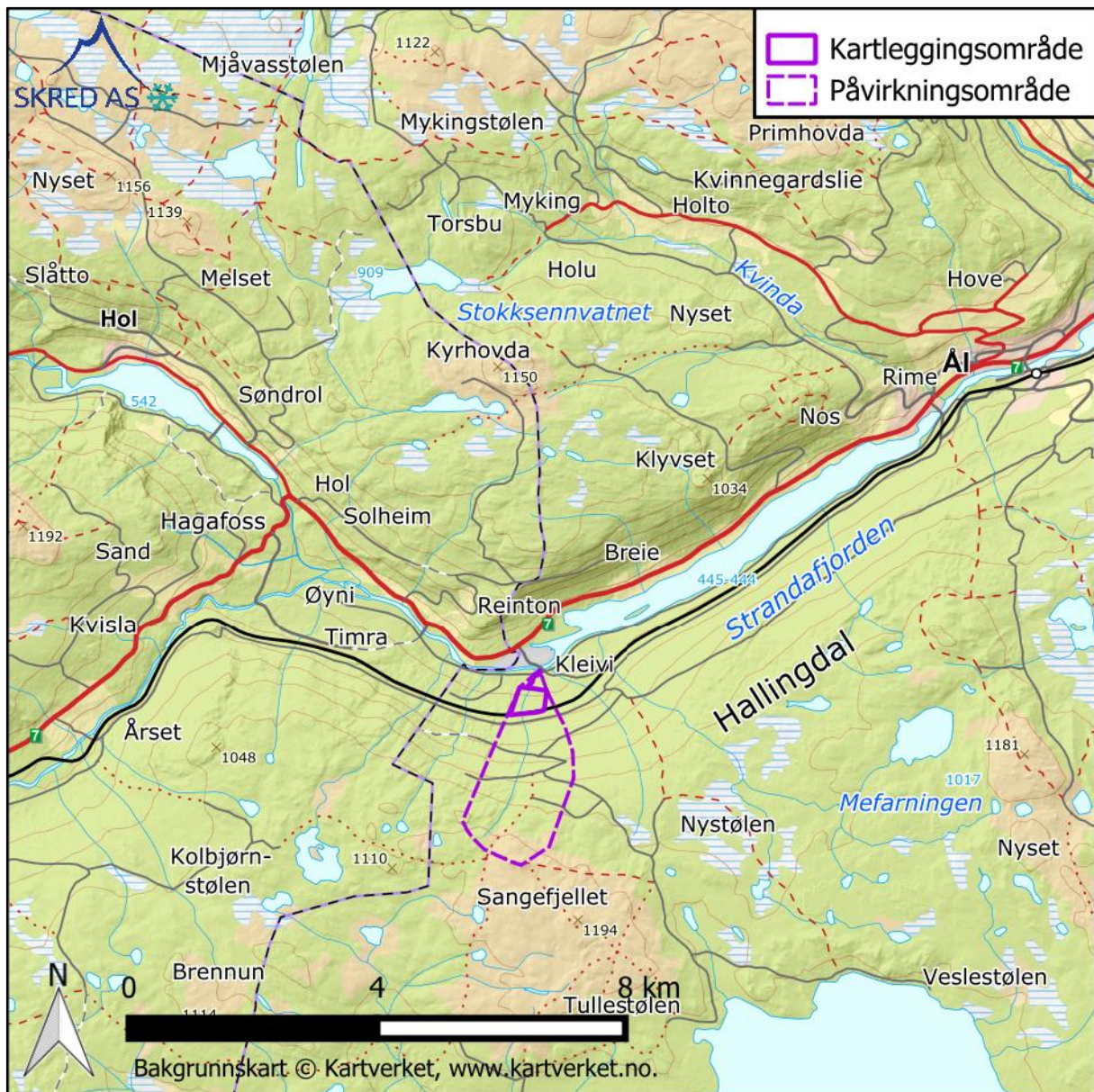
I forbindelse med regulering av område NÆ02 i ny kommuneplan i Ål kommune har vi blitt engasjert til å utrede skredfaren for området. Området ligger innenfor NVEs aktsomhetssoner for flom, samt jord- og flomskred (NVE, 2024b). Skred AS har derfor utført en skredfarevurdering iht. NVEs veileder for skredfare i bratt terreng for planområdet. Flomfaren og overvannshåndtering er beskrevet i rapport 24590-02.

1.3 Kartlagt område

Kartleggingsområdet ligger ved Kleivi næringspark i Hallingdal, ca. 10 km sørvest for tettstedet Ål og 10 km sørøst for tettstedet Hol.



Figur 1: Oversiktsbilde for kartleggingsområdet og omkringliggende terreng. Bildet er tatt mot sør.



Figur 2: Oversiktskart for kartleggingsområdet.

1.4 Krav til sikkerhet mot skred

Byggteknisk forskrift TEK17 § 7-3 (Direktoratet for byggkvalitet, 2024) definerer krav til sikkerhet mot skred for nybygg og tilhørende uteareal. Sannsynligheten i Tabell 1 angir den øvre aksepterte årlige nominelle sannsynligheten for skred som kan føre til skredskader av betydning, dvs. skred med intensitet som kan medføre fare for liv og helse og/eller større materielle skader.

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

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. Endelig arealbruk i området er enda ikke avklart. Mulig arealbruk er blant annet oppdrettsanlegg med arbeidsplass for 10 personer i skiftordning, med maksimalt opphold av 20 personer per døgn. Arbeidsplass for opptil 25 personer faller normalt i sikkerhetsklasse S2 iht. veiledning til TEK 17 § 7-3 annet ledd. Dersom skred kan føre til store økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser faller tiltaket normalt i sikkerhetsklasse S3. Dersom skred på oppdrettsanlegget kan føre til at fisk rømmer ut i Hallingdalselva, vurderer vi at det er grunnlag for at tiltaket skal tilfredsstille krav til sikkerhet for sikkerhetsklasse S3. Vi har ikke detaljert kjennskap til utforming av anlegget og om rømming av fisk er en reell problemstilling.

Skredfaren er derfor utredet for sikkerhetsklasse S2 og S3.

1.5 Tilpassing fra NVEs rapportmal

Denne rapporten følger NVEs veileder (NVE, 2024a), lokalisert på internett den 24. oktober 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 og 2. 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 sjekkliste, 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.

1.6 Forbehold

Vurderingen er gjort basert på grunnlaget, terrenget og vegetasjonen som var tilgjengelig på utredningstidspunktet. Ved eventuelle endringer som hogst eller større terrenginngrep 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 kun for det aktuelle kartleggingsområdet.

Jernbanefylling og vegskjæringer er ikke naturlig terreng. I henhold til NVEs veileder for utredning av skredfare i bratt terreng skal utglidning av jernbanefylling eller vegskjæringer dermed ikke vurderes. Veger går langs med dalsiden, og jernbanen ligger i øvre avgrensning av kartleggingsområdet. Vi har vurdert det som hensiktsmessig å ta med vurdering av slike utglidninger i skredfarevurderingen, og dermed gjøre et bevisst avvik fra veilederen.

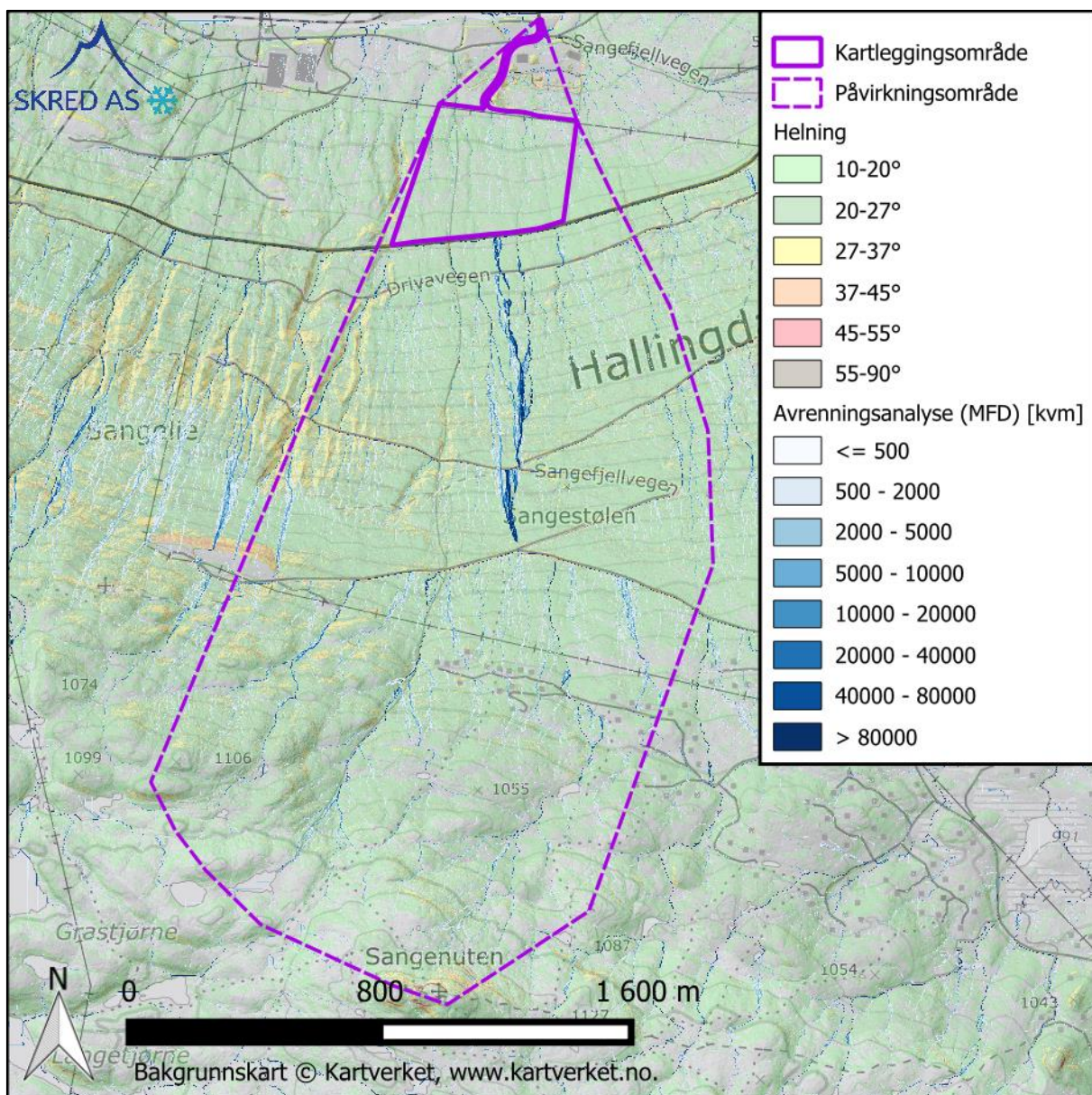
2 Områdebeskrivelse

2.1 Topografi

Terrenganalysen er basert på den nasjonale terrengmodellen med horisontal oppløsning på 1 m x 1 m, hentet fra Høydedata (Kartverket, 2024). Kart med terrenghelning er vist i Figur 3.

Som en del av terrenganalysene er det også utarbeidet et skyggekart fra terrengmodellen. Skyggekartet gjengir terrengoverflaten 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 8.

Kartleggingsområdet (ca. 480-550 moh.) heller slakt (10-20 grader) mot nord og ligger i nedre del av dalsiden. Påvirkningsområdet er generelt slakere enn 30 grader og strekker seg opp til Sangenuten, ca. 1200 moh. Kun enkelte partier med liten utbredelse er brattere enn 30 grader. Det er mange raviner i dalsiden, og veger og jernbane som går langsmed dalsiden og dermed krysser ravinene.



Figur 3: Helningskart hvor også beregnet overflateavrenning (MFD) er vist.

2.2 Avrenning

Det er utført en avrenningssanalyse (Multi-Flow Direction) basert på nevnte terrengmodell for områdene. Analysen påvirkes av veier og andre menneskeskapte terrenginngrep og tar ikke hensyn til stikkrenner, broer, løsmasser etc.

Analysen viser overflateavrenning i forsenkninger i terrenget. Analysen viser også at tette stikkrenner kan føre til at avrenning konsentreres i midtre del av påvirkningsområdet, ved Sangestølen. På befaring observerte vi tegn til at stikkrenner her hadde gått tett, og at det hadde forekommet massetransport. Parallelt med utarbeiding av denne rapporten, utarbeides det også en rapport 24590-02-1 som i større detalj beskriver avrenningen i dalsiden.

2.3 Geologi

NGUs berggrunnskart i målestokk 1:50 000 (NGU, 2024a) viser at berggrunnen i området består av granittisk gneis. Dette stemmer med bergskjæringene observert i nærheten av planområdet. Vi observerte ikke berg i dagen i planområdet eller påvirkningsområdet. InSAR-data for området (NGU, 2024b) viser enkelte spredte punkter med bevegelse opp mot både + 20 mm/år og -20 mm/år. Punktene kan representere lokale utglidninger av løsmasser, men vi de er spredt i så stor grad at det er vanskelig å se noen sammenheng mellom bevegelsen i punktene. Det er tett med punkter langs jernbanelinja, og disse viser varierende bevegelse. Det samme gjelder i området ved Kleivi næringspark.

NGUs løsmassekart i målestokk 1:250 000 (NGU, 2024c) viser at løsmassene i området består av tykt dekke med morenemateriale i kartleggingsområdet og nedre deler av påvirkningsområdet og tynt dekke med morenemateriale i øvre deler av påvirkningsområdet. Sangenuten er kartlagt som bart fjell. Løsmassekart stemmer med observasjoner fra befaring. Vi observerte flere løsmasseskjæringene med høy andel finstoff i morenematerialet. Figur 4 viser et løsneområde for et ferskt jordskred, som blottlegger løsmassene i området. Vi observerte også flere steder at morenemateriale er utvasket, spesielt i forsenkninger hvor det over tid har rent mye vann, samt mye tegn til massetransport. Figur 5 viser bilde av bekkeløp med massetransport.

Marin grense i området ligger på om lag 100 moh., og kartleggingsområdet ligger dermed over marin grense. I NADAG (NGU, 2024d) er det ingen registrerte grunnundersøkelser som er utført i nærheten av kartleggingsområdet. De nærmeste undersøkelsene er gjort ved Breie, ca. 5 km nordøst for kartleggingsområdet.



Figur 4: Bildet viser et skredsår fra en ravine, som igjen viser representativt bilde av løsmassene i ravinene i påvirkningsområdet.



Figur 5: Bekkeløp med massetransport i vestlige del av kartleggingsområdet, punkt 43 i Figur 8.

2.4 Flyfoto og skråfoto

På Norge i Bilder (Statens vegvesen et al., 2024) er det flyfoto tilgjengelig for området for årene 1963, 1964, 1976, 2006, 2009, 2013, 2016, 2019, 2020 og deler av området også fra 2023. Sammenligning av bildene mellom 2011 og 2013 viser tegn til erosjon langs bekkeløp noe og terrenginngrep/opprydning på jernbanen i sannsynligvis i forbindelse med dette. Vi er kjent med at det forekom intens nedbør i området i 2011, hvor det forekom erosjon, massetransport og utglidning av deler av jernbanefyllingen. Disse hendelsene er beskrevet i avsnitt 2.7 nedenfor.

Nasjonalbiblioteket (Nasjonalbiblioteket, 2024) har ikke tilgjengelig skråfoto som viser relevant informasjon fra det vurderte området.

2.5 Skog

Nibios skogressurskart SR16 (NIBIO, 2024) viser at skogen i området består av gran med innslag av noe furu og løvtrær. Tregrensen i området ligger på ca. 1000 moh.

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). Ut fra historikk vet vi at

Løsmasseskred forekommer hyppig, og at løsnesevne sannsynligheten er større enn 1/100. En detaljert klimaanalyse har derfor begrenset nytteverdi for vurderingen av fare for jordskred og flomskred.

Snøskredfaren kan utelukkes basert på topografiske og vegetasjonsrelaterte betraktninger, og det er derfor heller ikke gjort noen klimaanalyse for snøskred.

Norsk klimaservicesenter har utarbeidet klimaprofiler for de tidligere fylkene i Norge (Norsk Klimaservicesenter, 2024). De mest relevante forventede endringene for Buskerud fylke med tanke på skredfare er:

- Jord-, flom- og sørpeskred: Sannsynlig økning.
- Snøskred: Mulig sannsynlig økning.
- Steinsprang og steinskred: Usikkert.

Forventede endringer i skredfrekvens er tatt høyde for i vurderingene, selv om det ikke er lagt på noen konkret, ekstra margin på faresonene (Miljøverndepartementet, 2013).

2.7 Historiske skredhendelser

NVE Atlas (NVE, 2024b) viser flere løsmasseskred i forbindelse med jernbanen. En av disse er registrert som et flomskred i vestlige del av påvirkningsområdet, ved Leirkulen, med følgende tekst:

«Hol / Viken. Det gikk et lite flomskred under ekstremværhendelsen Hans sommeren/høsten 2023. Spor etter skred er tydelige i flyfoto tatt tett etter hendelsen. Det er utført en kvalitetskontroll av skredhendelsen. Skredtype definert som debris flood av HVL, og verifisert med ortofoto. Polygon utarbeidet av HVL gjennom satellittdetektering. Det er utført en kvalitetskontroll av skredhendelsen.»

Skredtype er definert som debris flood, altså masseførende flom. Observasjoner på befaring i oktober 2024 støtter at det var masseførende flom som forekom i ravinen under «Hans».

I tillegg er vi kjent med hendelser i 2011. Den 5. juli 2011 ble fyllingen under jernbanelinja vasket ut 3-4 steder, og det ble registrert flere utglidninger i sideterrenget langs banen. Vi har ikke nøyaktig plassering av dette, men det var i tilgrensende områder og dermed høyst relevant for kartleggingsområdet. Figur 6 viser bilde av en av utglidningene av jernbanefyllingen. I tillegg ble store deler av Sangekjellvegen og de andre vegene i Sangelie vasket vekk. Hendelsene var forårsaket av kortvarig, intens nedbør etter en forholdsvis våt forsommer. Hendelsene som ble registrert i 2011 grenser mellom flom og flomskred.



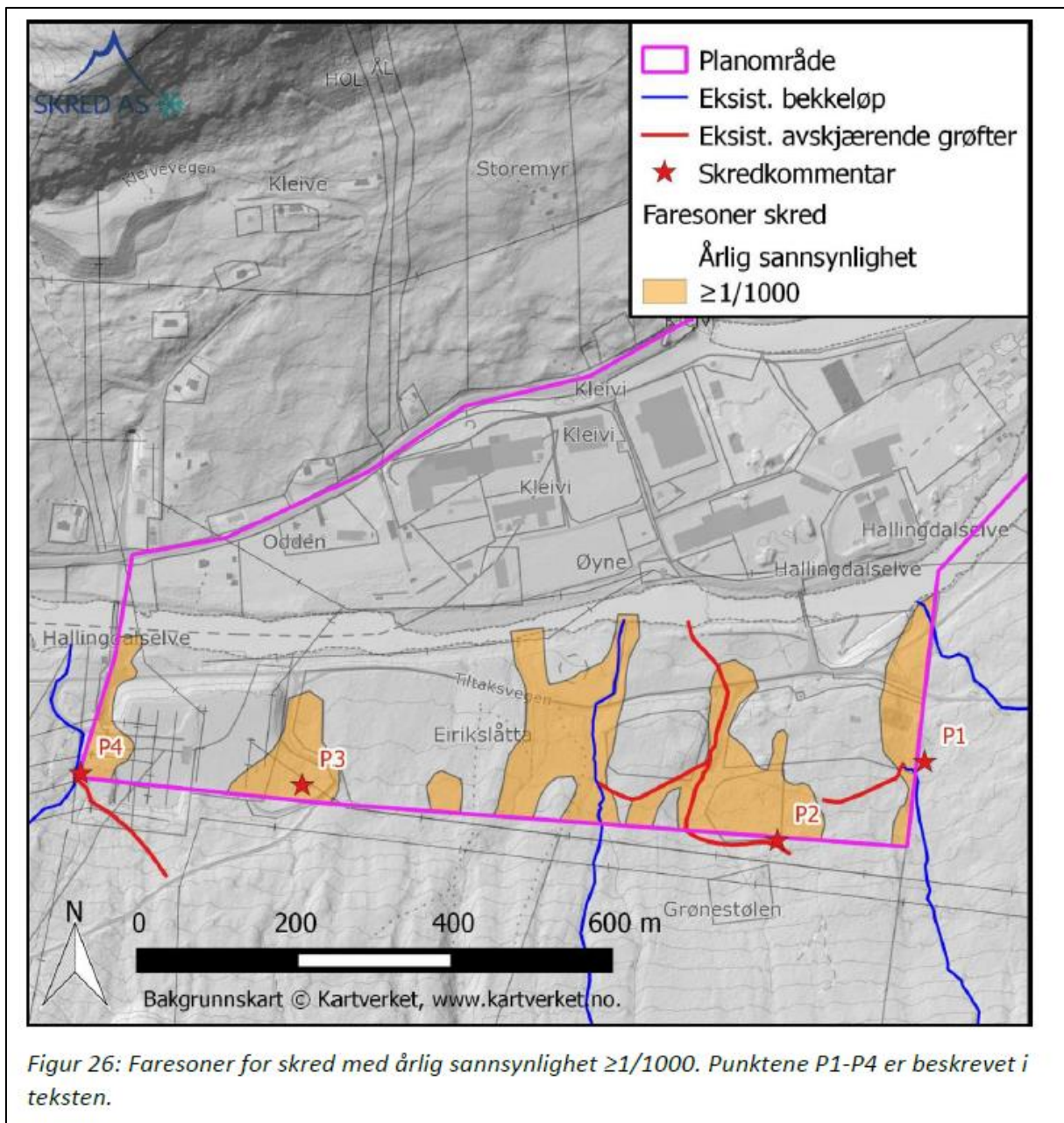
Figur 6: Bildet er tatt i forbindelse med intens nedbør i 2011 som førte til at jernbanefylling raste ut. Bildet er hentet fra hjemmesiden til Oddvar Øygard AS (Oddvar Øygard AS, 2011).

Regionen ble generelt hardt rammet under ekstremværet «Hans» i august 2023, og det er mange registrerte løsmasseskred i området, blant annet ved Tangeviki og Breie hvor bygninger ble truffet og totalskadd.

I 2024 gikk det et sørpeskred i elva Kvinda (ca. 9 km nordøst for kartleggingsområdet). Det er også registrert en jordskredhendelse i Hellinggrove (ca. 10 km nordøst for kartleggingsområdet) 2. mai 1966, men dette kan ha vært et sørpeskred som følge av intens snøsmelting og flom i elva ut fra beskrivelsen og bilder. Vi vurderer ikke disse hendelsene som direkte relevant for kartleggingsområdet da skredene ble utløst i eksisterende elveløp med relativt store nedbørfelt (hhv. ca. 60 km² for Kvinda og 2 km² for Hellinggrove) hvor store deler av nedbørfeltene ligger over tregrensa.

2.8 Tidligere skredfareutredninger

Vi er ikke kjent med detaljerte skredfarevurderinger for planområdet. Vi har imidlertid utført flere utredninger av skredfare, flomfare og overvannshåndtering i området rundt. Spesielt relevant er rapport 17153-01-3 (Skred AS, 2017), som utreder skred- og flomfaren for et tilgrensende område i nord. Figur 7 viser faresoner for skred i det vurderte området.



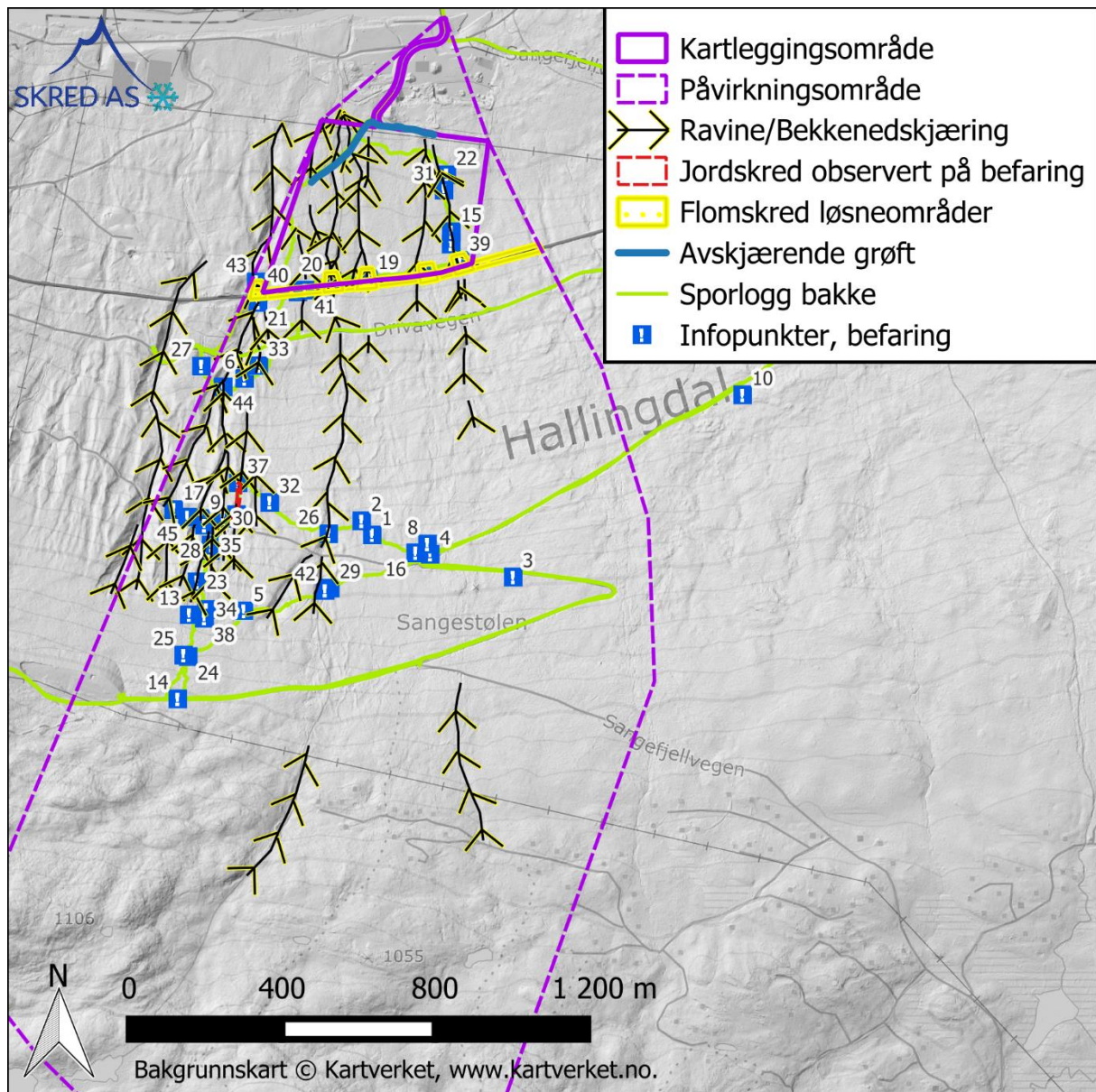
Figur 7: Figur hentet fra rapport 17153-01-3, skred- og flomfarekartlegging for Kleivi Næringspark. Figuren viser faresoner for skred med årlig sannsynlighet større enn $1/1000$.

2.9 Eksisterende skredsikringstiltak

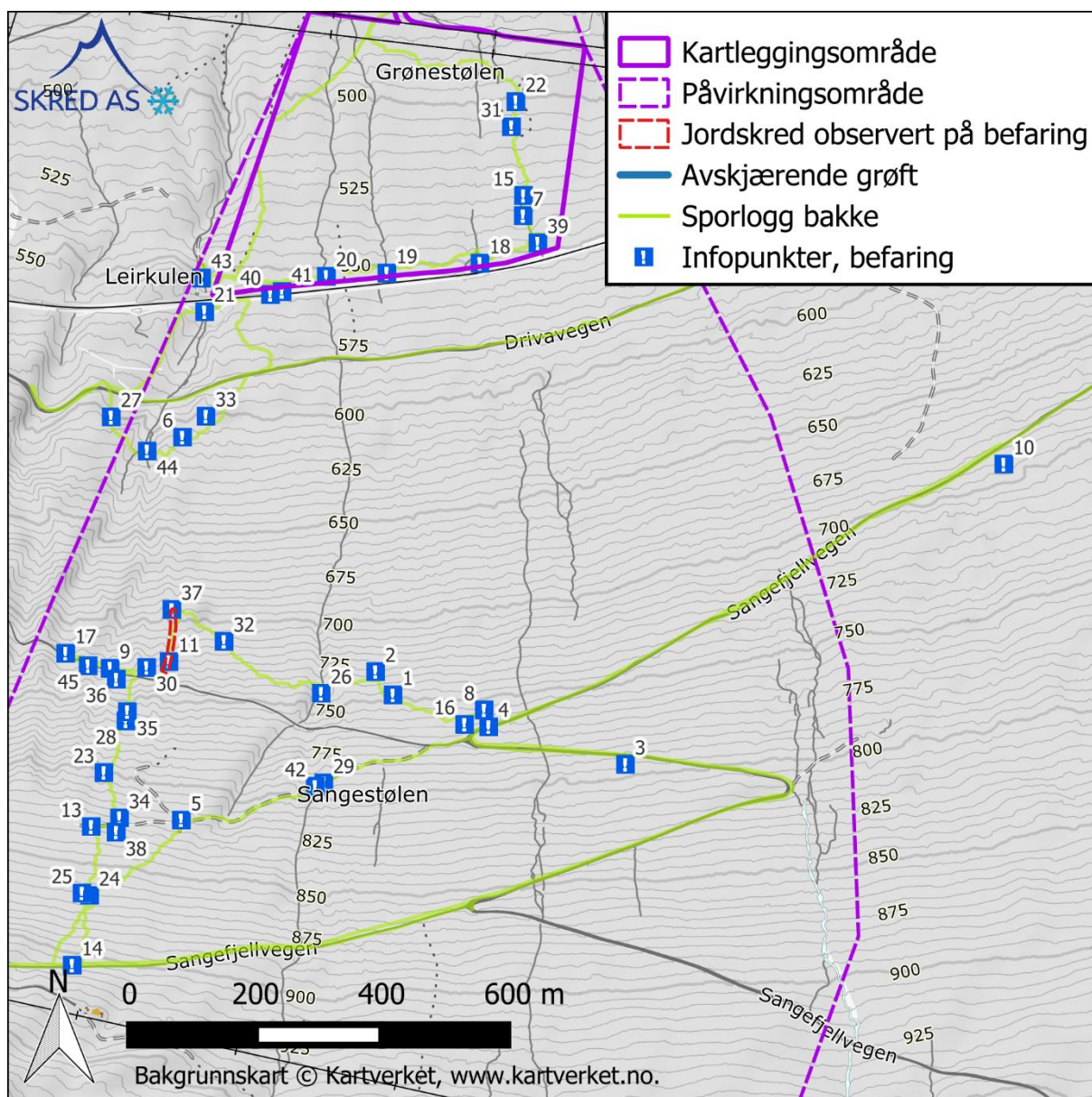
Det går en avskjærende grøft i kartleggingsområdets nordlige avgrensning og en avskjærende grøft fra høydebassenget i nordvest.

2.10 Befaring

Befaring i området ble utført 22. oktober 2024 av Kristin Lom, Skred AS. Værforholdene under befaring var ok, med en del vind som forstyrret droneflyvningen. 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 8 og Figur 9, samt Tabell 2.



Figur 8: Registreringskart for kartleggingsområdet og påvirkningsområdet. Forklaring til GPS-punkt er gitt i Tabell 2. Det er kun raviner i tilknytning til påvirkningsområdet som er tegnet inn selv om det finnes flere raviner i kartbildet. Øvre del av påvirkningsområdet har ingen registreringer.



Figur 9: Utsnitt av registreringskart med færre detaljer enn registreringskartet i Figur 8 slik at feltpunktene er mer synlig.

Tabell 2: Beskrivelse av registreringer gjort i felt.

GPS-punkt	Beskrivelse
1	Bekk, finstoff i sidene, slakt
2	Bekk, ikke tegn til noe helt ferskt, finstoff i sidene, slakt
3	Betydelig erosjon langs grøft på overside av veg, langs hele vegen
4	Denne stikkrenna gikk nok tett under Hans
5	Det renner vann i skogsbilvegene
6	Det sildrer bra i grunnen, men ser ikke noen bekk i dagen
7	Massetransport, stoppet nokså raskt
8	Bekkeløp nedstrøms stikkrenne, massetransport

GPS-punkt	Beskrivelse
9	Elv, mosegrodde sidevegger. Småblokk (finstoff utvaska) i midtre del
10	Erosjon langs grøft
11	Ferskt skredsår 7-8 m bredt, 0,5-1 m bruddkant. Figur 4 viser løснеområdet. Bildene under viser deler av skredet. I vestre bilde kan løснеområdet ses oppe til høyre. I høyre bilde vises deler av avsetningen lengre ned i skredløpet. 
12	Gammel stikkrenne i ravinen. Tett nå.
13	Delvis gjengrodd skogsbilveg, det står vann
14	Halvtett stikkrenne
15	Her er det tegn til massetransport
16	Ikke vann her nå, men tegn til tidligere avrenning. Noe små blokk og grus i overflaten
17	Ingen tegn til betydelig avrenning eller erosjon over vegen, tegn til masseførende flom nedenfor veg
18	Kulvert og stor bekk, tegn til relativt fersk massetransport
19	Kulvert og stor bekk. Ikke tegn til fersk massetransport
20	Kulvert under jernbane. Stor bekk. Ikke tegne til fersk transport, men kan ikke utelukke at det kan skje her
21	Tiltak med å legge opp blokker og masser, erosjonssikring
22	Liten avsetning mot en trestamme. Masser har gått ut av løpet sitt.
23	Liten bekk og noe vannsig i overflaten
24	Liten bekk/sig av vann
25	Liten bekk/vannsig
26	Liten elv. Ikke tegn til noe fersk transport
27	Liten lokal utglidning
28	Litt brattere, mulig løснеområde for 1/5000
29	Deler av skogsbilveg vasket bort

GPS-punkt	Beskrivelse
30	Masseførende flom. Ferskt
31	Masseførende flom, ferskt. Bildene under viser fersk transport av sediment. 
32	Avrenning, liten bekk
33	Det sildrer godt i grunnen, men ingen bekk i dagen
34	Det sildrer godt i grunnen, men ingen bekk i dagen
35	Det sildrer godt i grunnen, men ingen bekk i dagen
36	Relativt fersk utgliding av vegskjæring, og ned på nedsiden av vegen. Muligens fra «Hans». Bildene viser utglidning i vegskjæring ovenfor vegen til venstre, og utløp av masser nedenfor vegen til høyre. 
37	Skredmasser slutter, kun grus nedstrøms
38	Bekk, fine masser

GPS-punkt	Beskrivelse
39	Stikkrenne under jernbane, stor bekk, massetransport
40	Stikkrenne under Jernbanen. Bekk lagt om til å gå langs jernbanelinja, mot Vest. Ikke ferske tegn til vann/transport i kartleggingsområdet
41	Stikkrenne, bekk. ikke tegn til massetransport
42	Stikkrenne har gått tett og masser har blitt gravd ut
43	Masseførende flom og erosjon i sidene av bekk/elv (Figur 5). Har gått litt utover bredden til bekken, men holdt seg i forsenkning. Hendelse registrert i NVE atlas av HVL, debrisflood.
44	Tegn til nylig massetransport
45	Utgilidning også her, men primært vann/slam over veg

3 Skredfarevurdering

3.1 Steinsprang

Det er ingen skrenter med bart fjell brattere enn 45 grader i påvirkningsområdet og steinsprang er derfor ikke en aktuell skredtype. Årlig løsnesevne sannsynlighet vurderes som mindre enn 1/5000.

Fjerning av skogen i påvirkningsområdet vil ikke føre til at det oppstår løseområder for steinsprang. Vi vurderer at skogen ikke har effekt på steinsprangfaren.

Vi vurderer at den årlige nominelle sannsynligheten for steinsprang i kartleggingsområdet er mindre enn 1/100, 1/1000 og 1/5000.

3.2 Steinskred

Det er ingen skrenter med bart fjell og steinskred er derfor ikke en aktuell skredtype. Årlig løsnesevne sannsynlighet vurderes som mindre enn 1/5000.

Fjerning av skogen i påvirkningsområdet vil ikke føre til at det oppstår løseområder for steinskred. Vi vurderer at skogen ikke har effekt på steinskredfaren.

Vi vurderer at den årlige nominelle sannsynligheten for steinskred i kartleggingsområdet er mindre enn 1/100, 1/1000 og 1/5000.

3.3 Snøskred

Det er ingen større, sammenhengende områder med terrenghelning gunstig for utløsning av snøskred. Snøskred er ikke en aktuell skredtype. Årlig løsnesevne sannsynlighet vurderes som mindre enn 1/5000.

Fjerning av skogen i påvirkningsområdet vil ikke føre til at det oppstår løseområder for snøskred. Vi vurderer at skogen ikke har effekt på snøskredfaren.

Vi vurderer at den årlige nominelle sannsynligheten for snøskred i kartleggingsområdet er mindre enn 1/100, 1/1000 og 1/5000

3.4 Jordskred

Årlig sannsynlighet for jordutglidninger i påvirkningsområdet vurderes som større enn 1/100, basert på tilgjengelige løsmasser, terreng og kjent historikk. Disse jordutglidningene må imidlertid ha svært høy mobilitet for å ha utløp til kartleggingsområdet da dalsiden generelt er relativt slak. En slik massestrøm vil ligne mer på det som i NVEs veileder kjennes som flomskred, og vi har derfor vurdert denne skredtypen nærmere i neste kapittel.

Skogen i påvirkningsområdet reduserer sannsynlighet for utløsning av løsmasseskred ved at røttene forsterker løsmassene og binder opp vann og trekronene virker som vannfordrøyere. Trær kan samtidig rives med i et skred og øke volum av skredvolum, og dermed øke utløpslengden av løsmasseskred. Fjerning av skog vil dermed kunne øke løsnesevne sannsynlighet for jordskred, men det vil ikke føre til at rene jordskred kan få utløp til kartleggingsområdet. Vi vurderer dermed at skogen i påvirkningsområdet ikke har effekt på faren for jordskred i kartleggingsområdet.

Vi vurderer at den årlige nominelle sannsynligheten for rene jordskred i kartleggingsområdet er mindre enn 1/1000 og 1/5000.

3.5 Flomskred

Ravinene nedskåret i løsmasser i påvirkningsområdet er tydelige terrengformasjoner både i kart og observert i felt. Ravinene vitner om at det historisk har forekommet erosjon av løsmasser i området. På befaring observerte vi tydelige tegn til at det har forekommet massetransport langs bekkeløpene, og vi har observert utglidning av løsmasser i forbindelse med vegskjæringer og sideveggene til ravinene. Det er kjent historikk for utglidning og utvasking av fyllinger under veger og jernbane i forbindelse med intens nedbør. Vi har også observert avsetninger fra massestrøm i tilknytning til stikkrenner under vegene som går langsmed dalsiden, samt jernbanen.

Basert på historikk i området vurderer vi at løsmasseskred i påvirkningsområdet vil forekomme som en løsmassestrøm bestående av vann og sediment med noe blokker. Selv om massestrømmen kan utløses som en jordutglidning, vurderer vi at prosessen som forekommer i nedre del av dalsiden er masseførende flom. Dalsiden er relativt slak (i stor grad slakere enn 20 grader). For at denne massestrømmen skal ha utløp med skadepotensiale inn i kartleggingsområdet vurderer vi at den må ha høy mobilitet og dermed bestå av store mengder vann og kanaliseres i ravinene. Denne prosessen er i grensesjikt mellom skred og flom, men da vi vurderer at strømmen kan komme som en «puls» og forårsake skader av betydning på bygg vurderer vi at det er rimelig å kartlegge denne massestrømmen etter krav til sikkerhet mot skred gitt av TEK17 §7-3.

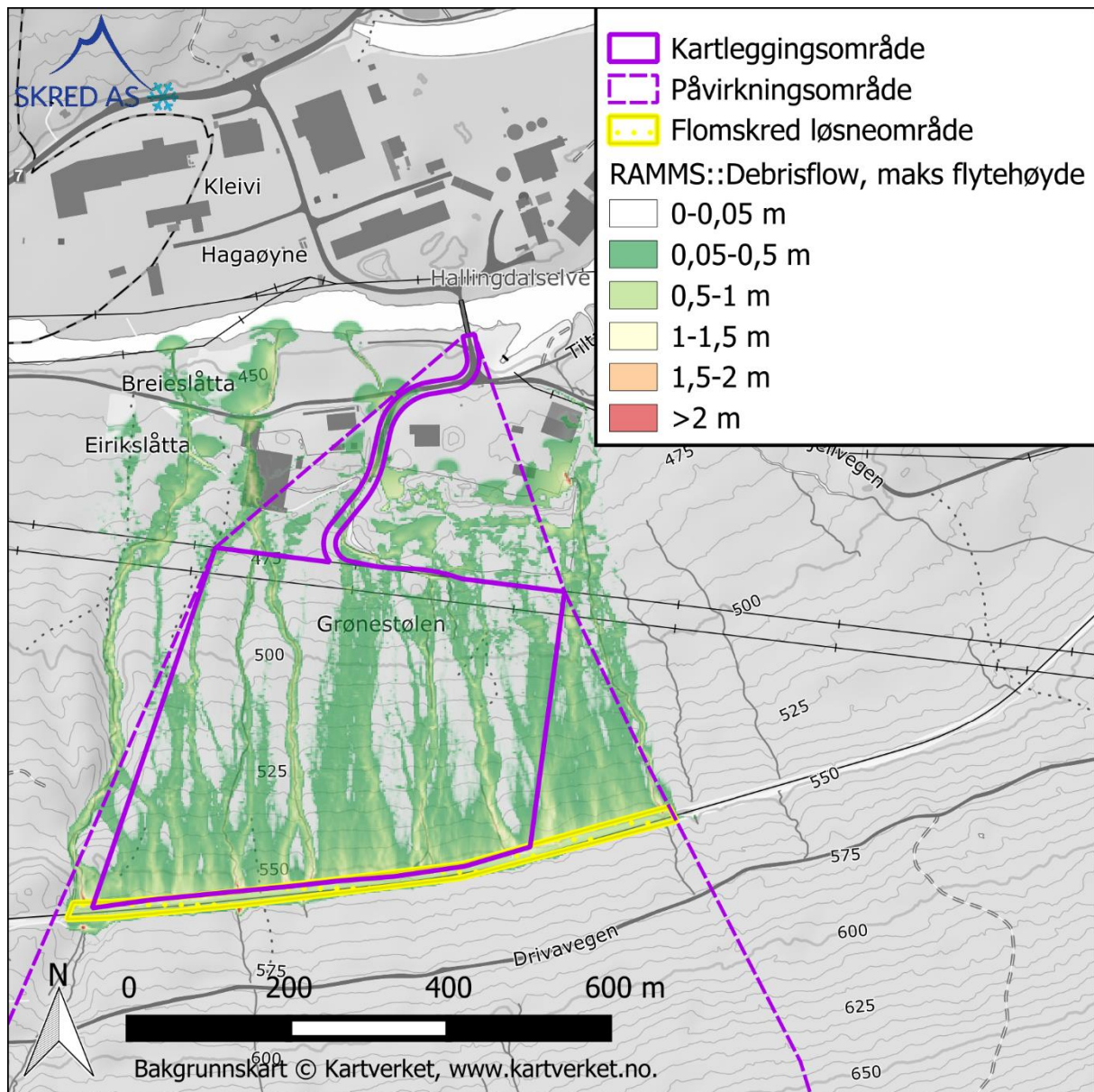
I påvirknings- og kartleggingsområdet kan løsmasser kan mobiliseres som en «puls» på følgende måter:

- Utglidninger i sideveggene til ravinene
- Utglidning av skjæringer langs veg og bane
- Utglidning av fyllinger langs veg og jernbane
- Erosjon av masser i bekkeløp og spesielt i forbindelse med stikkrenner og kulverter under vegene og jernbanen som går langsmed dalsiden dersom disse går tett

Løsnestannsynlighet for utglidninger av både naturlig og menneskeskapt terreng som kan føre til massestrøm vurderes som større enn 1/1000 og 1/5000.

For å vurdere strømningmønsteret til massestrømmen har vi benyttet beregningsverktøyet RAMMS::Debrisflow (RAMMS AG, 2024), som med sine standard innstillinger er designet for å beregne utløp av løsmasseskred. Vi har utført beregninger med standard verdier for friksjon i skredbevegelsen, men også med lavere friksjon da vi vurderer det som mer representativt for prosessen vi forventer at vil forekomme. Vi vurderer at massestrømmen som vil forekomme vil ha høyt vanninnhold og dermed lavere intern friksjon enn standard verdier. Vi har utført beregninger med løsneområde som enkelte løsneområder i raviner/forsenkninger og med belter parallelt med høydekoter. Eksempel på beregningsresultat er vist i Figur 10. Den anvendte terrengmodellen er den nyeste

tilgjengelige, men inkluderer ikke eksisterende overvannsgrøfter og veg opp til høydebasseng i nordvestlige del av planområdet. Beregningsresultater må derfor tolkes opp mot dette. Resultater fra beregningene viser at massestrømmen vil kanaliseres og ha relativt lave flytehyder. Eksempel på resultat av beregning utført med 2 m oppløsning på terrengmodell, friksjonsparametere $\xi=500 \text{ m/s}^2$ og $\mu=0,1$ og løsneområde langs jernbanelinja er vist i Figur 10. Ved fastsetting av faresonene har vi sett på ulike sett med resultater, både fra enkelte løsneområder og belte-løsneområder lengre opp i dalsiden.



Figur 10: Eksempel på utløpsberegning utført med RAMMS::Debrisflow, med løsneområde definert langs jernbanelinja, under antakelse om at fyllingen kan være løsneområde.

Ut fra beregninger, historikk og terreng vurderer vi at det vil være skadepotensiale i en slik strøm i forsenkningene i kartleggingsområdet. Sannsynligheten for utløsning av løsmasseskred fra de ulike delene av dalsiden avhenger i stor grad av lokale forhold i en

flomsituasjon, eksempelvis tilstand til stikkrenner/kulverter. Det er derfor vanskelig å vurdere hvilke forsenkninger som er mest utsatt for skader fra massetransport. Faresonene gjenspeiler denne usikkerheten ved at det er fastsatt faresoner i alle forsenkninger.

Skogen i påvirkningsområdet reduserer sannsynlighet for utløsning av løsmasseskred ved at røttene styrker løsmassedekket og binder opp vann og trekronene virker som vannfordrøgere. Dersom skogen forsvinner, vil også løsnesannsynligheten øke. Med økt sannsynlighet vil allikevel skredene kanaliseres gjennom de samme forsenkningene, og faresonene vil dermed bare bli marginalt endret. Dette er ikke noe våre vurderinger eller modellresultater er presise nok til å fange opp.

Vi vurderer at den årlige nominelle sannsynligheten for flomskred i kartleggingsområdet er større enn 1/1000 og 1/5000.

3.6 Sørpeskred

Sørpeskred kan utløses i mange ulike terrengformer. Forsenkninger og raviner kan kanalisere overflateavrenning og føre til opphopning av vann i snødekket i konkave terrengformasjoner. Ravinene i dalsiden kan dermed være potensielle sørpeskredbaner, med myrområder og mindre tjern i øvre del av påvirkningsområdet som mulige løsneområder i form av konkave terrengformasjoner.

Det er ingen kjente sørpeskredhendelser i dalsiden, og sørpeskredhendelser er sjeldne selv i de områdene de forekommer oftest (NVE, 2024a). Dette tilsier at løsnesannsynligheten for sørpeskred er lav, og vi vurderer den som mindre enn 1/1000. Vi vurderer løsnesannsynligheten som større enn 1/5000 og sørpeskred vil trolig hovedsakelig skje på vårparten i perioder med intens snøsmelting, gjerne kombinert med nedbør som regn.

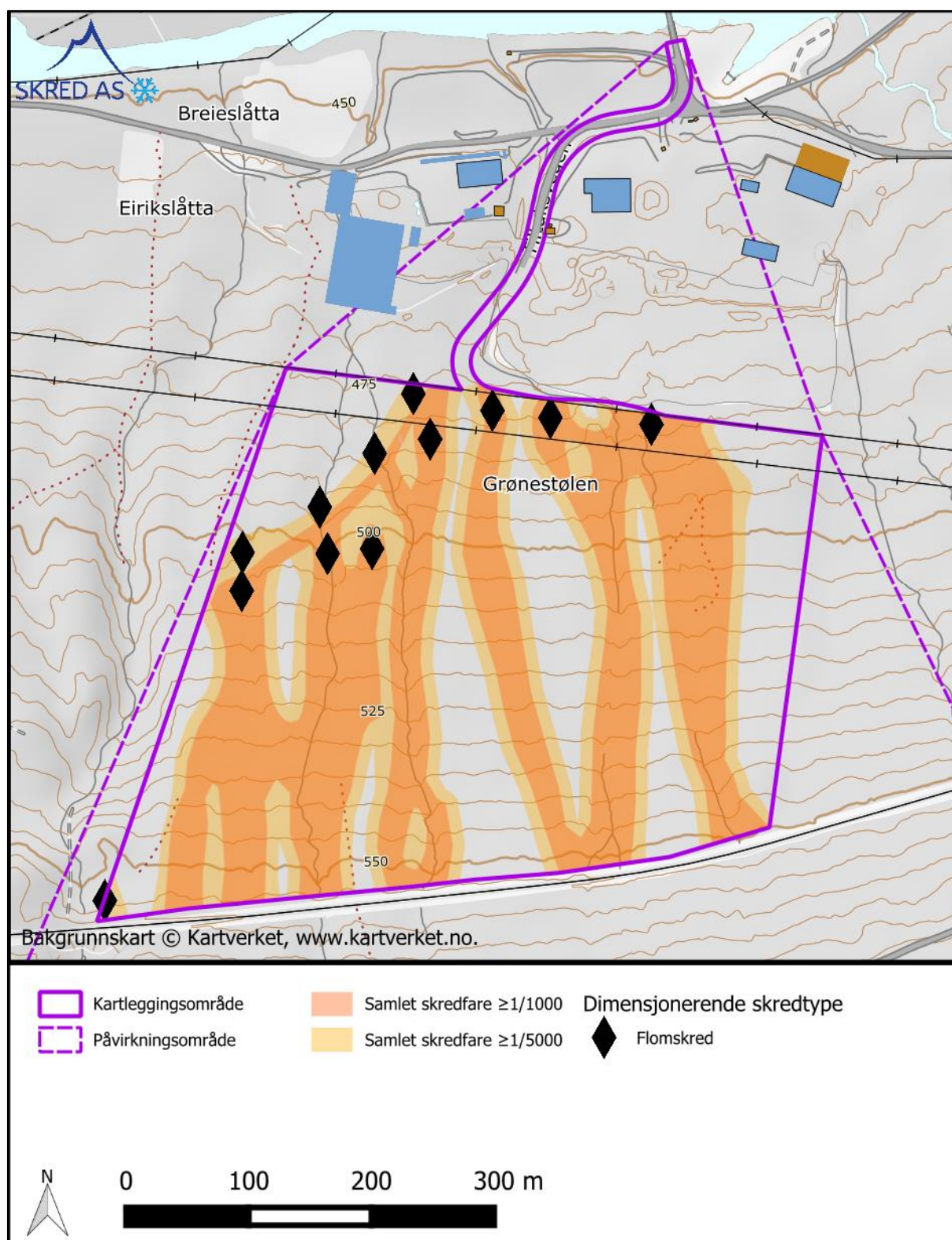
Avstanden fra potensielle løsneområder til planområdet er relativt stor (1,5-2 km) og terrenget er slakt (10-20 grader). Sørpeskred kan ha stor mobilitet og nå langt selv i slakt terreng og vi vurderer utløp av sørpeskred i planområdet kan være mulig, men da med lav flytehyde og begrenset hastighet. Med sitt høye vanninnhold vil sørpeskred følge forsenkningene i terrenget. Vi vurderer denne strømmen som sammenlignbar med den vi forventer fra masseførende flom, som beskrevet i avsnitt 3.5. Utløpsberegninger utført for flomskred anses derfor som dekkende også for sørpeskred.

Fjerning av skog vil kunne øke overflateavrenning av vann, men vi vurderer denne effekten som neglisjerbar og at fjerning av skog dermed ikke vil ha noen effekt på sørpeskredfare.

Vi vurderer at den årlige nominelle sannsynligheten for sørpeskred i kartleggingsområdet er mindre enn 1/100 og 1/1000, men større enn 1/5000.

3.7 Samlet skredfare

Vi vurderer at den samlede årlige nominelle sannsynligheten for skred er større enn 1/1000 og 1/5000 for deler av området. Dimensjonerende skredtype er flomskred, men sørpeskred kan også forekomme svært sjeldent.



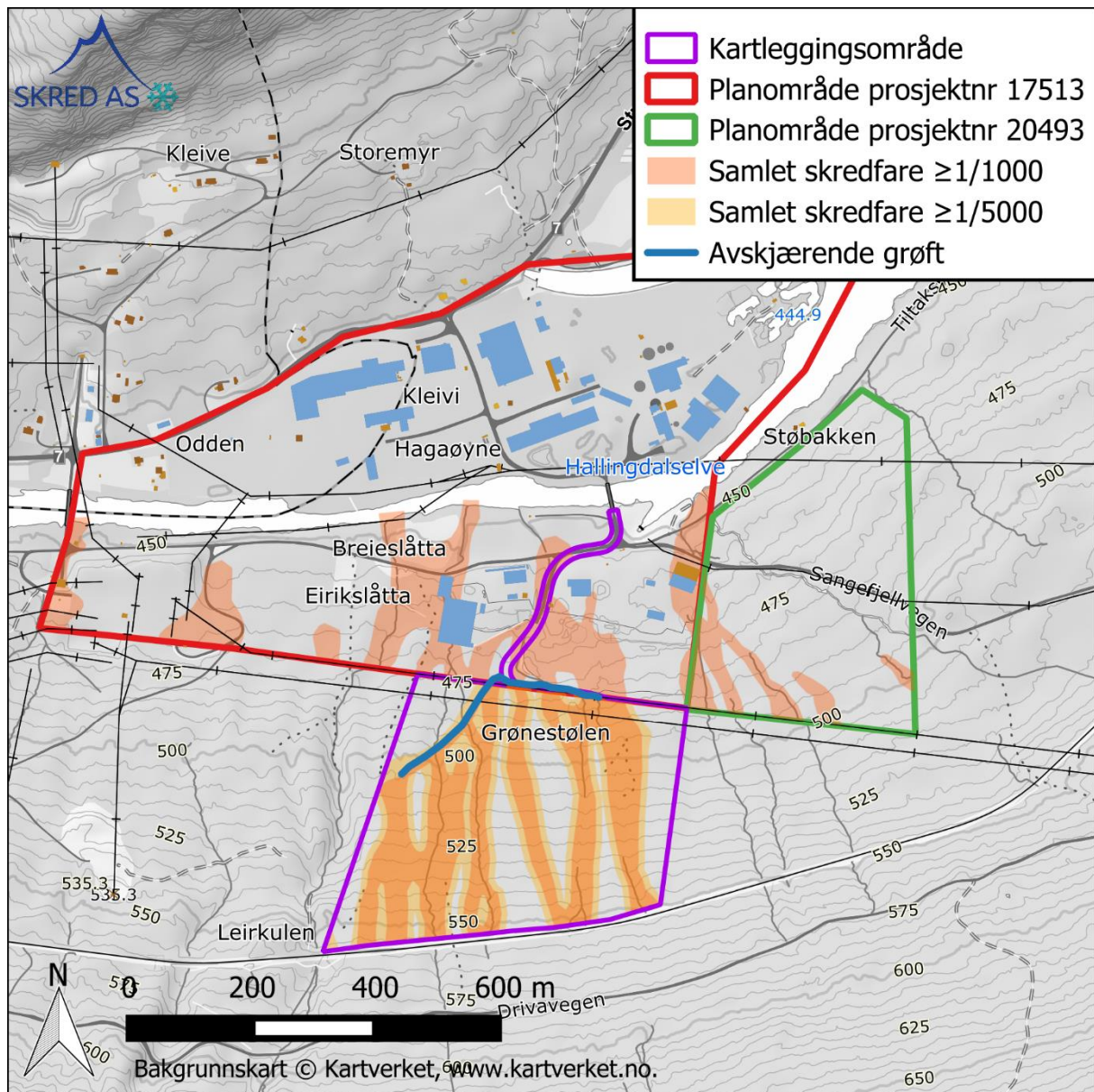
Figur 11: Kart som viser samlet skredfare og hvilke skredtyper som er dimensjonerende for de ulike delene av kartleggingsområdet.

3.8 Skog med betydning for skredfare

Dersom skogen forsvinner, vil løsnesevne og sannsynligheten for løsmasseskred øke. Med økt sannsynlighet vil allikevel skredene kanaliseres gjennom de samme forsenkningene, og faresonene vil dermed bare bli marginalt endret. Dette er ikke noe våre vurderinger eller modellresultater er presise nok til å fange opp og dette gjenspeiles derfor ikke i faresonene.

3.9 Tidligere skredfareutredninger i området

Vi har tidligere utført en utredning av skredfare for området nedstrøms som konkluderte med det er faresoner for skred dimensjonert av en overgangsprosess mellom flom og flomskred i forsenkninger (Skred AS, 2017). Dette stemmer godt overens med vurderingene i denne rapporten. Vi har også tidligere utført en utredning av skredfare for et område nordøst for kartleggingsområdet. Figur 12 viser faresonene for de tre områdene sett i sammenheng. Merk at det ble anlagt en avskjærende grøft etter utarbeidelse av faresonene i rapport 17513-01.



Figur 12: Faresoner for skred for tidligere vurderte områder, sett sammen med faresoner for skred fastsatt i denne rapporten. Merk at de tidligere rapportene 17513-01 og 20493-01 ikke utredet faresoner for skred med årlig sannsynlighet 1/5000, og derfor er det ingen slike faresoner i de kartleggingsområdene.

3.10 Stedsspesifikk usikkerhet

Vi vurderer at det er usikkerhet knyttet til beregninger utført på terrengmodell uten avskjærende grøft. Det er også usikkerhet vedrørende stabiliteten til jernbanefyllingen, og hvor mye som skal til for at deler av denne kollapser og starter masseførende flom eller skred.

Grenseskillet mellom flom og skred er utydelig. Vi har valgt å kartlegge en del prosesser i forhold til kravene for skred i TEK17 §7-3. Dette skillet er dog ikke likt i bransjen.

3.11 Mulighet for å redusere faresonene

Dersom man ønsker å redusere faresonene inn i det vurderte området, kan følgende skredsikringstiltak være aktuelle:

- Avskjærende grøft med voll i nordlige del av området, nedenfor jernbanen. I kombinasjon med basseng for masseavlagring.

Utarbeiding av eventuelle skredsikringstiltak krever mer detaljert planlegging. Vi er engasjert til å utrede muligheter for sikring av planområdet slik at det tilfredsstiller krav til sikkerhet gitt av TEK17 §7-3 for sikkerhetsklasse S2 og S3.

4 Konklusjon

Skred AS har utført en utredning av skredfare for område NÆ02 ved Kleivi Næringspark, i forbindelse med ny kommuneplan i Ål kommune. Utredningen er utført i henhold til krav til sikkerhetsklasse S2 og S3. Vi konkluderer med at den årlige nominelle sannsynligheten for skred i deler av kartleggingsområdet er større enn 1/1000 og 1/5000.

Overgangsprosess mellom masseførende flom og flomskred er den dimensjonerende skredtypen, men sørpeskred er også aktuell skredtype for årlig sannsynlighet større enn 1/5000.

5 Referanseliste

- Direktoratet for byggkvalitet, 2024. Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning § 7-3 [WWW Document]. URL <https://dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17/7/7-3/>
- Kartverket, 2024. Høydedata [WWW Document]. URL <https://hoydedata.no/LaserInnsyn2/>
- Miljøverndepartementet, 2013. Klimatilpasning i Norge, Stortingsmelding 33.
- Nasjonalbiblioteket, 2024. Nettbiblioteket [WWW Document]. URL <https://www.nb.no/search?mediatype=bilder>
- NGI, 2021. Jord- og flomskred. Klimaanalyse for bruk i skredfarekartlegging. NVE Ekstern rapport 11/2021.
- NGU, 2024a. Berggrunn - Nasjonal berggrunnsdatabase [WWW Document]. URL https://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/
- NGU, 2024b. NGU InSAR [WWW Document]. URL <https://insar.ngu.no/>
- NGU, 2024c. Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase [WWW Document]. URL https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/
- NGU, 2024d. NADAG [WWW Document]. URL https://geo.ngu.no/kart/nadag_mobil/
- NIBIO, 2024. Kilden [WWW Document]. URL <https://kilden.nibio.no/>
- Norsk Klimaservicesenter, 2024. Klimaprofiler [WWW Document]. URL <https://klimaservicesenter.no/kss/klimaprofiler/om>
- 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/>
- Oddvar Øygard AS, 2011. Flom på Sangelifjell 2011 [WWW Document]. URL http://pukkverk.no/no/bildegalleri_referanser/flom_paa_sangefjell/ (accessed 11.12.24).
- RAMMS AG, 2024. RAMMS::DEBRISFLOW User Manual v1.8.0.
- Skred AS, 2017. 17153-01-3 Ål Kleivi - Flom- og skredfarevurdering for Kleivi Næringspark.
- 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 tilsvarende 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. Kvartærgeologi 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>Ingeniørgeolog</u> ; M. Sc. Geologi hovedprofil Ingeniørgeologi, NTNU Trondheim.	2014-2024	10
Hallvard Nordbrøden	<u>Ingeniørgeolog</u> ; M. Sc. Tekniske Geofag, NTNU Trondheim.	2014-2024	10
Hans Georg Grue	<u>Geolog</u> ; M. Sc. Kvartærgeologi og paleoklima, Universitetet i Bergen.	2016-2024	8
Sondre Lunde	<u>Ingeniørgeolog</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. Kvartærgeologi og sedimentologi, Universitetet i Tromsø.	2020-2024	4