

NOTAT - SKREDFAREKARTLEGGING

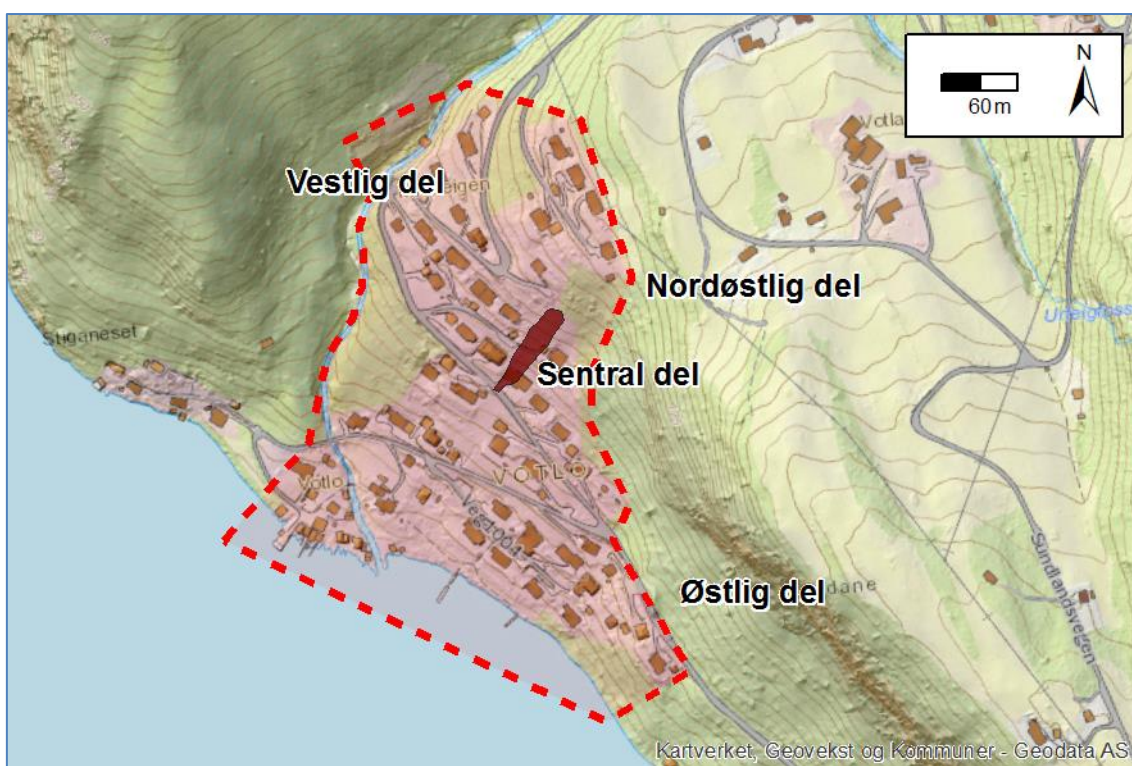
KUNDE / PROSJEKT Osterøy kommune Votlo - Skredkartlegging og overvann		PROSJEKTLEDER Øystein Strand Lohne	DATO 17.01.2018
PROSJEKTNUMMER 56732002	DOKUMENTNUMMER 56732002-N01-A01	OPPRETTET AV Espen Eidsvåg	REV. DATO
UTARBEIDET AV NAVN Espen Eidsvåg	SIGNATUR	KONTROLLERT AV NAVN Øystein Strand Lohne	SIGNATUR

DISTRIBUSJON: **FIRMA**
TIL: Osterøy kommune
KOPI TIL:

NAVN
Roald Hovden

Innledning

Den 7. desember 2017 løsnet et jordskred som traff en bolig og krevde ett menneskeliv på Votlo i Osterøy kommune. Skredet skjedde i forbindelse med store nedbørsmengder. I etterkant har Osterøy kommune engasjert Sweco for å kartlegge skredfaren i det omkringliggende området (Figur 1). Større deler av området ligger innenfor NVE sine aktsomhetskart mot skred [1].



Figur 1: Oversiktskart som viser skredhendelsen på Votlo den 7. desember 2017 i brunt og området som er kartlagt med tanke på skredfare i rødt (stiplet omriss). De ulike delene av området som er beskrevet i teksten er også indikert på kartet.

Metodikk

Arbeidet er utført med hensikt å kartlegge faresoner for skredfare som tilsvarer med største aksepterte skredfare for bygg i sikkerhetsklassene S1, S2 og S3 i TEK 17 § 7-3 [2]. Forskriften, samt relevante skredtyper som er kartlagt her er omtalt nærmere i vedlegg 1. Notatet bygger på rapportmal utarbeidet av NVE for kartlegging av skredfare i bratt terreng og følger for øvrig NVE sin veileder for kartlegging av skredfare i bratt terreng [1].

Tidlig i arbeidet ble det gjennomført en analyse av tilgjengelige, digitale kartdata [3, 4], blant annet analyse av terrenghelning og retning på overflatedrenering (vedlegg 2). Det er også utført en befaring i området av geologene Espen Eidsvåg og Øystein Strand Lohne den 20. desember 2017. I etterkant av befaring er observasjoner som har relevans for skredfaren inntegnet i kart (vedlegg 3). Det er også gjort enkelte modelleringer av utløpslengder for skred ved hjelp av programvaren ELine [6] og RockyFor3D for steinsprang [5] og programvaren RAMMS for jordskred [6]. Basert på omtalt informasjon og analyser er det gjort en faglig vurdering av skredfaren som resulterer i faresonene i vedlegg 4.

Dette notatet omtaler skred fra naturlig terreng innenfor det kartlagte området. En oversikt over fyllinger, murer og andre inngrep i naturen som kan medføre stabilitetsutfordringer er gitt i eget notat. Utfordringer knyttet til overvann er også omtalt i et eget notat fra Sweco.

Beskrivelse av området

Området som er kartlagt er avgrenset i samråd med Osterøy kommune og omfatter størsteparten av boligfeltet ved Votlo, med unntak av husene ut mot Stiganeset. I vest er området avgrenset i stor grad av elva Votlo. Området er på det lengste om lag 500 m bredt, målt på tvers av skråningshelningen. De ulike delene av området som er omtalt i kapittelet er vist på kartet i Figur 1.

Topografi og helning

Inne blant boligene i området er terrenget for det meste slakere enn 25-30°, med unntak av enkelte kunstige graveskråninger, fyllinger og murer.

I den østlige delen av området er terrenget over bebyggelsen for det meste 35-45° et stykke oppover skråningen, men med betydelige, stedvis vertikale klipper i overkant (Figur 2). I den sentrale delen av området er terrenget for det meste også bratt, men kun unntaksvis brattere enn 45° og for det meste mellom ca. 30-40°. Lengre oppe i skråningen, i den nordøstlige delen av området avtar brattheten noe, men også her finnes det større partier som er brattere enn 30°, samt enkelte skrenter som er brattere enn 45°.

Langs elva Votlo er det bratte skråninger på opptil 10-15 m høyde, stedvis med over 60° helning. Vest for elva slaker terrenget stort sett av i et lite parti, men blir høyere oppe i skråningen brattere igjen med store partier med helninger på 25-45°, samt enkelte brattere skrenter.



Figur 2: Høye skrenter i skråningen over den østligste delen av området. I forgrunnen sees relativt grove urmasser som trolig stammer fra steinsprang fra skrentene i overkant.

Berggrunn

Berggrunnen i området består ifølge NGU sine berggrunnsgeologiske kart av «granittiske, syenittiske og monzonittiske dypbergarter, for det meste charnockitter/granulitter» som tilhører Lindåsdekket i Bergensbuene [8].

Berget er kun eksponert noen få steder i området. I skrentene over den østlige delen av området er berget eksponert skrentene, og viser at det finnes flere sprekkeseett i berget. Sprekkesettet som virker å være dominerende i berget faller skrått utover langs skråningen, anslagsvis ca. 30°. Det er observert flere andre sprekkeseett i skrentene som gjør at det kan avløses ganske store steinblokker, og som stedvis gjør at det har blitt dannet overheng i skrentene.

Løsmasser

NGU har kartlagt løsmassene i området som bart fjell [9], men det bemerkes at denne kartleggingen er gjort for målestokken 1:250 000. I felt er det imidlertid gjort en rekke observasjoner av løsmasser.

I den østligste delen av området er det en grov ur som strekker seg oppover fra veien og opp til noen høye bergklipper i overkant (Figur 3). Uren består i nedre del av blokker på opptil flere m³. Veien som går gjennom området ser ut til å være bygget delvis inn i foten på denne uren, altså at det stedvis kan være fjernet noe urmasser i fronten. På nedsiden av veien er det også observert blokk, men opprinnelsen på disse er mer usikker. Urmassene ligger som et tilnærmet sammenhengende belte i terrenget i underkant av skrentene, men utstrekningen avtar mot vest etter hvert som høyden på de overliggende skrentene også avtar.



Figur 3: Urmasser rett over veien i den østligste delen av området. Blokkene stammer trolig fra steinsprang. De største blokkene i området er flere m³.

I den sentrale delen av området, i nærheten av der hvor skredet gikk 7. desember er det flere andre gresskleddede bakker hvor det tilsynelatende er et sammenhengende løsmassedekke i terrenget som er brattere enn 25-30° (Figur 4). Spesielt ca. 50 m øst for skredgropen er det partier med løsmasser som ligger svært bratt til, stedvis i terrenget som er 35-45°. I skredgropen etter det løsnede skredet fremgår det at det øverste laget på ca. 0,5 m i løsmassene hovedsakelig består av jord- og torvmasser. I underkant av dette er det et kompakt morenelag av ukjent mektighet. Basert på hvordan større deler av området er dekket av et sammenhengende morenedekke er det grunn til å tro at morenelaget stedvis kan være relativt dypt.



Figur 4: Et eksempel på det bratte, løsmassedekkede terrenget som preger den sentrale delen av området. Bildet er tatt mot nordvest fra et punkt rett i overkant av skredgropen fra skredet som gikk den 7. desember 2012.

I den nordøstlige delen av området, i øvre del av skråningen, er terrenget slakere og med betydelig mindre løsmasser. Her stikker det også frem berg flere steder i mindre skrenter (Figur 5). Det er observert spor etter mindre utrasinger av mindre steinblokker, men da med utløp bare noen få meter fra skrentene.

I skråningen vest for elva Votlo er det stedvis observert åpne grasmarker hvor det tilsynelatende er et sammenhengende løsmassedekke som antas å bestå primært av morenemasser. Inne i skogen over disse er det imidlertid observert en del berg i dagen, stedvis i mindre skrenter. I dette samme området er det en eldre bygning (Sundlandsvegen 38) som har enkelte mindre steiner liggende nær den øvre husveggen, samt et sår i veggen som kan skyldes et mindre steinsprang.

Langs elva Votlo er det observert mye berg i dagen, og denne virker primært å være erodert ned i berg og ikke i løsmasser. Det er imidlertid observert noe løsmasser langs elvebreddene, for eksempel rett nedstrøms for broen nær fjorden hvor det ligger en ansamling med blokk av ukjent opprinnelse (Figur 6). Det er også observert noen tegn på steinsprang fra bergskråningene langs elven som har gått ned til elven eller dens bredder.

På kartet virker det som om utløpet av elven er omkranset av en vifteform, men vi har verken observert løsmasser som tydelig bekrefter at det er en elvevifte, og heller ikke berg i dagen som avkrefter det. Generelt kan det sies at det ikke er observert løsmasseformer som tyder på skredaktivitet i elveløpet. De stedene lenger oppover elveløpet hvor det er løsmasser i

elveskråningene ligger disse for det meste bratt, og det er stedvis observert arr etter mindre utrasinger av løsmasser ned i elva.



Figur 5: Et tynt løsmassedekke preger den øvre, nordlige delen av området. Her vises en liten bergskrent hvor det har løsnet mindre blokker. Blokkene har stoppet kun noen få meter i underkant.



Figur 6: En ansamling med løsmasser langs bredden av elva Votlo rett nedstrøms for broen.

Drenering

Foruten elva Votlo er det ingen kartlagte elver eller bekker i området som ligger inne på topografiske kart [5]. Ved hjelp av en enkel beregning av overflatedrenering er det estimert hvilke løp vann i terrenget vil ta, og dette er vist i helningskartet i vedlegg 2. Det er ikke observert bekker eller drensløp i overflaten på feltbefaring.

For øvrig henvises det til egen rapport om overvann fra Sweco for mer om temaet.

Vegetasjon

Inne i selve området som er kartlagt for skredfare er det lite vegetasjon, kun sporadiske trær og busker, samt hagevekster. I skråningene i vest og øst er det imidlertid en del blandingsskog, men også flere steder åpne grasmarker, for eksempel der hvor skredet løsnet 7. desember 2017. I skråningen vest for elva Votlo er det i et større område en granskog, stedvis i bratt terreng.

Klima

Det eksisterer ingen metrologiske stasjoner i nærheten av Votlo. Det er derfor benyttet den meteorologiske stasjonen på Florida i Bergen, selv om det åpenbart vil være lokale forskjeller både geografisk og i tid.

Sweco har i forbindelse med skredhendingen den 7. desember mottatt nedbørsdata fra Anders Vatlø som bor på Votlo. Disse målingene tilsier at det kom opptil 140 mm nedbør døgnet før raset den 07.12.17 (Tabell 1). I perioden fra 6.-8. desember kom det i Vatløes målinger 175 mm.

Tabell 1. Nedbørsdata fra Votlo (kilde: Anders Vatlø)

Periode	Målt nedbør (mm)
Mandag 4 desember til onsdag den 6 des kl 0600	35
Onsdag 6/12 kl. 0600 -1600	45
Onsdag 6/12 kl. 1600 - 2300	45
Onsdag 06/12 kl 2300- torsdag 07/12 kl 0600	50
Torsdag 07/12 kl 0600 - 1600	35

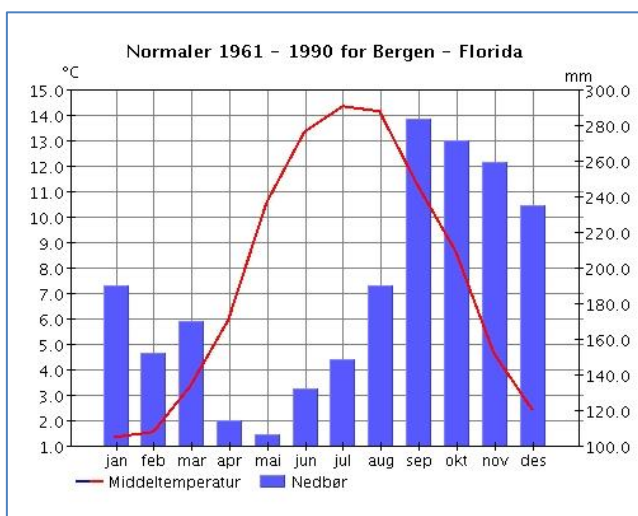
For et mer overordnet bilde på det regionale klimaet er det også gjort en klimaanalyse for Bergenområdet. Det er hentet klimadata fra Meteorologisk institutt for målestasjonen Bergen – Florida [6]. For statistikk om vind er det brukt data fra stasjonen Bergen – Flesland for å unngå effekten av lokaltopografi og dermed få mer korrekte data om de regionale vindforholdene.

Dataene viser at klimaet i Bergensområdet er relativt mildt og marint med en årsmiddeltemperatur på 7,6°C og en årsmiddelnedbør på 2250 mm i normalperioden 1961-1990 [6]. Mye av nedbøren kommer i løpet av høstmånedene (Figur 7).

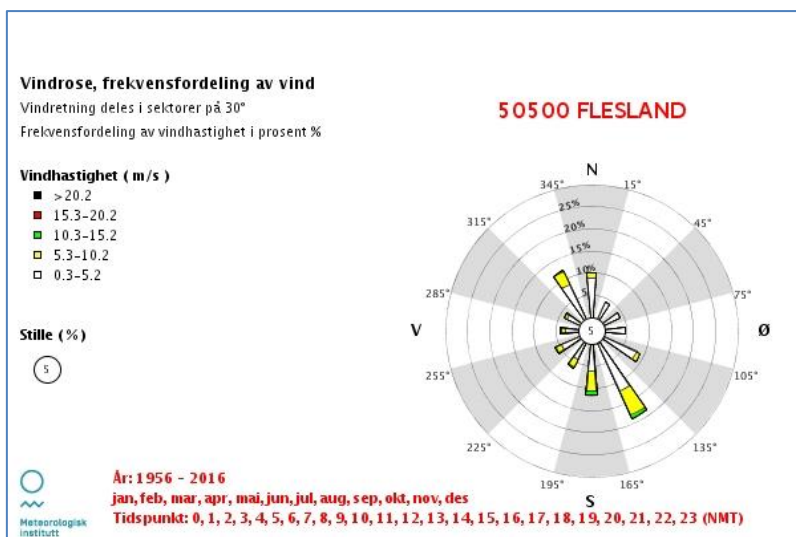
I perioden 1949-2017 var den mest ekstreme 1-døgns nedbørshendelsen den 14. september 2005 da det kom 156,5 mm nedbør. Dette var også den mest ekstreme 3-døgns nedbørshendelsen, da det i løpet av 14-16. september 2005 kom 182,8 mm nedbør. Til sammenligning ble det ved målestasjonen Bergen – Florida målt 148,1 mm nedbør i løpet av 6.-

8. desember 2017 da skredet i området gikk, noe som gjør det til den fjerde mest ekstreme nedbørsperioden siden 1949. Påregnelig, maksimal nedbør med returperioder 100 og 1000 år beregnet etter Gumbel-metoden er henholdsvis 154 og 197 mm i løpet av 1 døgn. Tilsvarende verdier for 3-døgnsnedbør er 189 og 226 mm.

Det dypeste snødekket som er målt mellom 1949 og 2017 var den 25. februar 2010, da det lå 61 cm snø. Dominerende vindretning ved målestasjonen Bergen – Flesland er fra sør-sørøst (Figur 8).



Figur 7: Middeltemperatur- og nedbør i Bergen i normalperioden 1961-1990 [6].



Figur 8: Dominerende vindretninger ved målestasjonen Bergen - Flesland.

Historiske skredhendelser

Foruten den omtalte hendelsen den 7. desember 2017 er det ingen kjente skredhendelser i området i NVE sin skreddatabase [1]. Det foreligger informasjon om setninger og ras i skjæringer i områder, men Sweco har ikke funnet informasjon om tidligere skredhendelser fra naturlig terreng i området.

Eksisterende skredfarevurderinger

Det er så vidt Sweco kjenner til ikke tidligere utført noen skredfarevurderinger innenfor det kartlagte området.

Eksisterende skredsikringstiltak

Det er ikke fremkommet informasjon om tidligere utførte skredsikringstiltak i eller nær området gjennom våre undersøkelser.

Vurdering av skredfare

I det følgende er det gjort vurderinger av de ulike skredtypene som er aktuelle for området. Ytterligere beskrivelse av de ulike skredtypene er gitt i vedlegg 1. Oppsummering av vurderingene som er redegjort for under er gitt i faresonekartet i vedlegg 4.

Steinsprang/steinskred

I den østlige delen av området er det mulig å få utløsning av større steinsprang i de høye skrentene i øvre delen av skråningen. Det er også tydelige tegn på at det har gått steinsprang tidligere, og størrelsen på blokkene i uren i underkant tyder på at enkelte av disse utrasingene har vært ganske store. Det er mulig det også har vært spor etter steinsprang lenger nede i skråningen, men det vil i så fall ha blitt fjernet i forbindelse med etableringen av bebyggelsen i nedre del av skråningen. Både statistiske modeller [11] (siktevinkel fra topp av løsneområde) og dynamiske modeller [6] tyder på at mange skred kan nå ned til veien og bebyggelsen i denne østre delen av området. Spesielt dersom det løsner større bergpartier i skråningen vil skred kunne nå langt. I ekstreme tilfeller vurderer vi at steinsprang kan nå helt ned til sjøen i denne delen av området.

Faresonene i vedlegg 4 viser dermed at veien er utsatt for steinsprang med årlig sannsynlighet større enn 1/100. Flere av byggene nærmest veien vurderes utsatt for steinsprang med større årlig sannsynlighet enn 1/1000. Hele skråningen i underkant av bergskrentene ned til sjøen vurderes utsatt for steinsprang med større sannsynlighet enn 1/5000.

Langs elva Votlo er det stedvis bratte elveskjæringer, både i løsmasser og i berg. Flere steder er det her observert mindre steinsprang nær elven. Også fra skråningen vest for elven er det en viss fare for steinsprang fra mindre skrenter noe høyere oppe. Vi vurderer at den årlige nominelle sannsynligheten for steinsprang her er større enn 1/1000, og stedvis i noen bratte skrenter også større enn 1/100.

Øvrige deler av det kartlagte området vurderes å ikke være utsatt for steinsprang.

Jordskred

Jordskredet den 7. desember 2017 viser at grasbakkene i den sentrale delen av området kan være utsatt for denne typen skred. Vi har gjennom befaring og terrengeanalyser identifisert at det også finnes flere partier rett i nærheten av skredgropen hvor terrenget kan være utsatt for jordskred. Her også finnes det et jordlag av antatt mektighet på 0,5-1 m som ved ekstreme nedbørshendelser vil kunne bli så vannmettet at det raser ut.

Ved hjelp av programvaren RAMMS Debris Flow har vi analysert utløpslengder for slike skred. Vi har kalibrert modelleringene ved hjelp av skredhendelsen 7. desember 2017. Modelleringene viser at skred fra terrenget rett ovenfor og sør for skredgropen for det meste vil ha tilsvarende utløpslengder, dvs. omtrent ned til veien. Ved svært ugunstige forhold vil imidlertid jordskred kunne gå noe lenger og nå nedenfor veien. Faresonene for jordskred med årlige sannsynligheter 1/100, 1/1000 og 1/5000 er tegnet deretter.

Langs kanten av elva Votlo er det flere bratte løsmasseskråninger, og som omtalt er det også observert tegn på eldre skredgroper her. Det er imidlertid observert mye berg i dagen langs elveløpet, og det er dermed veldig lite sannsynlig at det kan komme store utrasinger av løsmasser i størrelsesordenen flere tusen kubikkmeter som totalt vil demme opp hele elveløpet. Det kan imidlertid rase ut mindre lommer med løsmasser på noen titalls og kanskje opptil noen få hundre kubikkmeter som går ned i elveløpet. Det vurderes å være fare for mindre jordskred langs elvekantene, med større årlig sannsynlighet enn 1/100 og 1/1000. Disse faresonene er delvis sammenfallende med faresonene for steinsprang langs elvekantene. Dette gjelder elveskråningene både på østlige og vestlige side av elva Votlo. Også noe høyere oppe i skrånningen i vest kan det løsne jordskred som går ned i elva.

Det er ikke vurdert å være fare for jordskred i andre deler av det kartlagte området.

Flomskred

Det er ikke observert noen løp eller avsetninger etter flomskred i eller nær det kartlagte området. I elva Votlo er det som omtalt over fare for jordskred som går ned i elveløpet. Elveløpet er svært dypt, for det meste 5-10 m nedskåret i terrenget i forhold til terrenget rundt. Bredden på elveløpet er for det meste også 5 m eller mer. Selv om jordskred og steinsprang vil kunne føre til tilførsel av masser i elveløpet er det lite sannsynlig med større oppdemming som fører til betydelig oppstuvning av vann med påfølgende dambrudd og flomskred nedover elven. Mest sannsynlig vil masser fra eventuelle jordskred som går i elveløpet bare eroderes av elva.

Vi vurderer derfor at sannsynligheten for flomskred i elveløpet er mindre enn 1/1000. I ekstreme tilfeller kan muligens en oppdemming av stor nok skala til at det får betydning nedstrøms oppstå, vi har vurdert sannsynligheten for dette til å være større enn 1/5000.

Vi har ikke vurdert sannsynligheten for «vanlig» flom langs elveløpet. Vi bemerker likevel at faren for skader på nærliggende bebyggelse som følge av flom, spesielt i den nederste delen av elveløpet kan ha både større sannsynlighet og utbredelse enn det flomskred har i dette området.

Snøskred

Klimatisk vil forholdene som skal til for at snøskred kan forekomme opptre ganske sjeldent så nær til havnivå, men de kan ikke fullstendig utelukkes. Nominell årlig sannsynlighet for at skred kan løsne i egnede partier vurderes ut fra de klimatiske forholdne å være mindre enn 1/1000.

Det er identifisert et parti i den østlige delen av området hvor en større del av skråningen er om lag 35-45° og hvor det er relativt lite kupert. Her er det i dag relativt tett skog, primært bestående av grantrær. Vi vurderer denne til å være tilstrekkelig tett til å hindre snøskred fra å løsne fra området. Det aktuelle løsneområdet er markert med eget symbol på faresonekartet i vedlegg 4. Med skogen intakt vurderes området å være sikret mot utløsning av snøskred slik at nominell årlig sannsynlighet for snøskred fra dette området er mindre enn 1/5000. Det er derfor ikke markert noen faresone for snøskred fra dette området i faresonekartet (Vedlegg 4).

Dersom skogen hugges vil det kunne føre til at det blir fare for snøskred fra området med årlig sannsynlighet på større enn 1/5000, men mindre enn 1/1000. Kravene for skredsikkerhet mot snøskred vil uansett være oppfylt for eksisterende bebyggelse i området som utelukkende faller inn under sikkerhetsklasse S2. Om skogen hugges og det skal oppføres bygg innen sikkerhetsklasse S3 må faren for snøskred vurderes i forhold til plasseringen av bygget.

De andre stedene i området som har tilstrekkelig bratthet til at snøskred kan løsne, er i derimot i stor grad enten for kupert, eller tett vegetert av skog. Vi vurderer på bakgrunn av dette at faren for snøskred har mindre årlig sannsynlighet enn 1/5000 for det kartlagte området.

Sørpeskred

I selve området og skråningene direkte over dette er det ikke observert steder hvor det vurderes som sannsynlig at sørpeskred kan oppstå.

Det er ikke gjort en detaljert analyse av hele dreneringsområdet for elva Votlo. Det kan imidlertid ikke utelukkes at det finnes steder hvor snøskred kan gå ned i elveløpet og føre til oppdemming. Både på grunn av elvas gode kapasitet og hyppigheten på snøskredhendelser i området vurderes dette å være en sjelden hendelse. Vi vurderer at sannsynligheten for dette er større enn 1/5000. Eventuelle sørpeskred som går ned i elva vil i stor grad ha samme løp som flomskred i elva, og faresonene i vedlegg 4 er derfor tegnet sammenfallende for de to skredtypene nedover elveløpet.

Oppsummering

Vurderingen av skredfare for området viser følgende:

- Den østlige delen av område er utsatt for steinsprang fra høye bergskrenter i overkant, med rekkevidde i ekstreme tilfeller helt til sjøen.
- I den sentrale delen av området nær der hvor det gikk et skred den 7. desember 2017 er det vurdert å være fare for jordskred fra både den aktuelle skredgropen og fra noen andre partier i nærheten.

- Langs elven Votlo er det fare for mindre steinsprang og jordskred fra elveskråningene ned i elven. Det er også en viss fare for steinsprang og jordskred fra skråningen vest for elva i overkant av elveskråningen.
- Jordskred som går ut i elva Votlo kan i sjeldne tilfeller føre til mindre oppdemninger med påfølgende flomskred nedstrøms. Dette kan også skje ved at det går snøskred i elveløpet som vil danne sørpeskred. Flom- og sørpeskred som går i elveløpet vil stort sett holde seg innenfor dette, men kan i den nedre delen gå utenfor og påføre skader på omkringliggende bebyggelse.
- Nominell årlig sannsynlighet for snøskred vurderes å være mindre enn 1/5000 i hele området. Om verneskogen i østlige del av området hugges og det skal oppføres bygg i sikkerhetsklasse S3 må snøskredfarens vurderes.

Referanser

- [1] NVE, «NVE Atlas,» [Internett]. Available: www.atlas.nve.no.
- [2] DiBK, «Byggteknisk forskrift,» [Internett]. Available: <https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/7/7-3/>.
- [3] NVE, «8/2014 - Sikkerhet mot skred i bratt terreng - Kartlegging av skredfare i arealplanlegging og byggesak,» 2014.
- [4] Kartverket, «Hoydedata,» [Internett]. Available: www.hoydedata.no.
- [5] Kartverket, Geovekst og kommuner - Geodata AS, «WMS-kart,» [Internett]. Available: <http://services.geodataonline.no/arcgis/services>.
- [6] ecorisQ, «ELine,» 2017.
- [7] L. Dorren, «Rockyfor3D (v5.2) revealed - Transparent description of the complete 3D rockfall model.,» EcorisQ, 2015.
- [8] SLF, «RAMMS::Debris Flow User manual v1.7.0,» 2017.
- [9] NGU, «Berggrunnskart,» [Internett]. Available: <http://geo.ngu.no/kart/berggrunn/>.
- [10] NGU, «Løsmassekart,» [Internett]. Available: <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>.
- [11] Meteorologisk institutt, «eklima.no,» [Internett]. Available: www.eklima.no.

Vedlegg

1. Skredtyper og sikkerhetsklasser
2. Helningskart
3. Registreringskart
4. Faresonekart

VEDLEGG 1 - SKREDTYPER OG SIKKERHETSKLASSER

Skredtyper i bratt terreng

Fjellskred

Fjellskred oppstår når unormalt store parti ($>100\,000\text{ m}^3$) med berg raser ut. Å identifisere og analysere skredfaren fra slike parti er utfordrende. Det er blant annet nødvendig å analysere berget over tid med nøyaktige målinger for å avdekke eventuell bevegelse. Slike parti er ikke tatt hensyn til i foreliggende rapport.

Steinsprang/steinskred

Når steinblokker løsner og faller, spretter, ruller eller sklir nedover i en skråning kalles det steinsprang eller steinskred. Steinsprang og steinskred løsner oftest i bratte fjellparti der terrenghellingen er brattere enn $40\text{--}45^\circ$.

Snøskred

Snøskred blir gjerne delt inn i løssnøskred og flakskred. Løssnøskred er utløsning av skred i løs snø med liten fasthet, som gjerne starter med ei lita lokal utgliding. Etterhvert mobiliseres ny snø og skredet utvider seg og får en pæreform. Flakskred oppstår når et større flak løsner over et glideplan. Det er flakskred som har størst skadepotensiale. Store skred løsner vanligvis der terrenget er mellom $30\text{--}50^\circ$ bratt. Der det er brattere glir snøen jevnlig ut slik at det ikke akkumuleres store snømasser. Snøskred kan skape skredgufs/fonnvind med kraft til å utrette stor skade.

Sørpeskred

Sørpeskred er strøm av vannmetta snø som oftest følger forsenkninger i terrenget. Skredene oppstår ved at vann ikke klarer å drenere ut av snøen for eksempel ved tele eller is. Sørpeskred kan gå i slakt terreng, for eksempel når kraftig snøfall blir etterfulgt av regn og mildvær. Om våren kan sørpeskred bli utløst i fjellet når varme gir intens snøsmelting. Skredmassene har høy tetthet og selv skred med lite volum kan gi stor skade. NVE har ikke utarbeidet aktsomhetskart for sørpeskred.

Jordskred

Jordskred starter ved at vannmettede løsmasser mobiliseres på grunn av økt poretrykk, oftest fra skråninger brattere enn $25\text{--}30^\circ$. Jordskred kan grovt deles i kanaliserte og ikke-kanaliserte skred. Kanaliserte skred danner kanaler som fungerer som skredbaner for senere skred. Det kan avsettes masser i langsgående rygger langs kanalene (levéer). Der terrenget flater ut vil massene avsettes i tungeformer. Ved gjentakende skredhendelser akkumuleres massene i

såkalte skredvifter. Ikke-kanaliserte jordskred brer seg nedover skåningene i en sone som gradvis blir bredere.

Flomskred

Flomskred oppstår vanligvis i forbindelse med kraftige regnværsperioder i terreng med helning ned mot 10°. De vannmettede skredmassene beveger seg raskt nedover langs elve- og bekeløp eller i raviner/gjel/skar uten permanent vannføring. Flomskred kan avsette levéer langs løpene og vifter der skredbanen går over i slakere terreng. Viftene vil oftest ha grovere materiale ved rota og finere materiale utover på viften. Flomskred oppstår oftest ved kraftig nedbør eller snøsmelting og kan initieres som jordskred, ved bekke- og elveerosjon eller i kombinasjon med sørpeskred.

Leirskred

Leirskred oppstår utrasing i meget finkornete avsetninger. Skredene forekommer i tidligere marine avsetninger og faren for leirskred er lokalisert under marin grense. Faren for leirskred er utfordrende å bestemme og det krever ofte omfattende sensitivitetsundersøkelser. Vurderinger av leirskred er ikke omhandlet i foreliggende rapport.

Skredfare og klimaendringer

I deler av landet vil klimautviklingen kunne øke hyppigheten av skred som knyttet til regn, snø og flom. Dette gjelder først og fremst jordskred, flomskred, snøskred og sørpeskred. Hyppigheten av ekstreme nedbørshendelser vil også kunne gi økt frekvens av steinsprang og steinskred.

Det er likevel ikke grunn til å tro at de svært store, sjeldne skredene vil bli større eller komme oftere. Ved kartlegging av faresoner for skredfare er det derfor ikke nødvendig å legge til en ekstra margin som følge av forespeilede endringer i klima.

Sikkerhetsklasser for skred

Akseptkriterium for skredfare er gitt i Byggteknisk forskrift (TEK17) § 7-3. Sikkerhetskravene er skildret og tolket i rettledningen til forskriften (www.dibk.no).

Sikkerhetskravene i TEK17 gjelder for nye byggverk. Kravene vil også gjelde ved utbygginger og nybygg knyttet til eksisterende byggverk.

Byggverk der konsekvensene av skred er særlig stor skal plasseres utenfor skredfarlig område. Dette gjelder for eksempel byggverk som er viktig for regional og nasjonal beredskap og krisehåndtering, samt byggverk som er omfattet av storulykeforskriften.

For byggverk i skredfareområde skal kommunen alltid fastsette sikkerhetsklasse. Kommunen må se til at byggverk blir plassert trygt nok i forhold til de 3 sikkerhetsklassene S1, S2 og S3 (tabell 1).

Tabell 1: Sikkerhetsklasser for skred i henhold til TEK17 § 7-3.

Sikkerhetsklasse for skred	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet
S1	liten	1/100
S2	middels	1/1000
S3	stor	1/5000

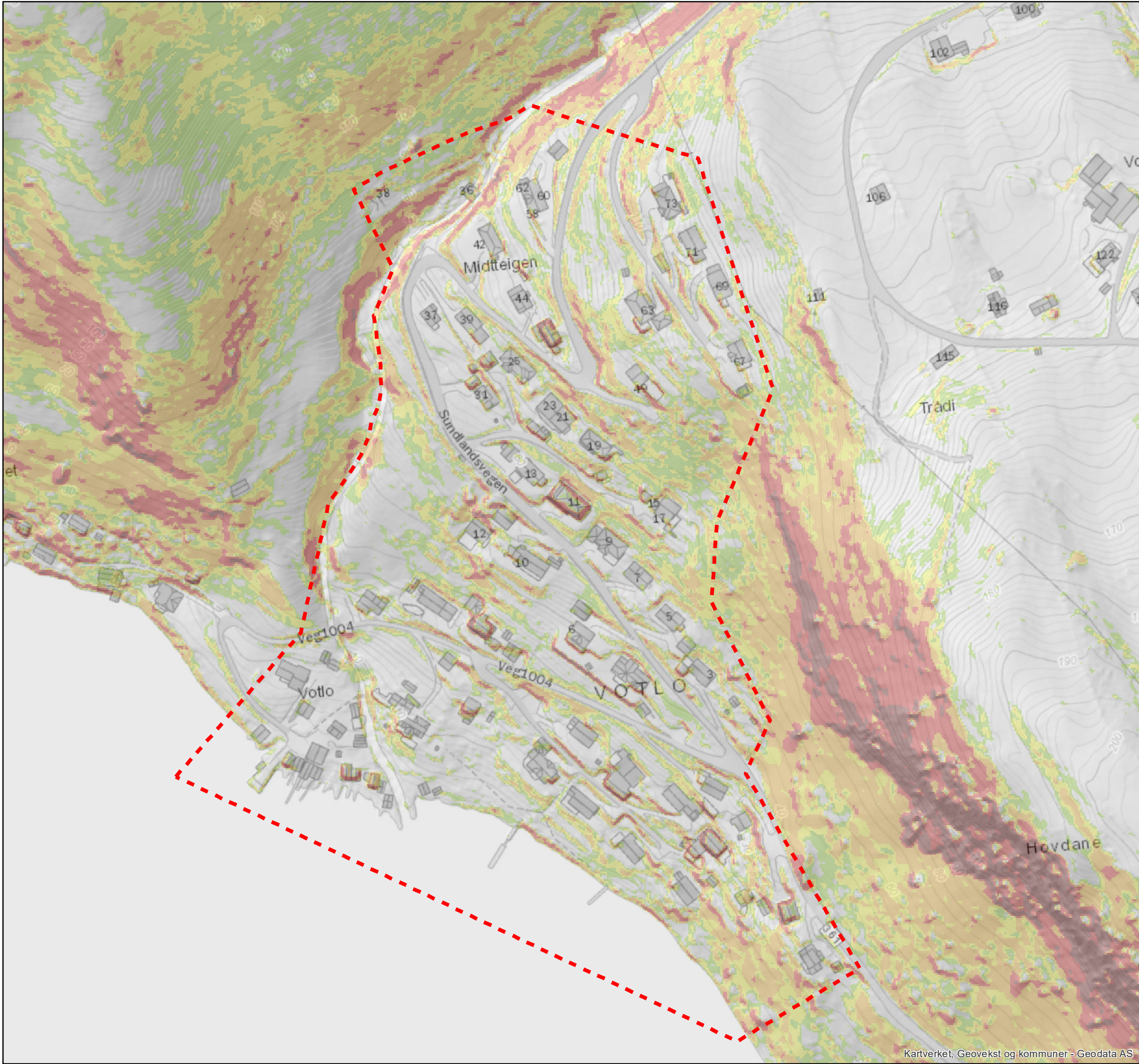
I S1 inngår byggverk der skred vil ha liten konsekvens. Dette kan være byggverk der personer normalt ikke oppholder seg. Garasjer, uthus, båtnaust, mindre brygger, lagerbygninger med lite personopphold er eksempler på byggverk som kan inngå i denne sikkerhetsklassen.

I S2 inngår byggverk der skred vil føre til middels konsekvenser. Dette kan være byggverk der det normalt oppholder seg maksimum 25 personer og/eller der det er middels økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser. Boliger med maksimalt 10 boenheter, arbeids- og publikumsbygg/brakkerrigg/overnattingssteder der det normalt oppholder seg mer enn 25 personer, driftsbygninger i landbruket, parkeringshus og havneanlegg er eksempler på byggverk som kan inngå i denne sikkerhetsklassen.

I S3 inngår byggverk der skred vil føre til store konsekvenser. Dette kan være byggverk med flere boenheter og personer enn i S2, samt for eksempel skoler, barnehager, sykehjem og lokale beredskapsinstitusjoner

Det er også krav til sikkerhet for tilhørende uteareal, men TEK17 åpner for at kommunen kan vurdere kravet til sikkerhet basert på eksponeringstiden for personer.

TEK17 åpner for at byggverk i S1-S3 kan oppnå nødvendig sikkerhet ved at det blir gjennomført sikringstiltak.



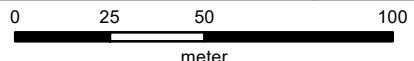
Vedlegg 2 - Helningskart

Tegnforklaring

 Kartleggingsområde

Helning

-  < 25°
-  25-30°
-  30-35°
-  35-45°
-  45-60°
-  > 60°

Oppdrag: 56732002 Votlo – Skredkartlegging og overvann		Utarbeidet av: NOEIDS	Kontrollert av: NOLOHN
	Koordinatsystem: WGS 1984 UTM Zone 32N		Dato: 17.01.2018
			



Vedlegg 3 - Registreringskart

Tegnforklaring

- Kartleggingsområde
- Skredhendelse 07.12.2017
- GPS-spor
- Berg i dagen
- Blokk etter skred
- Blokk - usikker opprinnelse
- Raviner-Bekker-Kanaler
- Ur - Steinsprang

Oppdrag: 56732002 Votlo – Skredkartlegging og overvann		Utarbeidet av: NOEIDS	Kontrollert av: NOLOHN
	Koordinatsystem: WGS 1984 UTM Zone 32N		Dato: 17.01.2018
	Skala (A3): 1:2 000		



Vedlegg 4 - Faresonekart

Tegnforklaring

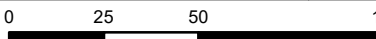
- Kartleggingsområde
- Skog med beskyttende effekt mot snøskred

Dimensjonerende skredtype

- Jord- og flomskred
- Steinsprang
- Sørpeskred

Faresoner for skred

- S1 - Større enn 1/100
- S2 - Større enn 1/1000
- S3 - Større enn 1/5000

Oppdrag: 56732002 Votlo – Skredkartlegging og overvann		Utarbeidet av: NOEIDS	Kontrollert av: NOLOHN
	Koordinatsystem: WGS 1984 UTM Zone 32N	Skala (A3): 1:2 000	Dato: 17.01.2018
	 meter		