
RAPPORT

Andvik, Masfjorden - Skredfarekartlegging

OPPDRAGSNUMMER 99538001



29.11.2013
SWECO NORGE AS
ESPEN EIDSVÅG

Sammendrag

Det er gjort skredfarevurderinger av 10 området, samt 6 lokalitet i Andvik i Masfjorden kommune. Vurderingene tar i betraktning analyser av topografi, flybilder, klima, tidligere skredhendelser, befaringer i terrenget og utløpsmodelleringer. Selve vurderingene er imidlertid til syvende og sist gjort basert på faglig skjønn.

Det er funnet at det er fare for flomskred i hele områdene 3, 4 og 5, samt lokalitet F. For områdene 1, 6, 7, 8, 9 og 10, samt lokalitet A og E er det funnet å være fare for steinsprang i deler av områdene. Område 2, samt lokalitet B, C og D har ingen skredfare.

Det er gjort grove anbefalinger til tiltak som kan redusere skredfaren. Det billigste og sikreste er imidlertid å unngå å bygge i sonene med skredfare i den grad det er mulig når andre hensyn er tatt i betraktning.

Der hvor det er eksisterende bebyggelse innenfor faresonene bør det vurderes å gjøre tiltak. Det er flomskred som i størst grad utgjør en fare mot eksisterende bebyggelse.

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	1
2	Bakgrunn	3
2.1	Topografi	3
2.2	Berggrunn	4
2.3	Løsmasser	5
2.4	Klima	5
2.5	Skredhistorikk	6
2.6	Aktsomhetskart	7
2.7	Tidligere skredvurderinger	8
3	Metodikk	9
3.1	Feltkartlegging	9
3.2	Utløpsmodellering av steinsprang	9
3.3	Avrenningsanalyse	11
3.4	Skredfarevurdering	12
3.5	Anbefalte tiltak	13
4	Område 1 og 2 – Andvik vest 1 og Andvik vest 2	14
4.1	Observasjoner i terreng	14
4.2	Modelleringsarbeid	16
4.3	Skredfarevurdering	16
4.4	Anbefalte tiltak	16
5	Område 3 og 4, Samt lokalitet F – Andvik sør og Andvik	17
5.1	Observasjoner i terreng	17
5.2	Modelleringsarbeid	19
5.3	Skredfarevurdering	19
5.4	Anbefalte tiltak	21
6	Område 5 – Andvik Nord	23
6.1	Observasjoner i terreng	23
6.2	Modelleringsarbeid	24
6.3	Skredfarevurdering	24
6.4	Anbefalte tiltak	24
7	Lokalitet A, B, C, D og E	25
7.1	Observasjoner i terreng	25
7.2	Modelleringsarbeid	29

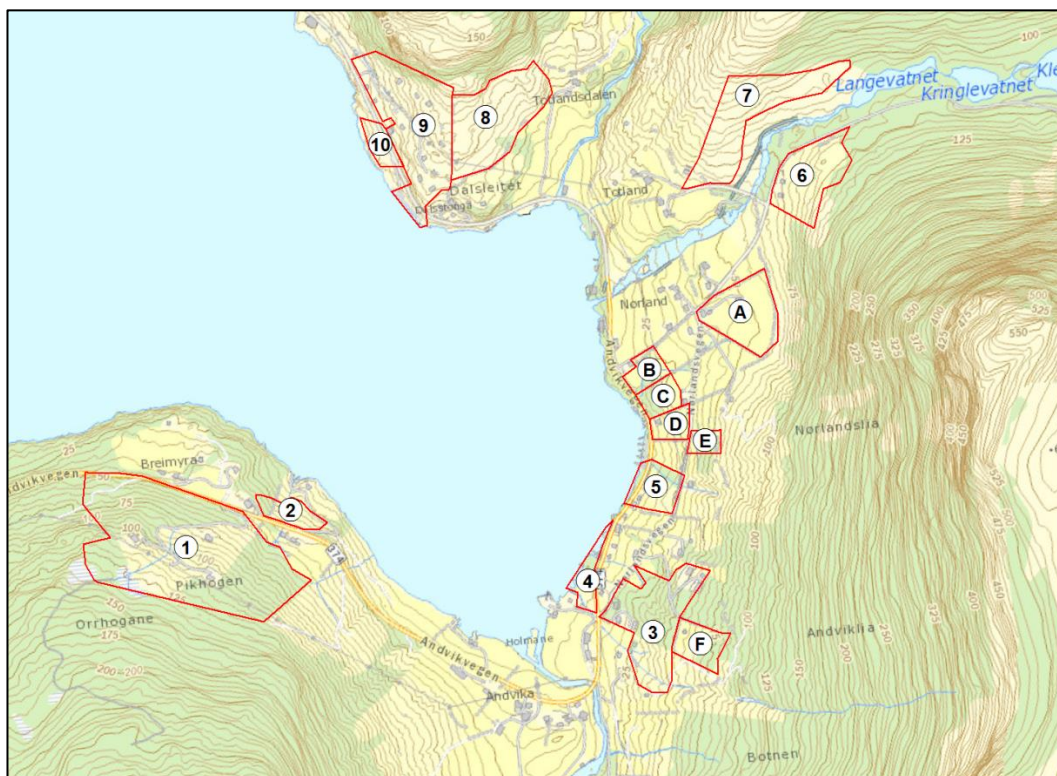
7.3	Skredfarevurdering	29
7.4	Anbefalte tiltak	31
8	Område 6 – Totland Aust	32
8.1	Observasjoner i terreng	32
8.2	Modelleringsarbeid	34
8.3	Skredfarevurdering	35
8.4	Anbefalte tiltak	36
9	Område 7 – Totland Vest 1	37
9.1	Observasjoner i terreng	37
9.2	Modelleringsarbeid	38
9.3	Skredfarevurdering	39
9.4	Anbefalte tiltak	39
10	Område 8 – Totland vest 2	40
10.1	Observasjoner i terreng	40
10.2	Modelleringsarbeid	42
10.3	Skredfarevurdering	42
10.4	Anbefalte tiltak	42
11	Område 9 og 10 – Ådnekvam hyttefelt og Bustadfelt	43
11.1	Observasjoner i terreng	43
11.2	Modelleringsarbeid	46
11.3	Skredfarevurdering	46
11.4	Anbefalte tiltak	47
12	Konklusjon	47

Vedlegg

1. Helningskart
2. Hendelses- og observasjonskart
3. Samlet faresonekart
4. Faresonekart steinsprang
5. Faresonekart løsmasseskred
6. Faresonekart snøskred

1 INNLEDNING

Masfjorden kommune ønsker å få vurdert skredfare for ti områder i Andvik som er definert som byggeområder i kommuneplanen. I tillegg ønsker kommunen å få ut vurdert skredfare for seks enkelttomter hvor kommunen har fått forespørsler om realisering av tiltak. Områdene 1-10 og lokalitetene A-F er vist på oversiktskartet i figur 1. Sweco Norge AS er engasjert av kommunen for å utføre skredfarekartlegging for disse områdene og lokalitetene i Andvik.



Figur 1: Oversikt over de kartlagte områdene (1-10) og lokalitetene (A-F). Avgrensningen rundt lokalitetene er omtrentlig.

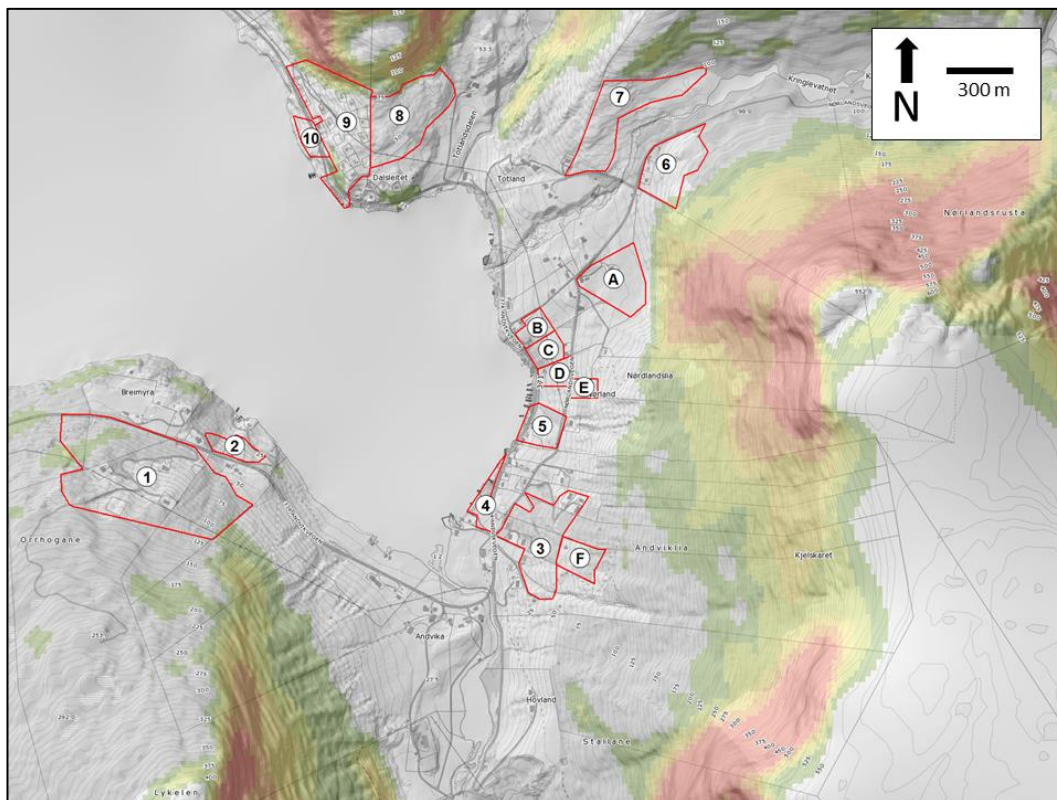
Vi har benyttet følgende grunnlagsmateriale i vår vurdering av skredfare:

- Lovgrunnlag fra Plan- og bygningslovens tekniske forskrift (TEK10) § 7-3, samt veileder til forskriften av Direktorat for byggkvalitet, www.lovdatabank.no og www.dibk.no.
- Veileder til kartlegging av flom- og skredfare i arealplaner fra NVE, www.nve.no.
- Kravspesifikasjonen som er lagt ved konkurransegrunnlaget fra Masfjorden kommune, datert 10.06.13.

- Observasjoner gjort under befarung.
- Berggrunnskart og løsmassekart fra NGU, www.ngu.no.
- Informasjon om tidligere skredhendelser og aktsomhetskart fra NVE, www.skrednett.no.
- Klimakart fra NVE, www.senorge.no.
- Ortofoto og topografiske kart fra Statens kartverk, www.norgeskart.no.
- Digitalt kartmateriale tilsendt fra Masfjorden kommune.
- Annet grunnlagsmateriale mottatt fra Masfjorden kommune.
- Informasjon fra flere beboere i Andvik, blant annet tidligere rådmann Lovisa Midtbø.
- Informasjon om skredhendelse fra Masfjorden kommune sin nettside (hentet 16.09.2013), http://www.masfjorden.kommune.no/batsamling/batar/andvik_intervju1.html.
- Notat om skredvurdering på kommuneplannivå i Andvik, utarbeidet av kommunegeolog Tore Dolvik 16.11.2012
- RockyFor3D, program for utløpsmodellering av steinsprang i en 3D-modell av terrenget, www.ecorisq.org.

2 BAKGRUNN

2.1 TOPOGRAFI

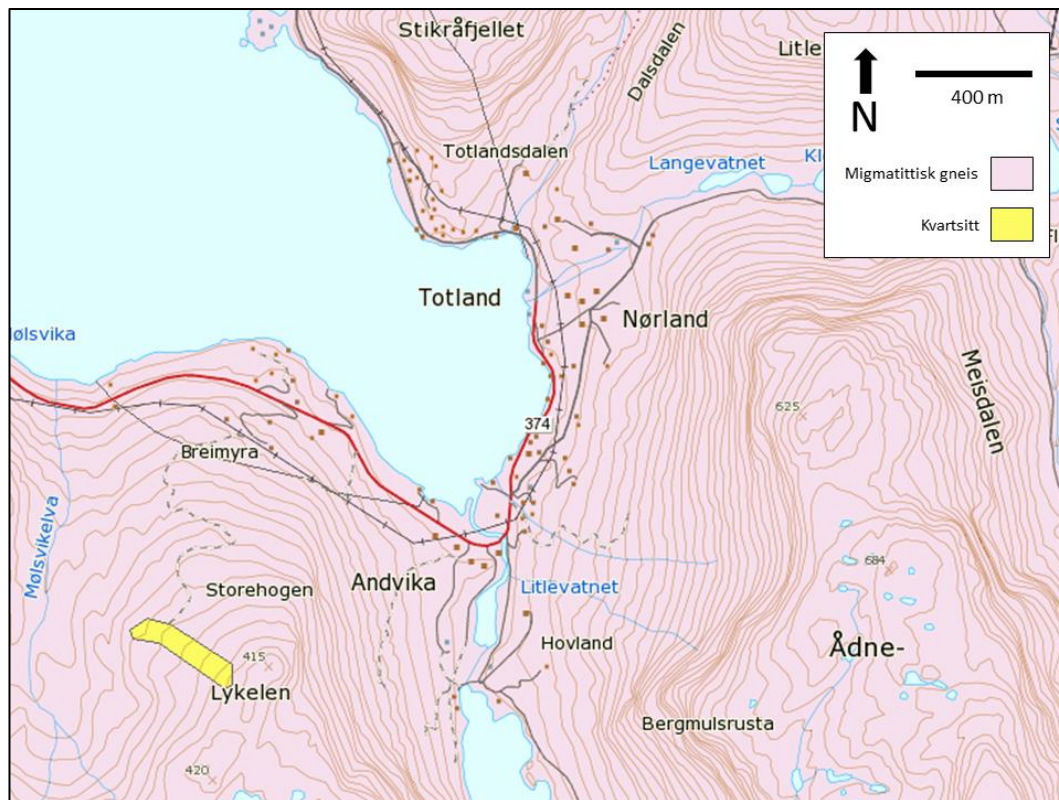


Figur 2: Utdrag fra helningskartet i vedlegg 1. Grønn og gul er områder som er 25-40° bratte, mens områder som er oransje og røde er brattere enn 40°.

Bygden Andvik ligger ved havnivå i en vik i Masfjorden. Bygden er omkranset av fjell som går opp til ca. 700 moh. Terrenget er ganske slakt nederst i skråningene, og blir gradvis brattere opp mot fjelltoppene (figur 2). De øvre halvdelene av skråningene er for det meste brattere enn 25°. Det er også flere partier som er brattere enn 40° hvor det teoretisk sett kan løsne steinsprang, spesielt øverst i skråningen sørøst for Andvik og over Nørland. Det er flere sidedaler som springer ut i Andvik, i sør Andvikdalen; i nordvest Nørlandsdalen og i nord Totlandsdalen.

Helningskartet i figur 2 og vedlegg 1 er basert på en terrengmodell med ruter på 15×15 m. Denne er igjen basert på best mulig kotegrunnlag. Det ble funnet at terrengmodeller med høyere oppløsning trolig hadde kunstige trappetrinn i terrenget som følge av interpolering mellom kotene. I de lavereliggende delene av terrenget er kotegrunnlaget mer detaljert (1 m koter). Her kunne en terrengmodell med bedre oppløsning vært benyttet, men da det ikke er noen brattere partier her ansees det som unødvendig.

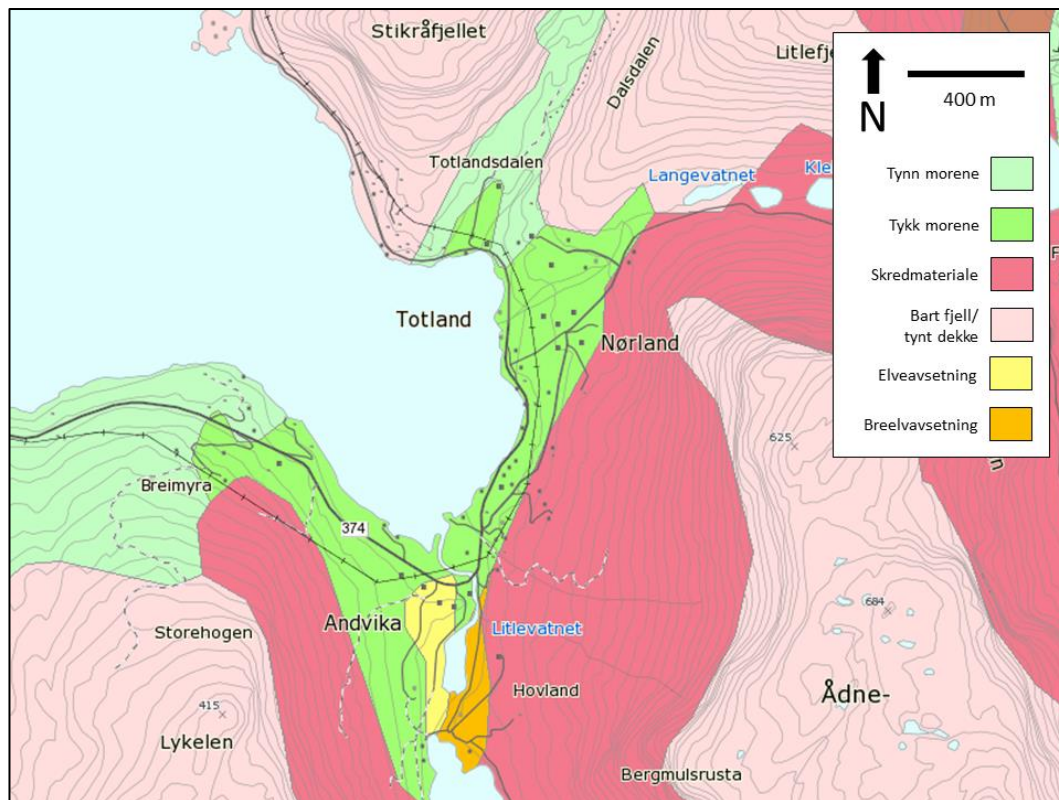
2.2 BERGGRUNN



Figur 3: Berggrunnskart for Andvik (www.ngu.no).

Berggrunnen i Andvik består for det meste av migmatittisk gneis, det vil si omdannede bergarter som til dels har smeltet om dypt i jordskorpen. Berget er for det meste ganske hardt. Vest for fjellet Lykelen er det en liten sone med kvartsitt.

2.3 LØSMASSER



Figur 4: Løsmassekart for Andvik (www.ngu.no).

Ifølge NGUs løsmassekart er en rekke ulike avsetninger i Andvik, men for det meste domineres dalsidene av morene og skredmasser av ulik mektighet. Sør i Andvik er det enkelte elveavsetninger og brelvavsetninger, og disse massene finnes nok enkelte steder også under morene- og skredmasser.

Oppå løsmassene er det i dag ganske tett vegetasjon i skråningene, med unntak av de nedre delene som er opparbeidet eller beitemark. Det er opplyst av lokalkjente at det var vesentlig mye mindre skog, tilnærmet ingenting før ca. 1950.

2.4 KLIMA

Utløsning av skred er i stor grad styrt av klimatiske faktorer som nedbør, snø, temperatur og vind. I det følgende er det hentet informasjon fra NVEs klimakart (www.senorge.no). Disse kartene viser klimatiske data interpolert mellom ulike værstasjoner i regionen.

- Gjennomsnittlig årsnedbør (mm) i normalperioden 1971-2000 var 3000-4000 mm i lavlandet i Andvik, over 4000 mm i øvre deler av skråningene og i dalene innenfor Andvik.

- Døgnedbør med gjentaksintervall 5 år (beregnet på analyse av døgngrid for perioden 1957-2008) er beregnet å være 50-100 mm i lavlandet i Andvik og 100-150 mm i høyden og indre daler.
- Gjennomsnittlig antall dager med snødybde over 25 cm per år i normalperioden 1971-2000 var 25-50 dager Andvik og 50-100 dager i høyden. Lokalkjente opplyser at det vanligvis ikke er noe sammenhengende snødekke gjennom hele vinteren nede i selve Andvik. En del snø blir blåst av og enten ut på sjøen eller inn i dalene. I de øvre delene av skråningene legger det seg noen fonner. I Nørlandsdalen, bare noen kilometer lenger inne er det vesentlig mye mer snø, og her har det fra gammelt av blitt advart mot snøskred enkelte steder.
- Gjennomsnittlig, årlig maksimal snødybde for normalperioden 1971-2000 var 25-50 cm i lavlandet og 50-100 cm i høyden.
- Gjennomsnittlig årstemperatur for normalperioden 1971-2000 var 4-6 °C i Andvik.
- Dominerende nedbørsførende vindretning i denne delen av Vestlandet er SV. Generelt vil dette innebære at det legger seg mindre snø i sør- og vestvendte skråninger da snøen blåser av her. I nord- og østvendte skråninger vil det normalt legge seg større snømengder. Det kan være lokale variasjoner som følge av topografi.

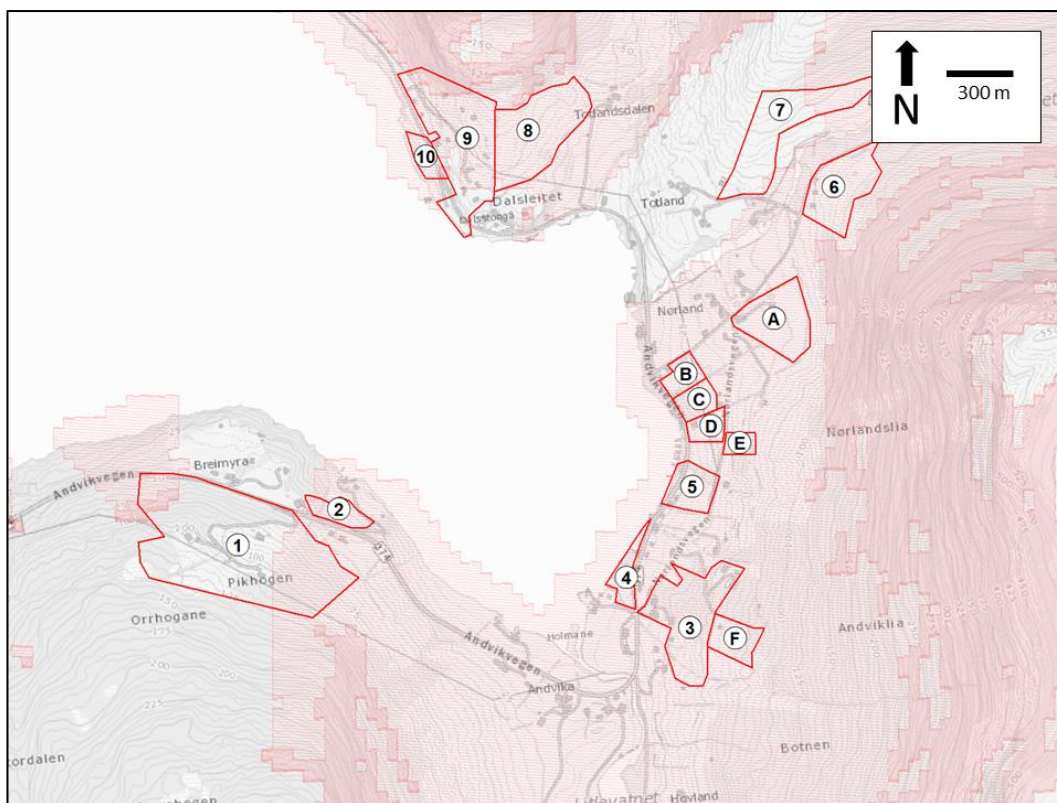
2.5 SKREDHISTORIKK

Gjennom intervju med lokalkjente samt søk i NVE sin skredatabase og på nettet er det funnet informasjon om en del tidligere skredhendelser i Andvik. Disse er listet kronologisk i det følgende, og i tillegg vist med gule, stiplede linjer på hendelses- og observasjonskartet i vedlegg 2.

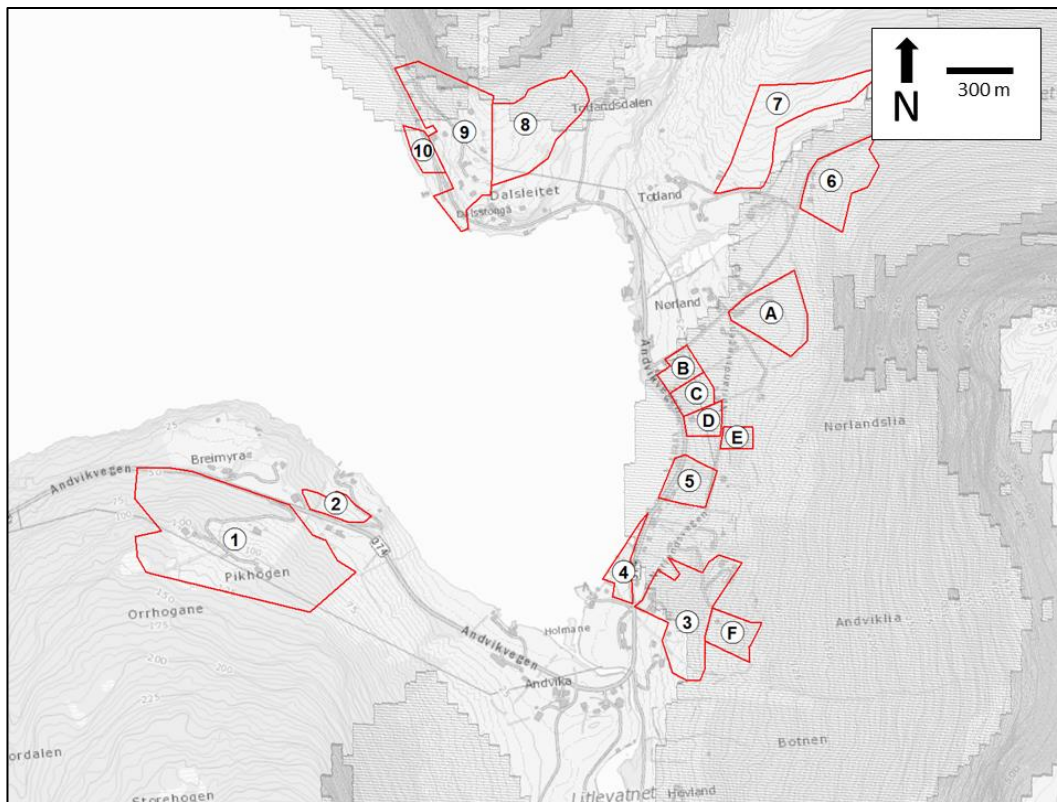
- På Masfjorden kommune sine nettsider er det den 16.09.2013 hentet følgende informasjon gitt av Einar Jonson Andvik (født 1919): «Rundt 1850 gjekk det ei stor skred der bedehuset no står. Den sopte med seg naust og båtar. Det vart seinare funne levningar etter dette på staden. Det gjekk nokre kalvar i lia der skreda kom. Ho delte seg ovanfor dei, og gjekk i saman at nedanfor. Dei stod midt i skreda som på ein holme. Denne staden vert kalla Holmen den dag i dag.»
- En lokalkjent kunne opplyse om et flomskred som hadde gått på begynnelsen av 1970-tallet. Skredet hadde delt seg og gått på begge sider av en bolig som nylig var oppført. Stedet i skråningen rett over område 5, og stedet hvor huset står omtales lokalt som «Helvete».
- Tidligere rådmann Lovisa Midtbø kunne på telefon opplyse om et skred som gikk i elva Grønningen, trolig i 1978 eller 1979. Det var en vår med masse is, og skredet besto også av en del stein. Skredet holdt seg stor sett innenfor elvebreddene, men ned i flatere terreng gitt det litt utpå markene.
- Det er også opplyst av lokalkjente at det jevnlig høres steinsprang oppe i lia.

- Det er 1 hendelse registrert av Statens Vegvesen på vegene i Andvik, oppgitt å ha forekommet som et «uspesifisert løsmasseskred» den 21.09.2005. Mest sannsynlig er denne hendelsen et mindre skred i en veiskjæring.

2.6 AKTSOMHETSKART



Figur 5: Aktsomhetskart for snøskred. Røde soner er teoretisk beregnede løsnedområder for snøskred, mens lys rosa områder er teoretiske utløpsområder.



Figur 6: Aktsomhetskart for steinsprang. Sorte soner er teoretisk beregnede løснеområder for steinsprang, mens grå områder er teoretiske utløpsområder.

Fra aktsomhetskartene for snøskred (figur 5) og steinsprang (figur 6) fremgår det at store deler av Andvik kan ha en teoretisk skredfare. Disse kartene er laget basert på rene databeregninger hvor det hovedsakelig er topografi og skråningsvinkel som ligger til grunn. Aktsomhetskartene for snøskred er for eksempel ikke basert på klimatiske data.

Aktsomhetskartene gir derfor kun en indikasjon på hvilke områder som må undersøkes, og angir ikke nødvendigvis reel skredfare. Vanligvis er områdene med potensiell skredfare i aktsomhetskartene større enn områdene med reel skredfare. Noen ganger er imidlertid mindre skrenter hvor det finnes en reel skredfare ikke kommet med på aktsomhetskartet på grunn av det grove datagrunnlaget.

2.7 TIDLIGERE SKREDVURDERINGER

Det er utført en skredvurdering i Andvik av kommunegeolog Tore Dolvik, datert 16.11.2013. Vurderingene her er gjort på aktsomhetsnivå, på lik linje med aktsomhetskartene, men Dolvik har også basert sine vurderinger på feltobservasjoner. Rapporten sier bare noe om hvor det potensielt kan være skredfare. I sammendraget konkluderes det med at spesielt område 3,4,5 og 6 må ha undersøkes nærmere før det eventuelt kan bygges.

3 METODIKK

3.1 FELTKARTLEGGING

Feltkartleggingen er gjort i løpet av to dager, den 12. september 2013 og 21. oktober 2013. Til stede på befaringen 12. september var geolog Espen Eidsvåg og geolog Øystein S. Lohne fra Sweco, samt Sveinung Toft og Kjersti Furnes Soltvedt fra Masfjorden kommune. Den 21. oktober 2012 var Espen Eidsvåg og Øystein S. Lohne til stede. Begge dagene var det i hovedsak overskyet oppholdsvær.

Feltkartlegging ble gjort til fots i de aktuelle områdene og lokalitetene. Hendelses- og observasjonskartet i vedlegg 2 viser GPS-punktene for de fleste steder hvor det er tatt notater og foto under feltbefaringen. I dette kartet er også observasjoner av spor etter skred inntegnet. Der hvor det terrenget er sterkt preget av slike spor er bare de mest vesentlige avsetninger og spor inntegnet, mens andre er utelatt. Ut i fra flyfotoanalyser og analyser av foto er det også identifisert andre områder, for eksempel høyere opp i skråningen enn det som er befart, hvor det trolig er skredavsetninger. Disse er ikke tegnet inn på kartet i vedlegg 2, både av hensyn til usikkerheten i slike spor som ikke er undersøkt på befaring og detaljeringsgraden i kartleggingen.

3.2 UTLØPSMODELLERING AV STEINSPRANG

Som et verktøy i skredfarevurderingen har det blitt benyttet et modelleringsprogram, *RockyFor3D* fra organisasjonen ecorisQ. *RockyFor3D* beregner skredblokkers bane i en 3D-modell av terrenget basert på egenskaper ved selve skredblokken, terrenget og vegetasjon. Programmet tar hensyn til naturlig variasjon. Utløpsmodellering i *RockyFor3D* er utført for skråningen over lokalitet A (figur 24) og over område 6 (figur 28).

Inndata som brukes for å kjøre programmet er samlet inn under feltbefaring ved kartlegging av mest mulig homogene områder i terrenget, kalt polygoner. Denne datainnsamlingen er gjort på en noe forenklet måte ved å generalisere terrenget i forhold til virkeligheten, noe som må tas i betraktning ved bruk av resultatene fra modellen. Utbredelsen på de kartlagte polygonene og informasjonen som er lagt inn i modellen for hvert enkelt av dem er vist i henholdsvis figur 7 og tabell 1tabell 1. Det er også kjørt modelleringer med andre inndataverdier, men disse verdiene er valgt på grunn av en totalvurdering av både hva som er realistisk inndata og hva som er realistisk utdata fra modellen. De ulike inndatasettene som brukes i modellen er forklart kort under. For mer utdypende informasjon om disse, se *RockyFor3D*-manualen (www.ecorisq.org).

- rockdensity: Tettheten (kg/m^3) på utløste steinsprang
- d1, d2, d3: Bredde, høyde og dybde på utløste blokker (m).
- blshape: Formen på utløste blokker (1 = rektangulære).
- rg10, rg20, rg70: Høyden på hindre (m) som utgjør henholdsvis 10 %, 20 % og 70 % av arealet i polygonet. Dette er avgjørende for friksjonen en steinsprangblokk møter langs bakken i skredløpet.
- soiltype: Typen underlag, for eksempel bart fjell, urmasser, morene eller jord.

- nrtrees: Antall trestammer (> 5 cm diameter) per hektar.
- dbhmean: Gjennomsnittlig diameter på trestammer i brysthøyde (cm).
- dbhstd: Standardavviket på diameteren til målte trestammer (cm).
- conif_percent: Andel av trærne som er bartrær (%).

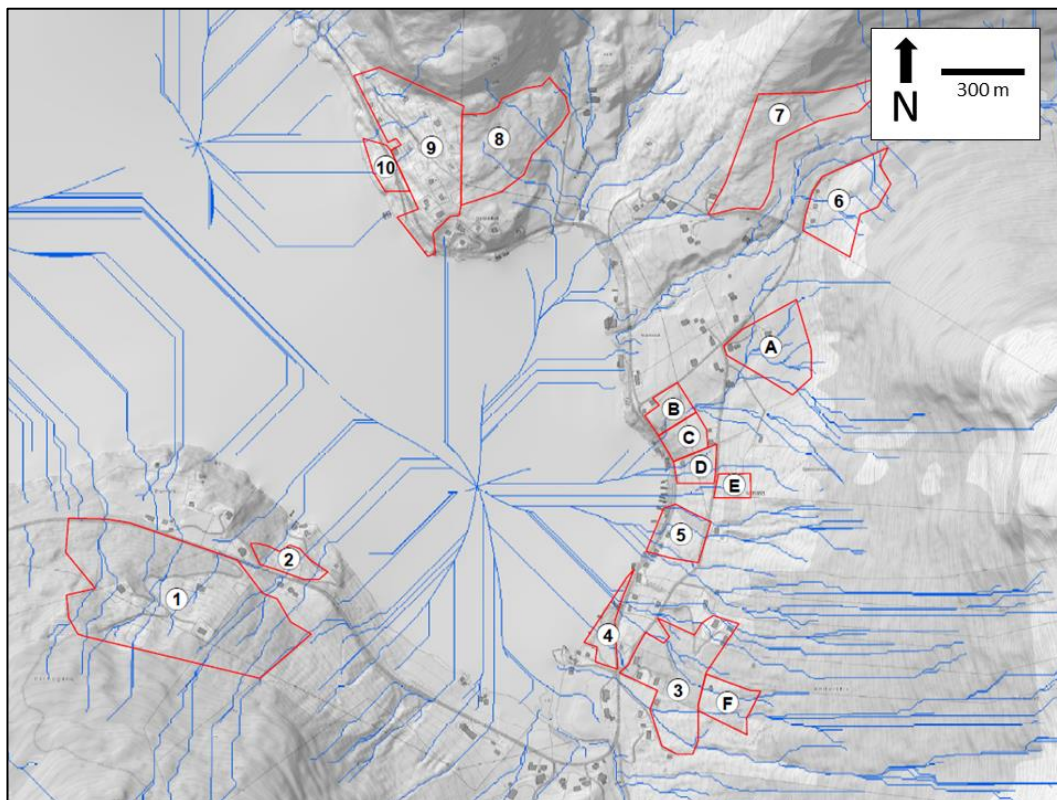
Tabell 1: Inndata som ligger til grunn for modelleringene i Rockyfor3D, vist i figur 24 og figur 28.

ID	ROCKDENSITY	D1	D2	D3	BLSHAPE	RG10	RG20	RG70	SOILTYPE	NRTREES	DBHMEAN	DBHSTD	CONIF_PERCENT
1	2750	4	4	2	1	0,2	0,1	0,1	5	500	10	5	0
2	2750	2	2	1	1	0,2	0,1	0,1	5	500	10	5	0
3	2750	1	1	0,5	1	0,2	0,1	0,1	5	500	10	5	0
4	0	0	0	0	0	0,5	0,2	0,1	3	2000	15	10	0
5	0	0	0	0	0	1	0,5	0,3	4	1000	15	10	0
6	0	0	0	0	0	0,5	0,2	0,1	1	100	10	5	0



Figur 7: Oversikt over områder som er lagt inn i modelleringsprogrammet RockyFor3D for steinsprangmodellering.

3.3 AVRENNINGSANALYSE



Figur 8: Analyse av overflatedreneringen i det aktuelle området oppå et skyggelagt kart. Blå linjer indikerer hvor det teoretisk sett vil drenere vann i terrenget, basert på en analyse av en terrengmodell på 2×2 m.

Det er utført en hydrologisk analyse av overflatedrenering for området (figur 8). Denne analysen er utført på data basert på en digital terrengmodell for området med rutestørrelse 2×2 m. Analysen inneholder ingen skjønsmessige vurderinger og viser kun hvilken retning vann teoretisk sett vil drenere, forutsatt at terrenget utgjør en glatt, ikke-porøs overflate. Dreneringen vil nok i virkeligheten avvike noe fra det som er vist i analysen, da vann for hver mellomregning i analysen kun kan drenere i en av 8 himmelretninger (N, NØ, Ø, SØ, S, SV, V, NV). Dette er årsaken til at dreneringsmønstrene noen steder går i helt rette linjer og andre steder i et hakket mønster. Analysen gir likevel nyttig informasjon om hvor i terrenget det er mindre forsenkninger som vann vil drenere i.

Analysen stemmer godt overens med observasjoner fra befaring. De fleste stedene analysen indikerer at det kan drenere vann er det observert raviner, mindre bekker eller tegn til vannsig i terrenget. Noen steder er det ikke observert noe drenering i overflaten,

noe som kan gjenspeile at analysen er en digitalisert forenkling av virkeligheten, eller det kan skyldes at vannet drenerer under bakken.

3.4 SKREDFAREVURDERING

Vurderinger av skredfare gjøres i henhold til sikkerhetsklasser for bygg definert i plan- og bygningslovens tekniske forskrift (TEK 10) § 7-3. Disse sikkerhetsklassene er satt på bakgrunn av de forventede konsekvensene en eventuell skredhendelse vil ha for ulike typer bygg (tabell 2). Bygg i sikkerhetsklasse S1 skal ikke ha større skredfare enn 1/100 per år. Dette kan for eksempel gjelde for garasjer og naust. Bygg i sikkerhetsklasse S2, for eksempel vanlige bolighus, skal ikke ha større skredfare enn 1/1000 per år. Bygg hvor konsekvensen av en skredhendelse kan være stor, for eksempel næringsbygg, boligblokker, rekkehus med mer enn tre enheter med mer faller i sikkerhetsklasse S3. Slike bygg skal ikke ha større skredfare enn 1/5000 per år. Ytterligere presisering av hvilke typer bygg som faller i de ulike sikkerhetsklassene finnes i veilederen til TEK10 (www.dibk.no). Utearealer tilhørende et bygg hører i utgangspunktet til samme sikkerhetsklasse som bygget, men man må gå ned en klasse under gitte omstendigheter.

Skredfare er definert som den årlige nominelle sannsynligheten for skred per tomt eller per enhetsbredde på 30 m på tvers av skredretningen. Det er altså ikke den totale skredfaren for en hel skråning som ligger til grunn for faresonekartene.

Tabell 2: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde (www.lovdata.no).

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

Skredfarevurderingene som er gjort for Andvik bygger på informasjonen som er gitt i denne rapporten. Til syvende og sist må imidlertid alle slike vurderinger gjøres på bakgrunn av faglig skjønn. Vurderingene som er gjort for ulike, aktuelle skredtyper (steinsprang/steinskred, løsmasseskred, snøskred) er fremstilt i faresonekartene i vedlegg 4-6. Den samlede skredfaren som legges til grunn i arealplanlegging og byggesaker er vist i samlet faresonekart i vedlegg 3.

I faresonekartene er skredfaren fremstilt i soner med skredfare større enn 1/100, 1/1000 og 1/5000. Hva en slik skredfare betyr i praksis kan illustreres med følgende eksempel.

I et fiktivt område ligger det 10 eneboliger ligger innenfor sonen med skredfare større enn 1/1000 per år. I løpet av en 10-årsperiode er det da vurdert å være mer enn 10 % sannsynlighet for at en av disse boligene blir

rammet av et skred som gjør betydelige skader på bygget eller fører til tap av menneskeliv.

Faresonene gjelder for dagens forhold. Endringer av terreng, vegetasjonsforhold og drenering vil kunne gjøre at det oppstår skredfare der hvor det i dag ikke er det. Slike inngrep vil derfor kunne medføre at faresonekartet blir helt eller delvis utdatert.

Enkelte steder forventes det ikke skred med større sannsynlighet enn 1/100, og da er ikke denne faresonen tegnet inn. Andre steder vil sonen med skredfare 1/1000 og/eller 1/5000 ikke ha lenger utstrekning enn sonen med skredfare 1/100 og/eller 1/1000. I slike tilfeller tegnes bare sonen med størst årlig sannsynlighet.

Det er ikke tegnet inn faresoner der hvor det er fare for en type skred kun høyt oppe i skrånningene, og dette ikke kommer i nærheten av de undersøkte områdene.

Det vises noen steder i teksten til at det ikke er skredfare for en viss type skred i et område. Med dette menes at den juridiske skredfaren er mindre enn 1/5000 per år, altså mindre enn kravet til byggverk i TEK 10. I praksis betyr dette at det er svært lite sannsynlig at en skredhendelse skal inntreffe. Man kan en del steder likevel ikke utelukke helt sikkert at det kan komme skred, men det regnes altså som så lite sannsynlig at denne skredfaren kan anseps som uvesentlig.

3.5 ANBEFALTE TILTAK

Der hvor det er funnet skredfare og det kan være hensiktsmessig å sikre med tanke på eksisterende eller planlagt bebyggelse, er det gjort enkle anbefalinger av sikringstiltak, inkludert type sikring, grovt prisoverslag og eventuelt forslag til plassering der det er mulig basert på tilgjengelig informasjon. Prisestimatene bygger på erfaringstall fra Bergensområdet og er oppgitt eks. mva.

Den sikreste og enkleste formen for sikringstiltak er å unngå å bygge i områder med skredfare der hvor det er mulig.

Sikringstiltak må detaljprosjekteres av sakkyndig geolog, geoteknikker eller ingeniørgeolog med ansvarsrett. Arbeidet må utføres av foretak med nødvendige kompetanse.

4 OMRÅDE 1 OG 2 – ANDVIK VEST 1 OG ANDVIK VEST 2

4.1 OBSERVASJONER I TERRENG|



Figur 9: Utsnitt for område 1 og 2 fra hendelses- og observasjonskartet i vedlegg 2.

Område 1 og 2 er, som helningskartet i vedlegg 1 viser, for det meste slakere enn 25°. Det ligger langs en rygg i terrenget som går herfra og sør mot fjelltoppen Lykelen. Mellom ca. 175 og 200 moh. er det et noe brattere parti som er ca. 25-30°. Lenger oppe mot fjelltoppen er det også et brattere parti som er opptil ca. 35° bratt.

Deler av områdene 1 og 2 er allerede bebygd eller dekket av tett skog (figur 10). Området 1 er for det meste preget av et tynt morenedekke oppå berg. Det er enkelte små bekker gjennom området, men ingen tydelige tegn på at disse har erodert seg vesentlig ned i morenemassene under.

I den vestlige delen av område 1 er det et lite parti som er ca. 30° bratt. Her er det en liten bergskrent som er 3-4 m høy (figur 11). Nedenfor denne skrenten er det enkelte blokker, ca. 15 m ut fra skrentens fot. Disse blokkene er opptil ca. 1 m i lengste diameter.



Figur 10: Oversikt over område 1 og 2, sett fra nord.



Figur 11: En mindre skrent lengst vest i område 1.

4.2 MODELLERINGSARBEID

Det har ikke vært ansett som nødvendig å gjøre modellering av noen skredtyper i dette området.

4.3 SKREDFAREVURDERING

Steinsprang

For mesteparten av område 1 finnes det ingen skrenter som gjør at det kan utløses steinsprang. Unntaket er den mindre skrenten i den vestlige delen av området. Her vil det kunne løsne enkelte steinsprang på opptil ca. 1 m. Skrenten er ikke veldig oppsprukket, og vi vurderer derfor at det ikke vil løsne skred med større årlig sannsynlighet enn 1/100. Skred som løsner med årlig sannsynlighet større enn 1/1000 vil etter våre vurderinger kunne nå ca. 10 m ut fra skrenten. Med en årlig sannsynlighet større enn 1/5000 kan steinsprang nå så langt som de lengste avsetningene er, ca. 20 m ut fra skrenten til der skråningen slaker noe av.

Løsmasseskred

Vi har ikke observert noe som indikerer at det kan ha gått løsmasseskred i område 1 tidligere. Det er også såpass lite løsmasser og så slakt terreng i og over område 1 at slike skred neppe vil utløses.

Snøskred

Aktsomhetskartet for snøskred viser at deler av området er innenfor sonen for potensiell snøskredfare (figur 5). Om det skulle utløses slike skred er det likevel lite sannsynlig at de vil nå ned til område 1, da det både er ganske slakt terreng og det er tett vegetasjon.

Samlet skredfare

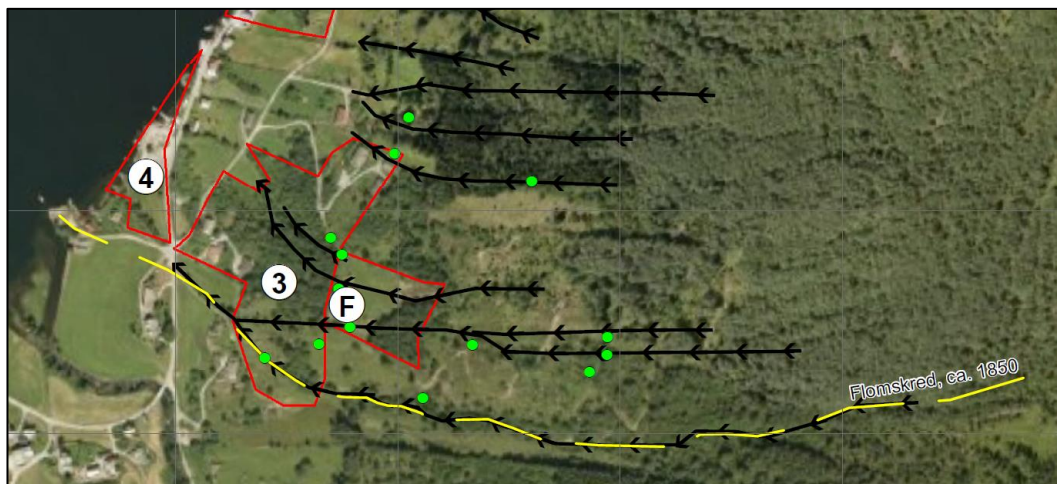
Oppsummert er det for størsteparten av område 1 er det etter våre vurderinger ingen skredfare. Unntaket er en liten skråning lengst vest hvor det er noe steinsprangfare.

4.4 ANBEFALTE TILTAK

For de delene av området hvor det ikke er skredfare trengs det ingen tiltak. Dersom det planlegges tiltak i sikkerhetsklasse S2 eller S3 innenfor sonene med fare for steinsprang i den vestlige delen av område 1, så anbefaler vi sikring av avgrensede blokker ved hjelp av rensk og bolting. Eventuelle tett oppsprukkede bergpartier kan sikres med steinsprangnett. Vi anslår pris for sikringsarbeidet å være om lag 100 000,- pluss 30 000,- for prosjektering.

5 OMRÅDE 3 OG 4, SAMT LOKALITET F – ANDVIK SØR OG ANDVIK

5.1 OBSERVASJONER I TERRENG



Figur 12: Utsnitt for område 3 og 4, samt lokalitet F fra hendelses- og observasjonskartet i vedlegg 2.

Terrenget i skråningen over område 3 og 4 er undersøkt opp til ca. kote 150 som vist på figur 12. Denne nedre delen av skråningen er slakere enn 25°, mens det høyere opp blir gradvis brattere.

Terrenget er sterkt preget av raviner som skjærer seg ned i et morenelag med varierende mektighet. Noen av ravinene har aktive bekkeløp i seg i dag, mens andre er tørre. Noen steder er disse ravinene opptil ca. 7 m dype. I den øvre delen av området som er undersøkt virker løsmassedekket å være mindre mektig enn lenger nede. Her sees det enkelte steder berg i dagen, spesielt i bunnen av ravinene.

Terrenget over kote 150 er ikke undersøkt grundig til fots, men fra foto og flybilder er det tydelig at det også her er preget av ravinering i et jevnt løsmassedekke. Det er brattere i denne delen av terrenget.

En del steder er ravinene kun rene nedskjæringer i løsmassene, men andre steder er det også tydelige rygger bestående av blokker langs sidene av ravinene, kalt levéer. Det kan også sees enkelte ansamlinger av blokker i forlengelsen av ravinene, spesielt der hvor terrenget slaker av. Et eksempel på det kan sees lengst sør i område 3 hvor en stor ravine møter slakere terreng (figur 13).



Figur 13: En blokkansamling der hvor en ravine møter slakere terreng.

Ravinene er svært tydelige i terrenget over bebyggelsen. I den nedre delen av skråningen hvor landskapet er endret av bebyggelse og jordbruk er de imidlertid ikke like fremtredende (figur 14). Noen steder kan det i forlengelsen av ravinene sees forsenkninger i terrenget, mens det andre steder er helt jevnt.



Figur 14: Den øvre delen av skråningen, samt en forfallen låve i forgrunnen. Rett til høyre for låven sees tegn på vesentlig drenering i av vann.

Det er for det meste spredt barskog, men med enkelte åpnere flekker i terrenget over område 3 og 4. Lenger nord er det et parti med tett granskog.

To raviner som er tydelige sentralt i område 3 er fylt igjen oppstrøms, trolig i forbindelse med jordbruk. En av disse er vist i figur 15, mens den andre befinner seg ca. 30 m lenger bak i bildet. I det området som er fylt igjen er det imidlertid tydelig at det fortsatt drenerer vann ved mye nedbør, som har erodert seg ned i terrenget (figur 14).



Figur 15: Ravine sentralt i område 3. Ravinen har opprinnelig gått fra venstre i bildet mot høyre, men er blitt fylt igjen i den øvre delen. Låven i figur 14 kan skimtes øverst til venstre i bildet.

5.2 MODELLERINGSARBEID

Det har ikke vært ansett som nødvendig å gjøre modellering av noen skredtyper i dette området.

5.3 SKREDFAREVURDERING

Steinsprang

Det er ikke observert tegn i terrenget som tyder på at det har gått steinsprang mot områdene tidligere. Det finnes partier i skråningene over som er bratte nok til at det kan utløses steinsprang, men disse er for langt borte fra de aktuelle områdene til at steinsprang realistisk sett kan nå bort her. Vi vurderer derfor at det ikke er noe steinsprangfare for område 3 og 4, samt lokalitet F.

Løsmasseskred

Raviner kan dannes ved jevn erosjon av en bekk, men er oftere et resultat av mer intense erosjonshendelser, som flom eller flomskred. Tilstedeværelsen av blokkrike levéer langs ravinene, samt blokkavsetninger der hvor terrenget slaker av tyder klart på at det har forekommet flomskred i skråningen. Det bekreftes da også av historiske hendelser, både i dette området og i enkelte andre områder omtalt i denne rapporten.

Slike skred oppstår for eksempel som jordskred som kanaliseres i en ravine eller ved demming av et bekkeløp av mindre skred eller is. Flomskred har høyt vanninnhold og består også av sediment, steinblokker og noen ganger snø eller sørpe. Når de møter slakter terrenget vil de groveste blokkene avsettes, mens de finere massene kan nå langt ut på relativt flate områder, ofte helt ned til dalbunnen eller havnivå.

Det er tettere skog i skråningen nå enn det har vært tidligere. Dette bidrar til å binde løsmassene sammen og virker forebyggende mot utløsning av skredhendelser. På den annen side forventes det på grunn av klimaendringer hyppigere og mer intense ekstremnedbørshendelser. Disse to faktorene virker i hver sin retning, og gjør at vi totalt sett vurderer at faren for utløsning av flomskred i fremtiden er ganske lik det den har vært i fortiden.

De historiske hendelsene indikerer at det for hele skråningen totalt sett må forventes flomskredhendelser oftere enn hvert hundrede år. Definisjonen av skredfare gjelder imidlertid per tomt eller per enhetsbredde på 30 m. Vi vurderer at den årlige nominelle sannsynligheten for flomskred per tomt eller 30 m enhetsbredde er større enn 1/1000 i store deler av det aktuelle området, som vist på faresonekartet. Faren for flomskred vil være størst i etablerte raviner. Det kan likevel ikke utelukkes at flomskred kan ta nye veier, spesielt der hvor ravinene møter slaktere terrenget og faresonene inkluderer derfor også områdene mellom etablerte raviner. 1/1000-faresonen markerer grensen for der hvor vi forventer at slike flomskred har evne til å gjøre skader på bygg eller utgjøre fare for menneskeliv med denne årlige sannsynligheten. Et slikt flomskred vil imidlertid kunne fortsette utenfor denne grensen og ned til havet, men da bare som våte masser med finere sediment. Slike skredmasser vil ikke ha like vesentlig destruktiv kraft ettersom farten på skredet minker og energien spres over et større areal.

Større skred vil normalt opptre sjeldnere. Vi har begrenset informasjon om skredet fra ca. år 1850, men i følge rapporten fra kommunegeologen har vesentlige deler av skredmassene nådd helt havnivå og dannet et nes. Vi vurderer at slike flomskred som har stor destruktiv kraft kan nå helt ned til havnivå mange steder med en årlig sannsynlighet større enn 1/5000.

Snøskred

Som det går frem i delkapittel 2.4 vil det kunne ligge i gjennomsnitt 0,5-1 m snø i de øvre delene av skråningen over Andvik. Ved ekstreme nedbørshendelser hvor det kommer opp mot 1 m snø i løpet av 1-3 dager vil dette kunne medføre et ustabil snødekke hvor det kan utløses snøskred. Det er ikke observert tegn i terrenget på at dette har skjedd tidligere, og det finnes heller ikke noe informasjon om historiske skredhendelser. Vindretningen vil også medføre at snø ofte blåses av og avlagres i dalsiden bak. Det er

også tett vegetasjon i størstedelen av områdene som er bratte nok til utløsning av snøskred, og dette vil bidra til å stabilisere snødekket.

Likevel kan det ikke helt utelukkes at det ved ekstreme værforhold kan dannes forhold som gjør at snøskred kan løsne. Potensielle løsneområder for snøskred over område 3 og 4, samt lokalitet F er omtrent samsvarende med løsneområdet for flomskred. For disse områdene er det tørre flaksnøskred som potensielt kan forekomme. Vi har ikke observert noen områder som er egnet for utløsning av sørpeskred.

Vi vurderer at det ikke vil utløses snøskred med en årlig sannsynlighet større enn 1/100. Snøskred som utløses med årlig sannsynlighet større enn 1/1000 vurderes å være relativt små og dermed også ikke nå særlig langt. I mange tilfeller vil snøskredene følge de største av ravinene som det går flomskred i, men vil stoppe tidligere i løpet når skråningen slaker av. Snøskred som utløses med årlig sannsynlighet større enn 1/5000 vil også følge disse samme ravinene, men vil også stoppe i de øvre delene av område 3, et stykke før flomskred vil stoppe.

Da faren for snøskred helt klar er underordnet i forhold til faren for flomskred for disse områdene er det ikke brukt ressurser på å fastslå utløpsdistanser helt nøyaktig, for eksempel med modelleringer. Grensene for snøskredsonene her er derfor omtrentlige, men gjenspeiler likevel realistiske utløpslengder for denne skråningen.

Samlet skredfare

For område 3 og 4, samt lokalitet F er det først og fremst flomskred som utgjør en fare. For størstedelen av område 3 og lokalitet F vurderer vi at den årlige sannsynligheten for slike skred er større enn 1/1000. For område 4 vurderer vi at den årlige sannsynligheten for slike skred er større enn 1/5000. Vi vurderer også at det er en viss fare for snøskred med årlig sannsynlighet større enn 1/1000 og 1/5000, men denne er underordnet i forhold til faren for flomskred. Vi vurderer at det ikke er steinsprangfare i områdene.

5.4 ANBEFALTE TILTAK

For å begrense sannsynligheten for utløsning av flomskred anbefales det at skogen i de øvre delene av skråningen beholdes. Det bør også settes begrensninger for terreng- og dreneringsendringer i denne delen av skråningen. For eksempel vil anlegging av skogsveier høyere opp i skråningen enn hvor de er i dag kunne medføre vesentlig økt fare for mindre jordskred som igjen kan utløse flomskred.

For eksisterende bebyggelse eller eventuell planlagt ny bebyggelse anbefaler vi sikring ved bygging av ledevoll. Utforming av en slik voll vil avhenge av plasseringen og størrelsen på området som skal sikres, samt lokale terrengforhold.

Generelt bør en ledevoll for flomskred bygges etter følgende prinsipper:

- Vollen må stå noe skrått i forhold til skredretning, slik at den leder skredet bort fra bebyggelsen den skal beskytte. Vinkelen må likevel ikke være for brått på skredretning slik at skredet går over vollen.

- Vollen må likevel ikke lede flomskred mot annen bebyggelse slik at skredfaren økes der. Kanalisering av skred bak en voll vil kunne føre til lenger skredutløp enn det ellers ville ha vært.
- Vollen kan anlegges ved bruk av stedlige masser.
- Vollen bør være minst 5 m høy.
- På oppsiden (der hvor skredet treffer) bør vollen være plastret med større blokker bygget som en tørrmur for å hindre erosjon.
- På nedsiden (mot bebyggelsen) må vollen ikke ha et fall som er brattere enn 1:2 ved bruk av stedlige masser.

Pris vil være sterkt avhengig av størrelse og plassering på vollen. For 100 m voll anslås det en pris inkludert prosjektering på mellom 0,7 og 1,2 millioner kr. Ledevoll må detaljprosjekteres av foretak med geoteknisk/geologisk kompetanse der hvor det foreligger konkrete planer for areal som ønskes bebygd eller hvor det allerede er bebygd.

6 OMRÅDE 5 – ANDVIK NORD

6.1 OBSERVASJONER I TERRENG



Figur 16: Utsnitt for område 5 fra hendelses- og observasjonskartet i vedlegg 2.

Skråningen over område 5 preges av de samme landskapstrekkene som i sør med sterk ravinering i morenejord, og det vises derfor til beskrivelsene av område 3 og 4, samt lokalitet F. Det er flere utpregede raviner som er opptil ca. 5 m dype her. To av disse kommer sammen rett over et bolighus, hvor det er rapportert om at det kom skred på begynnelsen av 1970-tallet.



Figur 17: Beitemark i område 5 hvor det går et bekkeløp. Til venstre for bekkeløpet sees en blokkansamling i terrenget.

Terrenget nederst i skråningen, i selve område 5, er bearbeidet, men det er likevel spor etter drenering her (figur 17). I dette bekkeløpet kan det også sees en ansamling av blokker. Dette løpet er forlengelsen av de to ravinene hvor det gikk skred på begynnelsen av 1970-tallet.

6.2 MODELLERINGSARBEID

Det har ikke vært ansett som nødvendig å gjøre modellering av noen skredtyper i dette området.

6.3 SKREDFAREVURDERING

Steinsprang

Det er ikke observert tegn i terrenget som tyder på at det har gått steinsprang ned til område 5. På samme måte som med område 3 og 4, samt lokalitet F, så finnes det bratte partier høyt oppe i skråningen hvor det kan utløses steinsprang, men avstanden er for lang og skråningen for slak til at steinsprang kan nå ned her. Vi vurderer derfor at det ikke er noe steinsprangfare for område 5.

Løsmasseskred

Forholdene i område 5 er ganske like som for område 3 og 4, samt lokalitet F. Vurderingen av skredfare er derfor den samme her, at det kan komme flomskred med en årlig sannsynlighet større enn 1/1000. Kombinasjonen av noe brattere terreng, samt observasjon av en blokkavsetning nesten ved havnivå gjør imidlertid at vi vurderer at skred med slik årlig sannsynlighet kan nå helt ned til havnivå i deler av område 5.

For de øvrige delene av område 5 vurderer vi at det er fare for flomskred større enn 1/5000 per år.

Snøskred

I forhold til snøskred er også område 5 ganske likt som område 3 og 4, samt lokalitet F. Vi vurderer derfor snøskredfaren å være tilsvarende som for disse områdene. Det vil si at snøskred med årlig sannsynlighet større enn 1/1000 kan nå et stykke ned i skråningen, mens snøskred med årlig sannsynlighet større enn 1/5000 når lenger. Snøskred vil følge de samme løpene som flomskred, men vil stoppe høyere oppe i terrenget, før de når ned til område 5.

Samlet skredfare

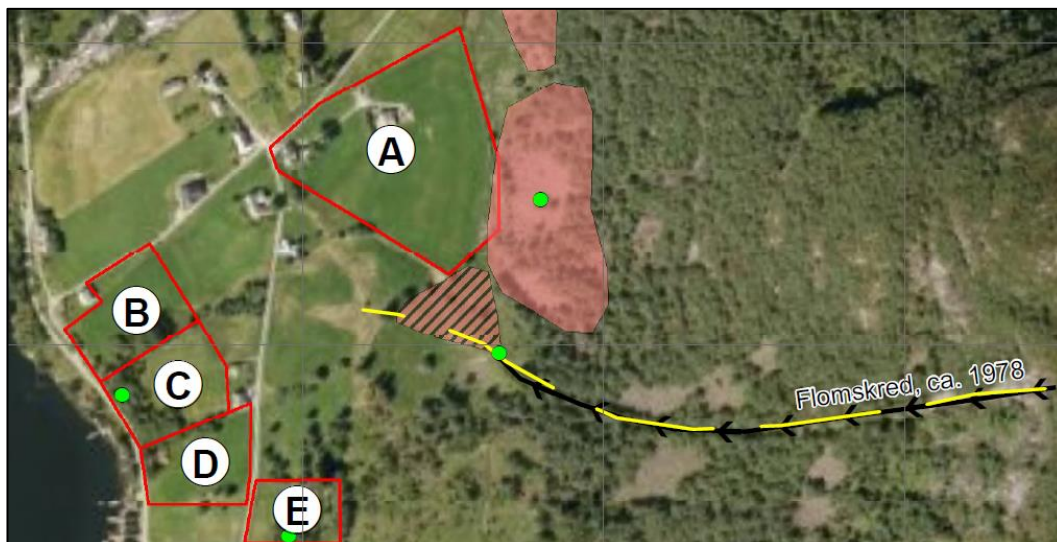
For område 5 er det først og fremst flomskred som utgjør en fare. For store deler av området vurderer vi at den årlige sannsynligheten for slike skred er større enn 1/1000. For en del av området i sør vurderer vi at den årlige sannsynligheten for flomskred er større enn 1/5000. Det er en viss fare for snøskred oppe i skråningen, men disse vil stoppe før de når område 5. Vi vurderer at det ikke er steinsprangfare i områdene.

6.4 ANBEFALTE TILTAK

For område 5 gjelder i utgangspunktet samme anbefaling som for område 3 og 4, samt lokalitet F, med anlegging av skredvoll. Se for øvrig delkapittel 5.4 for utdypende informasjon.

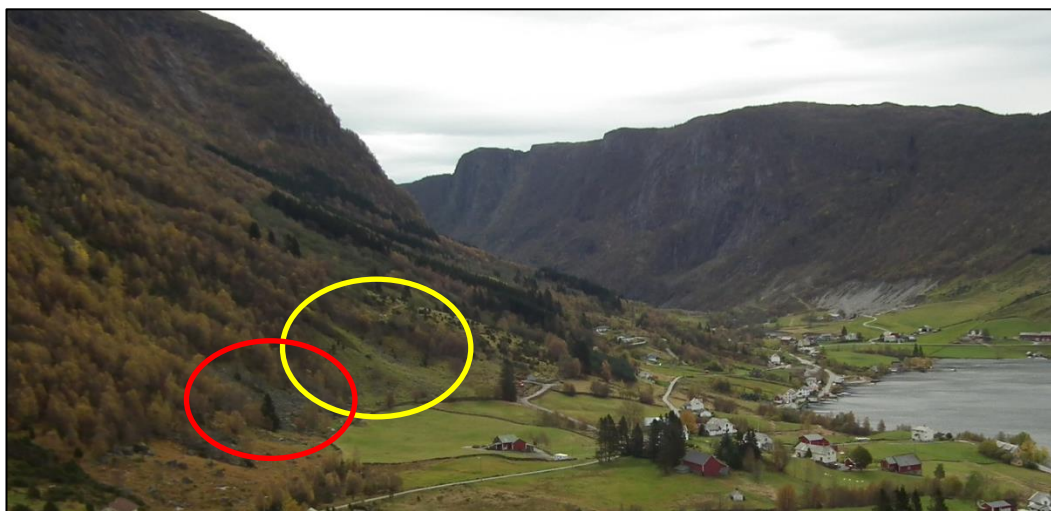
7 LOKALITET A, B, C, D OG E

7.1 OBSERVASJONER I TERRENG



Figur 18: Utsnitt for lokalitet A, B, C D og E fra hendelses- og observasjonskartet i vedlegg 2.

Terrenget her (figur 18) skiller seg noe fra det som er beskrevet lenger sør for områdene 3-5 og lokalitet F. Den øvre delen av skråningen er ganske bratt over lokalitet A-E, med enkelte tilnærmet vertikale partier. Ved lokalitet A er det imidlertid en fremtredende flate (figur 19) i terrenget som strekker seg ut til lokalitet B-D. Her er det et lite knekkpunkt og en mindre skråning ned mot havnivå.



Figur 19: Oversikt over lokalitet A-E med Andvik i bakgrunnen. En steinur er markert i rødt, mens en vifte bestående av blokker er markert i gult.



Figur 20: Steinur over lokalitet A. Steingarden er rett til venstre for bildets avgrensning.

Over lokalitet A er det en bratt skråning og en steinur (figur 20 og figur 19). Det er nå en steingard mellom marken og uren, men det kan ikke utelukkes at det også har lagt steinblokker ute på uren tidligere som har blitt fjernet. De største blokkene i uren har lengste akse på om lag 5 m, men de fleste blokkene har lengste akse på om lag 1 m. Både sidelengs i uren og fra nederst til øverst er det ganske mye variasjon i blokkstørrelser. Uren er om lag 30-40° bratt i øvre deler, men slaker av ned mot 20-25° nederst.

Skråningen over uren preges av ganske slett berg i et parti som for det meste er brattere enn 45°. Her er det en del avskallingssprekker (eksfoliasjonssprekker). Enkelte steder er det også helt vertikale skrenter. Det er ganske tett vegetasjon i skråningen.

Sør og øst for lokalitet A er et bekkeløp som går fra øverst i skråningen. Her er det opplyst om skred på slutten av 1970-tallet. Bekkeløpet går stedvis direkte på berg i en ravine som er 1-4 m dyp. Det munner ut i en tydelig vifteavsetning bestående av blokker (figur 21 og figur 19) der hvor ravinen møter slakere terreng. Der hvor ravinen møter viften er den ca. 5 m dypt, med tydelige rygger, trolig levéer, på sidene.

På flybilder kan ravinen tydelig følges opp til et vertikalt parti som går opp omtrent til kote 500. Over her er det et slakere parti som er nærmest skålformet med en tydelig renne i midten som går ned mot ravinen (figur 22). Nordvest for rennen faller terrenget slakt, mens det i sørøst har en helning på mellom 25 og 35°, begge steder inn mot rennen. Store deler av dette partiet over 500 moh. vil da drenerer inn mot bekkeløpet og ravinen.



Figur 21: Ravine med tydelige levéer som munner ut i en vifteform sør for lokalitet A.



Figur 22: Den øvre delen av skråningen over lokalitet A (www.norge3d.no). Den øvre delen av et bekkeløp (ravine) er markert i gult. Nord er mot venstre i figuren.

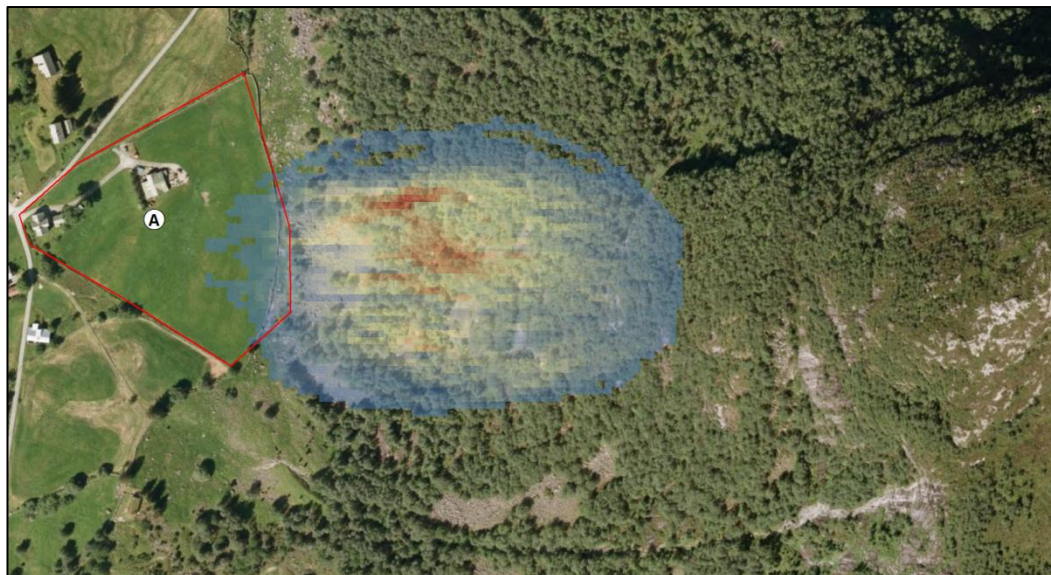


Figur 23: Avgrenset kile med løse blokker i bakkant i en skrent ved lokalitet E.

Lokalitetene B og C ligger nær havnivå, men oppå en flate. Her er det en mindre skråning nederst ved veien, men lokalitetene for øvrig er i slakt terreng. Lokalitet D ligger rett ved, men i en slak, jevn skråning.

Lokalitet E ligger også i en jevn skråning, men her er det en mindre bergskrent som er opptil ca. 4-5 m høy (figur 23). I denne skrenten er en tydelig avgrenset kile på ca. 1×3×3 m med mange mindre, løse blokker i bakkant. Delvis oppå blokken er en mindre gårdsvei fundamentert med en mindre gråsteinsmur. Muren er delvis utrast, trolig som et resultat av bevegelse av den store blokken.. På marken under er det enkelte blokker med lengste diameter opptil ca. 0,5 m som ligger ca. 10 m ut fra skrenten. Disse bærer preg av å være nylig utrast fra skrenten bak.

7.2 MODELLERINGSARBEID



Figur 24: Steinsprangmodellering i RockyFor3D ved lokalitet A. Resultatene er fremstilt fra blått (få steinsprangpasseringer) til rødt (mange steinsprangpasseringer) oppå et flyfoto.

For skråningen over lokalitet A er det gjort modellering av steinsprang i RockyFor3D. Modellingsresultatet som er vist i figur 24 er en av flere modelleringer som er utført, men trolig den som gir mest realistiske resultater. I denne modelleringen har blokkene som er utløst dimensjoner på 2×2×1 m. Det er også gjort modelleringer med større og mindre blokker, med henholdsvis lengre og kortere utløpsdistanser. Modelleringen viser at flesteparten av blokkene vil stoppe i uren, mens enkelte blokker kan nå ut på jordet. Modellen tar ikke hensyn til steingarden, som nok vil ha en viss barriere-effekt, men som neppe vil være nok til å stoppe alle blokker.

7.3 SKREDFAREVURDERING

Steinsprang

For lokalitet A og E er steinsprang en aktuell problemstilling. Ved lokalitet A er det en større skråning hvor avskalling langs skråningsparallele sprekker vil kunne føre til at det jevnlig løsner steinsprang.

Vi vurderer at slike skred vil nå ned nesten til urfoten med en årlig sannsynlighet større enn 1/100. Videre vurderer vi at det kan nå skred ned til steingarden med en årlig sannsynlighet større enn 1/1000. Selv om det ikke ligger noen skredblokker tydelig på marken utenfor steingarden i dag vurderer vi at dette likevel kan skje med en årlig sannsynlighet større enn 1/5000. Basert på modelleringene vil disse skredene maksimalt gå ca. 20-30 m ut på marken. Dette kan skje spesielt dersom diskformede blokker begynner å rulle på høykant, da vil de kunne gå en del lengre enn ellers.

Ved lokalitet E er det en avgrenset kile med flere løse blokker bak og over. Vi vurderer at det her vil utløses skred med en årlig sannsynlighet større enn 1/100. Slike skred vil trolig nå maksimalt ca. 10 m ut i fra skrenten. Det vil neppe løsne skred med lengre rekkevidde, og det er derfor ikke tegnet inn soner med skredfare 1/1000 og 1/5000 her.

Løsmasseskred

Det har gått flomskred i området i historisk tid, og det er en vifteavsetning her som tolkes å være en flomskredvifte. Flomskredene forekommer trolig som en følge av dreneringsmønsteret i området over kote 500 (figur 22). Under dette er det for bratt og for lite løsmasser til at flomskred vil løsne. I partiet over kote 500 er det stedvis opp mot 30-35° bratt, med helning inn mot rennen som drenerer ned mot flomskredløpet. Flomskred kan oppstå ved at de løsner mindre jordskred når det er høyt vannporetrykk i løsmassene på grunn av nedbør og/eller snøsmelting. Når jordskredet når til rennen hvor det allerede drenerer vann vil det kunne blokkere bekken som en demning helt til denne brister. Da vil det gå et flomskred bestående av mye vann, men også blokker og finstoff ut over kanten på det bratte partiet og ned i ravinen til flomskredviften ved lokalitet A. Tilsvarende kan snøskred demme opp rennen med samme effekt. Det vil også være mulig å få utløst mindre sørpeskred i dette partiet over kote 500 når snølaget blir helt vannmettet og mister sin stabilitet. Et slikt skred vil også plukke med seg sediment og fortsette ned over kanten mot ravinen og flomskredviften. Alle slike skred vil trolig plukke med seg mye blokker og sediment i det bratte partiet hvor skredet har stor fart.

På den øvre delen flomskredviften vurderer vi at flomskred med destruktiv kraft vil forekomme med en årlig sannsynlighet større enn 1/100. Vi vurderer videre at flomskred kan nå omtrent til grensen på vifteavsetningen med en årlig sannsynlighet større enn 1/1000. Områdene rundt viften er menneskepåvirkede arealer hvor det kan ha vært flomskredavsetninger tidligere som har blitt endret eller fjernet. Vi vurderer at flomskred kan nå ca. 10-20 m ut over kanten på viften med en årlig sannsynlighet større enn 1/5000.

På samme måte som beskrevet for område 3 og 4, samt lokalitet F vil det ved et eventuelt flomskred være rester av skredet i form av vann og finstoff som kan nå vesentlig lenger enn det som er angitt i faresonene. Slike masser vil imidlertid ikke ha den samme destruktive effekten som selve flomskredet, og er derfor ikke tatt med i vurderingene.

Snøskred

Som omtalt over vil det kunne løsne mindre snøskred i et parti som har skråningshelning mellom 30-35° over kote 500 (figur 22). Slike snøskred vil mest sannsynlig stoppe eller miste mesteparten av sin hastighet og energi i den slake rennen i dette området. Dette vil kunne bidra til å utløse flomskred ved at snøskredene demmer dreneringen i rennen. Eventuelle snøskred som går over kanten vil følge samme løpet som flomskredene, men vil neppe nå like langt.

Vi vurderer at det ikke vil gå snøskred ned mot bebyggelsen med en årlig sannsynlighet større enn 1/100. Snøskred som har en årlig sannsynlighet større enn 1/1000 vil følge

samme løp som flomskred, men nå noe kortere. Vi vurderer videre at snøskred som løsner fra dette øvre partiet over kote 500 med en årlig sannsynlighet større enn 1/5000 kan nå ut til kanten av flomskredviften.

Terrengtet i de øvrige delene av skråningen over lokalitet A-E er enten for bratt, for slakt eller for ulendt til at det vil kunne utløses snøskred.

Samlet skredfare

For lokalitetene A-E er det i liten grad skredfare som påvirker de arealene hvor det planlegges bygging. I sør for lokalitet A er det flomskredfare på en vifte, mens det øst for lokalitet A er steinsprangfare fra en bratt bergskråning. Det er også noe snøskredfare på denne viften, men med lavere årlig sannsynlighet enn flomskred. Lokalt ved lokalitet E er det en liten skrent hvor det er steinsprangfare.

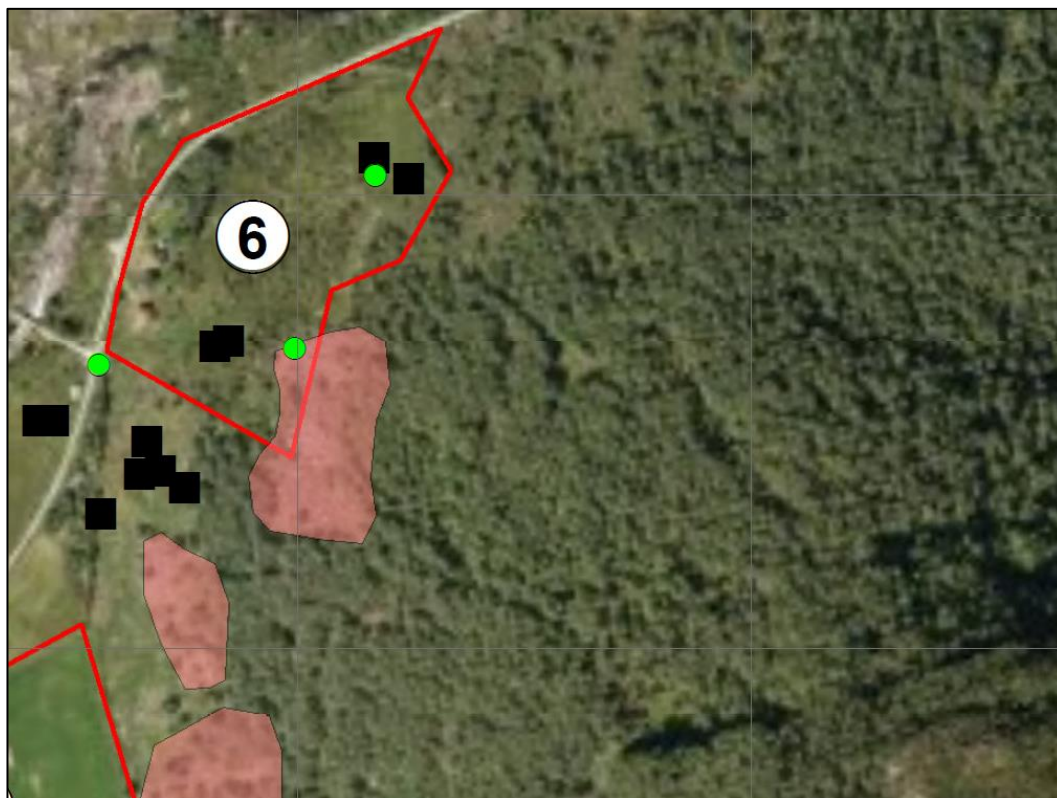
7.4 ANBEFALTE TILTAK

For å redusere faren for steinsprang ved lokalitet E anbefales rensk og sikring ved bolter. En stor andel av blokkene i og over skrenten kan trolig renskes ned. Noe vil imidlertid måtte boltes fast. Det anslås her, på lik linje med for område 1 og 2 at dette vil koste 100 000,- pluss 30 000,- for prosjektering.

I forhold til de delene av lokalitet A som har flomskred-, snøskred- og steinsprangfare anbefaler vi at det unngås å bygge her, da arealene som er berørt er relativt små i forhold til arealene som ikke påvirkes av skred. Dersom det skal sikres anbefaler vi bygging av voll i tråd med anbefalingene for område 3 og 4, samt lokalitet F.

8 OMRÅDE 6 – TOTLAND AUST

8.1 OBSERVASJONER I TERRENG

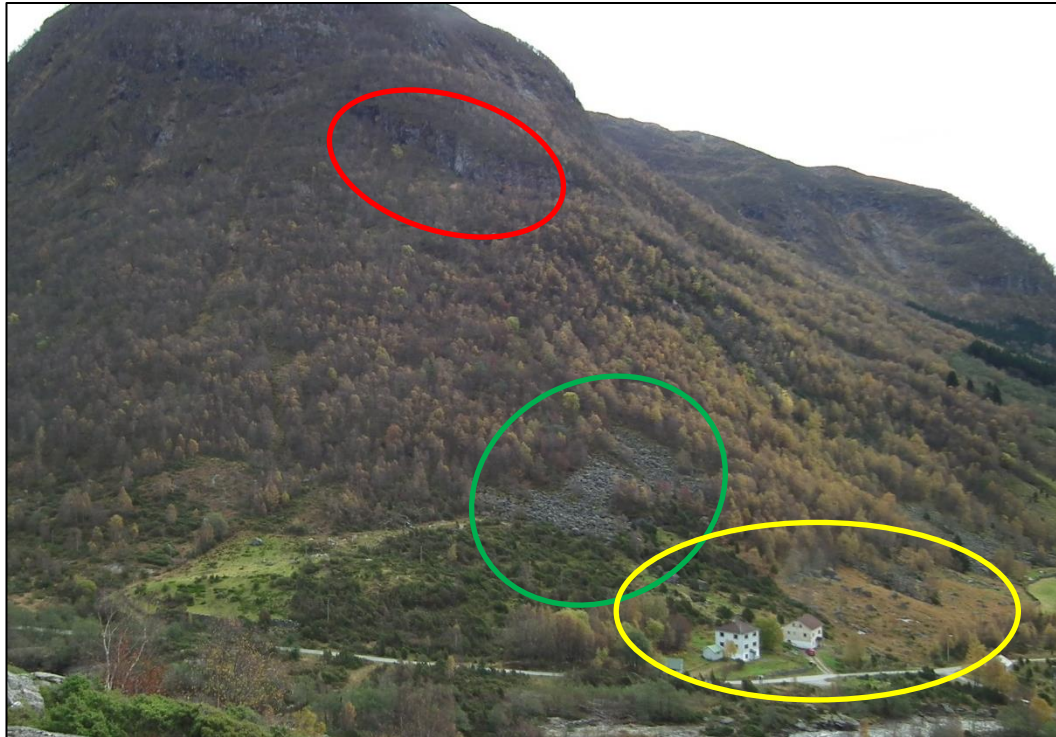


Figur 25: Utsnitt for område 6 fra hendelses- og observasjonskartet i vedlegg 2.

Område 6 ligger under en bratt fjellskråning (figur 25 og figur 26). Høyt i skråningen er det en vertikal skrent. Berget her er oppsprukket både langs to vertikale plan. Det er trolig også en del vilkårlige sprekker. De bergpartiene som kan avgrensnes av sprekke virker å være opptil ca. 10-20 m³. Skråningen under bergskrenten er dekket av tett skog.

Ved foten av skråningen er det en markert steinuravsetning. Blokkene i denne avsetningen har lengste diameter ca. 3-4 m. Det er få blokker som er mindre enn 1 m her. Det er ingen trær i uren, men steinene er for det meste mosegrodd. Ingen av dem virker å være særlig ferske.

På markene lenger ned er ligger det en del spredte blokker av samme størrelse. Noen av dem ligger helt nedenfor veien, som vist på figur 27. Distribusjonen av de største blokkene i terrenget er vist på figur 25. Blokkene er ganske kantede og virker å være steinsprangblokker, selv om det ikke kan utelukkes at enkelte av dem er moreneblokker.

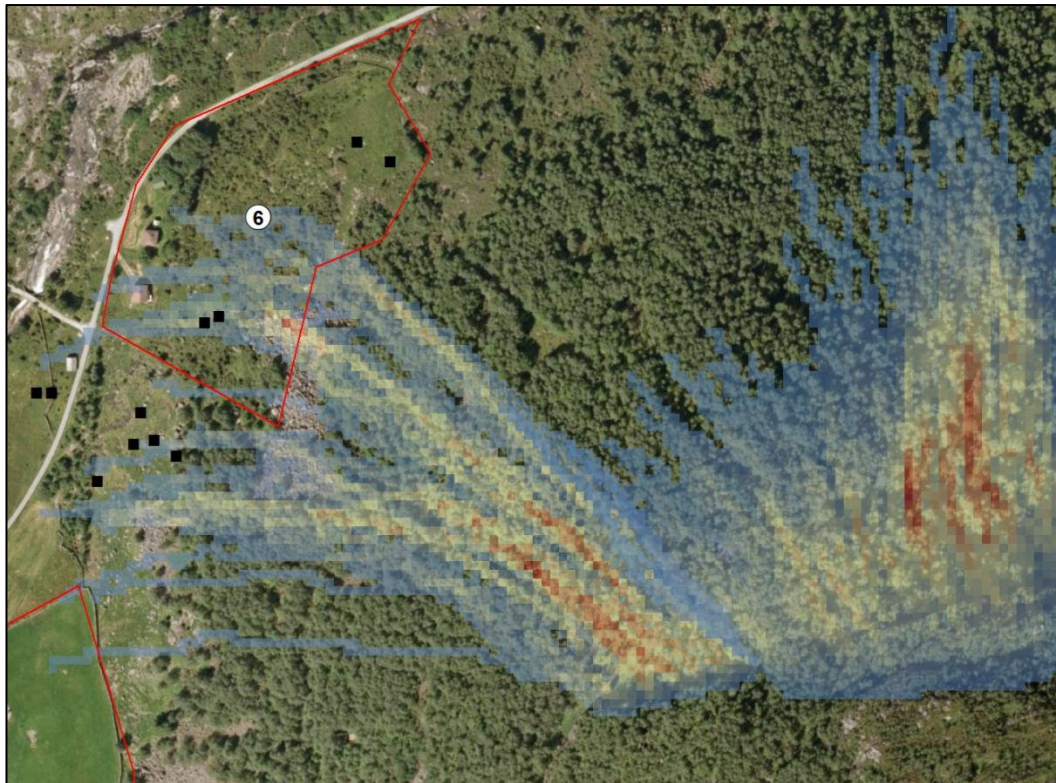


Figur 26: Skråningen over område 6. Bergskrenten er markert i rødt, en uravsetning er markert i grønt mens et areal med spredte blokker er markert i gult.



Figur 27: Spredte blokker på marken nedenfor skråningen, rett sør for område 6.

8.2 MODELLERINGSARBEID



Figur 28: Steinsprangmodellering i RockyFor3D for område 6. Resultatene er fremstilt fra blått (få steinsprangpasseringer) til rødt (mange steinsprangpasseringer) oppå et flyfoto.

For skråningen over område 6 er det gjort modellering av steinsprang i RockyFor3D. Modelleringresultatet som er vist i figur 28 er en av flere modelleringer som er utført, men trolig den som gir mest realistiske resultater. I den vestre delen av området er det utløst blokker på 4×4×2 m, i tråd med det som er observert både på bilder av løснеområdet og avsetninger nede i skråningen. I øst er det utløst blokker på 1×1×0,5 m, da utløsningsområdet her er av ganske annen karakter med tettere oppsprekking. Også her i øst vil de kunne løsne blokker som er større, men mye mindre hyppig enn i vest. Overgangen mellom de to løснеområdene er mer gradvis enn det som er lagt inn i modellen, og dette må også tas i betraktning i bruk av resultatene i figur 28 til skredfarevurdering. Både i vest og i øst er det gjort modelleringer med større og mindre blokkstørrelser, med det resultat at det blir henholdsvis lengre og kortere utløpsdistanser.

Modelleringene bekrefter feltobservasjonene av at blokker fra løснеområdet i vest kan nå helt ned til veien og noe forbi. Det viser også at blokker som løsner til en viss grad vil kanaliseres noen steder i skråningen. Lengre øst vil neppe blokker ha fullt så lange utløp som i vest.

8.3 SKREDFAREVURDERING

Steinsprang

Det er tydelige tegn på at steinsprang har gått i skråningen tidligere, og at enkelte av disse har nådd et stykke ut i flatere terreng. Vi vurderer at steinsprang som løsner med en årlig sannsynlighet større enn 1/100 vil stoppe inne i skogen oppi skråningen der hvor den flater noe ut.

Steinuren ved foten av skråningen ligger i ganske flatt terreng, og består nesten utelukkende av større blokker. Denne avsetningen kan skyldes enkeltsteinsprang, men det kan også hende at den stammer fra et steinskred hvor et større bergparti har løsnet samlet. I så fall vil flesteparten av blokkene fra et slikt skred ha blitt avsatt i denne uravsetningen, mens noen enkeltblokker har gått noe lengre.

Antallet blokker som ligger lenger ute, og distribusjonen av disse vitner imidlertid om at skred trolig har nådd ut her flere ganger tidligere. Vi vurderer at steinsprang (og steinskred) med årlig sannsynlighet større enn 1/1000 vil kunne nå et stykke ut på flatere mark. Steinsprang med årlig sannsynlighet større enn 1/5000 vil kunne nå ut til der hvor de ytterste blokkavsetningene er i dag, i samsvar med modelleringene i figur 28. Steinsprang med årlig sannsynlighet større enn 1/1000 og 1/5000 vil være større enn 1 m³ og opptil ca. 20 m³. Det kan ikke utelukkes at det løsner noe større parti som steinskred, men da vil størsteparten av skredmassene trolig stoppe i den grove steinuren.

Løsmasseskred

Det er ikke observert noen tegn til at det tidligere har gått løsmasseskred av noen vesentlig størrelse i nærheten av område 6. Skråningen nedenfor bergskrenten er 25-40° med et tynt løsmassedekke, trolig morene. Basert på terreng- og løsmasseforholdene kan det ikke helt utelukkes at mindre jordskred kan utløses i denne skråningen, for eksempel hvis et steinsprang fra skråningen over treffer et parti med vannmettede løsmasser. Vi vurderer at sannsynligheten for at dette skal skje er større enn 1/5000. Slike skred vil trolig stoppe omtrent der hvor terrenget flater ut, før de når område 6.

Snøskred

Det er heller ikke observert noen tegn til tidligere snøskred mot område 6. Den øvre delen av skråningen er for bratt til at det vil kunne samles vesentlige snømengder her. Lenger nede er det tett vegetasjon som vil stabilisere snødekket. Vi vurderer at det ikke er fare for snøskred ved område 6.

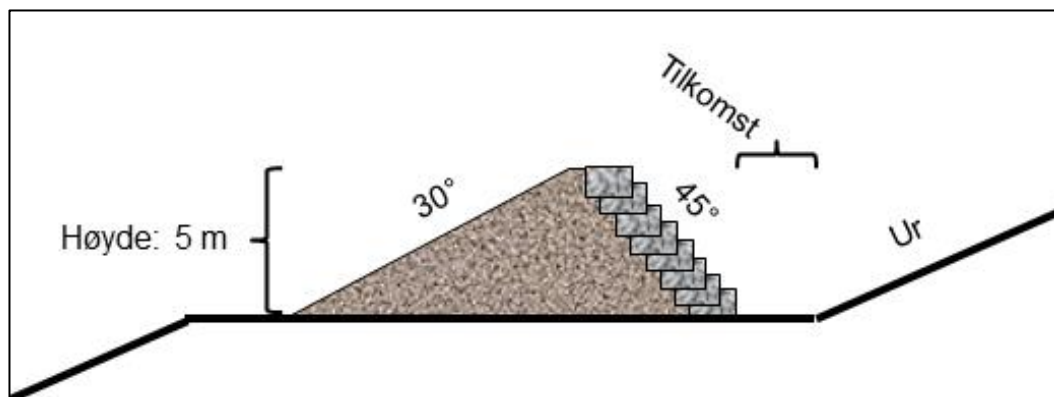
Samlet skredfare

Steinsprang er den dominerende skredtypen her. Deler av område 6 er innenfor sonene med skredfare større enn 1/1000 og 1/5000 for steinsprang. Det kan ikke utelukkes at det kan komme jordskred fra skråningen men disse vurderes å stoppe der hvor skråningen slaker av, før de når område 6. Det vurderes å ikke være fare for snøskred her.

8.4 ANBEFALTE TILTAK

For å redusere faren for steinsprang mot område 6 anbefaler vi at det bygges en fangvoll. Vollen kan plasseres i en utflating i terrenget ytterst i urmassene som berører område 6 sitt sørøstre hjørne.

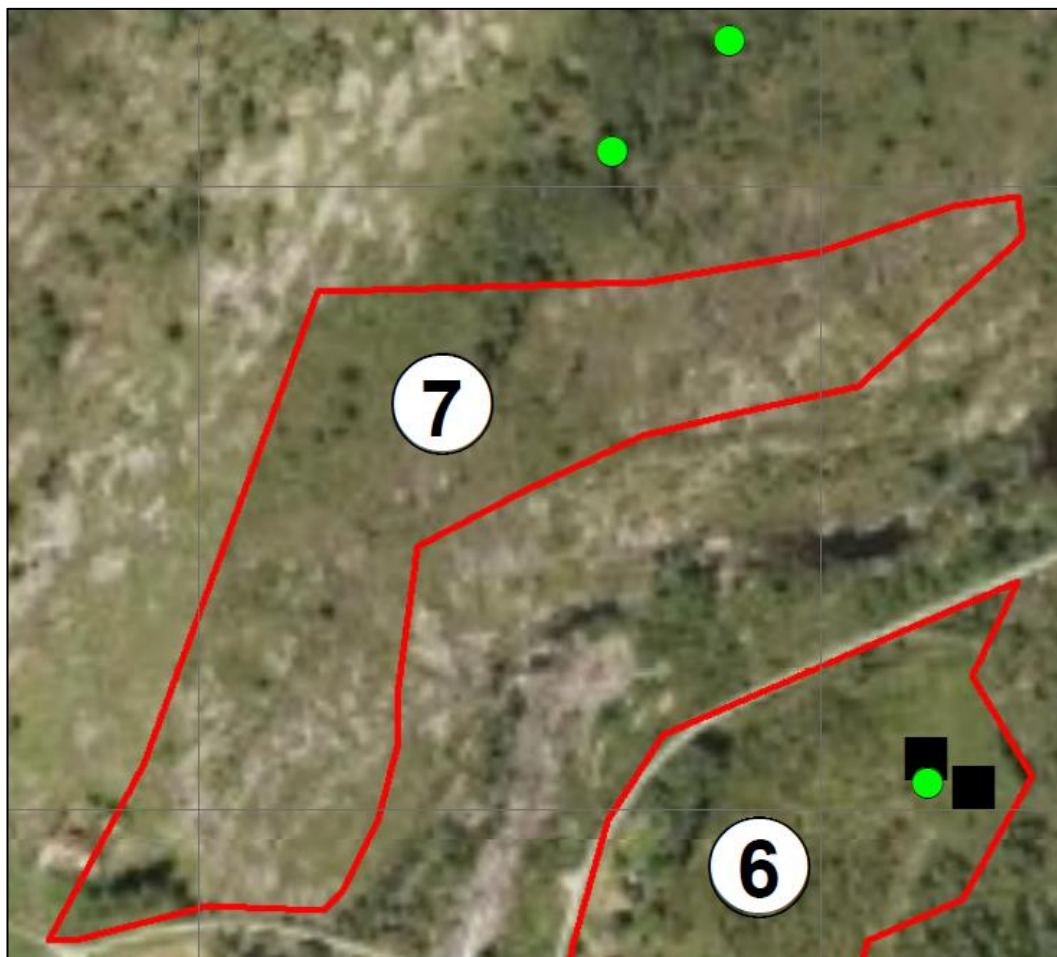
Vollen bør være minst 5 m høy (figur 29). På siden som vender mot skråningen skal den være om lag 45° bratt, bestående av en ordnet røys av store blokker. Den andre siden bør ha et fall på maksimalt ca. 30°. Denne delen av vollen kan bestå av finere, stedlige masser. På oppsiden av vollen bør det være plass til at man kan gå inn mellom vollen og uren med gravemaskin el. for å fjerne masser fra et eventuelt skred. Masser fra uren kan i utgangspunktet brukes i byggingen av vollen, men det må unngås at det graves direkte ned i foten av uren på en måte som vil gjøre overliggende masser i uren ustabile. Vollens lengde avgjøres først og fremst av arealet som ønskes sikret mot skred. 100 m voll med ordnet røys på oppsiden anslås å ha en total pris inkludert prosjektering på mellom 0,5 og 1 millioner kr.



Figur 29: Prinsippskisse for fangvoll som vern mot steinsprang.

9 OMRÅDE 7 – TOTLAND VEST 1

9.1 OBSERVASJONER I TERRENG



Figur 30: Utsnitt for område 7 fra hendelses- og observasjonskartet i vedlegg 2.

Område 7 (figur 30) preges av berg i dagen de fleste steder. Det er noen mindre lommer med løsmasser, og noe vegetasjon, spesielt i skråningen i vest og nord. Det ligger mange blokker opp til ca. 1 m³ løst oppå berget (figur 31). Disse skiller seg fra blokkene observert nær område 6 både ved at de er vesentlig mer rundede og mindre og ved at de ligger tilsynelatende tilfeldig spredt i terrenget, uavhengig av terrengforhold. Blokkene er trolig moreneblokker som har smeltet rett ut fra en isbre ved slutten av forrige istid.



Figur 31: Område 7, sett mot nordvest.

I skråningen nord for område 7 er det observert noen få avgrensede blokker (figur 29). Det er anslagsvis 5-10 slike blokker på opptil 2 m³ som er helt eller delvis avgrenset. Disse befinner seg i mindre skrenter som er 1-3 m høye.



Figur 32: En avgrenset blokk på om lag 2 m³ i skråningen nord for område 7.

9.2 MODELLERINGSARBEID

Det har ikke vært ansett som nødvendig å gjøre modellering av noen skredtyper i dette området.

9.3 SKREDFAREVURDERING

Steinsprang

De observerte, avgrensede blokkene i skråningen nord for område 7 (figur 32) utgjør en potensiell fare for steinsprang. Vi vurderer at steinsprang kan løsne og nå ned til der terrenget slaker av med en årlig sannsynlighet større enn 1/100. Skred som forekommer sjeldnere vil neppe ha lengre utløp, og derfor tegnes det ikke faresoner med steinsprangfare større enn 1/1000 og 1/5000.

Løsmasseskred

Det er lite løsmasser i skråningene her. Vi vurderer at det ikke er fare for løsmasseskred for område 7.

Snøskred

I skråningen nord for området er det enkelte steder brattere enn 30°. Terrenget er imidlertid relativt kupert og det er tett vegetasjon. Det kan ikke utelukkes at mindre snølommer kan løsne helt lokalt, men vi vurderer at det ikke er fare for snøskred som utgjør fare for liv eller materielle verdier i område 7.

Samlet skredfare

For område 7 er det kun steinsprang som utgjør en fare, og dette påvirker bare en liten del av området lengst nord.

9.4 ANBEFALTE TILTAK

For de delene av området hvor det ikke er skredfare trengs det ingen tiltak. Dersom det planlegges tiltak i sikkerhetsklasse S1, S2 eller S3 innenfor sonen med fare for steinsprang i nord, så anbefaler vi sikring av avgrensede blokker ved hjelp av rensk, bolting og fjellbånd. Dette vil koste anslagsvis 100 000,- pluss 30 000,- for prosjektering.

10 OMRÅDE 8 – TOTLAND VEST 2

10.1 OBSERVASJONER I TERRENG



Figur 33: Utsnitt for område 8 fra hendelses- og observasjonskartet i vedlegg 2.

Område 8 (figur 33) preges av mye berg i dagen og enkelte mindre lommer med løsmasser. I nord er det en skråning som går opp til ca. kote 300, men denne er avbrutt av en større fjellhulle (figur 34). Det partiet som er i umiddelbar nærhet til område 8 går bare opp til ca. kote 150. Skråningen er stedvis brattere enn ca. 45°.



Figur 34: Oversikt over område 8, med et brattere bergparti i nord (til høyre). Uren er markert rød.



Figur 35: En blokk i område 8. Til høyre sees en skrent med en del steinsprangblokk i forkant.

I den nedre delen av skråningen er det observert to vertikale sprekkesett som står omtrent normalt på hverandre og et sub-horisontalt sprekkesett. Under skråningen er det et sted en uravsetning (figur 34). Utenfor denne ligger det enkelte spredte blokker. En av disse er vist på figur 35. Dette er trolig en steinsprangblokk.

10.2 MODELLERINGSARBEID

Det har ikke vært ansett som nødvendig å gjøre modellering av noen skredtyper i dette området.

10.3 SKREDFAREVURDERING

Steinsprang

I den delen av område 8 som er nærmest skråningen i nord har det gått steinsprang tidligere. Vi vurderer at det kan løsne steinsprang her med en årlig sannsynlighet større enn 1/1000. Disse vil ha utløpslengder som samsvarer omtrent med ytterkanten av uren. Skred som løsner med årlig sannsynlighet større enn 1/5000 vurderes å ha utløp like langt som blokken i figur 35, omtrent 20 m ut i fra skråningsfoten.

Løsmasseskred

Det er lite løsmasser i område 8 og i skråningen i nord er terrenget svært kupert, også her med mye berg i dagen. Vi vurderer derfor at det ikke er fare for løsmasseskred som kan ramme område 8.

Snøskred

I skråningen nord for området er det enkelte steder brattere enn 30°. Terrenget er imidlertid relativt kupert og det er tett vegetasjon. Det kan ikke utelukkes at mindre snølommer kan løsne helt lokalt, men vi vurderer at det ikke er fare for snøskred som utgjør fare for liv eller materielle verdier i område 8.

Samlet skredfare

Lokalt i den nordlige delen av område 8 er det fare for steinsprang med årlig sannsynlighet større enn 1/1000 og 1/5000. For resten av område 8 vurderer vi at det ikke er skredfare.

10.4 ANBEFALTE TILTAK

Der hvor det er fare for steinsprang er det lokale skrenter som utgjør denne faren. Vi anbefaler sikring av avgrensede blokker i disse skrentene i skråningen i nord. Denne sikringen kan skje ved rensk, samt bolting og bruk av fjellbånd. Det anslås at sikringsarbeidet vil koste 200 000,- pluss 50 000,- i prosjektering.

11 OMRÅDE 9 OG 10 – ÅDNEKVAM HYTTEFELT OG BUSTADFELT

11.1 OBSERVASJONER I TERRENG



Figur 36: Utsnitt for område 9 og 10 fra hendelses- og observasjonskartet i vedlegg 2.

Område 9 (figur 36) preges i stor grad av slett berg i delvis bebygd terreng. Lengst nord i området er det en bratt skråning over noen hytter (figur 37). Denne er opp til ca. 100 m høy. Det er også enkelte mindre skrenter inne i området, samt en bratt skrent over veien som går på nedsiden av området. Det er lite løsmasser i områdene, og terrenget er jevnt over ganske kupert.



Figur 37: Oversikt over område 9 og 10. En bratt skråning i nord er markert i rødt, mens en liten skrent langs veien er markert i gult.



Figur 38: Skrent nord for område 9. En avgrenset, lang og smal blokk kan skimtes bak noen busker (markert i rødt).

I den større skrenten nord for område 9 er det observert flere avgrensede blokker. En av disse er lang og smal, og trolig om lag 7-10 m³ (figur 38). Denne blokken er helt avgrenset og hviler på en mindre berghylle som skrår utover. I bakkant støtter den seg på flere løse blokker. Noen meter over denne blokken er det blant annet en stabel med avgrensede blokker. Det er en del avgrensede partier i denne skrånningen.

Langs veien som går vest for område 9 er det noen lokale skrenter og veiskjæringer. Her er det enkelte avgrensede blokker og kiler som kan løsne og komme ned mot veien.

På nedsiden av veien er det enda en skrent ned mot noen naust. Berget i denne skrenten er ganske massivt og uten noen vesentlig oppsprekking. Oppå skrenten (rett ved veien) ligger det imidlertid en del løse blokker (figur 39). Disse ligger relativt ustabilt til, og kan komme på gli for eksempel ved frost eller nedbør.



Figur 39: Løse blokker oppå en skrent nedenfor veien under område 9.

Inne i område 10 er det en lokal skrent som er ca. 2-4 m høy. I denne er det observert en avgrenset blokk på ca. 1-2 m³. Det er trolig også noen andre, mindre avgrensede blokker her.

11.2 MODELLERINGSARBEID

Det er ikke gjort modelleringer ved bruk av noen programvare for dette området, men for skråningen nord for område 9 er det beregnet siktevinkler for steinsprang. Dette er vinkelen mellom øverste del av løsneområdet og ytterste avsetning. Siktevinkler for kjente steinsprang ligger normalt ikke under ca. 35°. På grunn av terrenget som har et markert knekkpunkt vil utløpslengdene være kortere her og dermed også siktevinkelen være større. For vurdering av utløpslengder her er det derfor lagt til grunn siktevinkler på om lag 40°.

11.3 SKREDFAREVURDERING

Steinsprang

I den nordlige skråningen er det en god del avgrensede blokker. Den omtalte blokken på 7-10 m³ er løs og ligger på en utoverskrånende bergflate. Bare små bevegelser, ved f.eks. frostaktivitet bak denne eller blokkene i bakkant, vil føre til utfall og vi vurderer den årlige sannsynligheten for steinsprang her til å være større enn 1/100. Også blokkstabelen i terrenget over kan falle ut med en årlig sannsynlighet større enn 1/100. For den øvrige delen av denne skråningen vil det være avgrensede blokker som kan løsne med en årlig sannsynlighet større enn 1/1000. De fleste blokker vil trolig stoppe relativt raskt. Enkelte blokker vil kunne gå noe lenger, da med en årlig sannsynlighet større enn 1/5000.

Langs veien er det en del avgrensede blokker som vil kunne løsne. Vi vurderer at dette kan skje med en årlig sannsynlighet større enn 1/100. Slike skred vil trolig stoppe på veien. Også på nedsiden av veien er det noen steder årlig sannsynlighet større enn 1/100 for at steinene oppå skrenten skal løsne og gå ned mot naustene.

I område 10 er det en liten skrent med avgrensede blokker hvor det vurderes å være skredfare større enn 1/100. Disse blokkene vil trolig bare velte ut av skrenten, stoppe relativt raskt.

Løsmasseskred

Da terrenget er kupert og det er lite løsmasser her vurderer vi at det ikke er fare for løsmasseskred i område 9 og 10.

Snøskred

Det er ingen egnede steder hvor snø kan samles opp og utløses som snøskred i eller over områdene, og vi vurderer derfor at det ikke er fare for snøskred i område 9 og 10.

Samlet skredfare

For område 9 og 10 er der vurdert å være fare for steinsprang fra skråningen i nord, langs en veiskjæring og i en liten skrent inne i område 10.

11.4 ANBEFALTE TILTAK

For skrenten i nord anbefaler vi sikring ved rensk og bolting. Fjellsiden som skal sikres er relativt stor og det vil være behov også for vegetasjonsrensk en del steder for å avdekke avgrensede blokker. Pris på sikringsarbeidene anslås til 500 000,- pluss 100 000,- i prosjektering.

Langs veien kan skredfaren reduseres ved rensk og bolting, samt noen steder bruk av steinsprangnett. Det samme gjelder den lille skrenten i område 10. Sikring langs veien og av blokkene over naustene vil koste anslagsvis 200 000,- pluss 50 000,- i prosjektering.

12 KONKLUSJON

For de ulike områdene og lokalitetene er skredfaren vurdert som følger:

Område 1: Det er fare for steinsprang med årlig sannsynlighet større enn 1/1000 og 1/5000 i en liten del av området lengst øst.

Område 2: Det er ingen skredfare her.

Område 3: Størsteparten av området har flomskredfare større enn 1/1000 per år, og den resterende delen av område flomskredfare større enn 1/5000 per år.

Område 4: Hele området har flomskredfare større enn 1/5000 per år.

Område 5: Deler av området har flomskredfare større enn 1/1000 per år, og den resterende delen av området har flomskredfare større enn 1/5000 per år.

Område 6: Deler av område har steinsprangfare større enn 1/1000 og 1/5000 per år.

Område 7: Kun en liten del av området har steinsprangfare, da større enn 1/100 per år.

Område 8: En liten del av området har steinsprangfare større enn 1/1000 og 1/5000 per år.

Område 9: En liten del av området har steinsprangfare større enn 1/100, 1/1000 og 1/5000 per år. Deler av området har steinsprangfare større enn 1/100 per år.

Område 10: En liten del av området har steinsprangfare større enn 1/100 per år.

Lokalitet A: Deler av området i øst har steinsprangfare større enn 1/1000 og 1/5000 per år. Deler av området i sør har flomskredfare større enn 1/5000 per år.

Lokalitet B: Her er det ingen skredfare.

Lokalitet C: Her er det ingen skredfare.

Lokalitet D: Her er det ingen skredfare.

Lokalitet E: Lokalt er det fare for steinsprang større enn 1/100 per år fra en liten skrent i området.

Lokalitet F: Her er det flomskredfare større enn 1/1000 per år.

Bergen, den 29. november 2013

Sweco Norge AS


Utarbeidet av



Espen Eidsvåg

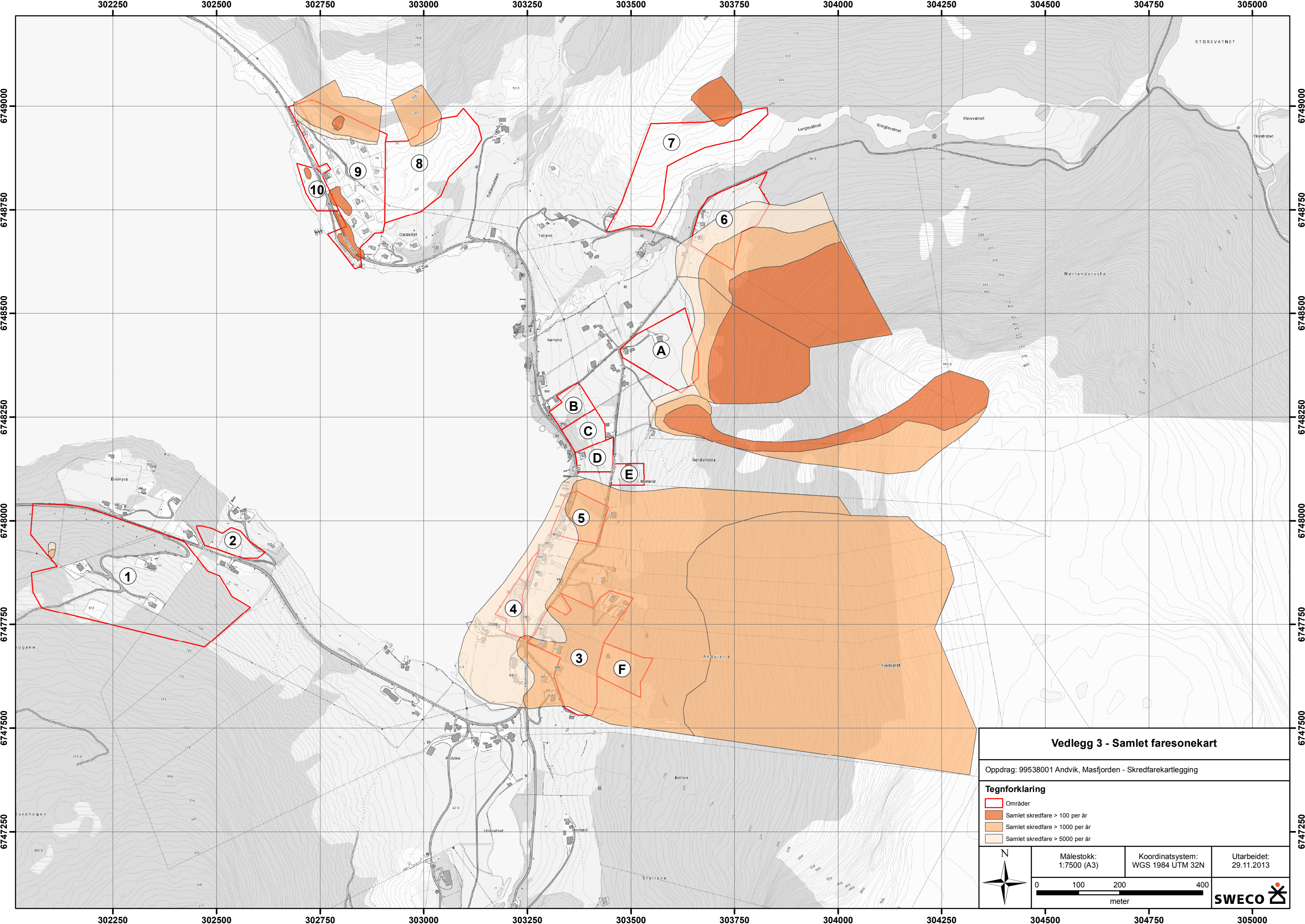
Geolog

Kontrollert av



Øystein Strand Lohne

Geolog



Vedlegg 3 - Samlet faresonekart

Oppdrag: 99538001 Andvik, Masfjorden - Skredfarekartlegging

Tegnforklaring

- Områder
- Samlet skredfare > 100 per år
- Samlet skredfare > 1000 per år
- Samlet skredfare > 5000 per år

	Målestokk: 1:7500 (A3)	Koordinatsystem: WGS 1984 UTM 32N	Utarbeidet: 29.11.2013

SWECO