

Oppdragsgiver	Navn Tinn kommune	Kontaktperson Dagfinn Jaren
Oppdrag	Nummer og navn 19429 Tinn, Dålån - Skredfarekartlegging Runningen, Veset, Haugen og Våtveit	Oppdragsleder Nils Arne K. Walberg
Dokument	Nummer 19429-02-1 Utført av Nils Arne K. Walberg	Dato 2020-04-14 Kontrollert av Kalle Kronholm

## Faresoner for skred

### Sammendrag

Skred AS har fått i oppdrag fra Tinn kommune å utføre en skredfarekartlegging for området mellom Hafstaul og Våtveit, lokalisert vest for Rjukan sentrum. Alle skredtyper i naturlig, bratt terreng er vurdert, noe som inkluderer snøskred, sørpeskred, løsmasseskred og skred i fast fjell.

Dalsiden er i stor grad gjennomskåret av raviner dannet av løsmasseskred og erosjon over tid. Skredhistorikken i Rjukan og omkringliggende områder viser stor skredaktivitet også i historisk tid. Fremtidige løsmasseskred vil i stor grad kanaliseres gjennom eksisterende raviner, men det kan ikke utelukkes at løsmasseskred kan oppstå også i områder mellom ravinene.

Løsmasseskred er dimensjonerende skredtype i sentrale og vestlige deler av det vurderte området, mens steinsprang er dimensjonerende i den østre delen. Langs de største ravinene og bekkeløpene, samt nedenfor bergskrenten ved Knasten, er det faresoner for sikkerhetsklasse S2 ( $\geq 1/1000$ ) i områder hvor det i dag er bebyggelse. Dette gjelder Fossoveien 206, 336, 340, 344 samt deler av bebyggelsen ved nr. 302. Denne bebyggelsen tilfredsstiller derfor ikke gjeldende sikkerhetskrav for ny bebyggelse i TEK 17 §7-3.

Det er skog i nesten alle fjellsider med terrenghelning over 25-30°, noe som i vesentlig grad utelukker snøskred som aktuell skredtype i fjellsiden. Skogen reduserer også sannsynligheten for utløsning av løsmasseskred. Ved flatehogst av større areal i terreng brattere enn 27°, kan snøskred bli en aktuell skredtype i flere områder. Samtidig vil sannsynligheten for utløsning av løsmasseskred øke. Skogsveier med dårlig håndtering av overvann, kan også føre til økt sannsynlighet for utløsning av løsmasseskred. Vi anbefaler derfor å regulere skogsdriften i potensielle utløsningsområder for snøskred og løsmasseskred.

## Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b> .....	<b>4</b>
1.1	Bakgrunn.....	4
1.2	Mål.....	4
1.3	Befaring.....	5
1.4	Forbehold.....	5
<b>2</b>	<b>Krav til sikkerhet mot skred</b> .....	<b>6</b>
2.1	Lovverket .....	6
2.2	Aktuelle krav .....	7
2.3	Vurderte skredtyper .....	7
2.3.1	Snøskred og sørpeskred .....	7
2.3.2	Skred i fast fjell .....	7
2.3.3	Jordskred og flomskred .....	8
2.3.4	Skredfare og klimaendringer .....	8
<b>3</b>	<b>Metodikk for fastsettelse av faresoner for dette oppdraget</b> .....	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>Beskrivelse av området</b> .....	<b>10</b>
4.1	Topografi.....	10
4.2	Geologi.....	11
4.3	Vegetasjon .....	12
4.4	Registrerte skredhendelser .....	12
4.5	Tidligere rapporter.....	12
4.6	Aktsomhetsområder .....	14
4.7	Eksisterende skredsikringstiltak .....	14
4.8	Klimatiske trekk av betydning for skredfare.....	14
4.9	Hydrologiske forhold .....	16
4.10	Sporlogg og befaringsnotater .....	17
<b>5</b>	<b>Vurdering av skredfare</b> .....	<b>20</b>
5.1	Snøskred .....	20
5.2	Sørpeskred .....	23
5.3	Løsmasseskred .....	24
5.4	Skred i fast fjell .....	26
5.5	Faresoner for skred.....	28
5.6	Mulighet til å redusere faresonene .....	30
<b>6</b>	<b>Konklusjon</b> .....	<b>31</b>
<b>7</b>	<b>Referanser</b> .....	<b>32</b>

## Figurer

Figur 1: Det kartlagte området ligger vest for Rjukan sentrum i Tinn kommune.....	4
Figur 2: Kart med terrenghelning i og rundt det vurderte området. ....	11
Figur 3: Beregnet 1-døgns- og 3-døgnsnedbør med ulike gjentaksintervaller for vintermånedene desember til mars, samt hele året. Data fra www.eklima.no. ....	15
Figur 4: Fremherskende vind i vintermånedene desember til mars. Data fra www.eklima.no. .....	15
Figur 5: Sporlogg og veipunkter fra befaring for østre del av det vurderte området. For forklaring, se Tabell 2. ....	18
Figur 6: Sporlogg og veipunkter fra befaring for vestre del av det vurderte området. For forklaring, se Tabell 2. ....	19
Figur 7: Modellert utbredelse av snøskred fra Bakkenut i RAMMS med 2m bruddkanthøyde. .....	21
Figur 8: Dronefoto mot NV viser mulig løснеområde for snøskred fra Bakkenut (rød sirkel). 22	
Figur 9: Dronefoto tatt mot øst viser vegetasjonsdekke i fjellsiden. ....	23
Figur 10: Skyggekart over det vurderte området basert på terrengmodell med 1 m x 1 m oppløsning. Kartet viser også de mest markerte ravinene, løснеområder for snøskred, viktig skog av betydning for skredfaren, samt områder med eksisterende bebyggelse. .....	25
Figur 11: Terrengprofil for fjellsiden fra Fossoveien 206 (421 moh.) til Knasten (775 moh.) Blå sirkler markerer mulige kildeområder for steinsprang. ....	27
Figur 12: Modellresultater fra Rockyfor3D viser hvordan utløp fra steinsprang også kanaliseres i eksisterende raviner i nedre deler av fjellsiden. Modellen sier ikke noe om sannsynligheten for at steinsprang løser ut. Figuren viser også resultater for Alfa- Beta modellen for steinsprang. ....	28
Figur 13: Faresonekart med dimensjonerende skredtype for den vestlige delen av det vurderte området. ....	29
Figur 14: Faresonekart med dimensjonerende skredtype for den østlige delen av det vurderte området. ....	30

## Tabeller

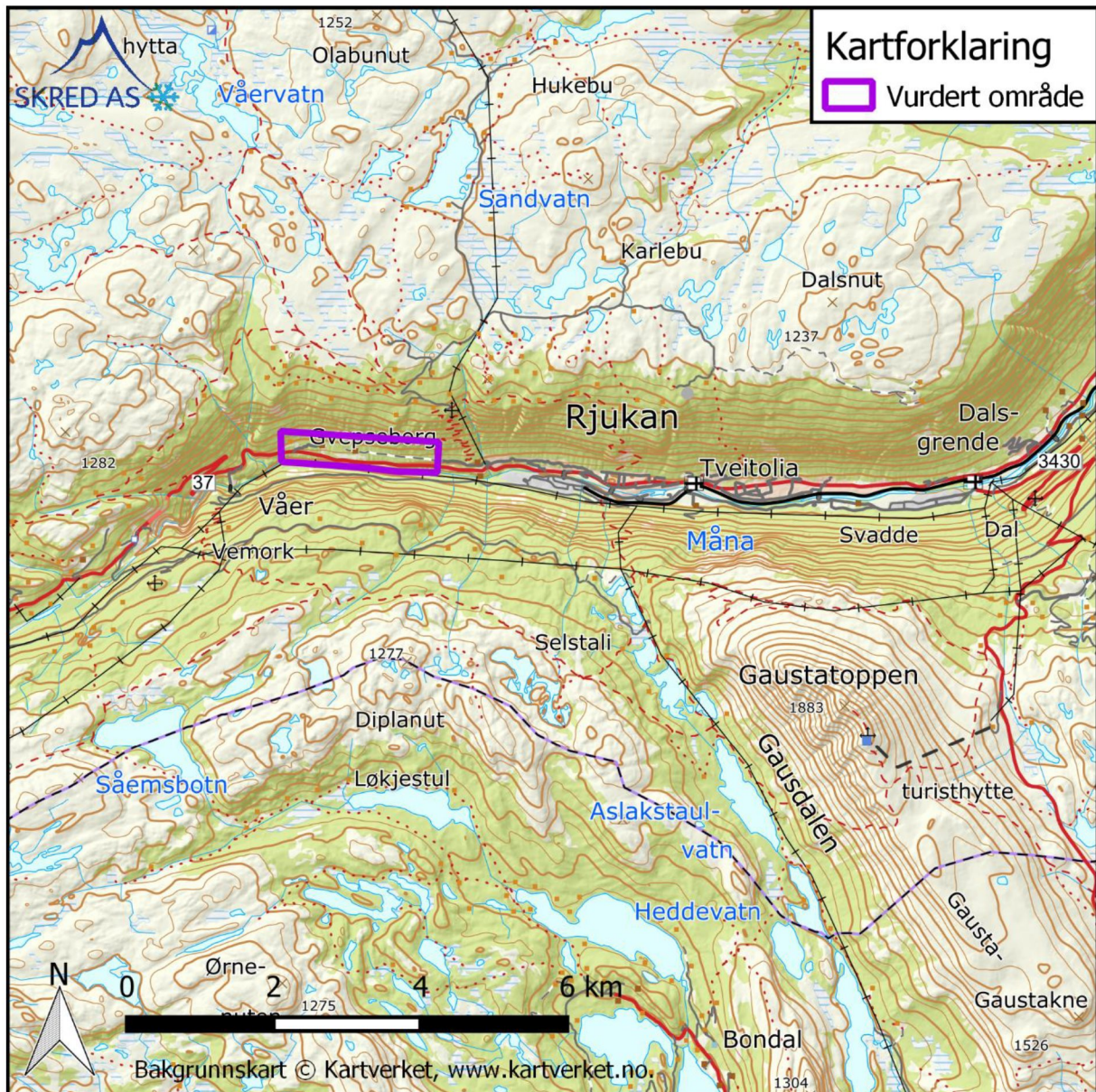
Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde. Fra veileder til byggteknisk forskrift, TEK17 (DiBK, 2017). ....	6
Tabell 2: Befaringsnotater fra befaring 17.12.2019. For plassering av veipunkter, se Figur 5 og Figur 6. ....	17



# 1 Innledning

## 1.1 Bakgrunn

Skred AS har fått i oppdrag fra Tinn kommune å utføre en skredfarekartlegging for området mellom Hafstaul og Våtveit, lokalisert vest for Rjukan sentrum. Det er tidligere utført flere vurderinger på byggesaksnivå for bebyggelse inne i det kartlagte området.



Figur 1: Det kartlagte området ligger vest for Rjukan sentrum i Tinn kommune.

## 1.2 Mål

Dagens krav til sikkerhet mot skred, definert i TEK17 med veileder, skal legges til grunn for vurderingene. Vurderinger og leveranse skal utføres i tråd med nasjonale retningslinjer, beskrevet i NVE veileder 8-2014, «Sikkerhet mot skred i bratt terreng» (NVE, 2014).



### 1.3 Befaring

Befaring i området ble utført 2019-12-17 av Nils Arne K. Walberg, Skred AS. Det var delvis skyet, oppholdsvær og god sikt under befaringen, men området var dekket av 30-40 cm nysnø. Befaringen ble foretatt både til fots og med drone. Sporlogg fra befaringen er vist i Figur 5 og Figur 6.

### 1.4 Forbehold

Informasjon om tidligere skredhendelser er viktige for vurdering av skredfare. Dersom det kommer mer informasjon om tidligere skred, bør det tas med i betraktningene.

Vurderingene er gjort ut fra terreng og vegetasjon slik det ble observert på befaring, på tilgjengelige flyfoto, og på kotegrunnlag. Hvis terreng eller vegetasjon endres betydelig, kan det ha betydning for skredforholdene. Da anbefales det å utføre en ny vurdering.

## 2 Krav til sikkerhet mot skred

### 2.1 Lovverket

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

*«Grunn kan bare bebygges, eller eiendom opprettes eller endres, dersom det er tilstrekkelig sikkerhet mot fare eller vesentlig ulempe som følge av natur- eller miljøforhold. Det samme gjelder for grunn som utsettes for fare eller vesentlig ulempe som følge av tiltak.»*

Byggteknisk forskrift TEK17 § 7-3 definerer krav til sikkerhet mot skred for nybygg og tilhørende uteareal (Tabell 1). Sannsynligheten i Tabell 1 angir den årlige sannsynligheten for skredskader av betydning, dvs. skred med intensitet som kan medføre fare for liv og helse og/eller større materielle skader. I veilederen til TEK17 gis retningsgivende eksempler på byggverk som kommer inn under de ulike sikkerhetsklassene for skred (DiBK, 2017).

*Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde. Fra veileder til byggteknisk forskrift, TEK17 (DiBK, 2017).*

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

I sikkerhetsklasse S1 inngår byggverk der det normalt ikke oppholder seg personer og der det er små økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser. Mindre brygger og lagerbygninger med lite personopphold er nevnt som eksempler.

Sikkerhetsklasse S2 omfatter tiltak der et skred vil føre til middels konsekvenser. Dette kan eksempelvis være byggverk der det normalt oppholder seg maksimum 25 personer og/eller der det er middels økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser. Driftsbygninger i landbruket samt parkeringshus og havneanlegg er nevnt som eksempler.

Sikkerhetsklasse S3 omfatter tiltak der et skred vil føre til store konsekvenser. Dette kan eksempelvis være byggverk der det normalt oppholder seg mer enn 25 personer og/eller der det er store økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser. Eksempler på byggverk som kan inngå i denne sikkerhetsklassen er:

- eneboliger i kjede/rekkehus/boligblokk/fritidsbolig med mer enn 10 boenheter
- arbeids- og publikumsbygg/brakkerrigg/overnattingssted hvor det normalt oppholder seg mer enn 25 personer
- skole, barnehage, sykehjem og lokal beredskapsinstitusjon

Kravet til sikkerhet for uteareal tilhørende bygninger, skal i utgangspunktet være lik kravet til bygningen. Allikevel åpner lovverket for å redusere sikkerhetsnivået til uteareal med en



klasse, dersom dette vil gi tilfredsstillende sikkerhet for tilhørende uteareal. Momenter som må vurderes i denne sammenheng er blant annet eksponeringstiden for personer og antall personer som oppholder seg på utearealet.

## 2.2 Aktuelle krav

Hensikten med arbeidet oppsummert i denne rapporten, er å gi Tinn kommune detaljerte skredfarekart for bruk i alt planarbeid og byggesaksbehandling. Skredfarekartleggingen er derfor utført i forhold til gjeldende krav for sikkerhetsklasse S1, S2 og S3 i TEK17. Derfor er det kartlagt faresoner for skred med årlig sannsynlighet  $\geq 1/100$ ,  $\geq 1/1000$  og  $\geq 1/5000$ .

Eksisterende bebyggelse i planområdet faller inn i kategoriene S1 og S2.

## 2.3 Vurderte skredtyper

I TEK17 er det spesifisert at samlet sannsynlighet for alle skredtyper skal legges til grunn for vurderingen av årlig sannsynlighet. Vi har derfor vurdert følgende skredtyper:

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

Den endelige vurderingen av skredfare er samlet nominell årlig sannsynlighet for skred, som kan sammenliknes direkte med kravene i tabell 1.

### 2.3.1 Snøskred og sørpeskred

Snøskred kan inndeles i løssnøskred og flakskred. Løssnøskred utløses i snø med lav fasthet, som gjerne starter med en liten lokal utglidning. Etter hvert som nye snøkorn blir revet med utvider skredet seg og kan få en pæreform. Flakskred oppstår når en større del av snødekket løsner som et flak langs et glideplan. Det er flakskred som har størst skadepotensiale. Store snøskred løsner vanligvis der terrenget er mellom 30-50° grader bratt. Der det er brattere enn dette glir snøen stadig ut slik at det ikke dannes større skred. Snøskred kan skape skredvind med kraft til å utrette stor skade.

Sørpeskred er en strøm med vannmettede snømasser. Sørpeskred følger som oftest forsenkninger i terrenget, og oppstår når dreneringen i grunnen er dårlig, som for eksempel på grunn av tele og is. Sørpeskred kan utløses i slakt terreng, for eksempel når kraftig snøfall blir etterfulgt av regn og mildvær. Sørpeskred kan også utløses når varme gir intens snøsmelting. Skredmassene har høy tetthet og skred med lite volum kan gi stor skade. Det er ikke utarbeidet aktsomhetskart for sørpeskred.

### 2.3.2 Skred i fast fjell

Når en eller flere steinblokker løsner og faller, spretter, ruller, eller sklir nedover en skråning benyttes begrepene steinsprang (volum  $< 100 \text{ m}^3$ ) og steinskred (volum  $100-10.000 \text{ m}^3$ ).

Steinsprang og steinskred løsner oftest i bratte fjellparti der terrenghelningen er større enn 40-45°.

### 2.3.3 Jordskred og flomskred

Jordskred starter med en plutselig utglidning i vannmettede løsmasser og blir som regel utløst i skråninger som er brattere enn 25-30°. Man kan skille mellom kanaliserte og ikke-kanaliserte jordskred.

Et kanalisert jordskred skaper en kanal i løsmassene som kan fungere som skredbane for nye skred. Skredmasser kan bli avsatt og danne langsgående rygger parallelt med kanalen. Når terrenget flater ut blir skredmassene avsatt i en tungeform. Over tid kan flere slike skred bygge en vifte av skredavsetninger. I et ikke-kanalisert jordskred flytter massene seg nedover langs en sone som gradvis kan bli bredere. Mindre jordskred kan oppstå i slakere terreng med finkorna, vannmettet jord og leire, gjerne på dyrka mark eller i naturlig terrasseformede skråninger i terrenget.

Flomskred er raske, vannrike, flomlignende skred som følger elve- og bekkeløp, eller raviner, gjel eller skar, ofte uten permanent vannføring. Helningen i utløsningsområdet kan være ned mot 10°. Skredmassene kan bli avsatt som langsgående rygger på siden av skredløpet, og oftest i en stor vifte nederst, der de groveste massene ligger ved roten av vifta og finere masser blir avsatt utover vifta. Massene i et flomskred kan komme fra store og små flomskred langsetter flomløpet, undergraving av sideskråninger og erosjon i løpet, eller i kombinasjon med sørpeskred.

### 2.3.4 Skredfare og klimaendringer

Spesielle værforhold er en dokumentert utløsende faktor for de fleste typer skred, og forekomsten av disse skredtypene vil naturlig bli påvirket dersom klimaet utvikler seg slik at ekstremt vær inntreffer oftere. Generelt vil et varmere og våtere klima kunne påvirke frekvensen av jordskred, flomskred, snøskred og sørpeskred, men i hvilken grad skredaktiviteten vil endres i hver landsdel er uvisst.

Det er altså ikke mulig å beregne et «klimapåslag» for skredsannsynlighet, skredstørrelse eller skredutløp og så bruke dette i skredfarekartlegging. Klimautviklingen inngår dermed i en rekke usikkerhetsmomenter som det ikke finnes verktøy for å kvantifisere, men som vurderes skjønnsmessig når en utreder eller kartlegger skredfare.



### 3 Metodikk for fastsettelse av faresoner for dette oppdraget

Utarbeidelse av skredfaresoner er en kompleks prosess som i stor grad avhenger av skredfaglig skjønn og erfaring. Den inkluderer en grundig vurdering av flere viktige momenter og datagrunnlag, f.eks. terreng, vegetasjon, skredhistorikk, dynamisk modellering og klimavurderinger, frem til ferdig utarbeidede faresoner.

For beskrivelse av hvordan ulike momenter vurderes og implementeres i skredfarevurderingen henvises det beskrivelse i tidligere utført *Skredfarekartlegging for Rjukan sentrum* (Skred AS, 2018).

## 4 Beskrivelse av området

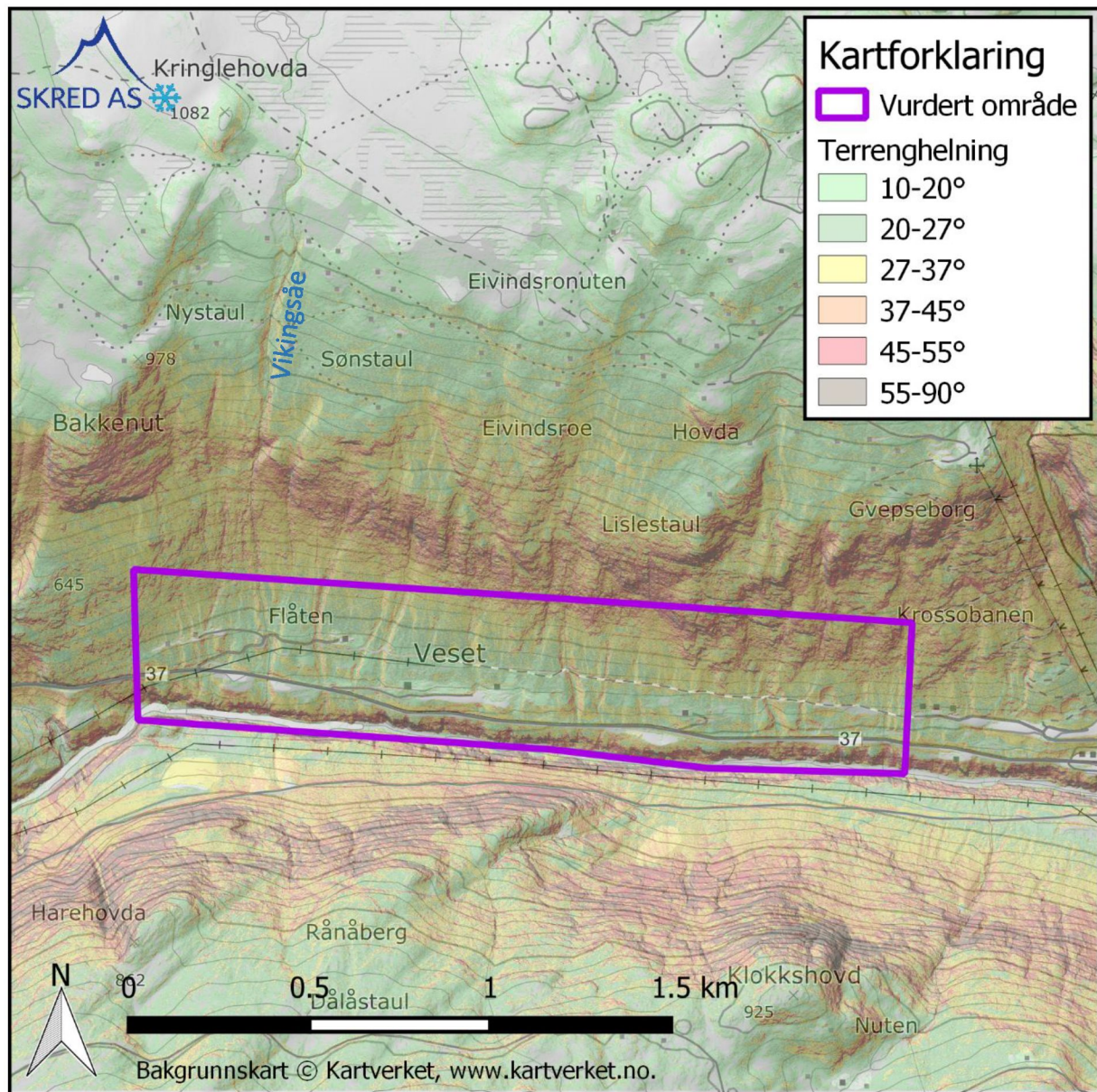
Planområdet ligger mellom Våer og Krosso, vest for Rjukan sentrum, og omfatter nedre del av den sydvendte dalsiden på nordsiden av elva Måna. Planområdet strekker seg opp til ca. 600 moh.

### 4.1 Topografi

Terrenganalysen er basert på en terrengmodell med horisontal oppløsning på 1 m x 1 m, utarbeidet fra punktdata fra laserskanning av området (Terratec AS, 2017). Kart med terrenghelning er vist i Figur 2. Nasjonal høydemodell er også benyttet.

Elva Måna renner østover i dalbunnen, og er tydelig nedskjært. Fra elva stiger det svært bratt 30-50 m opp til Fossoveien som går parallelt med elven. Mellom Fossoveien og Kraftledningsveien, sistnevnte strekker seg parallelt med kotene ca. 450 moh., er terrenget stort sett slakere enn 20°. Unntaket er mindre fyllinger og sideskrånninger til de mange ravinene som skjærer ned igjennom dalsiden. Fra Kraftledningsveien begynner terrenget å stige brattere enn 30° opp mot et fjellparti med flere utstikkende fjellknauser og klippepartier. I øst, ovenfor Hafstaul, begynner fjellpartiet med terrengpartier brattere enn 55° allerede ved ca. 500 moh. og strekker seg opp til Knasten (ca. 800 moh.) Helt i vest, ved Bakkenut, er det fremstikkende fjell ( $\geq 55^\circ$ ) fra ca. 725 til 950 moh. Ovenfor den vestre delen av det vurderte området har fjellsiden derfor større, sammenhengende områder med løsmasser/morene brattere enn 30° i underkant av fremstikkende fjellpartier. Langs hele dalsiden er det mange raviner og mindre bekker som drenerer ovenforliggende fjellside og slakere fjellområder nordover mot Kringlehovda (1082 moh.) og Piggnatten (1136 moh.). Mest tydelig er Vikingsåe som drenerer bl.a. Damtjønn (1091 moh.).





Figur 2: Kart med terrenghelning i og rundt det vurderte området.

## 4.2 Geologi

Berggrunnen i planområdet og fjellsiden ovenfor er kartlagt i målestokk 1:50 000, og består ifølge NGUs berggrunnsdatabase av metamorfe bergarter som metaryolitt, metaignimbritt, metabasalt og metatuff, stedvis med kvartsittlag, kvartsskifer og konglomerat (NGU, 2020a).

Ifølge NGU løsmassekart består det vurderte området primært av morenedekke av varierende tykkelse, hvor mektigheten er minst i de bratteste områdene hvor det er fremstikkende fjellrabber og klipper (NGU, 2020b), og tykkere nedover i fjellsiden. I forbindelse med skredfarekartlegging i Vestfjorddalen (NGU, 2004) ble kvartærgeologien i Rjukan sentrum kartlagt i detalj, men ikke så langt vest som det her vurderte området. Da ble ravinene og nedenforliggende vifter kartlagt som skredmateriale, og områdene mellom



ravinene ble kartlagt som morene. Vi vurderer at likende forhold også gjelder for fjellsiden i det kartlagte område.

### 4.3 Vegetasjon

Vegetasjon i området består i hovedsak av blandingskog med gran, furu og løvskog. Løvskogen dominerer i nedre del av dalsiden, mens fjellsiden i sin helhet grad er dekket av voksen gran med innslag av furu opp til ca. 1000-1100 moh. Unntaket er enkelte, mindre områder og skrenter uten vegetasjon der det er bart fjell. Disse områdene er av begrenset utstrekning og i stor grad brattere enn 45°.

### 4.4 Registrerte skredhendelser

I NVE Atlas (NVE, 2020) er det registrert flere skredhendelser i og i umiddelbar nærhet av planområdet. Dette er et snøskred, ca. 50 m bredt i nærheten av fjellet Hovda, som førte til at en person omkom i mars 1930 i forbindelse med snarefangst. Personen ble funnet i en mindre dal, og skredet vurderes å være en mindre hendelse som ikke har at utløp ned mot bebyggelsen i dalbunnen. Det er også registrert et jordskred på motsatt side av dalen som påvirket Vemorklinja i september 1968. Dette antas heller ikke å ha krysset Måna. I tillegg er det registrert 5 mindre steinsprang, løsmasseskred og isnedfall langs Fossoveien der denne passerer under Bråtånut (645 moh.), helt vest i planområdet.

Rjukan og Vestfjorddalen er et område der de fleste typer skred i bratt terreng er kjent å ha forekommet og alle skredtyper anses som aktuelle problemstillinger. Spesielt årene 1720, 1752, 1858, 1879 og 1927 er det rapportert om store skader grunnet flom og jordskred. Det er all grunn til å tro at flere skredhendelser har gått ned mot bebyggelsen i de siste 100 – 200 årene enn det som vises i NVE Atlas.

Mange historiske skredhendelser i Rjukan og Vestfjorddalen er omtalt i skredfareutredninger tidligere utført i området, men ikke alle er registrert i skreddatabasen. En mer fullstendig oversikt enn NVE Atlas over skredhendelser registrert fra midten av 1600-tallet til 2001, er gitt i et vedlegg til NGUs rapport om skredfarekartlegging i Vestfjorddalen (NGU, 2004).

NGI nevner i en av sine tidligere rapporter fra området, basert på innhold i Tinn saga, at en 92 år gammel kvinne fra Nord Veset skal ha omkommet i et snøskred i 1774. Stedsangivelsen er ikke kjent, men dersom dødsfallet har skjedd på Veset antar NGI det er snakk om et sørpeskred (NGI, 1997). Dersom det ikke var skog i fjellsiden, kan det ikke utelukkes at det kan ha vært et tørt snøskred.

### 4.5 Tidligere rapporter

Skred AS har tidligere utført en større skredfarevurdering for et 8 km langt område som omfatter begge sider av Vestfjorddalen fra Krosso i vest til Bakkhus i øst, med Rjukan sentrum i den midtre delen av området. Oppdraget ble utført for Tinn kommune (Skred AS, 2018), og bygger på og erstatter en tidligere vurdering av samme område (NGU, 2004). I tillegg kartla Skred AS i 2015 utvalgte områder i Tinn kommune på oppdrag fra NVE, noe som inkluderte delområdene Krosso og Våer, henholdsvis øst og vest for den vurderte strekningen i denne rapporten. Dette arbeidet ble publisert i en NVE-rapport (NVE, 2016).



Vi har fått kjennskap og tilgang til en del tidligere skredfareutredninger, for det meste utført av NGI i perioden 1964 - 2017. Mange av disse er lokale skredfarevurderinger ifb. utbygging, mens andre er notater skrevet etter skredhendelser. Tinn kommune har selv samlet rapportene i en nettside (<http://www.tinn-kommune.com/Skredrapporter.html>). Vi har gått igjennom listen, og oppsummerer nedenfor vurderingene som er tilknyttet det her kartlagte området:

**Foreløpig uttalelse vedrørende skredfare i området Vaaer – Krosso, Rjukan (NGI, 1980):**

Rapporten gir en overordnet vurdering av området, og avgrenser ikke skredutsatte områder i kart. Deler av området mellom kraftledningsveien og riksveien vurderes som utrygt for steinsprang, løsmasseskred og flomskred, med raviner, bekkedrag og eldre flomskredavsetninger som mest utsatte områder. Deler av området antas rimelig sikre for skred, men dette må vurderes ved mer detaljerte undersøkelser.

**Krosso – Våtveit, Rjukan. Skredfarevurdering for aktuelle utbyggingsområder (NGI, 1997):**

Rapporten inkluderer en detaljert vurderingen av hele området, hvor dalsiden er delt i 12 delområder som er beskrevet hver for seg. Generelt vurderes sannsynligheten for skred å overstige 1/1000 langs ravinene i området, men en del områder mellom ravinene og nedenfor kraftverksveien vurderes å ha årlig sannsynlighet lavere enn 1/1000. For eksisterende bebyggelse er følgende omtalt:

Fossoveien 206 (omtalt som Runningen) vurderes å tilfredsstillende sikkerheten for skred ( $\leq 1/1000$ ).

Fossoveien 302 (omtalt som Syd-Veset) tilfredsstillende sikkerheten mot skred ( $\leq 1/1000$ ) med unntak av bebyggelsen nær inntil ravine.

Fossoveien 300 (omtalt som Nord-Veset) tilfredsstillende i stor grad kravene nedenfor Kraftverksveien ( $\leq 1/1000$ ).

Ved Fossoveien 336 (omtalt som Haugen) vurderes området mellom ravinene og nedenfor kraftverksveien å ha tilstrekkelig sikkerhet ( $\leq 1/1000$ ). Det er usikkert om bebyggelsen i Fossoveien 336, som ligger ovenfor Kraftledningsveien, er vurdert da den ikke kommenteres.

Området vest for Vikingsåe, inkludert eksisterende bebyggelse ved Fossoveien 340 og 344, ble ikke vurdert grunnet mye vegetasjon på befaringstidspunkt.

**Haugen, Rjukan. Skredfarevurdering av våningshuset på Haugen (NGI, 2004):** I forbindelse med påbygg på eksisterende bolig har NGI vurdert skredfaren mot våningshuset på Haugen. Notatet er kort og beskriver at området ble tilstrekkelig befart under tidligere kartlegging, se NGI (1997), og konkluderer med at sannsynligheten for skred mot våningshuset anses for å være mindre enn  $3 \times 10^{-3}$  per år og dermed tilfredsstillende (datidas) krav til sikkerhet ved rehabilitering.

**Tinn kommune, eiendom 136/16. Skredvurdering (NGI, 2009):** På oppdrag for Tinn kommune har NGI utført en skredfarevurdering for nevnte eiendom i forbindelse med tilbygg på eldre bolighus. For denne saken har kommunen lagt til grunn at tilbygget skal ha

samme sikkerhetskrav som en ny bolig, dvs. at den årlige sannsynligheten for skred ikke skal overstige 1/1000. Etter NGIs vurdering tilfredsstillende eiendommen ikke lovverkets sikkerhetskrav, og det er foreslått sikringstiltak i form av en plogformet voll for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet mot skred.

I forbindelse med arbeidet til denne rapporten leverte Skred AS et foreløpig notat ang. skredfare for en pågående byggesak for GBnr. 136/17 Veset (Skred AS, 2020).

#### 4.6 Aktsomhetsområder

Planområdet ligger i sin helhet innenfor NVEs aktsomhetssoner for snøskred, samt i stor grad innenfor aktsomhetsområde for steinsprang og jord- og flomskred (NVE, 2020).

#### 4.7 Eksisterende skredsikringstiltak

I nasjonal skredatabase (NVE, 2020) er det ikke registrert sikringstiltak for skred i bratt terreng, og ingen ble observert under befaringen.

#### 4.8 Klimatiske trekk av betydning for skredfare

I Skred AS rapport (2018) ble det utført en analyse av områdets klimatiske trekk med størst betydning for skredfarevurderingen. Hovedfunnene er gjengitt i det følgende avsnittet.

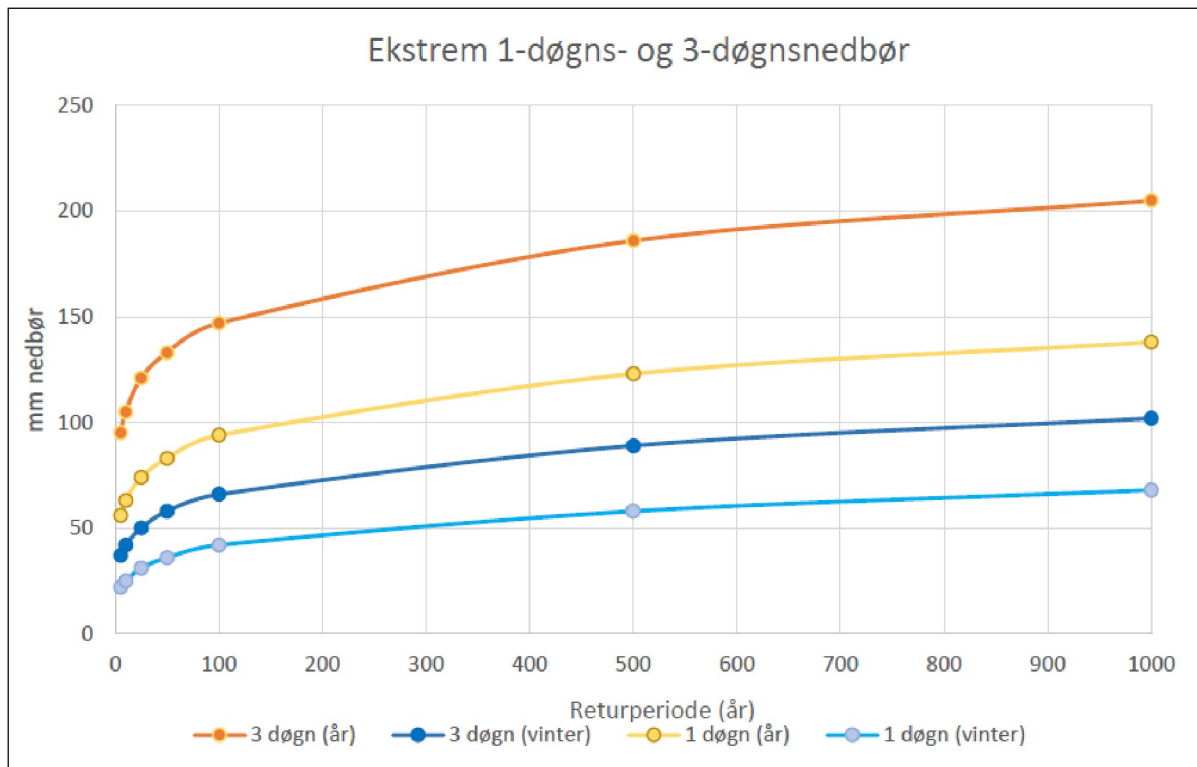
Klimaanalysen viser blant annet at Rjukan har en årsnedbør på 834 mm, med største månedsnedbør på høsten. For skredfarevurderingen er imidlertid ekstremnedbør av større betydning enn normale verdier.

Figur 4 viser beregnet 1-døgns og 3-døgns ekstremnedbør med ulike gjentaksintervaller for stasjonen på Rjukan (ID 31410). Beregningen er gjort for hele året og for vintermånedene (desember – mars). I en høyde på ca. 1000 moh., noe som tilsvarer planområdet, antas mesteparten av nedbøren som faller i disse fire vintermånedene å komme i form av snø. De beregnede 1-døgns- og 3-døgns nedbørverdier om vinteren er på 68 og 102 mm, som tilsvarer ca. 70 og 100 cm nysnø. Dette inkluderer ikke tilvekst av nysnø grunnet vindtransport. Analyse av vindretning for vintermånedene desember til mars for stasjonen på Gaustatoppen (ID 31970) viser at fremherskende vindretning er fra vest (Figur 4).

På årsbasis er de beregnede 1-døgns- og 3-døgnsnedbørverdier 138 og 205 cm. På grunn av begrenset lengde på måleserien, er det stor usikkerhet rundt beregninger for gjentaksintervaller på over 100 år.

Studier utført i Norge indikerer at løsmasseskred generelt løses ut ved døggnedbør på min. 8 % av gjennomsnittlig årlig nedbør (Sandersen, Bakkehøi, Hestnes, & Lied, 1997). I det vurderte området betyr det døggnedbør på ca. 67 mm. Analysen ovenfor viser at gjentaksintervallet for en døggnedbør på 67 mm i vurderingsområdet er på ca. 20 år.

Sannsynligheten for at en nedbørmengde som potensielt er i stand til å utløse løsmasseskred forekommer, er ikke det samme som sannsynligheten for at skred faktisk utløses. Utløsning av løsmasseskred avhenger av mange flere forhold enn nedbørintensitet, og blant alle de forholdene er terrenget viktigst. Dette er vurdert og beskrevet i kapittelet om løsmasseskred.



Figur 3: Beregnet 1-døgns- og 3-døgnsnedbør med ulike gjentaksintervaller for vintermånedene desember til mars, samt hele året. Data fra [www.eklima.no](http://www.eklima.no).

### Vindrose, frekvensfordeling av vind

Vindretning deles i sektorer på 30°

Frekvensfordeling av vindhastighet i prosent %

#### Vindhastighet ( m/s )

- > 20.2
- 15.3-20.2
- 10.3-15.2
- 5.3-10.2
- 0.3-5.2

#### Stille (%)

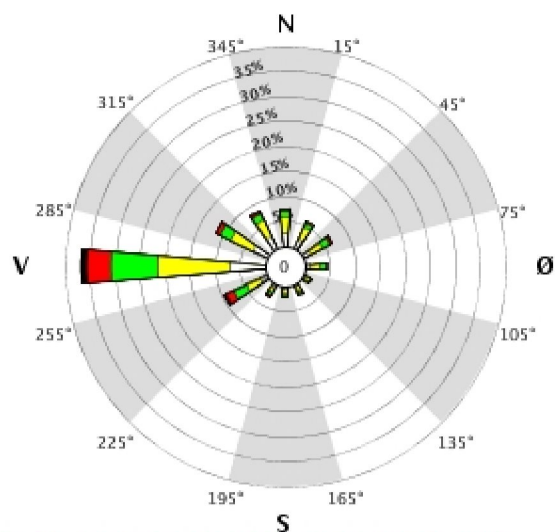


År: 1934 - 2018

jan, feb, mar, des

Tidspunkt: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 (NMT)

### 3 1970 GAUSTATOPPEN



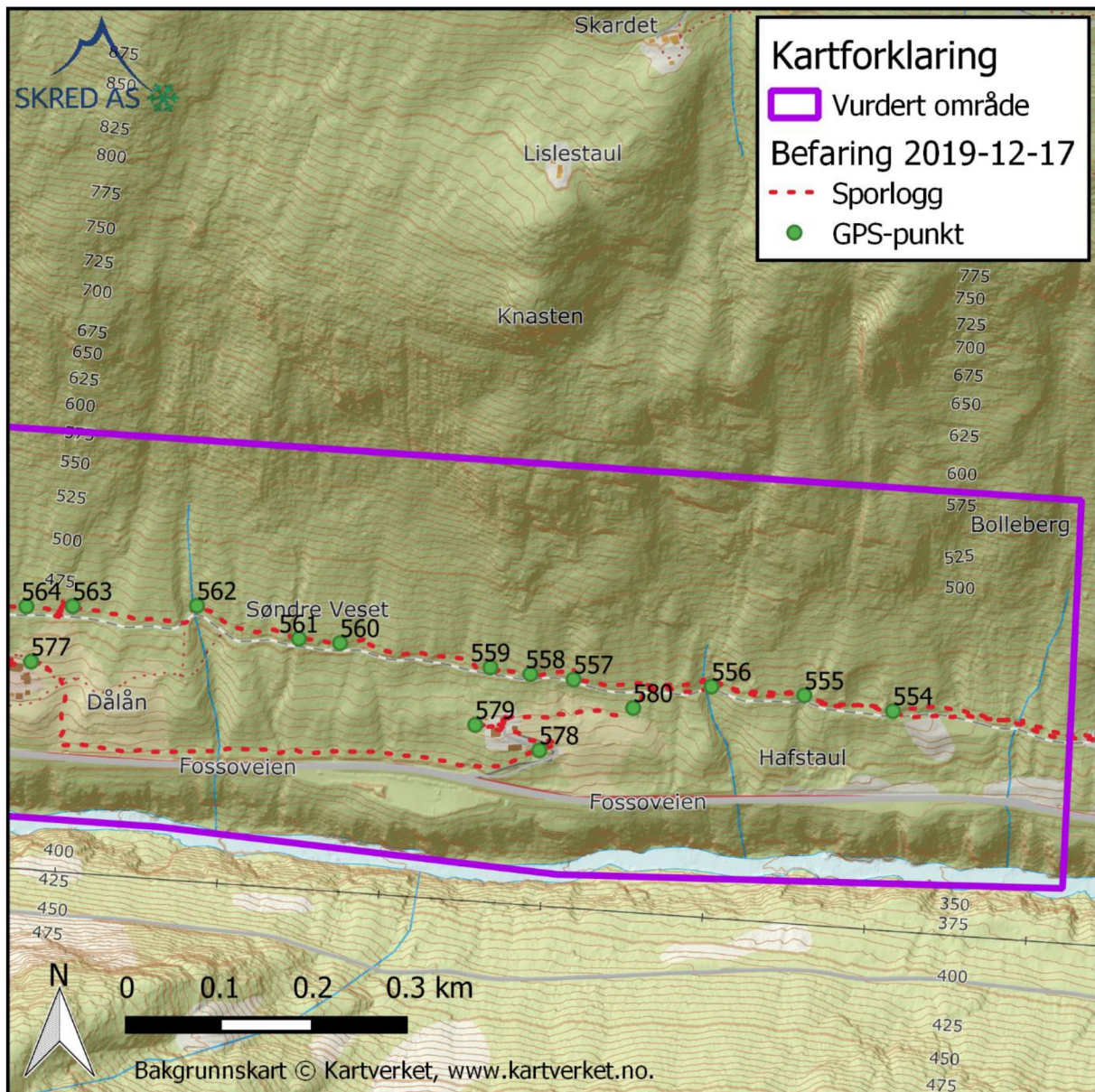
Figur 4: Fremherskende vind i vintermånedene desember til mars. Data fra [www.eklima.no](http://www.eklima.no).



#### 4.9 Hydrologiske forhold

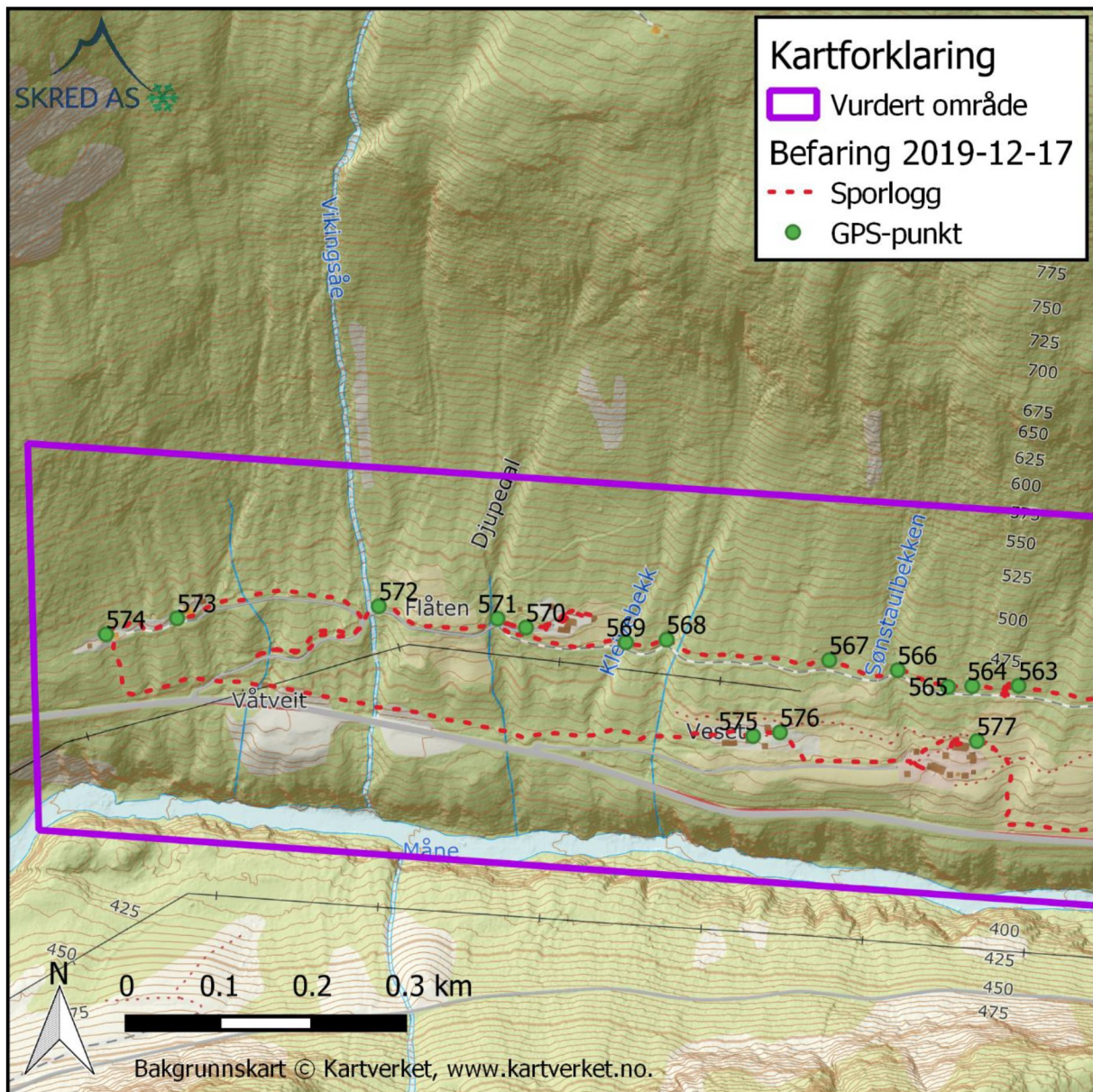
Det er utført en flomveisanalyse for det vurderte området og ovenforliggende fjellside. Analysen viser at avrenningen i fjellsiden og ovenforliggende høyfjells- og myrområder i stor grad dreneres ned igjennom de forskjellige ravinene bortetter dalsiden. Vikingsåe, i vestre del av det vurderte område, har størst nedbørsfelt og drenerer flere mindre tjern og vann, bl.a. Damtjønn (1091 moh.). I øst viser analysene at Kalhovdvegen fra Gvøpseborg til hyttene i området i stor grad påvirker den naturlige avrenningen i området. En mer detaljert vurdering av flomfare inngår ikke i denne skredfarevurderingen.





Figur 5: Sporlogg og veipunkter fra befaring for østre del av det vurderte området. For forklaring, se Tabell 2.





Figur 6: Sporlogg og veipunkter fra befaring for vestre del av det vurderte området. For forklaring, se Tabell 2.

## 5 Vurdering av skredfare

### 5.1 Snøskred

I så godt som hele den sørvendte fjellsiden ovenfor det vurderte området er det sammenhengende terrengpartier brattere enn 27 - 55° som i teorien vil være mulige utløsningsområder for snøskred (Figur 2).

Det bratte terrenget ligger sin helhet under skoggrensen, og er med unntak av svært bratte fjellskrenter ( $\geq 55^\circ$ ) med tynt løsmassedekke, mindre steinurer og utmark nær bebyggelse i sin helhet dekket av tett skog. Skogen i fjellsiden er blandingsskog med løvskog og gran, og vurderes for aktuelle løснеområder å tilfredsstillende kravene til kronedekning (70 % for blandingsskog, 50 % for granskog) foreslått i NVE sin oppsummeringsrapport for skog og skredprosjektet (NVE, 2015).

På bakgrunn av skogdekke i fjellsiden vurderes det derfor at snøskred ikke er en aktuell skredprosess under dagens vegetasjonsforhold i store deler av det vurderte området. Unntaket er et større svaberg på SØ-siden av Bakkenut (970 moh.), som har en terrenghelning  $\geq 27^\circ$ . Lokale partier mellom 27-37° er i hovedsak dekket av trær, men partier brattere enn 37° er uten vegetasjon. På bakgrunn av terrenghelning, sørvendt eksposisjon og tett skog i underkant av svapartiet vurderes det at det normalt legger seg lite snø i fjellsiden, og at den sklir ut etter hvert som snøen faller og før det rekker å legge seg opp store snømengder i fjellsiden. Løsneområdet vurderes derfor ikke aktuelt for snøskred med gjentaksintervall 1/100 og 1/1000 ned mot det vurderte området. For sjeldnere gjentaksintervall, 1/5000, kan det derimot ikke utelukkes at det bygger som opp nok snø til å danne større snøskred.

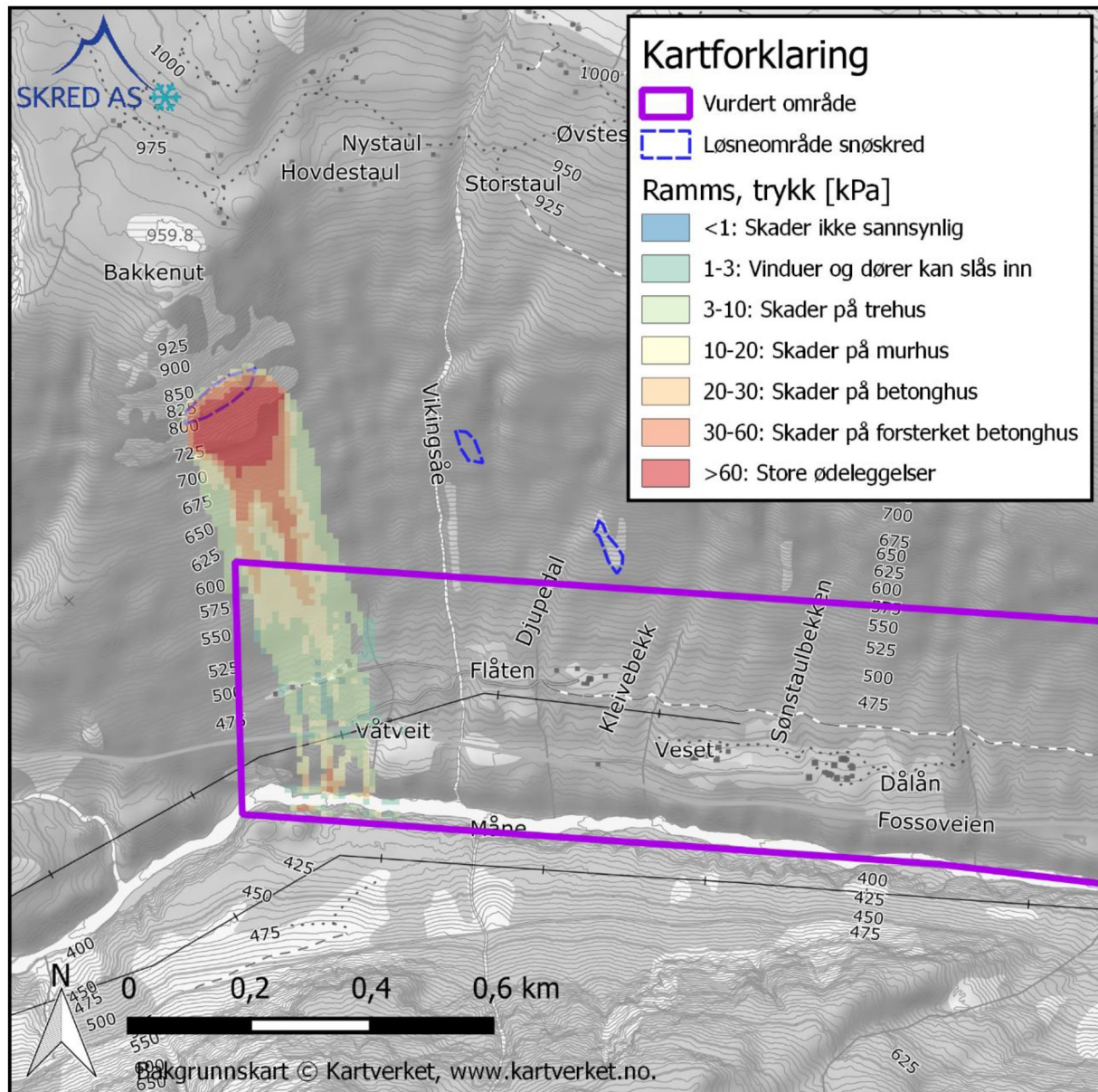
Også enkelte, mindre avgrensede områder uten skog i dalsiden vurderes som aktuelle løśnieområder for snøskred med gjentaksintervall 1/5000. At de kun er relevante for sjeldne skred begrunnes med at de er lokalisert i områder med tett skog som i stor grad hindrer vindtransport, samt at områdene uten skog er lokalisert langt ned i dalsiden. Snøskred fra disse områdene vil ikke være dimensjonerende skredtype for faresonene 1/100 og 1/1000, da sannsynligheten for løsmasseskred og steinsprang er større, som diskutert senere.

For å vurdere utbredelsen av snøskred fra Bakkenut med sjeldne gjentaksintervall har vi benyttet den dynamiske modellen RAMMS::Avalanche (Christen, Kowalski, & Bartelt, 2010) til å beregne mulig utbredelse av snøskred. Klimaanalysen for 3-døgns vinternedbør er benyttet som en indikasjon på bruddhøyde (1,0 m), i tillegg til at det er lagt til en korreksjonsfaktor på 5 cm/ 100 høydemeter for å ta hensyn til forskjeller i nedbør fra målestasjonen til løśnieområdene, totalt 30 cm. For en 5000 års hendelse er det i tillegg lagt til 50 % grunnet vindtransport og usikkerheter knyttet til ekstremverdiene for nedbør, og modellert med en bruddkant på 2,0 m.

Friksjonsverdier i RAMMS ( $\mu$  og  $\xi$ ), er satt basert på volum, som anbefalt i RAMMS, men økt med en klasse for å ta hensyn til at RAMMS ikke har en funksjon for å simulere skred med 5000 års gjentaksintervall. Høydenivåene (standard 1500 og 1000 moh.) er endret til 1000 og



500 moh. basert på skjønn, kalibrering mot kjente hendelser og sensitivitetsanalyser. Det er utført simuleringer med ulike friksjonsparametre basert på volum og høydenivåer, og M300 med høydenivåene 1000 og 500 er valgt som dimensjonerende. Terrengoppløsning på 10 m x 10 m, basert på 1 m x 1 m terrengmodell er benyttet. Det er modellert med skog.



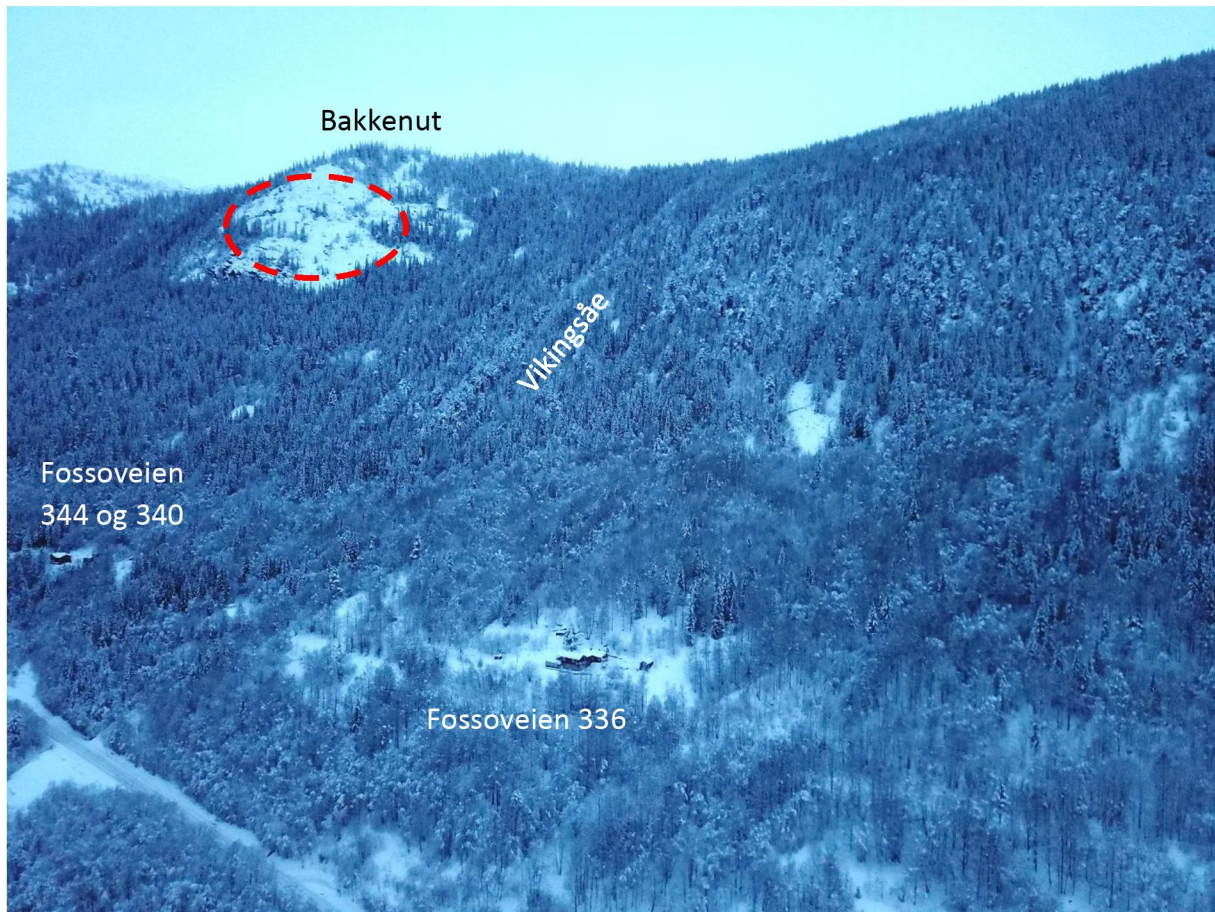
Figur 7: Modellert utbredelse av snøskred fra Bakkenut i RAMMS med 2m bruddkanthøyde.

På bakgrunn av terreng- og feltobservasjoner vurderes snøskred i liten grad å være dimensjonerende for faresonene i området. Unntaket er i underkant av svapartiet ved Bakkenut, hvor snøskred er med på å dimensjonere faresonen for sikkerhetsklasse S3.

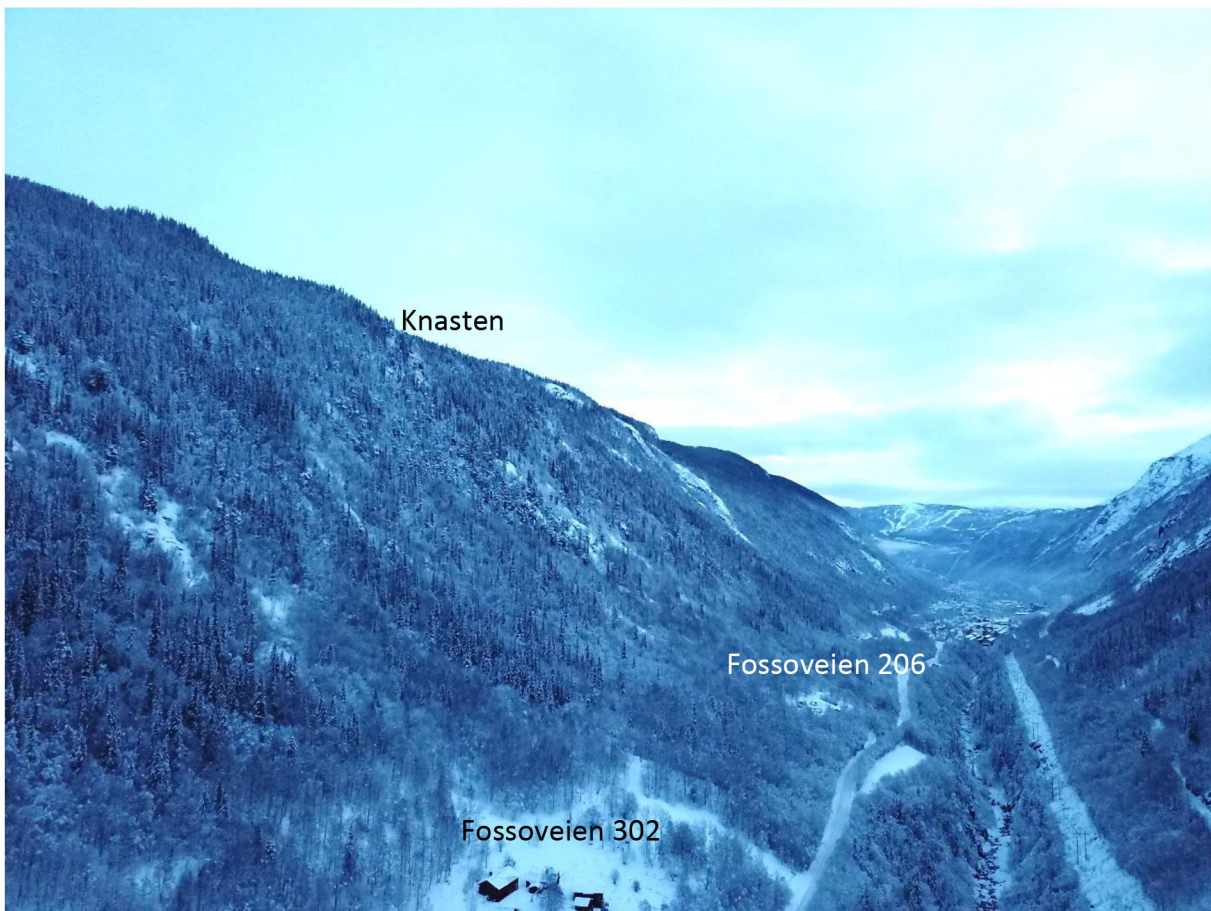
Hogst, spesielt flatehogst, i områder brattere enn 27° kan være med å danne potensielle løsneområder for snøskred. Vi anbefaler derfor å regulere skogsdriften i løsneområder for snøskred. Dersom det utføres hogst i fjellsiden, bør det utføres på en måte som ikke øker



skredfare. NVE sin rapport om skog og skred belyser ulike problemstillinger knyttet til hogst og skredfare (NVE, 2015).



Figur 8: Dronefoto mot NV viser mulig løsneområde for snøskred fra Bakkenut (rød sirkel).



Figur 9: Dronefoto tatt mot øst viser vegetasjonsdekke i fjellsiden.

## 5.2 Sørpeskred

Sørpeskred kan oppstå under ulike terrengsettinger og hydrologiske forhold og utløses etter forskjellige mekanismer. I likhet med andre skred styrt av høyt vanninnhold (eks. flomskred) har sørpeskred en tendens til å følge forsenkede terrengpartier som bekkeløp og raviner.

Vi vurderer at sørpeskred kan forekomme i flere av ravinene og bekkeløpene som renner ned dalsiden. Spesielt gjelder dette i Vikingsåe, som drenerer flere tjern og myrområder over skoggrensen. For de resterende aktuelle bekkene og ravinene vurderes sannsynligheten som vesentlig lavere enn faren for flomskred, da de drenerer myrområder med begrenset nedbørsfelt, få og veldig små tjern, og områder hvor det er en del trær og delvis skog, noe som er kjent får å redusere sannsynligheten for utløsning av sørpeskred.

Det at det i tillegg ikke er registrert sikre tilfeller av sørpeskred blant de mange, historiske skredhendelsene som er registrert i Rjukan, underbygger at det er en sjelden hendelse. En mulig sørpeskredhendelse registret som snøskred ved Veset, samt et større sørpeskred ved Stavsro, på østsiden av Gaustatoppen i april 2019, bekrefter likevel at sørpeskred er en aktuell problemstilling.



Basert på ovenstående vurderinger, mener vi at den årlige sannsynligheten for sørpeskred ikke er dimensjonerende for faresonen, men at det ikke kan utelukkes i forbindelse med bekkene som drenerer høyereliggende deler av fjellplatået, f.eks. Vikingsåe.

### 5.3 Løsmasseskred

Ravinene, NGUs kartlegging av skredavsetninger, de historiske hendelsene i dalen, samt morenedekket dalside med terrenghelning  $\geq 25-30^\circ$ , tyder på at jordskred er aktuell skredtype i dalsiden. Dette omfatter både flomskred, som kan løsne langs bekkeløp og raviner, og jordskred som kan løsne stort sett overalt i dalsiden utenfor ravinene og i løsmasseskjæringer i nedre del av dalsiden. Dermed vurderes løsmasseskred (jord- og flomskred) som aktuelle skredtyper i hele det vurderte området.

Det er ikke mulig å forutsi hvor løsmasseskred vil utløses, men sannsynligheten for jordskred øker med blant annet med følgende faktorer:

- Økende terrenghelning.
- Mulighet for å få kanalisert vann inn i skråningene.
- Erosjon i foten av bratte skråninger.
- Skogsbilveier som endrer naturlig dreneringsmønster.
- Lite eller ingen vegetasjon i skråninger.

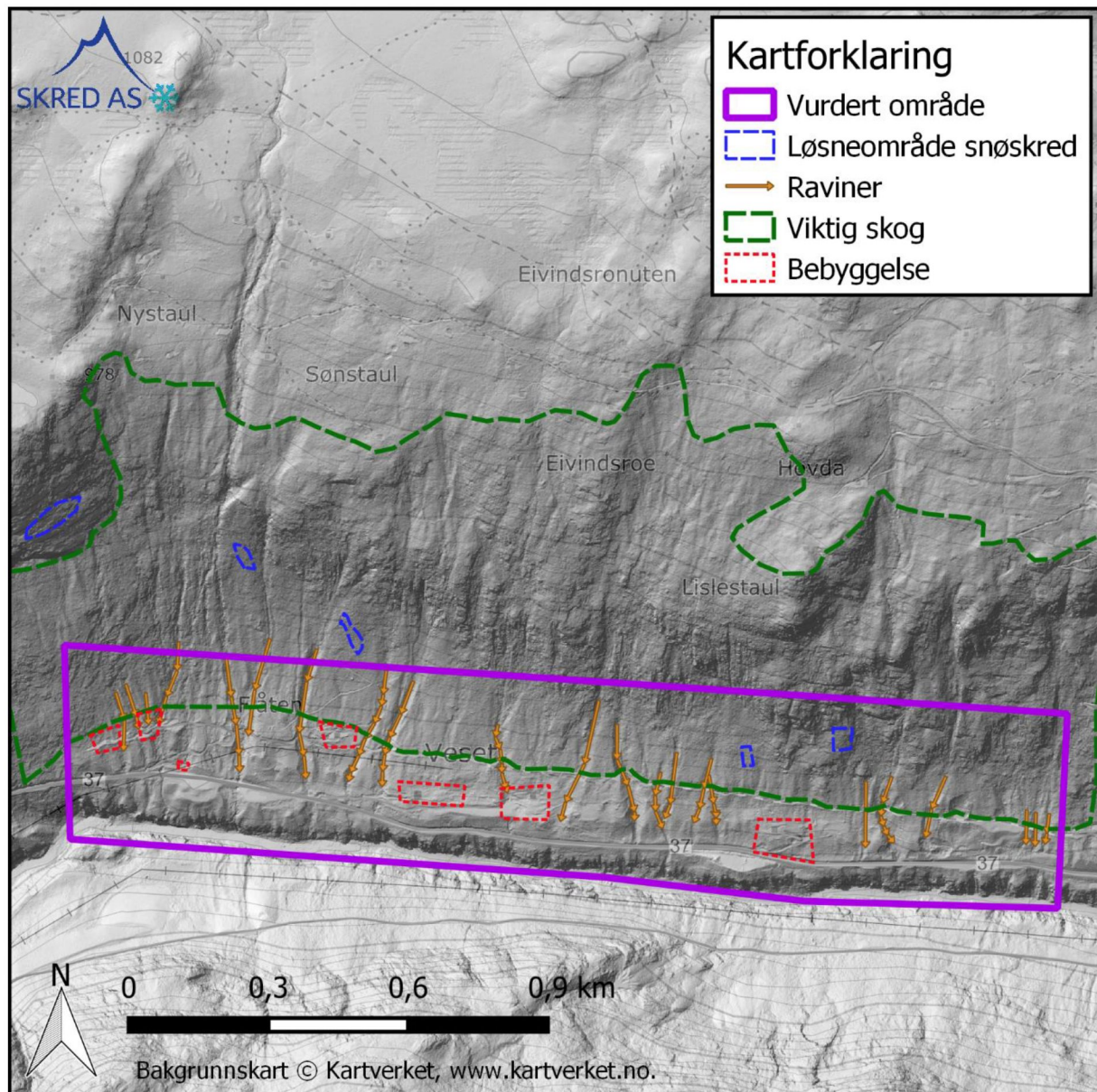
Langsetter fjellsiden er det markerte raviner i terrenget, og drensanalyser viser at ravinene har nedbørfelt med betydelig areal i øvre deler av fjellsiden og høyereliggende platå. Dette gjelder bl.a. Vikingsåe, Djupedal, Kleivebekk, Sønstaulbekken, men også andre navnløse raviner. Langs disse ravinene vurderes det at flomskred kan oppstå med årlig sannsynlighet rundt 1/100, og utbredelse ned mot dalbunnen for flomskred med årlig sannsynlighet 1/1000.

Skyggekartet viser også flere mindre tydelige forsenkninger i terrenget. Drensanalysene viser at disse har mindre nedbørfelt og dermed potensielt mindre tilrenning enn de mer markerte ravinene nevnt ovenfor. Løsmassedekket vurderes å bestå av morenemateriale, og det er ikke mulig å tyde f.eks. avsetningsmønster i underkant for alle disse. Det er derfor vanskelig å bestemme om det er drens spor i løsmassedekket eller eldre grunne jordskred.

Steinsprang er kjent som en utløsende årsak for jordskred, og dette kan ikke utelukkes som utløsningssmekanisme med kildeområder i fjellsiden ovenfor. Tett skogdekke og vegetasjon reduserer derimot utløsningssannsynligheten for løsmasseskred, ettersom røttene binder opp masse og skaper stabilitet, trekronene fordrøyer mengden vann som treffer bakken og hindrer erosjon, samtidig som røttene også tar opp vann fra løsmassedekket.

Relativ små areal som kan gi tilrenning gjennom svakt definerte forsenkninger, vegetasjon i fjellsiden og fravær av definerte raviner gjør at sannsynligheten for løsmasseskred utenfor de mest markerte ravinene, omtalt ovenfor, vurderes som marginalt lavere enn 1/1000, men høyere enn 1/5000.





Figur 10: Skyggekart over det vurderte området basert på terrengmodell med 1 m x 1 m oppløsning. Kartet viser også de mest markerte ravinene, løsneområder for snøskred, viktig skog av betydning for skredfaren, samt områder med eksisterende bebyggelse.

Vi har modellert mulige utløp av jord- og flomskred ved hjelp av programvaren RAMMS:: Debris Flow (Christen, et al., 2012). Vi har benyttet «block release» som utløsningsmekanisme med 0,5 – 1,0 m «bruddkanthøyde», og har modellert med både lokale løsneområder i øvre deler av ravinene, samt langsgående løsneområder i underkant av fjellskrentene. Det er benyttet friksjonsparametre kalibrert for flomskred ( $X_i=200 \text{ m/s}^2$ ,  $\mu=0,10$ ), som vi har erfaring med er representative for hendelser vi ønsker å modellere, og som er standardverdier i modellen. Resultatene viser at jord- og flomskred i stor grad styres inn i forsenkninger og raviner oppe i fjellsiden, og følger disse i nedre del av utløpsområde. Ved en større skredhendelse, spesielt i områdene utenfor de mest nedskårne ravinene, kan det likevel ikke utelukkes utløp i store deler av det vurderte området. Dette gjør at så godt

som hele området ligger innenfor faresonen med årlig sannsynlighet  $\geq 1/5000$  grunnet jord- og flomskred.

Selv om løsmasseskred ikke kan utelukkes som følge av tett vegetasjonsdekke i fjellsiden, vurderes eksisterende skogdekke å redusere sannsynligheten for løsmasseskred. Skogsveier med dårlig håndtering av overvann, kan føre til økt sannsynlighet for utløsning av løsmasseskred. Vi anbefaler derfor å regulere skogsdriften i potensielle utløsningsområder for snøskred og løsmasseskred (Figur 10).

#### 5.4 Skred i fast fjell

Utfall av steinblokker krever skrenter med blottet fjell og helning over 40 - 45°. Det er mindre skrenter til stede langs hele dalsiden som kan være kildeområder for steinsprang og mindre steinskred, og steinsprang vurderes at kan nå inn i øvre deler av hele det kartlagte området. Sannsynligheten for steinskred vurderes som mindre enn 1/5000.

Det er kildeområder for steinsprang ovenfor hele det kartlagte området, men i størst grad mot øst. De fleste av kildeområdene har begrenset vertikal utstrekning, og grunnet begrenset sikt under befaringen, samt tett skog, har det ikke vært mulig å kartlegge oppsprekking og aktiviteten fra samtlige deler av disse kildeområdene. Kildeområder er derfor valgt ut hovedsakelig basert på terrenghelning, og da primært der terrenget er brattere enn 60°.

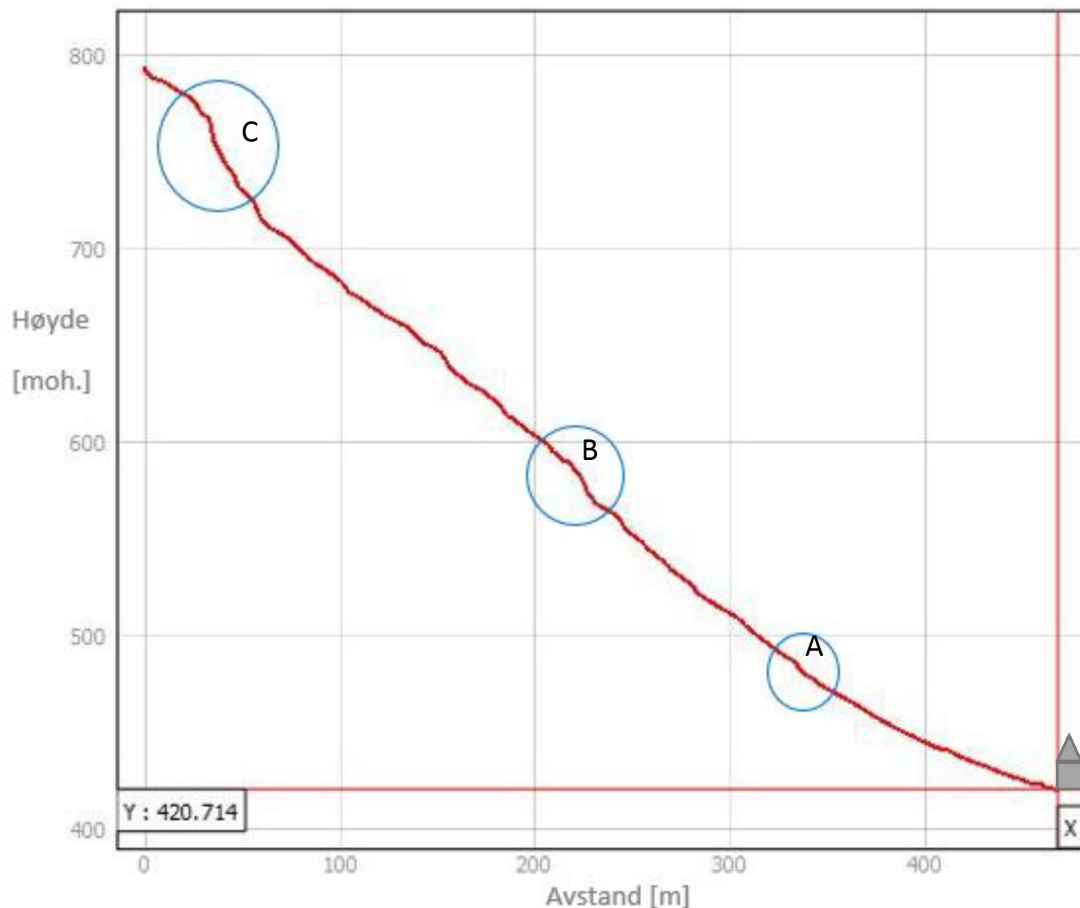
Det er generelt mye kjent historikk for steinsprangaktivitet i Vestfjorddalen, spesielt i Rjukan sentrum, og både på nord- og sydsiden av dalen. Disse hendelsene er som oftest relatert til fjellpartier med større vertikal utstrekning og kildeområder enn det som er tilfelle ovenfor det vurderte området. Det er likevel også eksempler på at steinsprang er en aktiv prosess i det vurderte området, som observerte blokker under befaringen og informasjon fra beboere om steinsprangaktivitet (GPS punkt 570 og 579), som dog ikke hadde hatt rekkevidde ned til bebyggelsen.

For å beregne teoretisk utbredelse av og strømningsmønster for steinsprang, som et supplement til observasjoner fra feltbefaringen, er programvaren Rockyfor3D (Dorren, 2015) tatt i bruk. Det ble benyttet en terrengmodell med horisontal oppløsning på 1 m x 1 m. Modellen ble kjørt med rektangulære blokker på 1 til 8 m<sup>3</sup> basert på feltobservasjoner, kildeområdene er definert automatisk som alle områder brattere enn 45° og restitusjonskoeffisienter er definert automatisk på grunnlag av terrenghelningen i utløpet. De automatiske friksjonsparameterene er erfaringsmessig relativt lave. Modellen viser at steinsprang potensielt når ned til dalbunnen der elven renner i hele området, noe som underbygges av Alfa-beta modellen for steinsprang (Domaas, 1994). Den empiriske Alfa-beta modellen viser at alfapunktet ligger nede i dalbunnen i området øst for Fossoveien 302, og Alfa -1 standardavvik går til dalbunnen vest for dette.

Studier av skyggekart, flyfoto og befaringsbilder viser enkelte uravsetninger uten skog, men få andre tegn til hyppig steinsprangaktivitet eller spor etter skredhendelser. Uravsetningene er avgrenset som mulige løsneområder for snøskred i registreringskartet (Figur 10), men kun



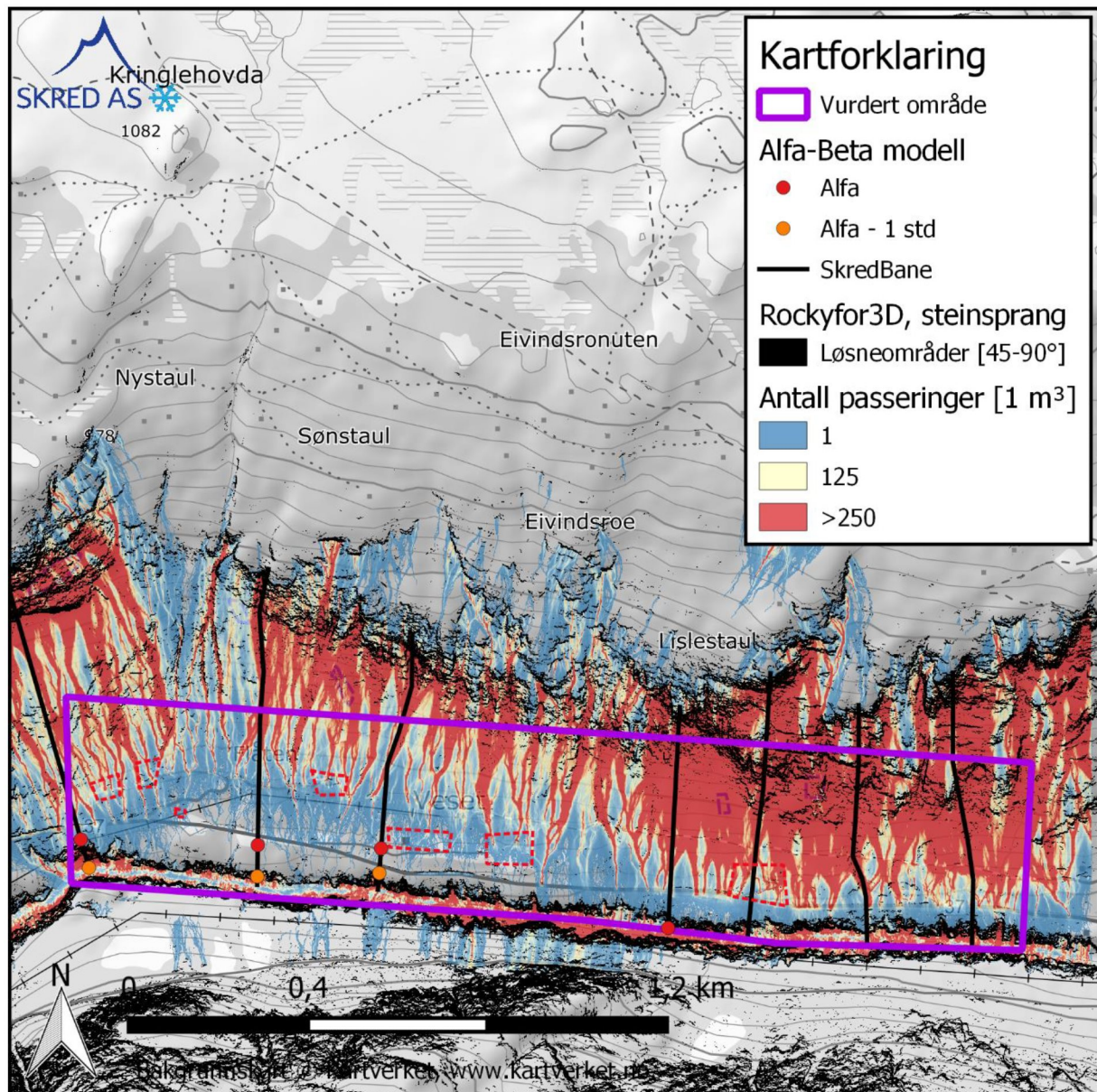
en av disse ligger innenfor det vurderte området. Dette gjelder steinura NV for bebyggelsen ved Fossoveien 206, hvor sannsynligheten for steinsprang vurderes som størst, grunnet fremstikkende bergskrenter og kort avstand mellom bebyggelse og kildeområdene. I dette området er avstanden fra bebyggelsen til kildeområdene mindre enn lenger vest, med siktevinkler på hhv. 25,7°, 34,0° og 38,9° for kildeområdene markert som A, B og C i Figur 11.



Figur 11: Terrengprofil for fjellsiden fra Fossoveien 206 (421 moh.) til Knasten (775 moh.) Blå sirkler markerer mulige kildeområder for steinsprang.

Steinsprang vil i likhet med andre skredtyper til en viss grad kanaliseres i eksisterende raviner og forsenkninger i nedre del av dalsiden. Skyggekartet viser derimot blokker langs hele dalsiden, men det er vanskelig å skille steinsprangavsetninger og moreneblokker, samt remobiliserte steinsprangblokker og moreneavsetninger som følge av jordskred.





Figur 12: Modellresultater fra Rockyfor3D viser hvordan utløp fra steinsprang også kanaliseres i eksisterende raviner i nedre deler av fjellsiden. Modellen sier ikke noe om sannsynligheten for at steinsprang løser ut. Figuren viser også resultater for Alfa-Beta modellen for steinsprang.

Vår vurdering er at steinsprang kan forekomme med en årlig sannsynlighet  $\geq 1/1000$  i området nedenfor bergskrenten ved Fossoveien 206, samt bidra til den samlede skredfare i faresonen for  $\geq 1/5000$  i hele det vurderte området.

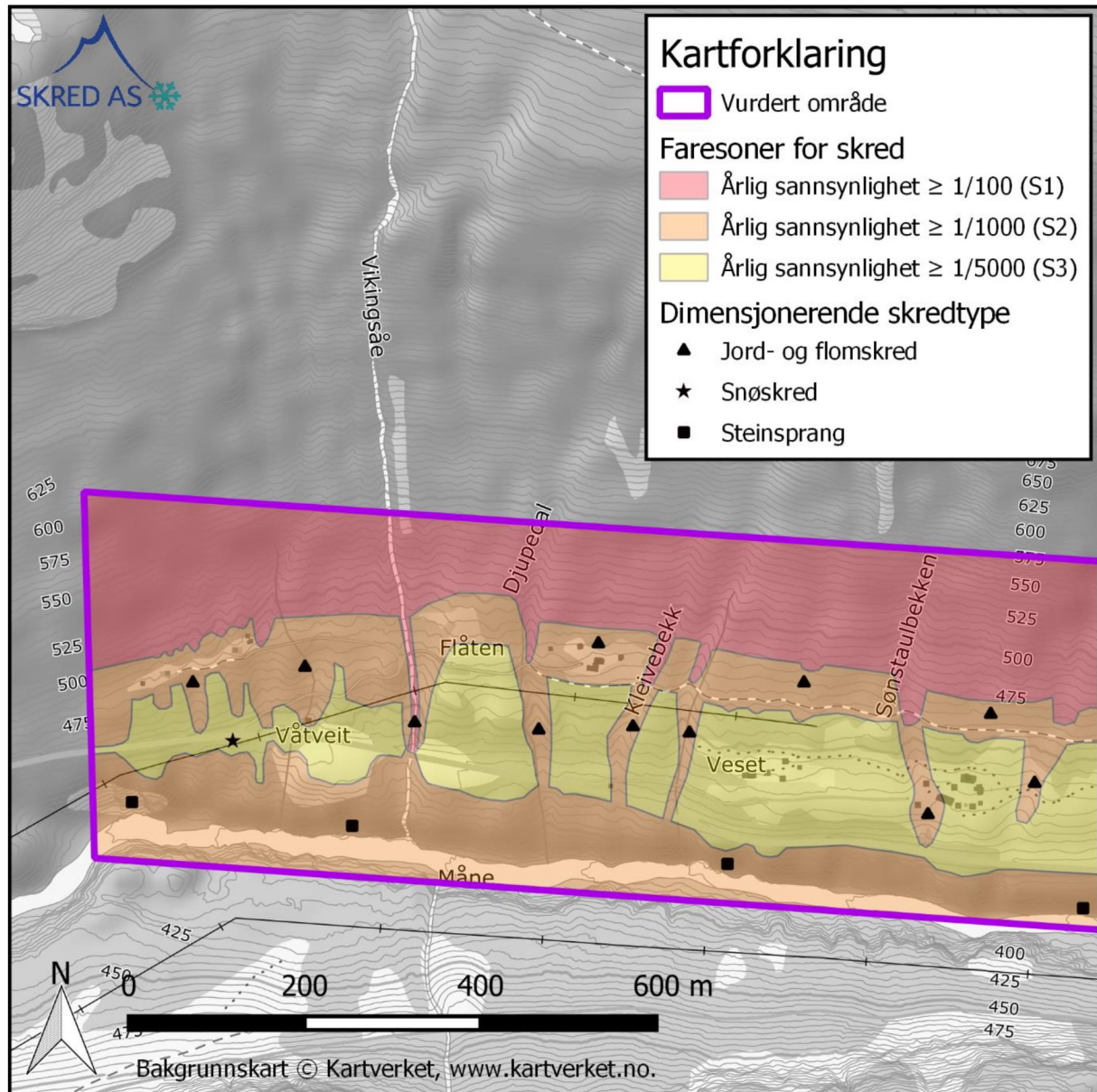
### 5.5 Faresoner for skred

Faresoner for skred er vist i Figur 13 og Figur 14. Hele det vurderte området er kartlagt å ligge innenfor faresonen for skred med årlig sannsynlighet  $\geq 1/5000$ . Langs de største ravinene og bekkeløpene, samt nedenfor bergskrenten ved Knasten, er det faresoner for skred med årlig sannsynlighet  $\geq 1/1000$  i områder hvor det i dag er bebyggelse. Dette gjelder

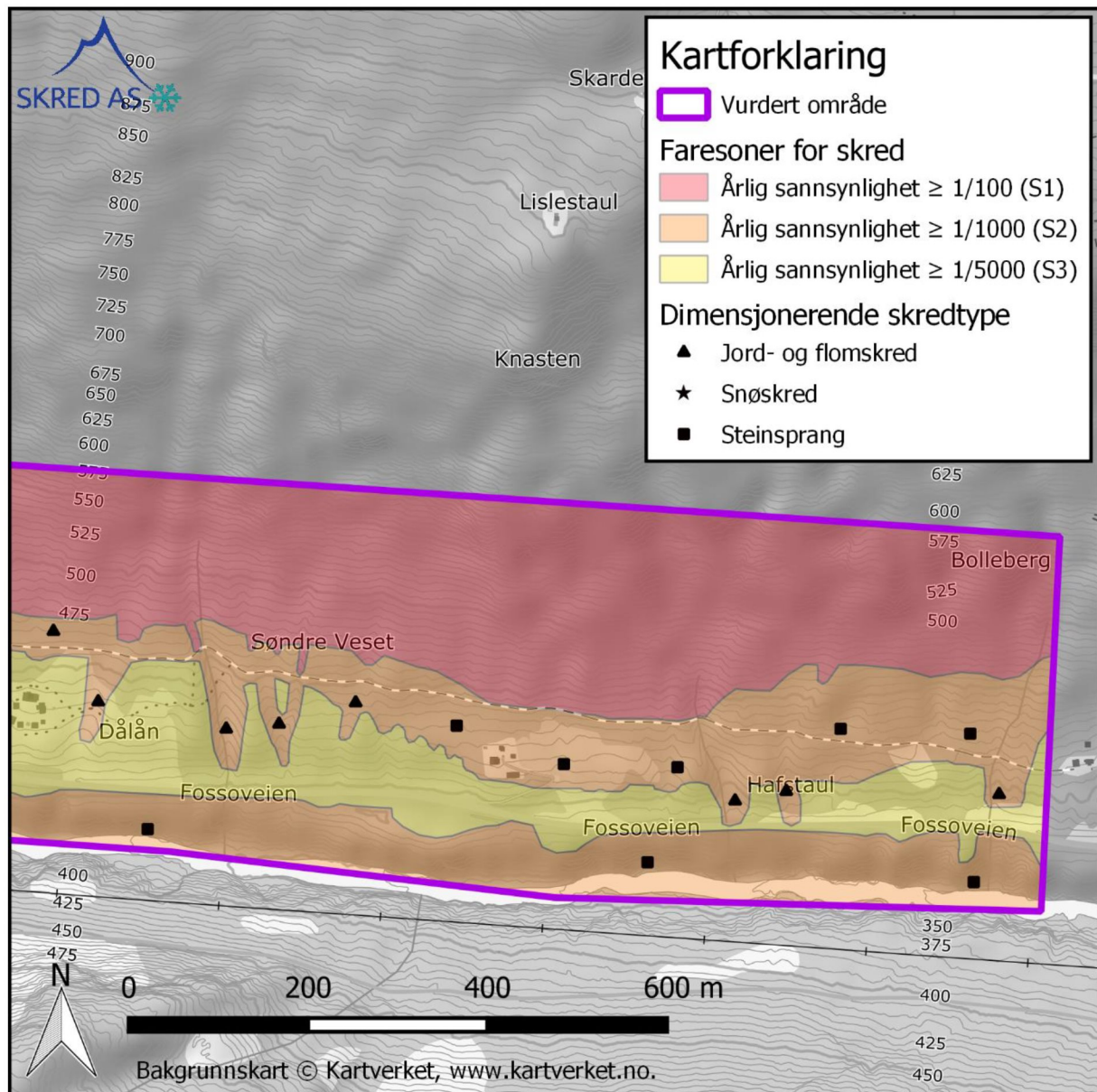


Fossoveien 206, 336, 340, 344 samt deler av bebyggelsen ved nr. 302. Dimensjonerende skredtype er løsmasseskred og steinsprang. Det ligger ikke bebyggelse innenfor faresonen for skred med årlig sannsynlighet  $\geq 1/100$ .

Faresonene grenser mot og sammenfaller med tidligere kartlagte faresoner øst for det vurderte området (NVE, 2016).



Figur 13: Faresonekart med dimensjonerende skredtype for den vestlige delen av det vurderte området.



Figur 14: Faresonekart med dimensjonerende skredtype for den østlige delen av det vurderte området.

### 5.6 Mulighet til å redusere faresonene

Ny bebyggelse anbefales i størst mulig grad plassert utenfor faresonene som gjelder for de aktuelle sikkerhetsklassene i TEK17. Der dette ikke er mulig, er det behov for fysiske sikringstiltak for å redusere faresonene.

I det aktuelle området synes fang- eller ledevoller bygd med løsmasser og/eller gabioner, samt fanggjerdar mot steinsprang, å være de mest aktuelle sikringsløsningene. Eventuelle sikringstiltak må detaljprosjekteres.



## 6 Konklusjon

Skred AS har på oppdrag fra Tinn kommune utført en skredfarekartlegging for området mellom Hafstaul og Våtveit, lokalisert vest for Rjukan sentrum. Alle skredtyper i naturlig, bratt terreng er vurdert, noe som inkluderer snøskred, sørpeskred, løsmasseskred og skred i fast fjell.

Dalsiden er i stor grad gjennomskåret av raviner som er av løsmasseskred og erosjon over tid. Skredhistorikken i Rjukan og Vestfjorddalen viser stor skredaktivitet også i historisk tid. Kommende løsmasseskred (både flomskred og kanaliserte jordskred) vil i stor grad kanaliseres gjennom eksisterende raviner, men det kan ikke utelukkes at grunne jordskred kan løsne og bevege seg også i områder mellom ravinene.

Løsmasseskred er dimensjonerende skredtype i sentrale og vestlige deler av det vurderte området, mens steinsprang er dimensjonerende i den østre delen. Langs de største ravinene og bekkeløpene, samt nedenfor bergskrenten ved Knasten, er det faresoner for skred med årlig sannsynlighet  $\geq 1/1000$  (svarende til kravet for sikkerhetsklasse S2) i områder hvor det i dag er bebyggelse. Dette gjelder Fossoveien 206, 336, 340, 344 samt deler av bebyggelsen ved nr. 302. Denne bebyggelsen tilfredsstiller derfor ikke gjeldende sikkerhetskrav for ny bebyggelse i TEK 17 §7-3.

Det er skog i nesten alle fjellsider med terrenghelning over 25-30°, noe som i vesentlig grad utelukker snøskred som aktuell skredtype i fjellsiden. Skogen reduserer også sannsynligheten for utløsning av løsmasseskred. Ved flatehogst av større areal i terreng brattere enn 27°, kan snøskred bli en aktuell skredtype i flere områder. Samtidig vil sannsynligheten for utløsning av løsmasseskred øke. Skogsveger med dårlig håndtering av overvann, kan også føre til økt sannsynlighet for utløsning av løsmasseskred. Vi anbefaler derfor å regulere skogsdriften i potensielle utløsningsområder for snøskred og løsmasseskred.

## 7 Referanser

- Christen, M., Kowalski, J., & Bartelt, P. (2010). RAMMS: Numerical simulation of dense snow avalanches in three-dimensional terrain. *Cold Reg. Sci. Technol.*, ss. 63, 1–14.
- Christen, M., Perry, B., Bühler, Y., Leine, R., Glover, J., Schweizer, A., . . . Volkwein, A. (2012). *Integral hazard management using a unified software environment: numerical simulation tool 'RAMMS' for gravitational natural hazards*. 12th Congress INTERPRAEVENT 2012 – Grenoble / France, Conference Proceedings.
- DiBK. (2017). *Byggteknisk forskrift med veiledning (TEK17)*. Hentet fra <https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/>
- Domaas, U. (1994). *Geometrical methods of calculating rockfall range*. NGI Rapport 585910-1.
- Dorren, L. K. (2015). Rockyfor3D (v5.2) revealed – Transparent description of the complete 3D rockfall model. *EcorisQ paper (www.ecorisq.org)*.
- NGI. (1980). *Foreløpig uttalelse vedrørende skredfare i området Vaaer - Krosso, Rjukan*. NGI Rapport 78449-1, datert 29. februar 1980. Norges geotekniske institutt.
- NGI. (1997). *Krosso - Våtveit, Rjukan. Skredfarekartlegging av aktuelle utbyggingsområder*. NGI Rapport 78449-2, datert 30. september 1997. Norges geotekniske institutt.
- NGI. (2004). *Skredvurdering av våningshuset på Haugen*. Teknisk notat 200451453, datert 2004-08-02. Norges geotekniske institutt.
- NGI. (2009). *Tinn kommune - Eiendom 136/16. Skredvurdering*. NGI Rapport 20081771-1, Rev. 0, datert 7. januar 2009. Norges geotekniske institutt.
- NGU. (2004). *Skredfarekartlegging i Vestfjorddalen*. NGU Rapport 2004-023. Norges geologiske undersøkelse.
- NGU. (2020a). *Nasjonal beggrunnsdatabase*. Hentet fra <http://geo.ngu.no/kart/berggrunn/>
- NGU. (2020b). *Nasjonal løsmassedatabase*. Hentet fra <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>
- NVE. (2014). *Sikkerhet mot skred i bratt terreng. Kartlegging av skredfare i arealplanlegging og byggesak*. NVE Veileder 8-2014.
- NVE. (2015). *Oppsummeringsrapport for skog og skredprosjektet. Samanstilling av rapportar frå prosjektet*. Norges vassdrags- og energidirektorat: NVE Rapport 92-2015.
- NVE. (2016). *Skredfarekartlegging i Tinn kommune*. NVE Rapport 26-2016. Norges vassdrags- og energidirektorat.
- NVE. (2020). *NVE Atlas*. Hentet fra <https://atlas.nve.no/>

Sandersen, F., Bakkehøi, S., Hestnes, E., & Lied, K. (1997). *The influence of meteorological factors on the initiation of debris flows, rockfalls, rockslides and rockmass stability*. NGI Publikasjon 201, s 97-114.

Skred AS. (2018). *Tinn, Rjukan – Skredfarekartlegging for Rjukan sentrum*. Rapport 18175-01-1, datert 2018.11.13.

Skred AS. (2020). *Skredfarevurdering for GBnr. 136/17 Veset, Tinn kommune*. Skred AS Notat 19429-01-1, datert 21.01.2020.

Terratec AS. (2017). *Laserskanning for detaljert høydemodell. NDH Tinn-Tuddal 5 pkt 2017*.