

Oppdragsgiver	Navn Cowi AS	Kontaktperson Kristina Tvedalen
Oppdrag	Nummer og navn 19117- Skredfarevurdering GBnr. 210/41, Krødsherad. Norefjell alpinlandsby.	Oppdragsleder Nils Arne K. Walberg
Dokument	Nummer 19117-01-1 Utført av Nils Arne K. Walberg	Dato 2019-02-10 Kontrollert av Sondre Lunde

Skredfarevurdering

Sammendrag

Cowi AS arbeider med en reguleringsplan for Norefjell alpinlandsby, Krødsherad kommune. På en del av GBnr 210/41 planlegges det utbygging av fritidsleiligheter, og for dette område er det utført en skredfarevurdering.

Fritidsboliger med mer enn 10 boenheter skal tilfredsstillе krav til sikkerhet mot skred for sikkerhetsklasse S3. For bygninger i denne sikkerhetsklassen skal årlig sannsynlighet for skred ikke overskride 1/5000.

Alle skredtyper i bratt terreng er vurdert. Vår totalvurdering er at området tilfredsstiller kravene til sikkerhet mot skred for sikkerhetsklasse S3, og planene om leiligheter kan realiseres uten videre tiltak mot skred.

Innhold

1	Innledning	4
1.1	Bakgrunn	4
1.2	Befaring	5
1.3	Forbehold	5
2	Krav til sikkerhet	6
2.1	Lovverket	6
2.2	Skred	6
2.2.1	Vurderte skredtyper	7
2.3	Aktuelle krav	8
3	Skredfare	9
3.1	Beskrivelse av området	9
3.1.1	Topografi	9
3.2	Geologi	10
3.3	Vegetasjon	10
3.4	Klima	10
3.5	Registrerte skredhendelser	12
3.6	Tidligere skredfareutredninger	12
3.7	Eksisterende skredsikringstiltak	12
3.8	Vurdering av skredfare	12
3.8.1	Snøskred	12
3.8.2	Sørpeskred	12
3.8.3	Løsmasseskred	12
3.8.4	Skred i fast fjell	13
3.8.5	Faresoner for skred	13
4	Konklusjon	14
5	Referanser	15

Figurer

Figur 1:	Lokalisering av det vurderte området som ligger midt i Norefjell skisenter.	4
Figur 2:	Oversiktsbilde over den vurderte tomten fra befaringen. Området er grovt skissert med stiplet linje.	5
Figur 3:	Helningskart over området. Figuren viser også sporlogg fra befaringen.	9
Figur 4:	Ekstremverdier for snødybde og månedlige normalverdier for temperatur og nedbør fra stasjonene Grimeli i Krødsherad kommune (367 moh.), Eggedal III i Sigdal (293 moh.), og Gulsvik II i Flå kommune (142 moh.). Data er hentet met.no (2019).	10
Figur 5:	Frekvensfordeling av vind i månedene november-mars for henholdsvis Dagali lufthavn (798 moh.) og Gulsvik II i Flå kommune (142 moh.) (met.no, 2019).	11

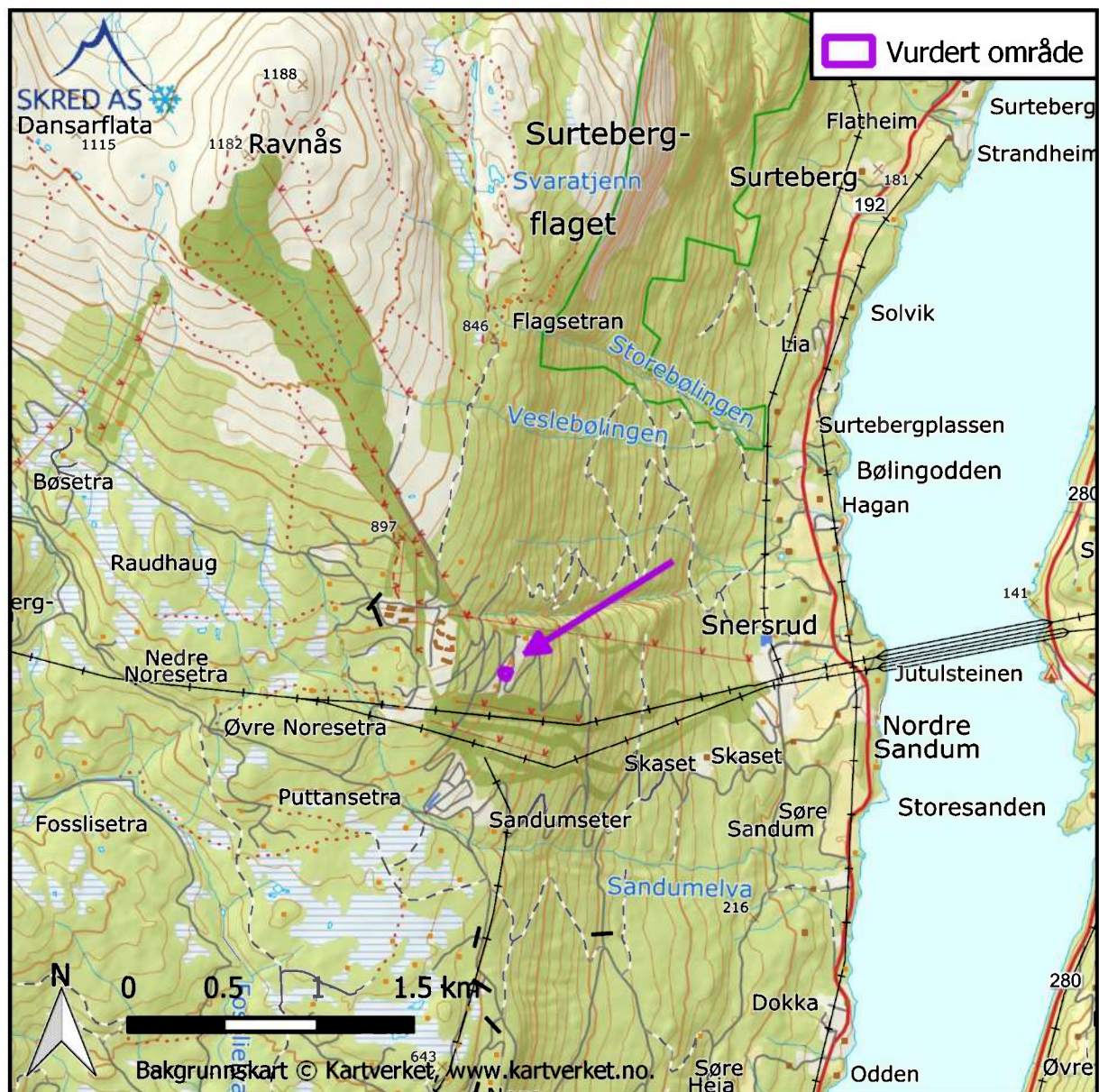
Tabeller

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde. Fra veileder til byggt teknisk forskrift, TEK17 (DiBK, 2017).	6
---	---

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

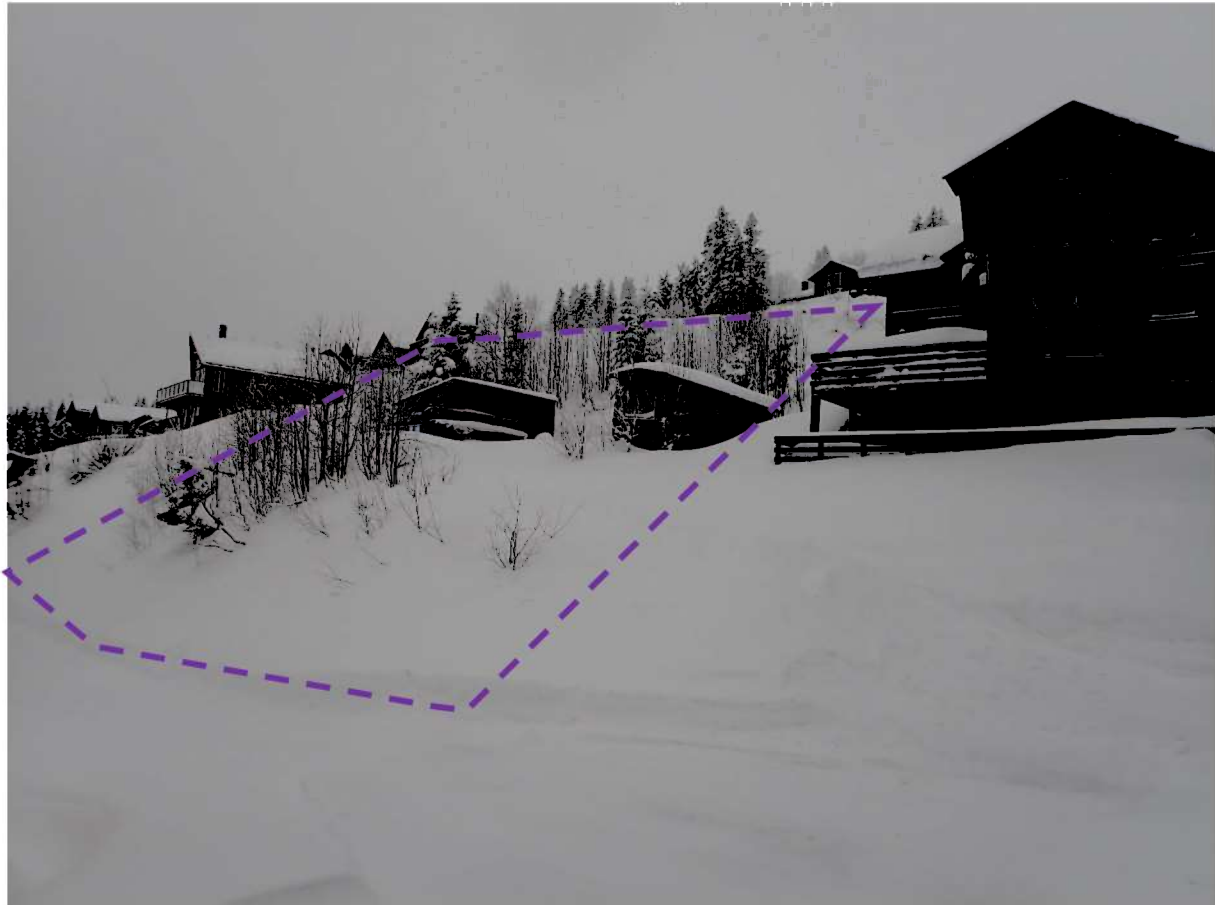
Cowi AS arbeider med en reguleringsplan for Norefjell alpinlandsby, Krødsherad kommune. På en del av GBnr 210/41 planlegges det utbygging av fritidsleiligheter, og for dette området er det utført en skredfarevurdering. Det er ikke spesifisert hvor mange leiligheter som vil komme i hvert bygg, noe som vil ha innvirkning på kravene som stilles til sikkerhet mot skred. Planområdet ligger i skrånende terreng med flere bratte skjæringer, og det ønskes derfor en detaljert vurdering av skredfare for tomten. Lokalisering av det vurderte området er vist på Figur 1.



Figur 1: Lokalisering av det vurderte området som ligger midt i Norefjell skisenter.

1.2 Befaring

Befaring i området ble utført 1. februar 2018 av Nils Arne K. Walberg, Skred AS. Det var snøvær, vind og -7 °C på befaringstidspunktet, og det hadde falt en del nysnø siste 24 timer slik at det lå ca. 0,5 m snø på bakken. Planområde og ovenforliggende hytteområde ble befart til fots.



Figur 2: Oversiktsbilde over den vurderte tomten fra befaringen. Området er grovt skissert med stiplet linje.

1.3 Forbehold

Skredfarevurderingen er gjort ut fra terreng og vegetasjon slik de fremkom fra befaring og kotegrunnlag på vurderingstidspunktet. Hvis terreng eller vegetasjon endres i stor grad kan det ha betydning for skredfaren. Da anbefales det å utføre en ny vurdering.

Informasjon om tidligere skredhendelser er viktige for vurderingene. Dersom det kommer mer informasjon om tidligere hendelser, bør det tas med i betraktningene.

2 Krav til sikkerhet

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.»

2.2 Skred

Byggteknisk forskrift TEK17 § 7-3 definerer krav til sikkerhet mot skred for nybygg og tilhørende uteareal (tabell 1). Sannsynligheten i tabellen 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.

2.2.1 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.

2.2.1.1 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.

2.2.1.1 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°.

2.2.1.2 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.

2.2.1.3 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 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.

2.3 Aktuelle krav

Det er opp til kommunen å skjønnsmessig vurdere aktuelle krav til sikkerhet i hver konkret byggesak. Da planområdet det i denne saken er oppgitt å skulle reguleres til fritidsleiligheter er det fra vår side foreslått sikkerhetsklasse S3. Dette legges derfor til grunn for vurderingene i denne rapporten.

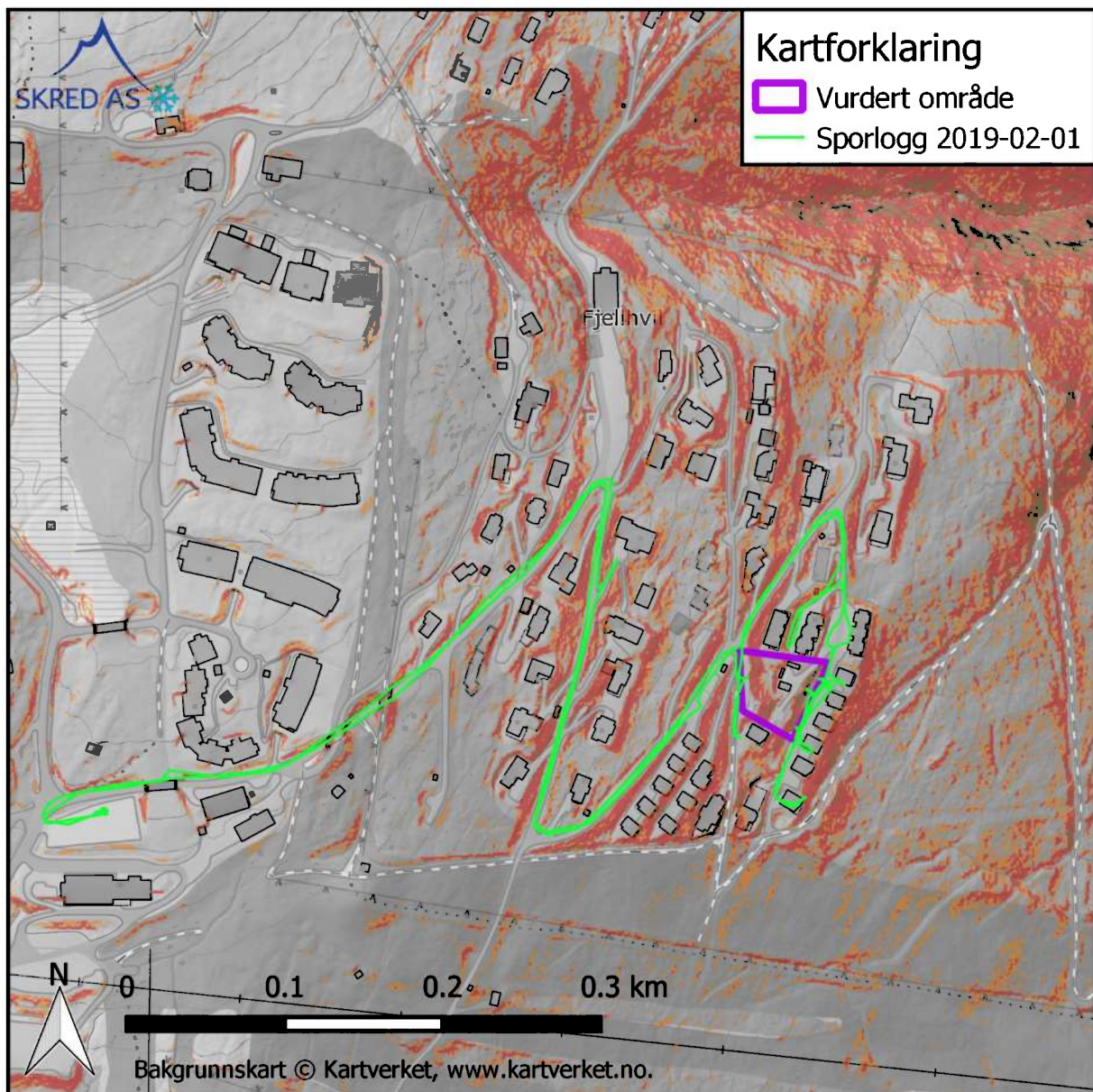
3 Skredfare

3.1 Beskrivelse av området

Planområdet er lokalisert midt i Norefjell alpinlandsby i Norefjell skisenter, Krødsherad kommune. Området er i utvikling og er delvis utbygd med hytter og leiligheter.

3.1.1 Topografi

Terrenganalysen er basert på en terrengmodell med celler på 1 x 1 m generert fra laserskanningsdata (LiDAR) utført i 2016 av Terratec, prosjektbetegnelse *NDH Krødsherad-Ringerike- Hole 5pkt 2016*. Kart med terrenghelning er vist i Figur 3.



Figur 3: Helningskart over området. Figuren viser også sporlogg fra befaringen.

Byggetomten ligger midt inne i Norefjell alpinlandsby og er omkranset av småveier, hytter og mindre leilighetsbygg. Området ligger i skrånende terreng mellom høyereliggende

fjellområde og Krøderen i dalbunnen, og gjennomsnittshelningen for det naturlige terrenget anslås til ca. 20°. Terrenget lokalt preges av påvirkning fra utbygging, og for å få flate tomter til hyttene er det anlagt fyllinger i skråningen. Dette har ført til lokale løsmasseskjæringer med helning mellom 30-45° og begrenset høydeforskjell (< 10 hm). Minst en av disse var støttet opp med store steinblokker (0,5 m³) i foten.

På tomten er det to slike bratte skjæringer, og det er flere på oversiden og nedsiden av tomten i områder som er bebygde.

3.2 Geologi

Ifølge NGUs berggrunnskart i 1:250 000 (NGU, 2019a) består øvre deler av den vurderte fjellsiden av kvartsitt, mens nedre deler består av amfibolitt, hornblende- og glimmergneis. Skille ligger på ca. 600 moh., men området er ikke detaljkartlagt.

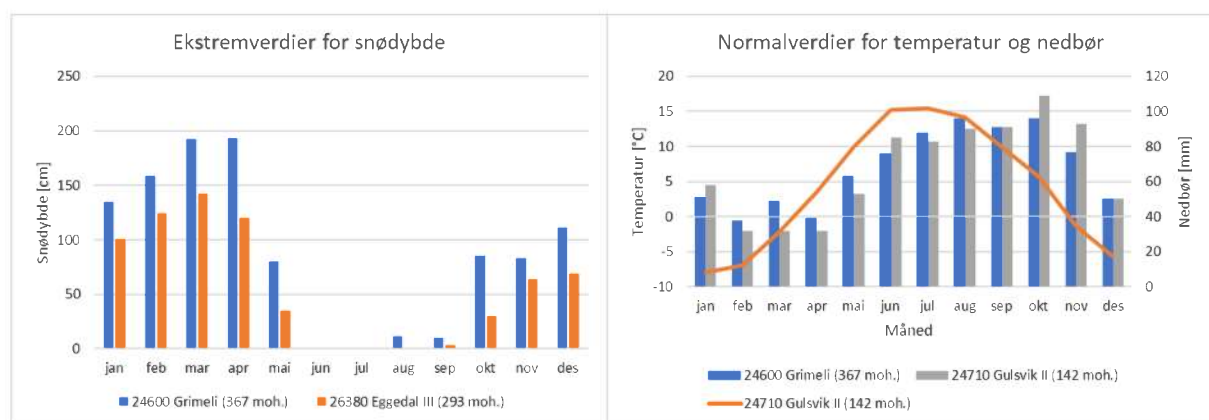
Ifølge NGUs løsmassekart består fjellsiden under 650 moh. av usammenhengende, tynt morenedekke (NGU, 2019b). Øvre deler av fjellsiden er kartlagt som morene med større mektighet, samt innslag av randmorene. Dybden av løsmasser er ikke kartlagt på tomten, men det anslås som grunt og mindre enn 5 m.

3.3 Vegetasjon

Området ligger under tregrensen. Det er i området en del storvokst gran, både i ubebygde områder i hyttefeltet og i terrenget rundt skisenteret. Disse bærer ikke preg av sigbevegelse. I kunstige skjæringer og hogstfelt er det yngre bjørkeskog og busker. I de bratte skjæringene på tomten bærer disse noe preg av sig i løsmassene.

3.4 Klima

Området har et kontinentalt klima med normal årsnedbør på 814 mm og negativ normal månedstemperatur fra november til mars. Mest nedbør faller sommer og høst. Nedbør og snømengder vil øke med høyden. Vindfordelingen på ulike værstasjoner er ofte styrt av lokale topografiske faktorer, som dalfører ol. Figur 4 og Figur 5 viser utvalgte klimadata for ulike stasjoner i Buskerud. Data er hentet fra Eklima (met.no, 2019).



Figur 4: Ekstremverdier for snødybde og månedlige normalverdier for temperatur og nedbør fra stasjonene Grimeli i Krødsherad kommune (367 moh.), Eggedal III i Sigdal (293 moh.), og Gulsvik II i Flå kommune (142 moh.). Data er hentet fra met.no (2019).

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 (%)

4

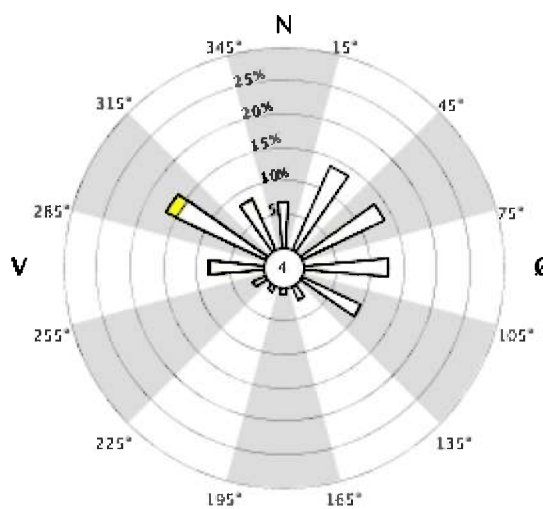


År: 2007 - 2019

jan, feb, mar, nov, 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)

24710 GULSVIK II



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 (%)

19

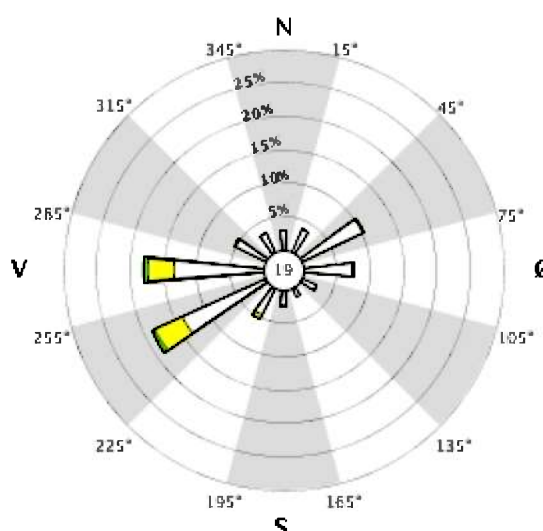


År: 2007 - 2019

jan, feb, mar, nov, 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)

29720 DAGALI LUFTHAVN



Figur 5: Frekvensfordeling av vind i månedene november-mars for henholdsvis Dagali lufthavn (798 moh.) og Gulsvik II i Flå kommune (142 moh.) (met.no, 2019).

3.5 Registrerte skredhendelser

I nasjonal skredatabase er det ikke registrert skredhendelser tilknyttet planområdet, men på vestsiden av Ravnås gikk det et snøskred 11. mars 1978 i forbindelse med en speidertur. 16 personer hadde gravd snøhuler i en skavl i Storelein. Skavlen brast og alle 16 ble tatt av skredet som var ca. 100 m langt, hvorav 2 personer omkom (NVE, 2019).

3.6 Tidligere skredfareutredninger

Vi er ikke kjent med tidligere skredfarevurderinger i direkte tilknytning til planområdet, men det er tidligere utført en skredfarevurdering for utvalgte områder i Noresund, Krødsherad kommune (NGI, 2012).

3.7 Eksisterende skredsikringstiltak

Ingen sikringstiltak mot skred er registrert i nasjonal skredatabase (NVE, 2019).

3.8 Vurdering av skredfare

3.8.1 Snøskred

Det er ikke potensielle løснеområder for snøskred fra naturlige fjellsider ovenfor det vurderte området. Mindre snøutglidninger fra vegetasjonsfrie skjæringer brattere enn 30° ovenfor det vurderte område kan forekomme, men eventuelle volum og utløp vil være begrenset til området rett nedenfor skjæringene.

Utløsning av mindre snøskred i de bratte skjæringene på dagens tomt, med helning mellom 30-40°, kan forekomme, spesielt dersom den sparsomme vegetasjonen fjernes. Volum og omfang vil også her være begrenset og det vurderes at sannsynligheten for utløsning er liten, og den vil minke med planlagt utvikling av tomten da høydeforskjellen på øvre brattskrent vil reduseres og den nedre vil delvis fjernes i forbindelse med planlagt bebyggelse.

Det vurderes derfor at sannsynligheten for snøskred er mindre enn 1/5000 i det vurderte området.

3.8.2 Sørpeskred

Sørpeskred utløses typisk fra slake og konkave terrengpartier der store snømengder kan akkumuleres og bli vannmettet, som følge av at naturlig drenering av smeltevann og regn hindres. Myrområder, tjern og vann kan i noen tilfeller ligge til rette for utløsning av sørpeskred. Derfra har sørpeskred en tendens til å følge bekkeløp og annet forsenket terreng ned mot dalbunnen. Enkle GIS analyser basert på tilgjengelig terrengmodell og uten kartlegging av stikkrenner etc., viser at ovenforliggende fjellområde i stor grad dreneres mot Djupedalsbekken og Sandumselva, henholdsvis nord og syd for det vurderte området. Det er ingen bekker eller dreneringskanaler som leder vann fra ovenforliggende fjellområder mot tomten.

Vi vurderer at den årlige sannsynligheten for sørpeskred er mindre enn 1/5000.

3.8.3 Løsmasseskred

Området består av morenemateriale med varierende mektighet med vesentlig gode friksjonsegenskaper. Dybden på avsetningene er ikke kartlagt, men den anslås til mindre enn

5 m i vurderinger gjort i forbindelse med oppstarten av områdeutviklingen (NGI, 2005). Hydrologiske analyser av dagens situasjon viser at ovenforliggende fjellområde i stor grad dreneres mot Djupedalsbekken og Sandumselva, henholdsvis nord og syd for det vurderte området, noe som i tillegg til gjennomsnittlig helning på fjellsiden gjør at sannsynligheten for naturlige jord- og flomskred vurderes som liten.

Det er i dag en rekke bratte løsmasseskråninger (30-45°) i forbindelse med utfylling av tomter og veier, også innad på tomten. Disse har en begrenset høydeforskjell på ca. 4 – 10 m og består av lokale masser. Utglidninger av løsmasser fra skjæringer langs vei og bebyggelse ovenfor det vurderte område vurderes å ha liten utstrekning og volum, og således ikke til å utgjøre en risiko for den kartlagte tomten.

Faren for betydelige skader fra løsmasseskred vurderes som lavere enn 1/5000.

Observasjoner av bøyde småtrær viser at det er sig i massene i de bratte skjæringene på tomten. Ved planlagt utbygging er det skissert at disse skjæringene vil få redusert den totale høydeforskjellen ved at bygningene planlegges gravd ned i løsmasser / fast fjell i bakkant. Dette støtter opp løsmassene i lokale områder av skråningen, men forutsetter da at bygningen/ bakveggen inn mot løsmassene er i stand til å stå imot jordtrykket som oppstår, noe som må håndteres ved detaljprosjektering av bygningsmassen. Faren for utglidninger vil derfor reduseres jamført med dagens situasjon. Eksisterende eller nye skjæringer brattere enn 25° bør revegeteres så raskt som mulig for å hindre erosjon.

3.8.4 Skred i fast fjell

Utfall av steinblokker krever skrenter i fjell eller steinholdige løsmasser med helning på minst 40 - 45°. Det er ingen naturlige løsneområder for steinsprang i fallinjen ovenfor det vurderte området, og den årlige sannsynligheten for steinsprang inn i planområdet vurderes å være mindre enn 1/5000.

3.8.5 Faresoner for skred

Vi vurderer at hele det vurderte området har en årlig sannsynlighet for skader fra skred som er mindre enn 1/5000.

4 Konklusjon

Alle skredtyper i bratt terreng er vurdert. Vår totalvurdering er at den vurderte tomten tilfredsstillende sikkerhetskravene for sikkerhetsklasse S3. Det er derfor ikke tegnet faresoner i området.

5 Referanser

met.no. (2019). *Eklima - meteorologisk institutts vær- og klimadata*. Hentet fra <http://eklima.no>

NGI. (2005). *Hytteområde Norefjell AP2, stabilitet av masser*. Teknisk notat.

NGI. (2012). *Noresund, Krødsherad. Kartlegging av faresoner i kommunedelplan*. NGI Rapport 20120943-01-R.

NGU. (2019a). *Nasjonal beggrunnsdatabase*. Hentet fra <http://geo.ngu.no/kart/berggrunn/>

NGU. (2019b). *Nasjonal løsmassedatabase*. Hentet fra <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>

NVE. (2019). *NVE Atlas*. Hentet fra <https://atlas.nve.no/>