

Oppdragsgiver	Navn Ola Strand	Kontaktperson Ola Strand
Oppdrag	Nummer og navn 21299 Vang, Tyin - Skredfarevurdering for reguleringsplan Reikesteinsøddin	Oppdragsleder Kalle Kronholm
Dokument	Nummer 21299-01-1 Utført av Kalle Kronholm	Dato 2022-05-06 Kontrollert av Hans Georg Grue

Versjon	Dato	Utført	Kontroll	Beskrivelse
1	2022-05-06	KK	HGG	Original

Skredfarevurdering av planområde

Sammendrag

Oppdragsgiver jobber sammen med kommunen om en reguleringsplan for Reikesteinsøddin på vestsiden av Tyin i Vang kommune. En liten del av planområdet ligger innenfor aktsomhetssonene for snøskred, og det er tidligere tegnet faresoner for planområdet. Nå ønsker utbygger og kommunen at skredfareutredningen oppdateres slik at den følger dagens standard. Skred AS er engasjert til dette arbeidet.

Innenfor planområdet eksisterer det i dag enkelte fritidsboliger, og det planlegges ytterligere fortetting av samme type fritidsboliger. Planlagte fritidsboliger skal tilfredsstille krav til sikkerhet mot skred for sikkerhetsklasse S2, der årlig sannsynlighet for skred ikke skal overskride 1/1000. Eventuelle uthus og garasjer skal tilfredsstille kravene i sikkerhetsklasse S1, der årlig sannsynlighet for skred ikke kan overskride 1/100. Kravene for sikkerhetsklasse S1 gjelder også for anneks, så lenge det ikke legges til rette for permanent opphold, for eksempel soveplasser. Basert på opplysningene vi har, mener vi det er grunnlag for å legge kravet til uteareal i sikkerhetsklasse S1.

Det er faresoner for skred med årlig sannsynlighet $\geq 1/1000$ (S2) i det vurderte området, men ikke faresoner for skred med årlig sannsynlighet $\geq 1/100$ (S1). Dominerende skredtype er snøskred sør og midt i planområdet, mens det er en kombinasjon av flomskred og kanaliserte jordskred nord i planområdet.

To eksisterende fritidsboliger ligger i faresonen for skred med årlig sannsynlighet $\geq 1/1000$ (2/199 og 2/127). En tredje fritidsbolig har faresonen helt inntil veggen (2/198). To av de

planlagte tomtene er marginalt berørt av faresoner, men det er fortsatt god plass til bygging utenfor faresonene på disse tomtene.

De nye faresonene avviker bare minimalt fra faresonene utarbeidet for omtrent samme område i 1990. Avviket skyldes trolig i stor grad tilgang på bedre kotegrunnlag og nyere metodikk for beregning av utbredelse av snøskred

Innhold

1	Innledning	5
1.1	Bakgrunn	5
1.2	Mål	6
1.3	Befaring	6
1.4	Forbehold	7
2	Krav til sikkerhet mot skred	8
2.1	Lovverket	8
2.2	Aktuelle krav	9
2.3	Vurderte skredtyper	9
2.3.1	Snøskred og sørpeskred	9
2.3.2	Skred i fast fjell	10
2.3.3	Jordskred og flomskred	10
2.3.4	Skredfare og klimaendringer	10
3	Beskrivelse av området	11
3.1	Topografi	11
3.2	Geologi	13
3.3	Vegetasjon	13
3.4	Registrerte skredhendelser	13
3.5	Klima	14
3.6	Tidligere rapporter	16
3.7	Aktsomhetsområder	18
3.8	Eksisterende skredsikringstiltak	18
4	Vurdering av skredfare	19
4.1	Snøskred	19
4.1.1	Små løснеområder i planområdet	19
4.1.2	Løснеområder ovenfor den sørlige og mellomste del av planområdet	20
4.1.3	Løснеområder ovenfor den nordlige del av planområdet	23
4.2	Sørpeskred	25
4.3	Løsmasseskred	25
4.4	Skred i fast fjell	27
4.5	Faresoner for skred	27
4.6	Avvik fra tidligere faresoner	27
5	Konklusjon	29
6	Referanseliste	30

Figurer

Figur 1: Kartgrunnlag for detaljreguleringsplanen for Reikesteinsøddin oversendt fra oppdragsgiver.	5
---	---

Figur 2: Kart over planområdet (kartleggingsområde) med faresonekart som ligger i plankartet.	6
Figur 3: Planområdet sett mot vest vinterstid. Bilde oversendt av oppdragsgiver. Omtrentlig avgrensning av planområdet er vist med lilla stiplet linje.	11
Figur 4: Planområdet sett mot vest sommerstid. Bilde oversendt av oppdragsgiver. Omtrentlig avgrensning av planområdet er vist med lilla stiplet linje.	11
Figur 5: Kart med beregnet terrenghelning i og ovenfor planområdet samt aktsomhetssoner for snøskred (rød skravor) og steinsprang (svart skravor).	12
Figur 6: Registreringskart med registreringer av interesse for skredfarevurderingen.	13
Figur 7: A) Årlige maksimalverdier for griddet snødybde. B) Snødybde per dag gjennom året: Blå=maksimum, grønn=middel, gul=minimum.	15
Figur 8: A) Nysnødybde over tre døgn per dag gjennom året: Blå=maksimum, grønn=middel, gul=minimum. B) Ekstremveridianalyse av nysnødybde over tre døgn.	15
Figur 9: Vindrose for A) Tynosen (data fra 2015-2022), B) Filefjell - Kyrkjestølane (2010-2022) og C) Juvvasshøe (2009-2022).	16
Figur 10: Faresoner for skred, gjengitt fra NGI (1990), Figur 13.	17
Figur 11: Dronefoto av den sørlige del av planområdet sett mot nordvest. De største skrentene er markert med røde piler. Dette er også områdene det bygger seg opp store snømengder de fleste vintersesonger.	20
Figur 12: Oversiktsbilde med terrenget ovenfor den sørlige del av planområdet. Løsneområdene L1 og L2 er indikert.	20
Figur 13: Oversiktsbilde med terrenget ovenfor den mellomste del av planområdet. Løsneområdene L3 og L4 er indikert.	21
Figur 14: Eksempel på beregninger av hastighet på dimensjonerende skred i den mellomste og sørlige del av planområdet.	22
Figur 15: Foto mot sørvest av fjellsiden ovenfor den nordlige del av planområdet. Mindre parti bratte nok til at det teoretisk kan løsne snøskred er indikert.	23
Figur 16: Eksempel på beregninger av hastighet på dimensjonerende skred i den nordlige del av planområdet.	24
Figur 17: Flyfoto over den vestlige del av planområdet.	26
Figur 18: Kart med faresoner for planområdet. Merk de to små faresonene der steinsprang er dominerende.	28

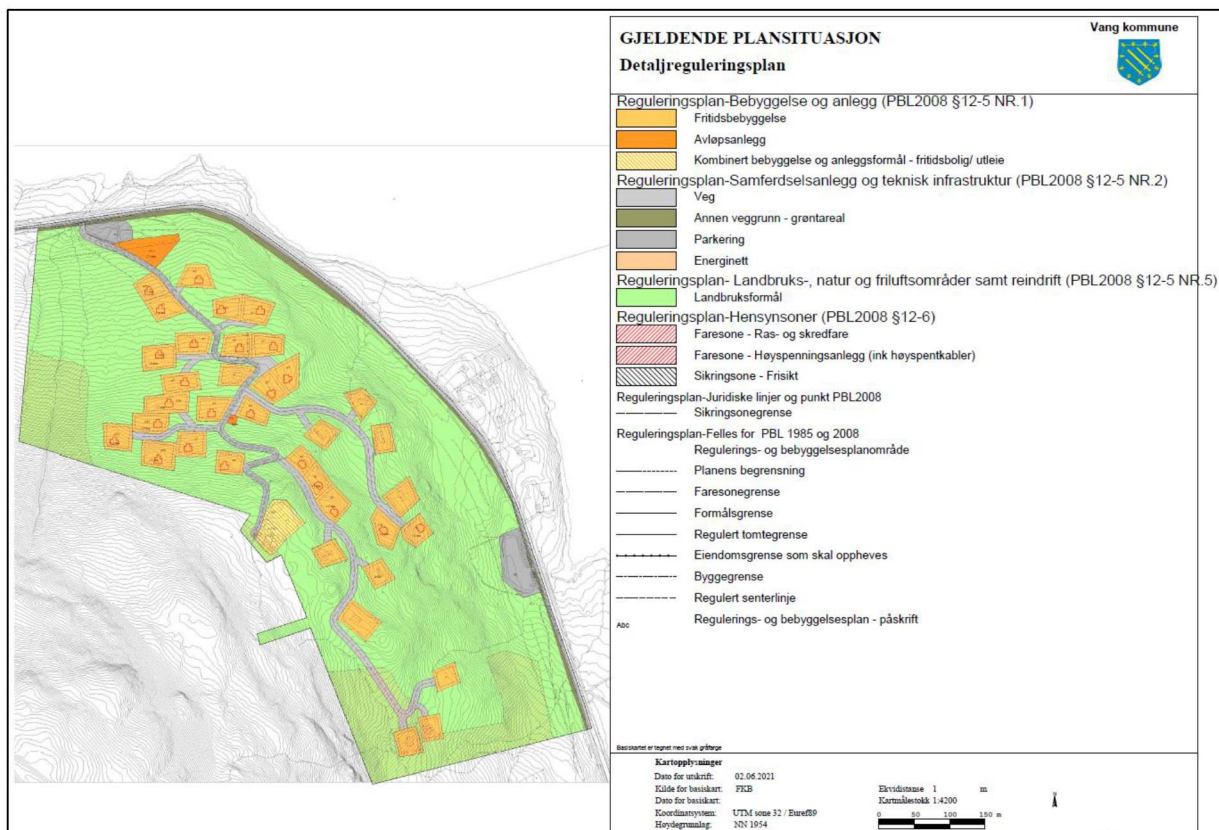
Tabeller

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde. Fra veileder til byggeteknisk forskrift, TEK17 (DiBK, 2022).	8
---	---

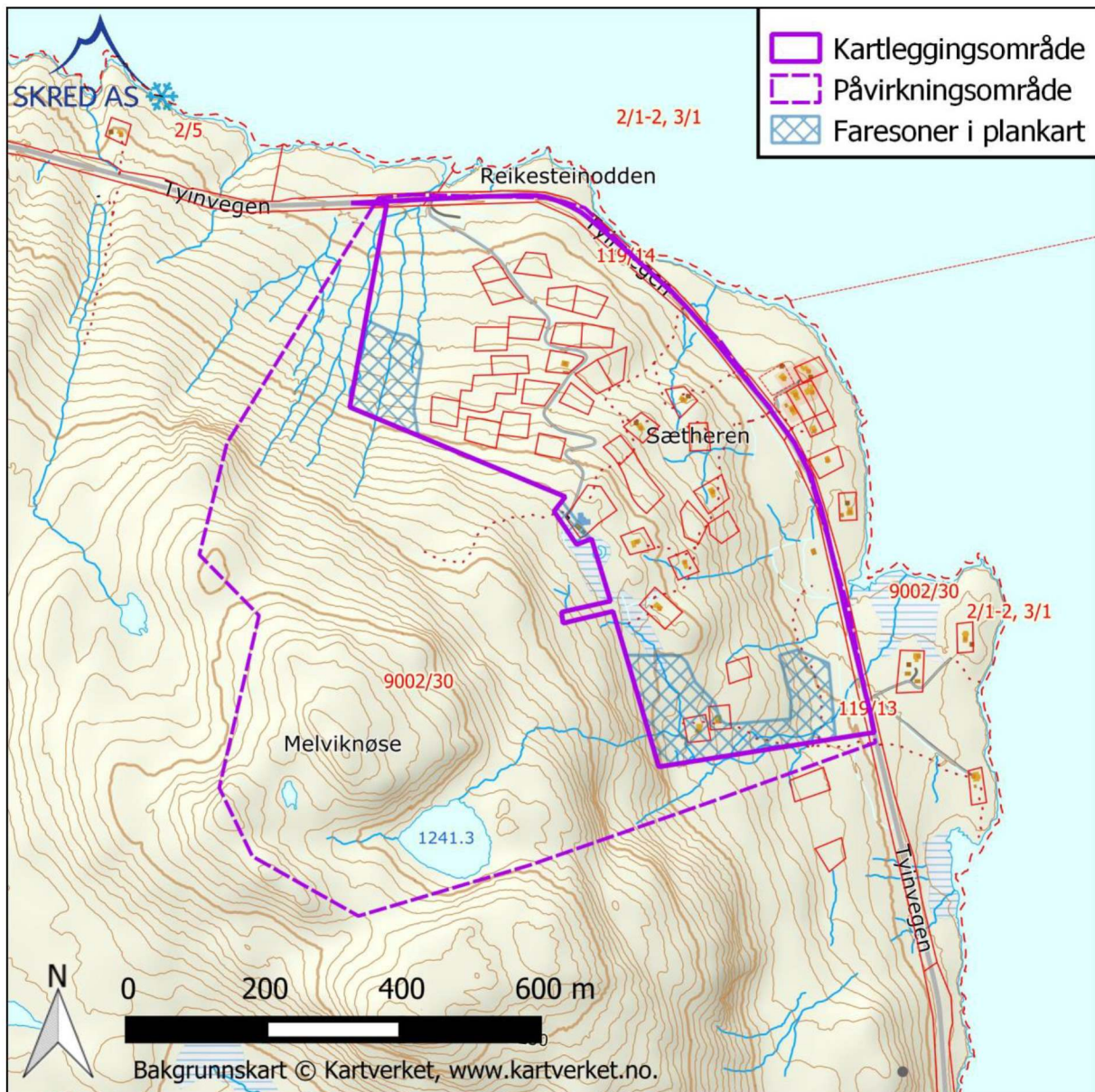
1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Grunneier i området jobber sammen med Vang kommune med en detaljreguleringsplan for Reikesteinsøddin, på vestsiden av Tyin (Figur 1). En liten del av planområdet ligger innenfor aktsomhetssonene for snøskred (Figur 2), og det er tidligere tegnet faresoner for planområdet. Nå ønsker utbygger og kommunen at skredfareutredningen oppdateres slik at den følger dagens standard. Skred AS er engasjert til dette arbeid.



Figur 1: Kartgrunnlag for detaljreguleringsplanen for Reikesteinsøddin oversendt fra oppdragsgiver.



Figur 2: Kart over planområdet (kartleggingsområde) med faresonekart som ligger i plankartet.

1.2 Mål

Skred AS er bedt om å utføre en skredfarevurdering for planområdet vist i Figur 1 og Figur 2. Dagens krav til sikkerhet mot skred, definert i TEK17 med veileder, skal legges til grunn for vurderingene. Vurderingene skal gjøres i henhold til NVE sin «veileder for utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng (NVE, 2022a).

1.3 Befaring

Befaring i området ble utført 2022-04-22 av Hans Georg Grue, Skred AS. Det var klart vær med god sikt, og omtrent 1 m snø på bakken.

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, 2022).

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde. Fra veileder til byggteknisk forskrift, TEK17 (DiBK, 2022).

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/brakkertigg/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

Det er opp til kommunen å vurdere aktuelle krav til sikkerhet. I retningslinjene til TEK17 er det gitt ulike eksempler, nevnt ovenfor. I planområdes skal det legges til rette for fortetting av eksisterende fritidsboliger. Disse skal tilfredsstillende kravene i sikkerhetsklasse S2. Samme sikkerhetskrav vil være gjeldende for eventuelle anneks beregnet for personopphold. Basert på informasjonen fra oppdragsgiver, mener vi det kan argumenteres for å redusere sikkerhetskravet for uteareal til sikkerhetsklasse S1 (1/100). Eventuelle boder, uthus og garasjer skal tilfredsstillende kravene i sikkerhetsklasse S1 (1/100), så lenge det ikke legges til rette for permanent personopphold.

Vi har i denne utredningen vurdert faresoner for skred med årlig sannsynlighet på 1/100 (S1) og 1/1000 (S2).

Skredveilederen fra NVE stiller krav om at fagpersonene som utfører skredfarevurderingen må ha minst fem og tre års relevant arbeidserfaring (NVE, 2020). Kalle Kronholm og Hans Georg Grue, som har utført denne skredfarevurderingen, tilfredsstiller disse kravene.

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 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.

2.3.2 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 $100\text{-}10.000 \text{ m}^3$). Steinsprang og steinskred løsner oftest i bratte fjellparti der terrenghelningen er større enn $40\text{-}45^\circ$.

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 $25\text{-}30^\circ$. 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.

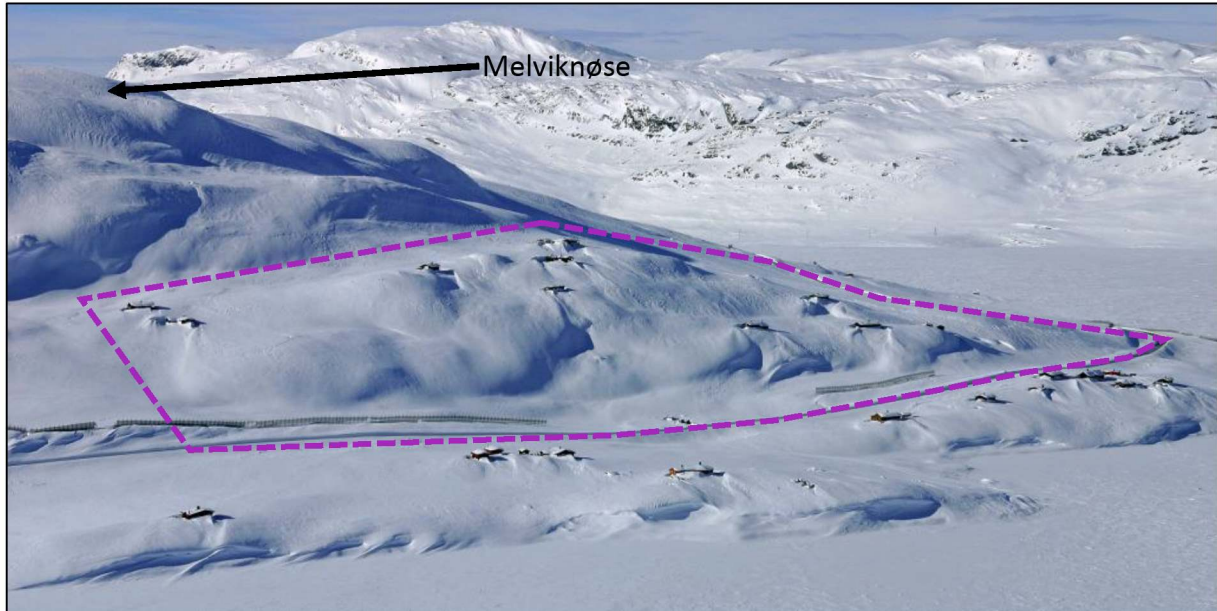
2.3.4 Skredfare og klimaendringer

I deler av landet kan klimautviklingen gi økt frekvens av skredtyper som er knytt til regn, snø og flom. Det gjelder først og fremst jordskred, flomskred, snøskred og sørpeskred. Hyppigere episoder med ekstremnedbør vil og kunne øke frekvensen av steinsprang og steinskred.

Det er likevel ingen grunn til å tro at de svært store, sjeldne skredene vil bli større eller hyppigere. Når en kartlegger faresoner for skredfare er det derfor ikke nødvendig å legge til en ekstra margin som følge av klimautviklingen.

3 Beskrivelse av området

Planområdet ligger omtrent 9 km nord for Tyinkrysset i en nordøstvendt fjellside sør for Reikesteinsøddin, som er en liten odde ut i Tyn (Figur 2, Figur 3).



Figur 3: Planområdet sett mot vest vinterstid. Bilde oversendt av oppdragsgiver. Omtrentlig avgrensning av planområdet er vist med lilla stiplet linje.



Figur 4: Planområdet sett mot vest sommerstid. Bilde oversendt av oppdragsgiver. Omtrentlig avgrensning av planområdet er vist med lilla stiplet linje.

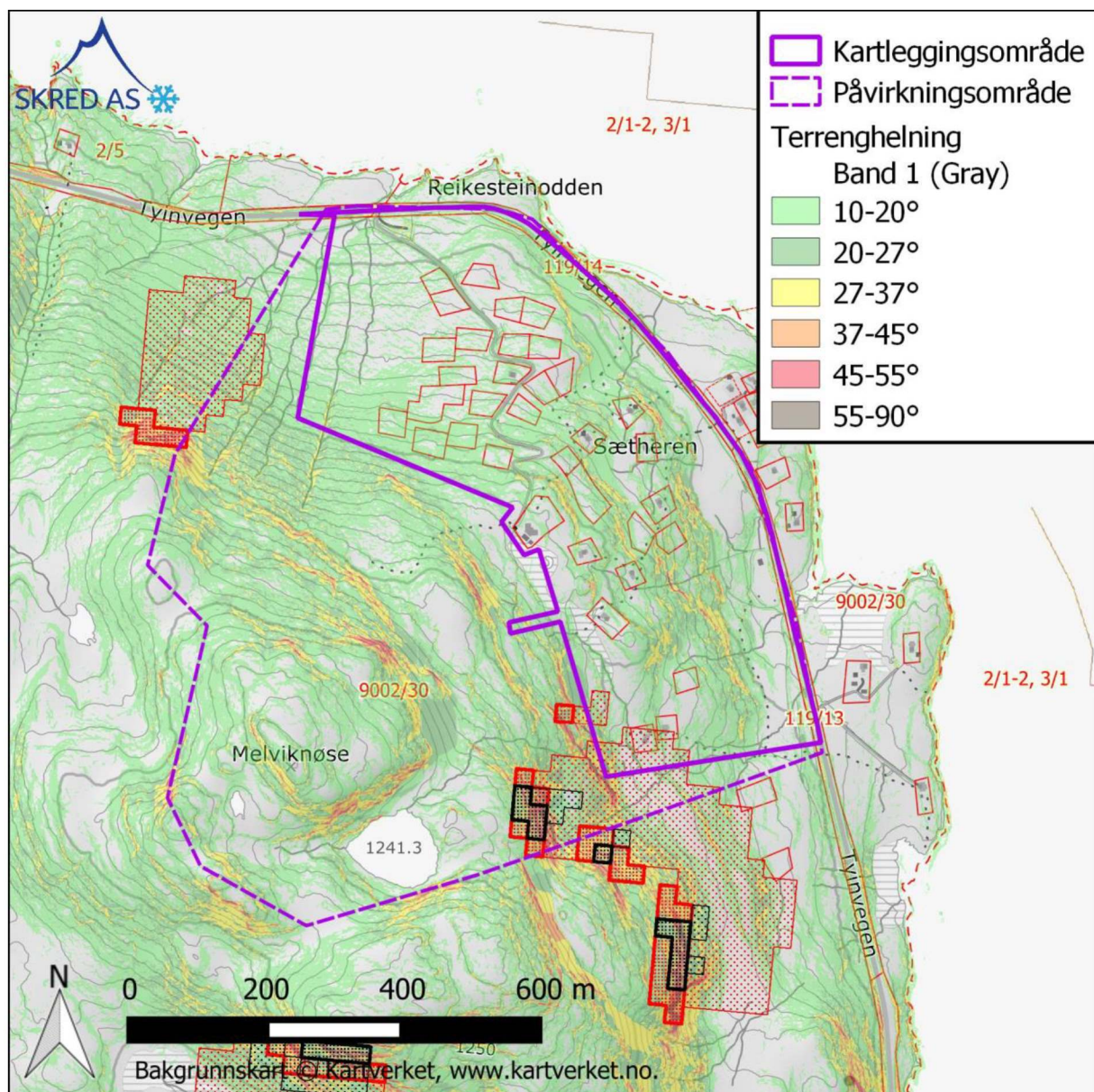
3.1 Topografi

Terrenganalysen er basert på nasjonal digital høydemodell (NDH) med horisontal oppløsning på 1 m x 1 m, nedlastet 2022-05-01. Kart med terrenghelning er vist i Figur 5.

Planområdet strekker seg fra omtrent 1100 moh. ved Fv53 Tynvegen, til omtrent 1180 moh. i øvre del. Ovenfor planområdet ligger Melviknøse på rundt 1290 moh. Fra Melviknøse løper

en rygg mot nordvest. Denne ryggen avgrenser påvirkningsområdet for den nordvestlige del av planleggingsområdet. Sørøst for Melviknøse ligger «Vann 1241». Nedbørfeltet til dette vannet utgjør påvirkningsområdet for den sørlige del av planområdet.

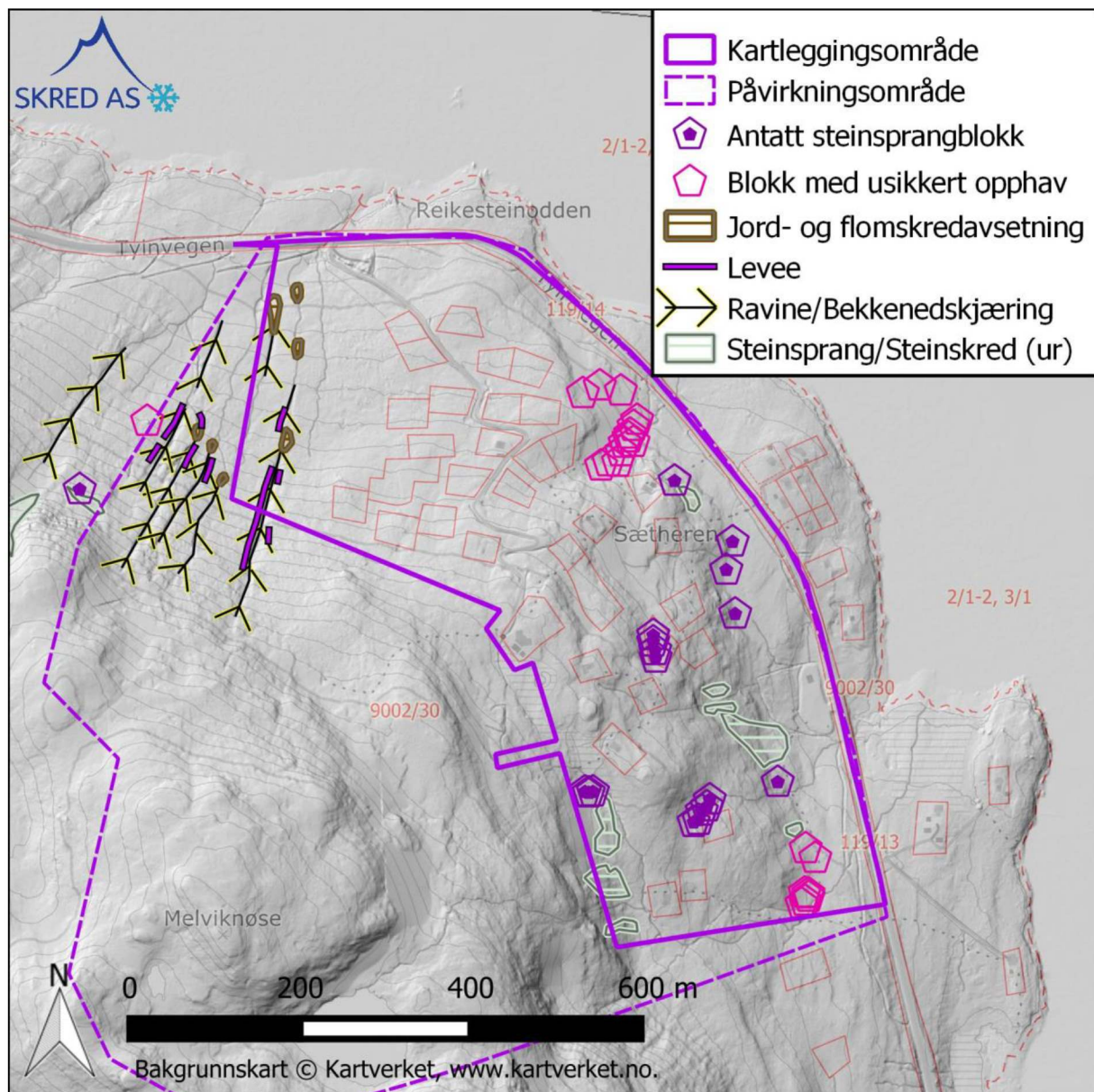
Terrenget i den nordvestlige del av planområdet er forholdsvis slakt og jevnt. Ovenfor denne del av planområdet, opp mot ryggen fra Melviknøse blir terrenget gradvis brattere, med helning stedvis opp mot 40°. I den sørøstlige del av planområdet er terrenget mer småkupert, med 2-4 brattere skrenter mellom slakere parti, der tomtene primært er lokalisert. Ovenfor planområdet er det flere større skrenter med helning over 40°.



Figur 5: Kart med beregnet terrenghelning i og ovenfor planområdet samt aktsomhetssoner for snøskred (rød skravur) og steinsprang (svart skravur).

3.2 Geologi

Berggrunnen i området er kartlagt i målestokk 1:250 000 (Lutro and Tveten, 1996) og består av granitt. Løsmassedekket er også kartlagt i målestokk 1:250 000 (Sollid and Trollvik, 1991) og består av bart fjell. I felt og på flyfoto har vi sett en del innslag av torv og myr og skredavsetninger. Skredavsetninger og andre terrengformer av relevans for skredfarevurderingen er vist i registreringskartet (Figur 6).



Figur 6: Registreringskart med registreringer av interesse for skredfarevurderingen.

3.3 Vegetasjon

Planområdet ligger over tregrensa, og er uten høyere vegetasjon.

3.4 Registrerte skredhendelser

I NVE Atlas (NVE, 2022b) er det registrert en skredhendelse i planområdet:

- <https://www.regobs.no/registration/252570>
- <https://www.regobs.no/registration/252781>

Hendelsen som er rapportert, er en utglidning av et tynt flak, utløst av personene som gjorde observasjonen. Ut fra bildene virker ikke flaket å ha sklidd langt, og har ikke hatt betydelig skadepotensiale, slik det kreves i TEK17, for å vurdere det som aktuelt for skredfarekartlegging: «sannsynligheten for skredskader av betydning, det vil si skred med en intensitet som kan medføre fare for liv og helse eller større materielle skader».

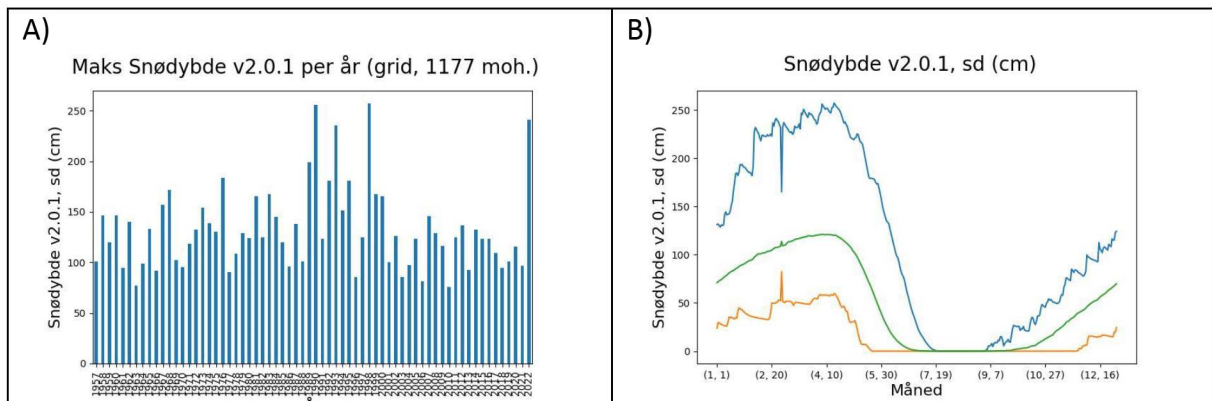
Langs Fv53 ved Tyin er det registrert flere store skred med svært lange utløpslengder. Dette gjelder spesielt ved Tyinstølen, omtrent 2 km sør for planområdet. Her har snøskred skadet bygninger flere ganger siden 1980. Flere steder langs Fv53 går snøskred naturlig og kontrollert utløst over Fv53 flere ganger hvert år.

3.5 Klima

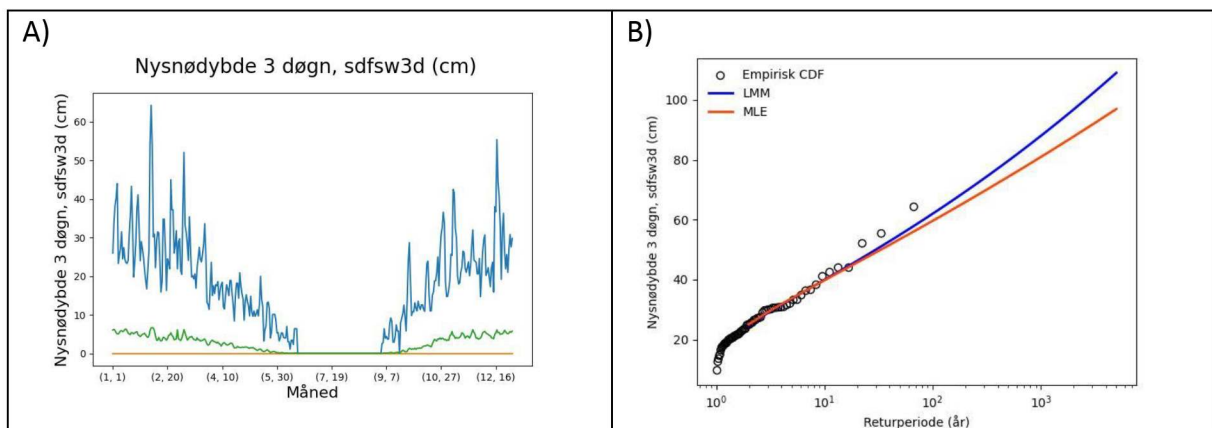
Basert på data fra seklime.met.no har vi utført en klimaanalyse for å støtte opp om skredfarevurderingene. Data er hentet ut fra en geografisk koordinat på toppen av Melviknøse, med en grid-høyde på 1177 moh. Dette svarer omtrent til høyden av de større løснеområdene for snøskred, diskutert i avsnitt 4.1 nedenfor. Siden dominerende skredtype er snøskred, har analysen vært spisset mot klima som er førende for snøskred, altså snødybder, nysnømengder og vindretning.

Det er relativt mye snø i området, ofte over 1,5 m og enkelte år opp mot 2,5 m (Figur 7A). Verdiene representerer et gjennomsnitt i terrenget, og i le-områder kan det erfaringsmessig legge seg opp 3-5 ganger den gjennomsnittlige snømengden. Snødybden er typisk på maksimum i mars/april, og sesongen uten snø på bakken er relativt kort (Figur 7B). Snøskredsesongen har dermed mulighet for å bli lang.

Som dimensjonerende verdier for bruddkanthøyder på beregninger for snøskred bruker vi nysnødybden over tre døgn som utgangspunkt. Betydelige nysnømengder (for eksempel over 20 cm) kan forekomme fra september til april (Figur 8A). En ekstremverdianalyse av verdiene viser at verdier på rundt 0,85 m kan forventes med returperiode på 1000 år, svarende til den årlig tillatte maksimale sannsynlighet for skred for S2 (Figur 8B). I tillegg til dette vil det komme vindtransportert snø, som i dette området vil være betydelig.

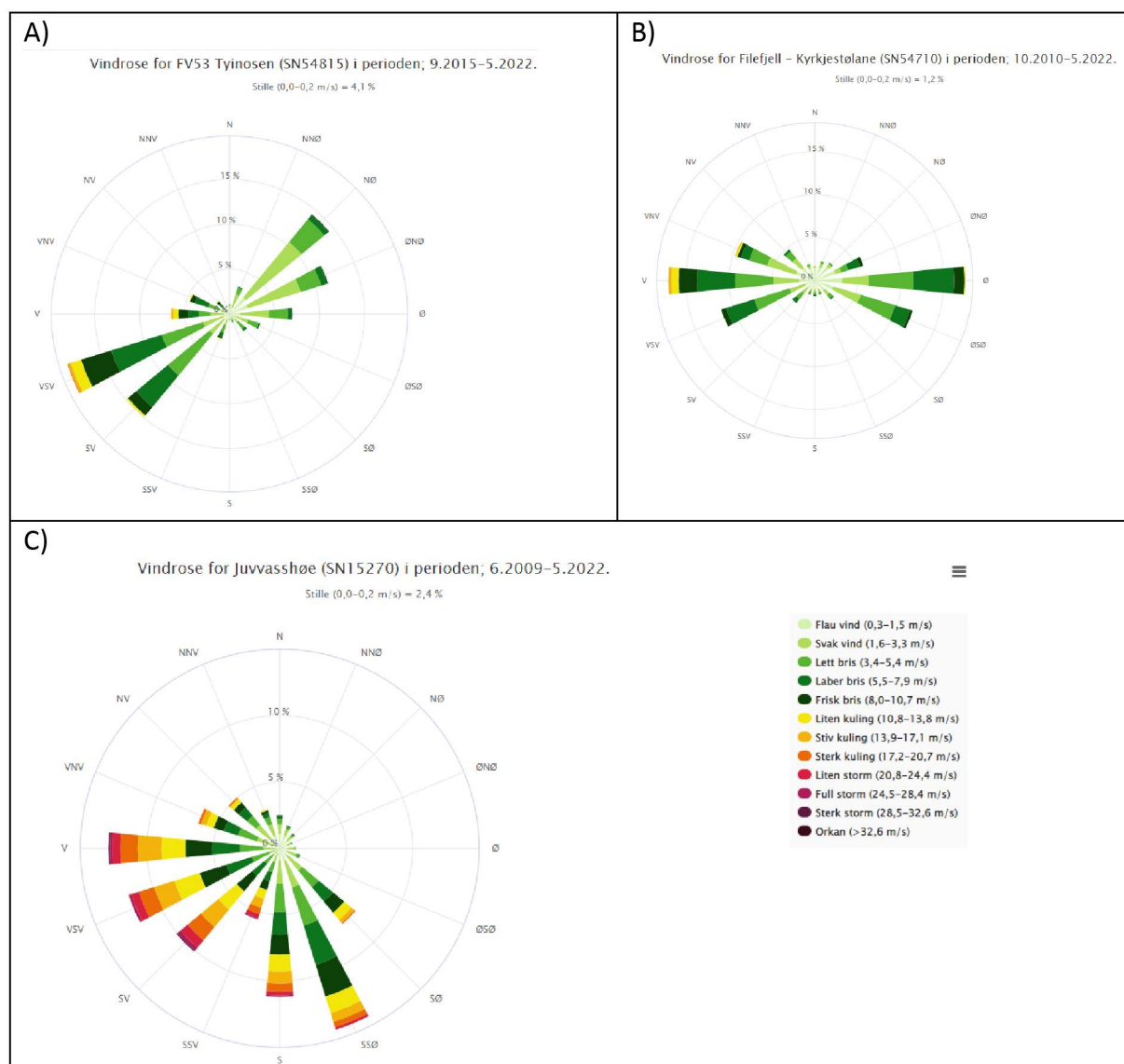


Figur 7: A) Årlige maksimalverdier for griddet snødybde. B) Snødybde per dag gjennom året: Blå=maksimum, grønn=middel, gul=minimum.



Figur 8: A) Nysnødybde over tre døgn per dag gjennom året: Blå=maksimum, grønn=middel, gul=minimum. B) Ekstremverdianalyse av nysnødybde over tre døgn.

Værstasjoner med tidsserier for vind i området er Tyinosen (data for perioden 2015-2022), Filefjell - Kyrkjestølane (2010-2022) (Figur 9A, B). Ved begge stasjoner er det trolig vindretninger som i noen grad er styrt av lokal topografi, men begge viser en tendens til fremherskende vind fra vestlig sektor. Dette støttes av lokalkunnskap. Data fra Juvvasshøe, noe lenger vekk, men mindre preget av lokal topografi, viser også fremherskende vind fra vestlig sektor, men også innslag av vind fra SV (Figur 9C).



Figur 9: Vindrose for A) Tyinosen (data fra 2015-2022), B) Filefjell - Kyrkjestølane (2010-2022) og C) Juvvasshøe (2009-2022).

3.6 Tidligere rapporter

Vi er kjent med en tidligere skredfarevurdering for planområdet, beskrevet under «Reikesteinsøddin Bh-5» i NGI sin rapport «Tyin-Eidsbugarden, Vang - Skredfarevurdering kommuneplan Vang del 4.4-III. Arealbruk Tyin/Eidsbugarden» (NGI, 1990):

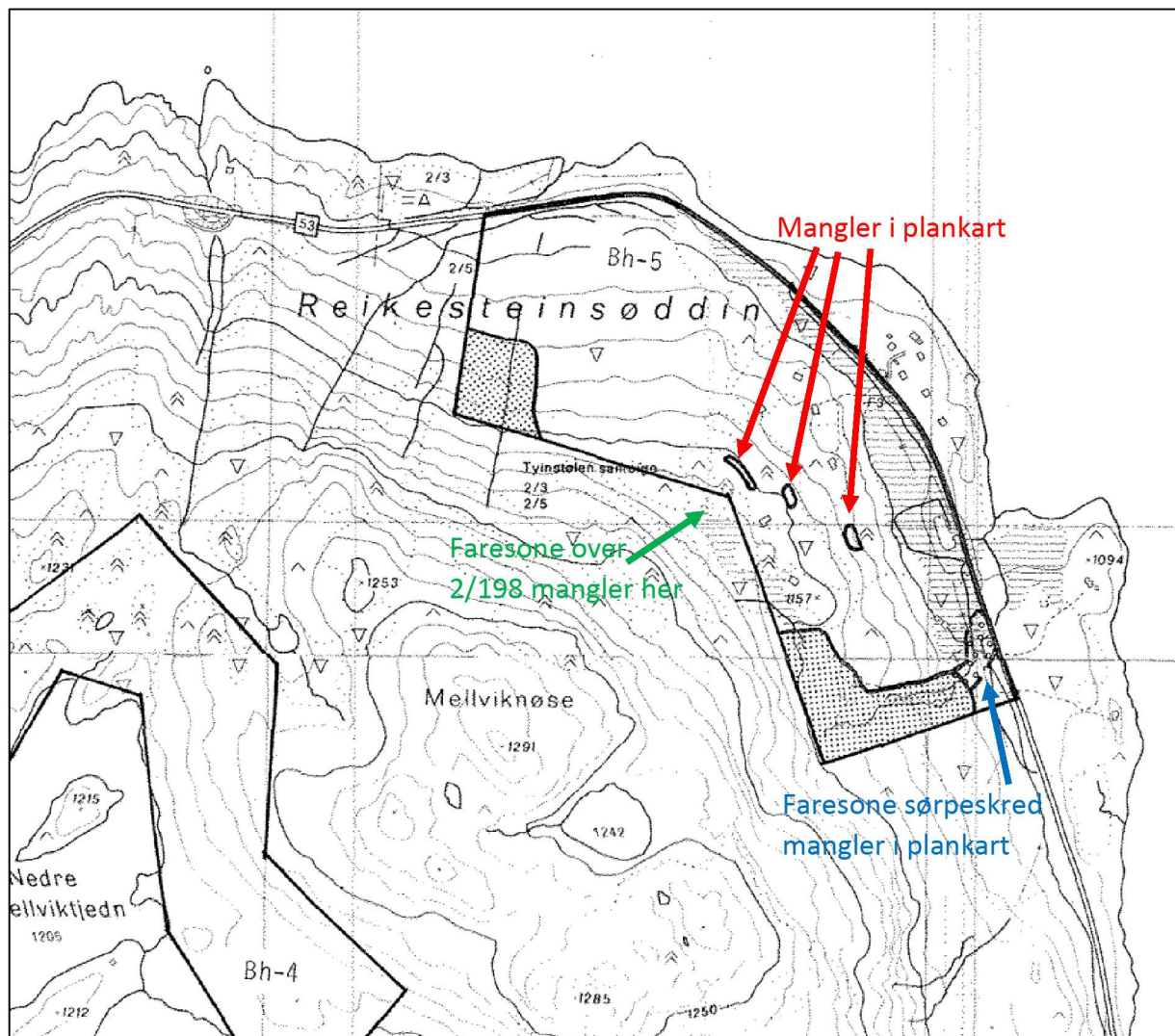
Snøskred kan nå ned i planområdet fra ovaforliggende fjellside i sør og lengst i vest. Snøskred kan også løsne fra noen små bratte skrenter innen området (Fig. 13, Foto 18-20). Tilnærmet faregrense for de to førstnevnte områdene er angitt på kartet. Sannsynlig rekkevidde på snøskred fra de andre områdene vil under optimale snøforhold kunne bli 18-20° målt langs terrengets fallinje fra toppen av løснеområdene.

I det sørligste skredområdet kommer det ned en bekk som kan føre sørpeskred i perioder med særlig intens avsmelting. Fareområdet er i det alt vesentlig sammenfallende med fareområdet for snøskred (Fig. 13, Foto 18).

Store deler av planområdet ligger i le for vind fra sørvest og vest. Store fonndannelser er derfor vanlig, spesielt iden østnordøst-ventede delen av området (Foto 18 & 20).

Bygninger som plasseres inn i slike områder kan bli utsatt for store snølaste.

Faresonene fra NGI (1990) rapporten (Figur 10) er trolig de som er brukt i plankartet til arealplanen (Figur 1, Figur 2). Faresonene svarer omtrentlig med de som er vist i plankartet, men ikke fullstendig. Blant annet er det tre små faresoner i NGI rapporten fra 1990, som ikke er tatt med videre til reguleringsplankartet (Figur 10), og den sørligste av faresonene har en annen form. Faresonen for sørpeskred ned mot Fv53 sør i planområdet (Figur 10), tegnet i 1990, er heller ikke med i plankartet. Faresonen i planområdet ovenfor eksisterende fritidsbolig på 2/198 (vist i Figur 2) er ikke tegnet i rapporten fra NGI (1990), og vi er usikre på hvor den kommer fra.



Figur 10: Faresoner for skred, gjengitt fra NGI (1990), Figur 13.

Sikkerhetsklasse S2 og kravet i denne (årlig sannsynlighet for skred $\geq 1/1000$) er i dag uendret fra NGI (1990), men i TEK17 er det spesifisert at faresonene skal representere skredskader av betydning. Dette var ikke direkte beskrevet i 1990, og faresonene hadde derfor trolig større utstrekning enn de ville få i dag.

I desember 2021 skrev NGI et brev for å svare ut innsigelsene til NVE mot planen (NGI, 2021). I dette brevet beskrev NGI aktsomhetssoner (se avsnitt 3.7 nedenfor) og skredhendelsen beskrevet i avsnitt 3.4 ovenfor. NGI tegnet ikke faresoner, men konkluderer med følgende:

En full skredfarevurdering av reguleringsområdet vil trolig IKKE frifinne områdene som er dekket av aktsomhetskartene

Brevet fra NGI viser ikke til deres egen vurdering fra 1990.

3.7 Aktsomhetsområder

Den sørlige del av planområdet er dekket av aktsomhetssoner for snøskred (Figur 5).

3.8 Eksisterende skredsikringstiltak

Ingen sikringstiltak mot skred er observert i planområdet, og ingen er registrert i NVE Atlas (NVE, 2022b). Fv53 mellom planområdet og Tyinkrysset er sikret med aktiv skredkontroll ved hjelp av flere faste installasjoner med sprengstoff. Det nærmeste sprengpunktet ligger ved «Gamle Varden», omtrent 500 m sør for planområdet.

4 Vurdering av skredfare

4.1 Snøskred

Skrenter og større fjellsider i og ovenfor planområdet ligger delvis i le av fremherskende vindretning fra V, NV og N. Dette, kombinert med relativt store henteområder vest for planområdet og lang vintersesong, gjør at det ofte legger seg store snømengder i de øst- og nordøst-vendte deler av fjellsiden i planområdet. Det ligger relativt store snøfonner i planområdet til langt ut på sommeren, noe som er tydelig på vegetasjon og flyfoto.

Løsneområder kan grovt inndeles i 1) de små skrentene inne i planområdet, og 2) de større bratte parti ovenfor planområdet, som igjen er ulike i nord og sør. Disse er diskutert enkeltvis nedenfor.

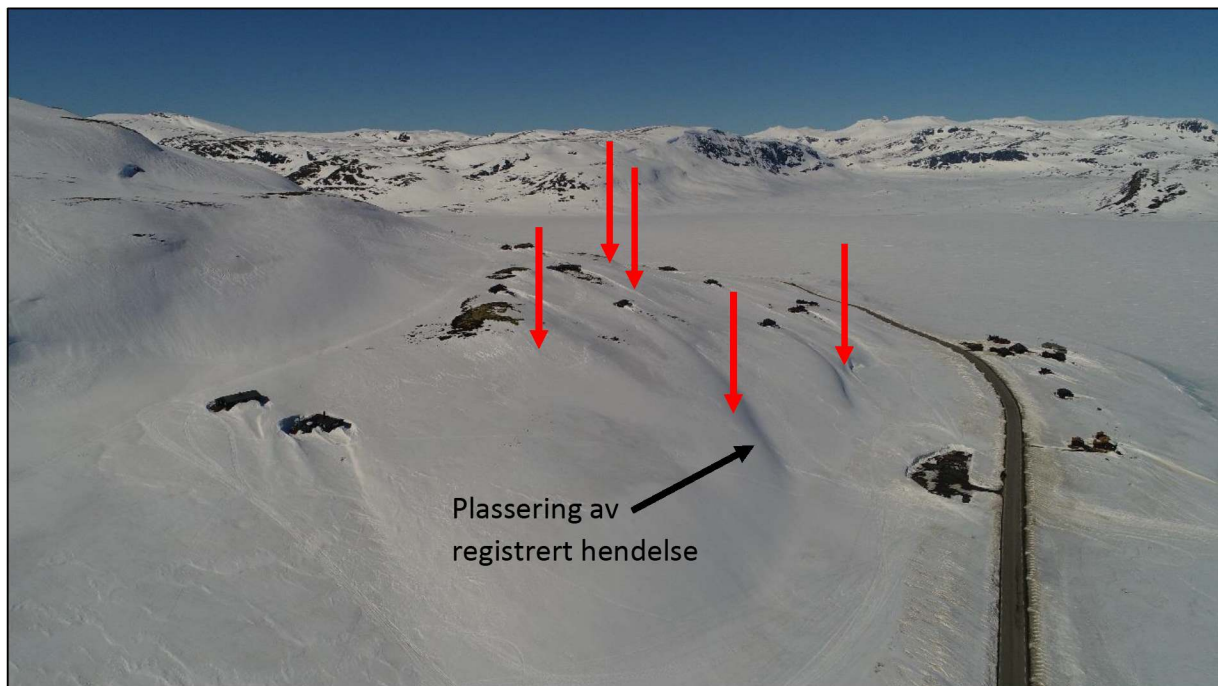
4.1.1 Små løsneområder i planområdet

I den sørlige del av planområdet er det flere mindre skrenter (Figur 11). Disse skrentene er ikke egnet for store løsneområder for snøskred, men det kan løsne mindre flak, slik hendelsen beskrevet i avsnitt 3.4 ovenfor. Dersom større snøskred med betydelig skadepotensiale skal løsne, må høydeforskjellen i løsneområdet være betydelig (typisk >10 m) og flaket må være relativt fast, slik at det er betydelig bruddforplantning. Når flaket blir fast, har det i små heng som her, betydelig støtte i foten. Dette reduserer sannsynligheten for utglidning.

Utglidninger av små, myke flak på de mindre skrentene i planområdet har begrenset skadepotensiale, og vi mener ikke de kan gi «skredskader av betydning» med årlig sannsynlighet på 1/1000, slik det er beskrevet i TEK17. Vi har derfor ikke tegnet faresoner for skred med årlig sannsynlighet $\geq 1/1000$ fra skrentene.

Her er det et avvik fra faresonene tegnet av NGI i 1990, da de har tre små faresoner i denne delen av planområdet (Figur 10). Vi er enige i at de tre områdene NGI har tegnet faresoner for, er noen av de mest sannsynlige for små utglidninger, og NGI har da trolig vurdert i forhold til at faresonene i 1990 skulle omfatte også mindre utglidninger. Basert på dagens regelverk mener vi altså ikke at denne typen små utglidninger skal representeres med en faresone.

Øst og sørøst for flere av skrentene i planområdet vil det ofte legge seg inn store snømengder. Dette er ikke et skredproblem, men et byggeteknisk problem, da snøsig kan føre til skader på byggverk. Deler av planlagt vegsystem går gjennom områder der det legger seg mye snø, og eventuell brøyting på vårparten må forventes å bli omfattende.

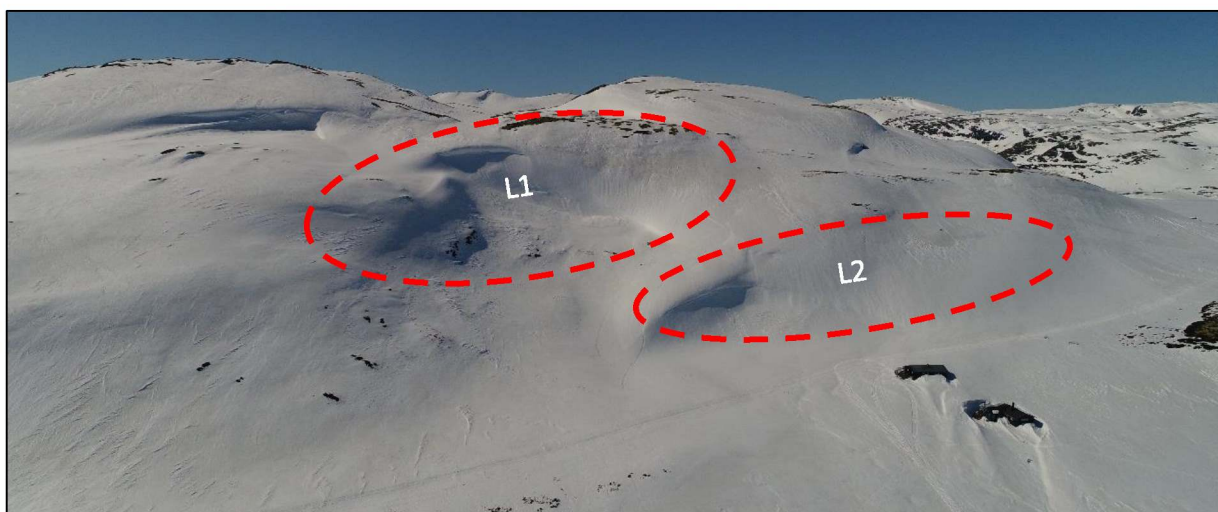


Figur 11: Dronefoto av den sørlige del av planområdet sett mot nordvest. De største skrentene er markert med røde piler. Dette er også områdene det bygger seg opp store snømengder de fleste vintersesonger.

4.1.2 Løsneområder ovenfor den sørlige og mellomste del av planområdet

Ovenfor den sørlige del av planområdet er det flere løsneområder for snøskred.

Løsneområdene L1 og L2 er bestemmende for faresonene helt sør i planområdet, der det er to eksisterende fritidsboliger (Figur 12). Videre mot nord ligger løsneområde L3 ovenfor den øverste av de eksisterende fritidsboliger, og L4 lenger oppover i fjellsiden (Figur 13).



Figur 12: Oversiktsbilde med terrenget ovenfor den sørlige del av planområdet. Løsneområdene L1 og L2 er indikert.



Figur 13: Oversiktsbilde med terrenget ovenfor den mellomste del av planområdet. Løsneområdene L3 og L4 er indikert.

Som støtte til å tegne faresoner for snøskred, har vi utført beregninger med programvaren RAMMS (Christen et al., 2010), versjon 1.7.20.

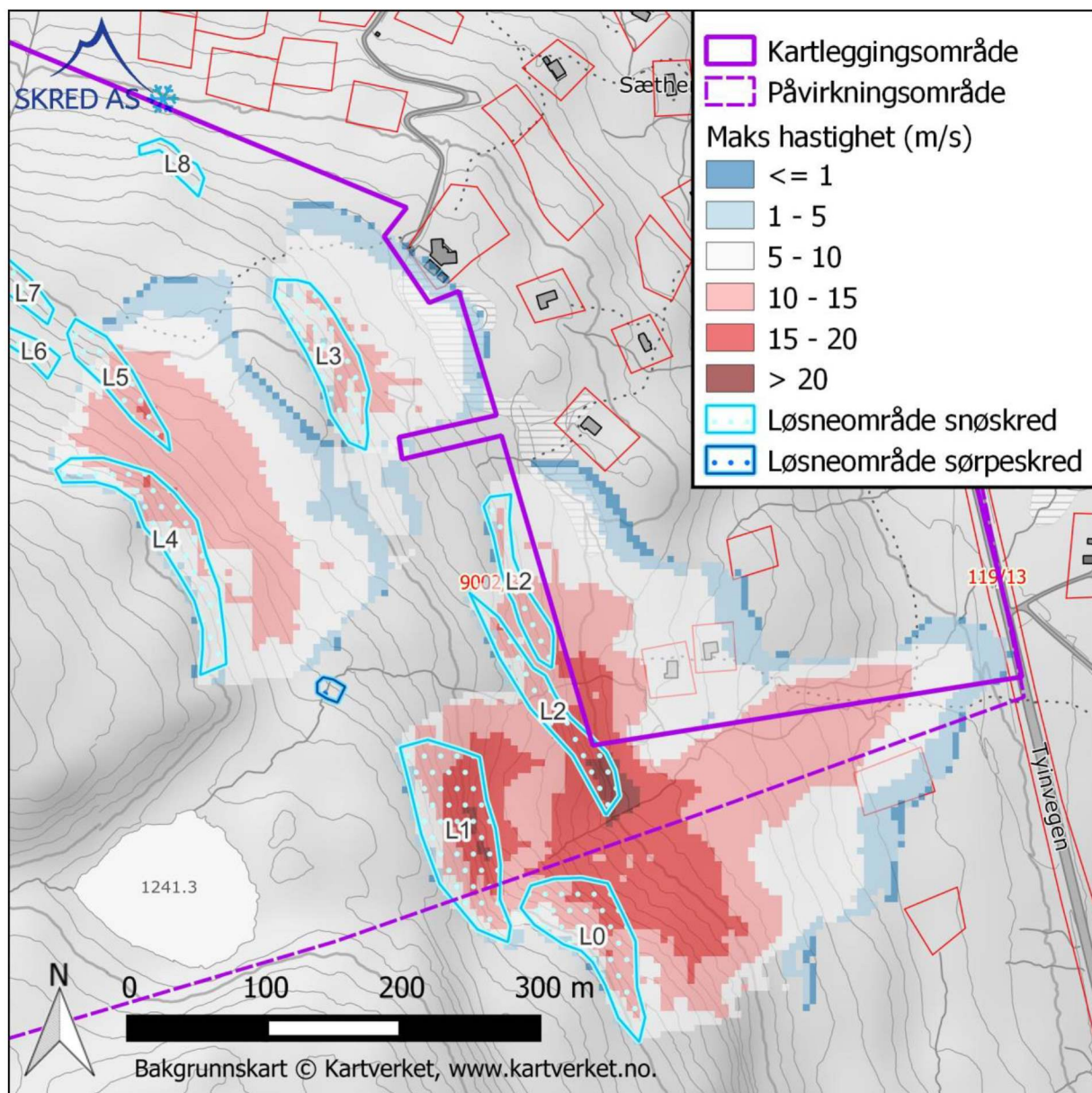
Bruddkanthøydene i beregningene tar utgangspunkt i klimaanalysen (avsnitt 3.5 ovenfor), som viser nysnøtilvekst over tre døgn på 0,85 cm for gjentaksintervall på 1000 år. Alle løsneområdene ligger i le for fremherskende vindretning, som er fra vestlig sektor. Vi forventer derfor et betydelig bidrag til nysnøtilvekst i løsneområdene grunnet vindtransportert snø. Beregninger av kjente skredhendelser ved Tyinstølen, sør for planområdet, viser at bruddkanten i beregningene må være opp mot 2 m for å gjengi registrert utløp. Det tilsier et tillegg til bruddkanthøyde fra vindtransportert snø på over 1,2 m. Løsneområdene ovenfor Tyinstølen er betydelig større og bedre egnet for store avsetninger fra vind enn her, da L1-L4 ikke ligger direkte opp mot toppen av fjellsiden, her Melviknøse. Allikevel mener vi at tillegg fra vindtransport på opp mot 1 m ikke er urealistisk.

Medrivning langs skredbanen må også inkluderes i løsneområdet, da RAMMS ikke har en funksjon for dette. Dette tillegget har vi satt til 0,5 m. Dette er tillegget bare i løsneområdet, som skal representere den totale masse som blir medrevet ned gjennom skredbanen.

Etter standard prosedyre for definisjon av bruddkanthøyder i RAMMS, ender vi opp med bruddkanthøyder på 1,5-1,6 m. Dette er litt lavere enn ved Tyinstølen (2 m), men det er realistisk. De øvre, større, og mest sannsynlige løsneområdene L1 og L4 beregnes med $d^*=1,6$ m og de nedre løsneområdene L2 og L3 beregnes med $d^*=1,5$ m.

Et eksempel på beregningsresultatene er vist i Figur 14. Resultatene viser følgende:

- Ytre utbredelse av skred fra løснеområdene L1 og L2 følger i store grad faresonene etablert av NGI i 1990. Beregnet utløp er forbi de to eksisterende fritidsboliger på 2/119 og 2/127. Ingen ubebygde tomter er innenfor rekkevidden av beregnet rekkevidde av snøskred.
- Rekkevidden av skred fra L3 er omtrent som faresonen vist i plankartet, rett på oversiden av hovedbygget på 2/198. De mindre bygningene sørvest for hovedbygget ligger innenfor for rekkevidden av beregnet skredutløp.
- Snøskred fra løснеområde L4 vil stoppe i en liten motbakke før det går videre over løснеområde L3, og utløpet berører derfor ikke planområdet for de vurderte sannsynlighetene (1/100 og 1/1000).



Figur 14: Eksempel på beregninger av hastighet på dimensjonerende skred i den mellomste og sørlige del av planområdet.

Snøskred vil være dominerende skredtype i faresonen for skred med årlig sannsynlighet $\geq 1/1000$ i denne delen av planområdet.

4.1.3 Løsneområder ovenfor den nordlige del av planområdet

Terrenget ovenfor den nordlige del av planområdet er slakere og jevnere enn ovenfor den sørlige delen. Det mest opplagte og reelle løsneområdet for snøskred er vist som L9 i Figur 15. Dette løsneområdet mener vi er aktuelt for snøskred med årlig sannsynlighet på $1/1000$. Beregninger (Figur 16) og skjønn viser at snøskred herfra ikke vil nå inn i planområdet.

Terrenget i løsneområdene L5, L6 og L7 er marginalt brattere enn 27° , og derfor er det teoretisk sett løsneområder for snøskred. Det er trolig disse løsneområdene som er lagt til grunn for faresonene i plankartet (Figur 10). De delene av terrenget som er brattere enn 27° har dog en høydeforskjell på rundt 5 m, enkelte steder i løsneområde L5 opp mot 10 m. I tillegg ligger det konkave parti nedenfor disse tre løsneområder, der snøflak vil støttes opp. Slike forhold mener vi ikke er nok til å gi store snøskred. Vi mener derfor L5, L6 og L7 ikke er reelle løsneområder for skred med årlig sannsynlighet på $1/1000$.

Løsneområde L8 er i likhet med L5-L7 brattere enn 27° , og dermed teoretisk bratt nok til at snøskred kan løsne. L8 har også en begrenset vertikal utstrekning, opp mot 10 m, men deler av løsneområdet har ikke direkte overgang til et konkavt parti. Dermed mener vi det er mer sannsynlig at små skred kan løsne her enn i L5-L7. Eventuelle skred vil være av meget begrenset volum, men på grunn av kort avstand til planområdet og øvre tomt, mener vi at løsneområdet er reelt i forhold til skred med årlig sannsynlighet på $1/1000$.



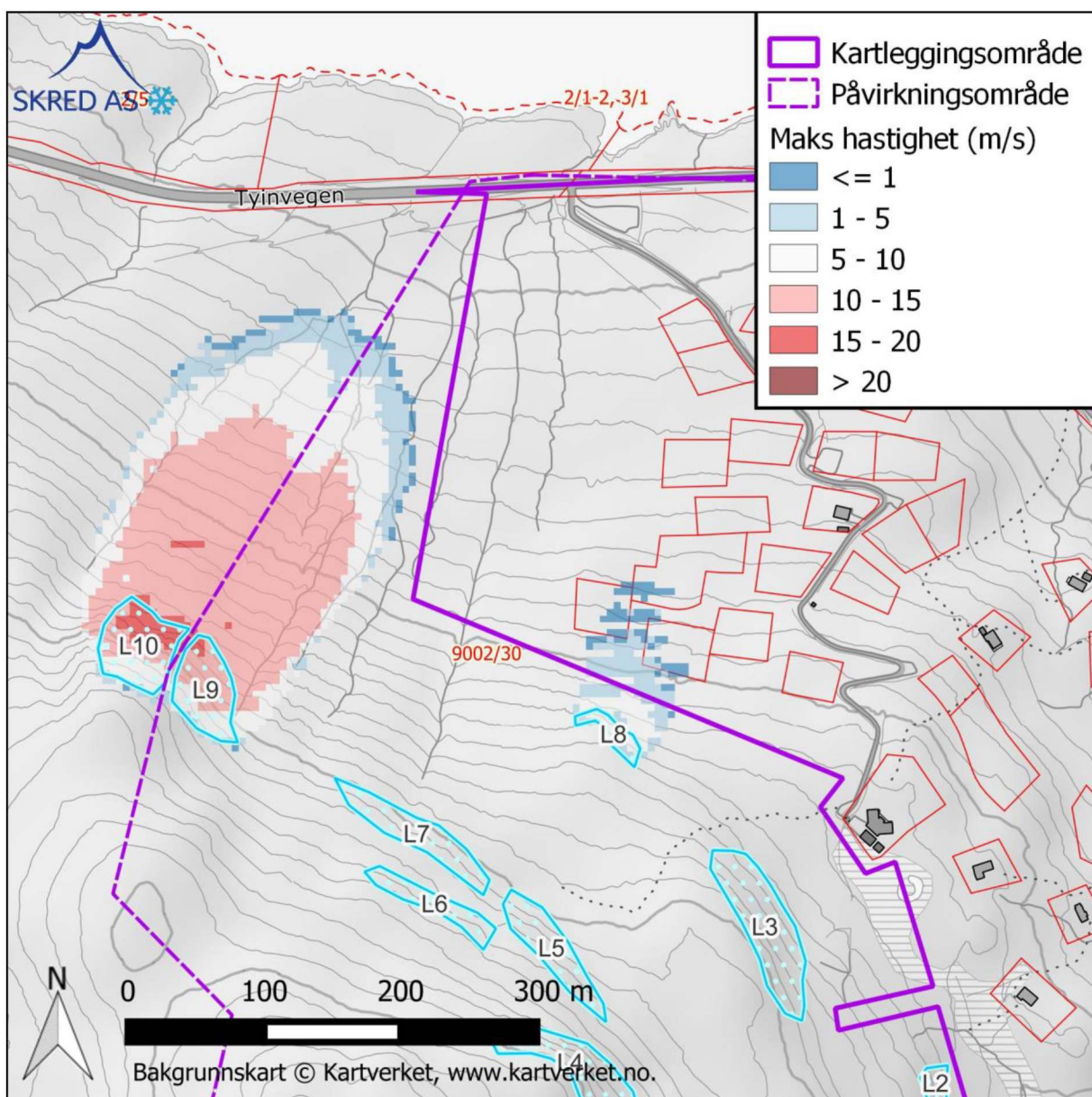
Figur 15: Foto mot sørvest av fjellsiden ovenfor den nordlige del av planområdet. Mindre parti bratte nok til at det teoretisk kan løsne snøskred er indikert.

Som for løsneområdene diskutert i avsnitt 4.1.2 har vi utført beregninger med programvaren RAMMS for L8 og L9. Bruddkanthøyden for L9 er satt til 1,5 m som for de lavere

løsneområder ovenfor den sørlige del av planområdet. Eventuelle skred fra L8 vil være små, med begrenset medrivning samtidig som terrenget i løsneområdet ikke legger til rette for store avsetninger av vindtransportert snø. For L8 har vi derfor brukt bruddkant på 0,7 m.

Et eksempel på beregningsresultatene er vist i Figur 16. Resultatene viser følgende:

- Snøskred fra L9 når ikke inn i planområdet.
 - Snøskred fra L8 når inn i planområdet, og inn over et hjørne av den øvre tomte.
- Beregnet trykk er nok til å gi en faresone, men vil trolig være håndterbart ved design av en fritidsbolig.



Figur 16: Eksempel på beregninger av hastighet på dimensjonerende skred i den nordlige del av planområdet.

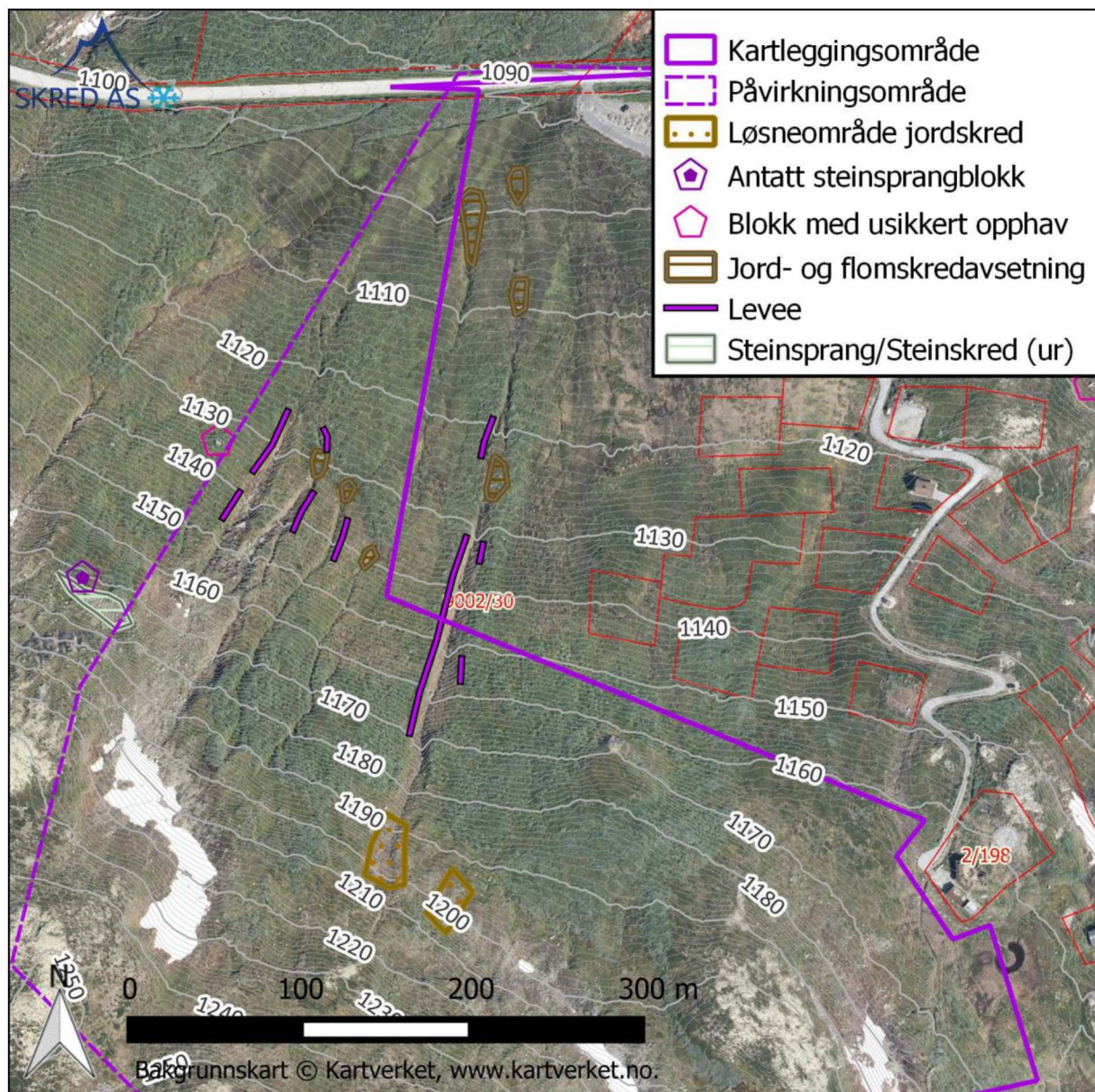
Vurdert ut fra beregningene, vil bare løsneområde L8 gi en faresone for snøskred med årlig sannsynlighet $\geq 1/1000$ i denne delen av planområdet.

4.2 Sørpeskred

Sørpeskred er kjent i området, men ikke ned mot det vurderte området. Vi mener det kan gå sørpeskred langs bekken fra «Vann 1241» ned mot den sørlige avgrensningen av planområdet. Det mest sannsynlige løsneområdet er vist i kartet med beregninger for snøskred i Figur 14. Siden hele bekkeløpet ned til Fv53 er relativt slakt, og nedbørfeltet er begrenset i størrelse, rundt 0,11 km², mener vi at det er lite sannsynlig at sørpeskred vil vokse seg store og raske. Skredfaren fra sørpeskred vil være lavere enn for snøskred. Faresonen for sørpeskred tegnet av NGI (1990), vist i Figur 10, mener vi dermed er for stor.

4.3 Løsmasseskred

I fjellsiden nord i planområdet er det flere raviner/bekkeløp (Figur 6). Enkelte ser ut til å være relativt aktive, uten vegetasjon i bunnen (Figur 17). I overgangen til terreng slakere enn 10°, har flere av ravinene små vifteformer, som tyder på avsetninger fra skred eller flom. Disse er markert som flom- og jordskredavsetninger i registreringskartet (Figur 6). Skyggekart og flyfoto viser tegn etter leveer, spesielt i den østligste ravinen, inne i planområdet. Vi mener derfor det er sannsynlig at ett eller flere flomskred eller kanaliserte jordskred har gått ned gjennom ravinene. Utløsningen av flomskred kan også være som våtsnøskred, som etter hvert nedover i skredbanen går over i flomskred.



Figur 17: Flyfoto over den vestlige del av planområdet.

Fra de litt brattere parti rundt 1200 moh. kan vi ikke utelukke at mindre jordskred kan løsne med årlig sannsynlig $\geq 1/1000$. Disse områdene er sammenfallende med løsneområder for snøskred, L5-L7, (Figur 16). Jordskred vil mest sannsynlig kanaliseres gjennom eksisterende raviner, men vi kan ikke utelukke at det kan dannes nye raviner.

Nederst i fjellsiden vil skred ha begrenset skadepotensiale, og være mer en strøm av slam enn store blokker. Overgangen mellom skredstrømmen som ikke har skadepotensiale, og der den har, er vanskelig å vurdere. Vi har brukt RAMMS::Debrisflow til å modellere utbredelsen av skredmasser (Christen et al., 2012). Anvendte løsneområder er vist i Figur 17, og friksjonsparameterne er satt som anbefalt i modellen ($\mu=0,2$; $\xi=200 \text{ m/s}^2$). I tillegg er andre

verdier for μ anvendt som sammenlikning. Den horisontale cellestørrelse anvendt i beregningene er 1 m, og bruddkanthøyde er 0,5 m.

Beregnet flyteghøyde og hastighet avtar raskt nedover mot Fv53, og nedenfor 1110 moh. er de så begrenset at vi vurderer at skadepotensialet er lavt nok til å avslutte faresonen 1/1000.

4.4 Skred i fast fjell

Utfall at blokker fra de bratteste skrenter i planområdet kan ikke utelukkes, og under flere av de er det tydelige tegn etter tidligere utfall (Figur 6). I flere av skrentene er årlig sannsynlighet for utfall $>1/1000$, men $<1/100$. Under disse små skrenter er det slakere terreng, og blokker vil stoppe i kort avstand fra skrenten. Vi har ikke modellert rekkevidde, da skrentene er svært små, men utstrekningen av faresonen 1/1000 er vurdert i forhold til høyde på skrentene og mengden av tidligere utfall. I flere av områdene med store blokker som minner om steinsprangur, og er registrert som det, mener vi kildeområdene er borte grunnet utfall. Disse områdene er derfor ikke lenger aktuelle som kildeområder for steinsprang med årlig sannsynlighet på 1/1000.

Det er ingen større bergparti i eller ovenfor planområdet og årlig sannsynlighet for utfall av store volum, steinskrud eller fjellskrud, anser vi som mindre enn 1/1000.

4.5 Faresoner for skrud

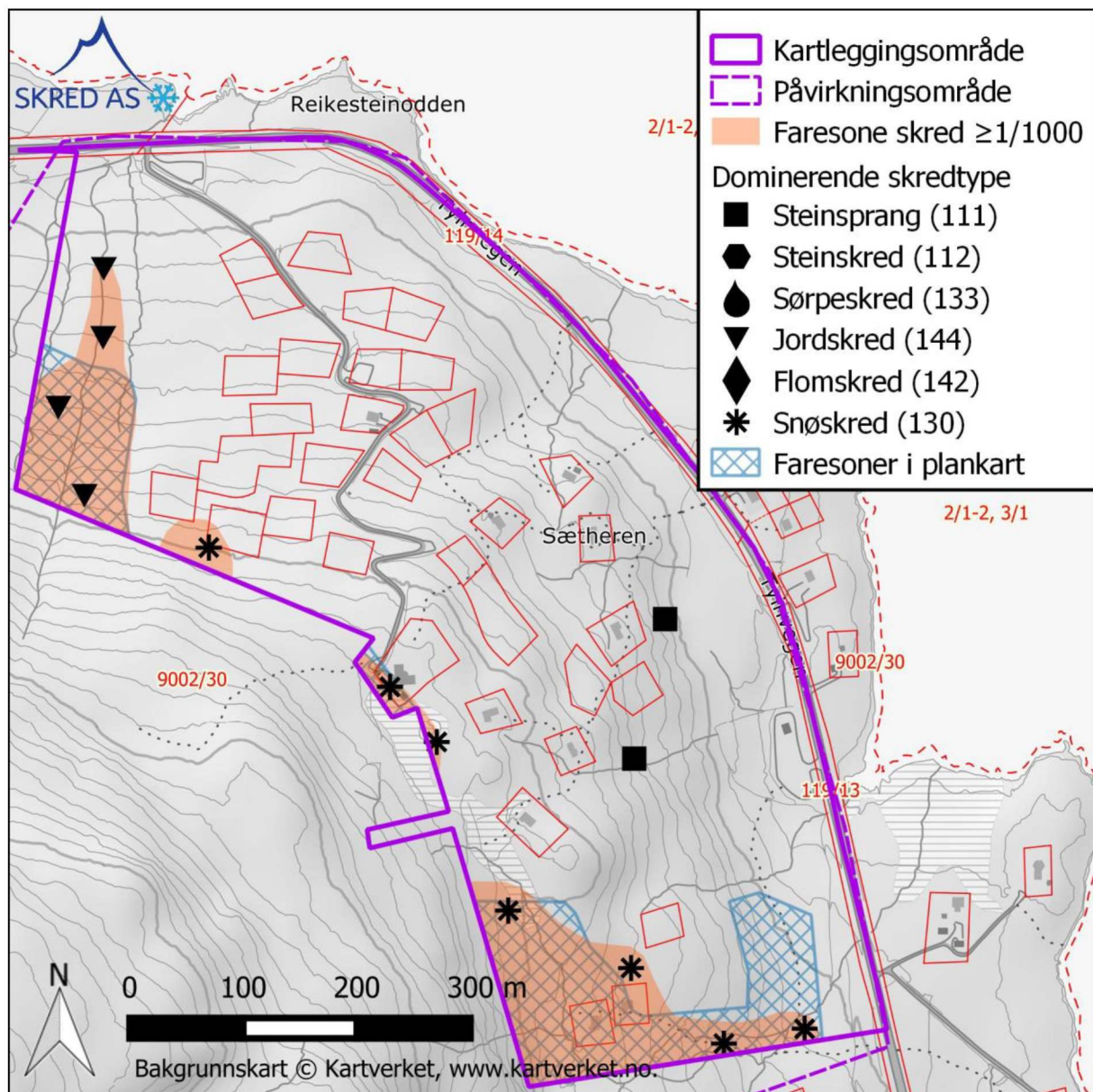
Dominerende skrudtype er snøskrud i den sørlige og mellomste del av planområdet, og flomskrud, kanaliserte jordskrud eller våtsnøskrud.

Faresoner for skrud er vist sammen med dominerende skrudtyper i Figur 18. Det er ikke faresoner for skrud med årlig sannsynlighet på 1/100 inn i det vurderte området.

To eksisterende fritidsboliger ligger i faresonen for skrud med årlig sannsynlighet $\geq 1/1000$ (Gnr/Bnr 2/199 og 2/127). En tredje fritidsbolig har faresonen helt inntil veggen (2/198). To av de planlagte tomtene (de to øverste tomtene nord i planområdet) er marginalt berørt av faresoner, men det er fortsatt god plass til bygging utenfor faresonene på disse tomtene.

4.6 Avvik fra tidligere faresoner

Våre faresoner vist i Figur 18 avviker fra de som finnes i plankartet, som igjen avviker fra de som er utarbeidet av NGI i 1990. Mulige grunner er diskutert for de ulike skrudtypene i avsnittene over.



Figur 18: Kart med faresoner for planområdet. Merk de to små faresonene der steinsprang er dominerende.

5 Konklusjon

Innenfor planområdet eksisterer det i dag enkelte fritidsboliger, og det planlegges ytterligere fortetting av samme type fritidsboliger. Planlagte fritidsboliger skal tilfredsstille krav til sikkerhet mot skred for sikkerhetsklasse S2, der årlig sannsynlighet for skred ikke skal overskride 1/1000. Eventuelle uthus og garasje skal tilfredsstille kravene i sikkerhetsklasse S1, der årlig sannsynlighet for skred ikke overskride 1/100. Kravene for sikkerhetsklasse S1 gjelder også for anneks, så lenge det ikke legges til rette for permanent opphold, for eksempel soveplasser. Basert på opplysningene vi har, mener vi det er grunnlag for å legge kravet til uteareal i sikkerhetsklasse S1.

Det er faresoner for skred med årlig sannsynlighet $\geq 1/1000$ (S2) i det vurderte området, men ikke faresoner for skred med årlig sannsynlighet $\geq 1/100$ (S1). Dominerende skredtype er snøskred sør og midt i planområdet, mens det er en kombinasjon av flomskred og kanaliserte jordskred nord i planområdet.

To eksisterende fritidsboliger ligger i faresonen for skred med årlig sannsynlighet $\geq 1/1000$ (2/199 og 2/127). En tredje fritidsbolig har faresonen helt inntil veggen (2/198). To av de planlagte tomtene er marginalt berørt av faresoner, men det er fortsatt god plass til bygging utenfor faresonene på disse tomtene.

De nye faresonene avviker bare minimalt fra faresonene utarbeidet for omtrent samme område i 1990. Avviket skyldes trolig i stor grad tilgang på bedre kotegrunnlag og nyere metodikk for beregning av utbredelse av snøskred.

6 Referanseliste

- Christen, M., Bühler, Y., Bartelt, P., Leine, R., Glover, J., Schweizer, A., Graf, C., Mcardell, B.W., Gerber, W., Deubelbeiss, Y., Feistl, T., 2012. Integral Hazard Management Using a Unified Software Environment Numerical Simulation Tool "RAMMS." Congr. Interpraevent 77–86.
- Christen, M., Kowalski, J., Bartelt, P., 2010. RAMMS: Numerical simulation of dense snow avalanches in three-dimensional terrain. Cold Reg. Sci. Technol. 63, 1–14.
<https://doi.org/10.1016/j.coldregions.2010.04.005>
- DiBK, 2022. Byggeteknisk forskrift (TEK17). Norge.
- Lutro, O. (NGU), Tveten, E. (NGU), 1996. Berggrunnskart kart, Årdal 1:250 000, NGU kart. Trondheim.
- NGI, 2021. Skredfare i forbindelse med reguleringsplanen Reikesteinsøddin.
- NGI, 1990. Tyin-Eidsbugarden, Vang - Skredfarevurdering kommuneplan Vang del 4.4-III. Arealbruk Tyin/Eidsbugarden, NGI Rapport. Oslo, Norway.
- NVE, 2022a. Veileder for utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng - utredning av skredfare i reguleringsplan og byggesak [WWW Document]. URL <https://veileder-skredfareutredning-bratt-terreng.nve.no/>
- NVE, 2022b. NVE Atlas [WWW Document]. URL atlas.nve.no
- Sollid, J.L., Trollvik, J.A., 1991. Oppland Fylke, Kvartærgeologi og geomorfologi. 1:250000.