

NOTAT

OPPDRAAG	Erdal områderegeringsplan	DOKUMENTKODE	10203546-01-RIGberg-NOT-001
EMNE	Skredfarekartlegging	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Lærdal kommune	OPPDRAAGSLEDER	Mariia Pihlainen
KONTAKTPERSON	Monika Lysne	SAKSBEHANDLER	Mariia Pihlainen og Astrid Lemme
KOPI		ANSVARLIG ENHET	10233013 Bergteknikk Vest

SAMMENDRAG

Dette notatet gjelder skredfarekartlegging av den vestlige delen av reguleringsområdet ved Erdal som ikke var en del av den nasjonale skredkartleggingen i regi av NVE i 2016. Våre undersøkelser og tilhørende vurderinger viser at store deler av det aktuelle området er utsatt for steinsprang, se faresonekart i vedlegg A.

Dersom området skal benyttes videre i reguleringsarbeidene, bør det utføres skredsikringstiltak for at området skal oppfylle kravene til sikkerhet iht. Plan- og bygningsloven (TEK 17). Omfang av sikringsarbeidene vil være avhengig av hvor det er tenkt å bygge, og hvilken del av skråningen som skal sikres. Dersom planen er å sprengre seg inn i skråningen vil dette kreve større omfang av sikringstiltak i den aktuelle skråningen. Alle sikringstiltak krever nærmere prosjektering.

1 Innledning

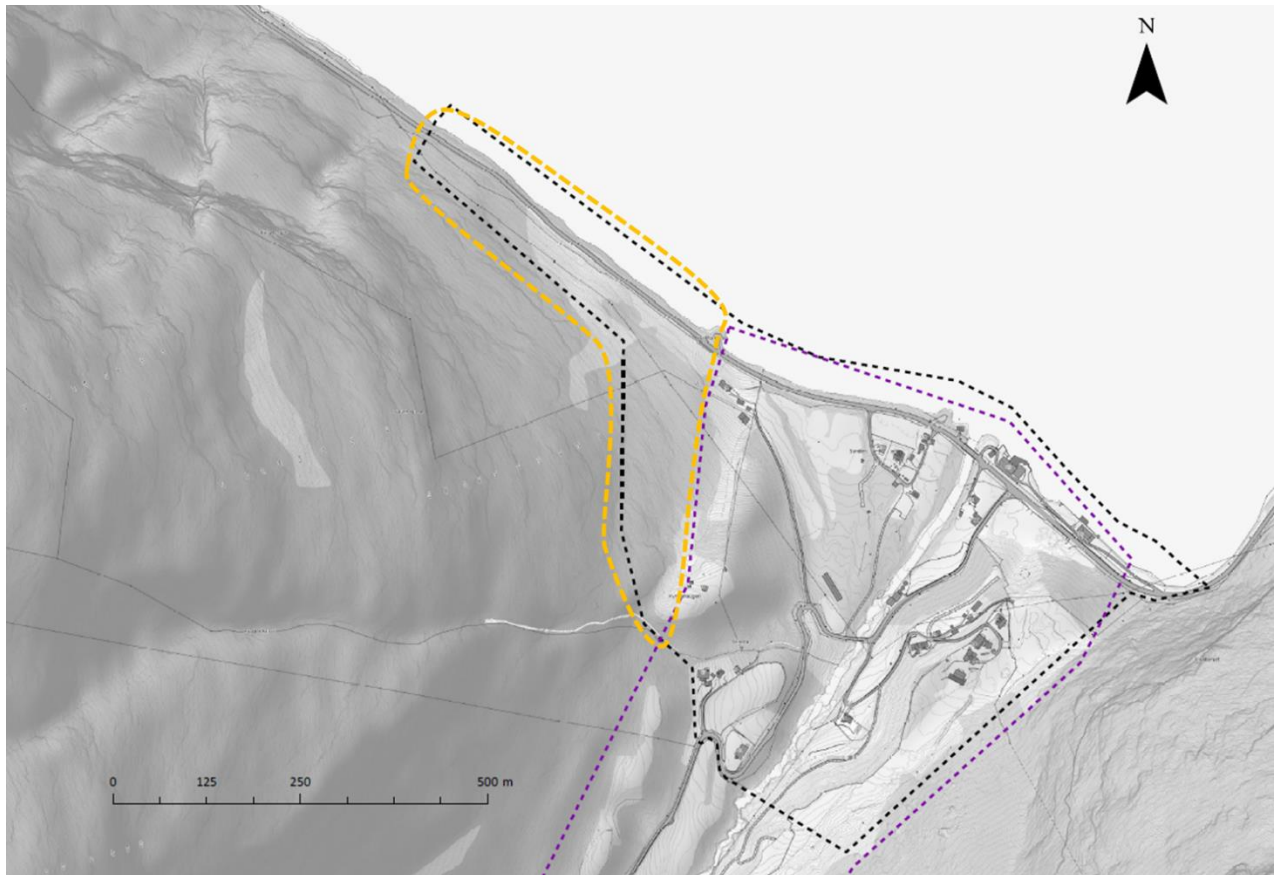
I forbindelse med områderegeringsplan for Erdal i Lærdal kommune har Multiconsult utført en kartlegging av skredfare iht. Plan- og bygningsloven (TEK 17). Kommunen vil vurdere om området er egnet for kai og næringsareal.

Hoveddelen av reguleringsområdet er tidligere skredfarekartlagt av NGI i regi av Norges vassdrags- og energidirektorat (Rapport nr. 21-2016, «Skredfarekartlegging i Lærdal kommune»). Dette notatet gir en vurdering av skredfare mot området som ikke var inkludert i NGI sitt arbeid i 2016. Denne vurderingen går ut på kartlegging av skredfare fra naturlig terreng slik situasjonen i terrenget er i dag.

1.1 Undersøkt område

Se Figur 1 og Bilde 1 for lokasjonen til det aktuelle reguleringsområdet ytterst i Erdal i Lærdal kommune. Området markert med gul farge viser avgrensningen til kartleggingsområdet som er vurdert i dette notatet.

00	06.04.2018	Skredfarevurdering-til utsendelse	Mariia Pihlainen og Astrid Lemme	Asbjørn Øystese	Mariia Pihlainen
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV



Figur 1. Oversiktskart for lokasjonen til det aktuelle kartleggingsområdet vist med gul stiplet linje. Den svarte linjen viser reguleringsområdet i Erdal, mens den lilla betegner området som er tidligere kartlagt av NGI.



Bilde 1. Oversiktsbilde over undersøkelsesområdet og tilhørende skråning, sett mot vest. Pilen viser et større åpent område som trolig er en skredbane etter en større steinskredhendelse, se også Bilde 4.

Skredfarekartlegging

1.2 Sikkerhetskrav

Akseptkriterium for skredfare er gitt i Byggeteknisk forskrift (TEK 17) § 7.3. Kravene for sikkerhet i TEK 17 gjelder nye byggverk. Kravene vil også gjelde ved utvidelser og nybygg knyttet til eksisterende byggverk.

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

For byggverk i skredfareområde skal kommunen alltid fastsette sikkerhetsklasse. Kommunen må se til at byggverk blir plassert trygt nok i henhold til de 3 sikkerhetsklassene S1 – S3.

*Tabell 1. Største tillatte nominelle årlige sannsynlighet for skred, og sekundærvirkninger av skred for byggverk og tilhørende uteareal og tillatte konsekvenser for sikkerhetsklasser i Tabell 1 i § 7-3 i TEK 17. *) Sikkerheten mot skred er mindre enn kravet i sikkerhetsklasse S1. **) Byggverk som ikke skal plasseres i skredfarlig område fordi konsekvensen av skred, og sekundærvirkningen av skred er særlig stor.*

Sikkerhetsklasser for byggverk (S)	Tillatte konsekvenser for byggverk (K)	Største tillatte nominelle årlige sannsynlighet for skred (s)
*)		$1/100 < s \leq 1$
S1	Liten	$1/1000 < s \leq 1/100$
S2	Middels	$1/5000 < s \leq 1/1000$
S3	Stor	$0 < s \leq 1/5000$
**)	Særlig stor	$s = 0$

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

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

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

Det er også krav til sikkerhet for tilhørende uteareal, men TEK 17 er åpen for at kommunen kan vurdere kravet til sikkerhet basert på eksponeringstid for personer, antall personer som oppholder seg på utearealet.

TEK 17 åpner for at byggverk i S1-S3 kan oppnå nødvendig sikkerhet ved at det blir gjennomført sikringstiltak.

2 Utførte undersøkelser

2.1 Grunnlag

For vurdering av skredfare har følgende materiale blitt gjennomgått:

- Topografisk kart og flyfoto (www.norgeskart.no)
- Helningskart
- Klimadata (www.senorge.no og www.eklima.no)
- Aktsomhetskart og skredhendelser (<https://atlas.nve.no/>)
- Berggrunns- og løsmassekart (<http://geo.ngu.no/kart/>)

2.2 Feltarbeid

Terrenget ble undersøkt til fots den 28. februar 2018 av geologene Mariia Pihlainen og Astrid Lemme fra Multiconsult. Temaene i undersøkelsen bestod i hovedsak av:

- Berggrunn og geologiske strukturer av betydning for skredfare.
- Løsmasseforhold av betydning for skredfare.
- Registrering av vann og vassdragsforhold.
- Tilstand og omfang av eksisterende vegetasjon.
- Potensielle løsnemråder for snø- og sørpeskred.

2.3 Modelleringsarbeider

Det ble utført modellering med tanke på steinsprang langs 4 utvalgte profiler i RocFall 6.0, som er et 2D-simuleringsprogram utviklet av RocScience Inc. Modelleringene i RocFall representerer teoretiske skredbaner, med løsnepunkt omtrent der det ble observert potensielle utløsningsområder ved befaringen. I virkeligheten kan steinsprang løsne fra andre steder og bevege seg annerledes og bl.a. sprette fra underlaget og bli knust til mindre biter som tar ulik retning.

Modelleringsresultatene og info om modelleringsgrunnlag er gitt i vedlegg C.

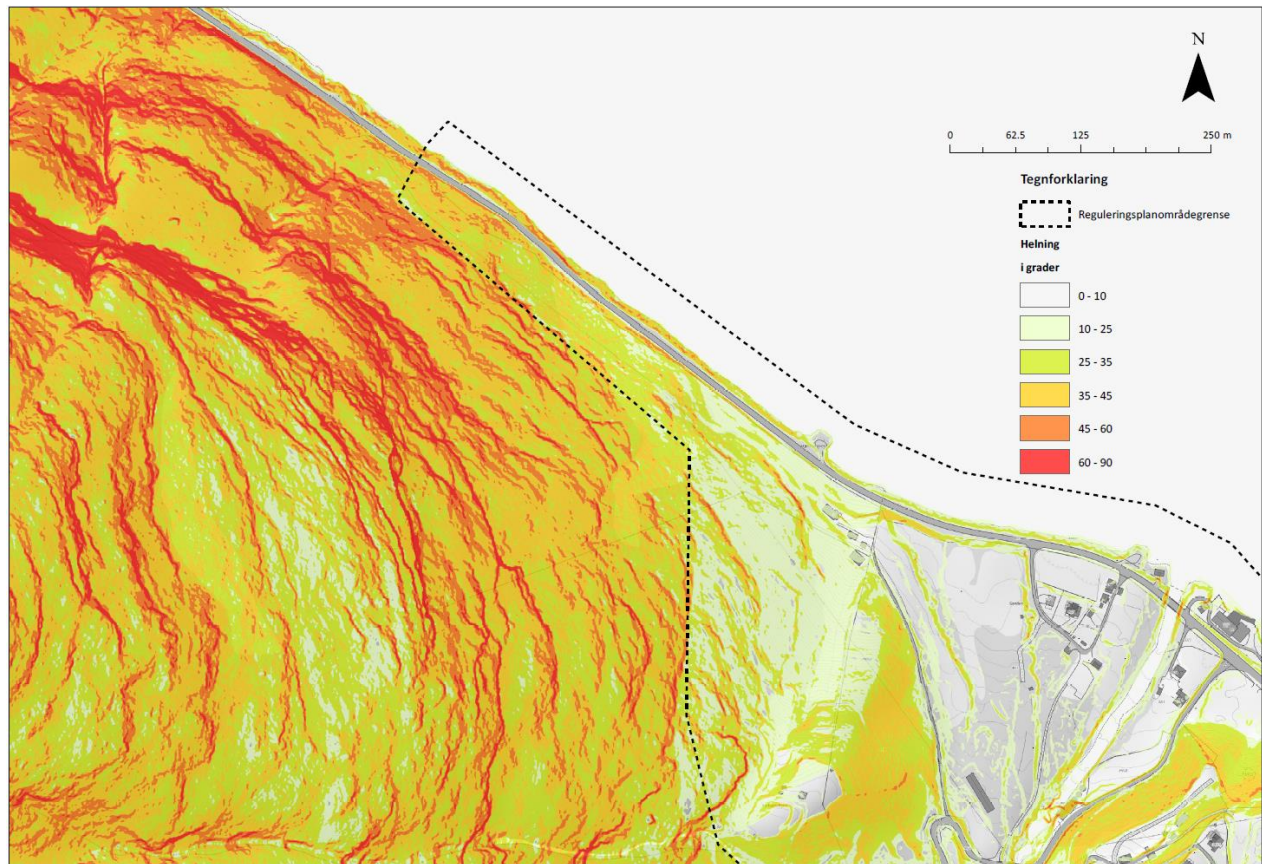
Det vil alltid være usikkerhet knyttet til resultatene da modellering kun er forenkling av virkeligheten. Usikkerhetene ligger oftest i begrensningene i selve modellen, samt kalibrering av underlagsparametere. Resultatene kan likevel brukes som hjelpeverktøy ved estimering av faresonegrenser.

3 Om det undersøkte området

3.1 Helningskart

Figur 2 viser helningen i den aktuelle skråningen. Terrenget ovenfor kartleggingsområdet er generelt veldig bratt (godt over 45°), med noen slakere berghyller mellom der helningen er under 30°. Fra kote 350 frem til 450 er det et slakere parti, og øverste deler av skråningen er karakterisert av mer markante terrasser og avrundet terreng.

Skredfarekartlegging



Figur 2. Helningskart for det aktuelle området.



Bilde 2. Typiske forhold i den aktuelle skråningen: vekslende brattere skrenter og slakere mindre bergghyller, urmasser og spredt løvskog. Bildet er tatt mot vest.

3.2 Berggrunn og løsmasseforhold

Berggrunnen i området tilhører Jotun-Valdresdekkekomplekset og består av gabbro, samt noe anortositt og anortosittisk gabbro helt øst i området. Bergmassen i nederste delen av skråningen virker massivt og glattskurt av is. Lenger oppe ved brattskrentene er det observert mer sprekkavløst berg.

I følge NGU sitt løsmassekart finnes det fluviale og glasifluviale avsetninger der dalmunningen møter fjorden, men ellers er den aktuelle skråningen dominert av bart fjell. I felt ble det observert steinurmasser i hele den nedre delen av skråningen, samt et tynt morenelag på de flatere terrassepartiene nederst i skråningen. Marin grense i området ligger på 125 moh.

3.3 Vannveier

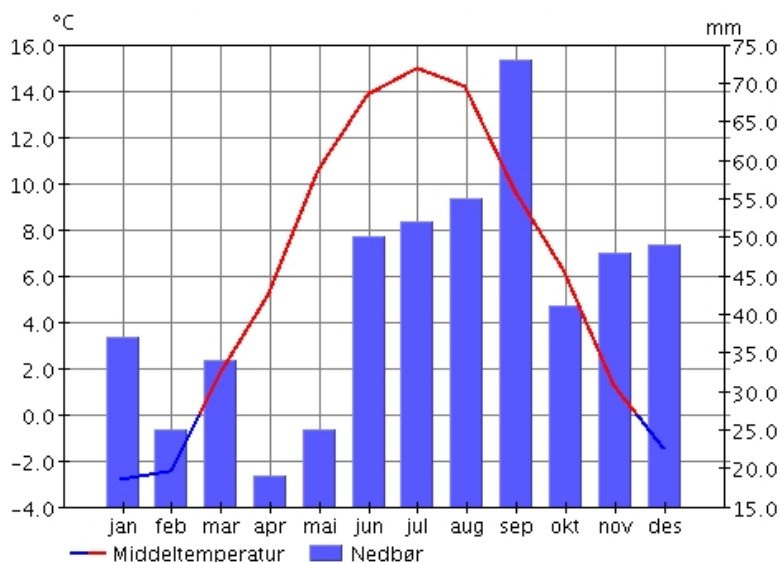
Det finnes ingen definerte bekker i den aktuelle delen av skråningen. Det er observert mye isdannelse i brattskrenter, noe som tyder på at det er generelt en god del vannsig i skråningen.

3.4 Vegetasjon

Vegetasjonen består av løvskog med tynne trær, samt mose. Mange av trærne virker morkne.

3.5 Klima

Lærdal har generelt en nedbørfattig og mild klima, med årsnedbør på <500 mm målt ved stasjonen Lærdal IV (www.eklima.no). Mesteparten av nedbør kommer om sommer og høstmånedene, se Figur 3. Det er generelt lite snø ned i dalene, men oppe på fjellet legger det seg snø ved vindtransport (ekstrapolerte verdier for snøakkumulasjon fra www.senorge.no i de nærmeste fjellene ligger stort sett på 50-100 cm maksimum).



Figur 3. Nedbør og temperaturnormaler for Lærdal IV, 2 moh., som har vært i drift fra 2008.

3.6 Skredhendelser

I skred databasen til NVE er det registrert en steinspranghendelse som traff en bil ved Bjørkaviki i 1980, og en person omkom. Dette skjedde sannsynligvis litt lenger nordvest for kartleggingsområdet, til tross for at hendelsen er plassert innenfor kartleggingsområdet i databasen.

Skredfarekartlegging

På befaringen kunne man se fra autovernet og asfalten at store deler av veien i det aktuelle kartleggingsområdet har blitt truffet av steinsprang, se Bilde 3.



Bilde 3. A) Større skader langs veibanen som vitner om skredaktivitet i området. Se for øvrig manglende autovern og sporene i asfalten, trolig pga. skredhendelser. B) Spor i asfalten etter tidligere steinsprang. C. Bøyd rekkverk antakelig pga. steinsprang som har truffet gjerde.

4 Vurdering av skredfare

4.1 Skredtyper som ikke er aktuelle i det undersøkte området

4.1.1 Snøskred

De fremherskende milde klimaforhold og snøfattige vintre gjør at utløsningsområdene for snøskred er avhengig av vindtransportert snø. Den aktuelle delen av skråningen kan karakteriseres som en skulder mellom fjorden og dalmunnen, der vinden vil med stor sannsynlighet heller blåse vekk snøen. Snøskred er en mer aktuell problemstilling litt lenger nordvest, men den tilstøtende skråningen ved kartleggingsområdet vurderes som for bratt og avblåst til at det ville akkumulere seg nok snø til å utløse snøskred.

4.1.2 Sørpeskred

Det er ikke funnet typiske potensielle utløsningsområder for sørpeskred i den tilstøtende skråningen mot kartleggingsområdet.

4.1.3 Løsmasseskred (jord- og flomskred)

Mangel på løsmasser i bratt terreng, bekkefar, samt tynt og usammenhengende løsmassedecke, gjør at det ikke er funnet forhold der løsmasseskred kan initieres i det aktuelle området.

4.2 Farekartlegging av aktuelle skredtyper

4.2.1 Steinsprang

Steinsprang vurderes som den meste aktuelle skredtypen i store deler av det aktuelle området. Det er observert spor etter steinsprang i asfalten og autovern langs fjorden, noe som tyder på aktive skredprosesser særlig langs den nordvestlige delen av kartleggingsområdet. I tillegg er det observert spor av noe som tolkes å være en skredbane etter et større steinskred som har gått de siste årene, se Bilde 1 og Bilde 4, samt registreringskart i vedlegg B. Bilde 5 viser området der det er observert oppsprukket og overhengende berg, og det er tydelig at vann- og frostsprengning påvirker berget. Vår vurdering er at det med stor sannsynlighet kan gå fremtidige steinsprang i fra disse løsneområdene. Fra noen av de overhengende skrentene vurderer vi at det med stor sannsynlighet kan løsne is også.

Lenger øst i området er skråningen fremdeles bratt, men det er ikke observert like tydelige og definerte utløsningsområder: bergmassen i brattskrentene er mer glattskurt med kun noen få partier med oppsprukket berg. Største delen av urmassene som ligger nederst i skråningen er trolig avsatt av glasiale prosesser (evt. strandsoner under marin grense), da mange av blokkene er avrundet og representerer en annen type bergart enn det de lokale bergskrentene består av. I skogen er det likevel observert noen bergblokker som trolig er skredblokker med opprinnelse i høyereliggende terreng, se eksempel på Bilde 6. Størrelsen på blokkene varierer fra 0.5-1.5 m³.

Grunnet stor høyde og bratthet i skråningen, samt flere potensielle utløsningsområder for steinsprang, kan slike skred potensielt ramme store deler av det undersøkte området. Resultater fra modelleringsarbeidene støtter dette, se vedlegg C.

Sannsynligheten for skred vurderes å være større mot vest eller høyere opp i skråningen.



Bilde 4. Mer åpent område i skråningen etter steinsprang som løsnet fra brattskrenten ovenfor (synlig i flybilde fra 2014, antatt hendelsestidspunkt de siste 10 årene). Det er synlig arr i bergskråningen der skredet løsnet. Gult stiple linje markerer området med flere potensielle løsneområder for steinsprang. Bilde er tatt fra veien mot sørvest.



Bilde 5. Nærbilde av større brattskrent i den aktuelle skråningen, med mye is- og sprekkedannelse. Bildet er tatt fra veien mot sørvest.



Bilde 6. En liten steinsprangblokk som har blitt stoppet av trær. Se registreringskart i vedlegg B for lokasjon.

4.3 Faresonekart

Faresonekart, som er vist i vedlegg A, viser områder som er utsatt for skred med en årlig nominell sannsynlighet 1/100, 1/1000 og 1/5000 basert på skredhistorikk, feltobservasjonene, modelleringsarbeider, samt faglige vurderinger. Dimensjonerende skredtype i området er steinsprang.

Området med skredsannsynlighet $\geq 1/100$ er svært utsatt for skred med flere potensielle utløsningsområder og relativt hyppige skredhendelser. Områdene med skredsannsynlighet $\geq 1/1000$ og $\geq 1/5000$ kan bli truffet av skred ved mer ekstreme tilfeller, dersom større bergpartier løsner eller ved mer ugunstige forhold (bl.a. is i bakken, eller dersom fallende blokker får en klinkekule effekt).

5 Vurdering av risikoreduserende tiltak

I dette stadiet er det ikke lagt frem noe konkrete planer for hvor planlagt infrastruktur er tenkt å bli plassert. Den høye og bratte skråningen begrenser hvilke sikringsmulighetene man har. Det er mulig f.eks. å montere steinspranggjerd på berghyllene og/eller nederst i skråningen, men dette er kostbare dels på grunn av krevende tilkomst. Plassering og hvilke kapasitet slike gjerder bør ha er avhengig av hvilken del av skråningen og hvor stort område de skal sikre imot. Alle sikringstiltakene krever nærmere prosjektering.

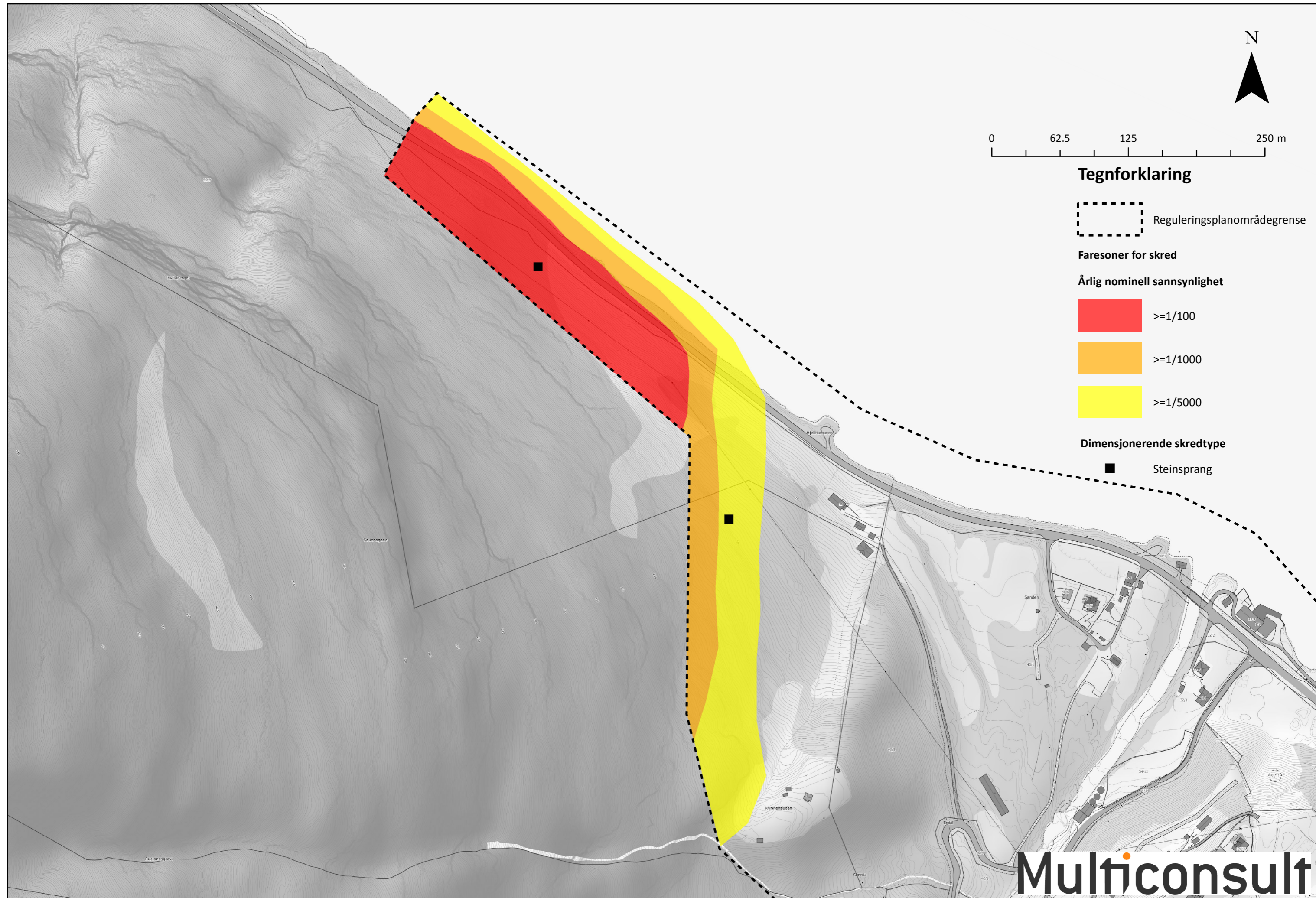
Dersom det er planlagt å ta seg inn i terrenget og sprengte berg for å etablere større plass nederst ved fjorden vil dette føre til store kostnader for å håndtere sikkerheten mot skred.

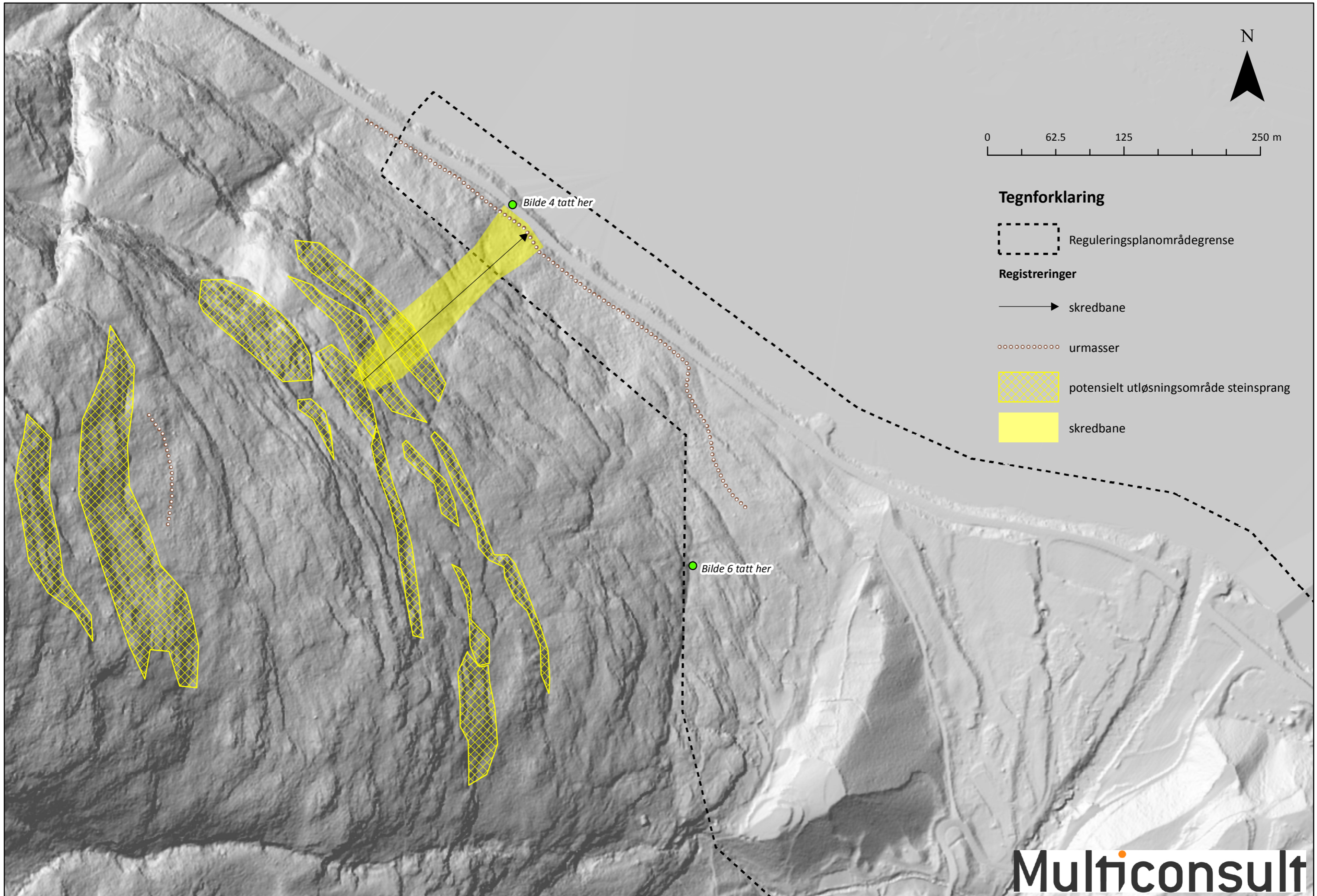
6 Vedlegg

Vedlegg A – faresonekart

Vedlegg B – registreringskart

Vedlegg C – resultater fra modellering av steinsprang





Vedlegg C

Modelleringsparametere og -resultater i RocFall

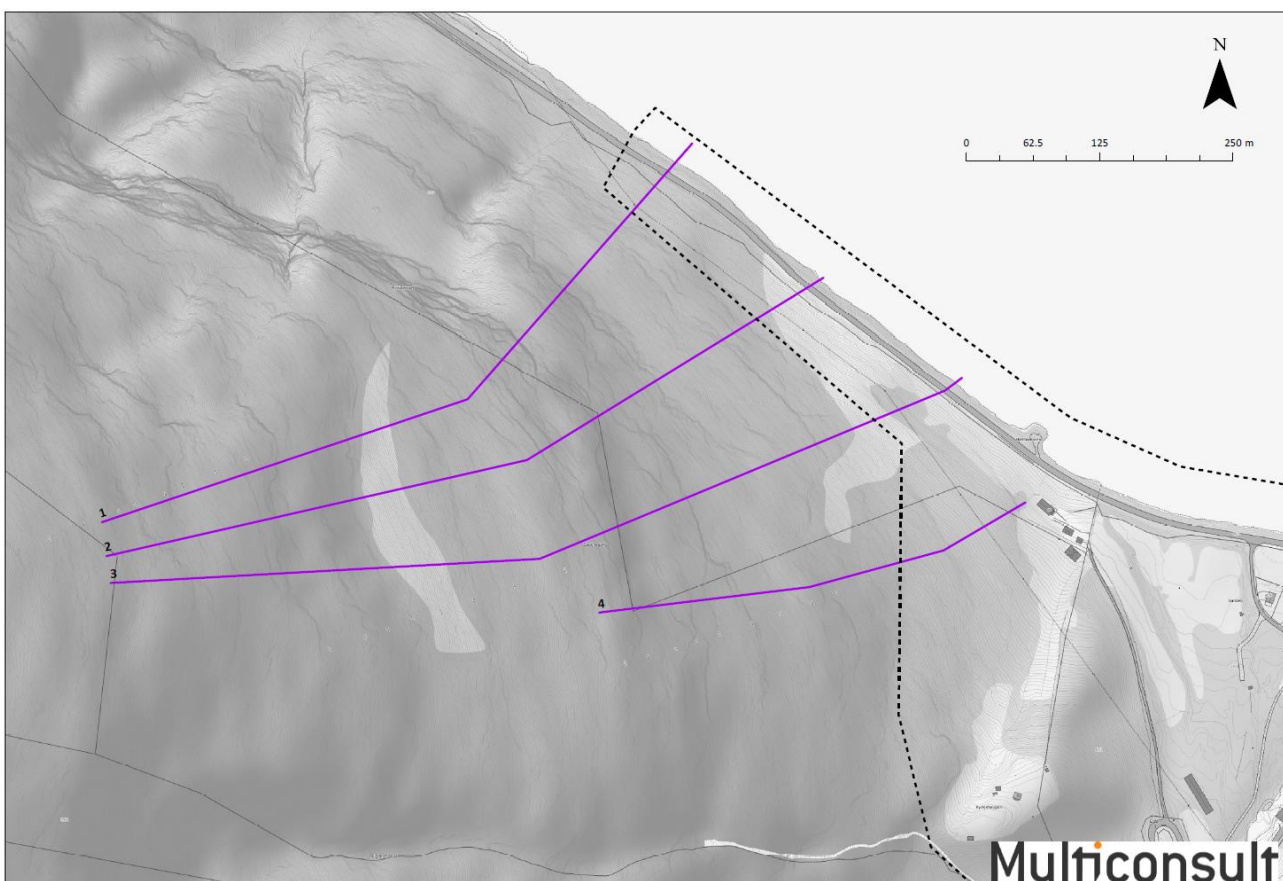
Terrengmodellene som er brukt for å lage profiler er av oppløsning 1x1 m, hentet fra www.hoydedata.no.

Alle modelleringene i RocFall er gjort med «Rigid Body» analysemetoden, som tar bl.a. hensyn til blokkens form og rotasjon langs underlaget. Hastighet er brukt som skaleringsfaktor for normal restitusjonskoeffisient (R_n), dvs. hastighet justerer for reduksjonen i R_n når slagastigheten øker.

Underlagsparameterne og formen av skredblokkene er justert til å best mulig tilsvare observasjonene i felt, og baserer seg på verdier fra testlokasjonene i Norge og verden, listet ut i RocFall-manualen. Det er ikke lagt inn hverken vertikal eller horisontal komponent for steinspranget. Utgangshastigheten for rotasjon i løsnøyeblikket er satt lik 0 rad/s. Energitalp som følge av støt og rotasjon undervegs i skredbanen er betraktet.

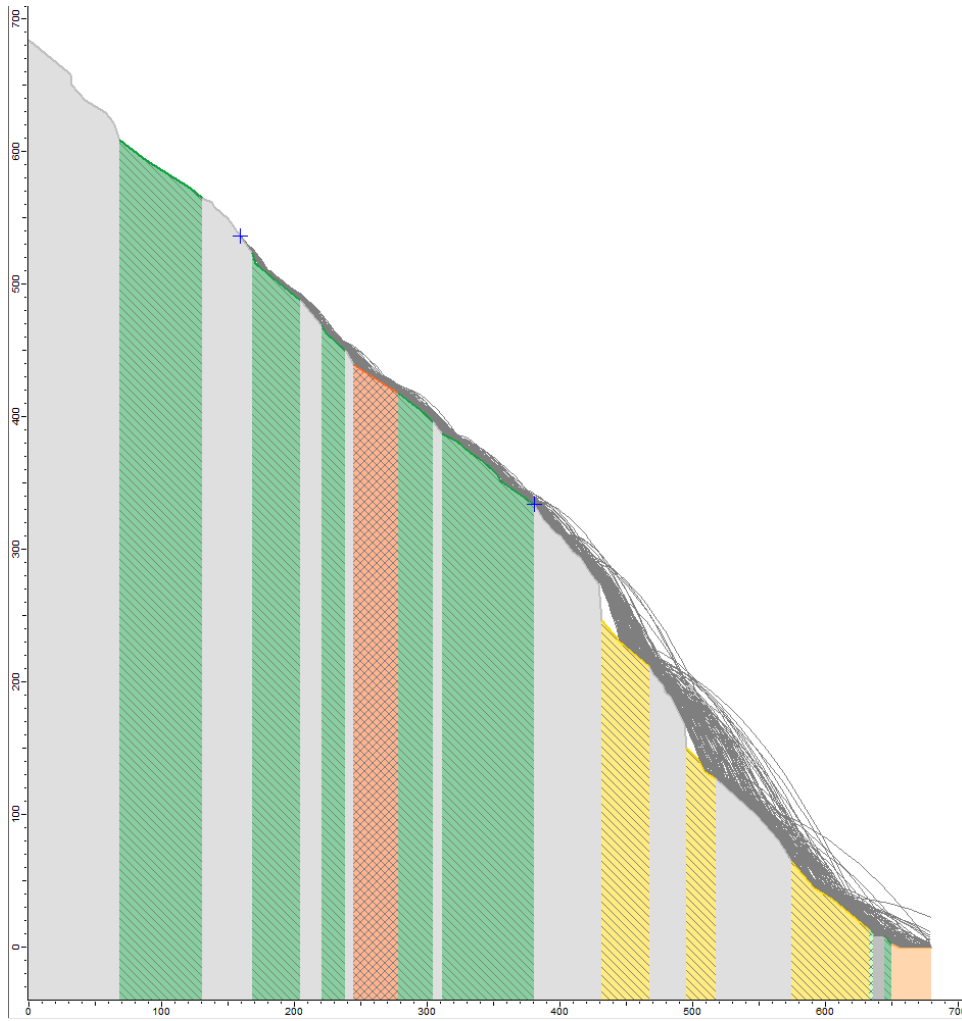
Blokkstørrelse, bergtetthet og blokkform som ble brukt er henholdsvis 1 m^3 , 2700 kg/m^3 og «Super Ellipse⁶ (5:6)» i alle modelleringer. Det er løst 50 blokker i alle modelleringer fra hvert løsnepunkt.

De utvalgte resultatene viser selve modelleringsprofilen, samt en graf med fordeling av endepunkter for modellerte steinsprang.

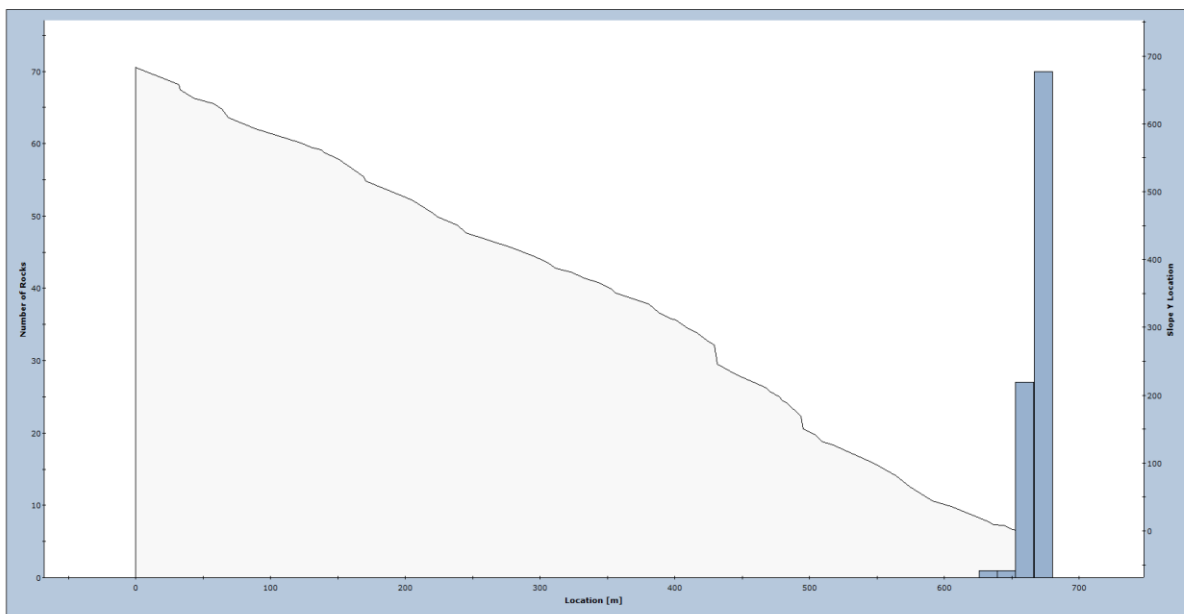


Figur 1. Oversiktskart for lokasjon av profilene.

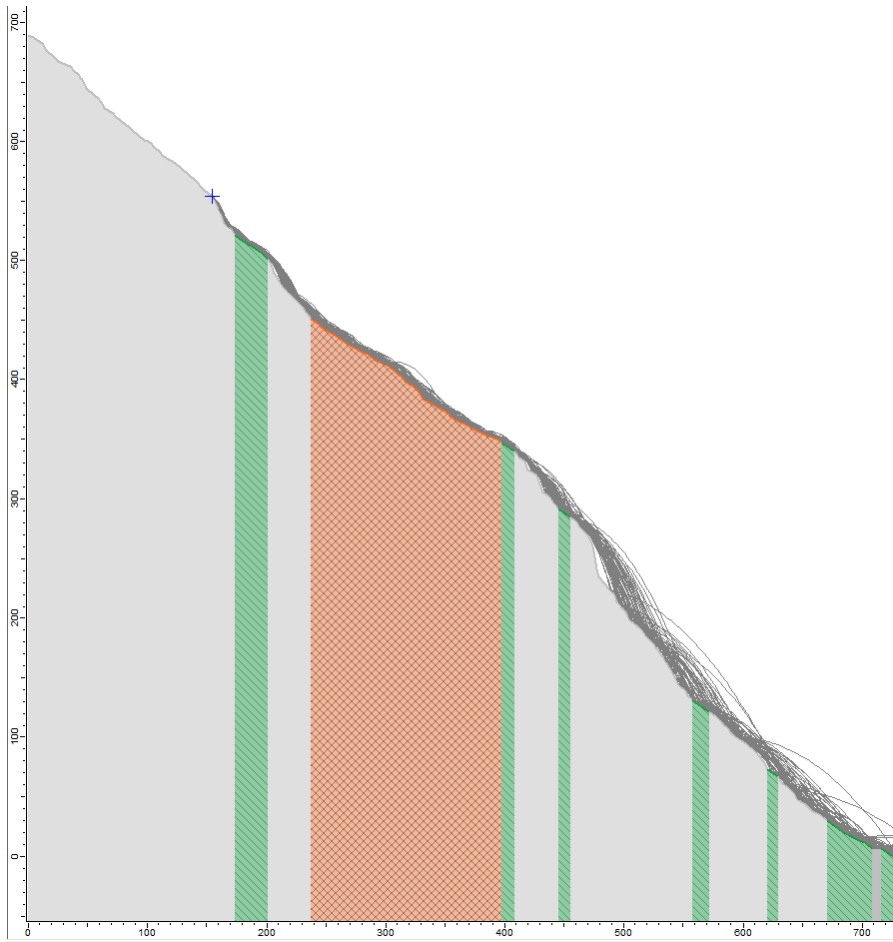
1 Resultater langs Profil 1



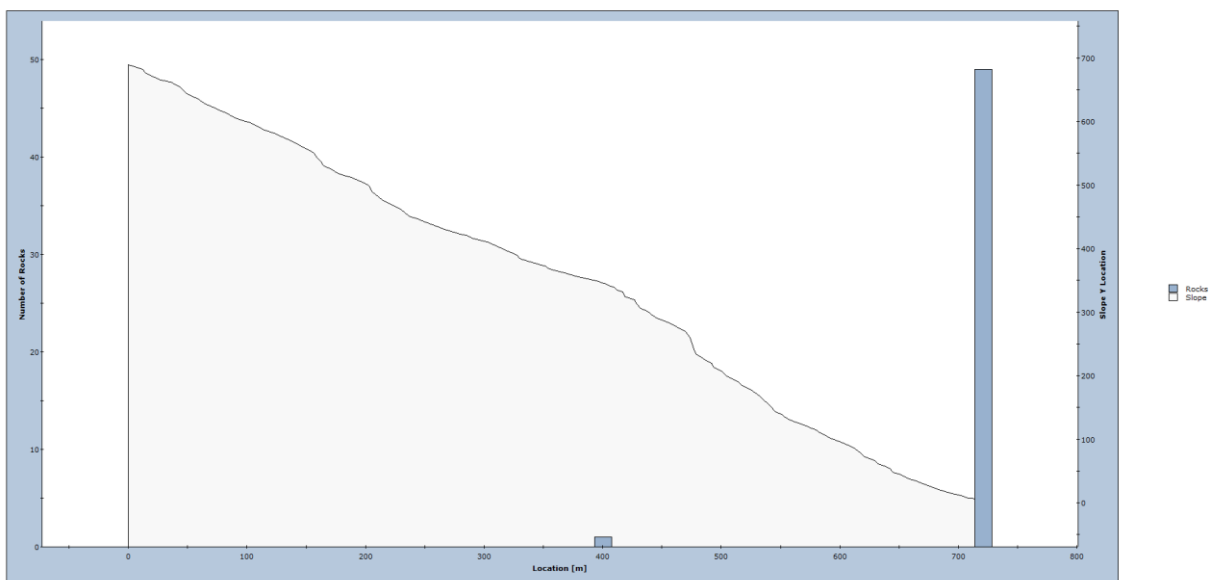
Distribution of Rock Path End Locations



2 Resultater langs Profil 2

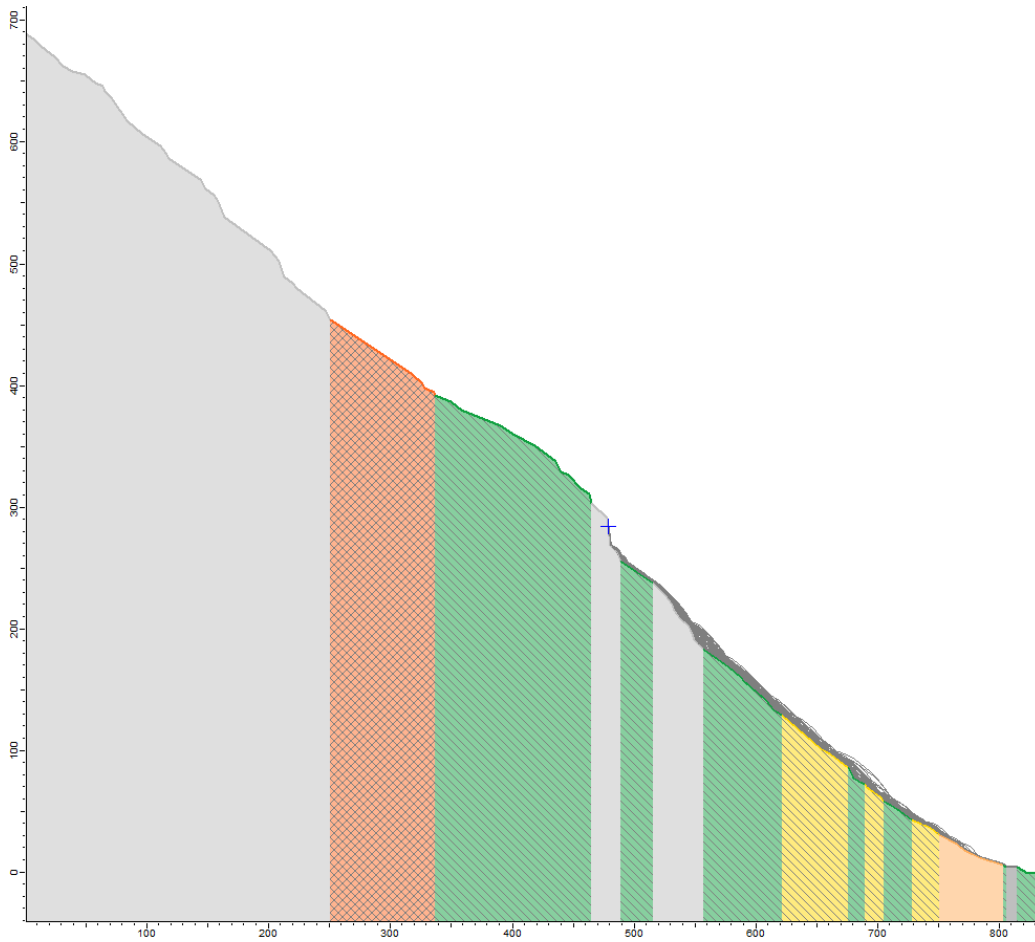


Distribution of Rock Path End Locations

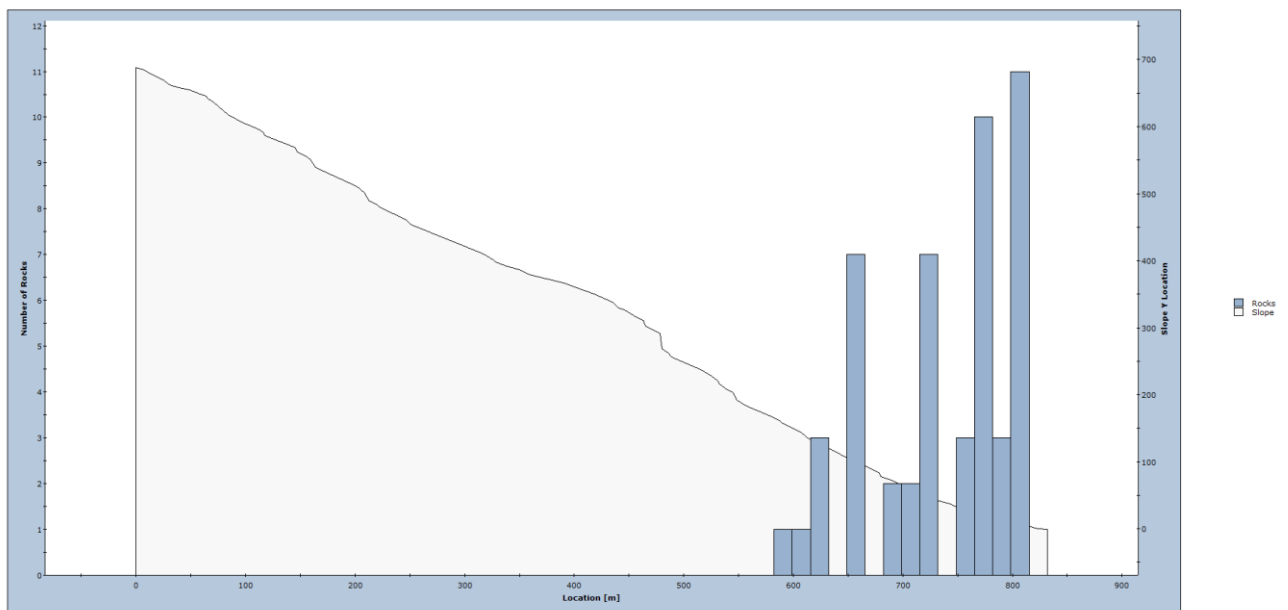


Total number of rock paths: 50

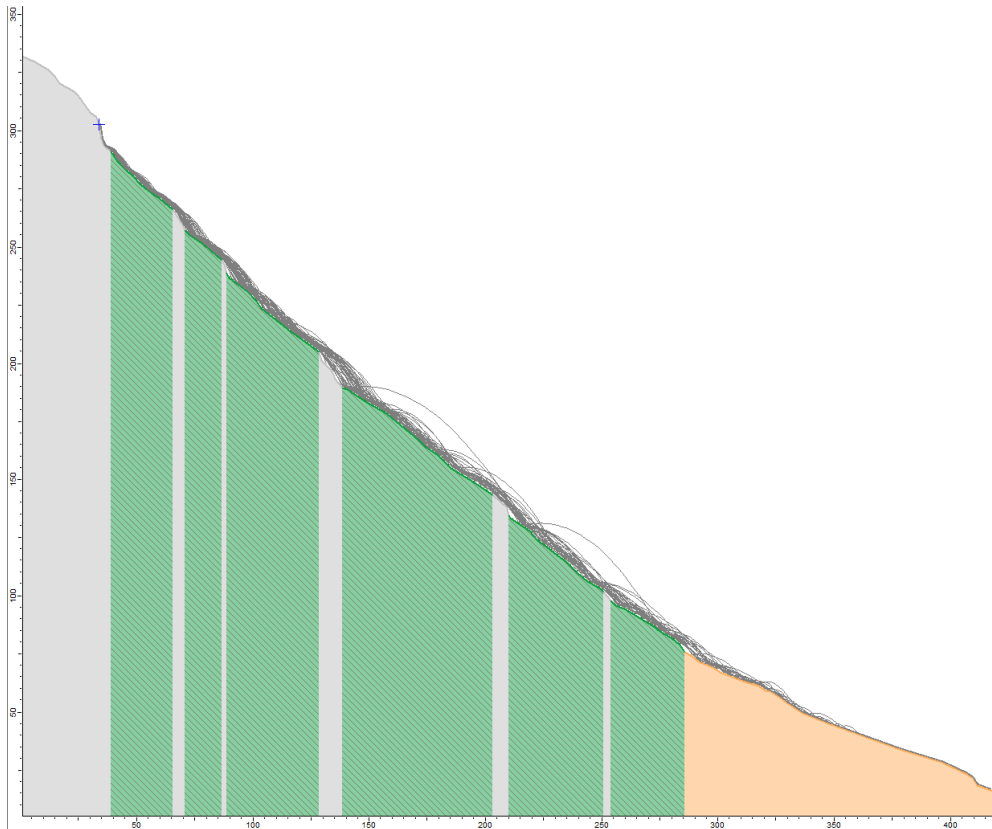
3 Resultater langs Profil 3



Distribution of Rock Path End Locations



4 Resultater langs Profil 4



Distribution of Rock Path End Locations

