
RAPPORT

Statkraft Energi AS

Dalen, Tokke - Skredfarekartlegging

Oppdragsnummer 99270001



16.08.2013

Sweco Norge AS
Divisjon Vest, Bygg – Anlegg
Geo og Rehab

1 (20)

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	3
2	Utførte undersøkelser	3
3	Grunnlag	3
4	Beskrivelse	3
4.1	Berggrunn	5
4.2	Løsmasser	5
4.3	Løsneområder	6
4.4	Utløpsområder	8
5	Historiske skredhendelser	9
6	Modellering	10
6.1	RockyFor3D	10
6.2	RocFall	14
6.3	Empirisk modell	15
7	Skredfare	16
7.1	Lovgrunnlag	16
7.2	Skredfare større enn 1/100 per år	17
7.3	Skredfare større enn 1/1000 per år	17
7.4	Skredfare større enn 1/5000 per år	18
8	Anbefalte tiltak	18

1 Innledning

Statkraft planlegger en utvidelse av sitt driftsbygg på Dalen i Tokke kommune, Telemark. Utvidelsen vil skje i form av et nytt bygg nordvest for den eksisterende bygningsmassen. Det vil også bli bygget en ny parkeringsplass nær for den eksisterende parkeringsplassen. Det utarbeides en reguleringsplan i forbindelse med de planlagte endringene. Området ligger nedenfor en bratt dalside hvor det tidligere har gått skred. Sweco Norge AS er derfor engasjert for å kartlegge skredfare og anbefale sikringstiltak for området som skal reguleres.

2 Utførte undersøkelser

Det ble utført en befaring den 24. mai 2013. Til stede på befaringen var geolog Espen Eidsvåg og geolog Roger Sørstø Andersen fra Sweco, samt Tor Helge Midtbø fra Statkraft Energi AS. I tillegg til befaring på selve tomten ble en steinur i nedre del av skråningen nord for tomten befart. Den øvre delen av denne skråningen ble undersøkt på nært hold ved hjelp av helikopter.

3 Grunnlag

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.
- Observasjoner gjort under befaring.
- Berggrunnskart og løsmassekart fra NGU, www.ngu.no.
- Informasjon om tidligere skredhendelser og aktsomhetskart fra NVE, www.skrednett.no.
- Ortofoto og topografiske kart fra Statens kartverk, www.norgeskart.no.
- Digitalt kartmateriale fra Infoland, www.infoland.no.
- RockyFor3D, program for utløpsmodellering av steinsprang i en 3D-modell av terrenget, www.ecorisq.org. RocFall, program for utløpsmodellering av steinsprang i en 2D-modell av terrenget, www.rocscience.com
- Skredrapport for området, utarbeidet av NGI med rapportnummer 84471-1 av 8. januar 1985: «Vurdering av steinskredfare og sikring».

4 Beskrivelse

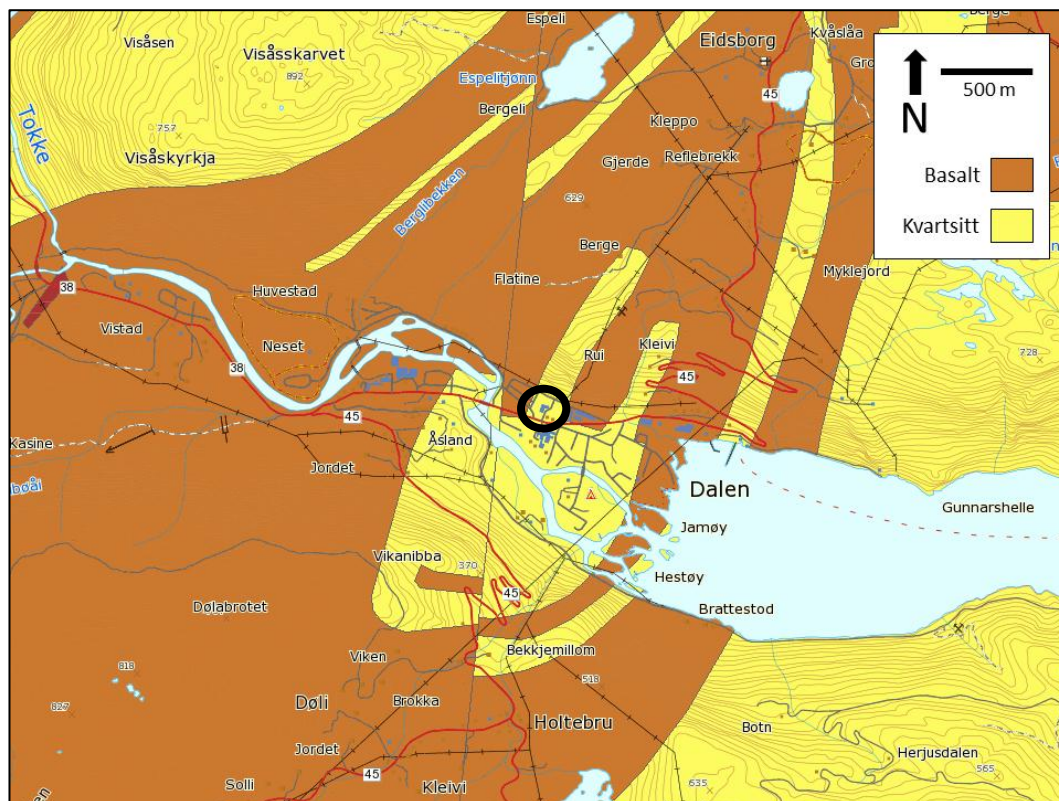
Tettstedet Dalen ligger på en elveslette der hvor elva Tokke renner ut i innsjøen Bandak. Den nordlige dalsiden går bratt opp fra den flate elvesletten som tettstedet ligger på. Den

nederste delen av skråningen er en grov steinur, mens det høyere oppe er brattere, stedvis i form av vertikale skrenter (figur 1). Det er totalt ca. 250 høydemeter opp til toppen av det bratteste partiet hvor skråningen slaker av.



Figur 1: Oversiktsfoto av den aktuelle fjellsiden i Dalen. Statkraft sin driftsbygning er markert i rødt. Bildet er tatt fra helikopter.

4.1 Berggrunn

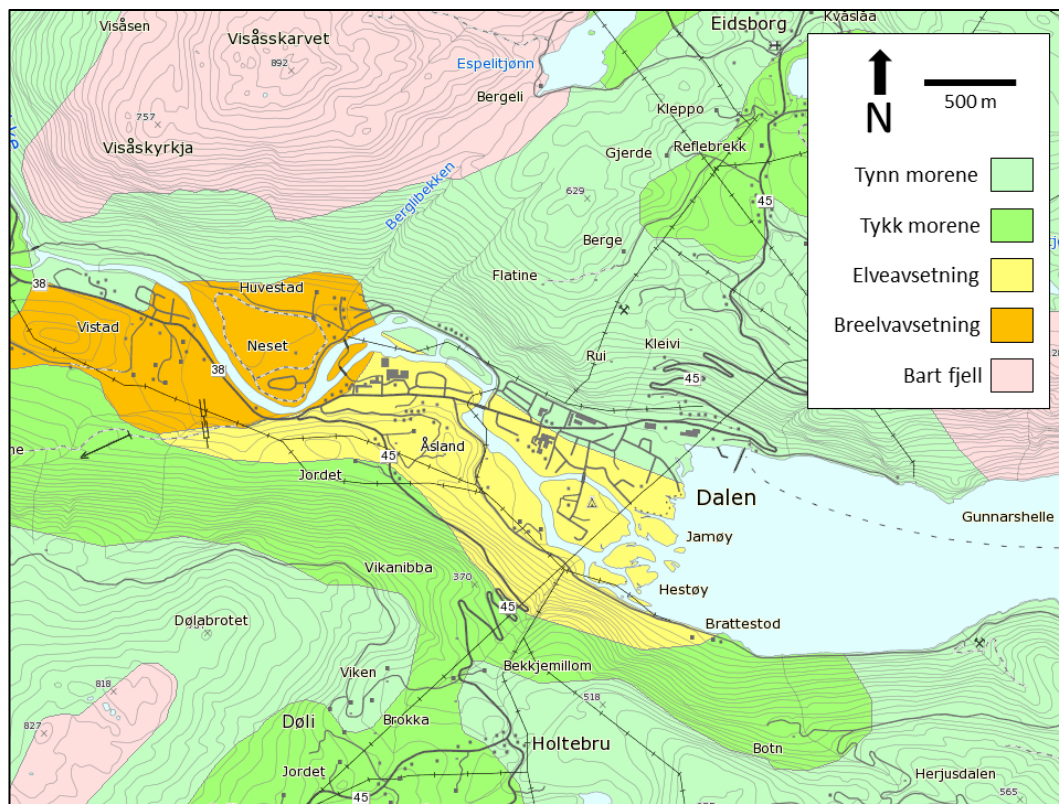


Figur 2: Berggrunnskart over Dalen, Tokke (www.ngu.no). Berggrunnen i området består av basalt og kvartsitt.

Som vist på figur 2 er berggrunnen i området av NGU kartlagt som basalt og kvartsitt. Dette er relativt harde bergarter, som er noe av forklaringen til hvorfor det er så bratte fjellsider i området. Berget i den øvre delen av skråningen hvor skred kan utløses er beskrevet nærmere i avsnitt 4.3.

4.2 Løsmasser

Løsmassekartet (figur 3) viser at dalbunnen er preget av elveavsetninger og breelvavsetninger. Dette stemmer også godt overens med vårt inntrykk fra befaring, selv om disse avsetningene ikke har vært fokus for våre observasjoner. Grensene for disse elve- og breelvavsetningene er mest sannsynlig forskjøvet noe, da slike grenser vanligvis samsvarer bedre med endringer i topografien. Ettersom kartet er laget for målestokken 1:250 000 kan man ikke forvente at det er helt nøyaktig på denne målestokken. I dalsidene er det kartlagt morene, noe som til en viss grad sikkert stemmer, i alle fall for den søndre dalsiden. Mange steder i den nordlige dalsiden er det imidlertid bare skredmasser eller bart fjell, og muligens også morene. Det er vesentlige mektigheter med skredavsetninger i form av grov steinur i nedre del av nordre dalside. Disse er beskrevet nærmere i avsnitt 4.4.



Figur 3: Løsmassekart over Dalen, Tokke (www.ngu.no). Løsmassene er kartlagt på målestokken 1:250 000, hvilket medfører at grensene ikke alltid er helt nøyaktige.

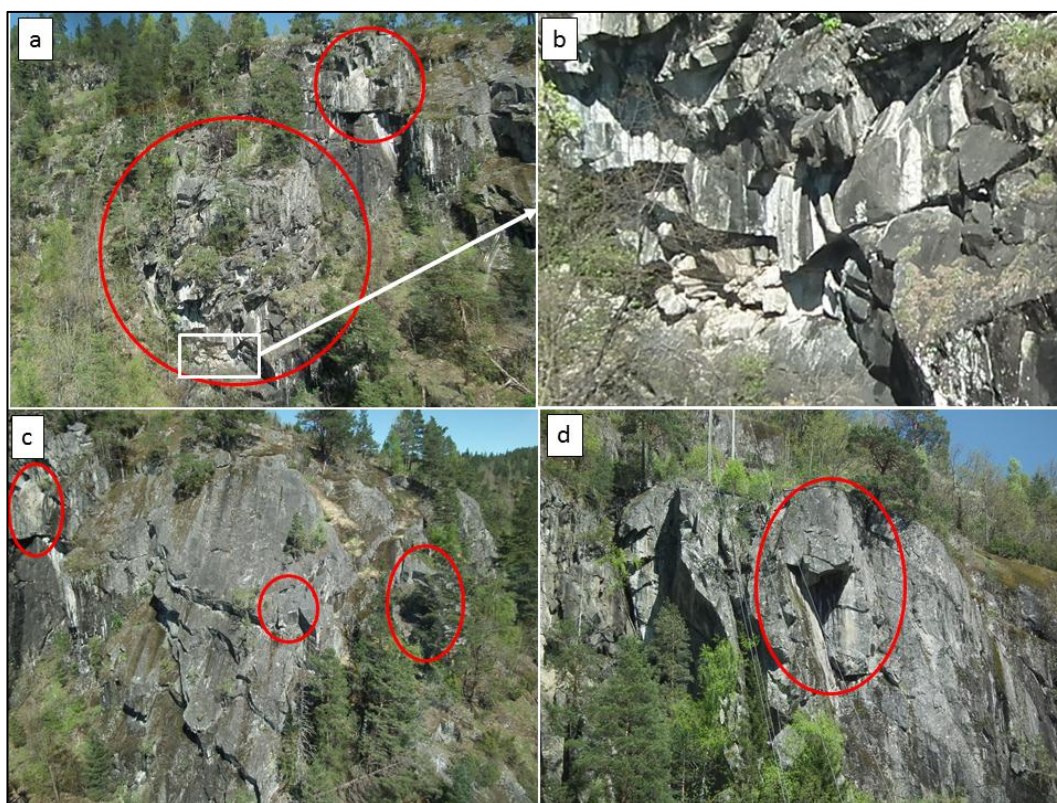
4.3 Løsneområder

Under helikopterbefaring av de bratteste partiene øverst i skråningen er det observert flere oppsprekingsplan som gir potensiale for utløsning av steinsprang (<math> < 100 \text{ m}^3 </math>) eller steinskred (100 - 10 000 m^3). Det er ikke gjort nøyaktige målinger av orienteringen til disse planene. Et av planene faller utover fra skråningen (mot sør) med en helning på om lag 45° . Dette planet er svært markant i de helt øvre delene av skråningen, som vist i figur 4c.

Flere steder er berget også preget av to vertikale oppsprekingsplan, ett som går parallelt langs skråningen og ett som går normalt på skråningen (inn i berget). Sprekkeavstanden mellom alle de tre oppsprekingsplanene varierer en del. Det medfører at det enkelte steder i skråningen er avgrensede blokker som er relativt små (noen m^3), mens det andre steder i skråningen finnes større avgrensede partier.

Flere av disse større partiene er vist i figur 4. Den største røde markeringen på figur 4a viser et parti grovt anslått til $20 \times 20 \times 15 \text{ m}$. Ettersom det ikke er rektangulært anslår vi det totale volumet til å være 3-4000 m^3 . Figur 4b viser nærbilde av den nedre delen av dette partiet. Her er det en god del oppsprekking. Fargen på berget indikerer at denne oppsprekkingen er relativt fersk. Slik oppsprekking i underkant av et større, avgrenset

bergparti kan være en indikasjon på at hele partiet er eller har vært i bevegelse. Det er noen mindre, avgrensede blokker lenger oppe på dette partiet også. I underkant (nederst i figur 4b) kan det skimtes tegn til et potensielt glideplan langs sprekkplanet som faller ca. 45° ut av skråningen. Det er også et vertikalt sprekkesett som avgrenser blokken i bakkant, selv om det er vanskelig å vurdere hvor godt utviklet dette sprekkesettet er her.



Figur 4: Bilder av sprekkavgrensede partier i skråningen. a) Et større avgrenset parti, samt en mindre, avgrenset blokk i et overheng i den øverste, vestlige delen av skråningen. b) Nærbilde av oppsprekking under det største partiet. c) Flere avgrensede blokker øverst, øst i skråningen. Sentralt i bildet kan også sprekkplanet som faller ca. 45° ut av skråningen sees. d) En avgrenset blokk under en strømledning sentralt i den østlige delen av skråningen.

I figur 4a er det også markert en mindre blokk lenger oppe hvor det er et tydelig overheng. Denne blokken kan også sees oppe til venstre i figur 4c. Det er ikke observert tydelig avgrensning i bakkant av blokken. Den ligger imidlertid også på sprekkplanet som faller om lag 45° ut av skråningen. Dette sprekkplanet dannet også overhengen. De partiene som virker mest ustabile her er på opptil ca. 100 m³. I verste fall kan også et større parti være ustabil, men det er ikke observert avgrensning i form av sidesprekker og baksprekk som tilsier det, kun planet under blokken.

På figur 4c er det markert ytterligere to mindre partier som virker å være avgrenset. Partiet lengst til høyre vises ikke så godt på figuren, da det er skjult bak et tre. Det er imidlertid her flere blokker på opptil ca. 20 m³ som er avgrenset av sprekker. Sentralt i figuren sees det omtalte sprekkplanet som faller ca. 45° ut av skråningen. Det er enkelte

trinn som avgrensar flere sprekkesett langs dette planet fra hverandre. Høyden på disse trinnene, og altså avstanden mellom sprekkesettene er om lag 2 m. I et av disse trinnene er det markert en blokk som virket å ha en baksprekk. Denne blokken anslås å være om lag 30 m³.

Figur 4d viser et blokkoverheng lengre nede i skråningen, rett ved en strømledningsmast. Det virker som om den nedre delen av blokken (der hvor det sees skygge) allerede har falt ut. Det er sprekker både på siden og bak partiet som gjør at det trolig er ustabil.

I tillegg til de omtalte partiene finnes det en rekke mindre, avgrensede blokker i hele skråningen. Det kan også være større, avgrensede, potensielt ustabile partier som ikke har blitt oppdaget på grunn av for eksempel vegetasjon som hindrer sikt.

I den nedre delen av skråningen, rett over ura er det noe tettere oppsprekking enn høyere oppe. Blokkene som er avgrenset er derfor mindre, stort sett mellom ca. 1 m³ og 20 m³.

4.4 Utløpsområder

Den nederste delen av skråningen preges av en kjegleformet ur (figur 5). Helningen på uren er for det meste 35-40°. Helt nederst er den noe brattere, men det er usikkert om dette skyldes menneskelig påvirkning, tidligere undergraving av elv på elvesletten eller om det er en naturlig form på urfoten. I øvre del av uren er det en del trær. Dette gjenspeiler at det øverst i uren er masser med mindre kornstørrelse slik at organisk materiale lettere får feste. Selv om det er en trend med finere kornstørrelser øverst i uren og større blokker nederst, så er massene til en viss grad usortert. Det vil si at det ligger store og små steinblokker om hverandre i de sentrale delene av uren. Blokkstørrelsen varierer mellom om lag 0,2 og 5 m. Blokkene er kantede til kantrundede. Overflaten på uren er ganske jevn.

Slike urer dannes ved avsetning av steinsprang og steinskred. Dersom den eneste aktive prosessen var steinsprang i form av enkeltblokker ville man kunne forvente enda bedre gradering av uren. Det vil si at de minste blokkene ville vært øverst i uren, mens større og større blokker ville vært avsatt lenger ned mot urfoten. Variasjonen i størrelse på de avsatte blokkene kan indikere at det også har kommet en del større utfall av partier som har knust opp underveis. Avsetningene etter slike steinskred kan være noe mer kaotiske enn avsetningene av steinsprang.

Også mellom skrentene i den øvre delen av skråningen er det enkelte steder mindre steinurer.

På flaten nedenfor foten av uren er det de fleste steder bebygd eller på annen måte arealer som er bearbeidet av mennesker. Selv om det ikke er noen skredavsetninger her kan en ikke tolke at det ikke har gått skred ut over flaten tidligere. Slike skredavsetninger har mest sannsynlig blitt fjernet.



Figur 5: Steinura i nederste del av skråningen.

5 Historiske skredhendelser

Det finnes en del historiske registreringer av skred som har nådd ned på Bandakjordet tidligere. I sin rapport nr. 84471-1 av 8. januar 1985 har NGI sammenstilt informasjon om skredhendelser fra 1960-1985. I årene 1962-1964 skjedde det tre skred mot bebyggelse. Flere av blokkene fra disse skredene traff noen eneboliger som var plassert 20-30 m ut fra urfoten. Blokkene i disse skredene var opptil ca. $1,5 \text{ m}^3$ og gikk opptil 25 m ut fra urfoten. Disse skredene er også registrert i NVE sin skreddatabase, men der hevdes det at de største blokkene var $2-3 \text{ m}^3$. Det var bygget gjerder som vern mot skred, men flere blokker gikk gjennom eller over disse. I NGI sin rapport opplyses det om totalt 7 skred som er registrert ut på Bandakjordet i perioden 1960-1985. De nevner også at det tidligere er registrert skred her som mest sannsynlig har gått opptil 50 m ut fra urfoten, selv om nøyaktig plassering er ukjent. På befaring ble det nevnt at det årlig, spesielt om våren kan høres lyd fra steinsprang oppe i ura.

6 Modellering

6.1 RockyFor3D

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 hele den nordlige dalsiden over Bandakjordet. Den vestlige delen av dalsiden er modellert i forbindelse med en tilsvarende undersøkelse utført for Tokke kommune.

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 vedlegg 2 og 3. De ulike inndatasettene som brukes i modellen er forklart kort under. For mer utdypende informasjon om disse, se RockyFor3D-manualen (www.ecorisq.org).

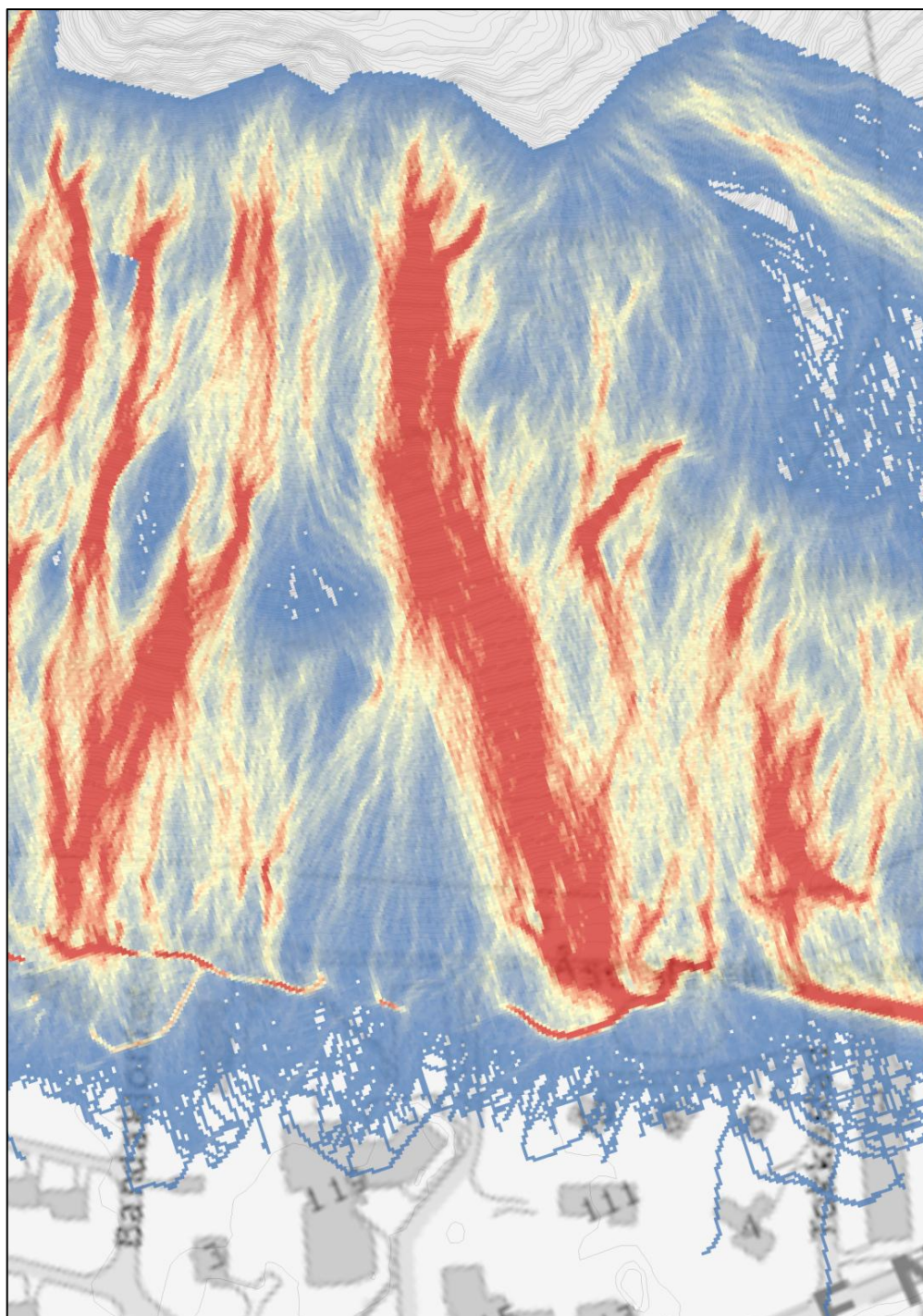
- rockdensity: Tettheten (kg/m^3) på utløste steinsprang
- d1, d2, d3: Bredde, høyde og dybde på utløste blokker (m). Max, med og min indikerer blokkstørrelse i ulike scenarier som er modellert.
- blshape: Formen på utløste blokker (1 = rektangulære).
- rg10, rg20, rg70: Høyden på hindre (m) som utgjør 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 (%).

I modelleringen har det blitt forsøkt å utløse steinsprang av ulike størrelser, hovedsakelig blokker på 4x4x2 m og blokker på 1x1x0,5 m. Det ble også forsøkt å slippe vesentlig større blokker, men resultatene fra dette virker å være urealistisk korte. Når så store partier raser ut vil de ikke oppføre seg som en enkelt partikkel som spretter nedover skråningen. I stedet vil det skje en stor grad av intern oppkusing og deformasjon i blokkpartiet. Skreddynamikken vil bli ganske annerledes enn et enkelt steinsprang. RockyFor3D klarer kun å modellere enkeltblokker, og resultatene fra modelleringen av større partier er derfor ikke tatt hensyn til i de videre vurderingene.

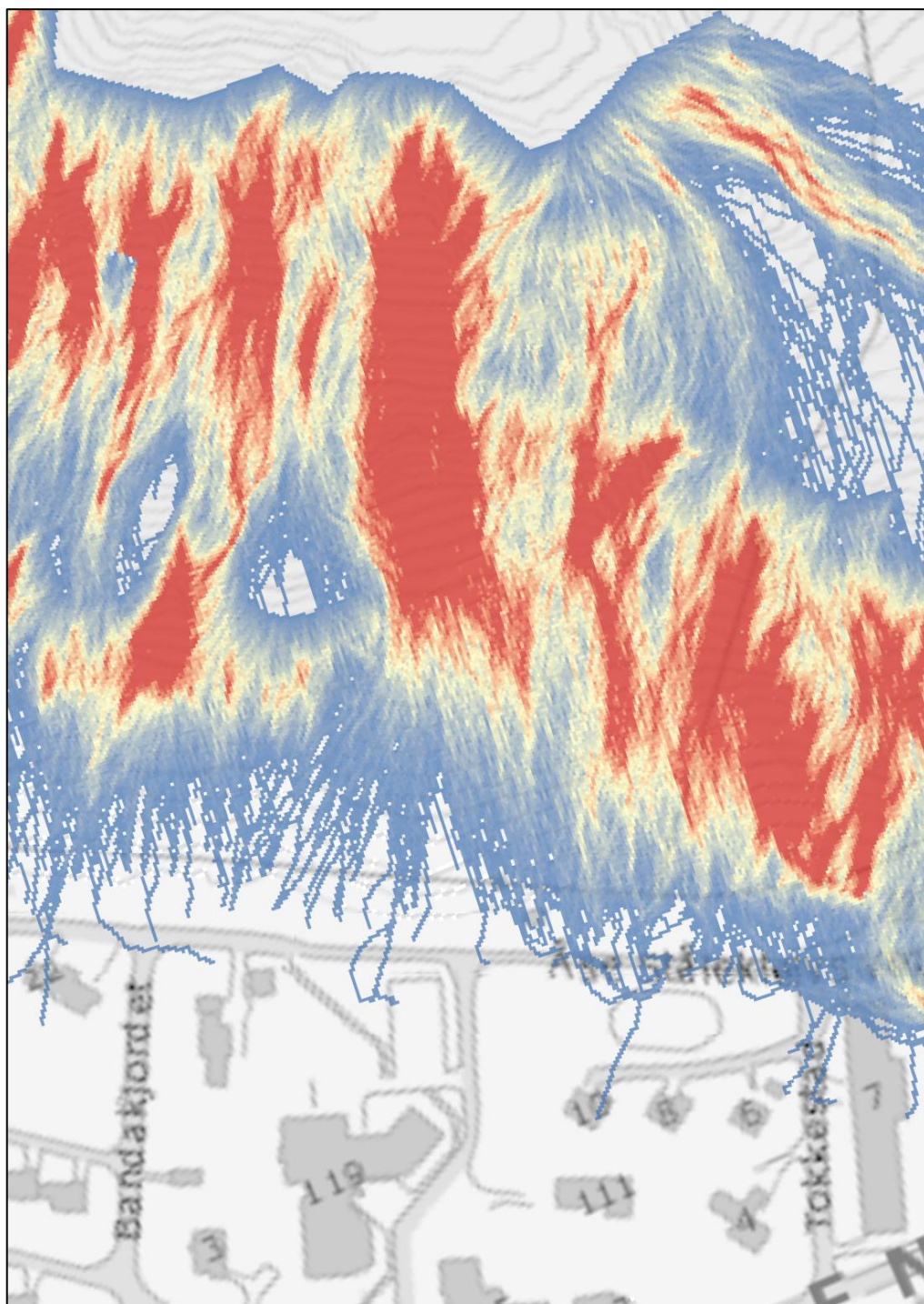
Modelleringene er gjort en rekke ganger med variasjon av ulike parametere. Det som gir størst utslag for utløpslengden, spretthøyden og energien til modellerte blokker er helt tydelig størrelsen på blokkene som utløses. Blokkene på 4x4x2 m går i modelleringen over ca. 60 m ut fra urfoten ved driftsbygningen (figur 6) med en spretthøyde på opptil 8-

10 m. Denne spretthøyden er sannsynligvis 5 m for høy, da ingen blokker har spretthøyder under 5 m i modellen. Dette skyldes sannsynligvis en feil ved programvaren. I skredfarevurderingene er det derfor ikke tatt hensyn til disse spretthøydene, men det antas at de er 3-5 m høye, som virker mer reelt.

Mindre blokker på 1×1×0,5 m er også modellert (figur 7). Disse stopper i all hovedsak i uren. I det undersøkte området er det kun noen få steder slike blokker går ned til Bandakjordet i modelleringen, og da bare omtrent 20 m ut fra urfoten i området over driftsbygningen.



Figur 6: Modellering av blokker på 4x4x2 m i RockyFor3D. Fargene indikerer passeringer av steinsprangblokker, der blått betyr få passeringer mens rødt betyr mange passeringer.

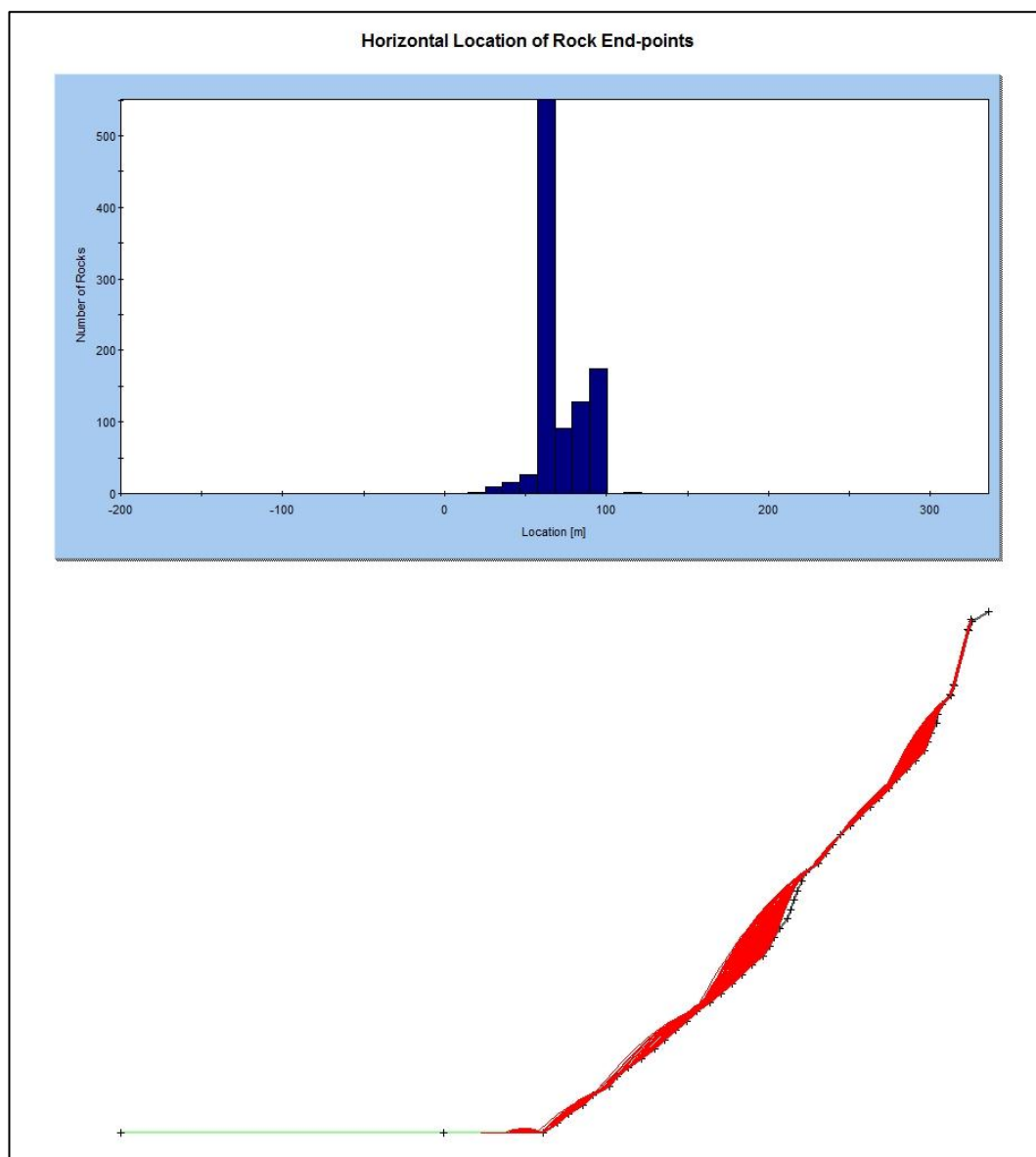


Figur 7: Modellering av blokker på 1x1x0,5 m i RockyFor3D. Fargene indikerer passeringer av steinsprangblokker, der blått betyr få passeringer mens rødt betyr mange passeringer.

6.2 RocFall

Det har også blitt gjort modelleringer av skredblokker langs et profil i programmet RocFall fra RocScience. Programmet modellerer steinsprang langs et 2D-profil av terrenget i skråningen. Også her er det lagt inn mest mulig realistiske parametere for terrengoverflaten i forhold til friksjon for steinsprangene mot underlaget. Modellen har blitt testet med en rekke ulike inndata for å se hvilke utslag dette gir for utløpslengder og spretthøyde. RocFall er ikke like sensitiv for endringer i blokkstørrelse som det RockyFor3D er. Selv om mange ulike blokkstørrelser er forsøkt kjørt i modellen gir disse nesten tilsvarende resultat.

I figur 8 vises resultatene fra en modellering hvor det er sluppet 1000 blokker på 2700 kg, tilsvarende 1 m³. Blokkene er sluppet fra kildeområdene i skrentene uten rotasjon eller starthastighet. Modelleringen indikerer at slike blokker vil nå maksimalt ca. 50 m ut på Bandakjordet. De fleste blokker stopper imidlertid ved foten av uren. Her vil slike blokker i følge modellen ha en maksimal spretthøyde på ca. 3 m.

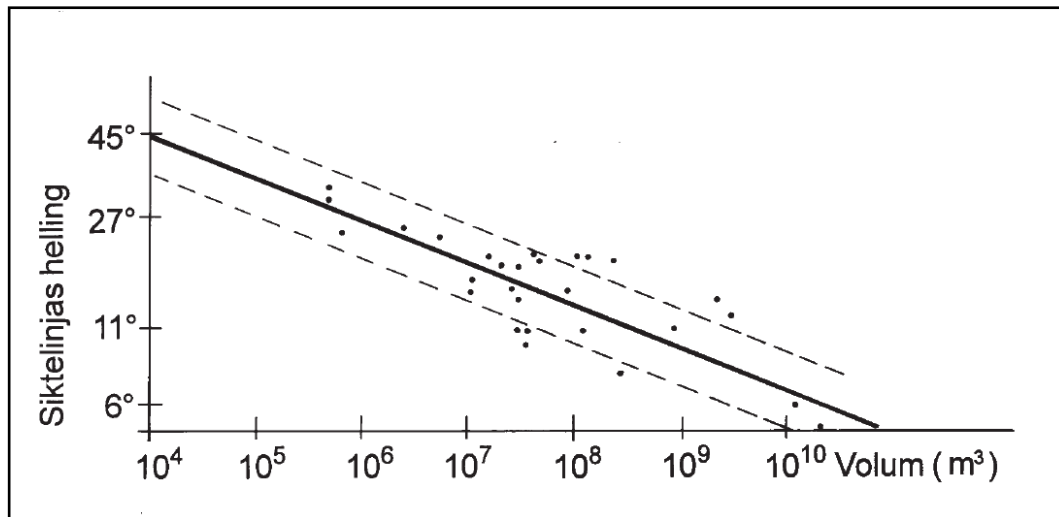


Figur 8: Resultatet fra utløpsmodellering langs et terrengprofil av skråningen over driftsbygget. Nederst vises terrengprofilen det er modellert blokker langs. Røde linjer viser modellerte steinsprang. Øverst vises antall blokker som har stoppet på de ulike stedene i profilet.

6.3 Empirisk modell

Vi har også benyttet en enkel, empirisk modell for vurdering av utløpsdistanser til større nedfall, se figur 9. Modellen, som er utviklet av NGI, tar utgangspunkt i kjente fjellskred. Det er funnet en sammenheng mellom skredvolum og utløpsdistanse. Det viser seg at store skred har en tendens til å nå lenger enn mindre skred. Siktelinjen er den målte helningen fra ytterste skredblokk til overkant løsningsområde. Modellen viser at siktelinjen

fra ytterste skredblokk til overkant av skredets løsneområde har en gjennomsnittlig helning på ca. 45° for skredvolum 10 000 m³. For større skred avtar siktelinjens helning, dvs. at skredet går lenger ut. For mindre skred kan det antas at siktelinjen øker, det vil si at skredene går kortere.



Figur 9: Empirisk modell for siktevinkele på fjellskred.

7 Skredfare

7.1 Lovgrunnlag

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 1). 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.

Tabell 1: 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

I forbindelse med planarbeid utarbeides det faresonekart som viser utstrekningen av soner med de ulike nominelle årlige sannsynlighetene for skredhendelser. Vurderinger av skredfare bygger på informasjon om tidligere skredhendelser, teoretiske beregningsmodeller, men også til syvende og sist faglig skjønn.

Det eksisterende driftsbygget med dets planlagte utvidelse hører til sikkerhetsklasse S3, med tilhørende krav om *største nominelle årlige sannsynlighet for skred* (heretter bare referert til som skredfare) på 1/5000. Utearealet, primært bestående av parkeringsplass vurderes på grunn av mindre eksponeringstid for personer, samt mindre materielle verdier å tilhøre sikkerhetsklasse S2 med krav om største skredfare på 1/1000 per år.

I det følgende vurderes utbredelsen til sonene som kan rammes av skred med større nominell årlig skredfare enn henholdsvis 1/100, 1/1000 og 1/5000. Sonene er vist i faresonekartet i vedlegg 4, og begrunnelsen for disse sonene er formulert i det følgende.

7.2 Skredfare større enn 1/100 per år

De historiske registreringene indikerer at det er hyppig skredaktivitet i skråningen. Man kan derfor anta at det også vil gå skred i fremtiden med en omtrent tilsvarende hyppighet. Det har årlig gått skred som stopper i ura, og flere ganger i tiåret gått skred som har nådd utenfor urfoten.

De historiske dataene viser at skredblokker på opptil 2-3 m³ har gått 25-50 m ut fra urfoten. Vi vurderer at dette kan skje igjen i fremtiden med større årlig sannsynlighet enn 1/100, og plasserer faresonen deretter. Slike blokker kan være noe større og ha noe mer destruktiv kraft enn de minste blokkene som er modellert i RockyFor3D (figur 7).

Blokkene modellert i RocFall tilsvarende trolig også i stor grad slike steinsprang som kan forventes med årlig sannsynlighets større enn 1/100.

7.3 Skredfare større enn 1/1000 per år

Ved helikopterbefaring er det observert en rekke avgrensede blokker i fjellsiden som er opptil flere titalls m³. Det er ingen avsetninger som tyder på at slike blokker har nådd dalbunnen intakt, men dette kan likevel ikke utelukkes. Blokker kan være fjernet i forbindelse med bebyggelse, og de kan også være helt eller delvis begravd under elveavsetninger i dalbunnen. Det vurderes at slike skred på mellom omtrent 5 og 100 m³ vil utløses med en årlig sannsynlighet større enn 1/1000. Mangelen på avsetninger i det større segmentet av slike skred skyldes trolig at de vil knuses opp under skredløpet.

Basert på observasjoner i felt og modelleringene i RockyFor3D vurderer vi at slike skred kan nå 60-70 m ut på Bandakjordet fra urfoten. De vil trolig ha maksimale spretthøyder på om lag 3-5 m.

7.4 Skredfare større enn 1/5000 per år

Et sted i skråningen er det observert et større, sprekkeavgrenset bergparti på anslagsvis 3-4000 m³ (figur 4a). Hele eller deler av dette partiet kan være ustabil. Oppe til høyre i figur 4a kan det også sees et annet avgrenset parti oppå et glideplan. Dette partiet kan potensielt være stort, men neppe like stort som de overnevnte.

De observerte sprekkeplanene i berget kan også avløse bergpartier andre steder i skråningen. Det er ikke observert noen andre slike partier i størrelsesordenen 100 til 10 000 m³. Det kan likevel ikke utelukkes at slike ustabile parti kan finnes allerede eller oppstå i fremtiden som følge av gradvis forvitring langs sprekkeplanene.

Dersom slike parti løsner vil det bevege seg hurtig nedover skråningen som et steinskred. Det vurderes at dette kan skje med en årlig sannsynlighet større enn 1/5000. Berget vil trolig i stor grad knuses opp under skredløpet. Slike skred kan ofte opptre mer som en steinstrøm hvor det oppstår interne mekanismer i skredet som påvirker utløpet, i stedet for steinsprang med enkeltblokker som ruller og spretter. Noen ganger reaktiverer slike skred deler av uren nedenfor løseområdet også, slik at det totale volumet på skredet blir større enn volumet på partiet som løsnet. Verken RockyFor3D eller RocFall klarer å modellere slike steinskred. Fra den empiriske modellen kan vi imidlertid hente at det neppe vil ha en siktevinkel under ca. 36 grader. På grunn av den brå overgangen fra bratt ur til flat mark i dalen vil trolig maksimale siktevinkelen for hoveddelen av skredmassene være enda høyere, om lag 45°. Vi vurderer i tråd med dette at hovedmassene fra et steinskred vil stoppe ved foten av uren, eller maksimalt noen titalls meter ut fra uren. Enkeltplokker på opptil flere m³ kan imidlertid gå vesentlig lenger. Vi vurderer derfor maksimal utløpslengde for skred med årlig sannsynlighet større enn 1/5000 å være om lag 100 m ut fra foten av uren, som vist i faresonekartet.

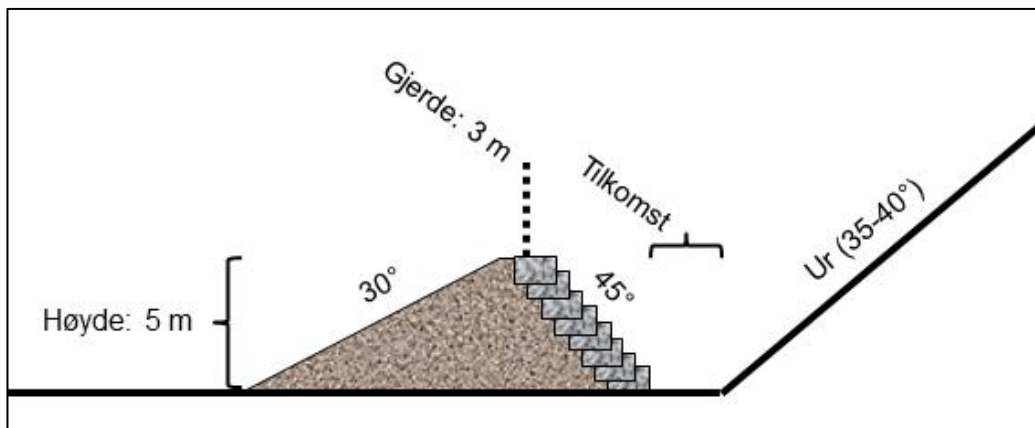
Fra slike steinskred vil det også noen ganger oppstå en del steinsprut, mindre steiner som slynges opp i luften når større blokker knuses. Slik flogstein som det kalles utgjør neppe en vesentlig fare for bygningen og er ikke tatt med i betraktningen for faresoneene.

8 Anbefalte tiltak

For det planlagte påbygget er det krav om skredfaren ikke skal være større enn 1/5000 per år i henhold til TEK10 § 7-3. For utearealene skal ikke skredfaren være større enn 1/1000 per år. I følge våre vurderinger er skredfaren da for høy for både påbygget og det tilstøtende utearealet. For at det skal kunne bygges må det da iverksettes tiltak som redusere skredfaren til et akseptabelt nivå.

Vi anbefaler anlegging av en fangvoll for å stoppe skred fra skråningen fra å nå ut på Bandakjordet mot det aktuelle bygget. Vollens dimensjoner er grovt skissert i prinsippskissen i figur 10. Merk at dette ikke er noen nøyaktig prosjektering av vollen,

prosjektering og dimensjonering av voll og gjerde mot flogstein må utføres av geotekniker/geolog.



Figur 10: Prinsippkisse av voll til vern mot steinsprang og steinskred.

Vollen bør være minst 5 m høy. På siden som vender mot skråningen skal den være om lag 45° bratt, bestående av blokker. Den andre siden bør ha et fall på maksimalt ca. 30°. Denne delen av vollen kan bestå av finere masser. På toppen vollen foreslår vi et steinspranggjerde på ca. 3 m. Dette bør ha ganske fine masker for å kunne stoppe flogstein. Vollen kan plasseres inntil foten av uren, forutsatt at dette arealet, som i dag til dels består av en mindre vei, kan frigjøres. Det bør 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, da det vil gjøre overliggende masser i uren ustabile. Vollens lengde avgjøres først og fremst av arealet som ønskes sikret mot skred.

Prosjektering/dimensjonering og oppfølging av sikringsarbeid må utføres av geolog/geotekniker.

Bergen, den 16. aug. 2013

Sweco Norge AS

Saksbehandler



Espen Eidsvåg

Geolog

Kontrollert

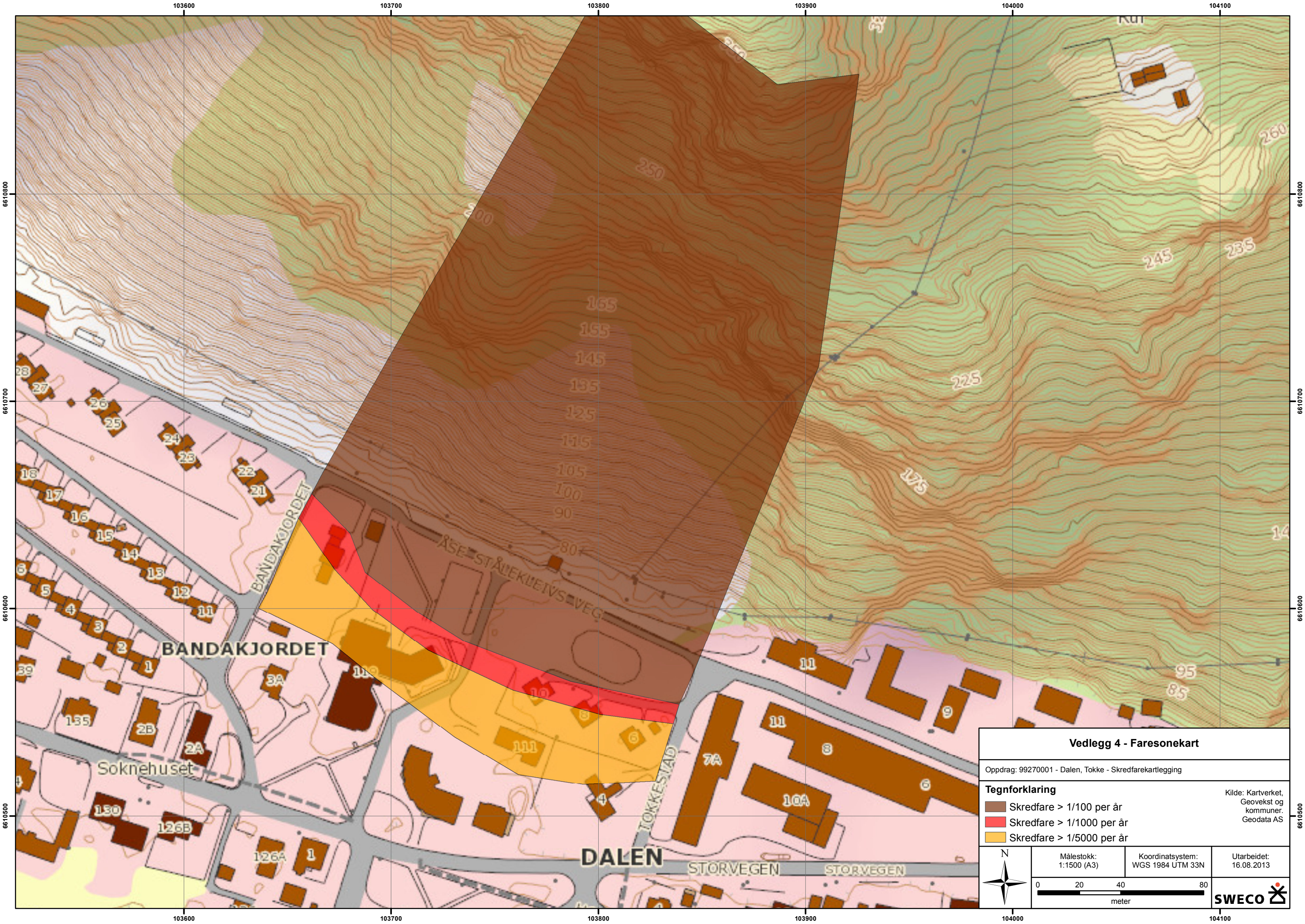


Roger Sørstø Andersen

Geolog

Vedlegg:

1. Helningskart.
2. Polygoner hvor det er samlet inn data til modellering i RockyFor3D.
3. Informasjon som ligger til grunn for modellering i RockyFor3D for hvert, kartlagt polygon.
4. Faresonekart.



Vedlegg 4 - Faresonekart

Oppdrag: 99270001 - Dalen, Tokke - Skredfarekartlegging

Tegnforklaring

- Skredfare > 1/100 per år
- Skredfare > 1/1000 per år
- Skredfare > 1/5000 per år

Kilde: Kartverket, Geovekst og kommuner, Geodata AS



Målestokk:
1:1500 (A3)

0 20 40 80
meter

Koordinatsystem:
WGS 1984 UTM 33N

Utarbeidet:
16.08.2013

