

Oppdragsgiver	Navn Nyestølen Eigedom AS	Kontaktperson Trond Tystad
Oppdrag	Nummer og navn 19242-01-1 Lindås, Fyllingsnes - Skredfarevurdering for tre tomter i arealplan. GBnr. 214/94, 97 og 99.	Oppdragsleder Hans Georg Grue
Dokument	Nummer 19242-01-1 Utført av Hans Georg Grue	Dato 2019-05-07 Kontrollert av Andrea Taurisano

## Skredfarevurdering for tre boligtomter i arealplan på Fyllingsnes, Lindås kommune

### Sammendrag

Det er søkt om godkjenning av arealplan Nyestøltunet på Fyllingsnes 7 km nordøst for Knarvik i Lindås kommune. Aktsomhetssonene for snøskred og steinsprang dekker delvis de tre tomtene GBnr. 214/94, 97 og 99. Det ønskes derfor en detaljert skredfarevurdering for de tre boligtomtene.

Den dimensjonerende skredtypen i området er mindre løsmasseutglidninger i nedre del av skråningen over tomtene. Vi mener den årlige sannsynligheten for slike skredhendelser på de tre tomtene er lav, og mindre enn 1/1000. GBnr. 214/94, 97 og 99 tilfredsstillende derfor kravet til sikkerhet for boliger (S2).

## Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>4</b>
1.1	Bakgrunn	4
1.2	Mål	4
1.3	Befaring	5
1.4	Forbehold	5
<b>2</b>	<b>Krav til sikkerhet mot skred</b>	<b>6</b>
2.1	Lovverket	6
2.2	Aktuelle krav	7
2.3	Vurderte skredtyper	7
2.3.1	Snøskred og sørpeskred	7
2.3.2	Skred i fast fjell	7
2.3.3	Jordskred og flomskred	8
2.3.4	Skredfare og klimaendringer	8
<b>3</b>	<b>Beskrivelse av området</b>	<b>9</b>
3.1	Topografi	9
3.2	Geologi	10
3.3	Vegetasjon	10
3.4	Klima	10
3.5	Registrerte skredhendelser	10
3.6	Tidligere rapporter	10
3.7	Aktsomhetsområder	10
3.8	Eksisterende skredsikringstiltak	10
<b>4</b>	<b>Vurdering av skredfare</b>	<b>11</b>
4.1	Snøskred	11
4.2	Sørpeskred	11
4.3	Løsmasseskred	11
4.4	Skred i fast fjell	12
4.5	Faresoner for skred	14
4.6	Forutsetninger for faresonene	14
<b>5</b>	<b>Konklusjon</b>	<b>15</b>
<b>6</b>	<b>Referanseliste</b>	<b>16</b>

## Figurer

Figur 1: Lokaliseringen av den vurderte tomte i Gudbrandsdalen, 7 km nordøst for Knarvik. . 4

Figur 2: Kart over beregnet terrenghelning ved de tre tomtene på Fyllingsnes (lilla markering). Faresonene som har utløst krav om skredfarevurdering er merket med rød skravur. .... 9

- Figur 3: Eksempel på skråningene over tomtene. Bilde er tatt midt på 214/99 retning øst. En ser at det er et tynt løsmassedekke og at terrenget er for det meste er relativt slakt og godt bevokst av middels høy blandingskog. .... 12
- Figur 4: Eksempel på beregningsresultat med programvaren Rockyfor3d. Modellresultatet viser teoretisk utløpssannsynlighet med 50 steinsprangblokker fra hver 1x1 m celle i terreng brattere enn 45 grader. I modellen benyttes de konservative ruhetsparameterne i Rapid Auto modus, og en blokkstørrelse på 1 m<sup>3</sup>. Simuleringene viser at GBnr. 214/94 (Litlevågsbråtet 35) teoretisk er mest utsatt for steinsprang dersom blokker settes i bevegelse i brattpartiene på oversiden av tomtene. .... 13

## Tabeller

- Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde. Fra veileder til byggt teknisk forskrift, TEK17 (DiBK, 2018). .... 6

## 1 Innledning

### 1.1 Bakgrunn

Det er søkt om godkjenning av arealplan Nyestøltunet på Fyllingsnes 7 km nordøst for Knarvik i Lindås kommune (Figur 1). Aktsomhetssonene for snøskred og steinsprang (NVE, 2018) dekker delvis de tre tomtene GBnr. 214/94, 97 og 99. Det ønskes derfor en detaljert skredfarevurdering for de tre boligtomtene.



Figur 1: Lokaliseringen av de vurderte tomtene på Fyllingsnes, 7 km nordøst for Knarvik.

### 1.2 Mål

Skred AS er bedt om å utføre en skredfarevurdering for området vist i Figur 1. Dagens krav til sikkerhet mot skred, definert i TEK17 med veileder, skal legges til grunn for vurderingene.

### 1.3 Befaring

Ettersom vi har god bakgrunnsinformasjon om de lokale forholdene, har vi ikke gjennomført befaring i det aktuelle området. Skred AS mottok fotodokumentasjon fra de tre tomtene fra oppdragsgiver 2. mai 2019. Bildene er tatt under overskyet vær, med gode sikts- og fotograferingsforhold.

### 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 ved fotograferingstidspunktet, 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 Lowerket

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, 2018).

*Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde. Fra veileder til byggteknisk forskrift, TEK17 (DiBK, 2018).*

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

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

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

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

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

Kravet til sikkerhet for uteareal tilhørende bygninger, skal i utgangspunktet være lik kravet til bygningen. Allikevel åpner lovverket for å redusere sikkerhetsnivået til uteareal med en klasse, dersom dette vil gi tilfredsstillende sikkerhet for tilhørende uteareal. Momenter som må vurderes i denne sammenheng er blant annet eksponeringstiden for personer og antall personer som oppholder seg på utearealet.

## 2.2 Aktuelle krav

Det er opp til kommunen å vurdere aktuelle krav til sikkerhet. I retningslinjene til TEK17 er det gitt ulike eksempler, nevnt ovenfor. Boliger og boligtilbygg over 50 kvm. skal tilfredsstillere kravene i sikkerhetsklasse S2 (1/1000). Eventuelle uthus og garasjer skal tilfredsstillere kravene i sikkerhetsklasse S1 (1/100). Krav til uteareal kan muligens, etter en risikovurdering, reduseres til S1.

## 2.3 Vurderte skredtyper

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

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

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

### 2.3.1 Snøskred og sørpeskred

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

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

### 2.3.2 Skred i fast fjell

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

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

### 2.3.3 Jordskred og flomskred

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

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

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

### 2.3.4 Skredfare og klimaendringer

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

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

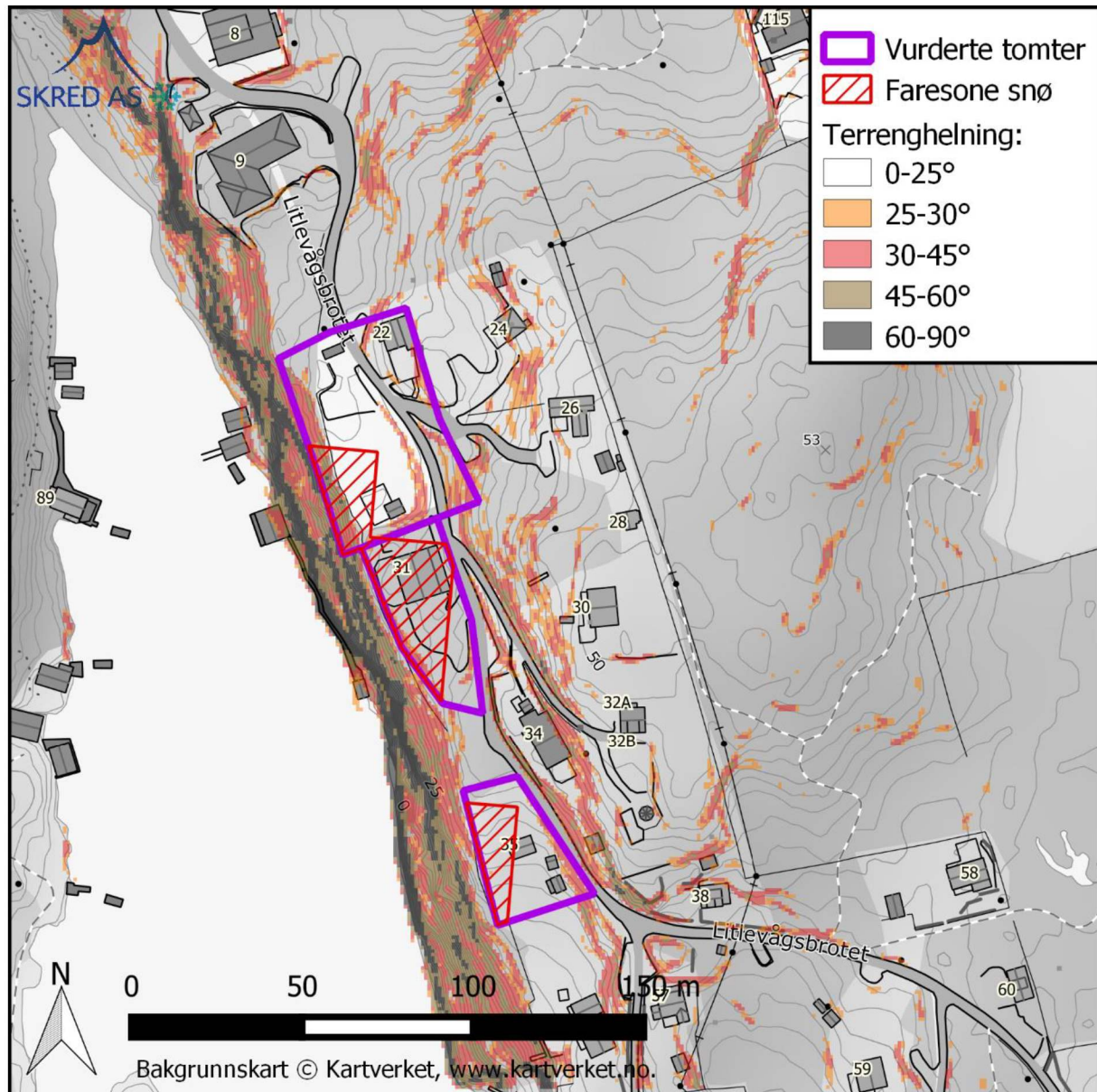


### 3 Beskrivelse av området

De tre tomtene er lokalisert på halvøya Fyllingsnes i Lindås, mellom sjøen og halvøyas høyeste punkt. (Figur 1).

#### 3.1 Topografi

Terrenganalysen er basert på en detaljert terrengmodell med horisontal oppløsning på 1 m x 1 m, avledet fra 5 pkt LIDAR-data innhentet i 2018 ([www.hoydedata.no](http://www.hoydedata.no)). Kart med terrenghelning er vist i Figur 2.



Figur 2: Kart over beregnet terrenghelning ved de tre tomtene på Fyllingsnes (lilla markering). Aktsomhetssonene som har utløst krav om skredfarevurdering, er markert med rød skravur.

De vurderte boligtomtene er lokalisert på en flate 30-35 moh. på oversiden av en tilnærmet like høy skrent som har fallretning mot vest og sjøen nedenfor. Strandlinja er 15-25 meter vest for tomtegrensene. Fra de tre tomtene er det ca. 20 høydemeter opp til halvøyas høyeste punkt på 53 moh. ca. 100 m mot øst/nordøst. Terrenghelningen er, utenom de nærvertikale vegskjæringene, 25-40 grader over kortere distanser i nedre del av skråningen.

### 3.2 Geologi

Berggrunnen i området er kartlagt i målestokk 1:50 000 (NGU, 2019a). Berggrunnen i det aktuelle området består av amfibolske gneiser, anortositt og gabbro tilhørende Lindåsdekket.

Ifølge NGU løsmassekart i 1:250 000 (NGU, 2019b) er det bart fjell og stedvis løsmasser, i hovedsak morenemateriale. Flyfoto og foto fra stedet indikerer at det stort sett er et tynt løsmassedekke i store deler av skråningen.

### 3.3 Vegetasjon

Vegetasjonen i området er i hovedsak middels høy blandingskog der det ikke er opparbeidede hager og veger. Sammenligning av flyfoto tatt mellom 1951 og 2018, viser at det har blitt etablert middels høy blandingskog i skråningen over tomtene mot nordøst.

### 3.4 Klima

Klimaet i Lindås kommune er nedbørrikt og mildt, typisk for kystområder i Hordaland.

### 3.5 Registrerte skredhendelser

I NVE Atlas (NVE, 2019) det registrert flere mindre steinsprang- og jordskredhendelser ved Hellesvåg, i hovedsak på veg og derfor av begrenset relevans for denne skredvurderingen. De større hendelsene er i skråninger med høyrere relieff enn ved de tre tomtene. På Fyllingsnes er det kun registrert ett isnedfall i en vegskjæring.

### 3.6 Tidligere rapporter

Skred AS kjenner ikke til tidligere skredfarevurderinger fra dette området.

### 3.7 Aktsomhetsområder

De vurderte boligtomtene er delvis dekket av aktsomhetssoner for snøskred og steinsprang (NVE, 2019). Aktsomhetssonene er generert av skrenten nedenfor tomtene, og skyldes aktsomhetssonenes grove struktur. Iht. TEK17 er vi likevel forpliktet til å vurdere alle skredtyper på de tre tomtene.

### 3.8 Eksisterende skredsikringstiltak

Det er ikke registrert sikringstiltak i NVE Atlas (NVE, 2019), og ingen ble observert i flyfoto.

## 4 Vurdering av skredfare

### 4.1 Snøskred

I den vestvendte skråningen øst for tomtene er kun de nedre deler bratt nok til at snø i teorien kan gli ut. Høydeforskjellen er kun 10-15 meter så det er kun mindre utglidninger som kan inntreffe, og vi mener de eventuelle snømassene ved de to sørligste tomtene vil stanse på vegen (Litlevågsbråtet). Eventuelle utglidninger av snø ovenfor den nordligste tomte vil stanse på utflatingen øst for tomte. I tillegg er det ingen snøskredhistorikk her, og de potensielle løsmassene er for det meste dekket av relativt tett skog, så sannsynligheten for utløsning av snøskred med et visst skadepotensiale vurderes her som svært lav.

Derfor vurderer vi at den årlige sannsynligheten for skader fra snøskred på de vurderte tomtene er lavere enn 1/1000.

### 4.2 Sørpeskred

Sørpeskred kan oppstå under ulike terreng- og hydrologiforhold, og utløses etter forskjellige mekanismer. I likhet med andre skred styrt av høyt vanninnhold (eks. flomskred) har sørpeskred en tendens til å følge terrengforsenkninger som bekkeløp og raviner. De kan typisk utløses i konkave terrengformer der det kan akkumuleres store mengder snø og det er treg avrenning som gir oppdemming dersom det tilføres betydelige vannmengder fra oppstrøms nedbørfelt under spesielle nedbør og temperaturforhold i vinterhalvåret.

I skråningen over de vurderte tomtene mener vi det er meget lav sannsynlighet for sørpeskred med skadepotensiale, ettersom nedbørfeltet er svært begrenset i utstrekning og bevokst med skog.

Vi mener derfor at den årlige sannsynligheten for skader fra sørpeskred på tomtene er lavere enn 1/1000.

### 4.3 Løsmasseskred

Det er registrert flere løsmasseskred og utglidninger ved Hellesvåg (Avsnitt 3.5). Større skredhendelser i form av jordskred og flomskred krever en viss tykkelse på løsmassedekket, større nedbørfelt og et høyere relieff slik at et større volum løsmasser kan settes i bevegelse slik skredhistorikken indikerer f.eks. ved Hellesvåg. I skråningen over tomtene er løsmassedekket tynt, og nedbørfeltet lite, og det ingen tydelige spor etter utglidninger av løsmasser. Fotogrunnlaget og kvartærgeologisk kart tilsier at det stedvis er et tynt løsmassedekke, og enkelte steder bratt nok til at løsmasser i sjeldne tilfeller kan settes i bevegelse. Sjeldne og begrensede utglidninger kan derfor ikke helt utelukkes i de nedre brattere deler av skråningen, men disse vil i de aller flest tilfeller stanse i veggroft/veg eller på utflatinger i terrenget bak tomtene som beskrevet i snøskredavsnittet (Avsnitt 4.1).

Vi mener derfor at den årlige sannsynligheten for skader fra løsmasseskred på de vurderte tomtene er lavere enn 1/1000.



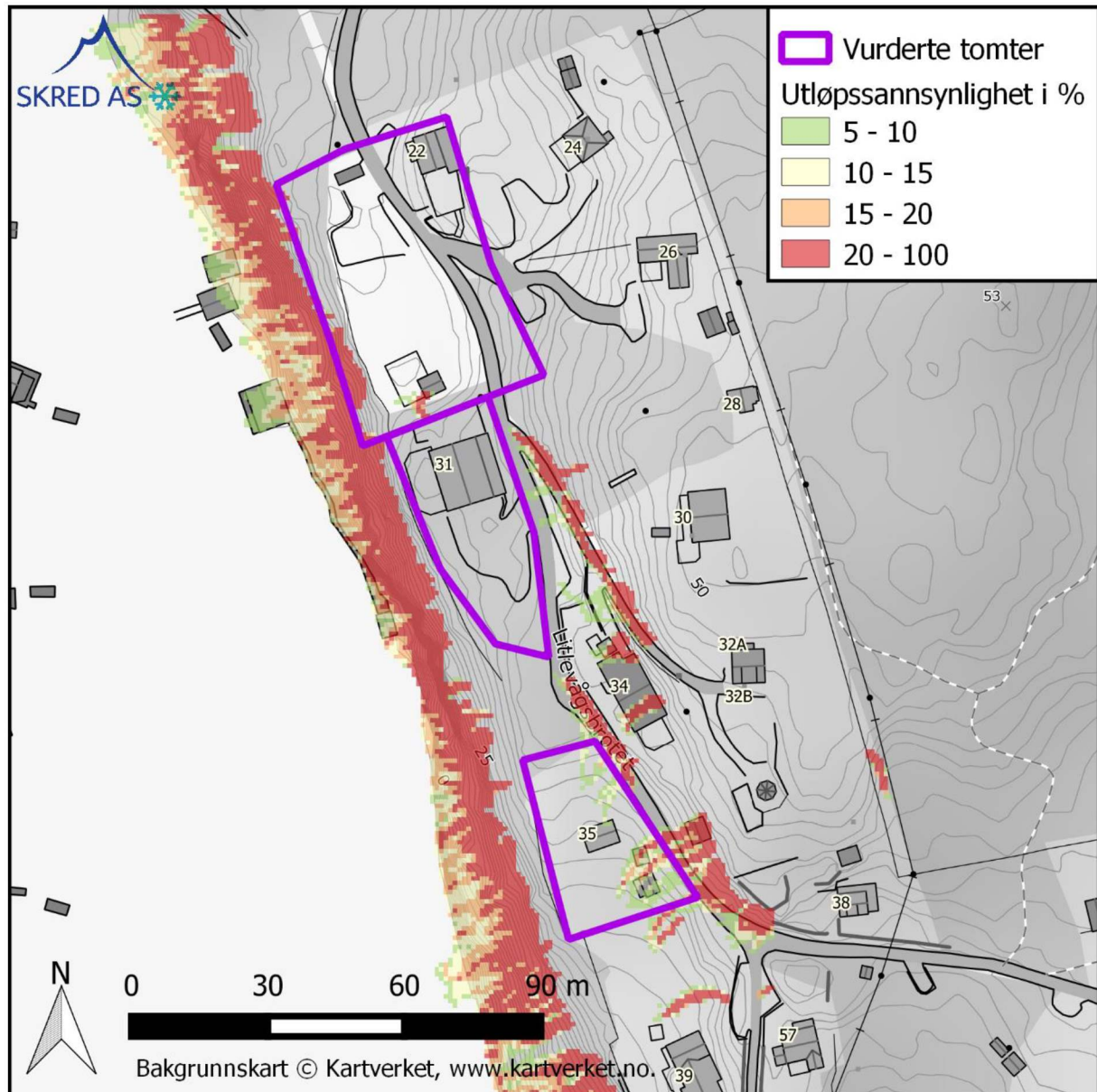
*Figur 3: Eksempel på skråningene over tomtene. Bildet er tatt midt på 214/99, retning øst. En ser at det er et tynt løsmassedekke og at terrenget for det meste er relativt slakt og godt bevokst av middels høy blandingsskog.*

#### 4.4 Skred i fast fjell

Over de vurderte tomtene er det svært begrensede arealer der den naturlige skråningen er brattere enn 40-45°, som er den minste helningen der steinblokker vanligvis kan løsne. Disse arealene berører i første rekke 214/94 og 97. For det meste er det vegskjæringene som er brattere enn dette, og disse er ikke en del av det naturlige terrenget som skal vurderes iht. TEK17. Utfall fra skjæringen mener vi uansett i all hovedsak vil stanse i vegbanene nedenfor. Disse områdene er for de meste bebygd og bearbeidet så det er ingen spor etter eventuelle steinsprangblokker. Vi mener på grunn av få egnede løsneområder og skogens stabiliserende og bremsende effekt at sannsynligheten for steinsprang mot de tre tomtene er meget lav.

Som et supplement til disse terrengvurderingene har vi gjennomført relativt konservative modelleringer i programvaren Rockyfor3d (Dorren, 2015) med blokker på 1m<sup>3</sup>, og disse viser at eventuelt steinsprang fra vegskjæringene stopper i vegbanene nedenfor. Øst for den sørlige enden av GBnr. 214/94 har modellen plukket ut løsneområder som ikke er reelle. Disse løsneområdene samsvarer nemlig med en bygning som feilaktig fremstår som en skrent når bygninger er filtrert vekk i terrengmodellen (Figur 4).

Den årlige sannsynligheten for skader fra steinsprang på de vurderte tomtene vurderer vi derfor som lavere enn 1/1000.



Figur 4: Eksempel på beregningsresultat med programvaren Rockyfor3d. Modellresultatet viser teoretisk utløpssannsynlighet med 50 steinsprangblokker fra hver 1x1 m celle i terreng brattere enn 45 grader. I modellen benyttes de konservative ruhetsparameterne i Rapid Auto modus, og en blokkstørrelse på 1 m<sup>3</sup>. Simuleringene viser at GBnr. 214/94 (Litlevågsbråtet 35) teoretisk er mest utsatt for steinsprang dersom blokker settes i bevegelse i brattpartiene på oversiden av tomtene.

#### 4.5 Faresoner for skred

Den dimensjonerende skredtypen i området er mindre løsmasseutglidninger. Vi mener den årlige sannsynligheten for slike skredhendelser på de tre tomtene er lav, og mindre enn 1/1000. Det er derfor ingen faresoner for skred på noen av tomtene.

#### 4.6 Forutsetninger for faresonene

Dersom det gjennomføres flatehogst i skråningen over tomtene vil den årlige sannsynligheten for skred øke marginalt, men ikke så mye at den øker utover 1/1000 per år.

## 5 Konklusjon

Den dimensjonerende skredtypen i området er mindre løsmasseutglidninger i nedre del av skråningen over tomtene. Vi mener den årlige sannsynligheten for slike skredhendelser på de tre tomtene er lav, og mindre enn 1/1000. GBnr. 214/94, 97 og 99 tilfredsstiller derfor kravet til sikkerhet for boliger (S2).

## 6 Referanseliste

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. (2018). *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)*.

NGU. (2018). *Nasjonal berggrunnsdatabase*. Hentet fra <http://geo.ngu.no/kart/berggrunn/>

NGU. (2018). *Nasjonal løsmassedatabase*. Hentet fra <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>

NVE. (2018). *Skredatlas*. Hentet fra <https://atlas.nve.no/>

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