

Oppdragsgiver	Navn Kvitfjelltoppen AS	Kontaktperson Andreas Lindheim
Oppdrag	Nummer og navn 19407 Ringeby, Bjønnli - Vurdering av skredfare, samt overvannshåndtering for fritidsbebyggelse	Oppdragsleder Nils Arne K. Walberg
Dokument	Nummer 19407-01-1 Utført av Nils Arne K. Walberg og Petter Reinemo	Dato 2019-12-13 Kontrollert av Sondre Lunde og Ingrid Alne

Skredfare- og overvannsvurdering

Sammendrag

Oppdragsgiver jobber med en reguleringsplan for Bjønnli i Ringeby kommune. Planområdet ligger i underkant av fjellet Kvitfjellet, hvor det er aktsomhetssoner for snø- og steinsprang ifølge NVEs aktsomhetskart. Skred AS har utført en skredfarekartlegging for planområdet. I tillegg er det utført en vurdering av overvannshåndtering i planområdet.

Enkeltstående fritidsboliger faller inn under sikkerhetsklasse S2 i Byggeteknisk forskrift TEK17 med veileder. For bygg i denne sikkerhetsklassen skal årlig sannsynlighet for skred ikke overstige 1/1000. Eventuelle uteboder og garasjer skal tilfredsstille kravene i sikkerhetsklasse S1, hvor årlig sannsynlighet for skred ikke skal overstige 1/100.

Det er faresoner for sikkerhetsklasse S1 ($\geq 1/100$) og S2 ($\geq 1/1000$) i planområdet. Dimensjonerende skredtyper er steinsprang og snøskred. Faresonene berører i liten grad områdene som er planlagt utbygd. Dersom områder innenfor faresonen for skred ønskes å bebygges må det iverksettes fysiske sikringstiltak.

I reguleringsplanen må det settes av tilstrekkelige og hensiktsmessige arealer til overvannshåndtering gjennom åpne løsninger. Takvann skal ledes direkte ut i terreng og føres åpent videre mot flomveier. Det samme gjelder vann fra andre tette flater som parkeringsarealer ol.

Det må sikres flomveier gjennom og ut fra planområdet som leder overflatevann til Bjørnli tjønnet uten at annen bebyggelse eller infrastruktur får skader. Dette stiller spesielt krav ved kryssinger av Svartskardvegen. Vi anbefaler at en 200-års hendelse legges til grunn ved dimensjonering av flomveien i henhold til krav til sikkerhet mot flom for bebyggelse med personopphold gitt av TEK17 §7-2.

Innhold

1	Innledning	4
1.1	Bakgrunn	4
1.2	Mål	4
1.3	Befaring	5
1.4	Forbehold	5
2	Lover og retningslinjer	6
2.1	Krav til sikkerhet mot skred	6
2.1.1	Loverket	6
2.1.2	Aktuelle krav	7
2.1.3	Vurderte skredtyper	7
2.2	Krav til overvannshåndtering	8
2.2.1	Loverket	8
2.2.2	Kommuneplan	9
2.2.3	Aktuelle krav	9
3	Beskrivelse av området	10
3.1	Topografi	10
3.2	Geologi	12
3.3	Vegetasjon	12
3.4	Registrerte skredhendelser	12
3.5	Tidligere rapporter	13
3.6	Aktsomhetsområder	13
3.7	Eksisterende skredsikringstiltak	13
3.8	Klimatiske trekk av betydning for skredfare	13
4	Vurdering av skredfare	16
4.1	Snøskred	16
4.2	Sørpeskred	18
4.3	Løsmasseskred	18
4.4	Skred i fast fjell	18
4.5	Faresoner for skred	23
4.6	Muligheter for å redusere faresonene	24
5	Overvannshåndtering	25
5.1	Dagens situasjon	25
5.1.1	Planområdet	25
5.1.2	Nedstrøms områder	26
5.2	Planområdets effekt på vannføring ut av feltet	27
5.3	Mål og strategi	28
5.3.1	Generelt	28
5.3.2	Trinn 1 – Kildekontroll og mindre nedbørhendelser	29
5.3.3	Trinn 2 – Forsinkelse og fordrøyning	29

5.3.4	Trinn 3 – Flomveier.....	29
5.4	Plan for overvannshåndtering	30
6	Konklusjon	31
7	Referanser	32

Figurer

Figur 1:	Det kartlagte planområdet ligger i forbindelse med Kvitfjell skisenter, ca. 5 km nordvest for Fåvang sentrum.	4
Figur 2:	Kart med terrenghelning i og rundt det vurderte området.	11
Figur 3:	Dronefoto av planområdet. Bebyggelsen er planlagt i anleggsområde til venstre i bildet.....	12
Figur 4:	Månedsnormaler for nedbør (stolper) og temperatur (linje) i normalperioden 1960-90. Data fra www.eklima.no	14
Figur 5:	Beregnet 3-døgns vinternedbør. Data fra www.eklima.no	15
Figur 6:	Modellert skredutløp fra utvalgte løseområder med RAMMS.....	17
Figur 7:	Dronebilde over Kvitfjellet og nedenforliggende steinur som er omtrentlig avgrenset med rød polygon.	19
Figur 8:	Detaljebilde over kildeområder for steinsprang. Fjellsiden har et definert sprekkemønster med horisontal lagdeling.....	20
Figur 9:	Dronefoto over den vestre delen av planområdet som viser langsgående fjellskrenter. Planlagt utbyggingsområde er bl.a. det som er anleggsområde i nedre del av bildet (stiplet rød).	21
Figur 10:	Foto av fjellskrent i vestre del av planområdet.	22
Figur 11:	Modellert utbredelse av steinsprang med 1 m ³ blokker.	23
Figur 12:	Kart med faresoner i planområdet.....	24
Figur 13:	Identifiserte drensveier/flomveier i tilknytning til planområdet og planlagt område for utbygging, samt ortofoto som illustrerer terrengtype.	25
Figur 14:	Forhold nedstrøms planområdet.	26
Figur 15:	Feltgrenser til delfelt som påvirker planlagt utbyggingsområde.....	27
Figur 16:	Illustrasjon av treleddsstrategien (miljokommune.no).	29

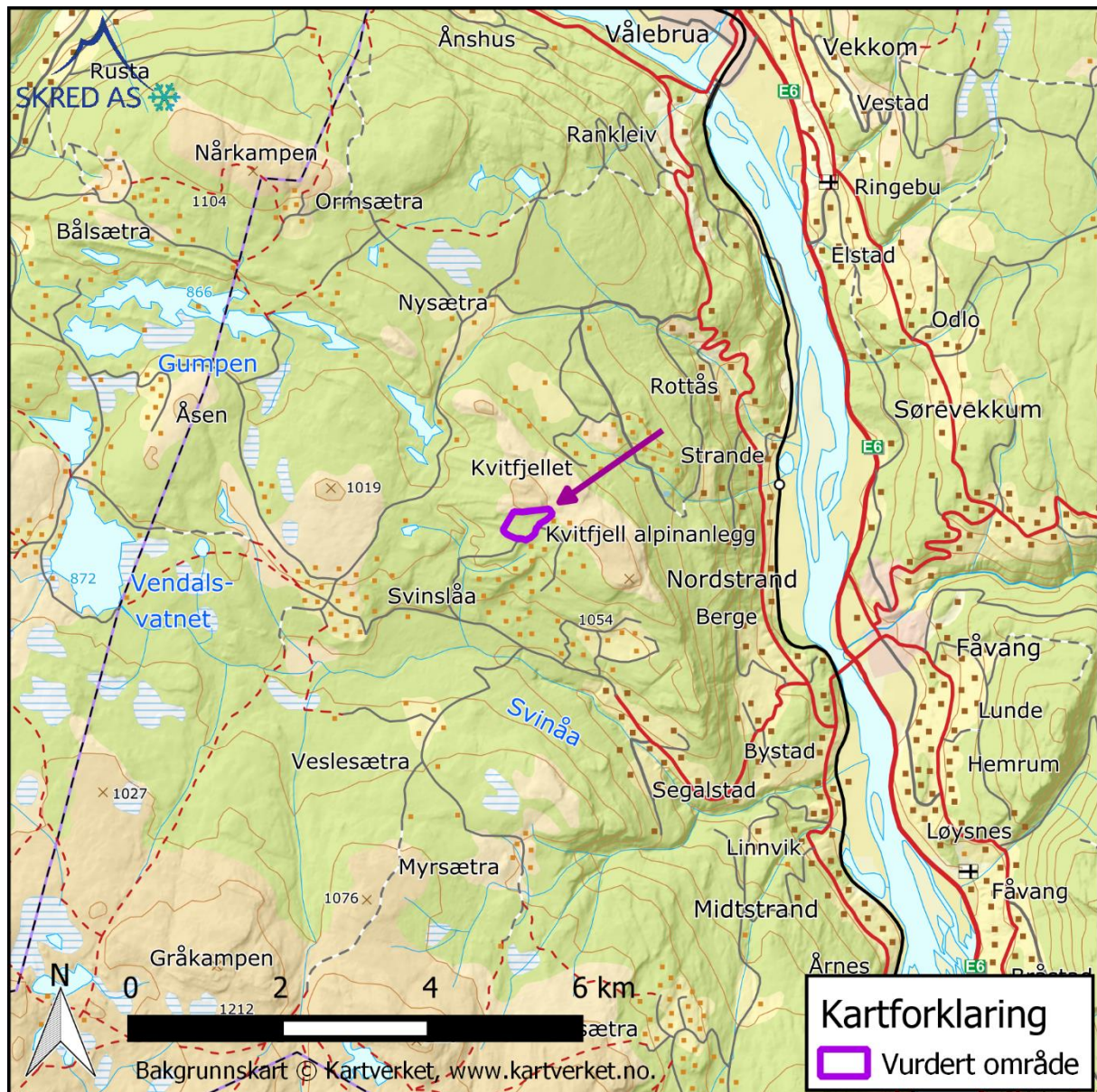
Tabeller

Tabell 1:	Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde. Fra veileder til byggt teknisk forskrift, TEK17 (DiBK, 2017).	6
Tabell 2:	Oversikt over benyttede værstasjoner i klimaanalysen.	13
Tabell 3:	Oversikt over estimert skogdekning og anvendt bruddhøyder for scenarioer for de ulike utløsningsområdene i fjellsiden.....	16
Tabell 4:	Estimat av endret spissavrenning fra planområdet etter utbygging.	28

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Oppdragsgiver jobber med en reguleringsplan for Bjønnli i Ringebru kommune. Planområdet ligger i underkant av Kvitfjellet, hvor det er aktsomhetssoner for snø- og steinsprang ifølge NVEs aktsomhetskart (NVE, 2019). Det ønskes derfor en detaljert skredfarevurdering inkl. vurdering av overvannshåndtering for planområdet.



Figur 1: Det kartlagte planområdet ligger i forbindelse med Kvitfjell skisenter, ca. 5 km nordvest for Fåvang sentrum.

1.2 Mål

Skred AS er bedt om å utføre en skredfarevurdering for planområdet vist i figur 1. 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). I tillegg er det bedt om en vurdering av overvann i planområdet.

1.3 Befaring

Befaring i området ble utført 2019-10-31 av Nils Arne K. Walberg, Skred AS. Det var lettskyet, oppholdsvær og god sikt under befaringen. Befaringen ble foretatt både til fots og med drone.

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 Lover og retningslinjer

2.1 Krav til sikkerhet mot skred

2.1.1 Loverket

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. Enebolig, tomannsbolig og eneboliger i kjede/rekkehus/boligblokk/fritidsbolig med maksimum 10 boenheter er nevnt som eksempler som faller inn under sikkerhetsklasse S2.

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/brakkerigg/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.

2.1.2 Aktuelle krav

Det er opp til kommunen å vurdere aktuelle krav til sikkerhet. I retningslinjene til TEK17 er det gitt ulike eksempler, nevnt ovenfor. Enkeltstående fritidsboliger skal tilfredsstillende kravene i sikkerhetsklasse S2 (1/1000), mens mindre tiltak som garasjer skal tilfredsstillende kravene i sikkerhetsklasse S1 (1/100). Skredfaren er derfor vurdert i forhold til begge disse sikkerhetsklassene (S1 og S2).

2.1.3 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.

2.1.3.1 Snøskred og sørpeskred

Snøskred kan inndeles i løssnøskred og flaskskred. 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. Flaskskred oppstår når en større del av snødekket løsner som et flak langs et glideplan. Det er flaskskred 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.

2.1.3.2 Skred i fast fjell

Når en eller flere steinblokker løsner og faller, spretter, ruller, eller sklir nedover en skråning benyttes begrepene steinsprang (volum <100 m³) og steinskred (volum 100-10.000 m³). Steinsprang og steinskred løsner oftest i bratte fjellparti der terrenghelningen er større enn 40-45°.

2.1.3.3 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.

2.1.3.4 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 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.

2.2 Krav til overvannshåndtering

2.2.1 Lovverket

En oversikt over gjeldende regelverk for overvann finnes i *NOU 2015:16 Overvann i byer og tettsteder* (Klima- og miljødepartementet, 2015). Det forelegger i dag ikke et samlet regelverk som omhandler overvannshåndtering. De lover og forskrifter som anses som mest sentrale for vurdering av overvann i det aktuelle planområdet gjengitt under:

- Vannressursloven § 7

«Utbygging og annen grunnutnytting bør fortrinnsvis skje slik at nedbøren fortsatt kan få avløp gjennom infiltrasjon i grunnen. Vassdragsmyndigheten kan gi pålegg om tiltak som vil gi bedre infiltrasjon i grunnen, dersom dette kan gjennomføres uten urimelige kostnader.»

- TEK17 § 13-11
«Terreng rundt byggverk skal ha tilstrekkelig fall fra byggverket dersom ikke andre tiltak er utført for å lede bort overvann, inkludert takvann.»
- TEK17 § 15-8
 - 1) *«Overvann og drensvann skal i størst mulig grad infiltreres eller på annen måte håndteres lokalt for å sikre vannbalansen i området og unngå overbelastning på avløpsanleggene»*
 - 2) *«Bortledning av overvann og drensvann skal skje slik at det ikke oppstår oversvømmelse eller andre ulemper ved dimensjonerende regnintensitet...»*
- Grannelova § 2
«Ingen må ha, gjera eller setja i verk noko som urimeleg eller uturvande er til skade eller ulempe på granneeigedom. Inn under ulempe går òg at noko må reknast for farleg.»

2.2.2 Kommuneplan

I arealdelen til Ringeby kommune sin arealdel til Kommuneplanen for 2018 – 2030 er det gitt bestemmelser og retningslinjer knyttet til overvann. I § 1.13 *Forhold som skal avklares og belyses i videre reguleringsarbeid* er det gitt følgende om overvann:

Overvann:

Før sluttbehandling av reguleringsplaner, skal det foreligge en vurdering/overordnet plan mht. håndtering av overvann.

- Overvann skal håndteres lokalt, dvs. på egen grunn ved infiltrasjon og fordrøyning eller på annen måte.
- Ved fortetting, planlegging av nye bebyggelsesområder, gater/veger, eller endringer av eksisterende forhold skal overvannshåndtering vies ekstra oppmerksomhet. Bruk av gater/veger/parkeringsplasser/grøntanlegg/overflatebassenger til fordrøyning på overflate skal utredes. Det må i denne sammenheng vurderes evakueringsløp (vannveger) på overflaten slik at vannet i ekstreme situasjoner kan ledes videre til resipient eller annet uten at skade oppstår.

2.2.3 Aktuelle krav

Overvann skal håndteres lokalt og det skal legges til rette for flomveier. I tillegg må overvann håndteres på en slik måte at de ikke medfører økt ulempe for nærliggende områder.

3 Beskrivelse av området

Det vurderte området er lokalisert på sørsiden av Kvitfjellet i Kvitfjell skisenter, ca. 5 km nordvest for Fåvang sentrum.

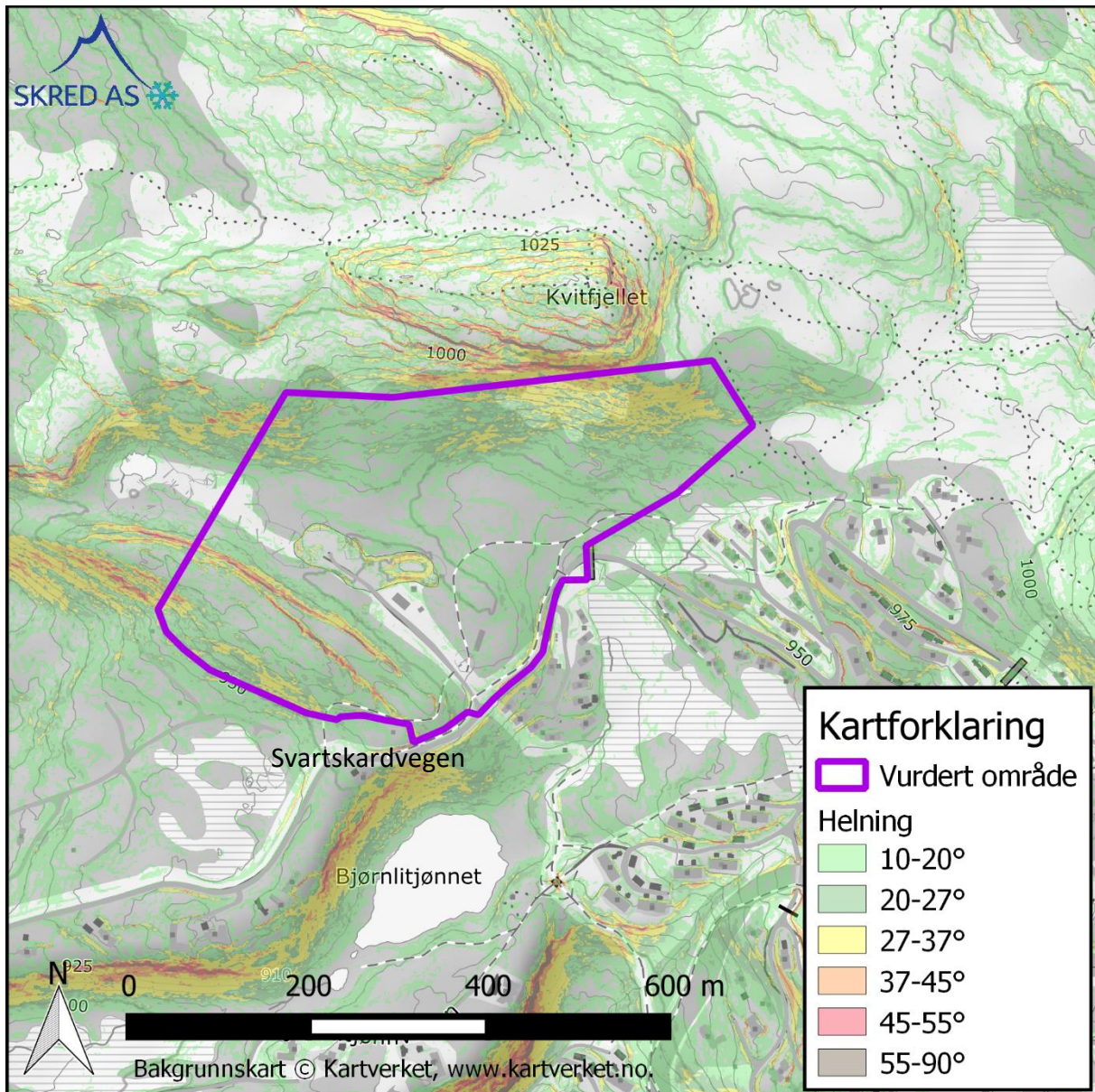
3.1 Topografi

Terrenganalysen er basert på en nasjonal terrengmodell med horisontal oppløsning på 1 m x 1 m (Terratec AS, 2017). Kart med terrenghelning er vist i Figur 2.

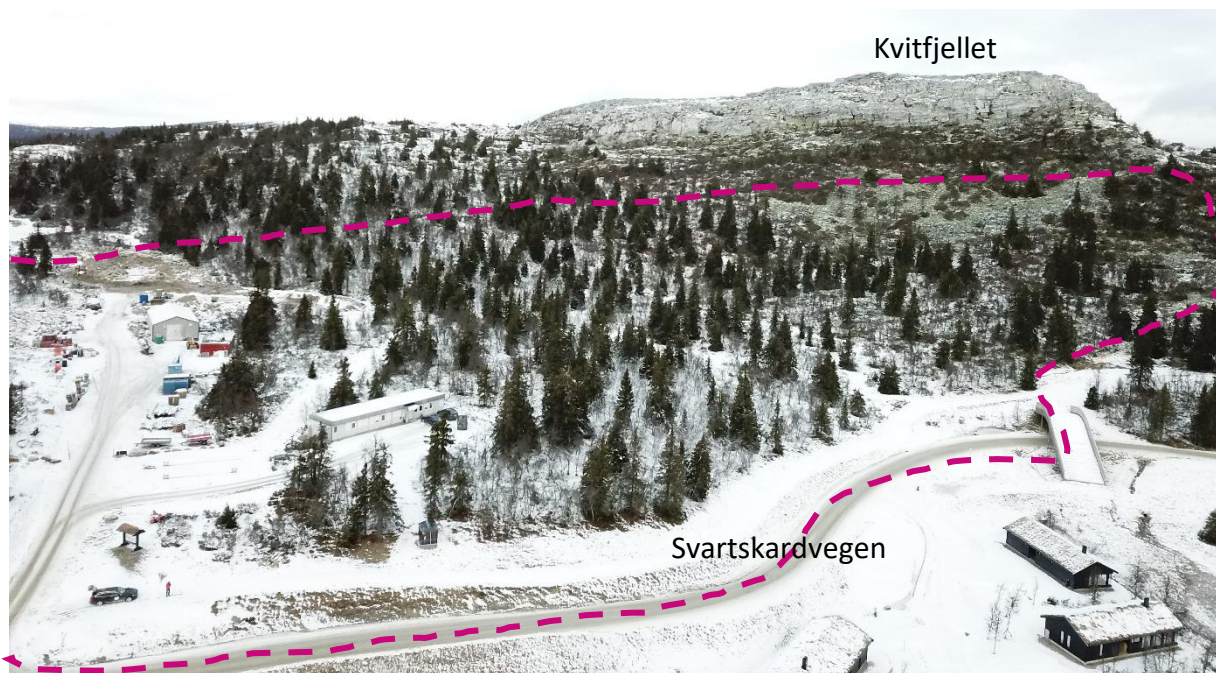
Planområdet ligger på sørsiden av Kvitfjellet (1044 moh.), og strekker seg fra ca. 950 – 1000 moh. Sørsiden av Kvitfjellet består av flere nær vertikale bergskrenter med 10-15 m høydeforskjell, og nedenforliggende steinur som stedvis er 27-37 ° bratt. Denne ura strekker seg inn i det nordøstlige hjørnet av planområdet.

Området hvor utbyggingen av hytter er planlagt ligger i et søkk midt i planområdet. Dette søkket er orientert i NV-SØ retning. Sør for planlagt bebyggelse er det en ryggformasjon med to fjellskrenter med en høydeforskjell på ca. 10 m, også disse er orientert i NV-SØ retning.

Mot sør er planområdet avgrenset av Svartskardvegen og eksisterende hyttebebyggelse. Nedenfor veien er det en skråning med helning brattere enn 25-30° som heller ned mot Bjørnli tjønnet (911 moh.).



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



Figur 3: Dronefoto av planområdet. Bebyggelsen er planlagt i anleggsområde til venstre i bildet.

3.2 Geologi

Berggrunnen i området er kartlagt i målestokk 1:50 000 (NGU, 2019a), og består av sandstein, delvis kvartsittisk, tilhørende Vangsåsformasjonen og Kvitbergfyllitt.

Løsmassegeologien i området er kartlagt av NGU i 1:50 000 (NGU, 2019b). Kartet viser at området er dekket av morene med liten mektighet (<0,5 m) og hyppige fjellblottninger. I tillegg er det kartlagt mindre områder med skredmateriale i underkant av fjellskrenter, samt torv og myr i forsenkninger i terrenget. Dette stemmer bra med våre observasjoner.

3.3 Vegetasjon

Planområdet består av åpen granskog og fjellbjørkeskog (Figur 3). Områder med steinur eller bart fjell er uten vegetasjon. Gjennomgang av flyfoto i perioden 1973-2017 viser at det er små endringer i vegetasjonen i fjellsiden. Området som helhet har gjennomgått en stor endring i form av hytteutbygging i lavereliggende områder.

3.4 Registrerte skredhendelser

I den nasjonale skredbasen er det ikke registrert skredhendelser i direkte tilknytning til planområdet eller fjellsiden rett ovenfor (NVE, 2019). Det er registrert skikjørerutløste snøskred og flere snøskredulykker i forbindelse med skikjøring og snøobservasjoner for snøskredvarslingen rundt i alpinanlegget. Noen av disse er oppgitt å ha omtrentlige referanser, og det kan dermed ikke utelukkes at de skulle vært plassert i planområdet.

3.5 Tidligere rapporter

Skred AS har utført en skredfarevurdering ved Gudbrandsgard, ca. 1,5 km NØ for planområdet (Skred AS, 2017). I denne vurderingen, som lå lenger ned i fjellsiden, ble det konkludert med at det var faresone på bakgrunn av jord- og flomskred.

3.6 Aktsomhetsområder

Planområdet ligger delvis innenfor NVEs aktsomhetssoner for snøskred og steinsprang (NVE, 2019).

3.7 Eksisterende skredsikringstiltak

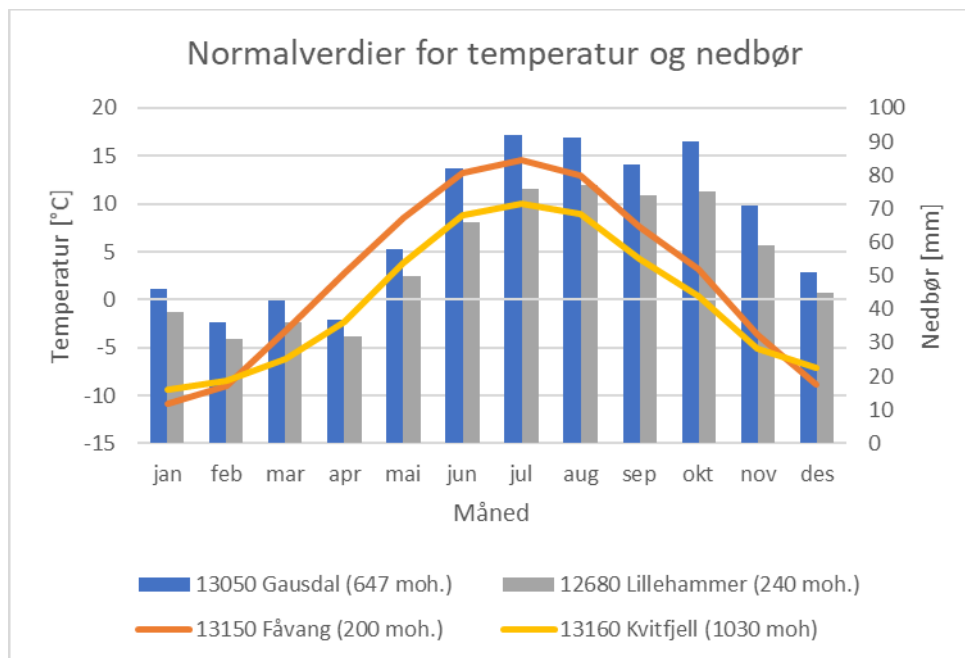
I nasjonal skreddatabase (NVE, 2019) er det ikke registrert sikringstiltak for skred i bratt terreng. Det ble heller ikke observert tiltak under befaringen.

3.8 Klimatiske trekk av betydning for skredfare

Det er utført en analyse av områdets klimatiske trekk med størst betydning for skredfarevurderingen. Snøskred anses som mest relevant i området. Det er derfor fokusert på 3-døgns nedbørintensiteter i perioden november til mars, men månedsnormaler er også analysert. Data er hentet fra webportalen eklime.no, og en oversikt over benyttede stasjoner finnes i Tabell 2.

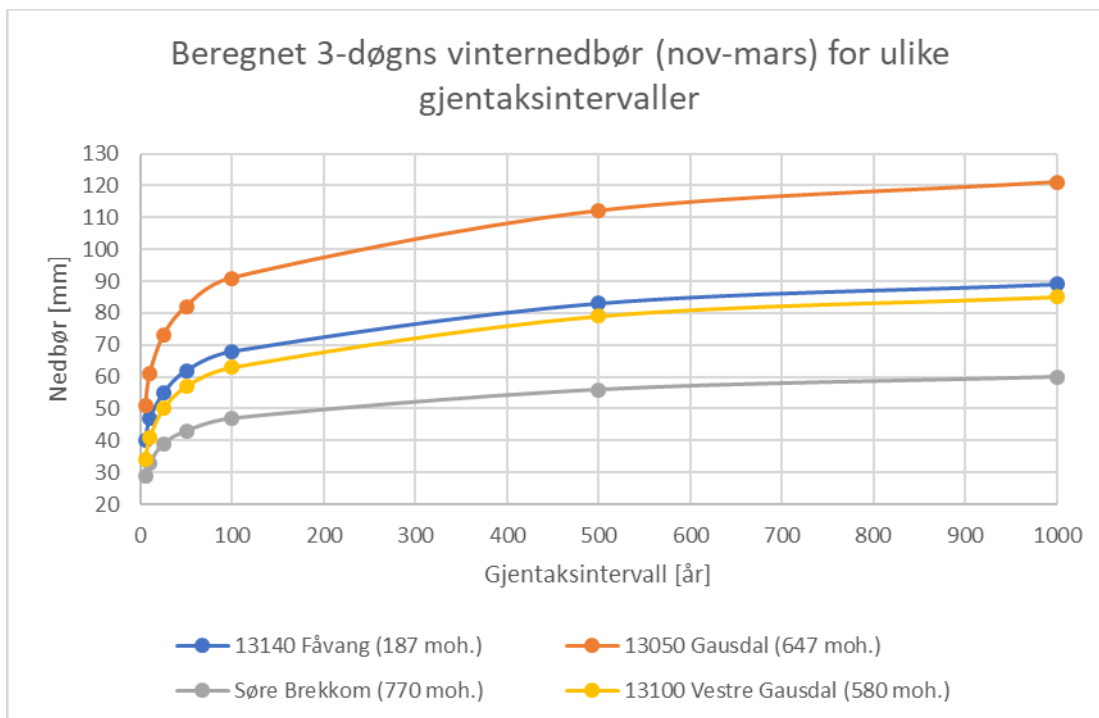
Tabell 2: Oversikt over benyttede værstasjoner i klimaanalysen.

StasjonsID	Stasjonsnavn	I drift fra	I drift til	Høyde [moh.]
13050	Gausdal - Skogli	1972	2011	647
13100	Vestre Gausdal	1895	2008	580
13140	Fåvang - Tromsnes	1996	-	200
13150	Fåvang	2009	-	187
13310	Søre Brekkom	1975	2018	770
13160	Kvitfjell	1992	-	1030



Figur 4: Månedsnormaler for nedbør (stolper) og temperatur (linje) i normalperioden 1960-90. Data fra www.eklima.no.

Det er viktigere å analysere ekstreme snøfall enn normale nedbørsverdier. Fokuset er spesielt på 3-døgns snøfall med store gjentaksintervaller, da dette kan benyttes som utgangspunkt for modellering av 1000 års snøskred. Nedbør som faller i fjellet mellom november og mars, antas å komme i form av snø. For disse vintermånedene og ved de 4 benyttede stasjonene er den beregnede 3-døgns nedbør med 1000 års gjentaksintervall mellom 60 og 121 cm (Figur 6).



Figur 5: Beregnet 3-døgns vinternedbør. Data fra www.eklima.no.

4 Vurdering av skredfare

4.1 Snøskred

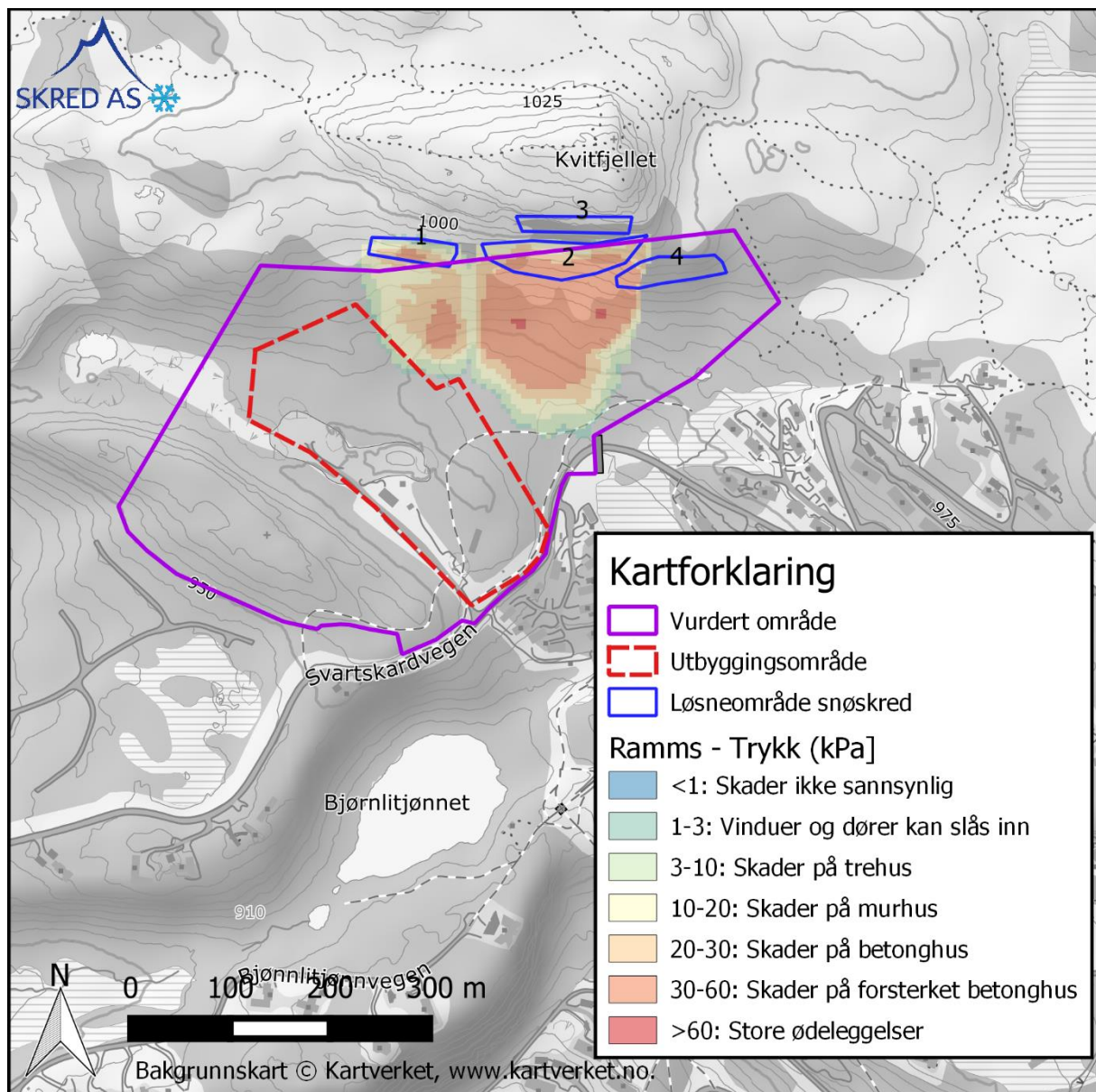
Basert på topografi og terrenghelning er det få utløsningsområder for snøskred opp mot Kvittfjellet fordi de geologiske forholdene gjør at fjellsiden består vekselvis av svært bratte og flate områder (Figur 6). I en situasjon med svært mye snø kan det likevel ikke utelukkes at det dannes områder hvor snøskred kan løsne i øvre deler av fjellsiden, men dette vurderes som lavere sannsynlighet enn 1/1000. I nedkant av fjellskrenten, i øvre deler av steinura, er det områder som har en terrenghelning mellom 27-45°, og dermed er mulige løснеområder for snøskred. I dette området vurderes den årlige sannsynligheten for utløsning av større snøskred som høyere enn 1/100, og er dermed aktuelle løśnieområder for snøskred med årlig sannsynlighet høyere enn 1/100 og 1/1000.

Tabell 3: Oversikt over estimert skogdekning og anvendt bruddhøyder for scenarioer for de ulike utløsningsområdene i fjellsiden.

Løснеområde	Skogdekning [%]	Bruddhøyde 100-års scenario [cm]	Bruddhøyde 1000-års scenario [cm]
1	<25%	80	150
2	<25%	80	150
3	<25%	80	150
4	50%	80	150

For å vurdere utbredelsen av snøskred med sjeldnere gjentakintervall har vi benyttet den dynamiske modellen RAMMS Avalanche (Christen, Kowalski, & Bartelt, 2010) til å simulere utløp av snøskred fra utvalgte løøgneområder. Klimaanalysen for 3-døgns vinternedbør med gjentakintervall på 1000 år er benyttet som en indikasjon på bruddkanthøyde (120 cm). Det er lagt på 30 cm for å kompensere for høydeforskjellen mellom de meteorologiske stasjonene og de aktuelle løøgneområdene, samt noe vinddrift. Dette gir en gjennomsnittlig bruddhøyde på 1,5 m for snøskred med årlig sannsynlighet på 1/1000 (Tabell 3).

Friksjonsverdier i RAMMS (μ og ξ), er satt basert på volum, som anbefalt i RAMMS, Høydenivåene (standard 1500 og 1000 moh.) er endret til 1000 og 500 moh. basert på skjønn, kalibrering mot kjente hendelser i forbindelse med andre prosjekter og sensitivitetsanalyser. Det er utført simuleringer med ulike friksjonsparametre basert på volum og høydenivåer, og S300 med høydenivåene 1000 og 500 er valgt som dimensjonerende for en 1/1000 hendelse. Terrengmodell med 5 m x 5 m (basert på 1 m x 1 m) oppløsning er benyttet. Det er ikke modellert med skog, da skogen i øvre deler er glissen, og skogen i nedre deler i stor grad ligger innenfor planområdet.



Figur 6: Modellert skredutløp fra utvalgte løsneområder med RAMMS.

Resultatene av modelleringen viser at det er relativt like utløp for de ulike modellene, uavhengig av volum av simulerte skred. Snøskred som løsner i fjellsiden vil kunne nå ned mot området hvor det i dag er en skiløype/anleggsvei, men i liten grad påvirke området hvor det er planlagt bebyggelse. For en 1/100 hendelse vurderer vi at løsneområdene ikke løsner i et sammenhengende område, men som flere mindre skred. Dette på bakgrunn av blant annet områder innad i løsneområde med mer vegetasjon. Faresonen for 1/100 er derfor mindre enn modellert utbredelse.

På bakgrunn av en helhetlig vurdering vurderer vi at den nordlige delen av planområdet ligger innenfor faresoner for snøskred med årlig sannsynlighet 1/100 og 1/1000.

4.2 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.

Det er ingen forsenkede partier eller raviner som leder ned mot planområdet, og det er heller ikke observert avsetningsformer fra sørpe- eller løsmasseskred under befaring og fra detaljert skyggekart. Dalsiden har begrenset nedbørfelt, og det vurderes at det ikke er naturlige løснеområder for sørpeskred i eller ovenfor planområdet.

Basert på ovenstående vurderinger, mener vi at den årlige sannsynligheten for at sørpeskred når inn i planområdet er lavere enn 1/1000.

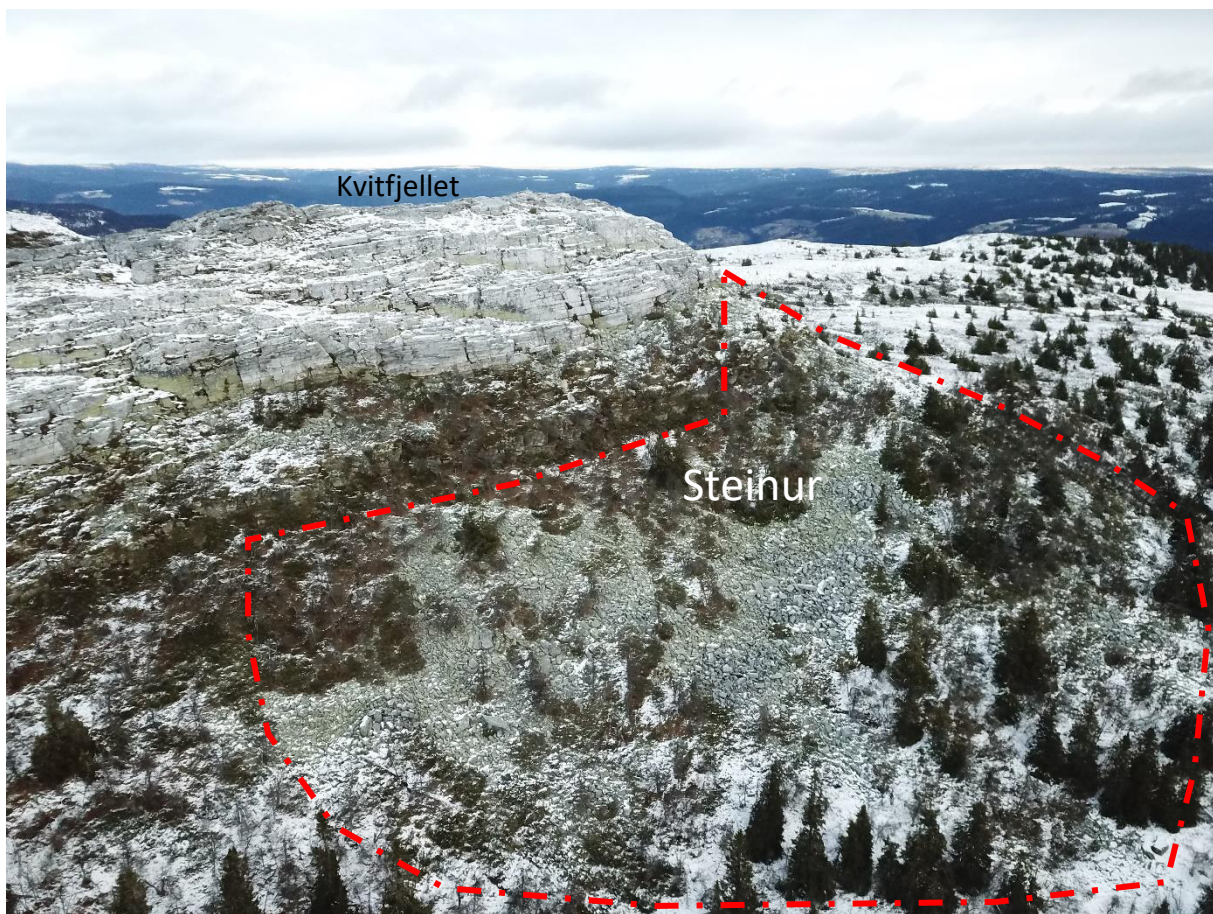
4.3 Løsmasseskred

I fjellsiden er det morene og skredmateriale i terreng brattere enn 20°, hvor løsmasseskred teoretisk kan forekomme. Under befaringen ble det observert at løsmassedekke virket tynt og at løsmassene i stor grad var grove masser i form av uravsetninger fra steinsprang og antatt forvitring i det nordøstlige hjørnet opp mot Kvitfjellet. Overvannsvurderingen (Kapittel 5) viser at det er begrenset med vanntilførsel og avrenning i planområdet, og skyggekartet viser ingen tegn til tidligere løsmasseutglidninger eller skredavsetninger som følge av dette.

Mangel på definerte bekkeløp og raviner, begrenset løsmassemeknighet med lite finkornede masser, begrenset nedbørfelt, samt få sammenhengende områder brattere 20° der det er løsmasser gjør at sannsynligheten for løsmasseskred vurderes som lav og mindre enn 1/1000. På bakgrunn av en helhetlig vurdering vurderes den årlige sannsynligheten for løsmasseskred inn i planområdet som mindre enn 1/1000.

4.4 Skred i fast fjell

Utfall av steinblokker krever skrenter med blottet fjell og helning over 40 - 45°. I nordre del av planområdet er Kvitfjellet (1044 moh.), som har en terrenghelning på 55-90°. Skrentene har en høydeforskjell på 10-15 m, har definerte sprekkesett og avløste blokker (Figur 7 og Figur 8). Lagdelingen er horisontal, noe som er gunstig for stabiliteten. I underkant av fjellsiden og inn i planområdet er det en steinur, men det er vanskelig å skille hva som er skredavsetninger fra steinsprang fra Kvitfjellet og hva som er forvitningsmateriale.

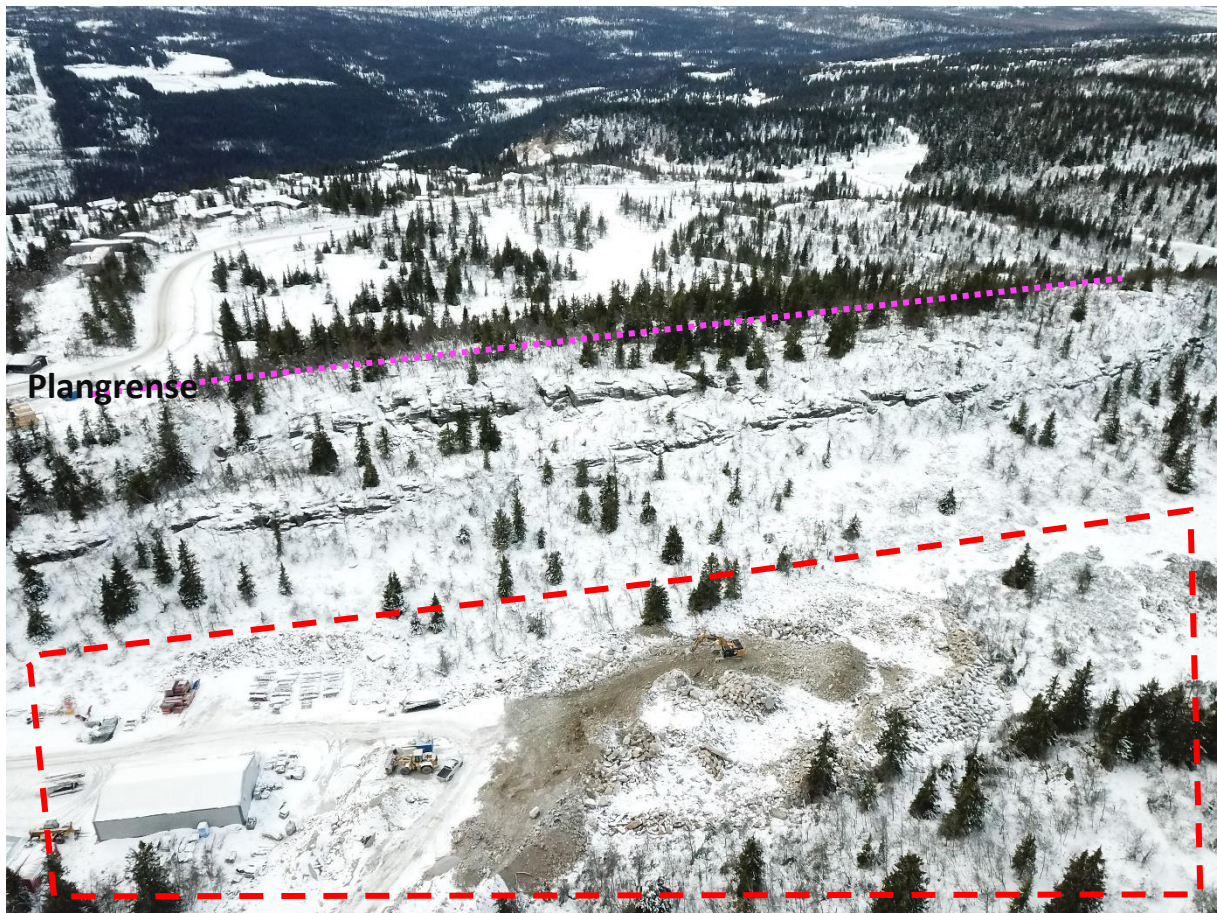


Figur 7: Dronebilde over Kvitfjellet og nedenforliggende steinur som er omtrentlig avgrenset med rød polygon.



Figur 8: Detaljbilde over kildeområder for steinsprang. Fjellsiden har et definert sprekkemønster med horisontal lagdeling.

Også i den sydvestre delen av planområdet er det fjellskrenter inne i planområdet som kan være kildeområder for steinsprang (Figur 9). I dette området er det færre avløste blokker, liten høydeforskjell og terreng slakere enn 20° i nedkant av skrenten (Figur 10). Dette gjør at det er lav sannsynlighet for utfall, og eventuelle utfall vil ha kort rekkevidde.



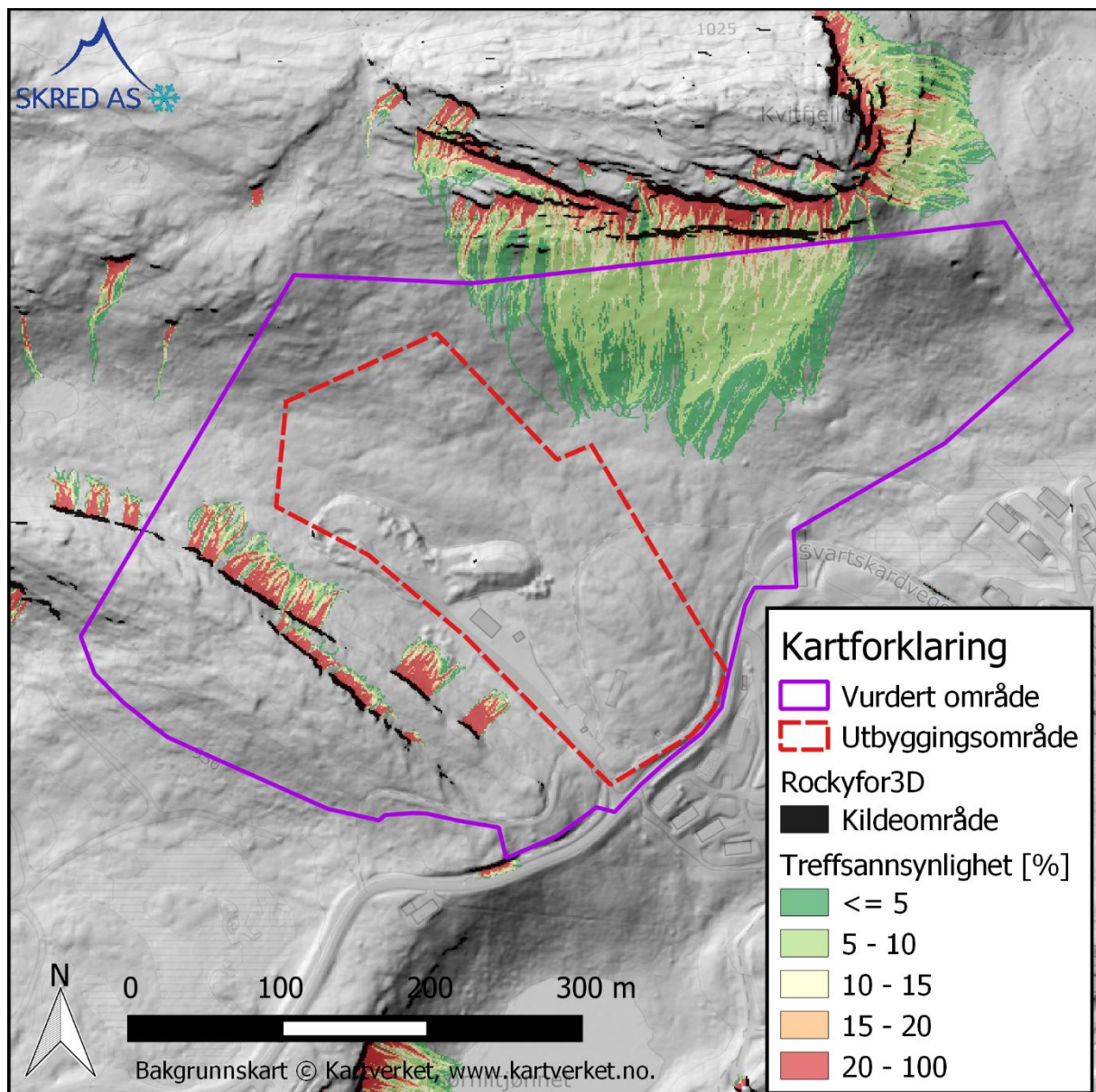
Figur 9: Dronefoto over den vestre delen av planområdet som viser langsgående fjellskrenter. Planlagt utbyggingsområde er bl.a. det som er anleggsområde i nedre del av bildet (stiplet rødt).



Figur 10: Foto av fjellskrent i vestre del av planområdet.

For å beregne mulig utbredelse og strømningsmønster for steinsprang fra kildeområdene er programvaren Rockyfor3D (Dorren, 2015) tatt i bruk. Det ble benyttet en terrengmodell med horisontal oppløsning på 1 m x 1 m. Kildeområdene er definert automatisk som alle områder brattere enn 45°. Friksjonsparemeterne er definert automatisk på grunnlag av terrenghelningen i utløpet.

Modellen ble kjørt med rektangulære blokker på 0,5, 1 og 4 m³ basert på observasjoner fra befaringen. Modelleringen med blokker på 1 m³ viste omtrentlig samme utbredelse som de observerte avsetningene. Modellering med blokker større enn dette ga urealistisk lange utløp i forhold til observerte blokker. Dette kan forklares med at de automatiske friksjonsparametrene erfaringsmessig ofte er lave, spesielt i området med grov ur og steinsprangavsetninger. Dette er tilfelle for den vurderte fjellsiden. Modellen kan da gi steinsprang med lengre rekkevidde enn det avsetningene indikerer.

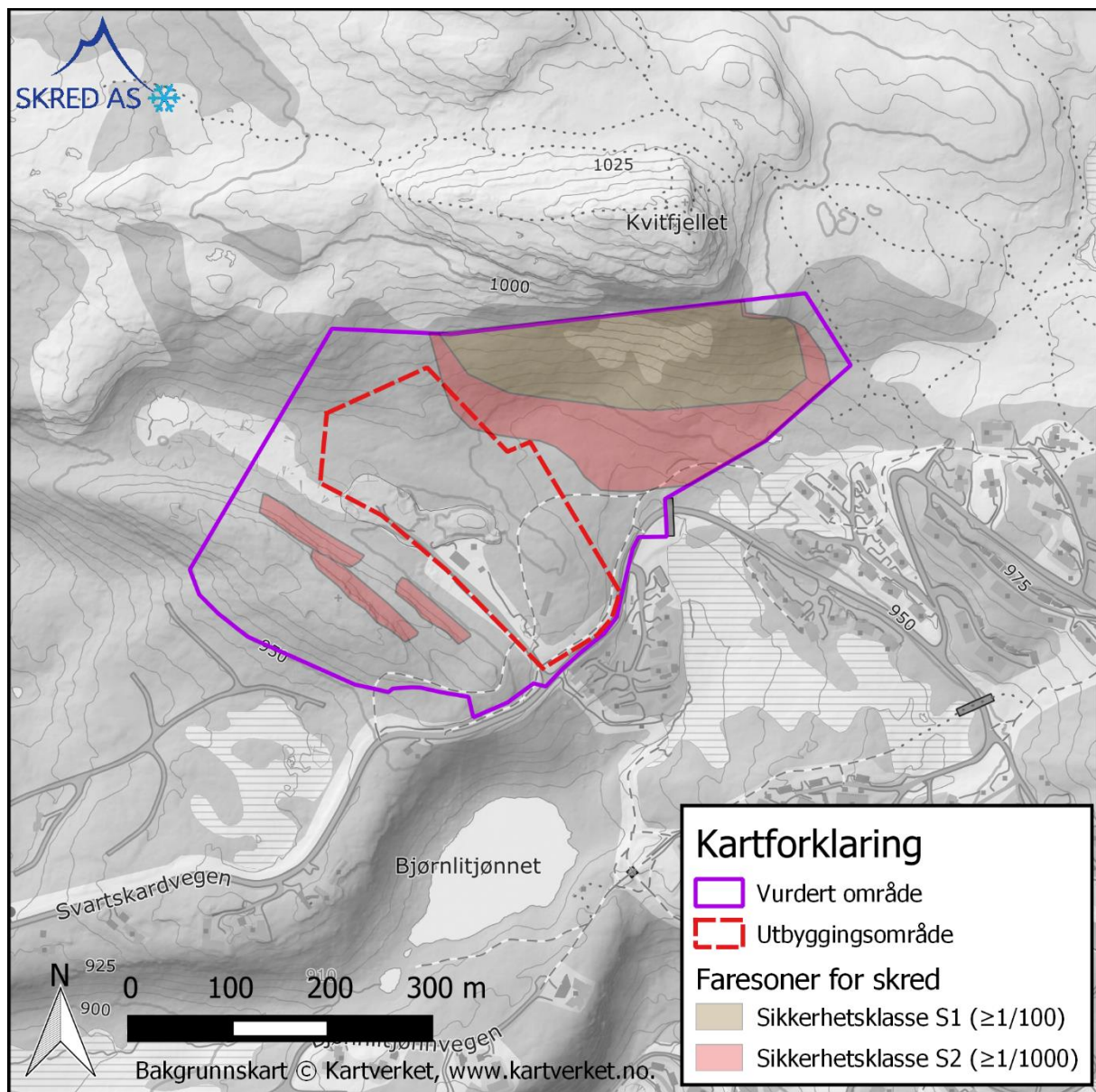


Figur 11: Modellert utbredelse av steinsprang med 1 m³ blokker.

Sannsynligheten for steinsprang vurderes som høyere enn 1/1000 i steinura nedenfor Kvitfjellet. Dette på bakgrunn av den oppsprukne skrenten hvor det er aktive kildeområder, observert steinsprangaktivitet og avsetninger. I forbindelse med skrentene vest i planområdet vurderes sannsynligheten for utfall her som marginalt høyere enn 1/1000, men lavere enn 1/100. Eventuelle utfall vurderes å ha begrenset rekkevidde.

4.5 Faresoner for skred

Det er faresoner for sikkerhetsklasse S1 ($\geq 1/100$) og S2 ($\geq 1/1000$) i planområdet. Dimensjonerende skredtyper er steinsprang og snøskred.



Figur 12: Kart med faresoner i planområdet.

4.6 Muligheter for å redusere faresonene

Det anbefales i utgangspunktet å plassere bebyggelsen utenfor faresonene for skred. Dersom områder innenfor faresonen for skred ønskes å bebygges må det iverksettes fysiske sikringstiltak. I dette tilfelle vurderes en fangvoll mot steinsprang og snøskred som det mest aktuelle sikringstiltaket i underkant av Kvitfjellet, alternativt snøskredgjerd eller -nett i løснеområde for snøskred. For de mindre bergskrentene vest i planområdet vurderes rensk og eventuell bergsikring som tilstrekkelig. Skred AS kan om ønskelig bistå med en videre utredning og prosjektering av sikringstiltak.

5 Overvannshåndtering

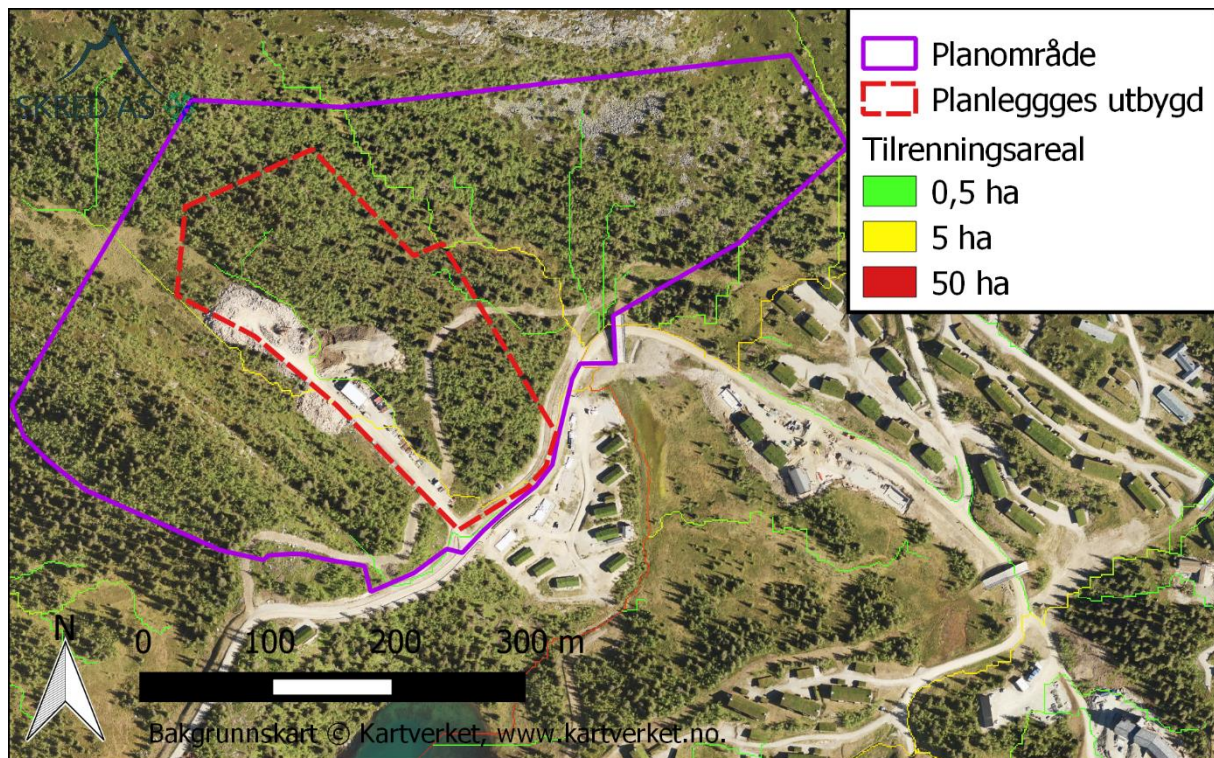
5.1 Dagens situasjon

5.1.1 Planområdet

Området som planlegges utbygd utgjør ca. 4 ha og er en mindre del av det totale planområdet. Området ligger i tilknytning til et søkk og et høydedrag som strekker seg i NV-SØ retning omtrent midt i planområdet. Det er i dag dominert av skog, samt et lagerområde og et mindre massedeponi.

De lokale nedbørfeltene som drenerer gjennom planområdet, har begrenset størrelse. Det er utført en flomveisanalyse på en etablert terrengmodell med horisontal oppløsning på 1 x 1 meter som viser at en flomvei med tilrenningsareal på ca. 5 ha berører søndre del av planlagt hytteområde.

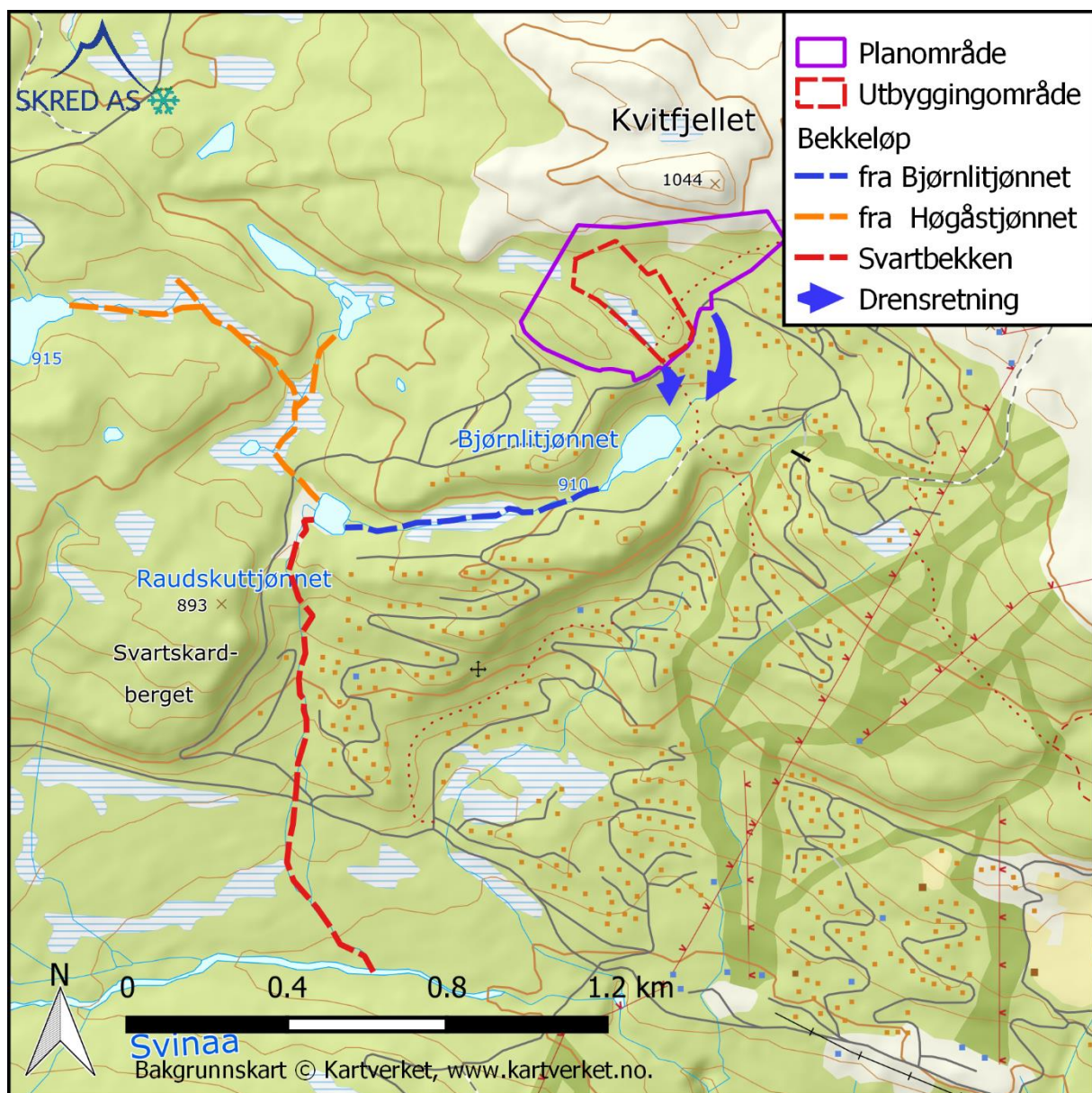
Figur 13 viser identifiserte drensveier/flomveier i tilknytning til planområdet, planlagt område for utbygging, samt ortofoto som illustrerer terrengtype.



Figur 13: Identifiserte drensveier/flomveier i tilknytning til planområdet og planlagt område for utbygging, samt ortofoto som illustrerer terrengtype.

5.1.2 Nedstrøms områder

Planområdet drenerer i dag sørøstover der overflatevann krysser Svartskardvegen på nord- og sørsiden av nedstrøms hytteområde. Videre vil vannet drenere i naturlig terreng til Bjørnlitjønnnet. Bjørnlitjønnnet forventes å opptre som en fordrøyningsmagasin, og gi naturlig dempning av tilløpsvannføringen. Videre renner bekken i et godt definert myrdrag til Raudskuttjønnnet, som forventes å ha samme effekt som Bjørnlitjønnnet. Ved innløpet til Raudskuttjønnnet utgjør det planlagte utbyggingsområdet ca. 5 % av feltarealet (4 / 70 ha). Til Raudskuttjønnnet kommer det også på et annet sidevassdrag. Fra utløpet her har bekken navnet Svartbekken, der utbyggingsområdet utgjør ca. 2 % av feltarealet (4 / 220 ha). Svartbekken har utløp i Svinåa der utbyggingsområdet utgjør ca. 0,06 % av feltarealet (4 / 6240 ha). Nedstrøms situasjon er illustrert i Figur 14.



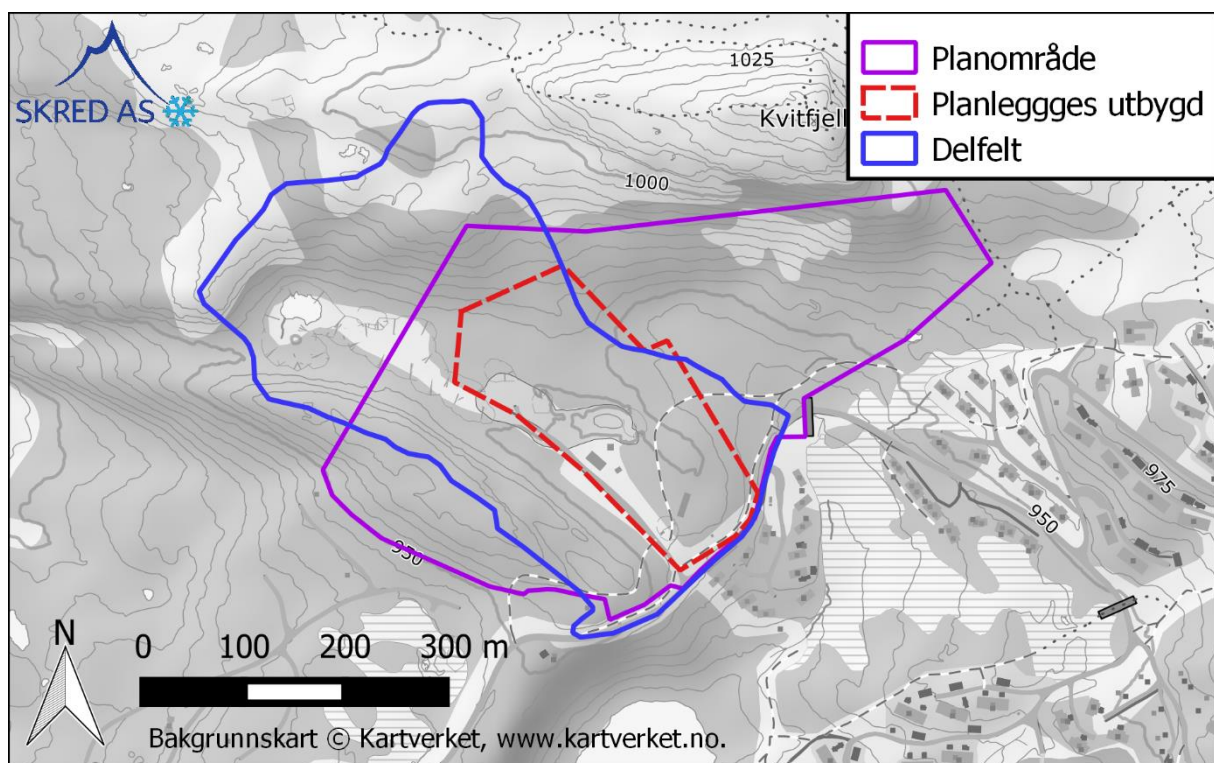
Figur 14: Forhold nedstrøms planområdet.

5.2 Planområdets effekt på vannføring ut av feltet

Som en konsekvens av opparbeidelse av tette flater og endring av vannveier kan spissavrenningen ut av planområdet øke etter utbygging dersom overvann ikke håndteres tilstrekkelig. For å få et grovt estimat på denne effekten er det utført en beregning for en tenkt 200-års situasjon før og etter utbyggingen. Da vi foreløpig ikke er kjent med detaljer rundt planene er noen antagelser lagt til grunn. Følgende antas:

- En total utnyttelsesgrad for hele det utbygde feltet på 30 %.
- Det benyttes åpen overvannshåndtering der konsentrasjonstiden til delfeltet ikke påvirkes.
- Avrenningskoeffisient på 0,3 for naturlig felt og 0,9 for tette flater.

Beregningene er gjort med den rasjonale formelen, og det er sett på delfeltet som utbyggingsområdet er en del av (Figur 15). IVF-kurve for Hamer 2 er benyttet, da vi er kjent med Lillehammer-kurven som er den nærmeste gir for lave verdier. Beregningene og resultater er presentert i Tabell 4.



Figur 15: Feltgrenser til delfelt som påvirker planlagt utbyggingsområde.

Tabell 4: Estimert av endret spissavrenning fra planområdet etter utbygging.

Område	Areal naturlig [ha]	Areal tette flater [ha]	Kons. Tid [min]	I200 [l/s*ha]	C-verdi	Q200 [l/s]
Planområde før utbygging	14	0	40	106,4	0,30	447
Planområde etter utbygging	12,8	1,2	40	106,4	0,35	523
Endring	-1,2	1,2	0	0	0,05	77

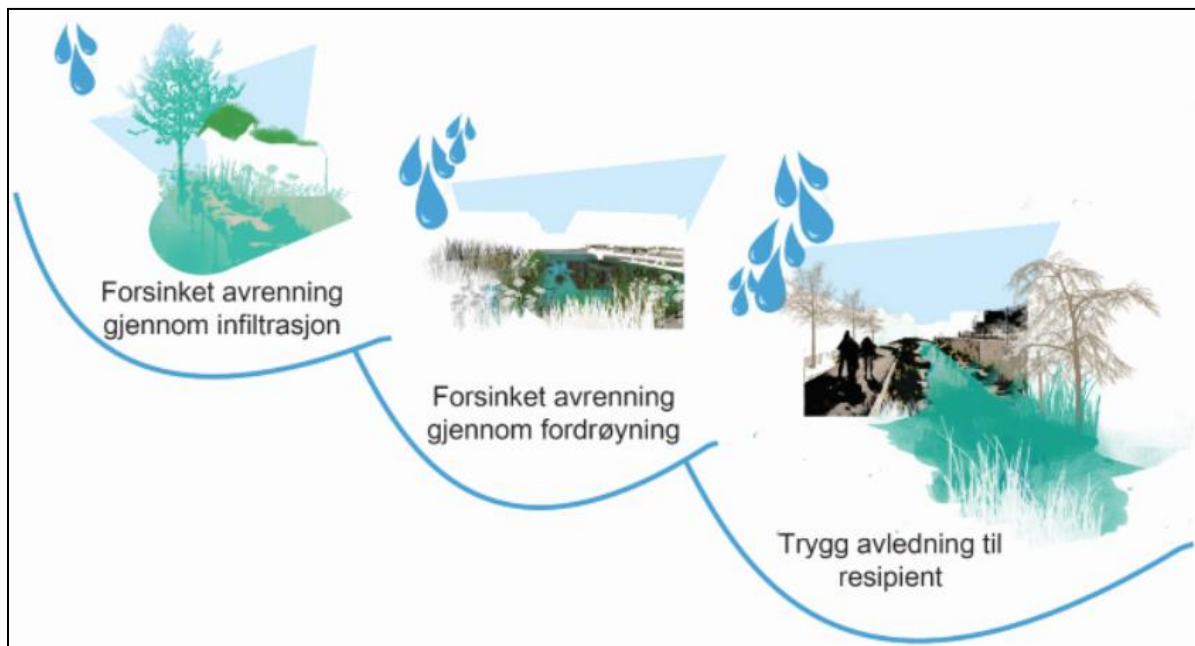
Beregningene viser en økning av vannføring ut av planområdet som en konsekvens av utbyggingen på ca. 75 l/s for en 200-års nedbørhendelse. Økningen vil være mindre for lavere returperioder. Økningen kan eventuelt forebygges gjennom fordrøyende tiltak internt i planområdet.

Nedstrøms Bjørnli tjønnet og Raudskuttjønnet vurderes endringen å være neglisjerbar grunnet tjernenes flomdempende effekt. Det vurderes derfor at utbyggingen ikke vil påvirke vannføringen i hverken Svartbekken eller Svinåa, selv uten fordrøyende tiltak i planområdet.

5.3 Mål og strategi

5.3.1 Generelt

Det er et mål at nedstrøms områder ikke skal få økt ulempe som en konsekvens av utbyggingen, samt at overvann håndteres tilstrekkelig internt i planområdet. For å oppnå dette kan det utarbeides løsninger for håndtering av overvann gjennom lokal overvannsdisponering (LOD-tiltak). Det foreslås å tilstrebe bruk av åpne overvannsløsninger fremfor lukkede systemer der treleddsstrategien (illustrert i figur 16) legges til grunn. Funksjonskravene til overvannsystemet er dermed knyttet opp til de tre trinnene i strategien som er beskrevet i videre avsnitt. For en utdypende forklaring henvises det til Norsk Vann (2008)



Figur 16: Illustrasjon av treleddsstrategien (miljokommune.no).

5.3.2 Trinn 1 – Kildekontroll og mindre nedbørhendelser

Mindre nedbørhendelser skal håndteres åpent og gis mulighet for infiltrasjon i grunnen nær kilden. Takvann bør ledes direkte ut i terreng til åpne kanaler og infiltrasjonsområder. Det er ofte hensiktsmessig å utnytte vegetasjon og grøntområder til formålet, samt permeable dekker fremfor harde flater.

5.3.3 Trinn 2 – Forsinkelse og fordrøyning

Trinn 2 skal håndtere de vannmengdene trinn 1 ikke klarer å ta unna for opp til en terskelverdi (en dimensjonerende nedbørhendelse). Fra hyttetomtene foreslås det å etablere vegeterte grøfter som samler opp overvannet og leder det mot flomveiene ut av området

5.3.4 Trinn 3 – Flomveier

Flomveier skal holdes åpne og lede overskytende mengder som ikke håndteres i trinn 2. Der flomvei eventuelt må være lukket under lokale veger må det sikres et lavbrekk på veibanen. Det skal sikres trygge flomveier helt ned til resipient.

5.4 Plan for overvannshåndtering

Det gis her en overordnet beskrivelse av foreslått overvannshåndtering for planområdet som er i tråd med foreliggende lover og retningslinjer.

I reguleringsplanen må det settes av tilstrekkelige og hensiktsmessige arealer til overvannshåndtering gjennom åpne løsninger. Takvann skal ledes direkte ut i terreng og føres åpent videre mot flomveier. Det samme gjelder vann fra andre tette flater som parkeringsarealer ol.

Det må sikres flomveier gjennom og ut fra planområdet som leder overflatevann til Bjørnli tjønnet uten at annen bebyggelse eller infrastruktur får skader. Dette stiller spesielt krav ved kryssinger av Svartskardvegen. Vi anbefaler at en 200-års hendelse legges til grunn ved dimensjonering av flomveien i henhold til krav til sikkerhet mot flom for bebyggelse med personopphold gitt av TEK17 §7-2. Inkludert et klimapåslag på 50 % tilsvarer det en vannmengde på 750 l/s jamfør beregningene i Tabell 4.

Åpne grøfter og flomveier må inngå i detaljprosjekteringen av området.

6 Konklusjon

Skred AS har utført en skredfarekartlegging for planområdet ved Bjønnli i Ringeby kommune. Alle skredtyper i bratt terreng er vurdert, noe som inkluderer snøskred, sørpeskred, løsmasseskred og skred i fast fjell.

Det er faresoner for sikkerhetsklasse S1 ($\geq 1/100$) og S2 ($\geq 1/1000$) i planområdet. Dimensjonerende skredtyper er steinsprang og snøskred. Faresonene berører i liten grad områdene som er planlagt utbygd.

Det anbefales i utgangspunktet å plassere bebyggelsen utenfor faresonene for skred. Dersom områder innenfor faresonen for skred ønskes å bebygges må det iverksettes fysiske sikringstiltak. I dette tilfelle vurderes en fangvoll mot steinsprang og snøskred som det mest aktuelle sikringstiltaket i underkant av Kvitfjellet, alternativt snøskredgjerder eller -nett i løснеområdene for snøskred. For de mindre bergskrentene vest i planområdet vurderes rensk og eventuell bergsikring som tilstrekkelig.

Det må sikres flomveier gjennom og ut fra planområdet som leder overflatevann til Bjørnli tjønnet uten at annen bebyggelse eller infrastruktur får skader. Dette stiller spesielt krav ved kryssinger av Svartskardvegen. Vi anbefaler at en 200-års hendelse legges til grunn ved dimensjonering av flomveien i henhold til krav til sikkerhet mot flom for bebyggelse med personopphold gitt av TEK17 §7-2. Inkludert et klimapåslag på 50 % tilsvarer det en vannmengde på 750 l/s jamfør beregningene i Tabell 4.

Åpne grøfter og flomveier må inngå i detaljprosjekteringen av området.

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.
- DiBK. (2017). *Byggteknisk forskrift med veiledning (TEK17)*. Hentet fra <https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/>
- Dorren, L. K. (2015). Rockyfor3D (v5.2) revealed – Transparent description of the complete 3D rockfall model. *EcorisQ paper (www.ecorisq.org)*.
- Klima- og miljødepartementet. (2015). *Overvann i byer og tettsteder. Som problem og ressurs*. NOU 2015:16.
- NGU. (2019a). *Nasjonal beggrunnsdatabase*. Hentet fra <http://geo.ngu.no/kart/berggrunn/>
- NGU. (2019b). *Nasjonal løsmassedatabase*. Hentet fra <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>
- Norsk Vann. (2008). *Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering*. Rapport 162-2008.
- NVE. (2014). *Sikkerhet mot skred i bratt terreng. Kartlegging av skredfare i arealplanlegging og byggesak*. NVE Veileder 8-2014.
- NVE. (2019). *NVE Atlas*. Hentet fra <https://atlas.nve.no/>
- Skred AS. (2017). *Skredfarevurdering*. Skred AS rapport 17220-01-1.
- Terratec AS. (2017). *Laserskanning for nasjonal detaljert høydemodell. NDH Ringebu-Fron-Gausdal 5pkt 2017*.