Skredfarekartlegging i Strand kommune

47
2018

RAPPORT

Rapport nr 47-2018
Skredfarekartlegging i Strand kommune

Utgitt av: Norges vassdrags- og energidirektorat

Redaktør:

Forfattere: Rambøll Norge AS

Trykk: NVEs hustrykkeri

Opplag:

Forsidefoto: Rambøll Norge AS

ISBN

ISSN 1501-2832

Sammendrag: Det er utarbeidet faresonekart for skred i bratt terreng for utvalgte områder i Strand kommune, Rogaland fylke.

Emneord: Strand kommune, snøskred, jordskred, flomskred, steinsprang, sørpeskred

Norges vassdrags- og energidirektorat
Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstua
0301 OSLO

Telefon: 22 95 95 95
Telefaks: 22 95 90 00
Internett: www.nve.no

Forord

Et nasjonalt kartgrunnlag – faresonekart skred – er under etablering for områder med stort skadepotensial fra skred i bratt terreng. Økt kunnskap og oversikt gjennom kartlegging av fareutsatte områder er et viktig verktøy og underlag for skredforebyggende arbeid. Hovedmålet med kartleggingen er å bedre grunnlaget for vurdering av skredfare til bruk i arealplanlegging og beredskap mot skred.

Plan for skredfarekartlegging (NVE rapport 14/2011) legger rammene for kartlegging i årene framover, og er et grunnlag for prioriteringene med hensyn på faresonekartlegging for ulike typer skred. Det er utarbeidet lister med geografiske områder som prioriteres for kartlegging av fare for skred i bratt terreng ved eksisterende bebyggelse.

Denne rapporten presenterer resultatene fra faresonekartlegging av skred i Strand kommune, Rogaland fylke. Arbeidet er utført av Rambøll Norge AS.

I kartleggingen inngår utarbeidelse av faresonekart i henhold til kravene i byggteknisk forskrift (TEK17), som viser faresoner for skred med nominell årlig sannsynlighet på 1/100, 1/1000 og 1/5000. Sannsynlighetene gjelder skred som utgjør fare for tap av menneskeliv og skader på bygg.

Skredtypene snø-, sørpe-, stein-, jord- og flomskred er kartlagt.

Oslo, April 2018

Anne Britt Leifseth

Direktør

Eli K. Øydvin

Seksjonssjef

Faresonekartlegging skredfare i bratt terreng i utvalgte områder i Strand kommune

Rambøll Norge AS 22.02.2018

Sammendrag

Rapporten presenterer resultatet av faresonekartlegging skred for utvalgte områder i Strand kommune utført av Rambøll Norge AS. De kartlagte områdene er Døviga, Diket, Kjølevik, Kvam, Tauvågen, Heiabakkane, Barka-Brekka og Tungland.

Kartleggingen omfatter snøskred, sørpeskred, steinsprang, steinskred, jordskred og flomskred og er basert på feltbefaringer, modelleringsarbeid og skredfaglige vurderinger som tar i betraktning lokale forhold. Vurdert skredfare er basert på dagens terreng-, klima- og vegetasjonsforhold. Skog som er vurdert som avgjørende for fastsettelse av faresonegrenser er avmerket som *«viktig skog»* på faresonekartene som er utarbeidet. Avmerket viktig skog må bevares dersom de fastsatte faresonene skal være gjeldende.

Faresonekart er utarbeidet i henhold til kravene i TEK17, som viser faresoner for skred med nominell årlig sannsynlighet på 1/100, 1/1000 og 1/5000. Sannsynlighetene gjelder skred som utgjør fare for tap av menneskeliv og skader på bygg. Faresoner for den samlede skredfaren fastsettes ut fra skredtype med lengst skredrekkevidde (dimensjonerende skredtype) for henholdsvis 100-, 1000-, og 5000-årsskred. Det kan være ulike skredtyper som er dimensjonerende innenfor områdene. Der flere skredprosesser kan nå bebyggelse med gjentaksintervall på 100 år eller hyppigere er dette kartlagt og dokumentert.

I de kartlagte områdene er det steinsprang som i de fleste områdene utgjør størst fare for eksisterende bebyggelse. I Døvika utgjør også flomskred fare for bebyggelse.

Resultatene fra kartleggingen viser at det er eksisterende bygninger innenfor fastsatte faresoner 1/100, 1/1000 og 1/5000.

Faresonekartene har høyere detaljeringsgrad enn aktsomhetskart og erstatter disse i arealplanlegging for områdene som faresonekartene dekker.

Områder utsatt for skredfare skal avsettes som *hensynssone - skredfare* på arealplankart, og kan tilknyttes bestemmelser som begrenser eller setter vilkår for arealbruken. Dette kan gjøres ved at det ikke tillates etablering av ny bebyggelse innenfor faresone for 1000-årsskred, med mindre det utføres tiltak som sikrer bebyggelsen mot skred.

Hensynssonene for skred må innarbeides når kommuneplanen for Strand kommune rulleres.

Faresonene kan også brukes til å planlegge beredskaps- og sikringstiltak.

Innhold

1. INNLEDNING 8

1.1 BAKGRUNN 8
1.2 FORMÅL MED KARTLEGGINGEN, DETALJNIVÅ OG BRUK AV KARTENE 8
1.3 SKREDTYPER I BRATT TERRENG 9
1.3.1 Steinsprang og steinskred 9
1.3.2 Jordskred 9
1.3.3 Flomskred 9
1.3.4 Sørpeskred 10
1.3.5 Snøskred 10

2. OVERSIKT OVER DE KARTLAGTE OMRÅDENE 11

2.1 GEOGRAFI 11
2.2 TOPOGRAFI, GEOLOGI OG GEOMORFOLOGI 12
2.3 KLIMA 15
2.4 TIDLIGERE UTREDNINGER/KARTLEGGINGER I OMRÅDENE 21

3. METODIKK FOR FASTSETTELSE AV FARESONER FOR DETTE OPPDRAGET 23

3.1 SKREDHISTORIKK 23
3.2 HØYDEMODELLER, SKYGGEKART OG HELNINGSKART 23
3.3 TOPOGRAFI, VEGETASJON OG KLIMAFORHOLD 24
3.4 FELTKARTLEGGING 25
3.5 REGISTRERINGSKART 26
3.6 MODELLERING 26
3.6.1 Rocfall (Rocscience) 26
3.6.2 RAMMS::ROCKFALL 27
3.6.3 RAMMS::Debris Flow 28
3.7 FASTSETTING AV FARESONER 28

4. KARTLEGGINGSOMRÅDER 29

4.1 OMRÅDE 1 – DØVIGA 29
4.1.1 Topografi og grunnforhold 29
4.1.2 Tidligere utredninger/kartlegginger 30
4.1.3 Skredhistorikk 30
4.1.4 Modeller og oppsett 30
4.1.5 Skredfarevurdering 32
4.1.5.1 Steinsprang og steinskred 33
4.1.5.2 Snøskred 35
4.1.5.3 Sørpeskred 35
4.1.5.4 Jord- og flomskred 36
4.2 OMRÅDE 2 – DIKET 37
4.2.1 Topografi og grunnforhold 37
4.2.2 Tidligere utredninger/kartlegginger 38
4.2.3 Skredhistorikk 38
4.2.4 Modeller og oppsett 38
4.2.5 Skredfarevurdering 39
4.2.5.1 Steinsprang og steinskred 39

4.2.5.2 Snøskred ... *40*
4.2.5.3 Sørpeskred ... *40*
4.2.5.4 Jord- og flomskred ... *40*
4.3 OMRÅDE 3 – KJØLEVIK ... 42
4.3.1 Topografi og grunnforhold ... *42*
4.3.2 Tidligere utredninger/kartlegginger ... *43*
4.3.3 Skredhistorikk ... *43*
4.3.4 Modeller og oppsett ... *43*
4.3.5 Skredfarevurdering ... *44*
4.3.5.1 Steinsprang og steinskred ... *45*
4.3.5.2 Snøskred ... *47*
4.3.5.3 Sørpeskred ... *47*
4.3.5.4 Jord- og flomskred ... *47*
4.4 OMRÅDE 4 – TAUVÅGEN ... 48
4.4.1 Topografi og grunnforhold ... *48*
4.4.2 Tidligere utredninger/kartlegginger ... *49*
4.4.3 Skredhistorikk ... *49*
4.4.4 Modeller og oppsett ... *50*
4.4.5 Skredfarevurdering ... *50*
4.4.5.1 Steinsprang og steinskred ... *51*
4.4.5.2 Snøskred ... *52*
4.4.5.3 Sørpeskred ... *52*
4.4.5.4 Jord- og flomskred ... *52*
4.5 OMRÅDE 5 – KVAM ... 53
4.5.1 Topografi og grunnforhold ... *53*
4.5.2 Tidligere utredninger/kartlegginger ... *54*
4.5.3 Skredhistorikk ... *54*
4.5.4 Modeller og oppsett ... *54*
4.5.5 Skredfarevurdering ... *55*
4.5.5.1 Steinsprang og steinskred ... *56*
4.5.5.2 Snøskred ... *56*
4.5.5.3 Sørpeskred ... *56*
4.5.5.4 Jord- og flomskred ... *57*
4.6 OMRÅDE 6 – HEIABAKKANE ... 58
4.6.1 Topografi og grunnforhold ... *58*
4.6.2 Tidligere utredninger/kartlegginger ... *58*
4.6.3 Skredhistorikk ... *59*
4.6.4 Modeller og oppsett ... *59*
4.6.5 Skredfarevurdering ... *59*
4.6.5.1 Steinsprang og steinskred ... *60*
4.6.5.2 Snøskred ... *63*
4.6.5.3 Sørpeskred ... *63*
4.6.5.4 Jord- og flomskred ... *64*
4.7 OMRÅDE 7 – BARKA-BREKKA ... 65
4.7.1 Topografi og grunnforhold ... *65*
4.7.2 Tidligere utredninger/kartlegginger ... *66*
4.7.3 Skredhistorikk ... *66*
4.7.4 Modeller og oppsett ... *66*
4.7.5 Skredfarevurdering ... *67*

4.7.5.1 Steinsprang og steinskred ... 68
4.7.5.2 Snøskred ... 69
4.7.5.3 Sørpeskred ... 69
4.7.5.4 Jord- og flomskred ... 69
4.8 OMRÅDE 8 – TUNGLAND ... 71
4.8.1 Topografi og grunnforhold ... 71
4.8.2 Tidligere utredninger/kartlegginger ... 72
4.8.3 Skredhistorikk ... 72
4.8.4 Modeller og oppsett ... 73
4.8.5 Skredfarevurdering ... 74
4.8.5.1 Steinsprang og steinskred ... 75
4.8.5.2 Snøskred ... 78
4.8.5.3 Sørpeskred ... 78
4.8.5.4 Jord- og flomskred ... 78
5. REFERANSER ... 80
VEDLEGGSLISTE ... 81

1.Innledning

Rapporten presenterer resultatet av skredfarekartlegging for utvalgte områder i Strand kommune utført av Rambøll Norge AS i 2017.

Resultatene presenteres i denne hovedrapporten, samt i vedlegg med mer detaljert dokumentasjon av det utførte arbeidet. Faresonene er i tillegg utarbeidet i digital form. Skredfarekartleggingen vil primært rettes mot å kartlegge eksisterende skredutsatt bebyggelse og er avgrenset til kartlegging av skredfare i naturlige skråninger. Skredfaren ved ny utbygging skal utredes og kartlegges som en del av arealplanprosessen, der utbygger er ansvarlig. Tilsvarende har infrastruktureiere som Statens vegvesen, BaneNor mfl. ansvar for å sikre sine anlegg, herunder vurdering og kartlegging av skredfare og utføring av sikringstiltak ved ny utbygging.»

1.1 Bakgrunn

NVE har det overordnete ansvaret for statlige forvaltningsoppgaver innen forebygging av skredulykker. Økt kunnskap og oversikt gjennom kartlegging av fareutsatte områder er et viktig verktøy og underlag for skredforebyggende arbeid.

Plan for skredfarekartlegging (NVE rapport 11/2014) legger rammene for kartlegging i årene framover, og er et grunnlag for prioriteringene med hensyn på faresonekartlegging for ulike typer skred. Som en del av dette gjennomføres kartlegging av faren for skred i bratt terreng. Kartleggingen omfatter snøskred, sørpeskred, steinsprang, steinskred, jordskred og flomskred.

Områdene med bebyggelse som skal kartlegges i hver utvalgt kommune, er identifisert ved hjelp av innledende risikoanalyser og nærmere definert i dialog med kommunene.

1.2 Formål med kartleggingen, detaljnivå og bruk av kartene

Kartleggingen presentert i denne rapporten, fokuserer på samtlige aktuelle skredprosesser og benytter de metodene som er vanlige ved faresonekartlegging. Utarbeidelse av faresonekart omfatter innsamling og gjennomgang av eksisterende grunnlagsdata for å identifisere potensielle fareområder, feltarbeid for å undersøke og kartlegge geologiske forhold som har betydning for skredutløsning og rekkevidde i de skredutsatte områdene og for en skredfaglig vurdering av sannsynlighet og utløpsdistanse for de aktuelle skredtypene. Kartleggingen gjøres i en detaljeringsgrad og med en nøyaktighet som tilsvarer målestokk 1:5.000 eller bedre.

Faresonekart er utarbeidet i henhold til kravene i TEK17, som viser faresoner for skred med nominell årlig sannsynlighet på 1/100, 1/1000 og 1/5000. Sannsynlighetene gjelder skred som utgjør fare for tap av menneskeliv og skader på bygg. Kartleggingen omfatter snøskred, sørpeskred, steinsprang, steinskred, jordskred og flomskred. Vurdert skredfare er basert på dagens terreng-, klima- og vegetasjonsforhold, og det tas forbehold om at vesentlige endringer av disse forholdene kan påvirke skredfaren innenfor kartleggingsområdene. Skog som er vurdert som avgjørende for fastsettelse av faresonegrenser er avmerket som *«viktig skog»* på faresonekartene som er utarbeidet. Avmerket viktig skog må bevares dersom de fastsatte faresonene skal være gjeldende.

Faresonekartene har høyere detaljeringsgrad enn aktsomhetskart og erstatter disse i arealplanlegging for områdene som faresonekartene dekker.

Områder utsatt for skredfare skal avsettes som *hensynssone - skredfare* på arealplankart, og kan tilknyttes bestemmelser som begrenser eller setter vilkår for arealbruken. Dette kan gjøres ved at det ikke tillates etablering av ny bebyggelse innenfor faresone for 1000-årsskred, med mindre det utføres tiltak som sikrer bebyggelsen mot skred.
Hensynssonene for skred må innarbeides når kommuneplanen for Strand kommune rulleres.
Faresonene kan også brukes til å planlegge beredskaps- og sikringstiltak.

1.3 Skredtyper i bratt terreng

1.3.1 Steinsprang og steinskred

Når en eller flere steinblokker løsner og faller, spretter, ruller eller sklir nedover en skråning, bruker vi begrepene *steinsprang* eller *steinskred*. Steinsprang brukes om hendelser der steinmassene (én eller et fåtall steinblokker) til sammen har et relativt lite volum, inntil noen hundre kubikkmeter (m^3). Når steinmassene til sammen oppnår et volum fra noen hundre til flere hundre tusen m^3, snakker vi om steinskred. Steinblokkene beveger seg nedover stort sett uavhengig av hverandre. I et steinskred splitter blokkene ofte i mindre deler på vei nedover skråningen, mens steinene ofte forblir intakte i et steinsprang. Der hvor det over lang tid har gått mange steinsprang og steinskred, vil det dannes en ur (ofte kjegleformet) med de groveste steinmaterialene i foten av skråningen. Større steinskred river ofte med seg løsmasser underveis, og skredmassene kan blokkere trange daler og føre til lokal oppdemming av bekker og elveløp. Hvis slike skred går ut i en fjord eller en innsjø, kan det oppstå flodbølger.

1.3.2 Jordskred

Jordskred starter ofte med en plutselig utglidning, men også med et gradvis økende sig, i vannmettede løsmasser. Jordskred utløses som regel i skråninger brattere enn ca. 25 graders helning, men kan også løsne i slakere terreng enn dette (NVE, 2014). Jordskred i denne type bratt terreng kan ganske grovt omtales som kanaliserte og ikke-kanaliserte jordskred. Førstnevnte opptrer i tykke løsmasseavsetninger, mens sistnevnte forekommer gjerne der løsmassedekket er tynt. Et kanalisert jordskred løsner i et punkt eller en bruddsone, før det skjærer en kanal i løsmassene som fungerer som skredbane (utløpsområde) for senere skred. Skredmasser kan også gå over kantene av kanalen og avsettes som langsgående rygger parallelt med kanalen (leveer). Der hvor terrenget flater ut, blir skredmassene avsatt i en tungeform. Over tid bygger flere slike skred fra samme løp en vifte av skredavsetninger. De ikke-kanaliserte jordskredene løsner gjerne i et punkt eller en bruddsone, som en utglidning, og massene beveger seg nedover langs en sone som kan bli gradvis bredere og bredere. Noen slike skred har en trekantform, mens de vanligvis er uregelmessige i formen. De groveste massene avsettes nederst som en tungeformet rygg. Mindre jordskred oppstår også i slakere terreng med finkornet, vannmettet jord og leire, gjerne på dyrket mark eller i naturlig terrasseformede skråninger i terrenget. De er særlig vanlige om våren, når jord eller leire kan gli oppå telen. Slike skred er sjelden særlig dype, og de omtales derfor ofte som grunne jordskred. Menneskelig inngrep i terrenget som endrer de naturlige vannvegene er en av de vanligste årsakene til at jordskred utløses.

1.3.3 Flomskred

Flomskred er et hurtig, vannrikt, flomlignende skred som opptrer langs klart definerte elve- og bekkeløp og raviner, gjel eller skar der det vanligvis ikke er permanent vannføring. Flomskred kan utløses i løp med helning ned mot 10 ° (NVE, 2014). Vannmassene kan rive løs og transportere store mengder løsmasser, større steinblokker, trær og annen vegetasjon i og langs løpet.

Skredmassene kan avsettes med langsgående rygger på siden av skredløpet (leveer) og oftest i en stor vifte. På slike vifter vil de groveste massene legges ved viftas rot og gradvis finere masser deponeres utover i vifta og fortsette enda lenger. Massene som transporteres i et flomskred kan komme fra store og små jordskred langsetter flomløpet, undergraving av tilgrensende skråninger og erosjon i løpet, eller i kombinasjon med sørpeskred. Løpet kan også demmes opp av skredmasser, våt snø og vegetasjon. Når dammen bryter kan man få en bølge av vann, løsmasser og vegetasjon som beveger seg raskt nedover i løpet. Det høye vanninnholdet gjør at flomskred kan ha svært stor rekkevidde.

1.3.4 Sørpeskred

Når snømasser blir overmettet med vann, slik som under intens snøsmelting eller kraftig regnvær, kan det oppstå *sørpeskred.* Sørpeskred løsner ofte i avrenningsområder og bekkedaler, men kan også løsne i tilnærmet horisontale områder med terrenghelning helt ned mot 5° (NVE, 2014). Slike skred utløses der terrenget samler vann eller det er dårlig drenering i grunnen f.eks. på grunn av tele og is eller der det er svaberg og myrområder. Sørpeskred kan også løsne som følge av snødemte sjøer eller vassdrag. De beveger seg vanligvis langs forsenkninger i terrenget og skredmassene i et sørpeskred beveger seg som en flytende masse og har langt høyere tetthet enn snøskred. Sørpeskred kan i noen tilfeller erodere med seg løsmasser, noe som kan øke tettheten ytterligere. Sørpeskred kan nå langt selv i slakt terreng, og uten kanalisert terreng vil de kunne bre seg utover store områder. Overgangen mellom sørpeskred og flomskred er flytende og avhenger av vanninnholdet. I enkelte tilfeller kan sørpeskred gå over til flomskred lenger ned i skredløpet.

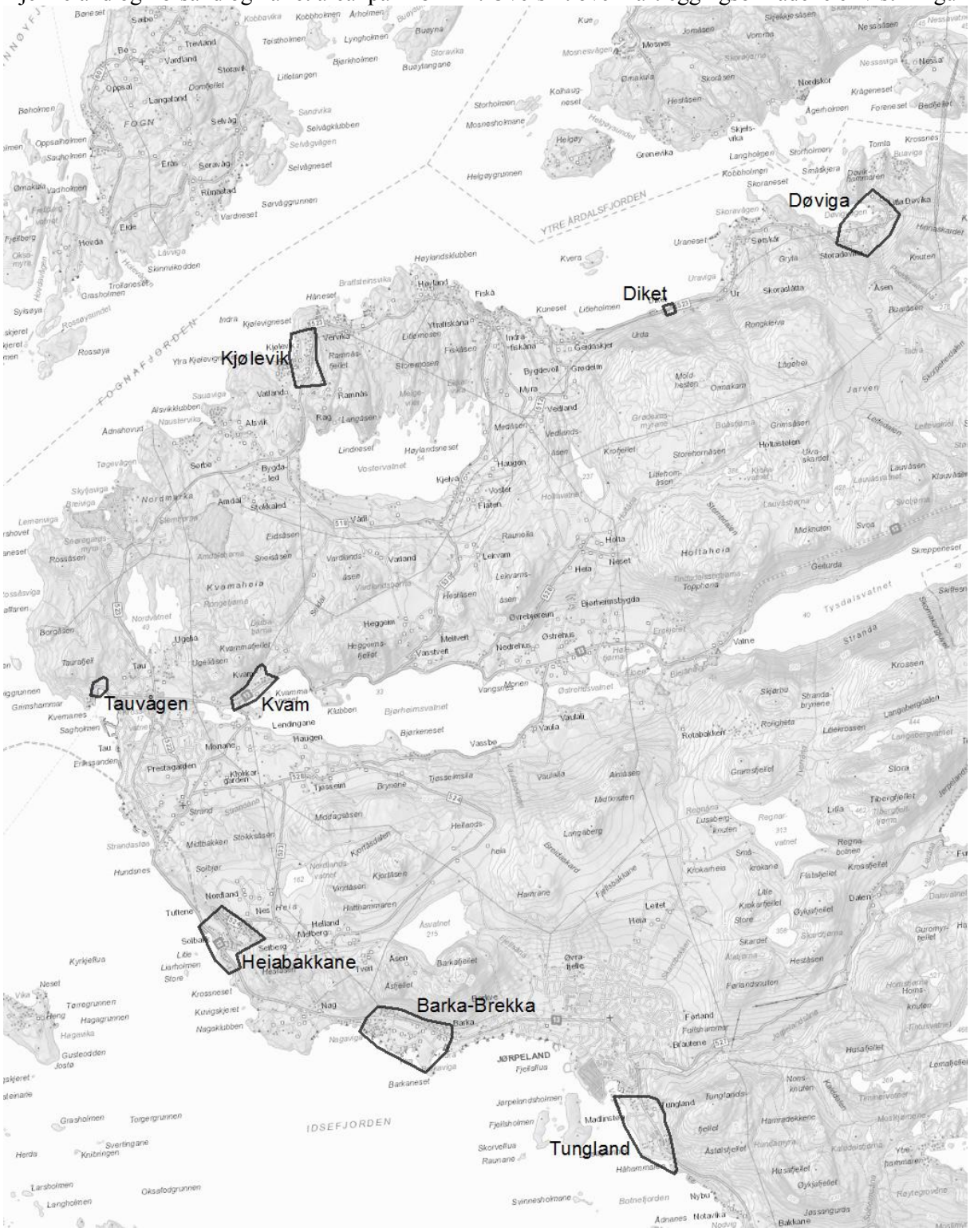
1.3.5 Snøskred

Snøskredene deles gjerne inn i to hovedtyper: løssnøskred og flakskred. Både løssnøskred og flakskred kan deles basert på vanninnholdet; tørrsnøskred og våtsnøskred. Ved helt vannmettet snø oppstår det sørpeskred. Snøskred utløses vanligvis i terreng med helninggrad mellom 30 og 50° (NVE, 2014). *Løssnøskred* oppstår normalt i bratte fjellsider, og det starter gjerne med en liten lokal utglidning. Etter hvert som snøen beveger seg nedover, blir nye snøkorn revet med og skredbanen utvider seg slik at skredet får en pæreform. I noen tilfeller kan et løssnøskred oppnå hastigheter på inntil 120 km/t. Skred med høy hastighet vil mobilisere luftmassene slik at det oppstår et skredgufs (også kalt skredvind/fonnvind) med kraft nok til å knekke trær og stolper, samt skade vinduer og lette byggverk. Et *flakskred* oppstår når en større del av snødekket løsner som et flak langs et glideplan. Dette glideplanet kan være et svakt sjikt i snødekket, en grenseflate mellom to snølag med forskjellig fasthet eller i overgangen mot bakken. Flakskred kan bli flere kilometer brede og involvere enorme snømengder som ofte rekker helt ned i dalbunnen.

2. Oversikt over de kartlagte områdene

2.1 Geografi

Kartleggingsområdene ligger i Stand kommune i Ryfylke, Rogaland. Strand kommune grenser til Hjelmeland og Forsand og har et areal på 218 km2. Oversikt over kartleggingsområdene er vist i Figur 1.



Figur 1: Oversikt over kartleggingsområdene.

Skredfarekartleggingen vil primært rettes mot å kartlegge eksisterende skredutsatt bebyggelse og er avgrenset til kartlegging av skredfare i naturlige skråninger. Skredfaren ved ny utbygging skal utredes og kartlegges som en del av arealplanprosessen, der utbygger er ansvarlig. Tilsvarende har infrastruktureiere som Statens vegvesen, Bane NOR mfl. ansvar for å sikre sine anlegg, herunder vurdering og kartlegging av skredfare og utføring av sikringstiltak ved ny utbygging.

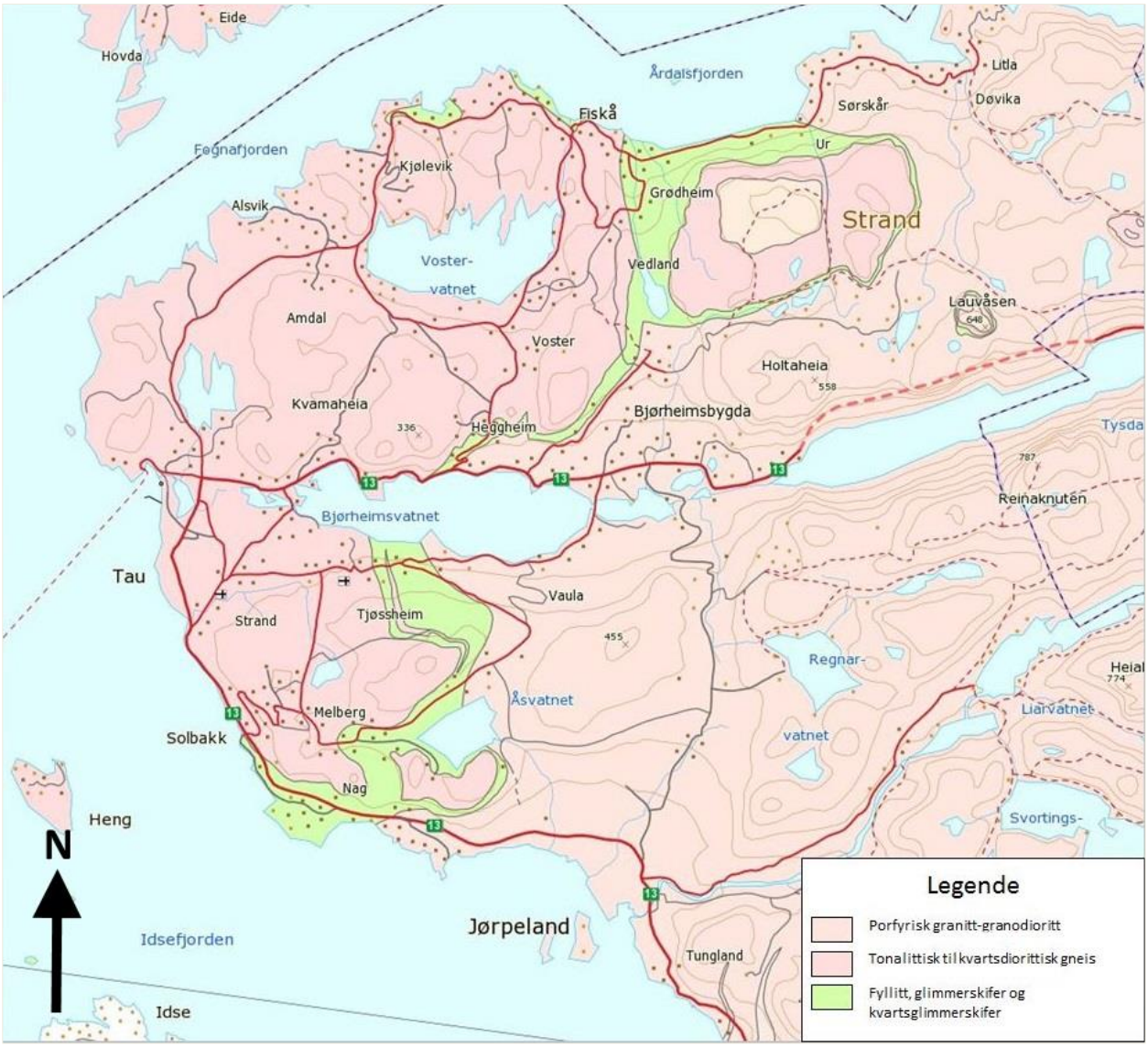
2.2 Topografi, geologi og geomorfologi

Strand kommune har en kupert topografi der de høyeste områdene ligger øst og sør i kommunen, der bebyggelsen også er mest spredt. Kartleggingsområdene ligger alle langs kysten i tettere bebygde områder der høyden ofte er mindre, men skråningsvinklene likevel er godt innenfor potensielt skredfarlig terreng. Terrenget preges av steile skrenter ovenfor eller til side for slakere skråninger. Steile skrenter ovenfor nær flatt terreng er også vanlig. I overordnet slakere skråninger er det også vanlig med mindre interne, steile, skrenter. Fjelltoppene i området ligger stort sett på en høyde mellom 300-550 m.

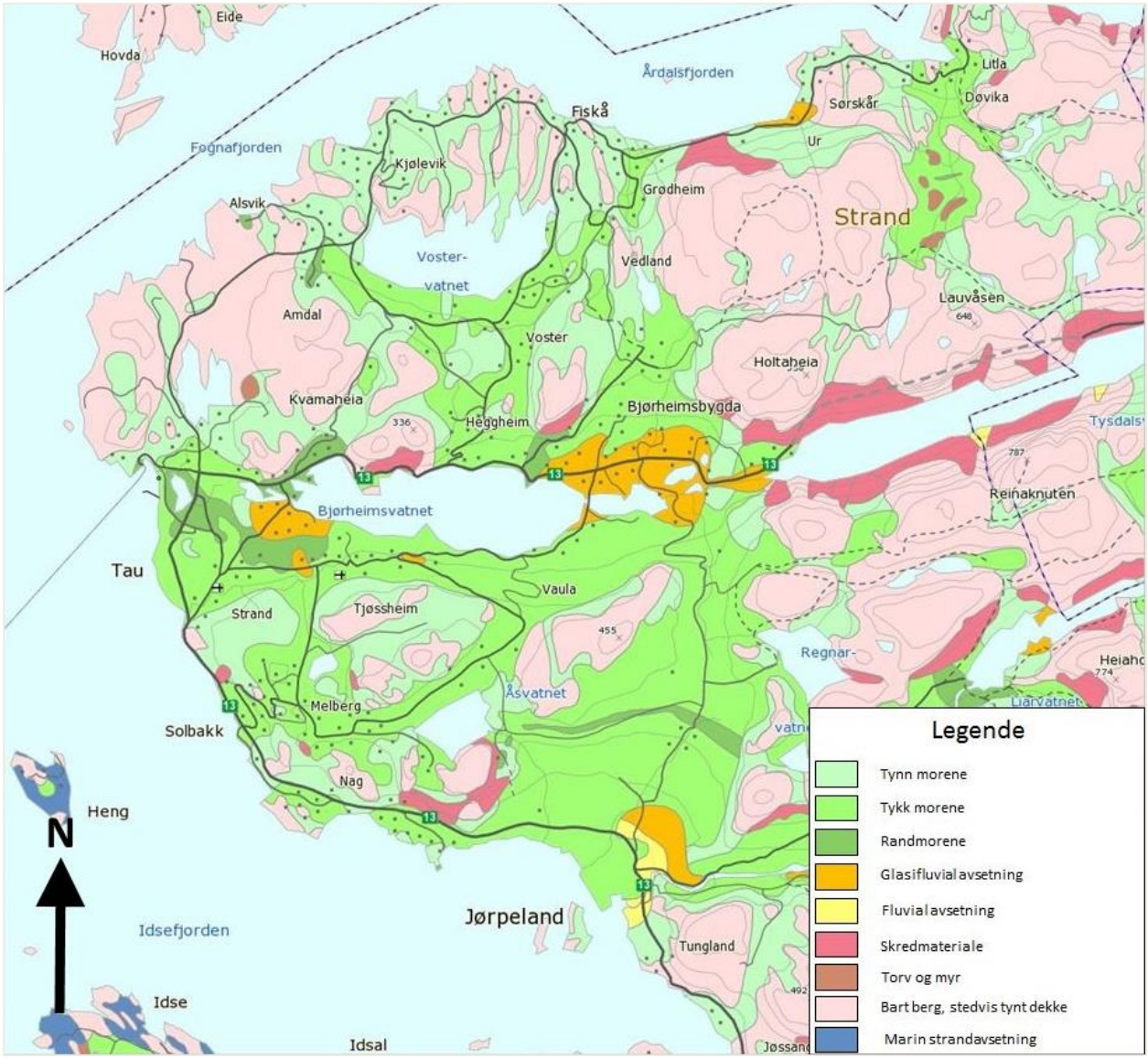
Berggrunnen består av både prekambrisk grunnfjell og skyvedekker fra den kaledonske fjellkjedefoldingen, se Figur 2. Store deler av området består av generelt harde bergarter som granitt og gneis, men med innslag av mykere og mindre stabile skiferbergarter som fyllitt. Det er to skyvedekker som gjør seg gjeldene i de aktuelle områdene. Buadalsdekket som ligger over granittene i grunnfjellet, består av fyllitt og glimmerskifre (markert grønt i Figur 2). Over dette ligger Storheidekket som overveiende består av strekt båndete lyse kvartsfeltspatgneiser. I Figur 2 ses Storheidekket som berggrunnen i vestlig del, mens grunnfjellet stikker opp lengre mot øst og sør.

Graden av oppsprekking og orienteringen av sprekkene er avgjørende for sannsynligheten for steinsprang. De mekanisk sterke bergartene i grunnfjellet og Storheidekket brytes som regel opp etter 2-3 sprekkeplan der svakhetssoner med tettere oppsprekking gir størst sannsynlighet for utfall av blokker. Utenfor svakhetssonene er berget mer stabilt og det er større blokker som må avløses for at steinsprang skal kunne skje. Fyllitt og glimmerskifer fra Buadalsdekket er generelt svake bergarter som forvitrer lettere, men likevel kan brytes opp på lignende måte som de sterkere bergartene.

Kvartærgeologisk kart er vist i Figur 3. Det er avsatt mye løsmasser i de lavereliggende områdene i vest og sørvest. Massene består stort sett av morene i ulike mektigheter, samt glasifluviale masser av grus og sand nær de større vannene. I områder med bratt terreng er det flere steder urmasser i og nær dalbunnen eller ned til sjøen. Det finnes også mye bart berg, særlig høyereliggende områder.



Figur 2. Berggrunnskart hentet fra nasjonal berggrunnsdatabase (NGU, 2017).



Figur 3. Kvartærgeologisk kart hentet fra nasjonal løsmassedatabase (NGU, 2017)

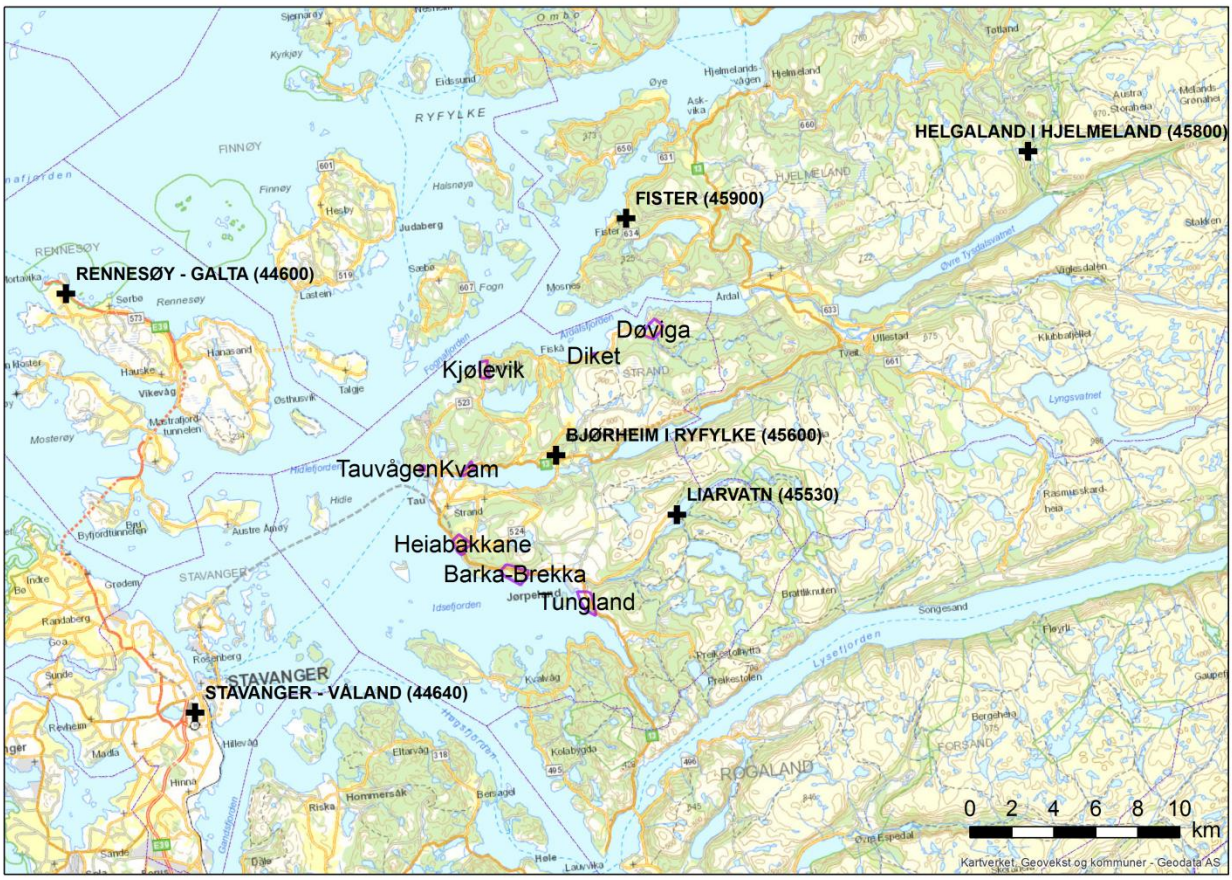
2.3 Klima

Representative meteorologiske stasjoner for kartleggingsområdene er vist i Tabell 1 og Figur 4. Stasjonene 45900 Fister, 44600 Rennesøy-Galta og 44640 Stavanger-Våland har en kystnær beliggenhet. Stasjon 45600 Bjørheim i Ryfylke ligger noe lenger tilbaketrukket fra kysten, men midt i kommunen og geografisk sentrum for kartleggingsområdene. Stasjonene 45530 Liarvatn og 45800 Helgaland i Hjelmeland ligger på henholdsvis 300 og 325 moh og antas å være representative for vær- og klimaforholdene i de høyereliggende utløsningsområdene.

Tabell 1. Meteorologiske stasjoner representative for kartleggingsområdene.

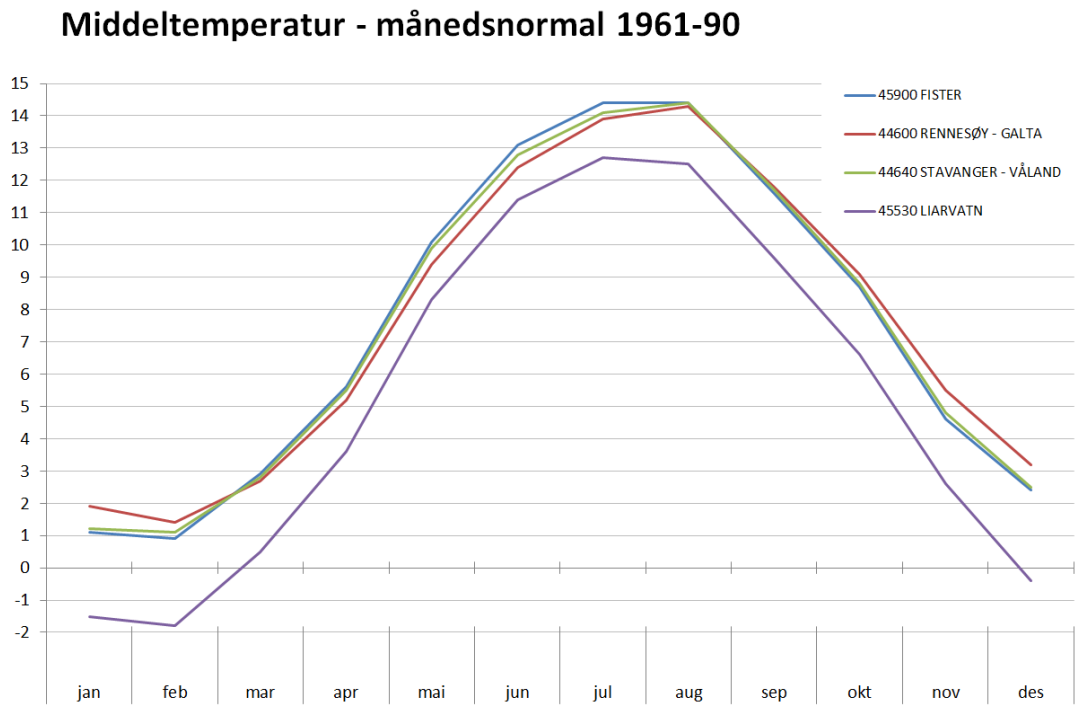
STASJONSNR	STASJONSNAVN	I DRIFT FRA	I DRIFT TIL	MOH.*	STASJONSTYPE
44600	RENNESØY-GALTA	Juni 1972	Okt. 2005	19	Temp, nedbør
44640	STAVANGER-VÅLAND	Jan. 1882	-	72	Temp, nedbør
45530	LIARVATN	Juli 2010	-	300	Temp, nedbør
45600	BJØRHEIM I RYFYLKE	Nov. 1952	-	64	Nedbør
45800	HELGALAND I HJELMELAND	Mar. 1895	Okt. 1960	325	Nedbør
45900	FISTER	Jan. 1950	Sep. 1991	1	Temp, nedbør

**meter over havet*



Figur 4. Oversikt over de benyttede værstasjonene.

Strand har et mildt kystklima med årsmiddeltemperatur rundt 7,5 °C for de lavestliggende stasjonene. For 45530 Liarvatn på 300 moh er årsmiddeltemperaturen 5,3 °C. Månedsmiddeltemperaturen vinterstid ligger på 1-2 °C for de lavestliggende stasjonene, mens den for Liarvatn ligger på -1 til -2 °C (Figur 5). Månedsmiddeltemperaturen sommerstid er på 12-14 °C.

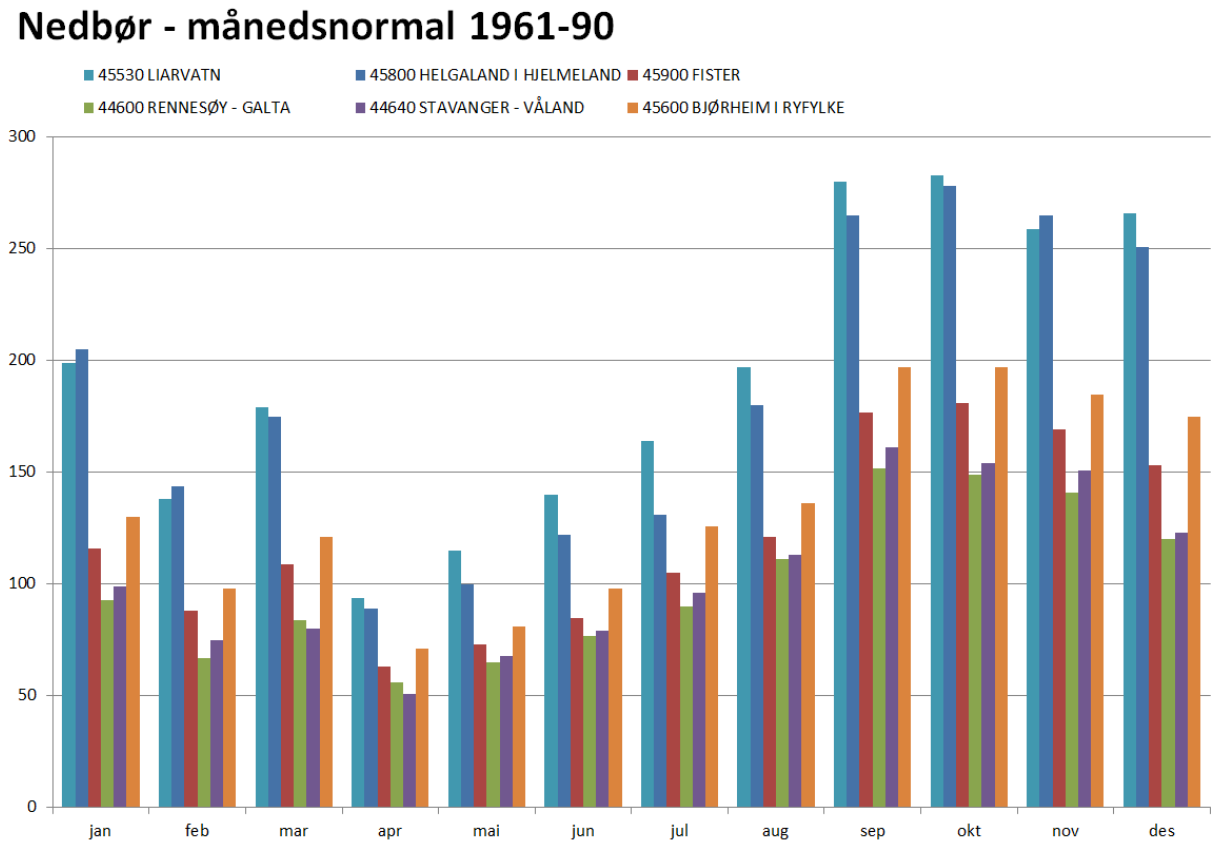


Figur 5. Normaler for månedsmiddeltemperatur for perioden 1961-90. Data hentet fra eklima 18.08.2017.

Årsmiddelnedbøren varierer fra rundt 1200-1250 mm i vest til 1440 mm og 1615 mm for henholdsvis Fister og Bjørheim (Tabell 2). Årsmiddelnedbøren øker med høyden til 2205 mm for Helgaland og 2314 mm (325 moh) for Liarvatn (300 moh). Dette skyldes at fuktig havluft presses opp, avkjøles og gir fra seg nedbør når den treffer de høyereliggende områdene. Basert på disse observasjonene antas årsmiddelnedbøren i kartleggingsområdene til å være i området 1400-2300 mm og avhengig av høyden over havet. Nedbøren viser en sesongvariasjon med mest nedbør om høsten og minst om våren (Figur 6).

Tabell 2. Årsmiddelnedbør, maksimal observert snødybde og utledet maksimal endring i snødybde.

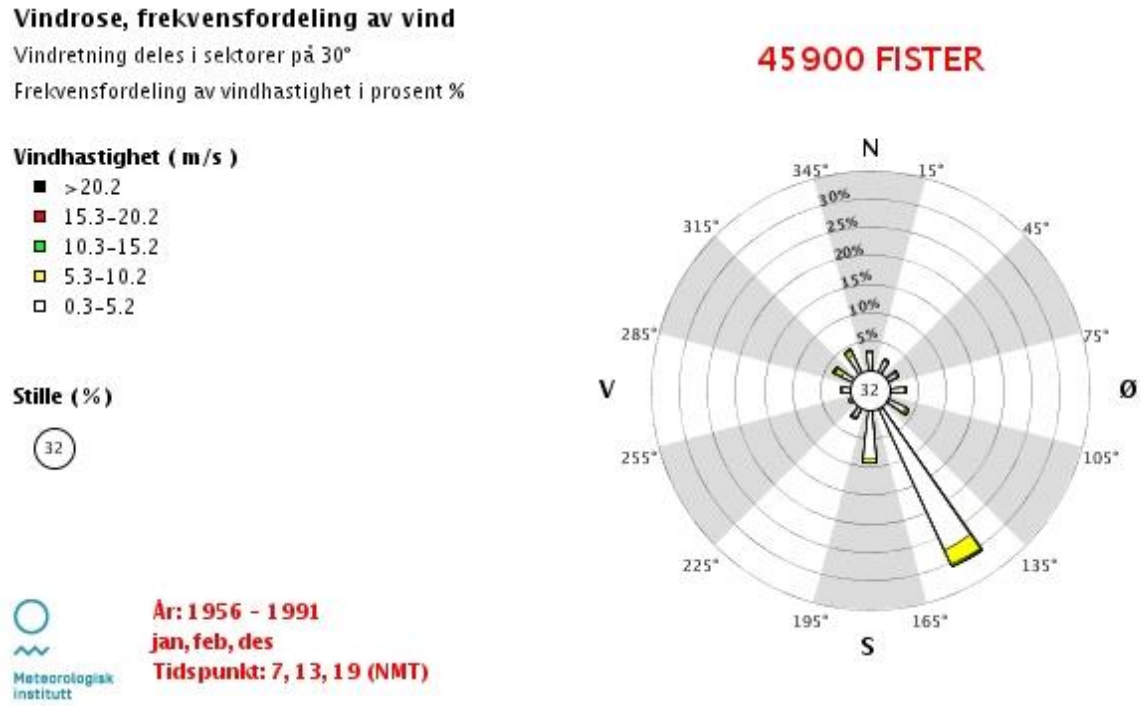
	44600 RENNESØY - GALTA	44640 STAVANGER - VÅLAND	45530 LIARVATN	45600 BJØRHEIM I RYFYLKE	45800 HELGALAND I HJELMELAND	45900 FISTER
Årsmiddel-nedbør (mm)	1205	1250	2314	1615	2205	1440
Maksimal snødybde (cm)	45	120	-	62	45	35
Maksimal endring i snødybde (cm/døgn)	30	-	-	37	25	23



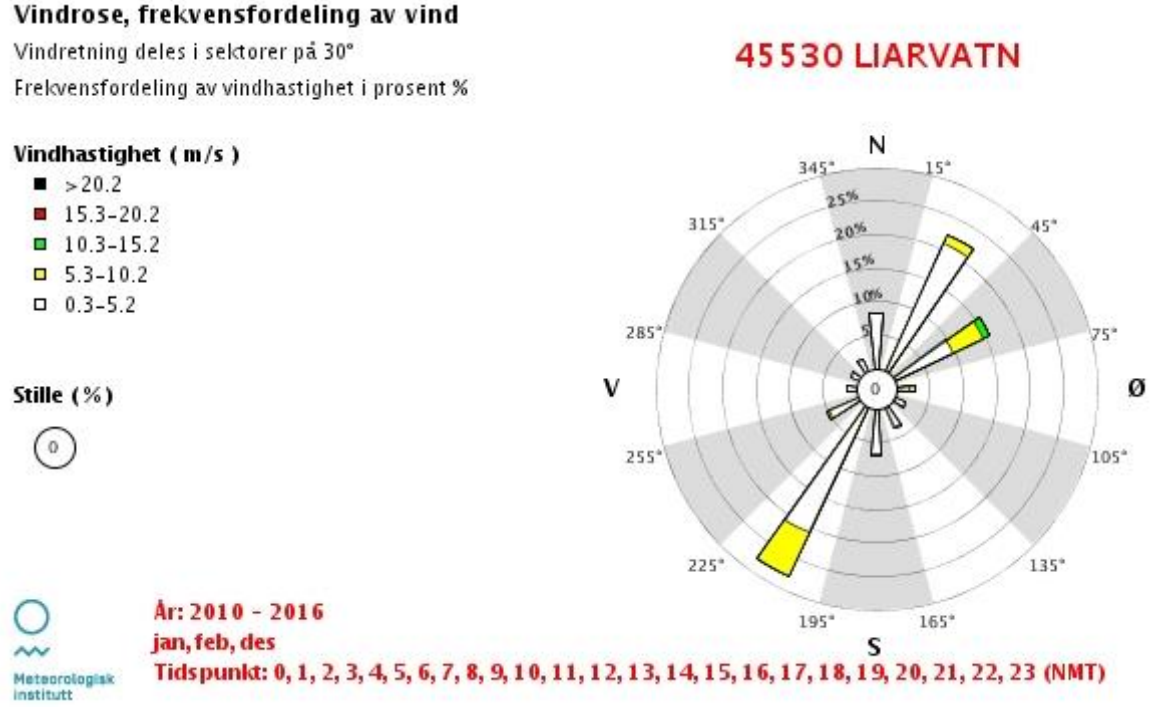
Figur 6. Normaler for månedsmiddelnedbør for perioden 1961-90. Data hentet fra eklima 18.08.2017.

Maksimal observert snødybde er 120 cm (Tabell 2). Denne verdien ble registrert i 1947 ved Stavanger-Våland, den eneste stasjonen med registrering av snødybde på denne tiden. Maksimal observert snødybde for de øvrige stasjonene er 35-62 cm. Observasjonene viser også at snøen kan ligge over flere måneder. Maksimal endring i snødybde fra et døgn til et annet er 23-37 cm/døgn. Alle verdiene er positive, det vil si at de representerer akkumulasjon av snø, men av en beskjeden størrelse.

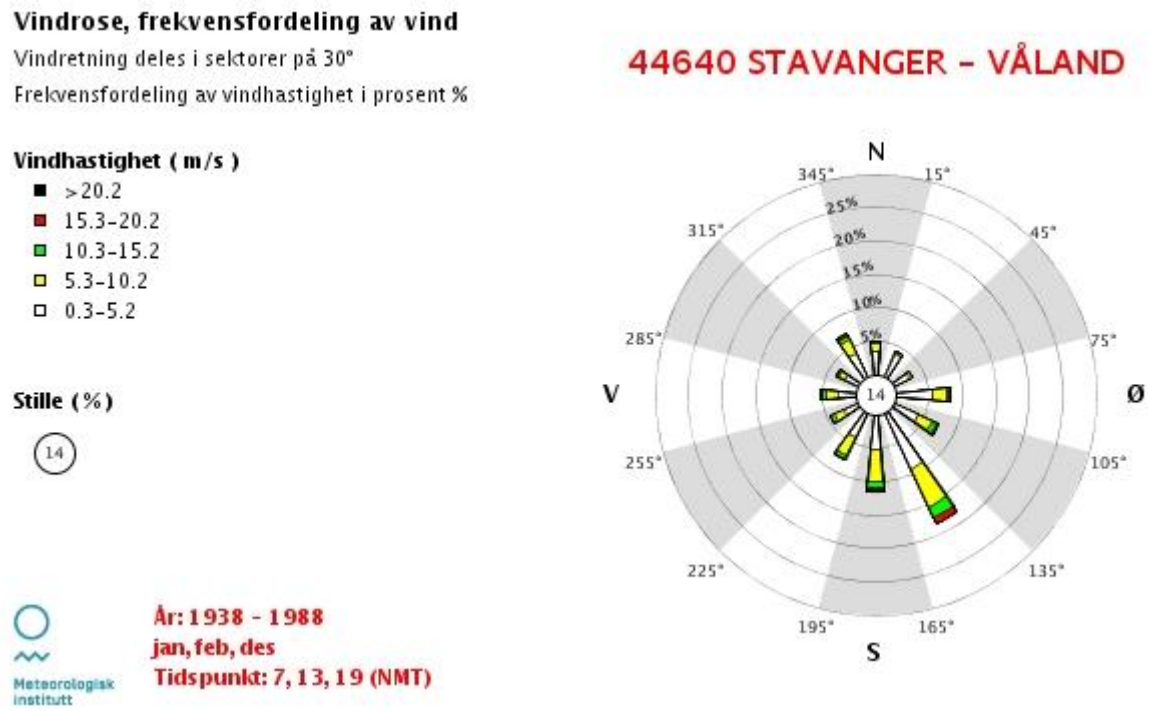
Dominerende vindretning vinterstid er fra sør-sørøst ved stasjonen på Fister (Figur 7). Stasjonen karakteriseres av relativt lite vind, der totalt 90 % av observasjonene er vindstille eller svak vind (<5,3 m/s). De resterende 10 % er bris og opp til kuling, også primært fra sør-sørøst, og dermed mer relevant for snødriften i området. For stasjonen på Liarvatn er dominerende vindretning vinterstid fra sør-sørvest og fra nordøst (Figur 8) og mulig påvirket av topografien. Her er det sjelden helt vindstille, men 83 % av observasjonene angir svak vind. De resterende 17 % er bris og vind opp til kuling styrke, også primært fra sør-sørvest og nordøst. De vestlige og mer eksponerte stasjonene Stavanger-Våland og Rennesøy-Galta viser mer varierende vindretninger vinterstid (Figur 9 og Figur 10), men fortsatt med en tydelig dominerende vindretning fra sørlig sektor. Disse stasjonene viser også generelt høyere vindhastigheter. Henholdsvis 54 og 51 % av observasjonene er bris eller kraftigere og dermed relevant for snødriften. Disse vindene har også dominerende retning fra sørlig sektor, men observasjoner av storm styrke ved Rennesøy kommer fra nordvest. Basert på dette antas akkumulasjon av vinddrevet snø primært i nordvendte skråninger (nordvest til nordøst), og med mulighet for noe akkumulasjon i sørøstvendte skråninger ved stormer fra nordvest.



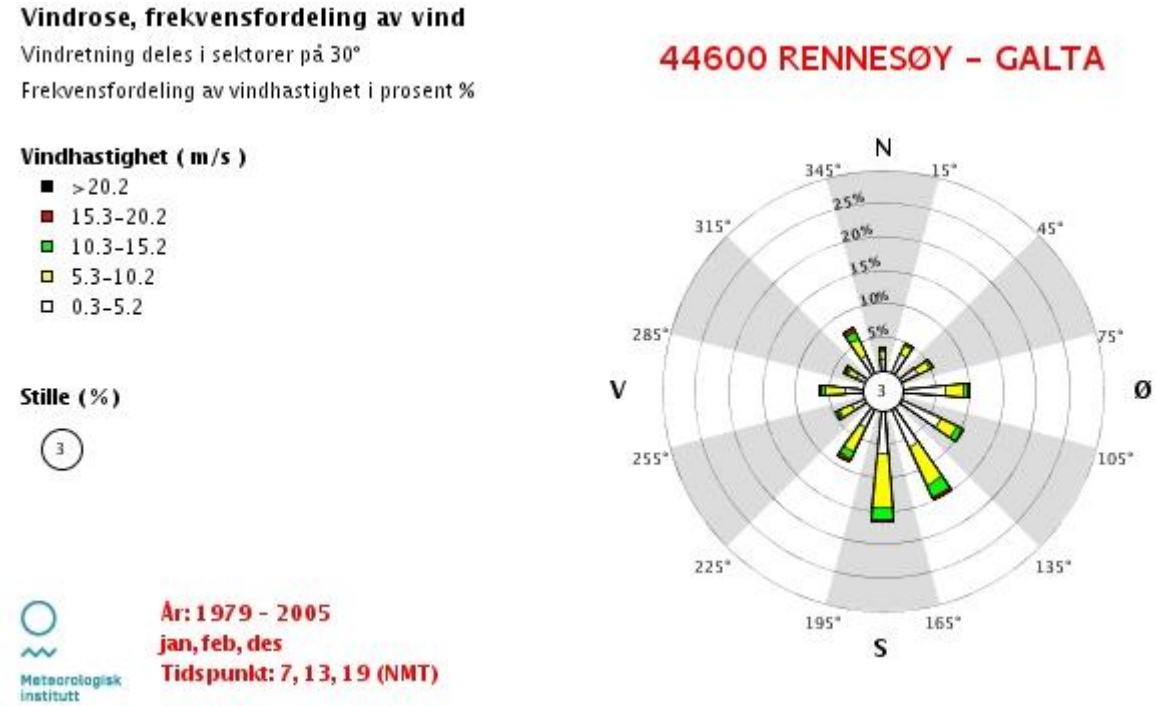
Figur 7. Vindrose for meteorologisk stasjon 45900 Fister.



Figur 8. Vindrose for meteorologisk stasjon 45530 Liarvatn.



Figur 9. Vindrose for meteorologisk stasjon 44640 Stavanger-Våland.



Figur 10. Vindrose for meteorologisk stasjon 44600 Rennesøy-Galta.

Verdier for forventet 1- og 3-døgns ekstremnedbør for ulike returperioder er hentet fra eklima og gjengitt i Tabell 3 og Tabell 4. Forventet 1-døgnsnedbør er 72-131 mm for 100-års returperiode og 100-176 mm for 1000-års returperiode. Påregnelig maksimal 1-døgnsnedbør er i størrelsesorden 223-299 mm. Ser man kun på vinternedbøren (desember, januar og februar) er forventet maksimal 1-døgns nedbør 53-115 mm for 100-års returperiode og 74-156 mm for 1000-års returperiode. Påregnelig maksimal 1-døgns vinternedbør er 180-281 mm. Det at nedbør forekommer i perioden desember-februar betyr ikke

nødvendigvis at den kommer i form av snø, men vi antar at store deler vil være dette i de høyereliggende områdene.
Forventet 3-døgnsnedbør er 107-244 mm for 100-års returperiode og 143-316 mm for 1000-års returperiode (Tabell 4). Påregnelig maksimal 3-døgnsnedbør er i størrelsesorden 281-410 mm. Ser man kun på vinternedbøren (desember, januar og februar) er forventet maksimal 3-døgns nedbør 85-240 mm for 100-års returperiode og 109-319 mm for 1000-års returperiode. Påregnelig maksimal 3-døgns vinternedbør er 243-389 mm.
Verdiene for Fister og Liarvatn antas mest representative for kartleggingsområdene.

Tabell 3. Forventet 1-døgnsnedbør med ulike returperioder for utvalgte stasjoner. Data hentet fra eklima 18.08.2017. Oppgitte verdier er middel av de to statistiske metodene Gumbel og Nerc som oppgis i eklima.

STASJONER	RETURPERIODE 1-DØGNS NEDBØR (MM)					
	100		1000		5000 (PMP*)	
	År	Des-jan-feb	År	Des-jan-feb	År	Des-jan-feb
44600 RENNESØY - GALTA	72	53	100	74	223	183
44640 STAVANGER - VÅLAND	93	53	130	77	247	180
45530 LIARVATN	131	115	176	156	299	281
45600 BJØRHEIM I RYFYLKE	-	-	-	-	-	-
45800 HELGALAND I HJELMELAND	-	-	-	-	-	-
45900 FISTER	95	76	130	107	258	220

Tabell 4. Forventet 3-døgnsnedbør med ulike returperioder for utvalgte stasjoner. Data hentet fra eklima 18.08.2017. Oppgitte verdier er middel av de to statistiske metodene Gumbel og Nerc som oppgis i eklima.

STASJONER	RETURPERIODE 3-DØGNS NEDBØR					
	100		1000		5000 (PMP*)	
	År	Des-jan-feb	År	Des-jan-feb	År	Des-jan-feb
44600 RENNESØY – GALTA	107	85	143	109	281	243
44640 STAVANGER – VÅLAND	140	93	187	128	309	250
45530 LIARVATN	244	240	316	319	410	389
45600 BJØRHEIM I RYFYLKE	-	-	-	-	-	-
45800 HELGALAND I HJELMELAND	-	-	-	-	-	-
45900 FISTER	148	125	197	171	322	290

**Probable Maximum Precipitation – Påregnelig maksimal nedbør*

2.4 Tidligere utredninger/kartlegginger i områdene

Det er ikke utført faresonekartlegging av større områder i regi av NVE i Strand kommune tidligere.
I forbindelse med dette oppdraget har Rambøll undersøkt om det er utført skredfarevurderinger innenfor områdene som er kartlagt. Følgende aktører er kontaktet med forespørsel om de har utført eller kjenner til skredfarevurderinger innenfor eller i nærheten av de aktuelle områdene: Multiconsult AS, Norconsult, Asplan Viak, NGI, Skred AS og Statens Vegvesen. I tillegg har Strand kommune gjort rapporter tilgjengelig.

Tabell 5: Tidligere utførte skredfarevurderinger innenfor og i nærheten av de aktuelle områdene.

DOKUMENT TITTEL/NR.	UTARBEIDET AV	RELEVANT FOR KARTLEGGINGSOMRÅDE	VURDERINGER I RAPPORTEN
Tungland, Jørpeland - Rasfarevurdering / Notat, ref. 212524/ør per 4. des. 2006	(Multiconsult, 2006)	Tungland	Anbefalt fangvoll steinsprang
Boligfelt Tungland, Jørpeland. - Rassikring. / Brev, ref. 212947/ør per 11. juni 2008	(Multiconsult, 2008)	Tungland	Fangvoll steinsprang gir tilstrekkelig sikkerhet for omtalt kartleggingsområde 3, 4 og 5, samt deler av område 2.
Storevikhammeren. Skredfarevurdering. Ref. 217629-RIGberg-NOT-001_rev00 per 26. mars 2015	(Multiconsult, 2015)	Tungland	Ca. 250 m øst for kartleggingsområdet Tungland. Ikke kjent at det har vært skredhendelser i området. Definert faresoner for steinsprang 1/1000 i terrenget over Rv. 13 og 1/5000 i et område på nedsiden av Rv. 13.
Tomt Barka, Jørpeland. Rasfarevurdering. Ref. 213705/ør, per 10. mars 2008	(Multiconsult, 2008)	Barka-Brekka	Vurdert at fare for steinsprang er større enn 1/1000 for aktuelt område. Anbefalt fangvoll som sikringstiltak.
Tomta Barka, Jørpeland. Rasfarevurdering. Vurdering av behov for tiltak langs adkomstveg. Brev ref. 213705/ør, per 12. juni 2008	(Multiconsult, 2008)	Barka-Brekka	Ikke behov for sikringstiltak mot steinsprang for adkomstveg til nye boliger.
Reguleringsplan barnehage, Tau. Rasfarevurdering. Brev ref. 214225/smh, per 16. januar 2009, Sandnes.	(Multiconsult, 2009)	Tauvågen	Barnehage er vurdert å ligge innenfor faresone 1/100 for steinsprang. Anbefalt fangvoll som sikringstiltak. To løsneområder: berghammer vest for bhg. og område med store blokker øst for bhg.

Erosjonssikring mot Døvigåna, ovenfor vegbru. Detaljplan. Plandato 07.08.2006. Tiltaksnr. -.	(NVE, 2006)	Døviga	Etableringa av erosjonssikring med sprengstein etter skader på elveløpet pga. store nedbørsmengder 14-15. november 2005.
Erosjonssikring mot Døvigåna, nedenfor vegbru. Detaljplan. Plandato 15.08.2006. Tiltaksnr. 9496.	(NVE, 2006b)	Døviga	Etableringa av flomverk og erosjonssikring etter skader på elveløpet pga. store nedbørsmengder 14-15. november 2005.
Referat ferdigbefaring. Erosjonssikring mot Døvigåna. 15.2.2008.	(NVE, 2008)	Døviga	Flere punkter av utført tiltak må utbedres.

3. Metodikk for fastsettelse av faresoner for dette oppdraget

Utarbeidelse av skredfaresoner er en kompleks prosess som i stor grad avhenger av skredfaglig skjønn og erfaring, vurderingene skal alltid inkludere en grundig vurdering av flere viktige momenter som underbygger bruk og forståelse av geologiske data fra feltkartlegging, tidligere skredhendelser og annen historikk, vurderinger og modelleringer fram til fastsetting av faresoner. Disse er kort omtalt nedenfor.

3.1 Skredhistorikk

Skred vil ofte gjenta seg der det har gått skred tidligere. Dette gjelder både de nesten årlige skredene og de sjeldnere hendelsene. Det å dokumentere tidligere skredhendelser er derfor svært viktig i en skredfarevurdering. Dette vil gi informasjon om hvilke områder som er mest utsatt for skred og kan også gi informasjon om den potensielle rekkevidden av skredene. Registrerte historiske skredhendelser er samlet i Nasjonal skreddatabase og vises på www.skrednett.no.

I forbindelse med befaringer har Rambøll vært i kontakt med lokalfolk som har hatt relevante opplysninger om skredhendelser i områdene. Vi fikk ikke opplyst fra oppdragsgiver om andre lokalkjente i områdene enn kontaktpersonen i kommunen.

Rambøll har også gått gjennom gamle bygdebøker, nyhetssaker og vært i kontakt med kommunen for informasjon om skredhistorikk.

3.2 Høydemodeller, skyggekart og helningskart

En digital høydemodell (DHM) er en tredimensjonal digital representasjon av terrenget som gir informasjon om høyde over havet i hvert punkt av datasettet.
Kartleggingsområdene i Strand kommune er dekket med en høyoppløselig DHM generert fra flybasert laserskanning. Denne DHM er veldig nøyaktig med en oppløsing på 1 x 1 m.

Skyggekart er en visningsmåte av en DHM som gir et relieffkart av terrenget. Skyggekart fra høyoppløselige DHM er svært nyttige i geologisk skredkartlegging for å avgrense skredbaner, løsneområder, skredavsetninger osv. Skyggekart er generert med azimuth fra nord, øst, sør og vest. Retningen som tydeligst viser overflatetrekk brukes i kartleggingen.

Helningskart er også beregnet fra en DHM og viser bratthet av terrenget for hvert punkt i datasettet i forhold til nabopunktene. Helningsvinkel er en av de viktigste parameterne for å definere løsneområder for skred. Helningskartet som vises i vedleggene 1B, 2B, 3B, 4B, 5B, 6B, 7B og 8B er delt i følgende klasser:

25° til 30°: mulige løsneområder for jordskred
30° til 45°: mulige løsneområder for jordskred og snøskred
45° til 60°: mulige løsneområder for snøskred og steinsprang
60° til 90°: mulige løsneområder for steinsprang

3.3 Topografi, vegetasjon og klimaforhold

Skredfare avhenger av topografiske forhold. For å vurdere hva som er sannsynlige løsneområde, bevegelsesretning og utløpslengde for skred må det gjøres en vurdering av topografiske forhold i kombinasjon med vegetasjonsforhold og klimaforhold. Topografiske parametre som analyseres er helningsgrad, helningsretning, størrelse på mulig løsneområde, størrelse på dreneringsområde, kurvatur og terrengruhet.

Helningsretning i kombinasjon med dominerende vindretning vil være avgjørende for hvor en kan forvente at snø akkumuleres, og med det potensielle løsneområder for snøskred. Skredfarekartleggingen skal imidlertid ta høyde for mulige hendelser som kan oppstå ved uvanlige værsituasjoner, og det må derfor gjøres en vurdering av alle skråninger med tanke på topografiske parametere og vegetasjonsforhold såfremt terrenghelning ligger til rette for det. Nedbørsintensitet er også avgjørende for sannsynligheten for utløsing av snøskred. Forskning har vist at for skråninger med 30-35˚ helning må det komme 1-2 m snø i løpet av tre døgn før det oppstår ustabile forhold, mens i brattere fjellsider kan rundt 0,5 m være nok (NVE, 2014).

Faren for jord- og flomskred avhenger av helningsgrad og om det er markante topografiske formasjoner som vil være tydelige vannveger. I ekstreme nedbørsperioder kan avrenningen gå over de naturlige vannløpene, og ta nye veger i terrenget. I slike situasjoner øker faren for at jord- og flomskred dersom det er tilstrekkelig med løsmasser, lite vegetasjon og riktig terrenghelning og kurvatur i det området vannet drenerer. Størrelsen på dreneringsområdet har betydning for mengden vann som kan ta nye veger og følgelig betydning for erosjonspotensialet og sannsynligheten for utløsing av skred. Jo større dreneringsområdet er, desto slakere terrenghelning skal til for å utløse jordskred. Menneskelig inngrep i terrenget som endrer de naturlige vannvegene er en av de vanligste årsakene til at jordskred utløses.

Som nevnt har vegetasjonsforholdene stor innvirkning på skredfaren. Tett skog kan i stor grad hindre utløsning av snøskred, da skog motvirker at snø kan akkumuleres som et jevnt sammenhengende dekke med ustabil lagdeling. I tett vegeterte områder vil røtter bidra til å forankre jorda og motvirker erosjon av store mengder løsmasser og bidrar med det til å hindre at jordskred utløses. I tillegg vil vanninnhold og avrenningshastighet reduseres der det er vegetasjon. Vannmetning av løsmassene er en av de viktigste faktorer for utløsning av jordskred.

Der det er trær tilstede i sannsynlige løsneområder for steinsprang, kan rotsprenging og rotvelt bidra til at bergmasse avløses og settes i bevegelse.

Hvor tett skogen er og stammetykkelse er avgjørende på dens evne til å dempe og fange steinsprang, og bremse snøskred og jordskred. Generelt er det en oppfatning av at barskog har større beskyttende effekt enn løvskog, men det er ingen etablert forståelse for hvordan man skal karakterisere og gi verdi på effekten av skog. Selv om det er knyttet usikkerhet til skogens effekt på skred, særlig i utløpsområdet, anbefales det at skogen i enkelte områder ikke hugges. Dette gjelder både i områder der skogen er vurdert å ha stabiliserende effekt i potensielle løsneområder og bremsende effekt i utløpsområder. Skog som vurderes som avgjørende for å hindre utløsing av skred og/eller avgjørende på utstrekningen av skredløp, er merket på kart i vedleggene 1E, 3E.

Endring av terrengformasjoner, for eksempel menneskelige inngrep som etablering av skogsveger i dalsider, kan ha stor betydning på skredfaren. Etablering av adkomstveger uten tilstrekkelig drenering er en vanlig årsak til utløsing av jord- og flomskred, som følge av at naturlige vannveger blir forstyrret.

Været er en av de viktigste utløsningsfaktorene for skred, og skredfaren vil følgelig være påvirket av klimaendringer. Per i dag er det likevel slik at usikkerheten er så stor ved fastsettelse av faresoner for skred med årlig sannsynlighet på 1/1000 og 1/5000, at effekten av klimaendringer har liten betydning (NVE, 2015). I henhold til retningslinjer fra NVE er det derfor ikke lagt til ekstra margin som tar hensyn til klimautviklingen ved fastsettelsen av faresoner.

3.4 Feltkartlegging

Faresonekartlegging legger stor vekt på observasjoner i felt. Målet med befaringen er å identifisere utløsningsområder for alle skredtyper for de gitte gjentaksintervallene, samt å innhente et best mulig observasjonsgrunnlag for å vurdere skredbaner og utløp for de ulike skredtypene.

Befaringen gjennomføres til fots, og terrenget kartlegges så langt opp i skråningene det er forsvarlig og hensiktsmessig å kartlegge. Kartleggingen er gjennomført av to lag på to personer, dette for å effektivisere kartleggingen, ivareta HMS-krav og ikke minst for å kvalitetssikre vurderingene.

For registrering av data brukes nettbrett og smarttelefon med ESRIs arcCollector for datafangst sømløst rett inn i en GIS-database. Digital registrering av data i felt er effektivt og reduserer sjansen for tap av data. I tillegg brukes tradisjonelle papirkart, notatblokk og GPS.

Områder som har vært utilgjengelig å befare til fots er kartlagt med drone. Rambøll har benyttet egne dronepiloter og et utvalg rotorving-droner av typen Phantom og Inspire fra DJI. Med disse har man fått gode bilder som har gitt viktig informasjon i skredfarevurderingen.

Kildeområder for steinsprang og steinskred vurderes ut i fra bergtype og -kvalitet, sprekketetthet og sprekkeplanorientering og vannførende sprekker. I tillegg vurderes utløsende faktorer, som for eksempel rotsprenging, tine-fryse-prosesser og rotvelt. Basert på dette gjøres en vurdering av utløsningssannsynlighet. Det gjøres også en vurdering av hvilken blokkstørrelse og -form et eventuelt utfall kan få. Dette er data som er nødvendig å kartlegge for å få inngangsverdier til simulering av steinsprang.

I utløpsområdet er utbredelsen av ur og utløpslengde av blokker utenfor denne kartlagt. Det er vurdert om observerte blokker i terrenget er steinsprangblokker eller om de kan ha en annen opprinnelse. Størrelse og form på blokkene er registrert. Dersom kildeområdet til blokkene er veldefinert er dette også registrert for kalibrering av modellverktøy.

Kildeområder for jordskred, flomskred og sørpeskred er vurdert i felt på bakgrunn av terrengets helning, topografi og dreneringsforhold i kombinasjon med tilstedeværelse av betydelige mengder løsmasser og snø. Bekke- og elveløp er kartlagt og muligheten for nye vannveger i ekstremt nedbørsrike perioder vurderes. Under befaringen er løsmassetype, mektighet, grad av kompaksjon, vegetasjonsforhold og spor etter erosjon og muligheter for videre erosjon vurdert. Kapasiteten til eventuelle stikkrenner, bruer osv. er vurdert skjønnsmessig og med tanke på muligheten for at disse blokkeres.

Kilde- og utløpsområder for snøskred er vurdert i felt på bakgrunn av terrenghelning og terrengruhet, vegetasjon og resultatene av klimaanalysen. I forkant av befaringen gjennomføres en klimaanalyse, blant annet for å kartlegge hvilke terrengretninger som er mest sannsynlig løsneområder med tanke på nedbørsførende vindretninger. I felt kartlegges forholdene i de områdene som er identifisert som

forventede leområder der snø akkumuleres. Skredhistorikk og informasjon fra lokalkjente om snøforhold er viktig å undersøke.

3.5 Registreringskart

Registreringskart er dokumentasjon på registreringer fra befaringene og brukes som grunnlag for skredfarevurderingene. Her ligger registreringer fra GPS og fra ESRI ArcCollector med tilhørende tabeller. Registreringskartet viser også løsneområder, tracklog fra GPS og drone, relevante terrengformasjoner, utglidninger og tidligere skredhendelser. Registreringskartene er laget i ArcMap ved å importere registreringer og velge en pedagogisk presentasjon, med et skyggekart som bakgrunn, for å best mulig sammenstille registreringer fra befaring med skyggkartet.

3.6 Modellering

For å teste skredløp og utløpslengde er det utført modellering med statistiske og dynamiske modeller. For flomskred er programvaren RAMMS::Debris flow benyttet, primært som støtte for å vurdere flytbevegelsen i flomskred og sørpeskred. For steinsprang er RAMMS::Rockfall benyttet både som flytmodell og for simulering av rekkevidde av steinsprang der det har vært hendelser med kjent kilde og utløp å kalibrere modellen mot. I tillegg er Rocfall 6.0 fra Rocscience brukt for å simulere rekkevidden av steinsprang. Det er kjørt en rekke simuleringer for scenarier og for sensitivitetsstudie av input-data og modellparametere.

Modellering er utført primært for de skredtypene som er vurdert som dimensjonerende for det aktuelle området.

3.6.1 Rocfall (Rocscience)

Rocfall 6.0 er et 2-dimensjonalt statistisk analyseprogram for steinsprang som blant annet kan brukes til å modellere utløp for steinsprang. Det lages modell av et valgt terrengprofil. Terrengprofilet tegnes ut fra en høydemodell i ArcMap (ArcGIS), og importeres til Rocfall. Det er benyttet høydemodell med oppløsning på 1x1 m. For å ta hensyn til variasjoner i terrenget innenfor et område er det tatt ut flere terrengprofil for hvert kartleggingsområde. Valgte terrengprofil er definert basert på hvilke områder som i felt ble vurdert som interessante for å utføre modellering. Særlig i områder der terrenget er komplekst med store høyder, flere avsatser og generelt ujevnt terreng, er modellering en god støtte i vurderingen. Registrerte utløp til antatte tidligere steinsprangblokker som er observert i felt er benyttet til å kalibrere modellene. I tillegg er det laget en modell av skredhendelsen i huset i Fiskåveien 609, som har vært viktig for å kalibrere modellene.

Modelleringen i Rocfall 6.0 kan utføres med to ulike analysemetoder: «Lumped Mass» og «Rigid Body». Rocscience anbefaler at begge analysemetodene benyttes for å modellere utløpslengder og for å se på effekten av blokkform og størrelse. Rambøll har utført modellering med begge analysemetodene, dette for å få et godt grunnlag for vurdering av sannsynlig utløpslengde og for å se på effekten av blokkform på utløpslengde.

Analysemetode Lumped mass (punktanalyse)
Simulerte blokker betraktes som et uendelig lite punkt der massen er samlet, og modellerte utløpslengder tar ikke hensyn til form og massen til blokkene. Dette er en grov forenkling av

virkeligheten, som er viktig å være klar over når resultatene tolkes. Ved valg av verdier på terrengparametere er det tatt utgangspunkt i verdier oppgitt i materialtabell fra Rocscience, hvor det er valgt materialer som passer best mulig med materialene som er observert i felt. Videre er verdiene justert til en oppnår et resultat som er i samsvar med feltobservasjoner. På denne måten er modellene kalibrert mot faktiske observasjoner for å få en så realistisk modell som mulig.

Analysemetode Rigid Body (blokkanalyse)
I analysemetoden «Rigid Body» gis blokkene volum og form. Dette er en mer realistisk modell, og det er mulig å gjøre en sensitivitetsstudie på hvordan blokkens form og volum påvirker utløpslengder. For hvert kartleggingsområde er det simulert med 1-3 ulike blokkstørrelser, definert basert på observasjoner i felt og på dronefilm.

Langs profilet defineres det materialparametere for demping (restitusjon), friksjon, ruhet og vegetasjon, samt løsnepunkt for steinsprang. Se Stevens (1998) og Ashayer (2007) for utfyllende informasjon.

3.6.2 RAMMS::ROCKFALL

RAMMS::ROCKFALL versjon 1.6 (RR) benytter «rigid body» mekanikk (se kapittel 3.6.1) som gir simuleringsresultater for tredimensjonale polyeder, inkludert realistiske blokkformer. RR beregner skredutløp over 3d-terreng, inkludert spretthøyder, hastighet, rotasjonshastighet, total kinetisk energi og kontaktslagkraft.
For simuleringene er det benyttet en terrengmodell på 1x1m. I RR kan man definere løsneområder som punkt, linje og polygon. For simuleringene i denne faresonekartleggingen er det brukt punkt og linje. Valgte analyseområder er basert på observasjoner i feltarbeidet av hva som er relevante løsneområder. Etter løsneområder er definert må man definere materialparametere for terreng og evt. skog. Programvaren har forhåndsinnstilte parametervalg for ulike terrengtyper som er benyttet. Siste steg er å definere blokkparametere. I denne faresonekartleggingen er det brukt Flat 1.5 med volum på 0,2-20m^3. Materialparametere for terreng og blokker er basert på observasjoner og foto fra feltarbeidet.

Det er gjort 5 simuleringer per løsnepunkt. For hvert scenario er det definert 7-30 løsnepunkter, det gir et tilstrekkelig grunnlag for å supplere skredfarevurderingene. Ramms anbefaler først 5 etterfulgt av 10 simuleringer per løsnepunkt og en statistisk sammenligning av resultater for kinetisk energi. I disse sammenligningene var simuleringer med 5 og 10 simuleringer per løsnepunkt svært like i histogrammet. Oppløsning på terrengmodell på 1x1 gjør at simuleringstiden på et scenario tar lang tid, det er derfor valgt å begrense de fleste modelleringene i ramms rockfall til 5 simuleringer pr. løsnepunkt.

For detaljert informasjon om programvaren og beskrivelse av materialparametere henvises det til RAMMS::ROCKFALL User Manual.

3.6.3 RAMMS::Debris Flow

RAMMS::Debris flow beregner flythøyde, hastigheter og skredtrykk over en terrengmodell basert på en numerisk løsning av Voellmys friksjonslov. For å definere inngangsparametere i en skredsimulering kan man benytte seg av *block release,* som definerer et volum basert på inntegnet areal og en spesifisert tykkelse på løsmasselaget som løsner, eller man kan benytte seg av en *input hydrograph*, som er gjort i dette tilfellet og som er anbefalt brukt for simuleringer av kanaliserte skred. Hydrografen defineres av verdier for maksimal massetransport (*discharge*), hastighet og volum, samt tidspunkt for maksimal massetransport.
Den fysiske friksjonsmodellen består av både en Coulumb-type friksjon (μ) og en viskøs-turbulent friksjon (ξ) som er viktige å kalibrere mot kjente hendelser for å få realistiske utløpsverdier.
For detaljert informasjon om programvaren og beskrivelse av den fysiske bakgrunnen og modellparametre henvises det til RAMMS::DEBRIS FLOW User Manual.

3.7 Fastsetting av faresoner

Faresoner fastsettes for skred med årlig sannsynlighet 1/100, 1/1000 og 1/5000 for den samlede sannsynlighet for alle typer skred.

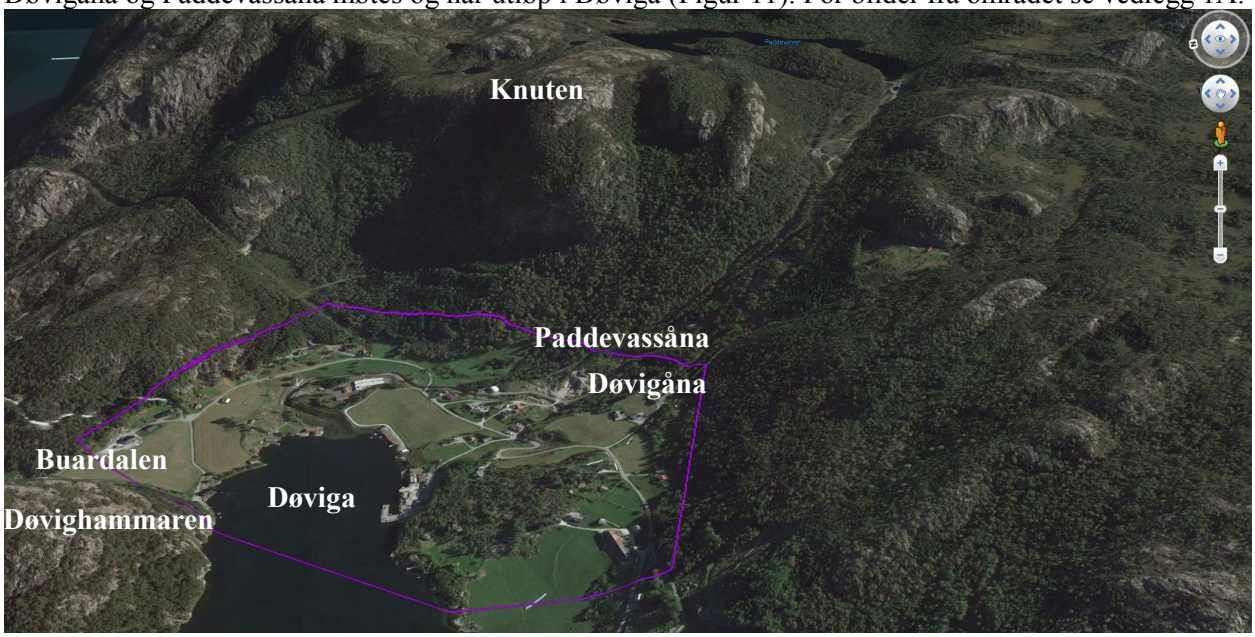
Den endelige vurderingen av sannsynligheten for de ulike skredprosesser, scenarioer og beregnede skredutløp, har vært i stor grad basert på skredfaglig skjønn. Dette vil si at vektlegging av ulike datasett og opplysninger (eks. terrengobservasjoner, resultat av modellering, skredhistorikk) er skjønnsmessig tilpasset til de ulike skredbanene.

I den følgende beskrivelsen for hvert kartlagte område vil det redegjøres for hvilke vurderinger som ligger til grunn for utbredelsen av faresonene og dominerende skredtype innenfor områdene. Hvis flere skredtyper er med på å påvirke utbredelsen av faresonene vil dette omtales.

4. Kartleggingsområder

4.1 Område 1 – Døviga

Kartleggingsområde Døviga ligger langs Årdalssfjorden i nordlige deler av kommunen (Figur 1) og består av spredt boligbebyggelse og jordbruksområder. Det vurderte området dekker de indre delene av vika fra havnivå og opp mot Døvighammaren (134 moh.) i nord og Knuten (380 moh.) i øst og sør. Vassdragene Døvigåna og Paddevassåna møtes og har utløp i Døviga (Figur 11). For bilder fra området se vedlegg 1A.



Figur 11. Oversiktfoto over kartleggingsområde 1 Døviga. Kilde: Google Earth.

4.1.1 Topografi og grunnforhold

Helningskart for Døviga er vist i vedlegg 1B. Terrenget er relativt flatt i det bebygde området i vika opp mot ca 25 moh. Derfra stiger terrenget rundt vika bratt i en tilnærmet skålform. I nordvest domineres terrenget av Døvighammaren (134 moh), med terrenghelning rundt 30-40° i ur fra 25 moh til ca 60 moh. Derfra stiger terrenget bratt (> 60°) i et par skrenter opp til ca 85 moh før det blir slakere mot toppen. Øst for Døvighammaren strekker Buardalen seg mot nord. Videre øst for Buardalen stiger terrenget bratt i flere småskrenter mot nordøst fra ca 25 moh og opp til det relativt flate topplatået rundt 110 moh. Videre mot sørøst stiger terrenget opp til 380 moh på toppen av Knuten. Nedre del av skråningen her har helning 15-40° opp til 150-200 moh. Videre opp er terrenget bratt (>45 grader) opp til ca 330 moh før det flater ut mot toppen. Skrenten under Knuten er over 60° bratt. Langs de to vassdragene Døvigåna og Paddevassåna og vestover er terrenget 25-45° eller slakere, men med enkelte små berghammere i øvre del av skråningen.

Berggrunnen innenfor kartleggingsområdet er prekambrisk grunnfjell (kapittel 2.2) og består av porfyrisk granitt/granodioritt med varierende grad av oppsprekking.

Tykke moreneavsetninger dominerer de lavereliggende delene av vika, samt i sør langs Døvigåna og Paddevassåna. Ved samløpet av de to vassdragene er det et massetak i breelvavsetninger med til dels grove fraksjoner. Massetaket er registret i nasjonal database over forekomster av grus og pukk (NGU, 2006). I området forøvrig består løsmassedekket av tynn morene, ur og bart berg.

Paddevassåna og Døvigåna med sidebekker drenerer til sammen et areal på 14,5 km^2, og avrenningen for normalperioden 1961-1990 er estimert til 49,3 liter/sekund km^2 (data registrert på REGINE-enhet i NVE

Atlas). Paddevassåna er utbygd med vannkraftanlegg, mens det er gitt konsesjon for tilsvarende for Døvigåna.
Skråningene er vegetert med blandingsskog, med unntak av de bratteste skrentene. De bebygde områdene er gressbevokst og med arealer for jordbruk/beite/fòrproduksjon (se figur 1 i vedlegg 1A).

4.1.2 Tidligere utredninger/kartlegginger

Se oversikt i Tabell 5: Tidligere utførte skredfarevurderinger innenfor og i nærheten av de aktuelle områdene. Det er tidligere gjort utredninger angående flom og erosjonssikring av Døvigåna. Utredningen ble utført av NVE i perioden 2006 til 2008. Utredningen ble gjennomført etter at store nedbørsmengder 14-15. november 2005 førte til betydelige erosjonsskader på elveløpet. I tillegg la det seg opp store mengder løsmasser i løpet som ble vurdert å redusere avløskapasiteten og med det førte til økt fare for oversvømmelser og videre skader langs løpet. Det ble etablert erosjonssikring med sprengstein.

4.1.3 Skredhistorikk

Det er ingen registrerte hendelser i NVEs skredhendelsesdatabase innenfor området.
Fra lokalbefolkningen er det rapportert om et steinsprang fra Knuten. Utfallet skal ha vært på om lag 10-12 m^3og fant sted for få år siden. Blokka hadde utløp ned i skogen nedenfor, der den slo ned noe skog. Den nådde ikke inn i kartleggingsområdet.

Under befaringen ble det registrert flere relativt ferske steinsprang utenfor ura under Knuten. Blokkene var små (~0,2 m^3). Ingen av disse ble funnet innenfor kartleggingsområdet.

En ekstremværhendelse 14.-15. november 2005 førte til flom med omfattende erosjon, massetransport og skader langs Døvigåna. NVE har utført erosjonssikring i form av plastring med sprengt stein over en strekning på 235 meter i etterkant av denne hendelsen (NVE, 2006). Deler av tiltaket er konstruert med flomvoll. Det er ikke beskrevet hvilken flomstørrelse tiltaket skal sikre mot, men det antas å være mot 200-års flommen. I tillegg er det utført bunnsikring og opprensking av løsmasser avsatt i elveløpet ved hendelsen. Detaljplanen (NVE, 2006) beskriver også et planlagt masseavlagringsbasseng på 20*40m som vi ikke klarte å identifisere på befaringen (se foto i vedlegg 1A).

4.1.4 Modeller og oppsett

Steinsprangmodellering med RAMMS Rocfall
Basert på observasjoner under feltarbeid, kartlegging med drone og skråningskart er det definert løsnepunkter fra flere berghammere rundt kartleggingsområdet. 10-15 løsnepunkt er testet. Modellparametere som er benyttet er gitt i tabellform i vedlegg 1D. Utvalgte resultater er også vist i vedlegget.
Resultatene fra modelleringene stemmer godt overens med registrerte uområder og urfot, og gir utløpslengder som tilsvarer fordelingen av registrerte blokker som er antatt å være fra steinsprang. For minste blokkstørrelse gir modelleringen utløpslengder innenfor kartleggingsområdet for blokker som løsner fra Døvighammeren. For blokker i størrelsesorden 1 m^3 indikeres utløpslengder til kartleggingsområdet også for blokker som løsner fra berghamrene øst for Buardalen. Modellering fra løsneområder i berghammere og bergvegg ved Knuten indikerer en liten sannsynlighet for at blokker av store blokkstørrelser kan få utløpslengder ned til kartleggingsområdet.

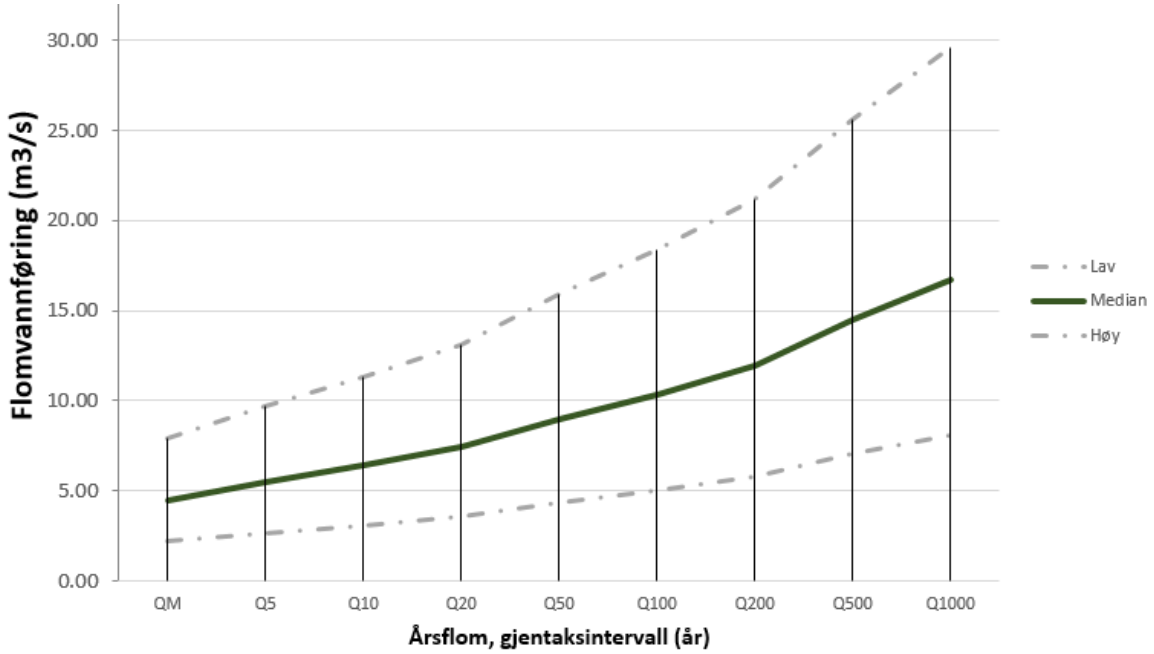
Steinsprangmodellering med Rocfall 6.0
Det er utført steinsprangmodellering langs tre profiler, Profil A-C, se vedlegg 1D. Løsneområder er valgt i berghamre på omtrent 200 moh. og 350 moh. Modelleringsparametere som er brukt for profil A er gitt i tabellform i vedlegg 1D. Samme innstillinger er benyttet for modell B og C, med unntak av at i profil B er det benyttet noe avrundede blokkformer og skog er ikke definert i modellene for profil B og C. Valg av parametere er begrunnet i siste kolonne i tabellene. Utvalgte resultater er vist i vedlegg 1D.

Resultatene fra modelleringene stemmer godt overens med registrerte uområder og urfot, og gir utløpslengder som tilsvarer fordelingen av registrerte blokker som er antatt å være fra steinsprang. Langs Profil A stopper hovedandelen av blokker 50 -100 m fra foten av bergveggen, som er i god avstand fra kartleggingsområdet. Blokkanalysen viser at enkelte blokker kan få utløp innenfor kartleggingsområdet, også når skog er lagt til i modellen. Resultatene langs profil B indikerer at hovedandelen av blokkene stopper i området der det er kartlagt ur, som er i god avstand fra kartleggingsområdet. Blokkanalysen viser imidlertid enkelte blokker som får utløp innenfor kartleggingsområdet.

Modellering langs profil C er utført for å teste om observerte blokker kan være steinsprangblokker som har hatt utløp nedover et terrengsøkk, eller om det er større sannsynlighet for at disse er moreneblokker. Det er modellert med en konservativ modell, der det er valgt materiale med lite demping (bergblotning) langs hele profilet. Skog er ikke tatt med i modellen. Resultatet med konservativ modell viser at blokker ikke får utløp til de kartlagte blokkene eller innenfor kartleggingsområdet.

Modellering av flomskred og sørpeskred langs Døvigåna

Hydrografen i RAMMS::Debris flow krever inngangsverdier på blant annet maksimal massetransport, hastighet og volum. Hendelsene i Døvigåna har trolig vært mer masseførende flom enn flomskred. Vi har brukt flomvannføring for ulike returperioder for Døvigåna, basert på formler for små nedbørfelt (Figur 12), som inngangsverdi for maksimal massetransport. Verdien for 5000-scenariet er ekstrapolert. Vi har forsøkt å modellere en typisk flomhendelse i et bratt vassdrag med varighet 4-8 timer. Dette var ikke mulig regneteknisk så vi har redusert varighet og volum en del, men fokusert på å bruke maksimal flomvannføring som estimert i Figur 12. Vi har valgt å bruke konservative friksjonsparametere (μ=0,05 og ξ=4000) for å modellere masseførende flom.
Volumene for sørpeskred-scenariene er valgt ut fra størrelsen på utløsningsområdet og vurdering av snødybde basert på informasjon om maksimal observert snødybde og ekstremverdier for vinternedbør (Tabell 2, Tabell 3, Tabell 4).



Figur 12. Beregnet flomvannføring ulike returperioder for Døvigåna, basert på formler for små nedbørfelt som inkluderer feltets størrelse, middelvannføring og andel sjø.

For sørpeskred er det antatt et betydelig mindre volum enn for flomskred, basert på størrelsen av kildeområdene, maksimal observert snødyde og ekstremværanalysen som viser mer nedbør og høyere nedbørintensitet utenfor vintersesongen. Sørpeskred karakteriseres også av høy mobilitet og lange utløp, så samme konservative friksjonsparametere som for flom/flomskred ble benyttet.

Det er gjort en sensitivitetsstudie der det er kjørt en rekke simuleringer for å vurdere effekten av ulike parameterinnstillinger. Oppsett for utvalgte simuleringer er presentert i tabellform i vedlegg 1D.

Flomsikringen i nedre del av vassdraget er sannsynligvis sikret mot 200-års flom. For å kalibrere modellen ble 100-års scenarioet for flom/flomskred simulert, og kriteriet var at den simulerte hendelsen skulle holde seg innenfor løpet der det er utført sikring (simulering 24 i vedlegg 1D). Den simulerte flommen/flomskredet holder seg innenfor løpet gjennom området ovenfor bebyggelsen, men sprer seg noe ut av løpet nærmere sjøen. Vi vurderer at modellen kan brukes til å vurdere flytbevegelsen ovenfor bebyggelsen, men vurderer resultatene fra simuleringene med forsiktighet og kun som flytmodell.

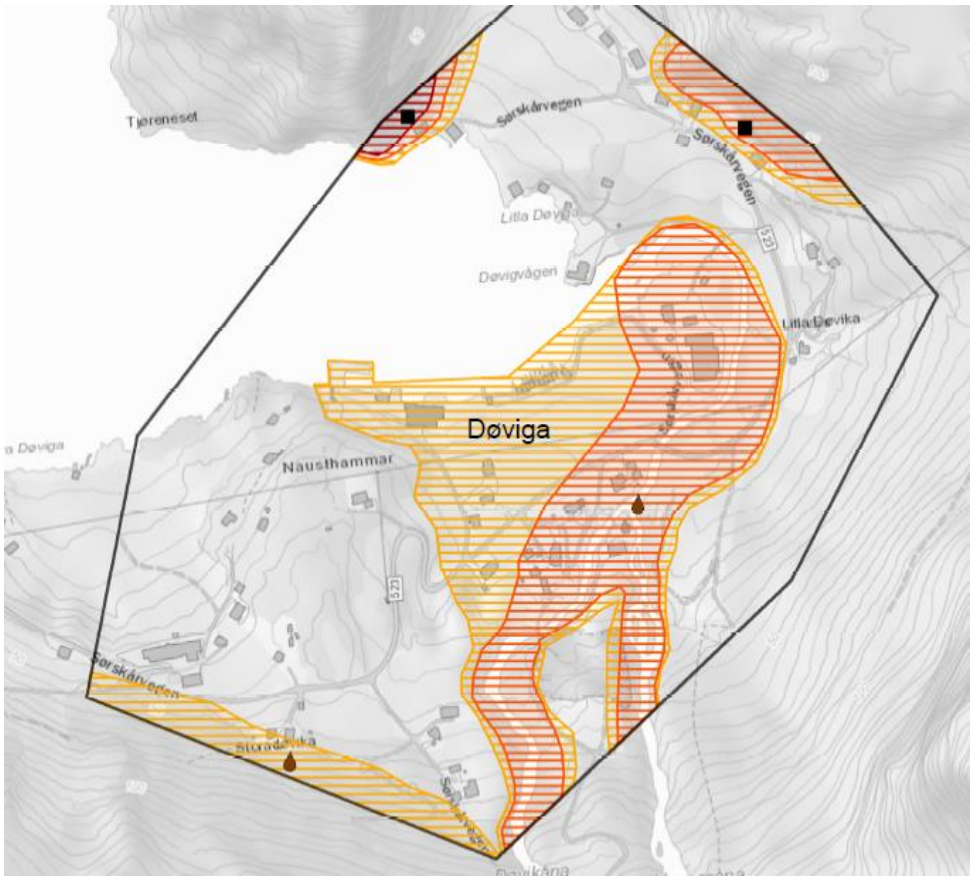
Resultatene fra simuleringene viser at flom/flomskred med 1000- og 5000 års returperiode vil kunne overtoppe sikringen og gå inn i deler av bebyggelsen (simulering 23 og 22).

Resultatene fra simuleringene av sørpeskred antyder at disse vil holde seg innenfor elveløpet med de volumene som er simulert (simulering 25 og 26).

4.1.5 Skredfarevurdering

Feltregistreringer av betydning for skredfarevurderingene er gitt i vedlegg 1C. Figur 13 viser fastsatte faresonegrenser. Steinsprang og jord- og flomskred er vurdert som dimensjonerende skredtyper. Det er vurdert at ett bolighus ligger innenfor faresonen 1/1000 og to bolighus ligger delvis innenfor faresone 1/5000 for steinsprang, samt at to industribygg og 4 bolighus ligger innenfor faresone 1/1000 og ett

industribygg og tre bolighus ligger innenfor faresone1/5000 for flomskred. Ingen hus ligger innenfor fastsatt faresone 1/100 for steinsprang eller flomskred.



Figur 13. Faresoner for skred i bratt terreng i Døviga. Det henvises til Vedlegg 1E for tegnforklaring.

4.1.5.1 Steinsprang og steinskred

Aktsomhetskartet for steinsprang indikerer potensiell fare under Døvighammaren, skrenten øst for Buardalen og under Knuten. Basert på observasjoner av kildeområder og ferske utfall og lokal kunnskap om tidligere hendelser vurderes steinsprang som dimensjonerende skredtype innenfor disse områdene.

Berget i Døvighammaren er relativt avrundet, men med stor grad av oppsprekking og sår etter utfall (se figur 2 i vedlegg 1A). Det er potensial for utløsning av blokker fra to skrenter i ulike nivåer. Avløste blokker vurderes til å være relativt små (stort sett opptil 1-2 m^3, men med potensial for enkelte større blokker). En del trær i skrentene kan føre til rotsprenging. Sannsynligheten for utløsning av steinsprang vurderes til å være relativt høy.

Ura viser stedvis tegn til stor steinsprangaktivitet ovenfor, mens den andre steder er vegetert og mindre aktiv. På flere steder har trær i ura falt over ende og kan indikere nylig steinsprangaktivitet (se figur 2 i vedlegg 1A). Ura består for det meste av mindre blokker (opptil 1 m^3). Historiske flyfoto viser større

blokker utenfor ura som er fjernet ved bygging av et bolighus og tilhørende uteareal, men det er usikkert om disse blokkene er fra steinsprang eller morene.

Ved bolighuset er urfoten tatt ut og oppstøttet med tørrmur. Huset er plassert rett ut for tørrmuren. Her ble det registrert mindre blokker mot grunnmuren på huset. Om disse representerer steinsprang er usikkert. Resultatet fra simuleringene i RAMMS::Rockfall indikerer at blokker på 0,2 m^3 kan nå ned mot urfoten, mens blokker på 1 og 8 m^3 kan gå forbi urfoten.

Basert på dette vurderes den nominelle årlige sannsynligheten for steinsprang til å være høyere enn 1/100 for store deler av ura og ned mot bolighuset der steinsprangaktiviteten ser ut til å være høy. Videre vurderes sannsynligheten høyere enn 1/1000 et stykke forbi ura og bolighuset, og høyere enn 1/5000 ned til sjøen. Faresonene for 1/1000 og 1/5000 er vurdert primært ut fra posisjonen til urfot, samt antall og fordeling av blokker utenfor denne. Vurderingen støttes av resultatene fra RAMMS-simuleringene. Fjellet i skrentene øst for Buardalen er også avrundet og med en del oppsprekking (figur 4 i vedlegg 1A). Det er imidlertid færre sår etter utfall her enn for Døvighammaren, og sprekkeretningene faller innover slik at avløste blokker ikke nødvendigvis faller ut. Utløsningssannsynligheten vurderes derfor som relativt lav.

Under skrentene er det lite spor etter nedfall (figur 4 i vedlegg 1A), representert ved et fåtall større blokker. Blokker med utfall fra den nederste skrenten vil legge seg ved foten av skrenten, mens utfall fra en av skrentene høyere opp vil kunne gi noe lengre utfall slik RAMMS-simuleringene også viser. Små nedfall er ryddet i røyser. Helt i nord ligger skrenten et stykke unna kartleggingsområdet, og den nominelle årlige sannsynligheten for steinsprang vurderes som lavere enn 1/5000 innenfor kartleggingsområdet. Videre sørover ligger skrentene nærmere kartleggingsområdene, og sannsynligheten vurderes basert på utbredelse av steinsprangblokker til å være høyere enn 1/5000 nesten til Sørskårvegen og høyere enn 1/1000 omtrent bort til de to bolighusene som ligger der. Det vurderes at sannsynligheten for blokkfall er mindre enn 1/100.

Videre mot sørøst og sørover mot Knuten går skrenten høyere i terrenget, og med en slakere skogbevokst skråning nedenfor inn mot kartleggingsområdet. Det ligger noe blokker i terrenget her, men disse tolkes til å være is-transporterte. Simuleringer både i RAMMS og Rocfall (profil B og C) indikerer at eventuelle blokkutfall fra denne skrenten vil stoppe før de når kartleggingsområdet. Den nominelle årlige sannsynligheten for steinsprang vurderes å være lavere enn 1/5000.

Berget i Knuten (figur 5 og 6 i vedlegg 1A) karakteriseres av flere sprekkesett hvorav ett med bratt fall ut av skrenten. Dette fører til at avløste blokker lett vil falle ut som steinsprang. Det er observert flere delvis avløste blokker i skrenten, og registrert et eksempel på en få år gammel steinspranghendelse herfra. Ura under Knuten er imidlertid ikke vel utviklet, og den ligger tett opptil foten av skrenten. Sannsynligheten for utfall vurderes derfor som moderat, men at utløp ikke når langt ut fra foten av skrenten.

Det er registrert en del steinsprangblokker fra Knuten (figur 7 i vedlegg 1A), men ingen med utfall inn i kartleggingsområdet. De fleste resultatene fra steinsprangsimuleringene i RAMMS og Rocfall viser også at utfall vil stoppe før de når kartleggingsområdet. Sannsynligheten for steinsprang inn i kartleggingsområdet under Knuten vurderes derfor som lavere enn 1/5000.

Det er ikke vurdert utløsningssannsynlighet fra de små berghamrene vest for Døvigåna, da skrentene er små og terrenget under har god demping med morenebunn og skog. Det er ikke registrert utløp inn i kartleggingsområdet. Den nominelle sannsynligheten for steinsprang vurderes derfor å være lavere enn 1/5000.

4.1.5.2 Snøskred

Aktsomhetskartet for snøskred indikerer potensiell fare for store deler av kartleggingsområdet. Det er imidlertid ikke registrert snøskredhendelser innenfor eller i umiddelbar nærhet av kartleggingsområdet og det er ikke spor i terrenget eller i vegetasjonen etter snøskred.

Ved snøforhold og vind fra sør vil snødrift kunne forekomme over topplatået på Knuten, der det er relativt flatt og fritt for skog. Under slike værforhold kan det akkumuleres snø i den nordvestvendte skråningen mot kartleggingsområdet. Denne skråningen er bratt nok for utløsning av snøskred, men topografien er ru og oppdelt av mange små skrenter. Skråningen er også dekket av blandingsskog (figur 6 i vedlegg 1A). Det vurderes at de estimerte returverdiene for vinternedbør ikke er tilstrekkelig for å bygge opp et potensielt ustabilt snødekke i skråningen, og sannsynligheten for utløsning av snøskred er lav.

Et lite parti ved foten av Knuten vurderes å ha potensial for utløsning av snøskred da det kun er spredte trær og terrenghelningen er 45-55° bratt. Partiet strekker seg imidlertid kun 30 m ned skråningen før terrenget blir mindre bratt og det blir tett skog. Det vurderes at eventuelle skred her vil få begrenset kinetisk energi som bremses og stoppes av skogen før de når kartleggingsområdet 200 m lenger ned. Skogen her vurderes derfor som viktig for å beskytte områdene nedenfor mot snøskred, og er avmerket i vedlegg 1E.

Terrenget for øvrig rundt Døviga ligger ikke til rette for akkumulasjon av større mengder snø, er i stor grad skogbevokst og terrengruheten er forholdsvis høy med stedvis urmasser og blokkrik morene. Det vurderes at med dette at forhold for utløsning av snøskred ikke er tilstede. Den nominelle årlige sannsynligheten for snøskred innenfor kartleggingsområdet vurderes som lavere enn 1/5000.

4.1.5.3 Sørpeskred

Langs Døvigåna er det identifisert et potensielt utløsningsområde for sørpeskred i 275-300 meters høyde. Her er det et myrparti, og terrenghelningen øker på fra 5-10° ved myra til 20-25° ned mot vassdraget. Det mulige utløsningsområdet ligger også noe i le for sørlige vinder slik at snø kan akkumuleres her. Ekstremvær med akkumulasjon av større snømengder etterfulgt av kraftig regn kan utløse sørpeskred langs de små bekkene fra myra. Det er imidlertid registrert verken sørpeskredhendelser eller spor i terrenget som indikerer sørpeskredaktivitet i området.

Maksimal observert snødybde og forventet 1- og 3-døgns vinternedbør med 100-års returperiode er lav i disse lavereliggende kystnære områdene (Tabell 2, Tabell 3, Tabell 4). Den nominelle årlige sannsynligheten for sørpeskred innenfor kartleggingsområdet vurderes derfor til å være lavere enn 1/100. Forventet 1-døgns og 3-døgns vinternedbør med 1000-års returperiode og påregnelig maksimal nedbør er en god del høyere enn for 100-års scenariet. Det vurderes at sørpeskred ikke kan utelukkes langs Døvigåna, og at den nominelle årlige sannsynligheten for sørpeskred er høyere enn 1/1000 for deler av kartleggingsområdet. Flomskred vurderes imidlertid å være dimensjonerende skredtype her, da sørpeskred er vurdert å ha mindre volum og følgelig lavere sannsynlighet for å ta nytt løp gjennom bebyggelsen, noe som også støttes av simuleringene.

Det er ikke identifisert mulig løsneområder for sørpeskred i andre deler av kartleggingsområdet.

4.1.5.4 Jord- og flomskred

Jord- og flomskred vurderes å være dimensjonerende skredtype innenfor deler av kartleggingsområdet. Aktsomhetskartet for jord- og flomskred indikerer potensiell fare langs Paddevassåna og Døvigåna samt langs to potensielle skredbaner sør og nord for Knuten. Det er ikke identifisert spor etter jord- eller flomskred langs de to potensielle skredbanene nord og sør for Knuten. I det potensielle utløsningsområdet nord for Knuten består materialet av ur oppunder skrenten i øvre deler av skråningen. Sannsynligheten for utløsning i dette materialet vurderes som lav. I det potensielle utløsningsområdet sør for Knuten er det ikke registrert løsmasser. Sannsynligheten for jord- og flomskred vurderes til å være lavere enn 1/5000 for disse to områdene.

Langs Døvigåna og Paddevassåna er det mektige morenemasser (figur 9 i vedlegg 1A). I disse massene er det spor etter omfattende flom og erosjon, samt jordskredaktivitet langs Døvigåna. Siste dokumenterte flom/flomskredhendelse her var 14.-15. november 2005, og førte til at nedre deler av Døvigåna ble erosjonssikret. Tiltaket er sannsynligvis dimensjonert for en 200-års flomhendelse selv om dette ikke kom fram av rapporter som er gjort tilgjengelig for Rambøll. Det antas at en 100-års flomhendelse vil holde seg i elveløpet, og det tegnes ikke faresone for skred etter TEK17 § 7-3 for en slik hendelse.

Hendelser av større dimensjoner vil ha større erosjonspotensiale i de mektige morenemassene, og mer løsmasser kan bli avsatt i de slakere delene av elveløpet rett over bebyggelsen og massetaket. Det vurderes derfor at større hendelser vil kunne plugge elveløpet og overtoppe den etablerte sikringen for deretter å ta nytt løp gjennom bebyggelsen. Denne vurderingen støttes av simuleringene av større flom/flomskrehendelser. Selv om det kan være mer riktig å betegne slike hendelser som masseførende flom i et bratt vassdrag og således ville være rimelig å fastsette faresoner etter TEK17 § 7-2 Sikkerhet mot flom og stormflo, er det her valgt å fastsette faresoner etter TEK17 § 7-3 Sikkerhet mot skred. Dette på grunn av den alvorlige konsekvensen slike raske hendelser potensielt kan forårsake. Den nominelle årlige sannsynligheten for flomskred vurderes som høyere enn 1/1000 for deler av bebyggelsen langs utløpet av Døvigåna og Paddevassåna.

Videre vestover og utenfor aktsomhetskartet for jord- og flomskred er det registrert en utglidning i morenemateriale (figur 8 i vedlegg 1A). Skråningen er 25-35° bratt, og det er ingen store forskjeller i dreneringsforhold. Størrelsen på hendelsen er estimert til 500-1000 m^3. Utløpet kan spores i skyggerelieffkartet ca 100 meter før terrenget flater ut. Dette er eneste identifiserte spor etter jordskred langs den 0,5 km brede moreneskråningen. Med kun en hendelse over skråningen siden istiden er utløsningssannsynligheten lavere enn 1/5000. Men medregnet hendelsene rett øst ved Døvigåna er utløsningssannsynligheten mellom 1/1000 og 1/5000. Vi vurderer den nominelle årlige sannsynligheten for jordskred til å være høyere enn 1/5000, og faresonen er tegnet med bakgrunn i utløpslengden til den ene hendelsen langs skråningen (GPS-punkt 021 i vedlegg 1C). Det er ikke modellert utløpslengde da det er vanskelig å estimere skredvolum i denne homogene moreneskråningen. Usikkerheten i modellert utløp vil derfor være for stor til å gi støtte til faresonevurderingen.

Det er ikke tegnet 1/100-faresone for skredtypen i området.

4.2 Område 2 – Diket

Kartleggingsområde Diket ligger nordvendt under fjellet Moldhesten, ca 3 km vest for Døviga (Figur 1). Tre boliger med uthus ligger innenfor området, som også krysses av fv 523 Sørskårvegen (Figur 14). For bilder fra området se vedlegg 2A.

Moldhesten er registrert i den nasjonale databasen for ustabile fjellparti (http://geo.ngu.no/kart/ustabilefjellparti/) og er under kartlegging av NGU på oppdrag fra NVE. Kartlegging av fare for fjellskred er ikke inkludert i denne rapporten.

Figur 14. Oversiktfoto over kartleggingsområde 2 Diket. Kilde: Google Earth.

4.2.1 Topografi og grunnforhold

Helningskart for Diket er vist i vedlegg 2B. Terrenget stiger jevnt fra rett bak kartleggingsområdet og opp til toppen av Moldhesten. Skråningsgradienten er jevnt over innenfor 30-45°, avbrutt av noen slakere parti og noen brattere småskrenter. Før toppen domineres skråningen av flere bratte partier over 60 ° og topografien viser tydelig at det har vært bevegelse i det ustabile partiet. Fra ca 450 moh flater terrenget ut i et relativt lite kupert topplatå (<556 moh).

Berggrunnen innenfor kartleggingsområdet består av fyllitt og glimmerskifer i Buadalsdekket i nedre del og gneiser i Storheidekket i øvre del (kapittel 2.2).

Store skredavsetninger, sannsynligvis fra tidligere fjellskred, dominerer skråningen over kartleggingsområdet. Denne avsetningen når ned til havnivå rett vest for kartleggingsområdet. I denne avsetningen er det observert et stort antall blokker på flere titalls m^3. Stedet kalles også Urå.
Uraåna ca 800 m mot øst er det eneste vassdraget i nærheten. Vann drenerer ellers gjennom de grove avsetningene i området.

Skråningene er vegetert med blandingsskog, med unntak av de bratteste skrentene. Det bebygde området er opparbeidet med frukthage.

4.2.2 Tidligere utredninger/kartlegginger

Det er ikke kjent at det er utført vurderinger av skredfaren i dette området tidligere, med unntak av nevnte kartlegging av fjellskred.

4.2.3 Skredhistorikk

Det er ingen registrerte hendelser i NVEs skredhendelsesdatabase innenfor området. Ca 1,5 km mot vest er det 9.juni 2015 registrert et steinsprang mot fv 523. Det er ikke registrert utfyllende informasjon om denne hendelsen.

Beboere innenfor kartleggingsområde kjente ikke til skredhendelser i dette området.

Under befaringen ble det registrert store skredavsetninger som sannsynligvis primært er avsatt av fjellskred. Rett vest for og delvis innenfor kartleggingsområdet er det også avsatt en skredvifte.

4.2.4 Modeller og oppsett

Steinsprangmodellering med RAMMS Rocfall
Det er definert 14 løsnepunkter fra toppskrenten ved Moldhesten. Modellparametere som er benyttet er gitt i tabellform i vedlegg 2D. Utvalgte resultater er også vist i vedlegget.

Resultatene fra modelleringene stemmer godt overens med registrerte uromåder og urfot. For minste blokkstørrelse (0,2-1 m3) gir modelleringen korte utløpslengder. Simulerte utløpslengder samsvarer med det området som skyggekartet tolkes å indikere grov uravsetning. Modellering med store blokkstørrelser (20 m^3) gir betydelig lengre utløplengder. Resultatet indikerer at store blokker som løsner fra berghammerne rett over området kan få utløp innenfor kartleggingsområdet. Blokker som løsner i berghammerne vest for kartleggingsområdet får enkelte utløp helt ned til sjøkanten, men topografien er slik at modellerte utløpsbaner dreier av vest for kartleggingsområdet.

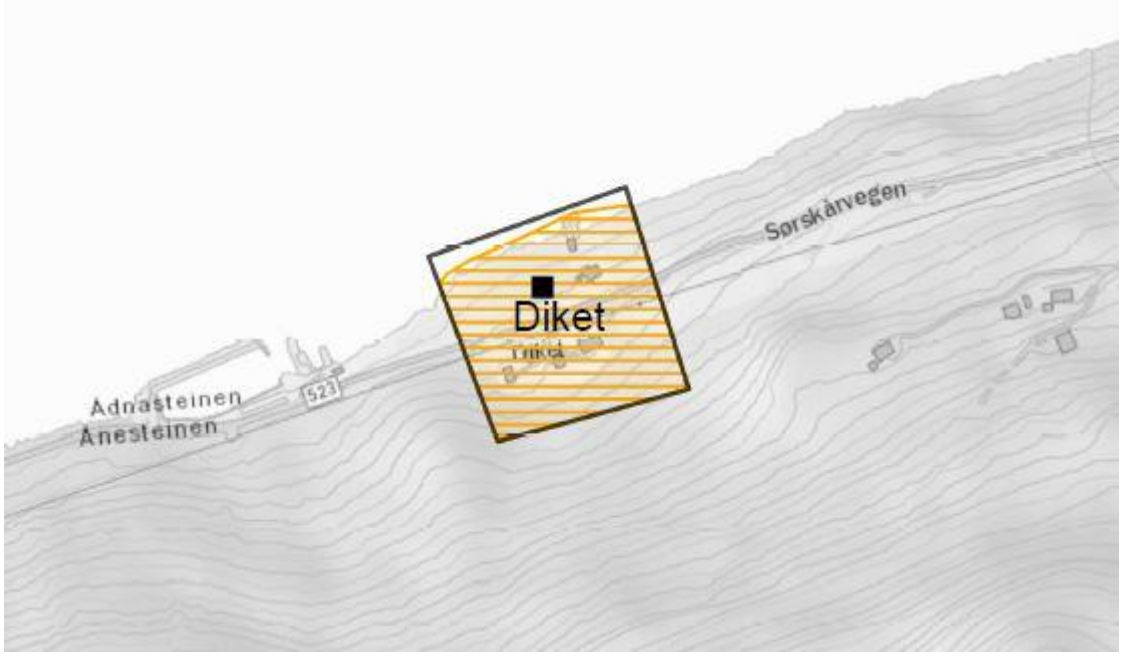
Steinsprangmodellering med Rocfall 6.0
Det er utført steinsprangmodellering langs to profiler, Profil A-B, se vedlegg 2D. Løsneområder er valgt i berghammer på omtrent 450 moh. Modellene er kalibrert mot registrert utløpslengde av steinspranghendelsen som gikk i bolighuset på Vatland (Fiskåvegen 609). Området er ikke befart øverst i skråningen, og det er ikke gjort registeringer i felt som kan benyttes til å kalibrere modellen.

Modelleringsparametere som er brukt er gitt i tabellform i vedlegg 2D. Valg av parametere er begrunnet i siste kolonne i tabellene. Samme parameterverdier er benyttet for begge profilene. Utvalgte resultater er vist i vedlegg 2D.

Resultatene fra modelleringene viser at blokkene ikke får utløp ned til kartleggingsområdet. Topografien langs profilet er avgjørende for korte utløp.

4.2.5 Skredfarevurdering

Feltregistreringer av betydning for skredfarevurderingene er gitt i vedlegg 2C. Figur 15 viser fastsatte faresonegrenser. Steinsprang er vurdert som dimensjonerende skredtype. Tre bolighus havner innenfor faresone 1/5000 for steinsprang/steinskred.



Figur 15. Faresoner for skred i bratt terreng ved Diket. Det henvises til Vedlegg 2E for tegnforklaring.

4.2.5.1 Steinsprang og steinskred

Steinsprang og steinskred vurderes som dimensjonerende skredtype for dette kartleggingsområdet. Aktsomhetskartet for steinsprang indikerer potensiell fare for hele kartleggingsområdet. Det er ikke registrert steinsprang innenfor eller i nærheten av kartleggingsområdet med unntak av et steinsprang mot veien 1,5 km mot vest. Skrenten mot toppen av Moldhesten var ikke tilgjengelig for befaring. Deler av skrenten er registrert som ustabilt fjellparti, men med uavklart bevegelse. Hyppige steinsprang og til dels steinskred må kunne forventes i perioder med høyere bevegelse i det ustabile fjellpartiet.

Nedre del av skråningen består av grove urmasser, kraftig vegetert med gress og mose, skog og kratt (se figur 1 i vedlegg 2A). Urmassene er grove, og har sannsynligvis sitt opphav primært i fjellskred. Resultatene fra RAMMS og Rocfall er ikke sammenfallende. Simuleringer av utfall på 20 m^3 i RAMMS gir utløpslengder til sjøen, mens utfall av mindre blokker stopper langt oppe i skråningen før de når kartleggingsområdet. I simuleringene i Rocfall stopper alle blokkene før de når kartleggingsområdet. Simulerte utløp med alfa-beta modellen tilgjengelig på NVE arcgis-online konto (ikke vist) gir utløp til sjø.

Sannsynligheten for utløsning av steinsprang og steinskred vurderes som stedvis moderat til høy, med bakgrunn i at området domineres av et ustabilt fjellparti. Sannsynligheten for utløp inn i kartleggingsområdet er vanskelig å vurdere da modellene gir ulike resultat. Basert på at enkelte modellresultat gir utløp til sjø og at det er registrert store blokker helt ned til sjøen vurderer vi den nominelle årlige sannsynligheten for steinsprang og steinskred til å være høyere enn 1/5000, men lavere enn 1/1000 for hele kartleggingsområdet.

4.2.5.2 Snøskred

Aktsomhetskartet for snøskred indikerer potensiell fare for hele kartleggingsområdet. Det er imidlertid ikke registrert snøskredhendelser innenfor eller i umiddelbar nærhet av kartleggingsområdet, og det er ikke spor i terrenget eller i vegetasjonen etter snøskred.

Topplatået på Moldhesten ligger relativt sett høyt over havet (450-550 moh), og ved en ekstremværhendelse vinterstid med nedbør i form av snø og vind fra sør vil snødrift over det relativt lite kuperte og skogfrie topplatået kunne akkumulere snø i nordskråningen mot kartleggingsområdet. I det øvre ustabile fjellpartiet er det for bratt til at et tykt sammenhengende snødekke kan bygges opp, men ved foten av disse skrentene er skråningsgradienten 30-45° og gunstig for akkumulasjon og utløsning av snøskred. Terrenget her har imidlertid stor ruhet med flere småskrenter og med grov ur fra det ustabile fjellpartiet over. Som en tilleggsfaktor, men ikke avgjørende, er skråningen skogdekket. Det vurderes derfor at forholdene for utløsning av snøskred ikke er til stede, og den nominelle årlige sannsynligheten for snøskred innenfor kartleggingsområdet vurderes som lavere enn 1/5000.

4.2.5.3 Sørpeskred

Det er ikke registrert sørpeskredhendelser innenfor eller i umiddelbar nærhet av kartleggingsområdet. Maksimal observert snødybde og forventede ekstremverdier for vinternedbør er lav i disse lavereliggende kystnære områdene (Tabell 2, Tabell 3, Tabell 4). Sannsynligheten for utløsning av sørpeskred i skråningen over kartleggingsområdet er svært liten, da det er god dreningskapasitet i de grove uravsetningene. Det vurderes derfor at forholdene for utløsning av sørpeskred ikke er til stede, og den nominelle årlige sannsynligheten for sørpeskred innenfor kartleggingsområdet vurderes som lavere enn 1/5000.

4.2.5.4 Jord- og flomskred

Aktsomhetskartet for jord- og flomskred indikerer potensiell fare for store deler av kartleggingsområdet. Det er imidlertid ikke registrert jord- eller flomskredhendelser innenfor eller i umiddelbar nærhet av kartleggingsområdet.

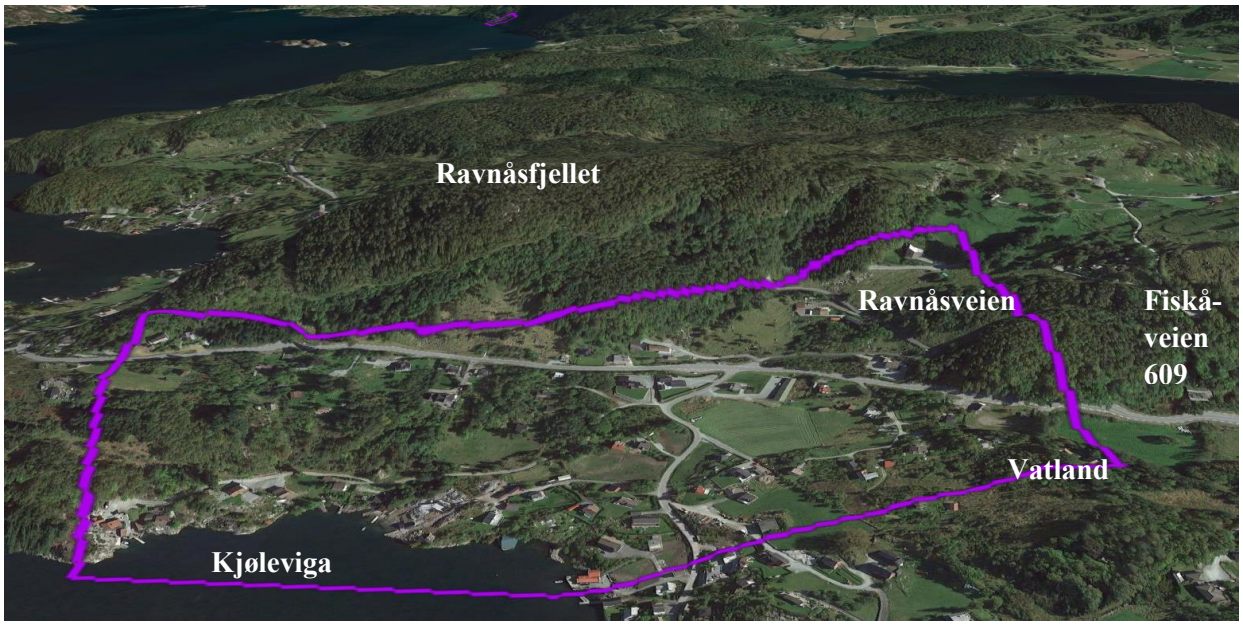
Det er observert en skredvifte rett vest og delvis innenfor kartleggingsområdet. Det var ikke mulig å skjelne noen sorteringsgrad i vifta som kunne gi informasjon om opprinnelsen, men sannsynligvis er den formet av en kombinasjon av steinsprang/steinskred og jord- og flomskred, da det er observert leveèr inn mot apex på vifta. Det er ikke observert spor etter ferske jord- og flomskredhendelser. Viften er sannsynligvis avsatt tidlig etter deglasiasjonen under andre forhold enn dagens, og vi vurderer utløsningssannsynligheten for jord- og flomskred under dagens forhold som liten. Jord- og flomskredhendelser innenfor kartleggingsområdet (ved vifta) kan ikke utelukkes, men vil ikke være dimensjonerende.

Det er ingen bekker i skråningen for øvrig, og vannet drenerer gjennom ura som har blokker større enn det vannet klarer å transportere. Det vurderes derfor at forholdene for utløsning av jord- og flomskred ikke er til stede, og den nominelle årlige sannsynligheten for disse skredtypene innenfor kartleggingsområdet vurderes som lavere enn 1/5000 utenfor skredvifta.

Eventuelle hendelser langs Uraåna vil ikke kunne nå inn i kartleggingsområdet.

4.3 Område 3 – Kjølevik

Kartleggingsområde Kjølevik ligger innerst i Kjøleviga nordvest i kommunen (Figur 1), og består av spredt boligbebyggelse og noe jordbruksareal. Fv 523 Fiskåveien krysser området. Det vurderte området er vestvendt og dekker de indre delene av vika fra havnivå og opp mot Ravnåsfjellet (200 moh, Figur 16). Utvalgte bilder fra området er vist i vedlegg 3A.



Figur 16. Oversiktfoto over kartleggingsområde 3 Kjølevik. Kilde: Google Earth.

4.3.1 Topografi og grunnforhold

Helningskart for Kjølevik er vist i vedlegg 3B. Terrenget i Kjølevik domineres av den bratte skrenten opp mot Ravnåsfjellet i øst (figur 8 i vedlegg 3). Denne skrenten strekker seg fra nord til sør langs hele kartleggingsområdet og har en maksimal høyde på ca 50 meter midt på kartleggingsområdet. Under skrenten er terrenghelningen stedvis 25-40 grader, før terrenget flater ut i et platå. I midtre og søndre del av kartleggingsområdet er det en mindre skrent nedenfor hovedskrenten. For øvrig har kartleggingsområdet noen bratte parti i skog i nordlige deler og ned mot sjøen. Helt i sør starter en bratt skråning som går over i en skrent videre sørover. Det var fra denne skrenten et steinskred traff et bolighus i 2006 (se kapittel 4.3.2).

Berggrunnen innenfor området består av gneiser i Storheidekket (kapittel 2.2). Det er observert morenematerialer, som samsvarer med kvartærgeologisk kart, Figur 3, hvor det er definert tynn morene i hele området (NGU, 2017).

Området dreneres av noen mindre bekker med utløp i Kjøleviga.
Innenfor kartleggingsområdet er arealene bebygd eller jordbruksareal. Deler av arealet er også skogdekket, spesielt i nord og mot Ravnåsfjellet (Figur 16).

4.3.2 Tidligere utredninger/kartlegginger

Det er ikke kjent at det er utført vurderinger av skredfaren i dette området tidligere.

4.3.3 Skredhistorikk

Et steinskred på Vatland er registrert i NVEs skredhendelsesdatabase. Følgende er beskrevet i databasen om hendelsen:
«*Strand. Eit rel. stort steinskred råka eit bustadhus på Tau den 20. mai 2006, om ettermiddagen. Steinmassar losna ovanfor huset på Vatland, nord for Tau. Folk kom seg ut i siste liten før steinar knuste romma der ein oppheldt seg i. Ein stor steinblokk ovanfor huset synest også vere i rørsle, og folk fryktar at også denne kan rase ut. Geologar har vurdert at faren er for stor til at folk kan bu her, om området ikkje blir rassikra. Noko som ein rapport har rekna til å koste 1 mill kr. Kartreferansen er plassert ved Vatland*."
Det var Fiskåvegen 609 som ble truffet etter utfall fra skrenten ca 50 m over (se figur 1 og 2 i vedlegg 3A). Det ligger en god del blokker i skredløpet, og sammen med de blokkene som er gått inn i huset er volumet på denne hendelsen godt over 100 m^3. Utfallet klassifiseres derfor som steinskred. Rambøll har kartlagt skredet med drone, og utvalgte bilder er vist i Vedlegg 3A.

Fra lokale fikk vi informasjon om et steinsprang mot Ravnåsvegen. Hendelsen fant i følge lokalavisa Strandbuen sted for ett år siden i den skarpe svingen i øvre grensen for kartleggingsområdet (Strandbuen, 2017). Blokken skal ha vært på 150-200 kg. Det lå flere blokker i veikanten her under befaring (figur 3 i vedlegg 3A). Vi er gjennom samme artikkel i Strandbuen gjort kjent med at deler av skrenten nå sikres i regi av Statens vegvesen.

4.3.4 Modeller og oppsett

Steinsprangmodellering med RAMMS Rocfall
Basert på observasjoner under feltarbeid, kartlegging med drone og skråningskart er det definert løsnepunkter fra berghammere over kartleggingsområdet. 15 løsnepunkt er testet.
Modelleringsparametere som er brukt er gitt i tabellform i vedlegg 3D. Utvalgte resultater er også vist i vedlegget.

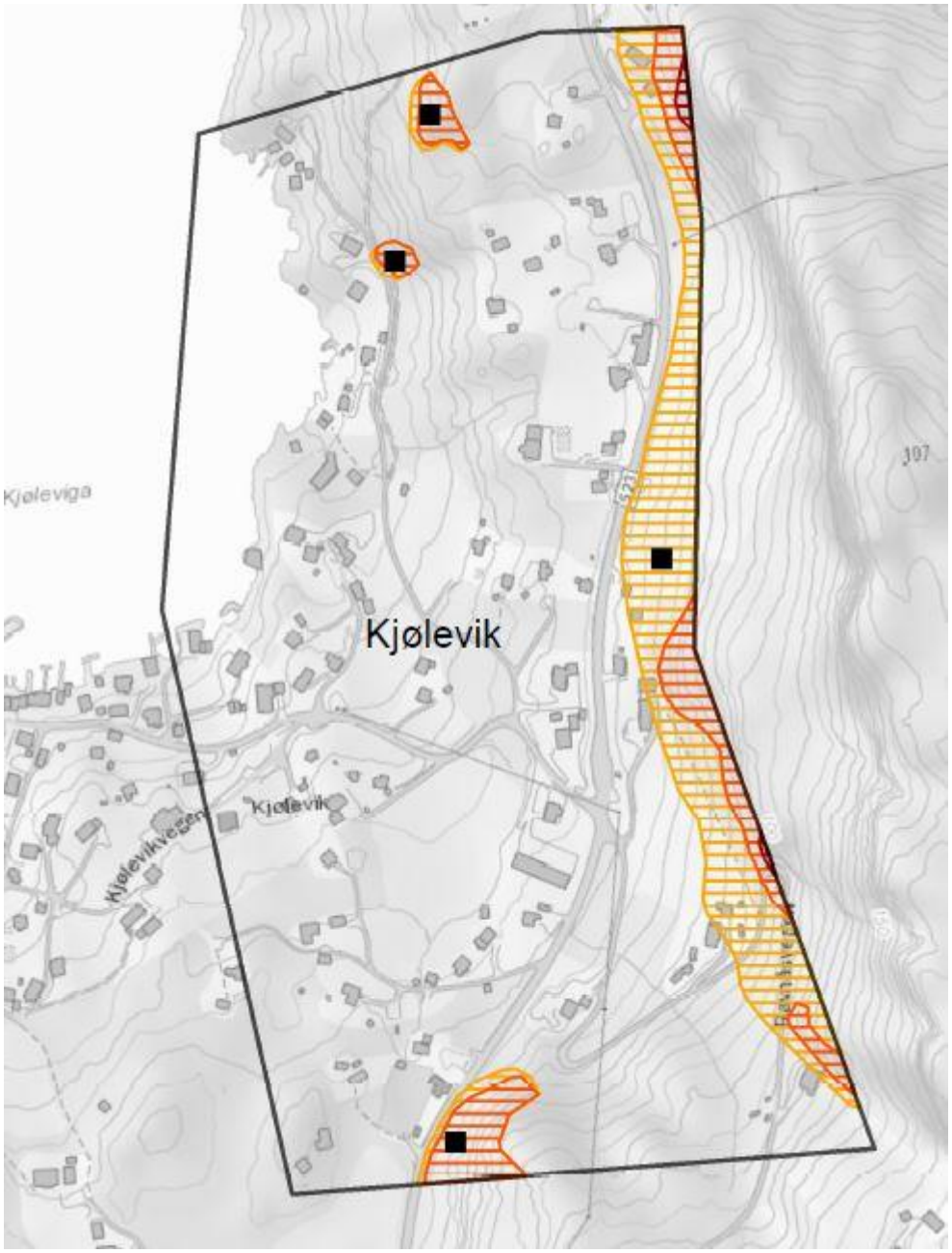
Resultatet fra modellering med blokker i størrelsesorden 0,2 m^3 indikerer korte utløpslengder, og samsvarer med kartlagt uområder og urfot nært øverste berghammer. Blokker som slippes fra nederste berghammer tett på grensen av kartleggingsområdet får også korte utløp, og er kortere enn det som ble kartlagt i felt som urfot. Modellering med blokkstørrelse på 1 m3 gir utløplengder innenfor kartleggingsområdet lengst nord og i sør, samt utløpslengder fra nederste berghammer som samsvarer med kartlagt urfot. Modelleringen viser at et terrengplatå øst for kartleggingsområdet har stor betydning for energitapet til blokkene. Når det modelleres med blokker på 5 m3 får blokkene tilstrekkelig energi til å få utløp over platået og inn på kartleggingsområdet. I sistnevnte tilfelle viser modelleringen at det er sannsynlig med utløpslengder ned til hovedvegen.

Steinsprangmodellering med Rocfall 6.0
Det er utført steinsprangmodellering langs tre profiler, Profil A-C, se vedlegg 3D. Løsneområder er valgt i berghammer på omtrent 160-190 moh. Modellene er kalibrert mot registrert utløpslengde av steinspranghendelsen som gikk i bolighuset på Vatland, samt mot registrerte utløp i kartleggingsområdet.
Modelleringsparametere som er brukt er gitt i tabellform i vedlegg 3D. Valg av verdi på parametere er

begrunnet i tabellene. Parameterverdier er tilpasset stedlige forhold for de ulike profilene. I profil A er det tatt hensyn til vegetasjon i valg av restitusjonsverdi, samt utført modellering både med og uten skog. I modell B er vegetasjon og skog ikke tatt spesielt hensyn til. I Profil C er det valgt material i berghammeren som representerer bart berg med liten demping. Utvalgte resultater er vist vedlegg 3D. Resultatene fra modelleringene stemmer godt overens med registrerte uområder og urfot, og realistiske modeller gir utløpslengder som tilsvarer lokaliseringen av registrerte blokker som er antatt å være fra steinsprang. Langs Profil A gir både punktanalyse og blokkanalyse både med og uten skog, et resultat der blokker får utløp til områder der eksisterende garasje og bolig er plassert. Modellering langs profil B indikerer at alle blokkene stopper på platået mellom løsneområdet og kartleggingsområdet. Resultatet fra modellering langs profil C indikerer at blokker fanges i området der det er kartlagt ur, og blokker med lengste modellerte utløp stopper omtrent 15 m fra kartleggingsområdet.

4.3.5 Skredfarevurdering

Feltregistreringer av betydning for skredfarevurderingene er gitt i vedlegg 3C. Figur 17 viser fastsatte faresonegrenser. Steinsprang er vurdert som dimensjonerende skredtype. Innenfor kartleggingsområdet Kjølevik havner fem bolighus innenfor faresonen 1/5000. Ingen hus ligger innenfor faresonene 1/1000 og 1/100.



Figur 17. Faresoner for skred i bratt terreng i Kjølevik. Det henvises til Vedlegg 3E for tegnforklaring.

4.3.5.1 Steinsprang og steinskred

Aktsomhetskartet for steinsprang indikerer potensiell fare langs store deler av skrenten, med unntak av helt i nord og helt i sør. Lengst nord i kartleggingsområdet er skrenten relativ lav og oppsprukket (figur 4 i vedlegg 3A). Flere sprekkesett er observert. Det ene settet faller inn i skrenten, slik at utfall er lite sannsynlig uten en mekanisme for å skyve ut avløste blokker («toppling»). Deler av skrenten er også bevokst med kratt og små trær, slik at rotsprenging i det oppsprukne berget kan føre til steinsprang. Det er imidlertid lite spor etter tidligere utfall under skrenten her (figur 4 i vedlegg 3A).

Det er observert enkelte delvis avløste blokker uten fot (figur 4 i vedlegg 3A), og sannsynligheten for at disse skal komme ned vurderes som høy. Blokkstørrelsen er anslått til ca 1 m^3.

Den nominelle årlige sannsynligheten for steinsprang under denne delen av skrenten vurderes som høyere enn 1/100 nærmest skrenten, høyere enn 1/1000 bort til de to bolighusene et stykke ut fra skrenten, og høyere enn 1/5000 et stykke forbi husene.

Lenger sørover blir skrenten gradvis høyere og mer framtredende, samtidig som avstanden til kartleggingsområdet blir større. Berget er mer massivt og vertikalt enn lenger nord (figur 5, 6 og 8 i vedlegg 3A). Det finnes eksempler på avløste og delvis avløste blokker i skrenten, men berget er flere steder avrundet og viser at det har vært relativt lite utfall etter siste istid. Det siste støttes også av at ura i foten av skrenten er lite utviklet og ligger tett på skrenten. Utenfor ura er det registrert spredte steinsprangblokker på den slake gressletten ned mot fv 523 Fiskåvegen (figur 6 i vedlegg 3A). Det er færre trær i skrenten her enn lenger nord, slik at rotsprenging er en mindre aktiv prosess.
Resultatene fra simuleringene langs profil C i Rocfall indikerer at blokkene stopper utenfor kartleggingsområdet. Resultatene fra RAMMS::Rockfall viser at blokker på 0,3 m^3 stopper i ura og blokker på 1 m^3 går noe forbi ura men stort sett ikke inn i kartleggingsområdet. Blokker på 5 m3 stopper på nevnte gresslette, og noen simulerte utfall går helt ned til veien, i tråd med fordeling av steinsprangblokker registrert på befaringen.

Den nominelle årlige sannsynligheten for steinsprang med utfall inn i kartleggingsområdet under denne delen av skrenten vurderes derfor å være høyere enn 1/5000 ned mot veien.
Videre sørover, omtrent på høyde med Fiskåvegen 663 og 669 samt Ravnåvegen 2, blir skrenten mer oppsprukket og med overheng (figur 7 i vedlegg 3A), og det vurderes at sannsynligheten for utfall er høyere her enn lenger nord. Utfall på opptil 5m^3 vurderes som sannsynlig. Simuleringene våre i RAMMS og Rocfall viser imidlertid at mange av utfallene vil enten stoppe i det slake partiet i skogen ovenfor husene eller dreie mot nord.

Den mindre skrenten rett på oversiden av de nevnte adressene og sørover mot Ravnåsveien har en velutviklet, men igjengrodd ur. Utfall fra denne skrenten vurderes som sannsynlig. På grunn av begrenset høyde på skrenten vil utfall ha begrenset utløpslengde. Den nominelle årlige sannsynligheten for steinsprang her vurderes til å være høyere enn 1/1000 i ura og 1/5000 ned mot husene.
Ved Ravnåsveien er det historikk på utfall fra den minste skrenten, og flere utfall vurderes som sannsynlig. Vår vurdering tar ikke med i betraktning at deler av skrenten nå sikres i regi av Statens vegvesen, da vi ikke har fått informasjon om omfanget av sikringstiltakene. Den nominelle årlige sannsynligheten for steinsprang vurderes som høyere enn 1/100 i svingen der Ravnåsveien går inntil skrenten. Hovedskrenten er lavere her enn lenger nord, men er godt oppsprukket (figur 9 i vedlegg 3A). Det ene sprekkesettet faller, som i nord, inn i fjellet slik at avløste blokker ikke nødvendigvis faller ut. Det er en del krattvegetasjon i skrenten som kan utløse steinsprang ved rotsprenging. Tett granskog under deler av hovedskrenten vil kunne redusere utløpslengden til eventuelle utfall. Det ligger spredte blokker i terrenget ned mot svingen i Ravnåsveien og forbi denne, samt ned mot Ravnåsveien 28 selv om disse områdene også bærer preg av å være ryddet. Resultatene fra simuleringene i RAMMS og Rockfall indikerer utløp av steinsprang i tråd med feltobservasjonene. Den nominelle årlige sannsynligheten for steinsprang fra hovedskrenten her vurderes som høyere enn 1/1000 omtrent ned til Ravnåsveien og høyere enn 1/5000 ned til bolighuset i Ravnåsveien 28.

Helt i sør kommer det også inn en mindre skrent under hovedskrenten, rett ovenfor Ravnåsveien 54. Det er registrert kun et lite antall utfall fra denne skrenten og de har utløp på kun få meter på grunn av mykt og relativt flatt terreng i utløpsområdet. Den nominelle årlige sannsynligheten for steinsprang fra denne skrenten vurderes som høyere enn 1/1000 nesten ned mot bolighuset i Ravnåsveien 54. Sannsynligheten for steinsprang fra hovedskrenten vurderes til å være høyere enn 1/5000 ned til bolighuset.

Rett over Fiskåveien helt sør i kartleggingsområdet er det flere løse blokker i den bratte skråningen ned mot veien. Skråningen er bevokst med kratt og skog. Utfall ned mot veien er vurdert som sannsynlig. Veien har en relativt liten grøft her, så eventuelle større utfall vil sannsynligvis komme inn i veibanen men stoppe raskt. Den nominelle årlige sannsynligheten er vurdert å være høyere enn 1/1000 til omtrent midt på veien og høyere enn 1/5000 til andre siden på veien.

To små bratte parti lenger vest i feltet er vurdert å ha potensiale for steinsprang. I foten av disse småskrentene ligger det noe blokker. Det er derfor vurdert at den nominelle årlige sannsynligheten for steinsprang her er høyere enn 1/1000.

4.3.5.2 Snøskred

Aktsomhetskartet for snøskred indikerer potensiell fare for store deler av kartleggingsområdet. Det er de bratte skrentene i Ravnåsfjellet som utgjør de potensielle utløsningsområdene i aktsomhetskartet. Skrentene er tilnærmet vertikale, og snø vil ikke kunne akkumuleres her. I det sørøstre hjørnet av kartleggingsområdet, på oversiden av Ravnåsveien, er det et felt med helning innenfor 30-45° der snø kan akkumuleres og hvor det er bratt nok til at snøskred potensielt kan utløses. Her er det imidlertid tett granskog (figur 9 og 10 i vedlegg 3A), og sannsynligheten for utløsning av snøskred er derfor minimal. Skogen er avmerket som beskyttende skog i vedlegg 3E. Det er ikke registrert snøskredhendelser innenfor eller i umiddelbar nærhet av kartleggingsområdet, og det er ikke spor i terrenget eller i vegetasjonen etter snøskred. Den nominelle årlige sannsynligheten for snøskred innenfor kartleggingsområdet vurderes derfor som lavere enn 1/5000.

4.3.5.3 Sørpeskred

Det er ikke registrert myrer eller forsenkninger i terrenget der vann vil kunne akkumulere i store nok mengder i eller under et snødekke til at sørpeskred skal kunne løse ut. Maksimal observert snødybde og forventede ekstremverdier for vinternedbør er lav i disse lavereliggende kystnære områdene (Tabell 2, Tabell 3, Tabell 4). Den nominelle årlige sannsynligheten for sørpeskred i innenfor området vurderes derfor som lavere enn 1/5000.

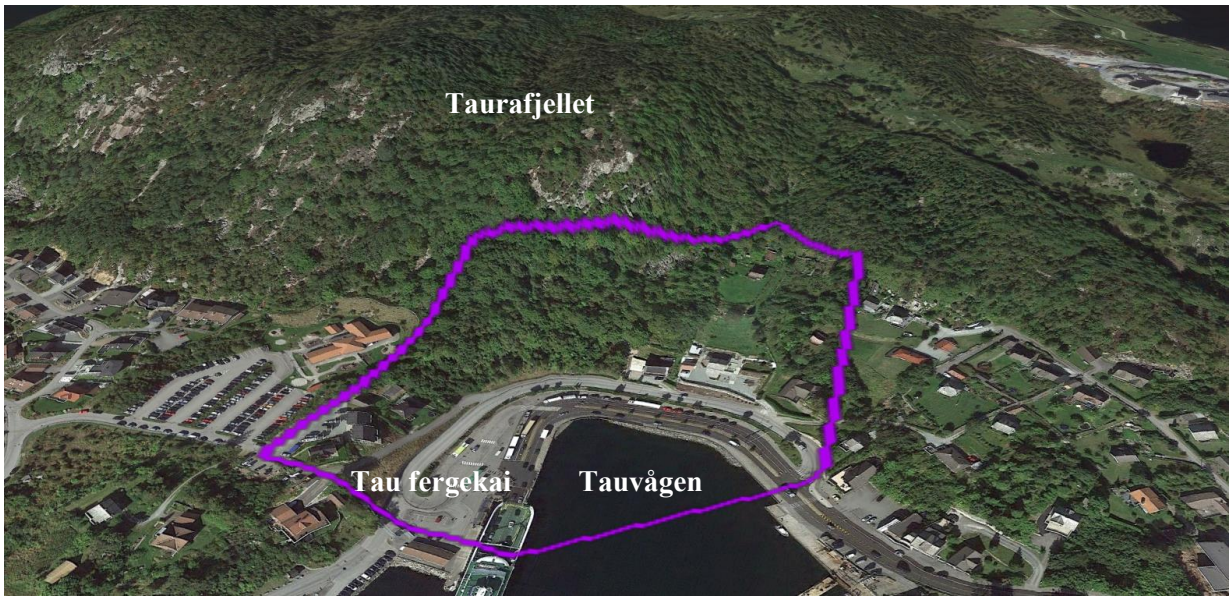
4.3.5.4 Jord- og flomskred

Aktsomhetskartet for jord- og flomskred indikerer ingen potensiell fare innenfor kartleggingsområdet. Det er ikke registrert jord- og/eller flomskredhendelser innenfor eller i nærheten av området i NVEs skredhendelsesdatabase, og vi har heller ikke fått opplysninger om slike hendelser fra lokale. Vi har heller ikke identifisert spor etter hendelser i flyfoto, på skyggerelieffkartene eller i felt. Den nominelle årlige sannsynligheten for jord- og flomskred innenfor kartleggingsområdet vurderes derfor som lavere enn 1/5000.

4.4 Område 4 – Tauvågen

Kartleggingsområde Tauvågen (Figur 1) er del av tettstedet Tau, og består i hovedsak av fergekai og Tau mølle. Kartleggingsområdet omfatter den nordlige delen av vågen som ligger nedenfor en sør-sørøstvendt brattkant/skråning av Taurafjellet. Hele fergekaien og flere eksisterende hus er del av kartleggingsområdet (Figur 18). Utvalgte bilder fra området er vist i vedlegg 4A.

Aktsomhetskart fra NVE viser at området potensielt kan være utsatt for steinsprang og snøskred.



Figur 18. Oversiktfoto over kartleggingsområde 4 Tauvågen. Kilde: Google Earth.

4.4.1 Topografi og grunnforhold

Helningskart for Tauvågen er vist i vedlegg 4B. Terrenget ved kartleggingsområdet er skålformet og stiger stedvis bratt fra sjøen/vågen mot nord-nordvest, mens det mot øst stiger slakere. Mot nord stiger terrenget med 20°-30° fra kote 10 opp til kote 30 der det stiger bratt i en fjellskrent. Terrenget slaker ut igjen ved toppen av skrenten som ligger omkring kote 100. Mot nordøst er det en jevn skråning opp fra vågen der skråningsvinkelen er under 20° opp til omkring kote 35. Videre opp ligger helningen innenfor intervallet 20°-30° til omkring kote 70. Nedenfor fjellskrenten i nord ligger det ei steinur. Den vestlige delen av ura er vegetert med voksne trær, men strekker seg nesten ned til veien. I østlig del er ura grovere og uten særlig vegetasjon, men utstrekningen er mye mindre.

Berggrunnen er del av Storheidekket (kapittel 2.2) og består av gneis med noe varierende grad av båndning og oppsprekking. Oppsprekkingsmønsteret med tre tydelige sprekkeplan bidrar til å skape overhengende blokker i den omtalte fjellskrenten.
Det er observert morenematerialer i felt, noe som samsvarer med det kvartærgeologiske kartet, se Figur 3. Området har tydelige spor etter istiden med tykke moreneavsetninger og randmorene på begge sider av vågen. I nordlig og nordøstlig del framstår lømassedekket tynnere og består av tynn morene, ur og bart berg.

Det er ikke registrert noen kanalisert drenering i området. Terrengformen tilser at dreneringen ved større nedbørsmengder vil kunne kanaliseres ned skaret øst for fjellskrenten, og ned grusstien øst for det øverste huset.

Figur 19. Ortofoto som tydelig viser utstrekning av ura nedenfor fjellskrenten.

4.4.2 Tidligere utredninger/kartlegginger

Se oversikt i Tabell 5. Multiconsult har vurdert skredfare for barnehagen som ligger rett utenfor vestre avgrensning av kartleggingsområdet (Multiconsult, 2009). Barnehage ble vurdert å ligge innenfor faresone 1/100 for steinsprang. Kartlagte løsneområder er berghammeren vest for barnehagen og område med store blokker øst for barnehagen. Fangvoll ble anbefalt som sikringstiltak.

4.4.3 Skredhistorikk

Det er ingen registrerte skredhendelser i området ved Tauvågen. Det er likevel tydelig at det raser stein fra fjellskrenten.

Ved barnehagen like vest for kartleggingsområdet er det bygget en skredvoll mot fjellskrenten fra Taurafjellet. Det ble utarbeidet en rapport i 2009 som konkluderte med at det i to avgrensede områder ovenfor barnehagen, finnes enkelte rasfarlige blokker. Det ene av disse områdene er direkte aktuelt for rasvurderingen i Tauvågen.

4.4.4 Modeller og oppsett

Steinsprangmodellering med RAMMS Rocfall
Basert på observasjoner under feltarbeid, kartlegging med drone og skråningskart er det definert løsnepunkter fra Taurafjellet. 7 løsnepunkt er testet. Modelleringsparametere som er brukt er gitt i tabellform i vedlegg 4D. Utvalgte resultater er også vist i vedlegget.
Resultatet fra modellering viser at for alle definerte blokkstørrelser blir utløpslengder innenfor kartleggingsområdet. For de minste blokkene gir modellen utløpslengder som samsvarer med området hvor det er kartlagt ur øverst i skråningen. Blokker med 1 m^3 størrelse får utløp ned til der det ble definert urfot i felt, men modelleringen viser at enkelte blokker kan gå noe lenger. Lengste utløp går til grøft i øverste vegnivå, og tett på eksisterende bebyggelse. Blokker av størrelser på 5 m^3 vil ifølge modellen kunne treffe bebyggelsen øverst i skråningen, samt nærme seg bebyggelsen nede i skråningen. I det vestre partiet der skråningen under fjellskrenten er brattere enn i øst, vil disse blokkene kunne bevege seg over den øverste veien og helt ned til fergekaien.

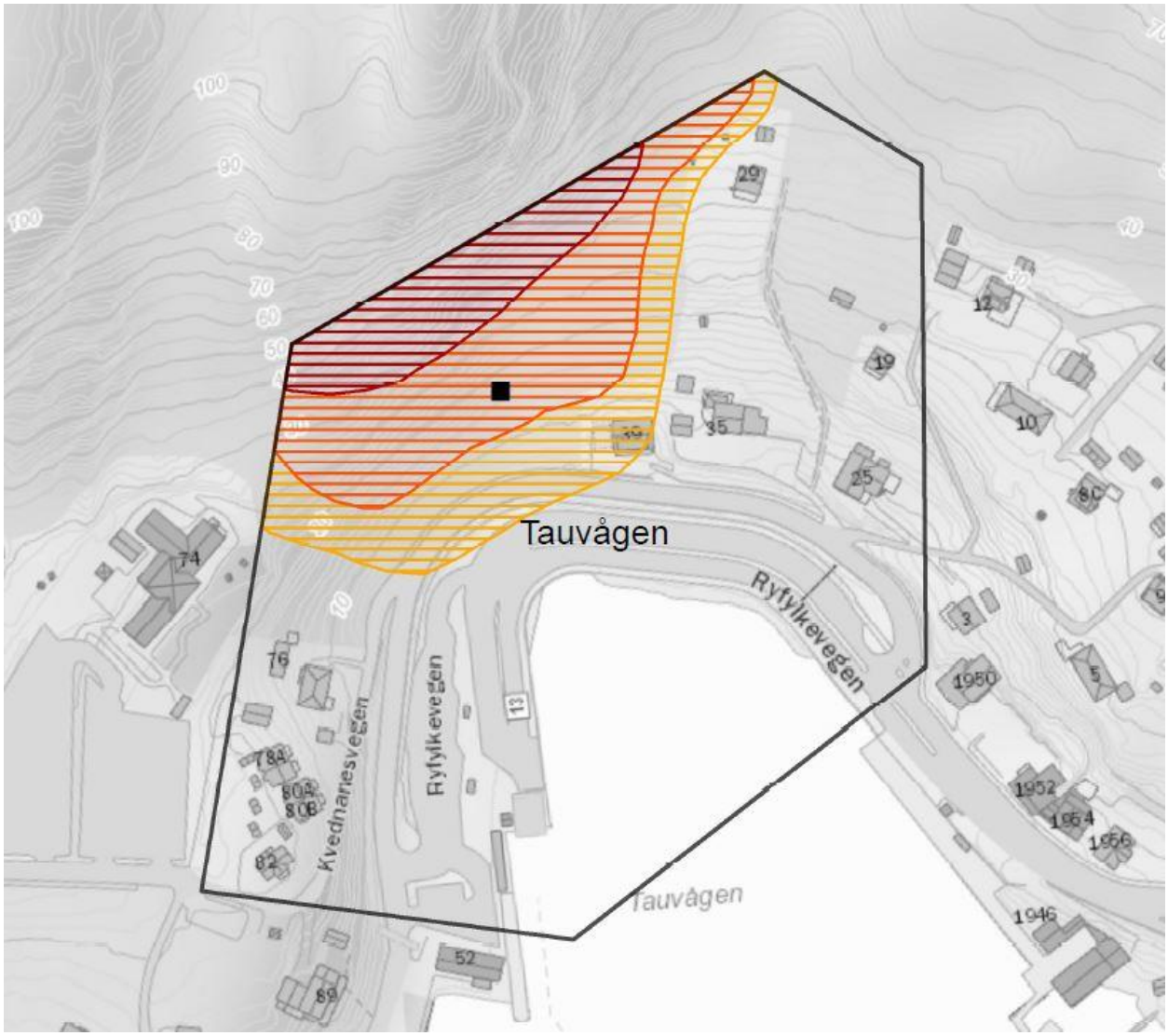
Steinsprangmodellering med Rocfall 6.0
Det er utført steinsprangmodellering langs tre profiler, Profil A-C, se vedlegg 4D. Løsneområder er valgt i berghammer på omtrent 70 moh. for profil A og B, og 90 moh. for profil C. Modellene er kalibrert mot registrert utløpslengde av steinspranghendelsen som gikk i bolighuset på Vatland, samt mot registrerte utløp i kartleggingsområdet. Modelleringsparametere som er brukt er gitt i tabellform i vedlegg 4D. I tabellen er valg av parametere begrunnet i siste kolonne. Samme parameterverdier er benyttet for alle profilene. For å se på et konservativt resultat er det valgt å ikke definere skog i modellen for blokkanalyse, noe som er viktig å ta hensyn til når resultatet tolkes. Utvalgte resultater er vist vedlegg 4D. Resultatene fra modelleringene stemmer godt overens med registrerte uromåder og urfot, og realistiske modelloppsett gir utløpslengder som tilsvarer lokaliseringen av registrerte blokker som er antatt å være fra steinsprang. Langs Profil A indikerer punktanalysen at blokker stopper med jevn fordeling i skråningen der det er kartlagt ur, med lengste utløp 10-15 m over øverste asfaltert veg. Blokkanalysen viser at blokkene stopper med tilsvarende fordeling nedover skråningen, men enkelte blokker får utløp ned til vegen.

I profil B er omtrentlig nivå på eksisterende bolig i skråningen avmerket. Punktanalysen indikerer at blokker stopper med jevn fordeling nedover skåningen og lengste utløp stopper omtrent 20 m fra nivået der eksisterende bolig er plassert. Blokkanalysen gir lengste utløp som stopper ca. 5 m fra plasseringen av boligen, og hovedandelen av blokkene stopper omtrent 40 m fra boligen.

Resultatet fra modelleringen langs profil C indikerer at blokker kan få utløp innenfor kartleggingsområdet. For begge analysemetodene stopper blokker med lengst utløp omtrent 10 m bak eksisterende bolig. Hovedandelen av blokkene stopper i foten av skråningen, omtrent 5 m innenfor grensen til kartleggingsområdet.

4.4.5 Skredfarevurdering

Feltregistreringer av betydning for skredfarevurderingene er gitt i vedlegg 4C. Figur 20 viser fastsatte faresonegrenser. Steinsprang er vurdert som dimensjonerende skredtype. Ett hus, vei og en liten del av fergekaiområdet vurderes å havne innenfor fastsatt faresone 1/5000.



Figur 20. Faresoner for skred i bratt terreng i Tauvågen. Det henvises til Vedlegg 4E for tegnforklaring.

4.4.5.1 Steinsprang og steinskred

Basert på observasjoner, registreringer og terrengforhold vurderes steinsprang å være den dimensjonerende skredtypen innenfor kartleggingsområdet. Steinsprangfaren er knyttet til hele den bratte fjellskrenten i nordvestlig del av området.

Det er utført modelleringer for å vurdere sannsynlige utløpslengder av eventuelle steinsprang fra fjellskrenten i nordvest. Resultater fra modelleringene er, sammen med observasjoner og registreringer fra feltarbeidet inkludert dronebefaring, brukt for å vurdere skredfaren.

Fjellskrenten i nordvest er avrundet i toppen men har sprekkesett som har tydelig innvirkning i selve skrenten (figur 1 i vedlegg 4A). Hovedsprekkene stryker omtrent NØ-SV og faller med omkring 40° mot NV inn i skrenten. Sammen med de andre sprekkeplanene danner dette overheng i de bratte partiene, og blokker løses ut med tiden. Spesielt utsatt er området i den nordlige halvdelen av skrenten (figur 2 i vedlegg 4A) der den om lag 20 m brede ura ikke er vegetert, på grunn av steinsprangaktivitet (figur 3 og 4 i vedlegg 4A). Skråningen i dette området er derimot ikke særlig bratt slik at blokkene fort mister energi

og blir liggende i og nær ura, noe som støttes opp av modelleringen. Litt større blokker beveger seg ofte litt lengre ned, men hyppigheten av når slike blokker faller ut ser ut til å være lav. Modelleringen viser at de største blokkene vil nå frem til det øverste bygget i lia. I vurderingen av faresone er dette innskrenket fordi hyppigheten som nevnt er lav, og det er svært få potensielle blokker av denne størrelsen lengst nord i skrenten. Lengre mot sør er ura mer spredt og vegetert, men skråningen er brattere og blokkene beveger seg generelt lengre. Dette bekreftes også av modelleringsresultatene.

Sannsynligheten for at det skal gå steinsprang som ender opp innenfor kartleggingsområdet er større enn 1/100. Utløpslengder og sannsynlighet for nedfall av større blokker med lengre sannsynlig utløpslengde enn mindre, er vurdert ut ifra modelleringer og registreringer gjort i felt. I Tauvågen vil bebyggelsen havne utenfor faresonen for sannsynlighet 1/100 og 1/1000.

4.4.5.2 Snøskred

Skråningssidene omkring Tauvågen strekker seg opp mot kote 100 og er i umiddelbar nærhet til sjøen. Dette, sett i sammenheng med klimaet i området, tilsier at sannsynligheten for at det skal akkumuleres tilstrekkelige snømengder for utløsning av et snøskred er liten. Fra tid til annen vil det dog kunne skje, men det er sjelden at dette blir liggende lenge slik at det bygger seg opp ulike lag i snøen. Terrenget mangler også potensielle løsneområder for snøskred, det er enten for bratte fjellskrenter eller slakere skråninger i området.

Det vurderes at nominell årlig sannsynlighet for snøskred i kartleggingsområdet er mindre enn 1/5000.

4.4.5.3 Sørpeskred

Det er ikke registrert bekker som har retning mot eller ligger nær kartleggingsområdet. Det er heller ikke myrer eller andre søkk der vann vil akkumulere i store nok mengder i eller under et snødekke slik at et sørpeskred sannsynligvis vil løses ut. Terrengoverflaten i de potensielt skredfarlige skråningene er enten tett vegetert, dekket av urmasser eller bebygd. Slik vil forankringen i snødekket være god slik situasjonen er i dag. Maksimal observert snødybde og forventede ekstremverdier for vinternedbør er lav i disse lavereliggende kystnære områdene (Tabell 2, Tabell 3, Tabell 4).

Det vurderes at nominell årlig sannsynlighet for sørpeskred i kartleggingsområdet er mindre enn 1/5000.

4.4.5.4 Jord- og flomskred

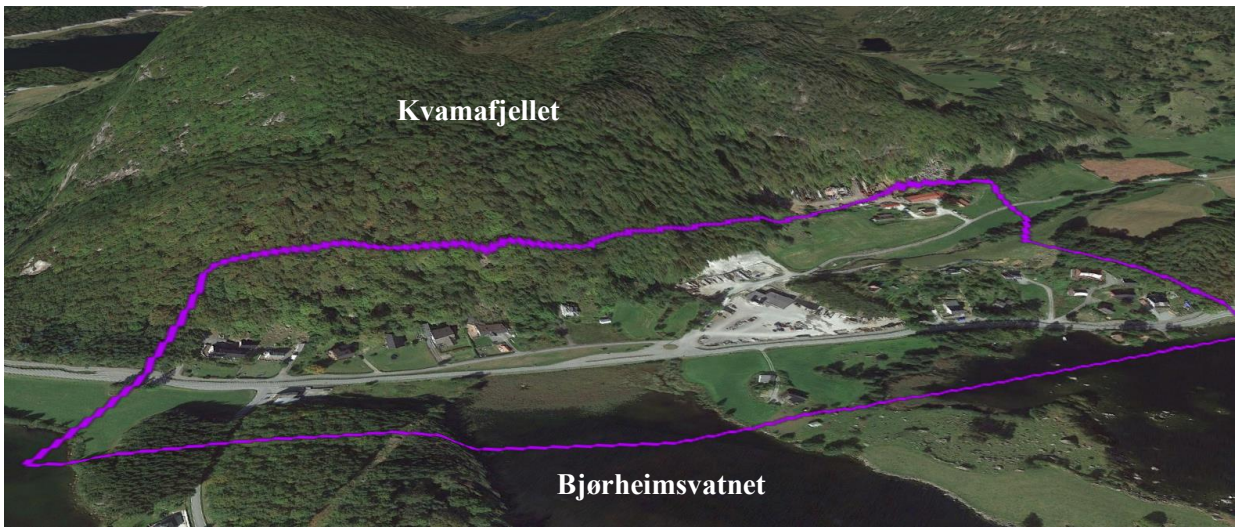
Det er ikke registrert bekker eller annen kanalisert drenering i området. Terrengformen tilser at dreneringen ved større nedbørsmengder vil kunne kanaliseres ned skaret øst for fjellskrenten, og ned grusstien øst for det øverste huset. Det er derimot ikke observert noen tegn på at dette har vært tilfelle den senere tiden. Løsmassetykkelsen i dette området antas også å være liten, som angitt i løsmassekartet fra NGU. I vestre del av området tilsier ikke terrengformen at det er noen områder som vil kanalisere større vannmengder, og løsmassene her består stort sett av overgrodde urmasser.

Det vurderes at nominell årlig sannsynlighet for jord- og flomskred i kartleggingsområdet er mindre enn 1/5000.

4.5 Område 5 – Kvam

Kartleggingsområde Kvam ligger like øst for tettstedet Tau, i nordvestlig ende av Bjørheimsvatnet. Kartleggingsområdet er begrenset til to husrekker langs riksveg 13 samt en gård noe lengre opp fra veien. Utvalgte bilder fra området er vist i vedlegg 5A.

Aktsomhetskart fra NVE viser at området potensielt kan være utsatt for steinsprang og snøskred.



Figur 21. Oversiktsfoto over kartleggingsområde 5 Kvam. Kilde: Google Earth.

4.5.1 Topografi og grunnforhold

Helningskart for Kvam er vist i vedlegg 5B. Terrenget ved kartleggingsområdet er slakt nær Bjørheimsvatnet før det stiger på opp mot Kvamafjellet med en gradient på 20-35° i vestlig del og stedvis med 70-80° i østlig del. Skråningshøyden i det bratteste området i øst er likevel ikke høyere enn omkring 30 m før det slaker mer ut. I vest består skråningen stort sett av overgrodd og delvis overgrodd ur, uten markerte brattkanter internt i skråningen.

Berggrunnen ved Kvam er del av Storheidekket (kapittel 2.2) og består av gneis med noe varierende grad av båndning og oppsprekking. Ved den bratte skrenten i nordøst sprekker berget tydelig opp langs to (til tre) sprekkeplan som avløser små og mellomstore blokker. Denne strukturen er ikke like fremtredende i vestlig del.

Området har tydelige spor etter istiden, og særlig ved bredden av Bjørheimsvatnet er det observert tykke moreneavsetninger, randmorener og glasifluviale avsetninger. Ved Kvam er flatene og nedre deler av skråningene del av en randmorene som strekker seg et lite stykke videre opp dalen mot nordøst. Over og høyt oppe i skråningene er det stort sett bart berg, mens det i selve skråningene ligger mye overgrodde urmasser sammen med finere morenemasser under. Urmassene vurderes å stort sett være blokker med opphav fra istiden som har beveget seg siden den gang, i mindre ras eller utglidninger. Det ligger også enkelte blokker i ura som tolkes å ha opphav fra mindre steinsprang. Det finnes også store steinblokker spredt omkring som har blitt lagt igjen her under isavsmeltingen.

Det renner en bekk inn i området fra øst og følger dalen ned før den går ut i vannet nedenfor. Bekken renner i slakt terreng og har stort sett steinsatte bredder. I den potensielt rasutsatte skråningen er det ikke

registrert noen bekker. Nedslagsfeltet er svært begrenset da mye dreneres ned på motsatt side av fjelltoppen. Massene i skråningen er stort sett grove og godt drenerende. Skråningen er generelt tett vegetert av løvskog, med enkelte innslag av bartrær (figur 1 i vedlegg 5A).

4.5.2 Tidligere utredninger/kartlegginger

Det er ikke kjent at det er utført vurderinger av skredfaren i dette området tidligere.

4.5.3 Skredhistorikk

Det er registrert en skredhendelse i NVEs skreddatabase, i den vestlige delen av området. Hendelsen er markert som steinskred (antatt steinsprang) og er registrert av Statens vegvesen på riksveg 13, og merket «Tysdal». Hendelsen skal ha funnet sted 15.1.2010. Registreringspunktet er sannsynligvis feilplassert, da det er lite som vitner om et nylig steinsprang som skulle kunne ha en slik utløpslengde. Merkingen «Tysdal» tilsier også at hendelsen trolig har skjedd langs det skredutsatte Tysdalsvatnet eller ved tettstedet Tysdal lengre øst langs veien.

Beboere på gården Kvam forteller at de hverken har hørt om eller opplevd skred i dette området.

4.5.4 Modeller og oppsett

Steinsprangmodellering med RAMMS Rocfall
Basert på observasjoner under feltarbeid, kartlegging med drone og skråningskart er det definert løsnepunkter fra små berghammere i Kvamafjellet. 9-14 løsnepunkt er testet. Modelleringsparametere som er brukt er gitt i tabellform i vedlegg 5D. Utvalgte resultater er også vist i vedlegget.

Resultatet fra modellering viser at steinsprang stedvis kan få utløpslengder innenfor kartleggingsområdet. Modell med minste blokkstørrelse (0,2 m3) gir utløp innenfor kartleggingsområdet kun i nordligste område. Modellering med 0,2 og 1 m3 indikerer at det er sannsynlig at steinsprang kan få utløp som treffer eksisterende lagerbygg og driftsbygning, men stopper før de to bolighusene på tunet. Også simulering med 8 m3 stor blokk stopper før bolighusene. I vest viser modelleringen at blokker med størrelser på 1 m3 får utløpslengder som samsvarer med området hvor det er kartlagt ur og hvor det ble definert urfot i felt. Modellering med blokkstørrelse på 8 m^3 gir enkelte utløp som går lenger enn urfot ned til eksisterende boliger i foten av skråningen.

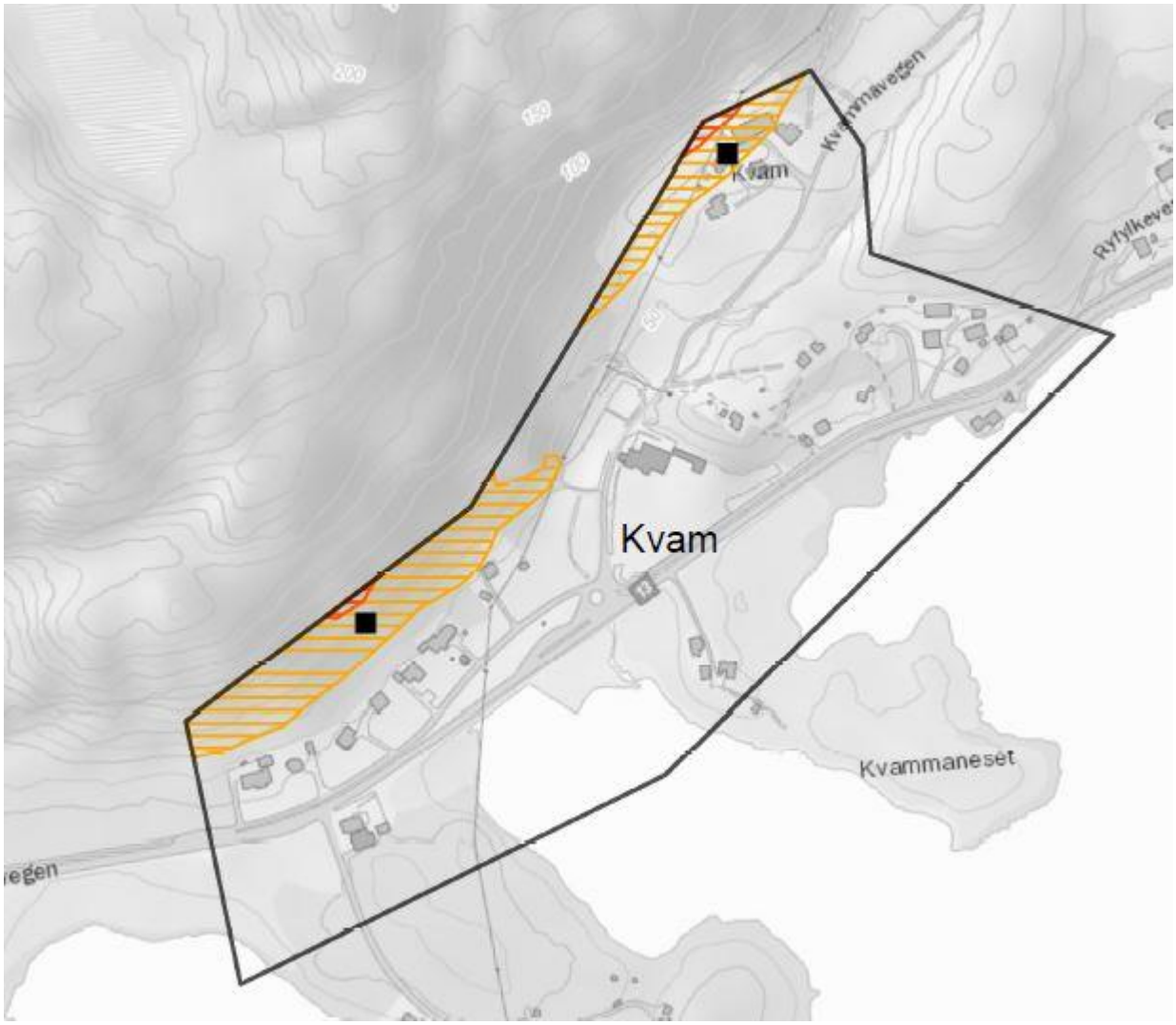
Steinsprangmodellering med Rocfall 6.0
Det er utført steinsprangmodellering langs to profiler, Profil A-B, se vedlegg 5D. Løsneområder er valgt i berghammer på omtrent 115 moh. Modellene er kalibrert mot registrert utløpslengde av steinspranghendelsen som gikk i bolighuset på Vatland, samt mot registrerte utløp til antatte steinsprangblokker i kartleggingsområdet. For flere registrerte blokker var det ikke mulig å fastslå med sikkerhet om blokken er moreneblokker eller steinsprangblokker. I modellen er det testet med både kantede rektangulære blokker og avrundede blokkformer. Modelleringsparametere som er brukt er gitt i tabellform i vedlegg 5D. I tabellen er valg av parametere begrunnet i siste kolonne. Samme parameterverdier er benyttet for begge profilene, men er tilpasset stedlige forhold. I Profil B forventes rotvelt å være en utløsende faktor, og det er derfor definert inital hastighet (1,5 m/s) på blokkene. Utvalgte resultater er vist vedlegg 5D.

Resultatene fra modelleringene langs profil A, indikerer at hovedandelen av steinsprangblokker får utløp til foten av skråningen. Blokker med lengst utløp stopper omtrent 5 m inn på planert område. Resultatet er likt for begge analysemetodene.

I profil B viser punktanalysen at blokkene får korte utløp. Blokkene stopper i øverste del av skråningen og med god avstand fra kartleggingsområdet. Med blokkanalysen stopper blokkene fordelt nedover skråningen, med lengste utløp til foten av skråningen. Blokkene stopper omtrent 40 m innenfor kartleggingsområdet, og 10 m før nivået der eksisterende boliger er plassert

4.5.5 Skredfarevurdering

Feltregistreringer av betydning for skredfarevurderingene er gitt i vedlegg 5C. Figur 22 viser fastsatte faresonegrenser. Steinsprang er vurdert som dimensjonerende skredtype. En driftsbygning og ett uthus havner innenfor fastsatt faresone 1/1000.



Figur 22. Faresoner for skred i bratt terreng i Kvam. Det henvises til Vedlegg 5E for tegnforklaring.

4.5.5.1 Steinsprang og steinskred

Basert på observasjoner, registreringer og terrengforhold vurderes steinsprang å være den dimensjonerende skredtypen innenfor kartleggingsområdet. Steinsprangfaren er knyttet til skrenten nordøst i området, og skråningen videre mot vest.

Det er utført modelleringer for å vurdere sannsynlige utløpslengder av eventuelle steinsprang fra potensielle løsneområder. Resultater fra modelleringene er, sammen med observasjoner og registreringer fra feltarbeidet, brukt for å vurdere skredfaren.

Nordøst i området ved gården Kvam er det en bratt og noe glattskurt skrent på omkring 30 meters høyde (figur 2 i vedlegg 5A). Skrenten ligger tett ved husene på gården i den ende enden og trekker seg bort mot sørvest. Berget i skrenten sprekker tydelig opp langs to (til tre) sprekkeplan som avløser små og mellomstore blokker. Dette resulterer i at det jevnlig vil rase ned mindre blokker, mens det svært sjelden vil være store blokker som kommer ned. Det vurderes dithen at det ved enkelte rashendelser vil kunne bevege seg blokker ut på plassen mellom husene og skrenten, og at det i sjeldne tilfeller vil kunne rase frem til noen meter fra bolighusene. Driftsbygg og uthus vil kunne treffes av et 1000-års skred. Dette støttes opp av modelleringsresultatene i skrenten, som blant annet viser at utløpet ved en 1000-års hendelse ikke vil nå frem til husene, men vil kunne treffe driftsbygg og uthus.

I den midtre og den vestlige delen av området ligger det mye spredte og delvis gjengrodde urmasser og flyttblokker fra istiden i skråningen. Det er få skrenter der det er potensiale for at stein skal rase ned (figur 3 i vedlegg 5A), og størst risiko er knyttet til at større flyttblokker som ligger i skråningen skal undergraves og rase videre nedover (figur 4 i vedlegg 5A). Slik sett er det mulighet for at det raser blokker ned skråningen, men potensiell oppnådd hastighet er lav og derfor er utløpsdistansen det samme. Modelleringen viser at en 1000-års hendelse ikke vil passere ura og nå ned til skråningsfoten der bebyggelsen ligger. Den viser at en 8 m^3 stor blokk har potensiale til å nå frem til deler av bebyggelsen, men som nevnt tidligere i avsnittet er potensiell oppnådd hastighet/energi lav. Fra modelleringen ses det også at kun en av flere skredbaner viser et såpass langt utløp.

Det vurderes at nominell årlig sannsynlighet for steinsprang i kartleggingsområdet stedvis er større enn 1/1000 og 1/5000.

4.5.5.2 Snøskred

Skråningssidene ved Kvam strekker seg opp mot kote 150-200 og ligger nære sjøen. De klimatiske forholdene tilsier at det fra tid til annen kan akkumuleres større snømengder i området. Helningsmessig finnes det enkeltpunkter som er bratte nok til at snøskred kan utløses. Grove blokker i de bratte områdene sammen med svært begrenset utstrekning gjør at sannsynligheten for utløsning av et skred er minimal.

Det vurderes at nominell årlig sannsynlighet for snøskred i kartleggingsområdet er mindre enn 1/5000.

4.5.5.3 Sørpeskred

I østlig del av området renner det en bekk inn fra øst. Sideterrenget ved bekken øst for området er stort sett slakt, men det finnes myrer ovenfor enkelte bratte partier der overflatevann og smeltevann kan akkumulere. Ned mot vurderingsområdet passerer bekken gjennom flere kulverter under veien som vil

bidra til å redusere massevolumet og dermed energien i et eventuelt sørpeskred. Konsekvensene vil derfor være små.

Skråningen vest i området er bratt nok til at et sørpeskred kan utløses. Det er ikke registrert noen bekk i skråningen og den er vurdert til å bestå av grove, godt drenerende masser. Størstedelen av nedbøren dreneres på motsatt side av fjelltoppen. Terrengoverflaten er forholdsvis tett vegetert slik at forankringen i snødekket vil være god. Maksimal observert snødybde og forventede ekstremverdier for vinternedbør er lav i disse lavereliggende kystnære områdene (Tabell 2, Tabell 3, Tabell 4).

Det vurderes at nominell årlig sannsynlighet for sørpeskred i kartleggingsområdet er mindre enn 1/5000.

4.5.5.4 Jord- og flomskred

Øst for vurderingsområdet er det flere bekker som samles til én før den renner inn i området og ut mot Bjørheimsvatnet. Bekken er stedvis steinsatt, noe som tyder på at den kan ha god vannføring til tider. Den renner i relativt slakt terreng gjennom området, men vis a vis gården Kvam er det en skråning som kan undergraves i foten om det er virkelig stor vannføring. Skråningsvinkelen er noe slakere enn der jordskred normalt utløses slik at det er lite sannsynlig at et jordskred vil utløses her.

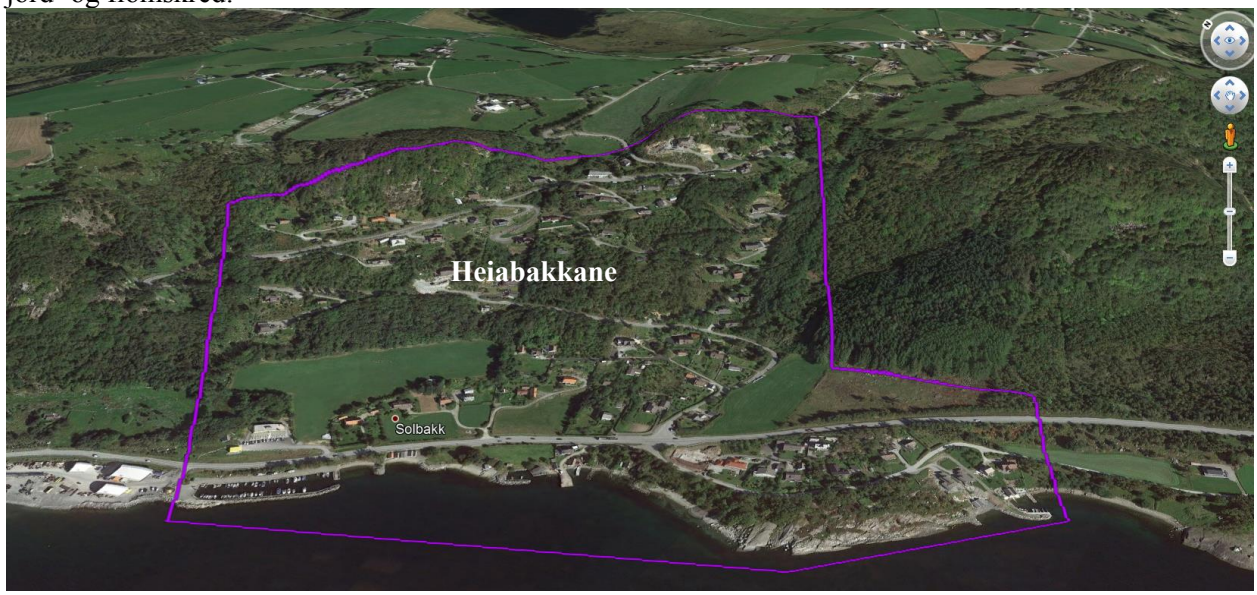
I de andre skråningene ovenfor gården og ovenfor husene langs riksveien er det generelt registrert godt drenerende, men stedvis overgrodde urmasser. Dette gjelder særlig i nedre del av skråningene. Det er antakelig dårligere drenering i løsmassene lengre opp i skråningene, men det stikker frem steiner stort sett over alt. Det er ikke registrert noen bekker som drenerer ned skråningen.

Det vurderes at nominell årlig sannsynlighet for jord- og flomskred i kartleggingsområdet er mindre enn 1/5000.

4.6 Område 6 – Heiabakkane

Kartleggingsområde Heiabakkane (Figur 1, Figur 23) ligger ved Ryfylkevegen og består hovedsakelig av boligfelt, vegareal, blandingsskogskog og dyrka mark. Kartleggingsområdet går fra sjøkanten og opp til et platå på ca. 180 moh. Skråningen er i stor grad påvirket av menneskelig aktivitet med vegen som sirkler seg oppover med tilkomstveger og tomter koblet på. Disse tiltakene har endret de naturlige skråningene både geomorfologisk og hydrologisk. Utvalgte bilder fra området er vist i vedlegg 6A.

Aktsomhetskartene fra NVE viser at området potensielt kan være utsatt for snøskred, steinsprang samt jord- og flomskred.



Figur 23: Oversiktsfoto over kartleggingsområde 6 Heiabakkane. Kilde: Google Earth.

4.6.1 Topografi og grunnforhold

Helningskart for Heiabakkane er vist i vedlegg 6B. Kartleggingsområdets topografi karakteriseres av et jevnt skrånende terreng fra sjøkanten, opp til platået i øst på ca. 180 moh. Skråningens retning er sør-vest og er relativt homogen. Observerte bergarter er gneis. I henhold til berggrunnskartet er berggrunnen i området definert som tonalittisk til kvartsdiorittisk gneis og er en del av Storheidekket. Observerte løsmasser er morene, samt ur øst i kartleggingsområdet. I henhold til kvartærgeologisk kart er det hovedsakelig tykk morene, men i felt ble det stedvis observert bergblotninger i disse områdene. Stedvis er morenen er utvasket og blokkig, dette gjelder særlige i og ved vannveier. Drenering følger til dels vegen som har relativt jevn stigning fra riksvegen og opp til platået. Sentralt i området er det registrert en bekk i grunnkartet. Kulverter og rør leder vannet fra denne bekken ned til utløp i sjø. Det går også to mindre bekkeløp (031 og 032 i registreringskartet) inn i kartleggingsområdet fra øst. Vann herfra ledes videre til sjø via rør. Vegetasjonen karakteriseres som dyrka mark på de flate arealene ved riksvegen mens blandingsskog vokser derfra opp mot platået.

4.6.2 Tidligere utredninger/kartlegginger

Det er ikke kjent at det er utført vurderinger av skredfaren i dette området tidligere.

4.6.3 Skredhistorikk

Det er registrert 3 skredhendelser i kartleggingsområdet, én hendelse fra skreddatabasen og to fra intervju med huseiere. Hendelsene er markert i registreringskartet. Fra skreddatabasen er det registrert en skredhendelse 27.1.2016 fra SVV i vegbanen. Dette var et steinsprang, det er ikke knyttet mer informasjon til denne skredhendelsen.

Huseier ved punkt 2 (Skredhendelser Rambøll) har flere blokker i hagen sin og har også fått en blokk i husvegg. Huseier ved punkt 3 (Skredhendelser Rambøll) gir en «datering» på en 40 m^3 spiss blokk som ligger i en ur ved siden av tomten, denne skredhendelsen er 30-100 år.

4.6.4 Modeller og oppsett

Steinsprangmodellering med RAMMS Rocfall
Basert på observasjoner under feltarbeid, kartlegging med drone og skråningskart er det definert løsnepunkter for steinsprang fra berghammer over nordre del av kartleggingsområdet. 7-18 løsnepunkt er testet. Modellparametere som er benyttet er gitt i tabellform i vedlegg 6D. Utvalgte resultater er også vist i vedlegget.

Resultat fra modellering viser at simulering med blokk på 0,3 m^3 kan ha utløp til eksisterende boliger. Resultat med blokk på 1 m^3 viser utløp ned til veg. Resultat med 5 m^3 blokk viser en trend av utløp til ytterkant av nærmeste veg. Enkelte modellerte blokker får utløp som går helt ned til dyrket mark i foten av skråningen. De lengste utløpene vurderes å ikke være representative da det vurderes at de fleste blokker stopper i vegen.

Steinsprangmodellering med Rocfall 6.0
Det er utført steinsprangmodellering langs to profiler, Profil A-B, se vedlegg 6D. Løsneområder er valgt i berghammer på omtrent 150 moh. og 165 moh. Modellene er kalibrert mot registrert utløpslengde av steinspranghendelsen som gikk i bolighuset på Vatland, informasjon fra lokalfolk angående steinspranghendelser fra skrenten, samt mot registrerte utløp til antatte steinsprangblokker i terrenget. Modelleringsparametere som er brukt for profilene er gitt i tabellform i vedlegg 6D. I tabellen er valg av parametere begrunnet i siste kolonne. Utvalgte resultater er også vist vedlegg 6D.

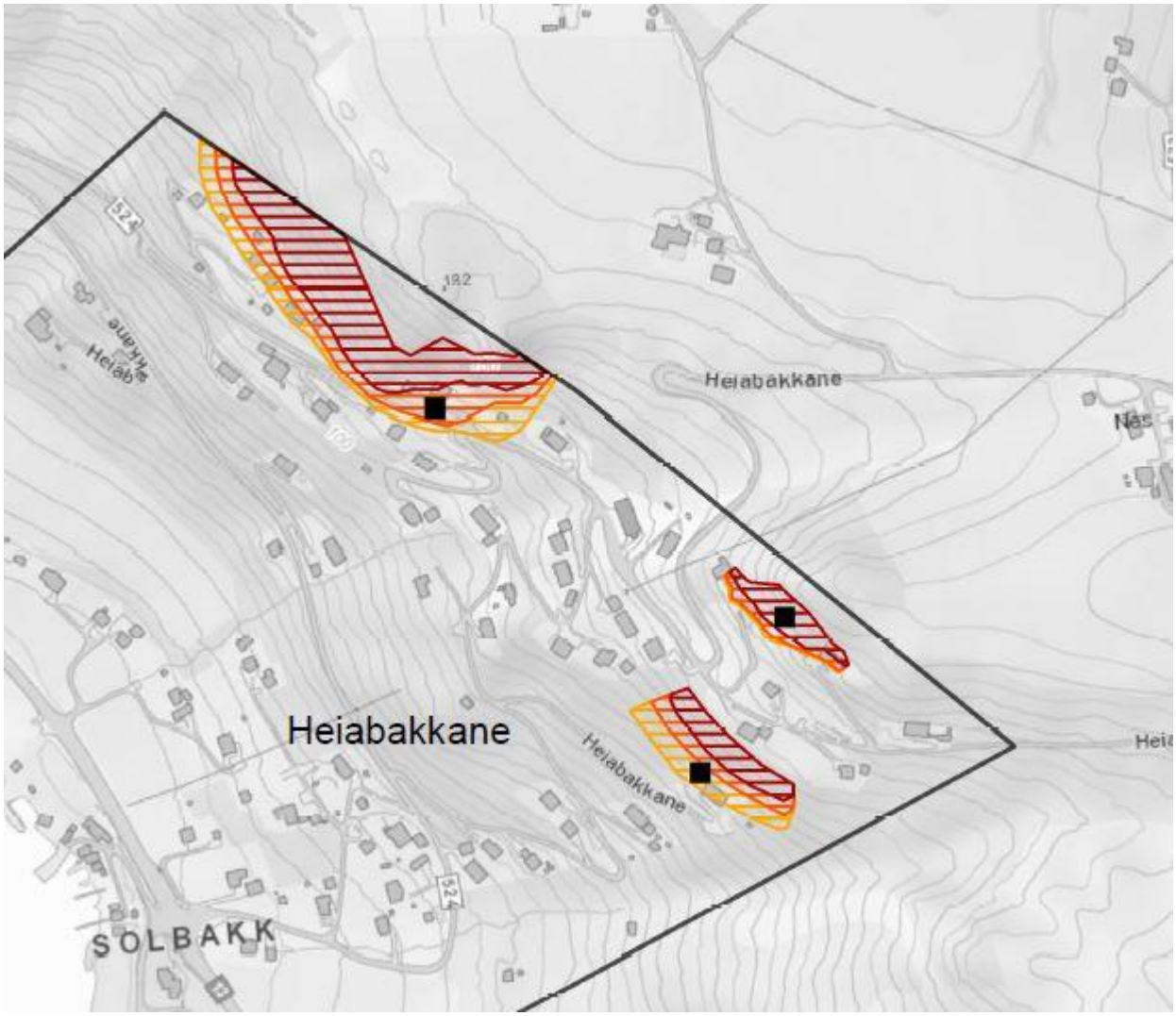
Resultatene fra modelleringene langs profil A gir utløp der blokkene stopper med jevn fordeling nedover skråningen under bergskrenten. Lengste utløp ved punktanalysen stopper omtrent 10 m før nivået der eksisterende bolig er plassert, men blokkanalysen indikerer at blokker kan få utløp akkurat til eksisterende bolig.

I profil B indikerer modelleringen med punktanalysen at hovedandelen av blokkene får utløp som stopper på det nivået der eksisterende bolig er plassert. Enkelte blokker får utløp ned til gårdsvegen. Resultatet fra bokkanalysene er tilsvarende. Hovedandelen av blokkene har utløp som stopper med fordeling oppover skråningen mot foten av berghammeren.

4.6.5 Skredfarevurdering

Feltregistreringer av betydning for skredfarevurderingene er gitt i vedlegg 6C. Figur 24 viser fastsatte faresonegrenser. Steinsprang er vurdert som dimensjonerende skredtype. Det ligger 4 eneboliger innenfor

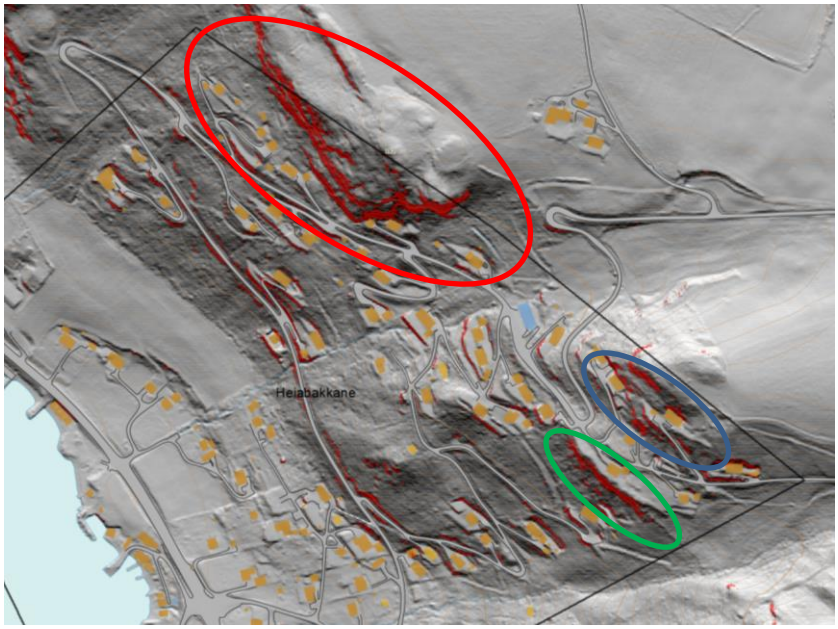
fastsatt faresone 1/100, 6 eneboliger innenfor fastsatt faresone 1/1000 og 8 eneboliger fastsatt faresone 1/5000.



Figur 24. Faresoner for skred i bratt terreng i Heiabakkane. Det henvises til Vedlegg 6E for tegnforklaring.

4.6.5.1 Steinsprang og steinskred

Nord i kartleggingsområdet er det en berghammer på ca. 30 meter høyde vist med rød ellipse i Figur 25. Berget her er stedvis glattskurt men har også større partier med spor av steinsprangaktivitet på grunn av 2-3 sprekkeplan som avløser blokker. Berget er stedvis foliert og det er observert samme foliasjonsmønster i blokkene i ura som i berghammer (Figur 26).



Figur 25. Løsneområde steinsprang, Heiabakkane.

Figur 26: Ur under løsneområde.

Vegetasjon og busker i toppkant av berghammer kan også bidra som utløsningsmekanisme med rotsprenging. Rambøll har registrert to steinsprang-hendelser under dette bergpartiet og det er kartlagt blokker som sannsynligvis har sin kilde fra bergpartiet ovenfor. Her er det også observert flere delvis

avløste blokker som kan løsne i løpet av en 100-års periode. 100-års faresone er tegnet mellom 5 og 20 meter ut fra berghammeren basert på forskjeller i momentene som er redegjort for ovenfor. Det er her vektlagt ferske spor og kartlagte hendelser. Modellering i RAMMS::ROCKFALL støtter vurderingen av 100-års faresone. For en 1000-års steinspranghendelse vurderes det at utfall vil nå urfot og at maksimalt utløp vil være ytterkant vei for det mest aktive bergpartiet og ellers ca. 10 meter lengre utløp enn 100-års faresone. Det vurderes at veien med grøfter vil ha en viktig dempende effekt for utløp som når helt til veien. Resultat fra Rocfall-profil *Heiabakkane_Modell-A02_RigidBody* viser én blokk som når husveggen slik som den registrerte hendelsen ved punkt 2 (Skredhendelser Rambøll). 1000-års faresone er basert på denne hendelsen og andre registrerte blokker. Rocfall-modellering gir resultater som er i samsvar vurderingen.

For 5000-års steinspranghendelse vurderes det at blokker kan rulle over veien, men at de også vil miste betydelig kinetisk energi i veien. Faresonen for 5000-års hendelse er tegnet etter trenden fra modelleringen i RAMMS::ROCKFALL og en vurdering av at en slik hendelse vil nå lengre enn urfoten. Øst i kartleggingsområdet er det en relativt liten berghammer på ca. 10 meter. Dette området er vist med blå ellipse i Figur 25.

Berget er relativt glattpolert men det ble observert ca. 0,5 m^3 blokker på toppkant samt skråningsparalelle avskallinger som kan føre til avløste objekter med glideplan ned mot husene (Figur 27). Dette i kombinasjon med rotsprenging kan føre til små steinsprang. Tre hus ligger tett opptil denne berghammeren og utfall vil kunne treffe samtlige hus. Det vurderes at 100-års faresone går i husveggene, 1000-års faresone går et par meter inn i husene, mens 5000-års faresone går forbi husene.

Figur 27: Avløste blokker ved toppkant.

Området som er vist med grønn ellipse i Figur 25 er inkludert fordi det har en større sammenhengende overflate over 45°. Denne skråningen er påvirket av planering av tomten ovenfor og er ikke en del av naturlig terreng som denne kartleggingen fokuserer på. Rambøll har likevel inkludert dette området og tegnet faresoner for det. Faren er knyttet til moreneblokker som ligger i bratt terreng og som kan begynne å rulle. Faresonene er basert på kartlagte blokker. Det vurderes at lengste utløp stopper i veien nedenfor.

4.6.5.2 Snøskred

Det er ikke registrert snøskredhendelser innenfor eller i nærheten av kartleggingsområdet. Det finnes skråninger i kartleggingsområdet som er bratte nok til at utløsning av snøskred er teoretisk mulig, men siden kartleggingsområdet er utviklet med veger, tomter og hus er det bare små områder der det kan legge seg snø og disse vil ikke være sammenhengende nok til å utgjøre noen snøskredfare. Topografien legger heller ikke til rette for akkumulasjon av større snømengder.

Den nominelle årlige sannsynligheten for snøskred innenfor kartleggingsområdet vurderes som lavere enn 1/5000.

4.6.5.3 Sørpeskred

Det er ikke registrert sørpeskredhendelser innenfor eller i umiddelbar nærhet av kartleggingsområdet. Maksimal observert snødybde og forventede ekstremverdier for vinternedbør er lav i disse lavereliggende kystnære områdene (Tabell 2, Tabell 3, Tabell 4). Bekken ved punkt 31 i registreringskartet har en form

som er typisk for utløp til et sørpeskred. Den mangler et realistisk løsneområde for sørpeskred pga. topografiens ruhet, menneskelig påvirkning og vegetert overflate slik at forankringen i snødekket er sterk.

Den nominelle årlige sannsynligheten for sørpeskred innenfor kartleggingsområdet vurderes som lavere enn 1/5000.

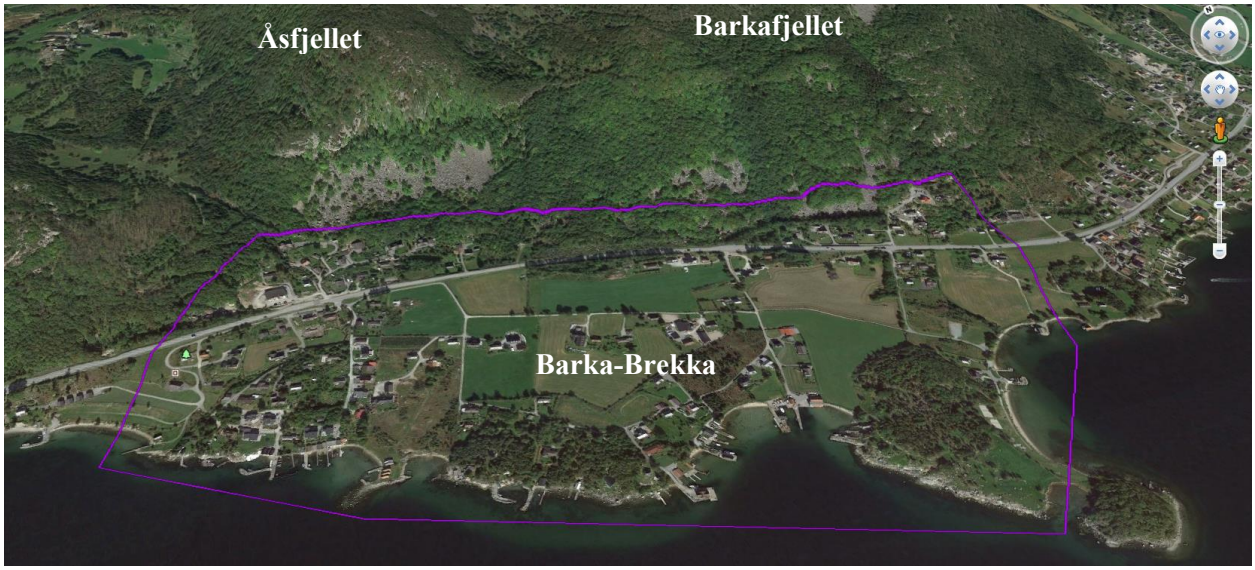
4.6.5.4 Jord- og flomskred

Det vurderes at ved kartlagte bekkeløp er det for liten tilgang på løsmasser i tillegg til at løsmassene er for blokkige for at det skal kunne utløses jord- og flomskred i kartleggingsområdet. Disse løsmassene er kartlagt som et tynt dekke blokkig morene.

I deler av en skråning på nedsiden av vegen og dyrka mark sentralt i området (se pkt. 48-50 i registreringskartet, Vedlegg 6C) er terrenghelningen brattere enn 25, og er teoretisk et potensielt løsneområde. I området er det kartlagt grove urmaterialer og stedvis områder med finere løsmasser. Det er ikke registrert spor etter tidligere utglidninger eller erosjon, og det er ingen bekker i området eller markante terrengformasjoner som vil være naturlige løp som kanaliserer overflatevann. Små utglidninger kan ikke utelukkes ved nedbørsrike perioder, men mengden masser som eventuelt kan settes i bevegelse vurderes å ikke kunne klassifiseres som skred.

Den nominelle årlige sannsynligheten for jord- og flomskred innenfor kartleggingsområdet vurderes som lavere enn 1/5000.

4.7 Område 7 – Barka-Brekka



Figur 28: Oversiktsfoto over kartleggingsområde 7 Heiabakkane. Kilde: Google Earth.

Figur 28 viser oversiktsfoto av kartleggingsområdet Barka-Brekka. Området ligger 2 km nordvest for Jørpeland sentrum. Kartleggingsområdet går fra sjøkanten til foten av sørlig side av Barkafjellet (419 moh.) og Åsfjellet (331 moh.). Bilder fra området er vist i fotovedlegg 7A. Innenfor området er det spredt boligbebyggelse og jordbruksområder. Rv. 13 går gjennom området. Det ligger boliger nært bratt terreng på oversiden av Rv. 13, se Figur 1-3 i fotovedlegget. Det er etablert en fangvoll for steinsprang over bolighus i øverste nordøstre hjørne av kartleggingsområdet. Denne er prosjektert av Multiconsult, se kapittel 2.5.

Aktsomhetskartene fra NVE viser at området potensielt kan være utsatt for snøskred, steinsprang og jord- og flomskred.

4.7.1 Topografi og grunnforhold

Helningskart for Barka-Brekka er vist i vedlegg 7B. Terrenget innenfor kartleggingsområdet er under 25°. Fra nordlige grense av kartleggingsområdet stiger terrenget fra ca. 50 moh. og opp til 200-250 moh. Toppen av Barkafjellet er på 419 moh. Fra foten av skråningen stiger terrenget med 30-45˚ helning. I vestre del bryter terrenget av i en vertikal berghammer fra omtrent 140 moh. I østre del siger terrenget jevnt 25-45° opp til omtrent 170 moh., hvor det er vertikale berghamrer på 20-30 m høyde til toppkant. Stedvis er det lokale lave berghamre i skråningen. I videre høyereliggende områder av Barkafjellet er terrenget kupert og generelt slakere enn 25˚, men med mindre lokale skrenter.

Berggrunnskartet viser at bergarten i området er porfyrisk granitt-granodioritt. Observert bergmasse i berghammere framstår som kompetent, oppsprukket og stedvis stekt foldet, se Figur 4 i fotovedlegget. Bergmasse avløses av foliasjon i kombinasjon med andre gjentakende sprekkeplanorienteringer. Et observert sprekkeplan gir avløsning i bakkant. Enkelte steder mangler bergparti støtte i fot. Kartlegging med drone viser at det ligger jevnt med avløste blokker i terrenget over berghamrene. I terrenget under berghamrene og ned til kartleggingsområdet er det tykk uravsetning med varierende blokkstørrelser. Observerte løsmasser er morenematerialer, noe som er i samsvar med kvartærgeologisk kart, se Figur 3. Det er ikke kartlagt større områder i bratt terreng med løsmasser av fine fraksjoner.

Vegetasjonen i bratt terreng er ung lauvskog med liten til middels stammetykkelse. I bergveggen i vestre del av området er det enkelte små trær og kratt på hyller. Over toppkanten av bergveggen er det tettere skog. I urområdet er det stedvis tett skog. I østre del av området er det jevnt med skog i store deler av skråningen. Skogen er åpen og enkelte åpne områder uten skog. Skogen er av ung og gammel lauvskog, og mindre områder med granskog.

Markerte bekkeløp framkommer tydelig på skyggerelieffkart. I felt ble det observert at store deler av disse bekkeløpene går i områder med ur, og enkelte steder ble det observert berg i bekkeløpene. Det er ingen store markerte terrengformasjoner som forventes å være tydelige vannveger i ekstreme nedbørsituasjoner.

4.7.2 Tidligere utredninger/kartlegginger

Se oversikt i Tabell 5. Multiconsult har gjort en vurdering av skredfaren for et bolighus og tilhørende adkomstveg som ligger helt nordøst innenfor kartleggingsområdet. Det ble vurdert at fare for steinsprang er større enn 1/1000 for aktuell tomt, og det ble anbefalt å etablere fangvoll (Multiconsult, 2008). Det ble vurdert å ikke være behov for sikringstiltak mot steinsprang for adkomstveg til nye boliger (Multiconsult, 2008).

4.7.3 Skredhistorikk

Det er ingen registrerte skredhendelser i området ved Barka-Brekka i NVEs skreddatabase. Ved gjennomgang av annet grunnlagsmateriale er det ikke blitt kjent for Rambøll at det har vært skredhendelser i kartleggingsområdet. Lokalfolk som Rambøll kom i kontakt med under feltkartleggingen kjente ikke til tilfeller av steinsprangaktivitet fra berghamrene, eller andre skredhendelser i området.

4.7.4 Modeller og oppsett

Steinsprangmodellering med RAMMS Rocfall
Basert på observasjoner under feltarbeid, kartlegging med drone og skråningskart er det definert løsnepunkter fra berghammere over kartleggingsområdet. Opp til 27 løsnepunkt er testet. Modellparameterne som er benyttet er gitt i tabellform i vedlegg 7D. Utvalgte resultater er også vist i vedlegget.

Resultat fra modellering viser at blokker får utløp innenfor kartleggingsområdet. Simulering med blokkstørrelser på 4 m^3 gir utløpslengder som er i samsvar med registrert urfot i vestre del av området. Løsneområder østover gir utløpslengder som går lengre enn urfot, og enkelte blokker går ned til Rv. 13. Modell med blokkstørrelse 10 m^3 gir utløpslengder over eksisterende boliger og ned mot Rv. 13 for en betydelig andel blokker. I østre del får enkelte blokker utløp til nedsiden av vegen.

Steinsprangmodellering med Rocfall 6.0
Det er utført steinsprangmodellering langs to profiler, Profil A-B, se vedlegg 7D. Løsneområder i Profil A er valgt på toppkant av fjellsiden på omtrent 260 moh. og i den vertikale berghammeren på omtrent 190 moh. Løsneområde i Profil B er satt på omtrent 200 moh, der det i felt ble observert en lokal berghammer. Modellene er kalibrert mot registrert utløpslengde av steinspranghendelsen som gikk i bolighuset på Vatland, samt mot registrerte utløp til antatte steinsprangblokker i kartlegginsområdet. Modellene er

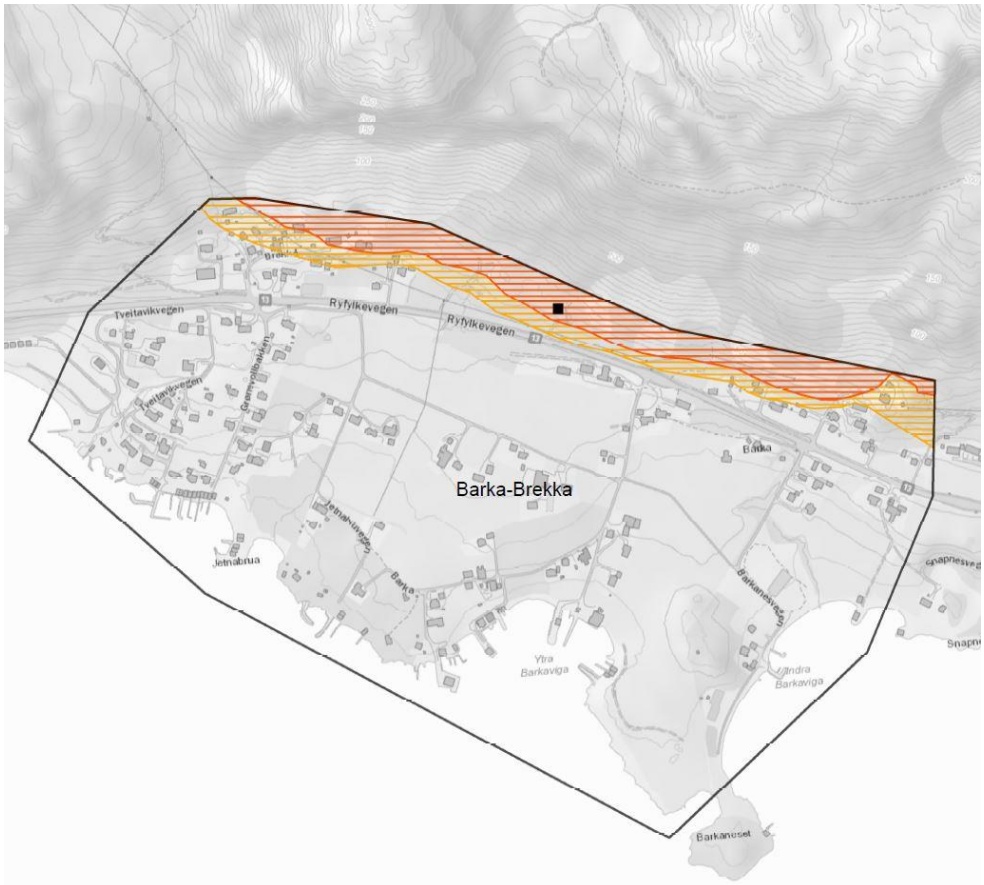
tilpasset stedlige forhold og er forskjellig for de to profilene. Benyttede parameterverdier for profilene er gitt i tabellform i vedlegg 7D. I tabellene er valg av parametere begrunnet i siste kolonne. Utvalgte resultater er også vist her.

Resultatene fra modelleringene langs profil A, gir utløp der blokkene stopper med jevn fordeling nedover skråningen under bergskrenten. Fordelingen er lik for begge analysemetodene. Lengste utløp ved punktanalysen får utløp som stopper omtrent 15 m innenfor kartleggingsområdet. Med blokkanalysen stopper blokkene omtrent 25 m innenfor kartleggingsområdet.

I profil B indikerer modelleringen med punktanalysen at en betydelig andel av blokkene får utløp som stopper omtrent i området av grensen av kartleggingsområdet. Med blokkanalysen får enkelte blokker utløp som stopper omtrent 50 m innenfor kartleggingsområdet, som tilsvarer utløp til flaten over Rv. 13.

4.7.5 Skredfarevurdering

Feltregistreringer av betydning for skredfarevurderingene er gitt i vedlegg 7C. Figur 29 viser fastsatte faresonegrenser. Steinsprang er vurdert som dimensjonerende skredtype. Det er eksisterende boliger som havner innenfor fastsatte faresoner. 3 eneboliger ved vegen Brekkå i vestre del av kartleggingsområdet havner innenfor faresone 1/1000. Til sammen 9 eneboliger samt flere tilhørende garasjer havner innenfor faresone 1/5000.



Figur 29. Faresoner for skred i bratt terreng i Barka-Brekka. Det henvises til Vedlegg 7E for tegnforklaring.

4.7.5.1 Steinsprang og steinskred

Bergmassen i berghamrene over kartleggingsområdet er oppsprukket. Det er observert bergparti som er avløst i bakkant og som mangler støtte i fot. Tine-fryseprosesser og rotsprenging er faktorer som vil bidra til videre avløsning og tilslutt utfall av bergmasse. I tillegg kan rotvelt i terrenget over berghamrene og i skråningen føre til at blokker rives løs og settes i bevegelse nedover terrenget. Det er observert blokker i nedre del av skråningen med kantete form som med stor sikkerhet er tidlige steinsprangblokker. I nedre del av ura i vestre del av områder er det blokker av bergmasse som har samme foldestruktur som bergmassen i overliggende berghammer, se Figur 5 i fotovedlegget. Det er observert partier i berghammeren der bergmassen har en karakter som tilsier at det har vært utfall av blokker i nyere tid. Det er ikke observert blokker som med sikkerhet kan fastslås å være ferske steinsprangblokker i området som er kartlagt, og kvaliteten på flybilder fra 1973 er ikke god nok til å kartlegge dette. Basert på dette vurderes berghamrene over kartleggingsområdet å være sannsynlig løsneområde for steinsprang. Basert på topografi, forholdende i urområdene og lite spor etter nyere nedfall, er forventet steinsprangaktivitet middels i vestre del og lav i østre del.

Steinsprang fra vestre berghammer vil få dominerende vertikal bevegelse før første treff med bakken. I videre utløpsområde er det ur. Generelt er minste blokkstørrelser i øvre del av ura, og største blokker i nederste del av ura, se Figur 6 og 7 i fotovedlegget. Største blokkstørrelser som er observert er anslått å være i størrelsesorden 100 m^3. Fangevnen til ura vurderes å være stor, men det kan ikke utelukkes at mindre blokker som treffer uheldig på topp og kanter kan få lange utløp. Utenfor foten av ura bryter terrenget brått av og blir flatt, noe som gjelder både der det er naturlig terreng og der det er boligbebyggelse og veger. Eventuelle steinsprangblokker som går lengre enn ura forventes å miste energi raskt fordi terrenget flater ut. Skog i utløpsområdet vurderes å ha noe dempende effekt på utløp, men den er for tynn og spredt til å kunne fange blokker som vurderes som dimensjonerende for fastsettelse av faresoner. Skogen er dermed vurdert å ikke har betydning for fastsatte faresoner. Resultatene fra utført steinsprangsimulering er i samsvar med denne vurderingen, og faresoner er fastsatt på bakgrunn av dette.

Over østre del av kartleggingsområdet har skråningen jevn terrenghelning på 25-45°, se Figur 8-10 i fotovedlegget. Terrenget er slik at det forventes at blokker som løsner får rullebevegelse. Terrengbunnen er ujevn, og det er stort sett urområder som er vegetert og nedgrodd, se Figur 11 i fotovedlegget. Også i dette området kan blokker treffe terrengkanter og på toppen av blokker i terrenget, noe som kan bidra til lange utløpslengder. I foten av skåningen bryter terrenget brått av og blir flatt, og det forventes at blokker raskt vil miste energi her. Skogen i området vurderes å ha en dempende effekt, men at den er for spredt og med for tynne stammetykkelser til at de kan fange utfall av størrelser som vurderes som dimensjonerende. I utført steinsprangsimulering er det sett testet modeller både med og uten skog. Steinspangmodellering med Ramms viser at blokker kan få utløp som går over vegen, mens resultatene fra Rocfall tyder på at blokker stopper i foten av skråningen før Rv. 13. Da det ikke er observert ferske steinsprangblokker innenfor kartleggingsområdet, er det lagt mest vekt på resultatet fra Rocfall ved fastsettelse av faresonegrenser.

Basert på feltobservasjoner, vurderes steinsprang som dimensjonerende skredtype innenfor kartleggingsområdet. Da det ikke er observert ferske steinsprangblokker innenfor kartleggingsområdet eller i nedre del av urområdet som er kartlagt, forventes det at nominell årlig sannsynlighet for steinsprang er mindre enn 1/100 innenfor kartleggingsområdet, men større enn 1/1000 og 1/5000. Det er derfor kun fastsatt faresoner for 1/1000 og 1/5000.

4.7.5.2 Snøskred

Det er ingen områder innenfor kartleggingsområdet som har bratt nok terrenghelning og topografi som utgjør et potensielt løsneområde for snøskred.

Terrenget over vestre del av kartleggingsområdet stiger med 30-45° opp til omtrent 150 moh. til foten av vertikal berghammer. Terrenget er altså bratt nok og topografien er slik at dette teoretisk kan være et løsneområde for snøskred. Dette framgår også av aktsomhetskartet for snøskred utgitt av NVE. Basert på utført klimaanalyse forventes dominerende vindretninger å være fra sørlig sektor og fra nordøst. Ekstremverdier for benyttet klimadata er påregnelig maksimal 3-døgns vinternedbør i størrelsesorden 243-389 mm. Høyeste verdi er basert på data fra værstasjon ved Liarvatnet på 300 moh., som ligger i et område som forventes noe mindre påvirket av kystklima enn ved Barka-Brekka. Basert på normaler for middeltemperatur, se Figur 5, må en forvente at vinternedbøren kan komme både som regn og snø. I en værsituasjon med vindretning fra nordøst og ekstrem nedbør i form av snø, vil bratt terreng over Barka-Brekka være et sannsynlig leområde hvor snø kan akkumuleres. I den aktuelle skråningen er det grov ur, der enkelte blokker er av størrelser opp til 20 m^3. Ruheten av ura gjør at det må snømengder på mange meters tykkelse til for at det dannes et sammenhengende glideplan i snøpakken. Det vurderes at det er lite sannsynlig at det kan akkumuleres nok snø i skråningen til at snøskred kan utløses. Berghammeren ovenfor fra kote 150 -250 er for bratt til at snø kan akkumuleres der. Terrenget over berghamrene er kupert med lave skrenter, og i store områder er terrenghelningen under 25°. Topografien gjør at det er ingen områder som vurderes som sannsynlige løsneområder.

Terrenghelningen og topografien i østre del av kartleggingsområdet tilsier at dette er et potensielt løsneområde for snøskred. I skråningen er det ur og ru terrengoverflate. Basert på ekstremværanalysen og terrengruheten, vurderes det å være lite sannsynlig at det kan akkumuleres nok snø til at det kan utløses et snøskred.

Rambøll har ikke funnet informasjon om at det har vært snøskredhendelser i området tidligere, og det er ikke funnet spor i terrenget som tilsier at dette har skjedd.

Det vurderes at nominell årlig sannsynlighet for snøskred i hele kartleggingsområdet er mindre enn 1/5000.

4.7.5.3 Sørpeskred

Det er ikke registrert sørpeskredhendelser innenfor eller i umiddelbar nærhet av kartleggingsområdet. Maksimal observert snødybde og forventede ekstremverdier for vinternedbør er lav i disse lavereliggende kystnære områdene (Tabell 2, Tabell 3, Tabell 4). Det er ingen markante bekkeløp eller terrengformasjoner innenfor kartleggingsområdet eller i bratt terreng over kartleggingsområdet som vurderes som potensielt løsneområde for sørpeskred. I bratt terreng er det hovedsakelig grov ur der vann dreneres og vertikale berghamre hvor snø ikke akkumuleres. Det er med det ikke tilstede forhold som tilsier at det kan oppstå en situasjon der snø mettes med vann og utløses som sørpeskred.

Det vurderes at nominell årlig sannsynlighet for sørpeskred i kartleggingsområdet er mindre enn 1/5000.

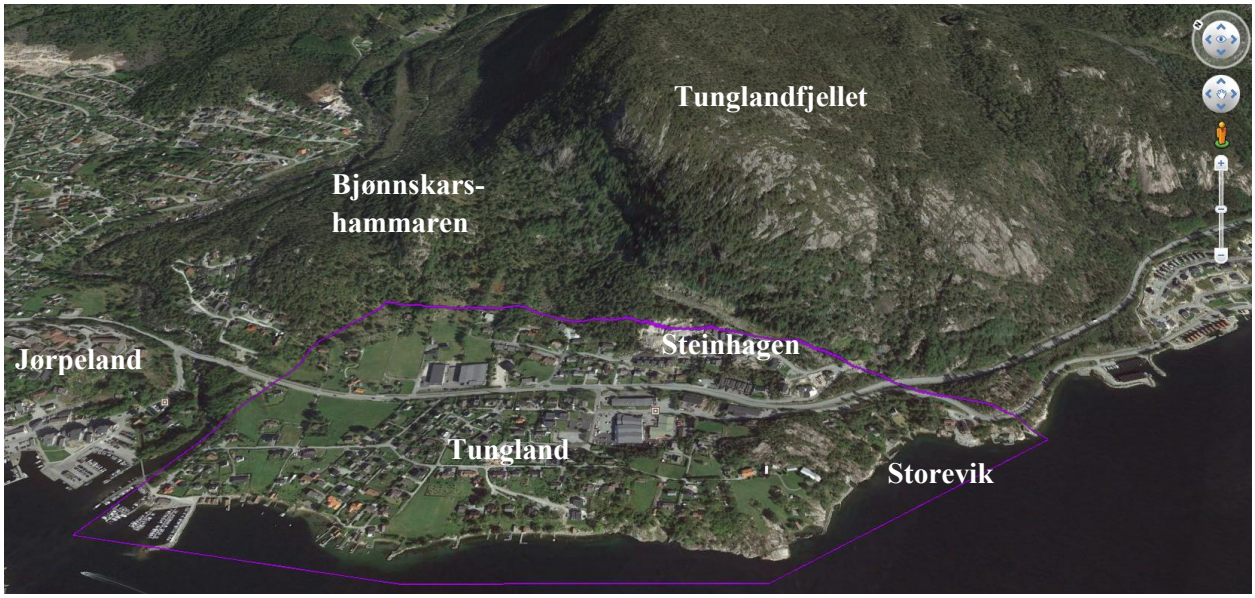
4.7.5.4 Jord- og flomskred

Det er definert aktsomhetsområde for jord- og flomskred sentralt i kartleggingsområdet og ved østre grense av kartleggingsområdet. Aktsomhetsområdene er i forlengelse av bekkeløp som drenerer fra

toppen av Barkafjellet og mot bratt terreng over kartleggingsområdet. Feltkartlegging til fots og med drone viser at det er grov ur i de områdene som er markert som potensielt fareområde for jord- og flomskred. Vann drenerer gjennom ura i disse områdene. Det er ikke observert andre områder med tydelig vannveg gjennom løsmasser i bratt terreng. Det er med dette ikke løsmasser, hydrogeologiske eller topografiske forhold tilstede for at jord- og flomskred skal kunne utløses. Det er ikke kartlagt områder som viser tegn til erosjon, og det er ikke kjent for Rambøll at det har skjedd jord- eller flomskredhendelser tidligere. Store deler av bratt terreng er vegetert, noe som bidrar til å binde opp eventuelle mindre, lokale områder med løsmasser. Basert på dette vurderes det at det er ingen aktuelle løsneområder for jord- og flomskred.

Det vurderes at nominell årlig sannsynlighet for jord- og flomskred i kartleggingsområdet er mindre enn 1/5000.

4.8 Område 8 – Tungland



Figur 30. Oversiktsfoto over kartleggingsområde 8 Tungland. Kilde: Google Earth.

Figur 30 viser oversiktsfoto av kartleggingsområdet Tungland. Området ligger sør for Jørpeland sentrum og består delvis av tett boligbebyggelse, en boligblokk, industriområde, spredt boligbebyggelse og jordbruksområde. Rv. 13 går gjennom området. Kartleggingsområdet går fra sjøkanten og opp til foten av Tunglandsfjellet i øst og foten av Bjønnskarshammaren i nordøst. Særlig i sørlig del av foten av Tunglandfjellet er det boliger nært bratt terreng. Det eksisterer to fangvoller mot steinsprang mellom øvre husrekke i Steinhagen og vertikal berghammer i foten av Tunglandfjellet. Disse er prosjektert av Multiconsult, se kapittel 2.5 og 8.4.2. Boligblokk og tomt til ny boligblokk ligger også i beskyttelse av vollen. Rambøll har betraktet vollene som en del av naturlig terreng. For bilder fra kartleggingsområdet se fotovedlegg 8A.
Aktsomhetskartene fra NVE viser at området potensielt kan være utsatt for snøskred og steinsprang fra Tunglandsfjellet og Bjønnskarshammaren. I tillegg havner et mindre område i øst innenfor aktsomhetsområde for jord- og flomskred som er definert i terrengsøkket over Storevik.

4.8.1 Topografi og grunnforhold

Helningskart for Tungland er vist i vedlegg 8B. Terrenget innenfor kartleggingsområdet er under 25°, med unntak av en kolle i sørlige del av kartleggingsområdet på vestsiden av Rv. 13 og skrenter mot sjøkanten. På helningskartet vises brattskrenter boligfeltet Steinhagen i sørlige del av kartleggingsområdet. Dette er sprengte bergskjæringer, og inngår ikke i denne vurderingen av skredfare fra naturlig terreng.

På vestsiden av kollen vest for Rv. 13 ligger boliger nært bratte skrenter, se figur 9 i vedlegg 8A. Det er naturlige bergskrenter av bart berg på 10-20 m høyde med helning på 30-60˚, og stedvis vertikale parti. Bergmassen er kompetent og lite oppsprukket. Bergarten er definert som porfyrisk granitt-granodioritt i berggrunnskart, se Figur 2. Det er ikke kartlagt gjennomsettende sprekkesystem som utgjør glideplan i kombinasjon med sprekkeplan som gir avløsning på sidene og i bakkant. Enkelte blokker framstår som avløst av tilfeldige sprekker. Det er ikke observert områder med stor løsmassemektighet, og det er ikke observert bekker eller tydelige vannveger i området. I bratte skråninger er det stedvis tynt vegetasjonsdekke, og det vokser spredt med lauvtrær nært kanter i bergskrentene.

Dronebilde av Tunglandsfjellet er vist i Figur 1 og 6 i vedlegg 8A. Bratt terreng over kartleggingsområdet i øst stiger fra ca. 50-80 moh. og opp til ca. 350 moh. Toppen av Tunglandsfjellet er på 388 moh. Fra foten av skråningen stiger terrenget med 30-60˚ helning. Nærmest øverste husrekke i Steinhagen er det i nedre del en vertikal bergvegg på 20-30 m høyde, se figur 6 i fotovedlegget. Topografien i skråningen opp til toppen av Tunglandsfjellet er ujevnt med hyller og avsatser. I det bratte terrenget er det bart berg og bergblotninger, se figur 4 i fotovedlegget. Bergmassen framstår som kompetent og definert som porfyrisk granitt-granodioritt i berggrunnskart, se Figur 2. I den bratteste delen av fjellsiden er det dominerende vertikal oppsprekking. Sprekkeplan er orientert slik at bergmasse avløses i bakkant og fører til avskallinger og kileformasjoner. Fra ca. 200 moh. lengst sør og fra ca. 290 lenger nord, er terrenget generelt under 25° og dominert av svaflater med ansamlinger av blokker. Det er stedvis tykke uravsetninger med variabel blokkstørrelse på hyller og avsatser terrenget, se Figur 5 i vedlegg 8A. På hyller og avsatser i fjellsiden vokser det lauvtrær og kratt. Vegetasjonen blir mer spredt over ca. 200 moh.

I terrenget over Storevik i sørligste del av kartleggingsområdet, sør for eksisterende boliger, går et terrengsøkk som stryker VSV-ØNØ. På topografisk kart er dette vist som en bekkedal. Det ble kartlagt til fots oppover terrenget, og det ble observert at det ligger grov ur i største delen av terrengsøkket. Stedvis er det partier med bart berg og svaflater. Vann dreneres gjennom ura, og bekkeløpet var dermed ikke synlig. Det vokser spredt med små lauvtrær og kratt.

Mellom Tunglandsfjellet og Bjønnskarhammaren er terrenget under 25°, men enkelte lokale skrenter på omtrent 10 m høyde. Over nordøstre del av kartleggingsområdet er det jevnt terreng med helning på 20-45˚ opp til foten av Bjønnskarshammaren, se Figur 2 i fotovedlegget. Det er ur i store deler av skråningen, og stedvis områder med gressbakke hvor det er spredt med blokker, se figur 3 i fotovedlegget. Videre oppover er det bergskrenter fra ca. 60 moh. og opp til 150. moh. I skråningen og i bergskrentene er det lauvskog, men stedvis er det åpne partier. Det er ikke registrert bekker eller tydelige vannveger i området.

Bekken i terrengsøkket over Storevik der det eneste registrerte bekkeløp. Det ble heller ikke observert andre tydelige tørrlagte vannveger i kartleggingsområdet.

4.8.2 Tidligere utredninger/kartlegginger

Se oversikt i Tabell 5. Multiconsult har vurdert skredfaren for nedre del av Tunglandfjellet. Vurdert område er boligfeltet Steinhagen, se Figur 30, som ligger innenfor nordøstre del av kartleggingsområdet Tungland. Kun nederste steile bergvegg ble vurdert, der fare for steinsprang ble vurdert å være større enn daværende krav i teknisk forskrift (Multiconsult, 2006). Det anbefalt å etablere fangvoll. Etter at fangvollen var etablert ble det vurdert at denne ga tilfredsstillende sikkerhet for byggetiltak i sikkerhetsklasse S1, S2 og S3 for det aktuelle området.

Multiconsult har også gjort en skredfarevurdering i området av Storevikhammeren, som ligger omtrent 250 m øst for kartleggingsområdet Tungland. Det ble fastsatt faresoner for steinsprang 1/1000 i terrenget over Rv. 13 og 1/5000 i et område på nedsiden av Rv. 13.

4.8.3 Skredhistorikk

Det er ingen registrerte skredhendelser i området ved Tungland i NVEs skreddatabase. Ved gjennomgang av annet grunnlagsmateriale er det ikke blitt kjent for Rambøll at det har vært skredhendelser i kartleggingsområdet.

Under befaringen ble det observert at det er nedfall i fangvollen som er etablert bak øvre husrekke i Steinhagen. Beboere i området var ikke kjent med at det har gått steinsprang i området, men kunne fortelle at de har observert at det har kommet nye blokker etter at vollen har blitt etablert.

4.8.4 Modeller og oppsett

Steinsprangmodellering med RAMMS Rocfall
Basert på observasjoner under feltarbeid, kartlegging med drone og skråningskart er det definert løsnepunkter fra berghammer i Bjønnskarhammaren (nord) og i fjellsiden av Tunglandfjellet (sør). Opp til 16 løsnepunkt er testet. Modellparametere som er benyttet er gitt i vedlegg 8D. Utvalgte resultater er også vist i vedlegget.

Resultat fra modellering fra Bjønnskarhammaren viser at blokker av størrelsesorden 0,2-1 m3 får utløpslengder som er i samsvar med området der det ble kartlagt i felt at urfoten går. Grensen av kartleggingsområdet går omtrent i samme område. Modellering med blokker på 10 m3 gir utløp innenfor kartleggingsområdet, og indikerer at blokker kan få utløp til området der eksisterende bolig er plassert.

For modellering av steinsprang fra fjellsiden av Tunglandsfjellet er det valgt løsneområder høyt i fjellsiden, da det i felt ble vurdert at dimensjonerende utløpslengder vil være steinsprang som løsner høyt oppe. Modellering med alle definerte blokkstørrelser gir utløpslengder som går over vollen og innenfor kartleggingsområdet. Minste blokkstørrelse viser at en betydelig andel av blokkene fanges på innsiden av vollen, men at enkelte utløp går videre og stopper på nivået til øverste husrekke. For blokkstørrelser på 1m3 fanges en god andel av blokkene innenfor vollen, men trenden viser at enkelte blokker kan få lange utløp som stopper på nivået der boligblokken er plassert. Modell med 10m3 store blokker viser at største andel av blokkene går over vollen. Trenden er at blokkene stopper tett inntil husrekkene nærmest Rv. 13, men enkelte utløp går ned til vegen.

Steinsprangmodellering med Rocfall 6.0
Det er utført steinsprangmodellering langs seks profiler, Profil A-G, se vedlegg 8D. Løsneområder er valgt i øverste berghamrer i fjellsiden, skrenter midt i fjellsiden og på toppkant av nederste skrenter i fjellsiden. Benyttede parameterverdier for profil A er gitt i tabell i vedlegg 8D. I tabellen er valg av parametere begrunnet i siste kolonne. Utvalgte resultater er vist vedlegg 8D.

Profil A, B, C og E skjærer eksisterende voll mellom bebyggelse og den bratte fjellsiden av Tunglandsfjellet. Utført modellering viser at en betydelig andel av blokker som løsner fra øverste løsneområde får utløp som går lenger enn vollen og treffer plasseringen av eksisterende boliger. Andelen blokker som går lenger enn vollen er størst for Profil A, B og C. Modelleringen viser at minst blokkstørrelse har størst sprettbevegelse og får lengst utløp. Langs profil A og B går største blokker over vollen, for andre profiler fanges store blokker.

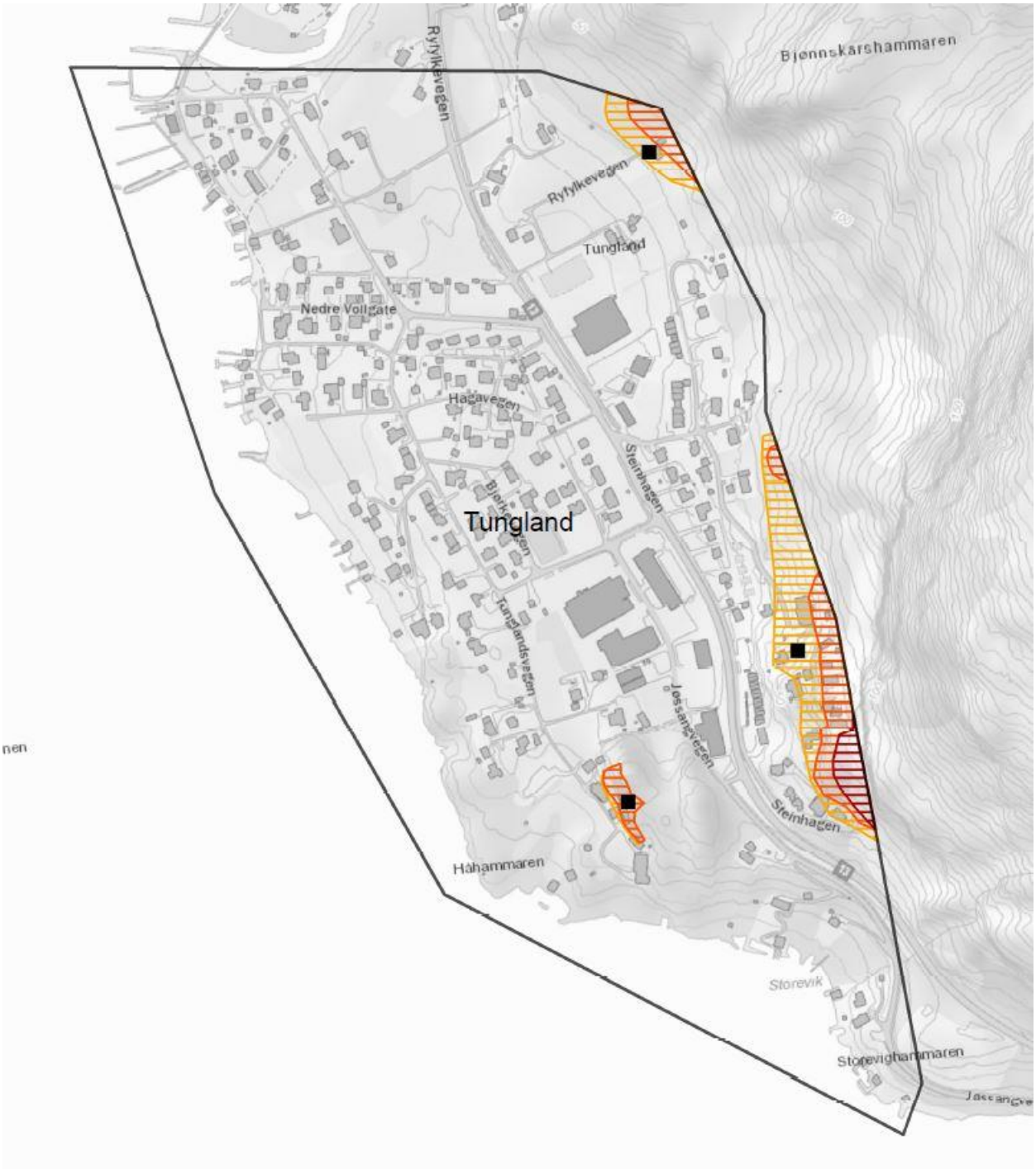
Modellering langs profil D viser at hoveddelen av utfall fra øverste berghamre vil stoppe på terrengflaten på omtrent kote 100-120. En liten andel av blokker med definert minste størrelse får utløp og sprettbevegelse over nederste terrengkant. Modellerte utløpslengder for blokker med utfall fra nederste berghammer og blokker fra overliggende terreng, får utløpslengder til nærmeste veg for alle definerte blokkstørrelser. En andel av blokker med minst størrelse får utløp som treffer plasseringen av eksisterende bolig.

Modellering langs profil F viser at det ikke er sannsynlig at blokker får utløpslengder innenfor kartleggingsområdet i dette området.

Modellering med løsneområde i Bjønnskarshammaren (Profil G) viser at det er sannsynlig at blokker kan få utløp innenfor kartleggingsområdet for alle definerte blokkstørrelser.

4.8.5 Skredfarevurdering

Feltregistreringer av betydning for skredfarevurderingene er gitt i vedlegg 8C. Figur 31 viser fastsatte faresonegrenser. Steinsprang er vurdert som dimensjonerende skredtype. Det er eksisterende boliger som havner innenfor fastsatte faresoner. Fem eneboliger havner innenfor faresone 1/1000. Bakveggen av eksisterende boligblokk ligger på grensen mellom faresone 1/1000 og 1/5000. Også fra skrenten nord for Storevik vurderes faresone 1/1000 å gå til veggene av boliger på gårdstun. Åtte eneboliger, enkelte garasjer og eksisterende boligblokk havner innenfor faresone 1/5000. Det er ikke eksiterende byggverk i det området der faresone 1/100 er fastsatt.



Figur 31. Faresoner for skred i bratt terreng i Tungland. Det henvises til Vedlegg 8E for tegnforklaring.

4.8.5.1 Steinsprang og steinskred

Storevik (sørligste del av kartleggingsområdet)
Sørligste del av kartleggingsområdet ligger over Storevik og på nedsiden av Rv. 13. Storvikhammaren ligger mellom riksveg 13 og kartleggingsområdet. I felt ble det observert at berghamrene over Rv. 13 i dette området er svaflater med kompetent bergmasse. Dette gjelder også berghammere over terrengsøkket som går nordøst-sørvest. Steinsprang fra berghamrene over dette området vurderes derfor som lite

sannsynlig. Flyfoto fra 1973 viser at dagens Rv. 13 går omtrent langs urfot. Eventuelt smått nedfall som settes i bevegelse av rotvelt, vurderes at får korte utløp og vil ikke gå over vegen. I terrengsøkket er det grov ur, som vil bidra til å fange nedfall, se figur 4 i fotovedlegget. Det vurderes med dette å ikke være fare for steinsprang innenfor kartleggingsområdet ovenfor Storevik. Multiconsult har utført en skredfarevurdering for regulering av Storevikhammeren, der det ble satt faresoner for 1/1000 og 1/5000. Faresonene definert av Multiconsult ligger utenfor kartleggingsområdet, og er altså i samsvar med Rambøll sin vurdering av faren for steinsprang i dette området.

Tunglandsfjellet (midt-østre del av kartleggingsområdet)
Kartlegging med drone i fjellsiden av Tunglandfjellet viser at bergmassen i berghamrene er oppsprukket, og sprekkeplan fører til at bergmasse avløses. Rotsprenging, rotvelt og tine-fryse-prosesser er faktorer som vil bidra til videre avløsning og utfall av bergmasse. Dronebilder viser at det generelt ligger mye løst materiale med dominerende blokkstørrelser fra håndstykke til 0,2 m^3 på hyller i fjellsiden av Tunglandsfjellet. Materialet vurderes å være bergmasse som har forvitret på stedet og steinsprangblokker. Det er ikke kjent for Rambøll at det har vært steinspranghendelser med lange utløp etter at vollen ble etablert, men det er registrert nedfall innenfor vollen som kan være steinsprangblokker som har kommet i nyere tid, se Figur 7 i fotovedlegget. På bakgrunn av dette vurderes hele fjellsiden å være et aktivt løsneområde for steinsprang. Øverste berghammere som vurderes som sannsynlig løsneområde ligger på omtrent 200 moh. over Steinhagen, og fra omtrent 200 til 320 moh. nordover. Fra de nederste berghamrene vurderes sannsynlig løsneområde for steinsprang opp til omtrent 90 moh. til 140 moh.

Topografien i fjellsiden er ujevn, med flere hyller og kanter. Vegetasjon og urmaterialer på hyller forventes å ha noe dempende effekt på nye steinsprang av små størrelser. Samtidig fører ujevn topografi til at sannsynligheten øker for at nedfall får betydelig sprett og lange utløp dersom nedfall treffer uheldig til på hyller og kanter. Kartleggingsområdet ligger tett inntil fjellsiden, og er i dag tett bebygd. Da utløpsområdet er bebygd, er det ikke mulig å finne sikre observasjoner på nyere steinsprangblokker eller spor etter slike. Flyfoto fra 1973 viser at det ligger store blokker og ur omtrent der dagens voll over øverste husrekke er plassert, men er ikke tydelig nok til å se utstrekningen av ura og om det ligger blokker som kan være steinsprangblokker nedover skråningen mot Rv. 13.

Det er utført steinsprangmodellering. I området over 360-grader svingen av Steinhagen er det satt løsneområde opp til kote 200. Resultatet indikerer at blokker med stor sannsynlighet vil stoppe på platået i fjellsiden på omtrent 110 moh, og får altså ikke utløp til kartleggingsområdet. Enkelte modellerte blokker får utløp over den nederste berghammeren og ned mot kartleggingsområdet. Basert inntrykk i felt, kartlegging med drone og resultat av modelleringen vurderes det at nominell årlig sannsynlighet for steinsprang fra øverste berghammere som får utløp mot kartleggingsområdet er større enn 1/5000 og mindre enn 1/1000. Over det planerte området i svingen er det en kort voll nært foten av nederste berghammer. Blokker som går mot kartleggingsområdet treffer bakken på utsiden av vollen stopper på det planerte området. Enkelte blokker får utløp over vegen og treffer området der eksisterende bolig er plassert. Det vurderes at vollen vil fange nedfall fra nederste berghammer.

I berghammeren mot til 90 moh. vest for det planerte området, er det registrert avløst bergmasse, og årlig nominell sannsynlighet for steinsprang vurderes å være større enn 1/100. Sannsynlig utløpsområde mot vegen, hvor det ligger grov ur. Ura vil bidra til å fange nedfall, men det kan ikke utelukkes at nedfall som treffer på toppkant av urblokkene kan få utfall ned til vegen. Modelleringsresultatene er i samsvar med denne vurderingen. I tillegg vurderes det at årlig nominell sannsynlighet for steinsprang fra berghammere i høyere områder er større enn 1/5000, og fallbane til disse kan i følge modelleringen gå så langt ut at de treffer vegen. Siden vegen er flat vil steinsprang raskt miste energi, det vurderes som sannsynlig at steinsprang kan ha så stor rotasjonsenergi at de får utløp inn på vegen. I tillegg kan store blokker

fragmenteres i mindre deler, noe som kan gi lange utløp på små blokker. Basert de dette er det definert faresoner for 1/100, 1/1000 og 1/5000 i dette området.

I området videre nordover, over øverste husrekke i Steinhagen, er skredfaren tidligere utredet av Multiconsult, og det er etablert en fangvoll mot steinsprang. Tidligere vurdering gjelder kun fare for steinsprang fra nederste berghammer omtrent til 90 moh., og ved prosjektering av vollen er det ikke tatt hensyn til eventuelle steinsprang som løsner høyere enn dette. Rambøll vurderer at det er sannsynlige løsneområder opp til 200 moh. til 320 moh. Rambøll har utført modelleringer med løsnepunkt i øverste vurderte løsneområder, og vollen er tatt med i terrengmodellen. Modelleringen viser at det ujevne terrenget i fjellsiden gir blokker betydelig sprettbevegelse, og en stor andel blir ikke fanget av vollen. Steinsprang fra nederste berghammer fanges i vollen, og er i samsvar med Multiconsult sin vurdering. Rambøll vurderer at fjellsiden er et aktivt løsneområde og i felt var inntrykket at steinsprang fra øverste løsneområder kan gå over vollen. Modelleringsresultatene støtter denne vurderingen. Modelleringen tolkes og indikerer at det er sannsynlig at steinsprang kan gå ned til nivået der det er etablert en byggegrop på siden av eksisterende boligblokk, se Figur 8 i vedlegge 8A. Modelleringen i RAMMS gir enkelte utløp ned til nivået av Rv. 13. Ingen modeller i Rocfall med realistiske input data gir så lange utløp. Resultatene fra simuleringen fra Rocfall er mer i samsvar med inntrykk fra felt, og er derfor lagt vekt på ved fastsettelse av faresoner. Basert på observasjoner i felt, kartlegging med drone og gamle flybilder fra området før det ble tett bebygd, sammen med resultat fra utført steinsprangsimulering, vurderes det som sannsynlig at steinsprang kan få utløp innenfor kartleggingsområdet på Tungland. Det er fastsatt faresone 1/1000 og 1/5000 innenfor kartleggingsområdet. Faresone 1/100 vurderes å være på innsiden av vollen, som går utenfor kartleggingsområdet, og er ikke fastsatt. Fastsatte faresoner tar også hensyn til faren for steinsprang fra lokale berghammere innfor kartleggingsområdet.

Nord for vollen bøyer fjellsiden gradvis av mot nordøst, og avstanden mellom løsneområde og kartleggingsområdet øker. Samtidig har terrenget i utløpsområdet slak helning i dette området, og det er grov ur og tett skog som bidrar til å fange nedfall. På bakgrunn av dette er der vurdert at faresoner for skred gradvis går ut av kartleggingsområdet. Resultat av utført steinsprangmodellering støtter denne vurderingen.

Bjønnskarshammaren (nordligste del av kartleggingsområdet)
Bergmassen i Bjønnskarhammaren er kompetent og middels oppsprukket. Sprekkeplan er orientert slik at bergmasse avløses. Det ble ikke observert områder som vurderes å utgjøre en umiddelbar fare for steinsprang, men det kan ikke utelukkes at fryse-tine prosesser over lang tid kan føre til utfall. Det ble registrert ferskt utfall omtrent 10 meter ut fra foten av berghammeren, men løsneområdet til denne var ikke synlig. Bjønnskarhammeren vurderes med dette som sannsynlig løsneområde for steinsprang. I utløpsområdet er det godt vegetert grov ur, og spredt med blokker uten vegetasjon som stikker opp. Fra berghammeren og ned til eksisterende ur er det åpning i en ellers tett skog. Det ligger oppstikkende blokker helt ned til boligen. Enkelte blokker er kvadratiske og kantete, og det vurderes at det er sannsynlig at disse er steinsprangblokker.

Modellering av steinsprang fra Bjønnskarhammaren gir et resultat som tolkes til at blokker kan få utløp til foten av skråningen og stopper i området der eksisterende bolig er plassert.

Basert på observasjoner og inntrykk i felt, studie av gamle flyfoto og steinsprangmodellering, vurderes det at årlig nominell sannsynlighet for steinsprang er større enn 1/1000 innenfor kartleggingsområdet under Bjønnskarhammeren. Faresone 1/1000 og 1/5000 er fastsatt. Faresone 1/100 vurderes å gå utenfor kartleggingsområdet. Under lokale berghammere like sørøst for Bjønnskarhammeren er det et flatt platå. Steinsprang vurderes her å ha liten energi på grunn av lav fallhøyde. Det vurderes at det ikke er

sannsynlig med utløp som går over platået og ned til kartleggingsområdet. Faresoner vurderes derfor til å gradvis gå ut av kartleggingsområdet mot dette området.

Kolle i sørvestre del av kartleggingsområdet
Innenfor kartleggingsområdet nord for Storevik er det en kolle med bratte skrenter på 10-20 m høyde. Skrenter på østsiden er bergskjæringer langs veg, og er ikke vurdert. Skrenter på vestsiden er naturlige berghammere. Bergmassen er kompetent og lite oppsprukket. Det ble observert objekt som framstår som avløst av overflateparallell oppsprekking. Det vurderes å ikke være umiddelbar fare for steinsprang, men med fryse-tine prosesser og rotsprenging over lang tid, vurderes det som sannsynlig at steinsprang kan forekomme. Da steinsprangaktiviteten i berghammeren vurderes som liten, vurderes nominell årlig sannsynlighet for steinsprang å være mindre enn 1/100, men større enn 1/1000. Det er fastsatt faresone 1/1000 og 1/5000 i området.

4.8.5.2 Snøskred

Det er ingen områder innenfor kartleggingsområdet som har bratt nok terrenghelning og topografi som utgjør et potensielt løsneområde for snøskred. Fjellsiden mot Tunglandsfjellet er for bratt til at det kan akkumuleres snø. Øvre del av Tunglandsfjellet er generelt under 25˚, med unntak av lave lokale skrenter. Topografien over kartleggingsområdet er ujevn, og områdene vurderes å være enten for bratte eller for slake til å være potensielle løsneområder for snøskred som kan få utløpt til kartleggingsområdet. Skog er en faktor som bidra ytterligere til å redusere faren for snøskred, men skogen vurderes å ikke ha avgjørende betydning for snøskredfaren innenfor kartleggingsområdet.

Det vurderes at nominell årlig sannsynlighet for snøskred i kartleggingsområdet er mindre enn 1/5000.

4.8.5.3 Sørpeskred

Det er ikke registrert sørpeskredhendelser innenfor eller i umiddelbar nærhet av kartleggingsområdet. Maksimal observert snødybde og forventede ekstremverdier for vinternedbør er lav i disse lavereliggende kystnære områdene (Tabell 2, Tabell 3, Tabell 4). Terrengsøkket som går opp fra Storevik og over sørligste del av kartleggingsområdet er eneste sted i kartleggingsområdet hvor det er registrert bekk og der topografien tilsier at dette er et potensielt løsneområde for sørpeskred. I store deler av terrengsøkket er det urmateriale, og kartlegging i området viste at bekken går under ura. På grunn av at bekken drenerer gjennom ura, vurderes det å ikke være potensiale for at det skal oppstå en situasjon der snø mettes med vann og utløses som sørpeskred. Det er ingen andre terrengsøkk eller myrområder der snø kan akkumuleres, mettes med vann og utløses som sørpeskred med utløp mot kartleggingsområdet. I tillegg er det generelt mye urmaterialer og vegetasjon i bratt terreng over kartleggingsområdet, noe som motvirker muligheten for at sørpeskred kan utløses.

Det vurderes at nominell årlig sannsynlighet for sørpeskred i kartleggingsområdet er mindre enn 1/5000.

4.8.5.4 Jord- og flomskred

Det er definert aktsomhetsområde for jord- og flomskred langs bekken som går oppover terrengsøkket fra Storevik og over sørligste del av kartleggingsområdet. På løsmassekart fra NGU er det definert bart berg, stedvis tynt dekke. Kartlegging i felt bekrefter dette, da det ble observert grov ur og bergblotninger oppover terrengsøkket. Bekken drenerer gjennom ura. Det er med dette ikke løsmasser eller hydrogeologiske forhold tilstede for at jord- og flomskred er sannsynlig. Det er ingen andre bekker eller

terrengformasjoner som er tydelige vannveger mot eller innenfor kartleggingsområdet. I tillegg er det ikke observert områder med betydelige mengder løsmasser eller spor etter erosjon. Bratt terreng er vegetert, noe som bidrar til å binde opp eventuelle lokale områder med løsmasser. Basert på feltkartleggingen vurderes det at det er ingen områder som er potensielle løsneområder for jord- og flomskred.

Det vurderes at nominell årlig sannsynlighet for jord- og flomskred i kartleggingsområdet er mindre enn 1/5000.

5. Referanser

Ashayer. (2007). *Application of rigid body impact mechanics and discrete element modeling torockfall simulation* . PhD-thesis, Graduate Department of Civil Engineering, University of Toronto.

Multiconsult. (2006). *Tungland, Jørpeland - Rasfarevurdering / Notat, ref. 212524/ør per 4. des. 2006.*

Multiconsult. (2008). *Boligfelt Tungland, Jørpeland. - Rassikring. / Brev, ref. 212947/ør per 11. juni 2008.*

Multiconsult. (2008). *Tomt Barka, Jørpeland. Rasfarevurdering. Ref. 213705/ør, per 10. mars 2008.*

Multiconsult. (2008). *Tomta Barka, Jørpeland. Rasfarevurdering. Vurdering av behov for tiltak langs adkomstveg. Brev ref. 213705/ør, per 12. juni 2008* .

Multiconsult. (2009). *Reguleringsplan barnehage, Tau. Rasfarevurdering. Brev ref. 214225/smh, per 16. januar 2009, Sandnes.*

Multiconsult. (2015). *Storevikhammeren. Skredfarevurdering. Ref. 217629-RIGberg-NOT-001_rev00 per 26. mars 2015.*

NGU. (2006). *Grus og pukk database*. Hentet Oktober 2017 fra http://geo.ngu.no/kart/grus_pukk/

NGU. (2017). *Berggrunn - Nasjonal berggrunnsdatabase*. Hentet fra Kartinnsyn: http://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/

NGU. (2017). *Nasjonal løsmassedatabase*. Hentet 2017 fra http://geo.ngu.no/kart/losmasse/

Norsk Klimaservicesenter. (2017). *Klimaprofil Rogaland*. Hentet 2017 fra https://cms.met.no/site/2/klimaservicesenteret/klimaprofiler/klimaprofil-rogaland/_attachment/12037?_ts=15d9d3cf21c

NVE. (2006). *Tiltak i vassdrag- Erosjonssikring mot Døvigåna, ovenfor vegbrua. Detaljplan.* Intern rapport.

NVE. (2006b). *Erosjonssikring mot Døvigåna, nedenfor vegbru. Detaljplan. Plandato 15.08.2006. Tiltaksnr. 9496.* .

NVE. (2008). *Referat ferdigbefaring. Erosjonssikring mot Døvigåna. 15.2.2008.*

NVE. (2014). *Sikkerhet mot skred i bratt terreng. Kartlegging av skredfare i arealplanlegging og byggesak. NVE Veileder 8/2014.* http://publikasjoner.nve.no/veileder/2014/veileder2014_08.pdf.

NVE. (2015). *FAKTA 3-2015 Hvordan ta hensyn til klimaendringer i arealplanleggingen.* Norges vassdrags- og energidirektorat.

Stevens. (1998). *Rocfall: A tool for probabilistic analysis, design of remedial measures and prediction of rockfalls.* PhD-thesis, Graduate Department of Civil Engineering, University of Toronto.

Strandbuen. (2017, September 15). Hentet November 3, 2017 fra http://strandbuen.no/

Vedleggsliste

Vedlegg 1A: Døviga Fotovedlegg
Vedlegg 1B: Døviga Helningskart
Vedlegg 1C: Døviga Registreringskart
Vedlegg 1D: Døviga Modelleringskart og modellresultater
Vedlegg 1E: Døviga Faresonekart
Vedlegg 2A: Diket Fotovedlegg
Vedlegg 2B: Diket Helningskart
Vedlegg 2C: Diket Registreringskart
Vedlegg 2D: Diket Modelleringskart og modellresultater
Vedlegg 2E: Diket Faresonekart
Vedlegg 3A: Kjølevik Fotovedlegg
Vedlegg 3B: Kjølevik Helningskart
Vedlegg 3C: Kjølevik Registreringskart
Vedlegg 3D: Kjølevik Modelleringskart og modellresultater
Vedlegg 3E: Kjølevik Faresonekart
Vedlegg 4A: Tauvågen Fotovedlegg
Vedlegg 4B: Tauvågen Helningskart
Vedlegg 4C: Tauvågen Registreringskart
Vedlegg 4D: Tauvågen Modelleringskart og modellresultater
Vedlegg 4E: Tauvågen Faresonekart
Vedlegg 5A: Kvam Fotovedlegg
Vedlegg 5B: Kvam Helningskart
Vedlegg 5C: Kvam Registreringskart
Vedlegg 5D: Kvam Modelleringskart og modellresultater
Vedlegg 5E: Kvam Faresonekart
Vedlegg 6A: Heiabakkane Fotovedlegg
Vedlegg 6B: Heiabakkane Helningskart
Vedlegg 6C: Heiabakkane Registreringskart
Vedlegg 6D: Heiabakkane Modelleringskart og modellresultater
Vedlegg 6E: Heiabakkane Faresonekart
Vedlegg 7A: Barka Brekka Fotovedlegg
Vedlegg 7B: Barka Brekka Helningskart
Vedlegg 7C: Barka Brekka Registreringskart
Vedlegg 7D: Barka Brekka Modelleringskart og modellresultater
Vedlegg 7E: Barka Brekka Faresonekart
Vedlegg 8A: Tungland Fotovedlegg
Vedlegg 8B: Tungland Helningskart
Vedlegg 8C: Tungland Registreringskart
Vedlegg 8D: Tungland Modelleringskart og modellresultater
Vedlegg 8E: Tungland Faresonekart
Vedlegg 9: Tabell registreringer fra utført kartlegging

VEDLEGG 1A Fotovedlegg
Delområde: Døviga

Dato 2017/11/27

Rambøll
Sjøhagen 6
Pb 3063
N-4095 Stavanger

T +47 97 42 80 00
www.ramboll.no

Figur 1: Oversiktsbilde Døviga

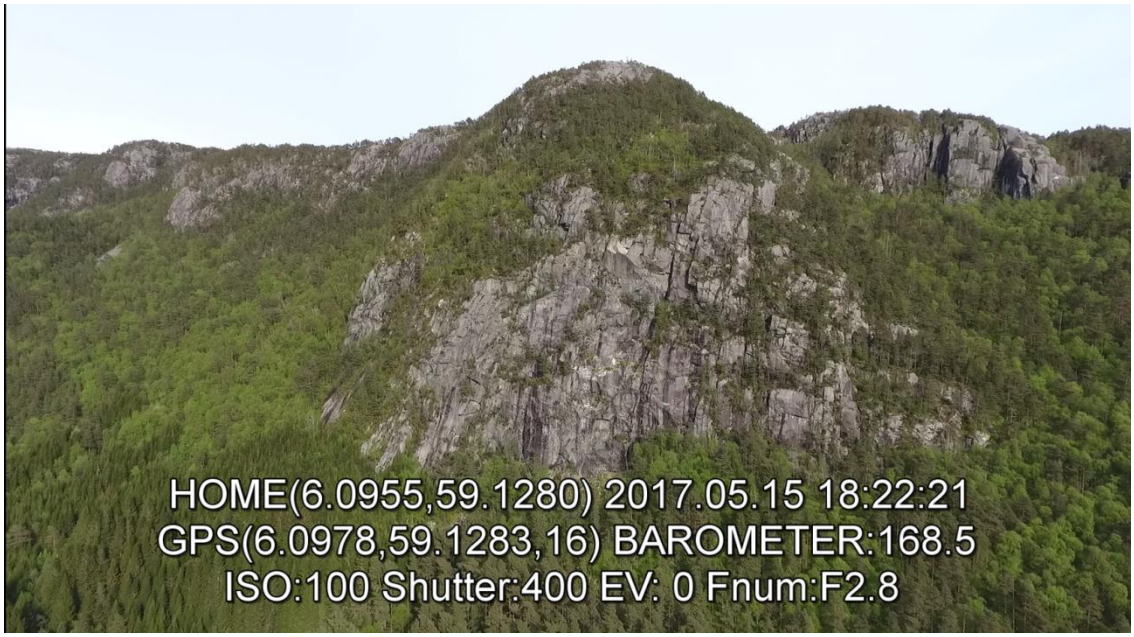
Figur 2:Døvighammeren

Figur 3:Døvighammeren

Figur 4: Berghammer nordøst for analyseområdet. Bildet er tatt fra kartlegging med drone.

Rambøll Norge AS
NO 915 251 293 MVA

Figur 5:Knuten



Figur 6: Knuten

Figur 7: Antatt tidligere steinsprangblokk

Figur 8: Sår etter gammel utglidning i morenemasser

Figur 9: Løsmasser langs skogsveg mellom Døvikåna og Paddevassåna

Rambøll Norge AS
NO 915 251 293 MVA

Døvigvågen

Døviga

Døvinga Nord

Tegnforklaring

Skråningsgradient

- 0 - 25
- 25 - 30
- 30 - 45
- 45 - 60
- 60 - 88,109
- Kartleggingsområde

N

0 25 50 100 Meters

Døvigvågen

Døviga

Trafo

Åsen

Døvinga Sør

Tegnforklaring

Skråningsgradient

- 0 - 25
- 25 - 30
- 30 - 45
- 45 - 60
- 60 - 88,109
- Kartleggingsområde

N

0 45 90 180 Meters

Døviga

Tegnforklaring

- Skredhendelser_Rambøll
- Skredhendeler_NVE_Kartleggingsområder
- Utglidning_skredspor
- Renne
- GPS Veipunkter_Døvika_Diket_Tauvågen
- Blokk gammel
- Blokk ferskt nedfall
- Generell Observasjon
- Urfot
- Erosjonskant flom
- Område med tykk morene
- Vann
- Eksisterende sikringstiltak - Linje
- Kartleggingsområde
- DRONE Tracklog
- GPS Tracklog
- Løsneområde steinsprang
- Løsneområde_Sørpeskred
- Løsneområde_Jord_og_flomskred

1:5 000

N

RAMMS Rocfall

Parameter	Verdi	Kommentar/begrunnelse
Friksjon	Overall type: Medium	Kan brukes på delvis vegetert ur med delvis tykke morenemasser. Kartlegging i felt viser variasjoner av dissematerialene under definerte løsnområder.
Skog (Forest/Moor)	Skog.shp: Medium forest (35 m2/ha)	Valgt basert på foto fra feltarbeid, dronekartlegging og ortofoto.
Blokk (Rock)	Rock Density: 2700.00 kg/m3 Rock Volume: 0.2 m^3, 1 m^3, 8 m^3 Rock Form: Flat_1.5	Valgt basert registrerte blokkstørrelser, foto fra feltarbeid, dronekartlegging og ortofoto.

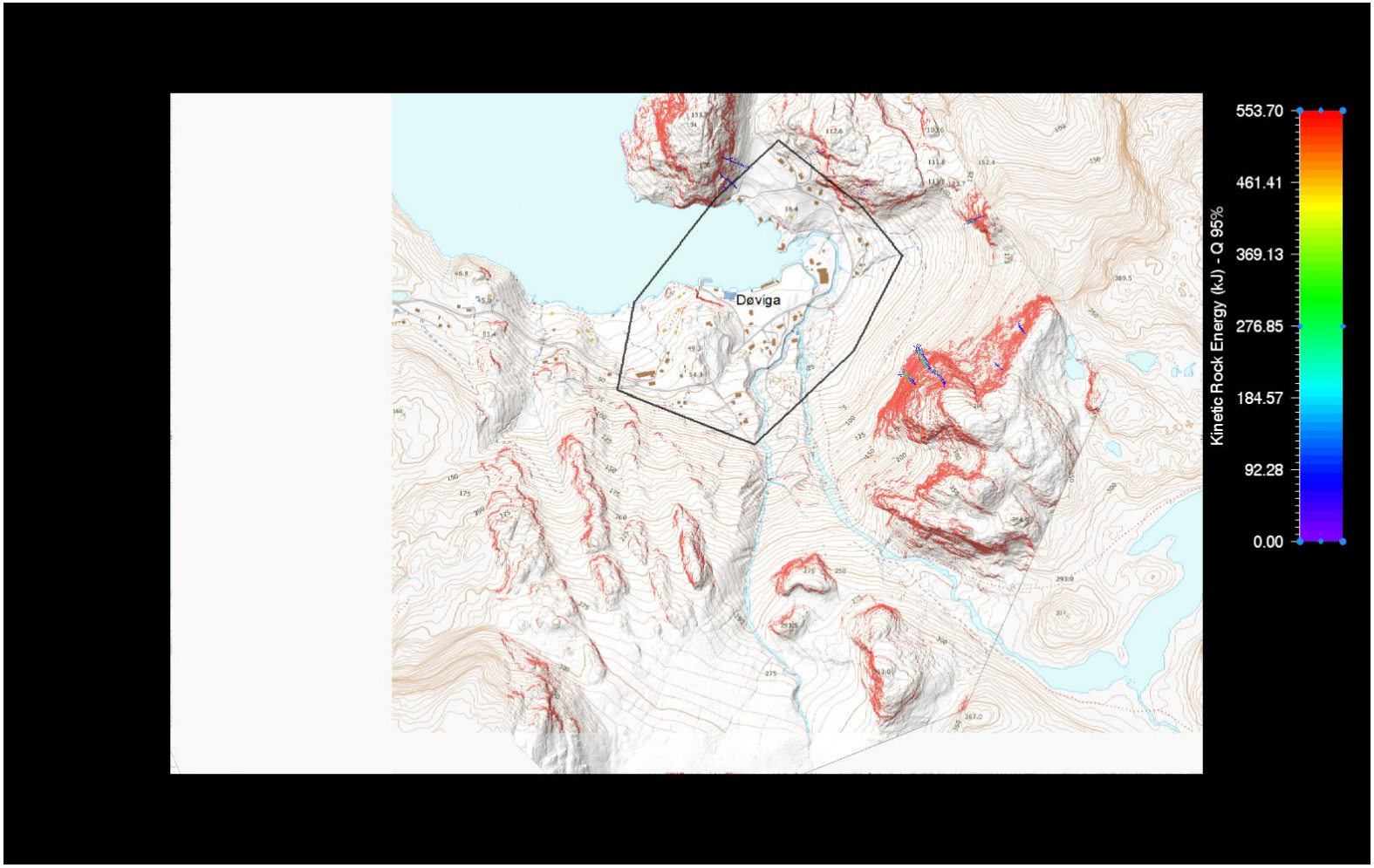
Dato 2017/11/27

Rambøll
Sjøhagen 6
Pb 3063
N-4095 Stavanger

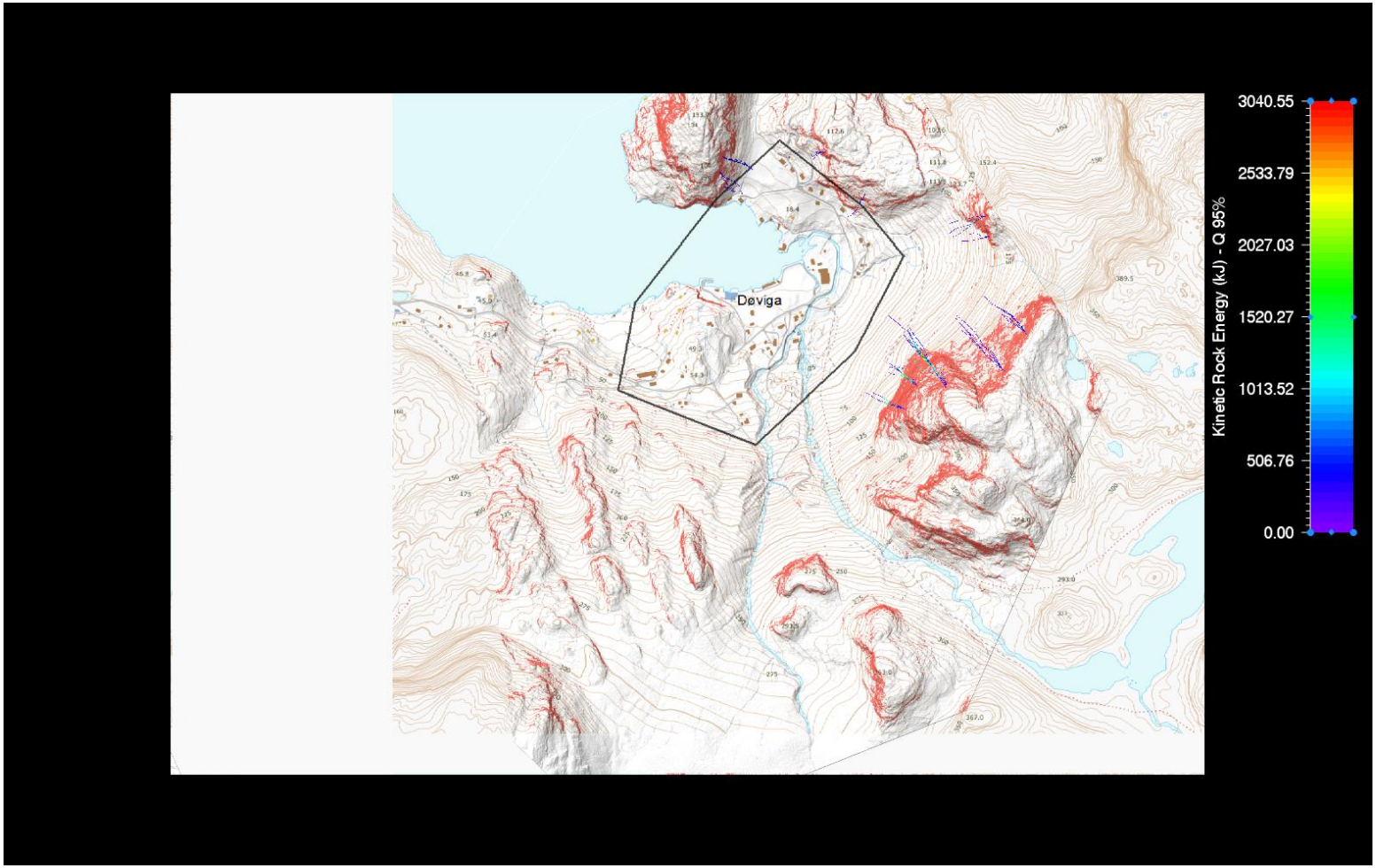
T +47 97 42 80 00
www.ramboll.no

Rambøll Norge AS
NO 915 251 293 MVA

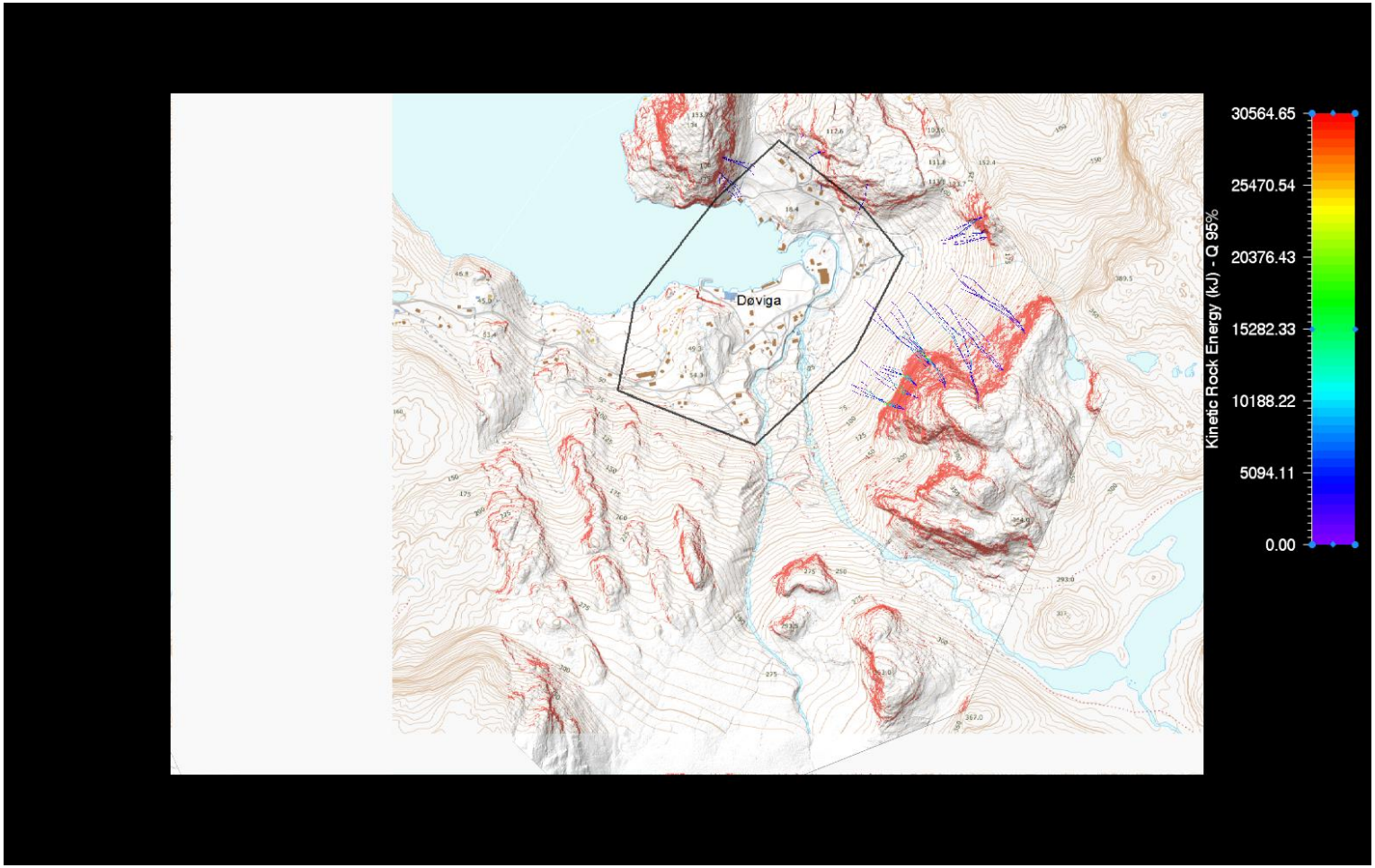
Modell: Døviga_Rockfall_0.2m3_skog_medium_map



Modell: Døviga_Rockfall_1m3_skog_medium_map



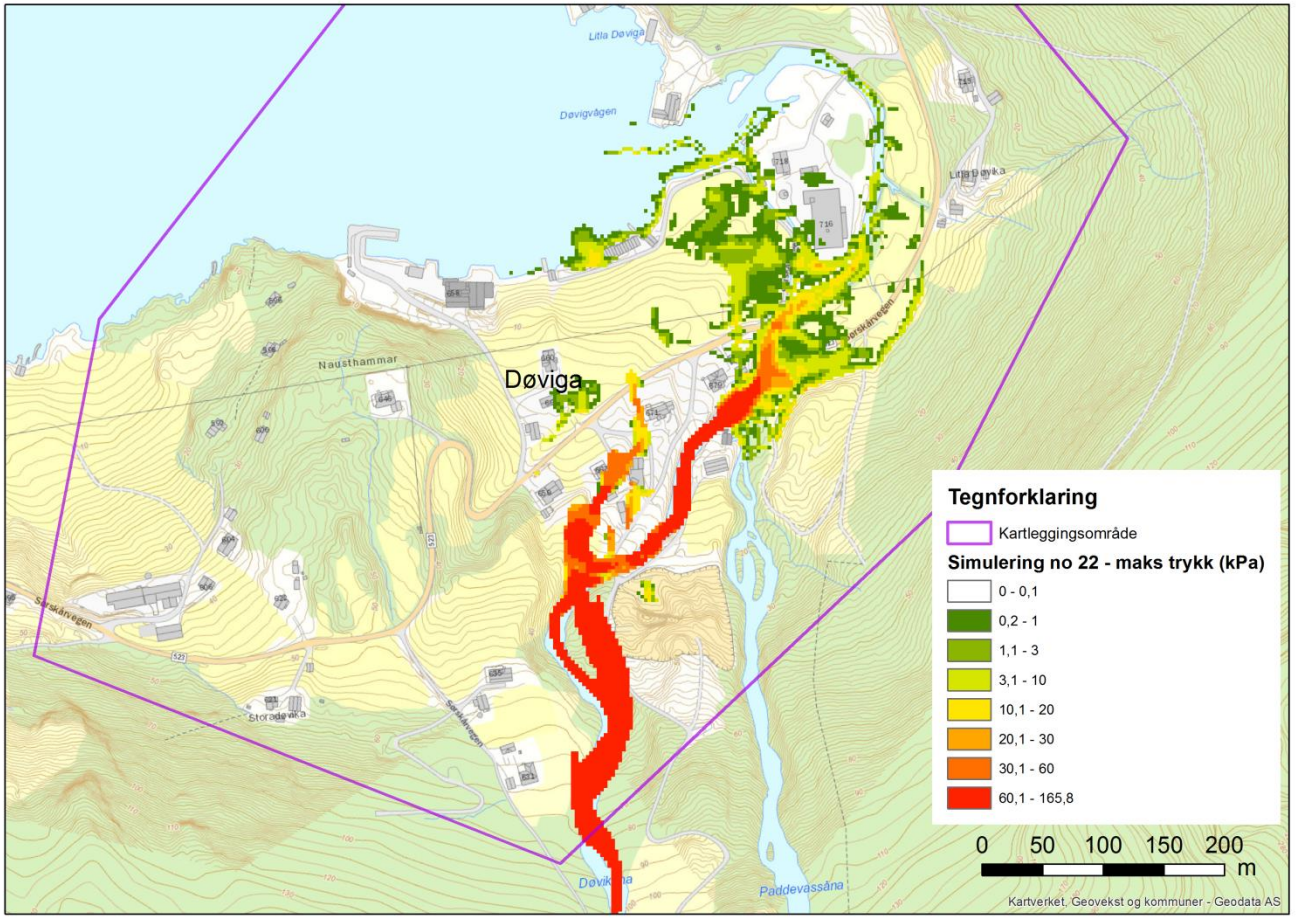
Modell: Døviga_Rockfall_8m3_skog_medium_map



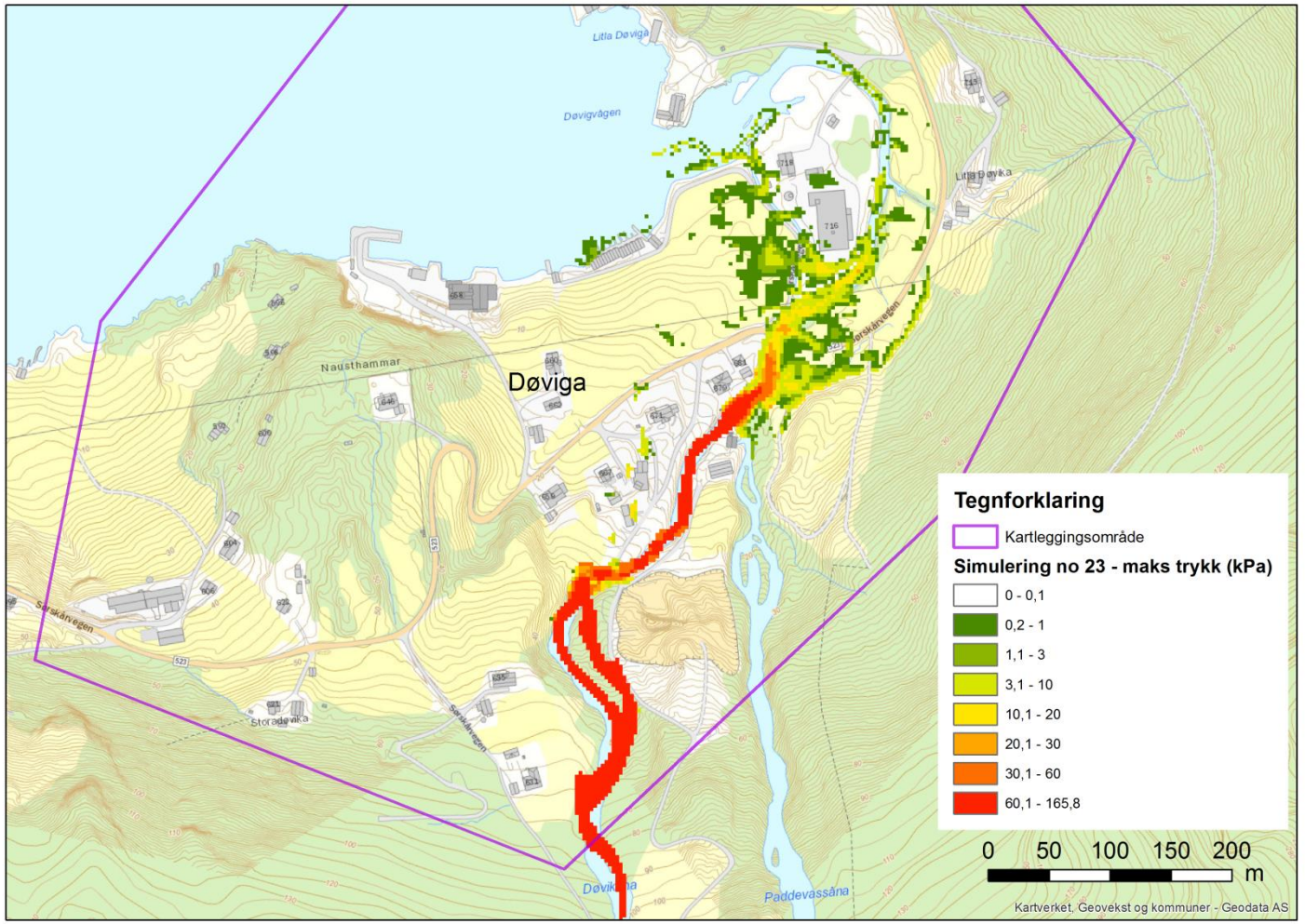
RAMMS Debris flow

Sim. no	Skredtype	Scenario (re-turperiode)	Maks Q (m^3s^{-1})*	ξ (ms^{-2})	μ	Hastighet (ms^{-1})	Tetthet (kgm^{-3})	Volum (m^3)
24	Flom/flomskred	100	18	4000	0,05	8	2000	15.000
23	Flom/flomskred	1000	30	4000	0,05	8	2000	25.000
22	Flom/flomskred	5000	50	4000	0,05	8	2000	35.000
25	Sørpeskred	1000	25	4000	0,05	8	750	1500
26	Sørpeskred	5000	30	4000	0,05	8	750	2000

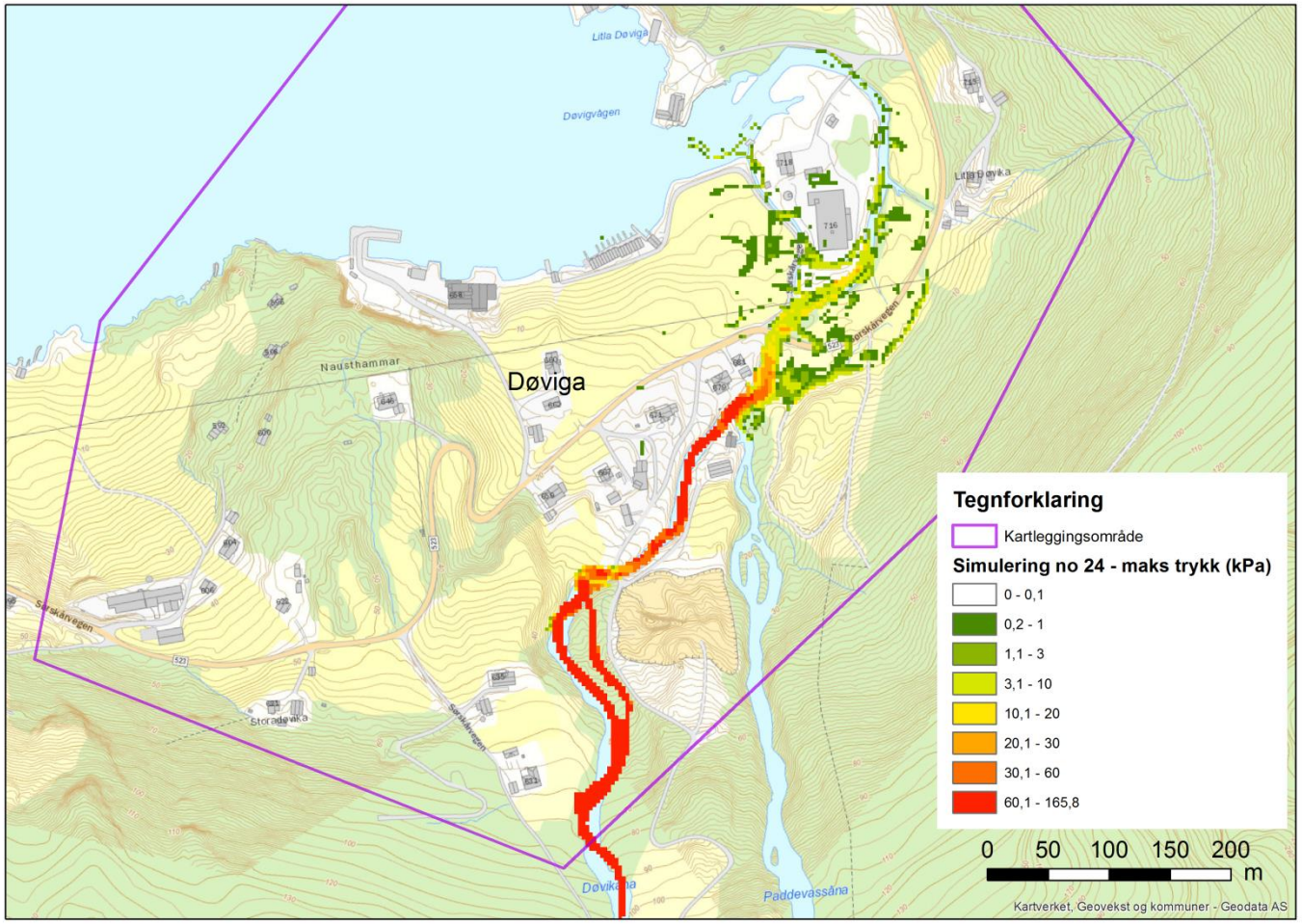
Modell: RAMMS_DF_sim22



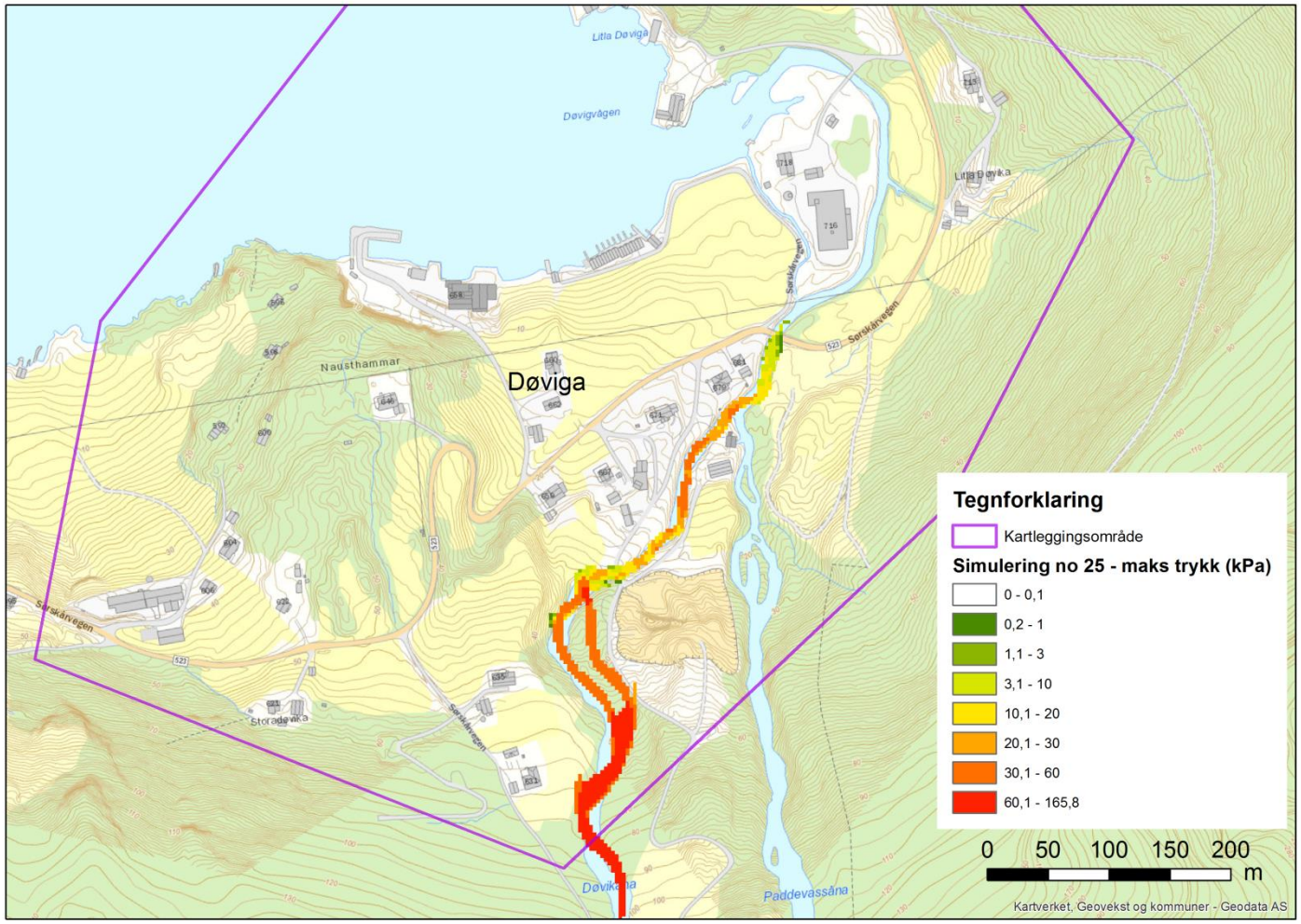
Modell: RAMMS_DF_sim23



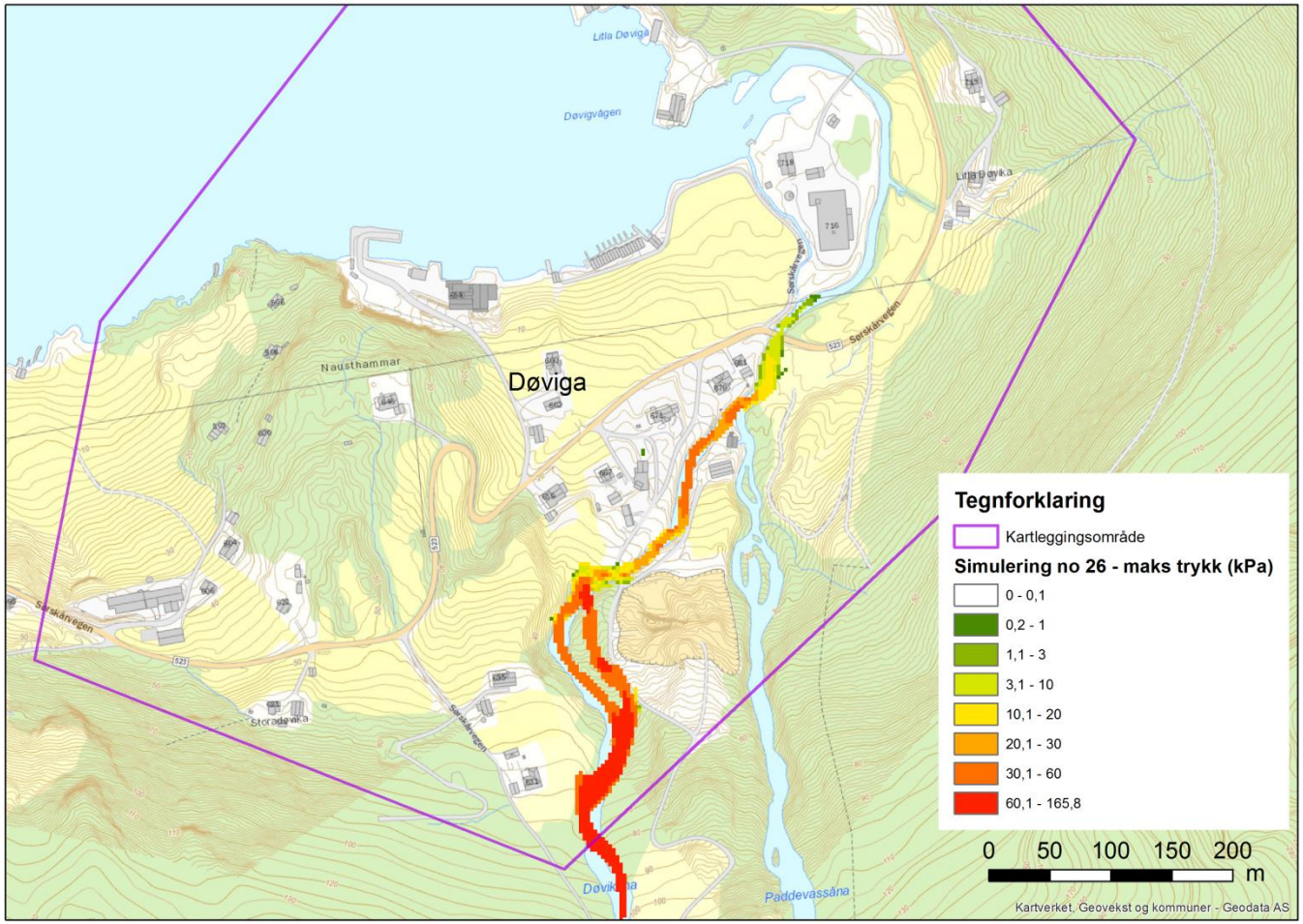
Modell: RAMMS_DF_sim24



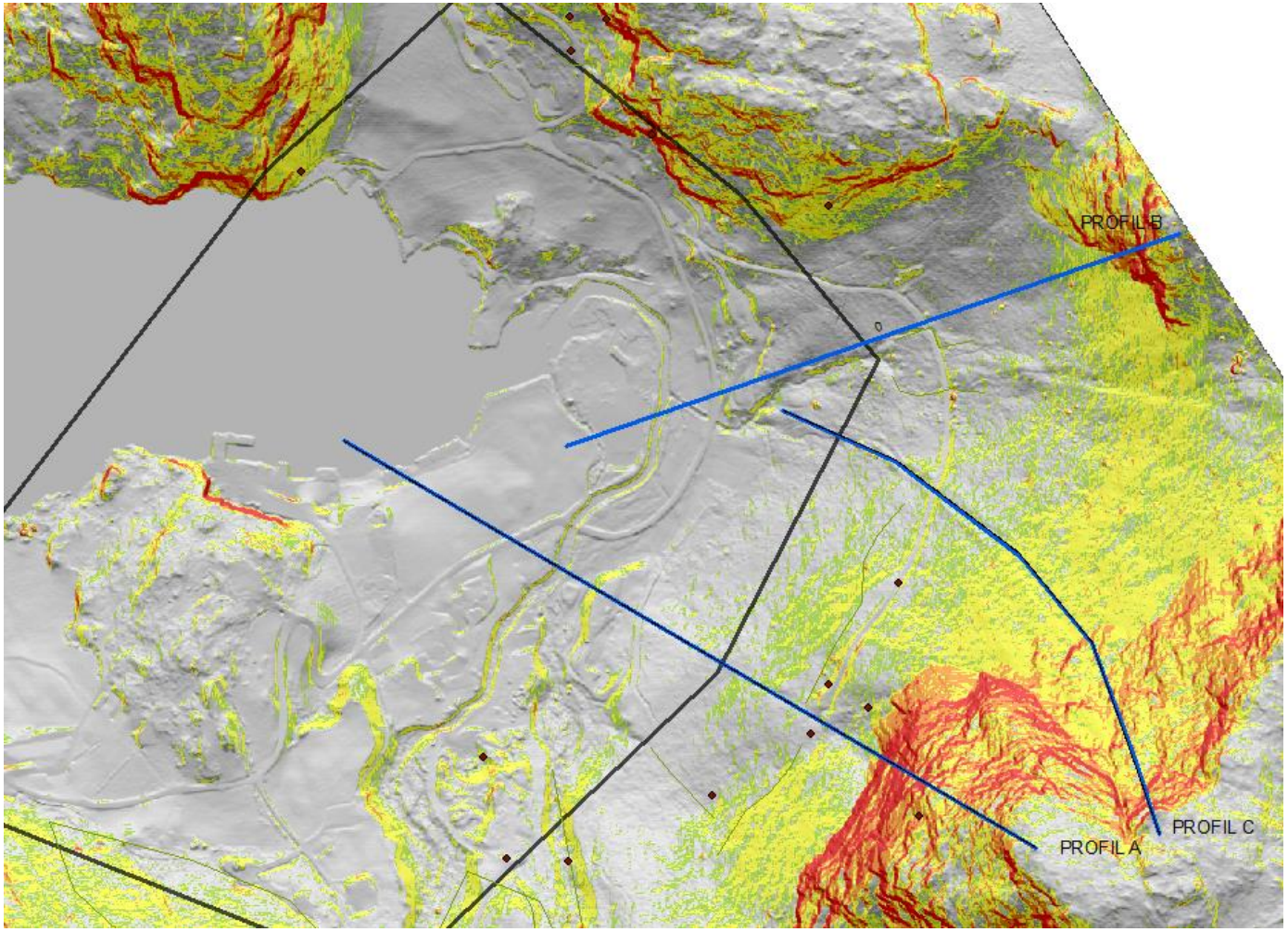
Modell: RAMMS_DF_sim25



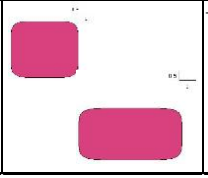
Modell: RAMMS_DF_sim26



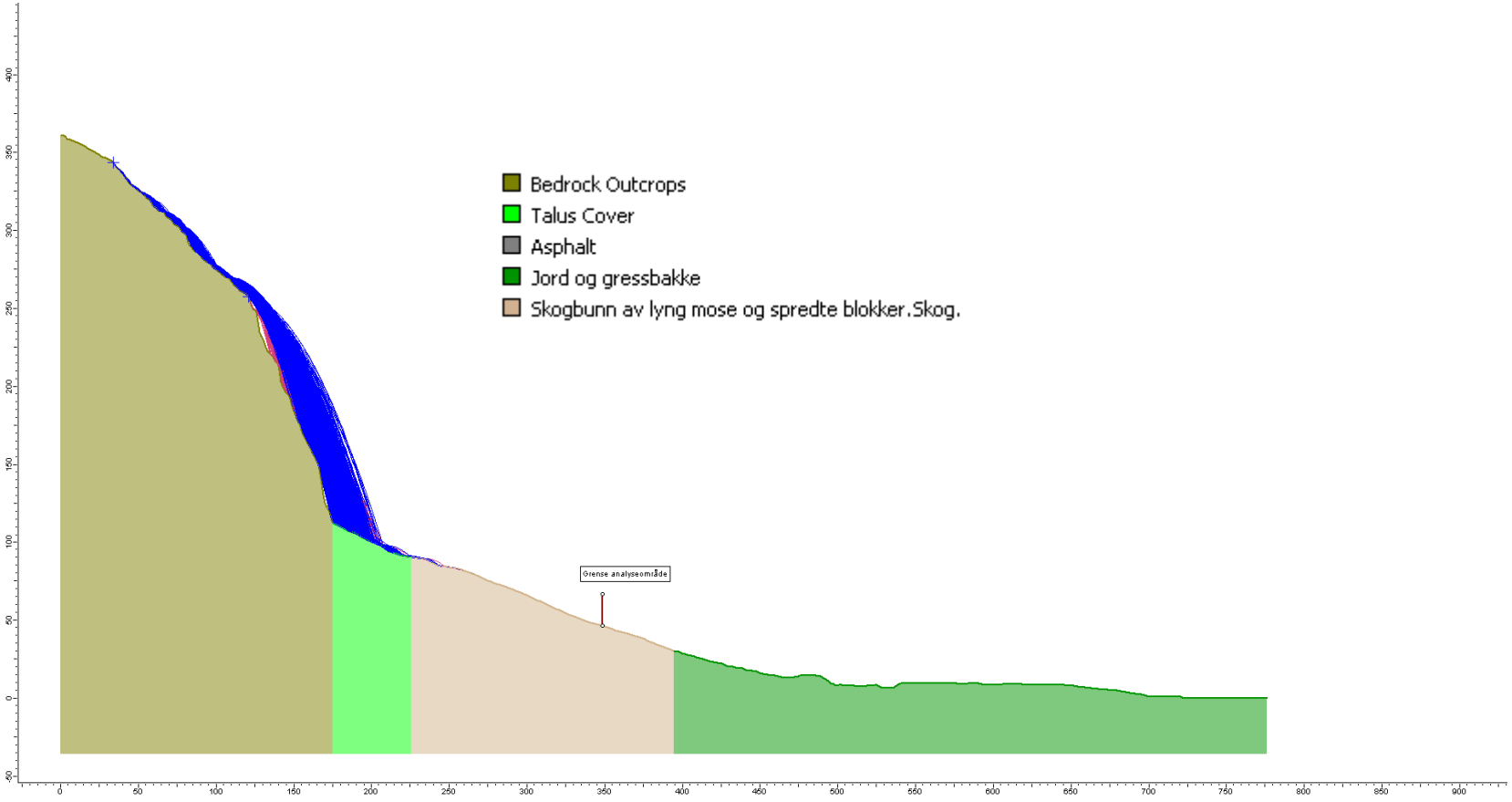
ROCFALL 6.0



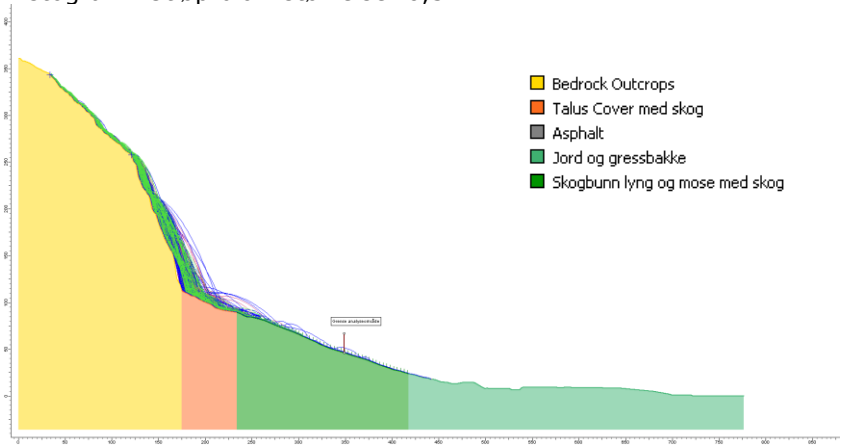
Modell navn: Rocfall_Døviga_Model-A01_LumpendMass				
Innstilling	Parameter	Verdi	Statistisk fordeling	Feltobserasjoner og kommentar til modellert resultat
Generelt (Project settings)	Analysemetode	Luped Mass	-	
	Antall blokker per simulering	1500	-	
	Sampling method	Monte-Carlo	-	
	Skalering	Skalere dempingskoffiseient Rn (normal) med hastighet	-	Anbefalt fra Rocscience
Material	Bergblotninger (Bedrock outcrops)	Rn: 0,35 Rt:0,85 Friksjonsvinkel: 30 Ruhet: 0˚	Normal (std.Dev 0,04) Normal (std.Dev 0,04) Normal (std.Dev 5)	Verdier fra programinnstilling. Ruhet: Funnet ved kalibrering av modell mot registrert utløp av rashendelse sørvest for Kjølevik.
	Grov ur (Talus cover)	Rn: 0,32 Rt:0,80 Friksjonsvinkel: 30 Ruhet: 0˚	Normal (std.Dev 0,04) Normal (std.Dev 0,04) Normal (std.Dev 5)	Kartlagt grov ur. Benyttet materialverdier i material tabell fra Rocsience.Verdier fra programinnstilling. Ruhet: Funnet ved kalibrering av modell mot registrert utløp
	Skogbunn av lyng og mose, og spredt med blokker. Skog.	Rn: 0,31 Rt:0,80 Friksjonsvinkel: 31 Ruhet: 0˚	Normal (std.Dev 0,04) Normal (std.Dev 0,04) Normal (std.Dev 5)	Kartlagte skogbunn med lyng mose, og spredt med blokker. Skog i området.
	Jord og gressbakke	Rn: 0,30 Rt:0,80 Friksjonsvinkel: 30	Normal (std.Dev 0,04)	Kartlagt jordmaterialer. Benyttet materialverdier i material tabell fra Rocsience.
	Skog	Ikke tatt hensyn til. Simuleringene viser at blokker stopper uavhengig av skogen.	-	Tett skog i området.
Blokk	Blokkstørrelse	-	-	Analysemetode betrakter blokk som uendelig lite punkt. Blokkstørrelse ikke betyning for simulert utløpslengde.
	Initial horisontal hastighet	1,5 m/s	Normal (Std.Dev. 0.15)	Trær i løsneområdet. Rotvelt er utløsende faktor som vil gi blokker horisontal bevegelse ved utfall.
	Blokkform	Punkt	-	Analysemetode betrakter blokk som uendelig lite punkt. Blokkform ikke betyning for simulert utløpslengde.

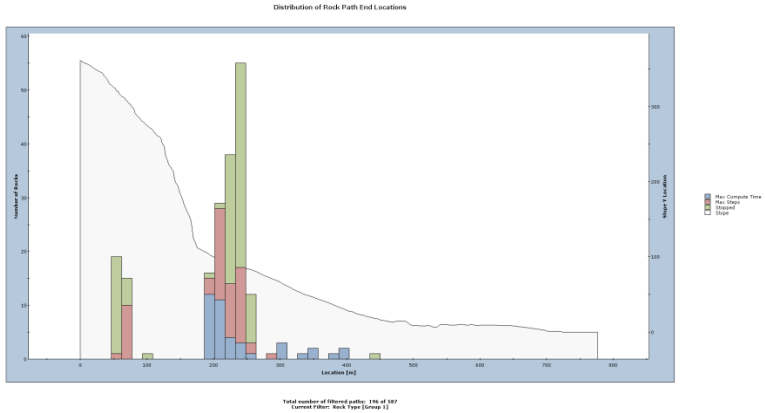
Modell navn: Rocfall_Døviga_ModelA02_RigidBody				
Innstilling	Parameter	Verdi	Statistisk fordeling	Kommentar/feltobserasjoner
Generelt (Project settings)	Analysemetode	Rigid Body	-	
	Antall blokker per simulering	600 (100 per blokkstørresle, 2 løsneområder)	-	Gir en tilfredsstillende effektiv modellering
	Sampling method	Monte-Carlo	-	
	Skalering	Skalere dempingskoffiseient Rn (normal) med hastighet	-	Anbefalt fra Rocscience
Material	Bergblotninger	Rn: 0,28 Rt:0,68 Friksjon: dynamisk 0,57 rullende 0,15	Normal (std.Dev 0,04)	20% redusert i forhold verdi i Lumped mass-verdier. Verdi for friksjonsparameter hentet fra material tabell fra Rocscience.
	Grov ur med skog	Rn: 0,26 Rt:0,66 Friksjon: dynamisk 0,57 rullende 0,20	Normal (std.Dev 0,04)	20% redusert i forhold verdi i Lumped mass-verdier. Verdi for friksjonsparameter hentet fra material tabell fra Rocscience.
	Skogbunn av lyng og mose, og sprendt med blokker. Skog.	Rn: 0,25 Rt:0,65 Friksjon: dynamisk 0,57 rullende 0,30	Normal (std.Dev 0,04)	20% redusert i forhold verdi i Lumped mass-verdier. Verdi for friksjonsparameter hentet fra material tabell fra Rocscience.
	Jord og gressbakke	Rn: 0,24 Rt:0,64 Friksjon: dynamisk 0,57 rullende 0,40	Normal (std.Dev 0,04)	20% redusert i forhold verdi i Lumped mass-verdier. Verdi for friksjonsparameter hentet fra material tabell fra Rocscience.
	Skog	Åpen skog (20m2/ha basal area). Høyde 4 m	-	Jevt med furuskog. Stammetykkelser 20-40 cm.
Blokk	Dimensjonerende blokk 100- årshendelse	1350kg/0,5 m3	-	Observert nyere blokk med størrelse 0,5 m3.
	Dimensjonerende blokk 1000-årshendelse	2700 kg/1m3	-	Dominerende blokkstørrelse i ur.
	Dimensjonerende blokk 5000- årshendelse	27000 kg/8m3	-	Observert største blokkstørrelse i ur og blokker i terrenget.
	Initial horisontal hastighet	1,5 m/s	Normal (std. dev.: 0,15)	Trær i løsneområdet. Rotvelt er utløsende faktor som vil gi blokker horisontal bevegelse ved utfall.
	Blokkform		-	Observerte avløste blokker i fjellsiden (dronefilm) og form på blokker i ur og terreng.

Modell: RocFall_Døviga_Modell-A01_LumpedMass

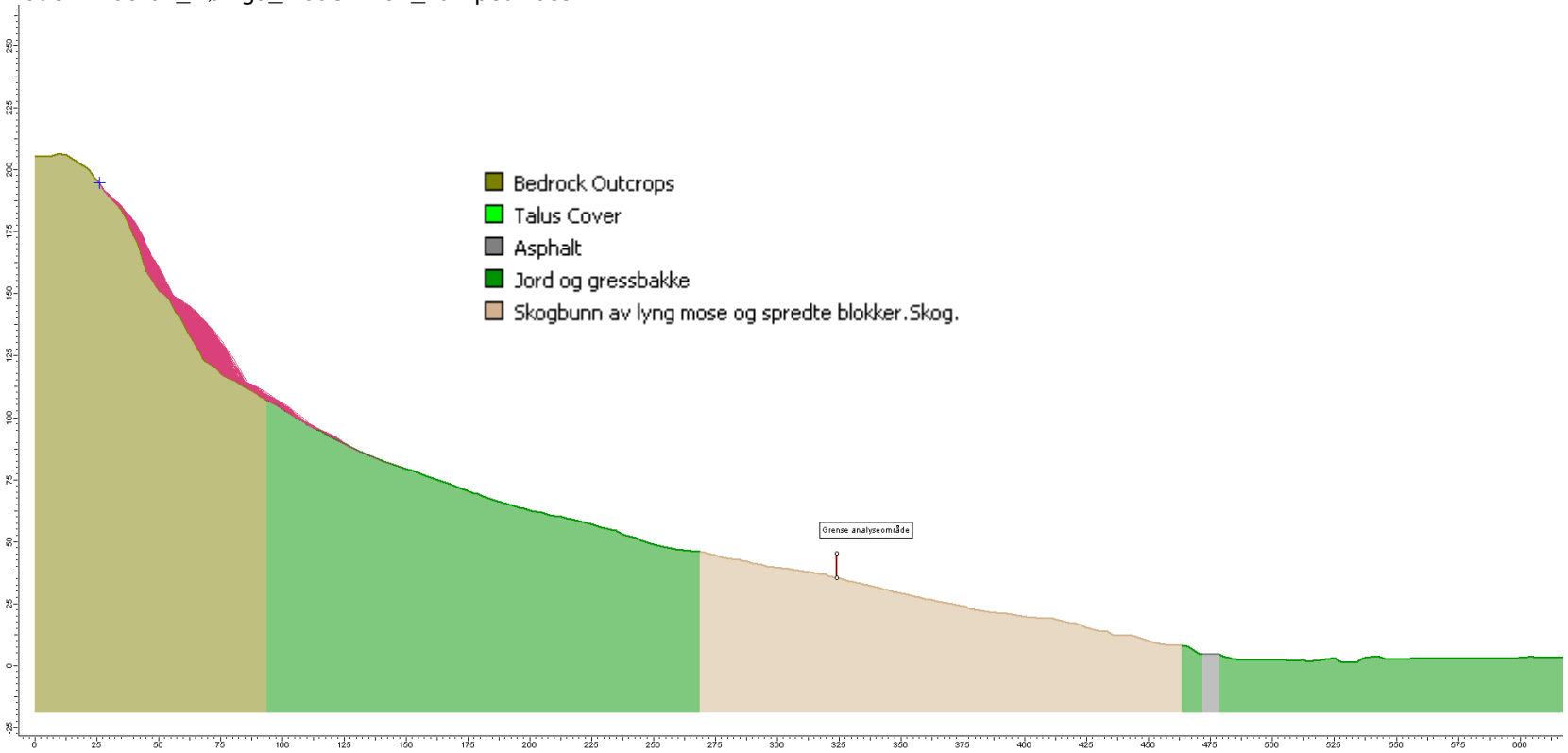


Modell: RocFall_Døviga_Modell-A02_RigidBody
Histogram: Utløp blokkstørrelser 0,5 m^3

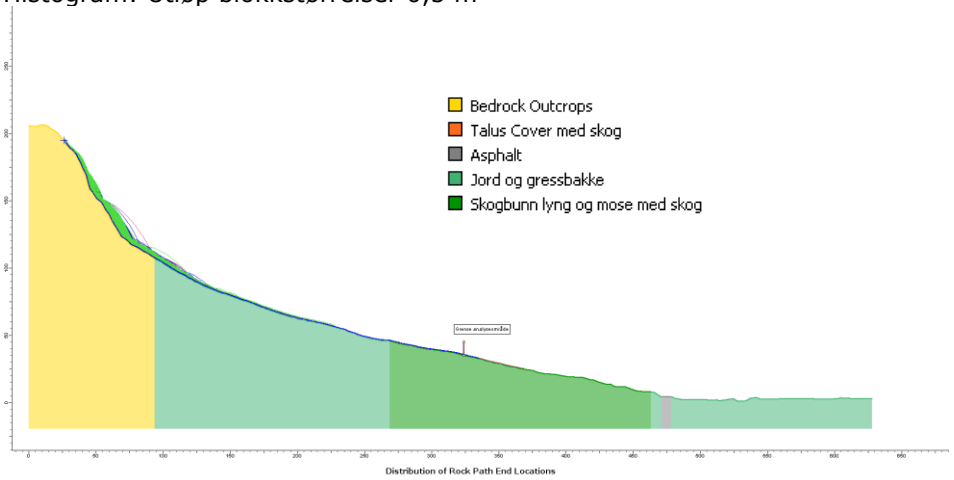


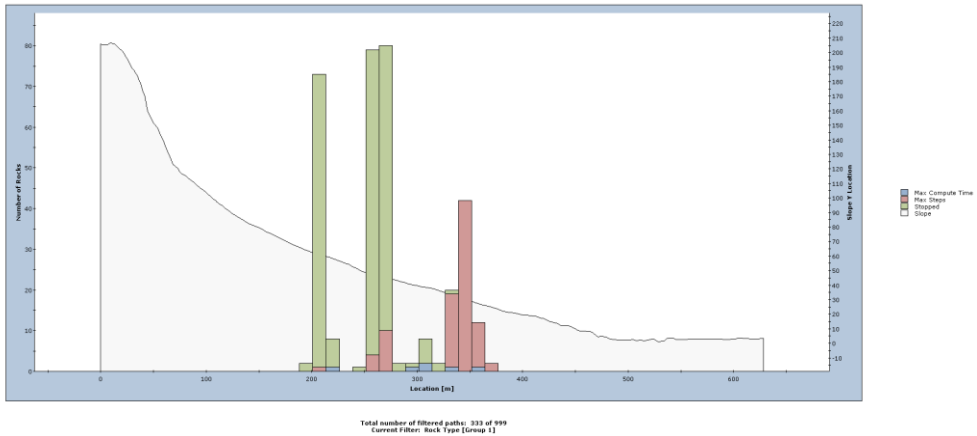


Modell: RocFall_Døviga_Modell-B01_LumpedMass

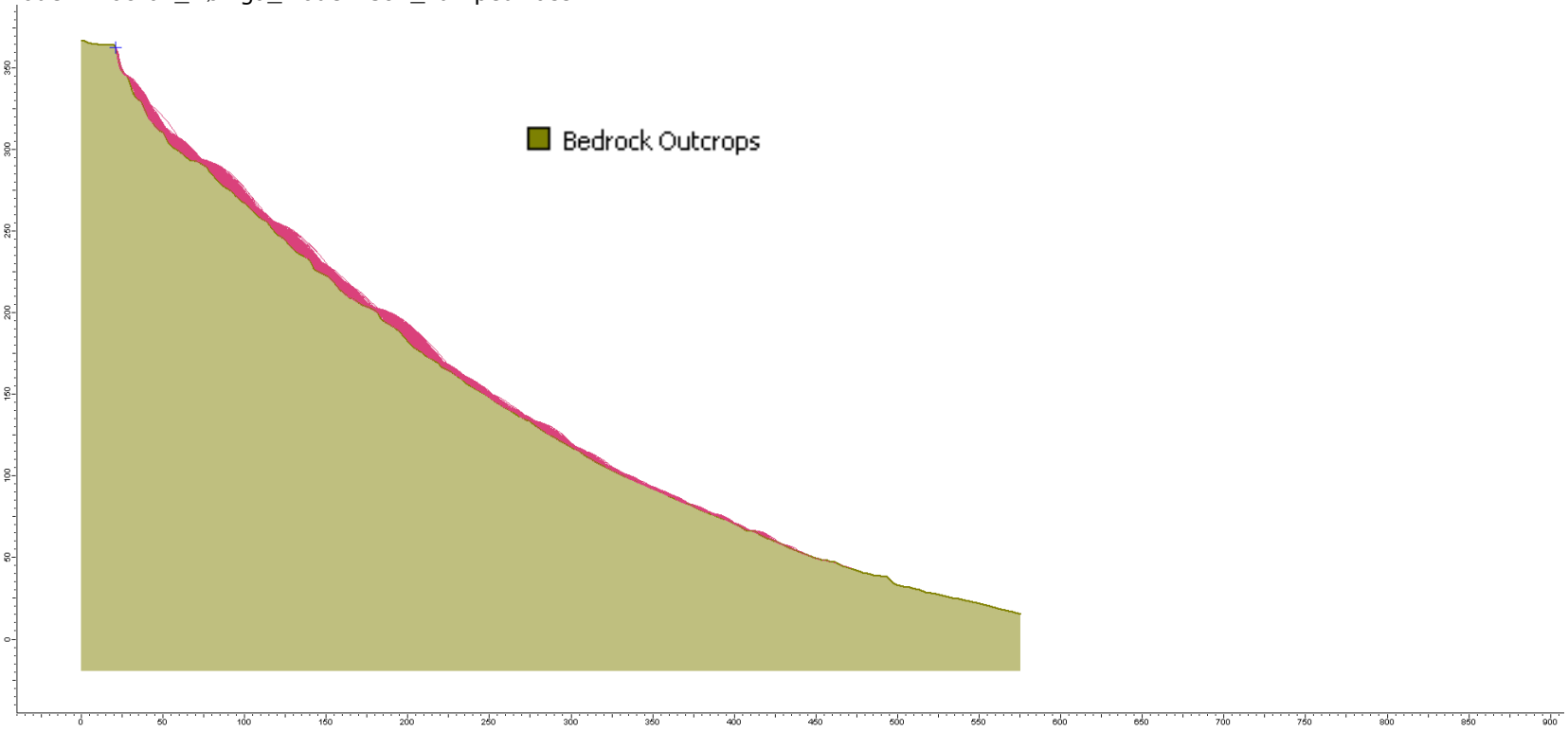


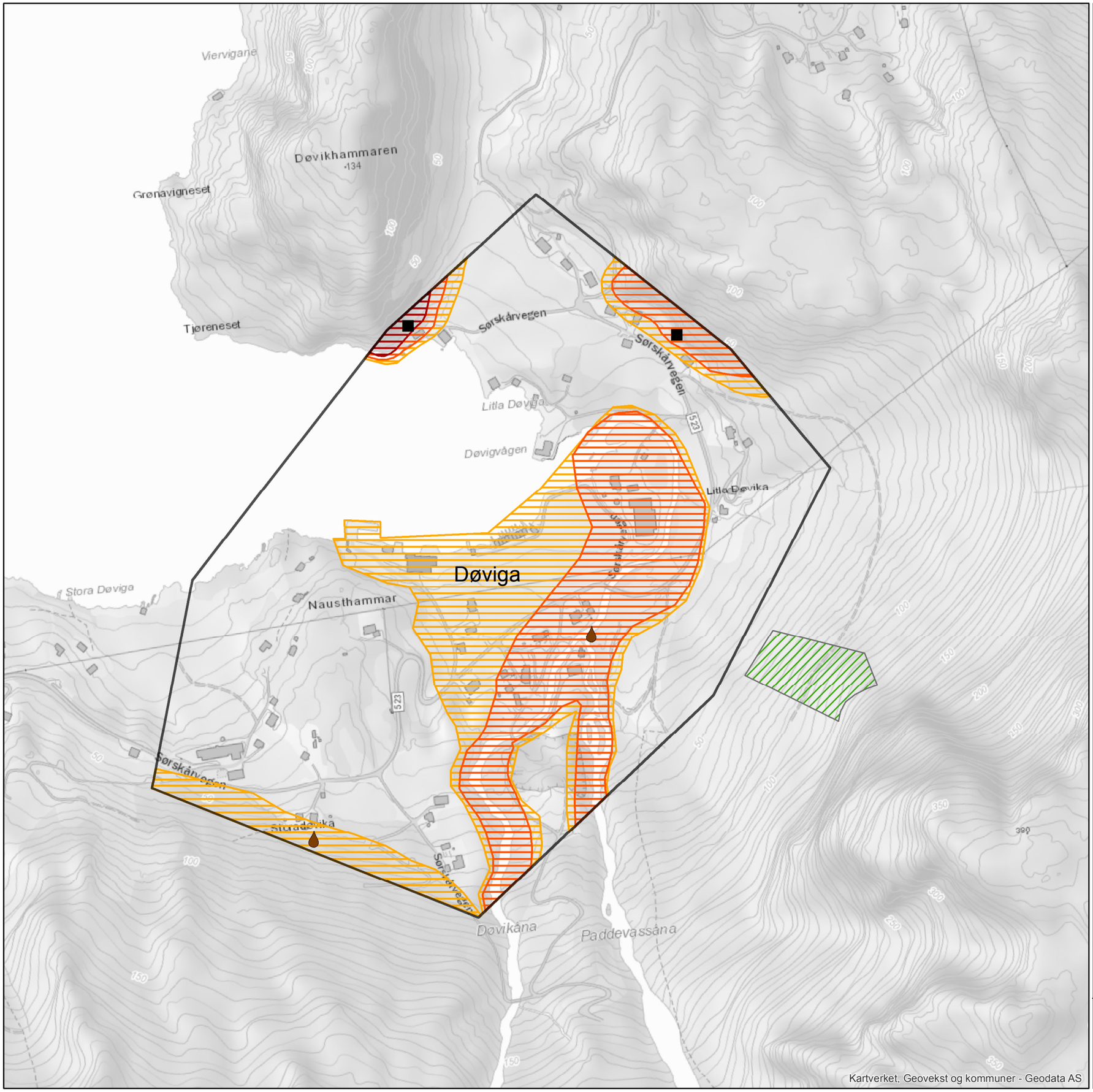
Modell: RocFall_Døviga_Modell-B02_RigidBody
Histogram: Utløp blokkstørrelser 0,5 m^3

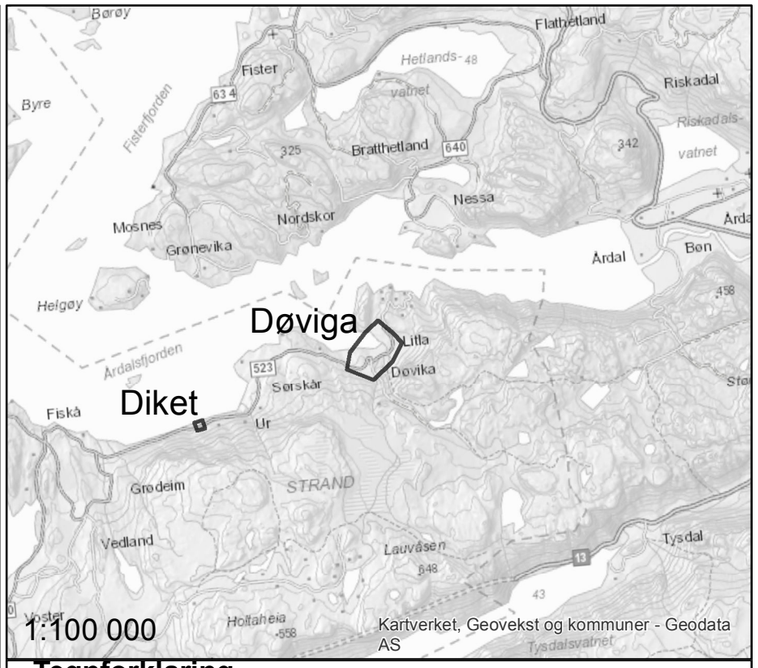




Modell: RocFall_Døviga_Modell-C01_LumpedMass







Tegnforklaring

Faresoner

- Kartleggingsområde

Dimensjonerende skredtype

- Jord- og flomskred
- Steinsprang
- > 1/100
- > 1/1000
- > 1/5000
- Viktig skog

Oppdrag:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
1350022304 - Skredfarekartlegging Strand kommune	TANS	HAJU
	Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 32N	Skala (A3): 1:5 000
		Dato: 04.12.17

N

0 62,5 125 250 M

RAMBØLL

VEDLEGG 2A Fotovedlegg
Delområde: Diket

Dato 2017/11/27

Rambøll
Sjøhagen 6
Pb 3063
N-4095 Stavanger

T +47 97 42 80 00
www.ramboll.no

Figur 1: Bilder fra skråningen over Diket.

Figur 2:Stor blokk i nedre del av skråningen over delområdet.

Rambøll Norge AS
NO 915 251 293 MVA

Diket

Tegnforklaring

Skråningsgradient

- 0 - 25
- 25 - 30
- 30 - 45
- 45 - 60
- 60 - 88,109
- Kartleggingsområde

0 50 100 200 Meters

N

Diket

82

024

85

84

83

023

Tegnforklaring

- Utglidning_skredspor
- GPS Veipunkter_Døvika_Diket_Tauvågen
- Blokk gammel
- Blokk ferskt nedfall
- Generell Observasjon
- Urfot
- Vann
- Eksisterende sikringstiltak - Linje
- Kartleggingsområde
- GPS Tracklog
- Løsneområde steinsprang

1:3 000

N

RAMMS Rocfall

Parameter	Verdi	Kommentar/begrunnelse
Friksjon	Overall type: Medium hard	Kan brukes på delvis vegetert ur med et tynt dekke løsmasser. Kartlegging i felt viser variasjoner av dissematerialene under definerte løsnområder.
Skog (Forest/Moor)	Skog.shp: Dense Forest (50 m2/ha)	Valgt basert på foto fra feltarbeid, dronekartlegging og ortofoto.
Blokk (Rock)	Rock Density: 2700.00 kg/m3 Rock Volume: 0.2 m^3, 1 m^3, 20 m^3 Rock Form: Flat_1.5	Valgt basert registrerte blokkstørrelser, foto fra feltarbeid, dronekartlegging og ortofoto.

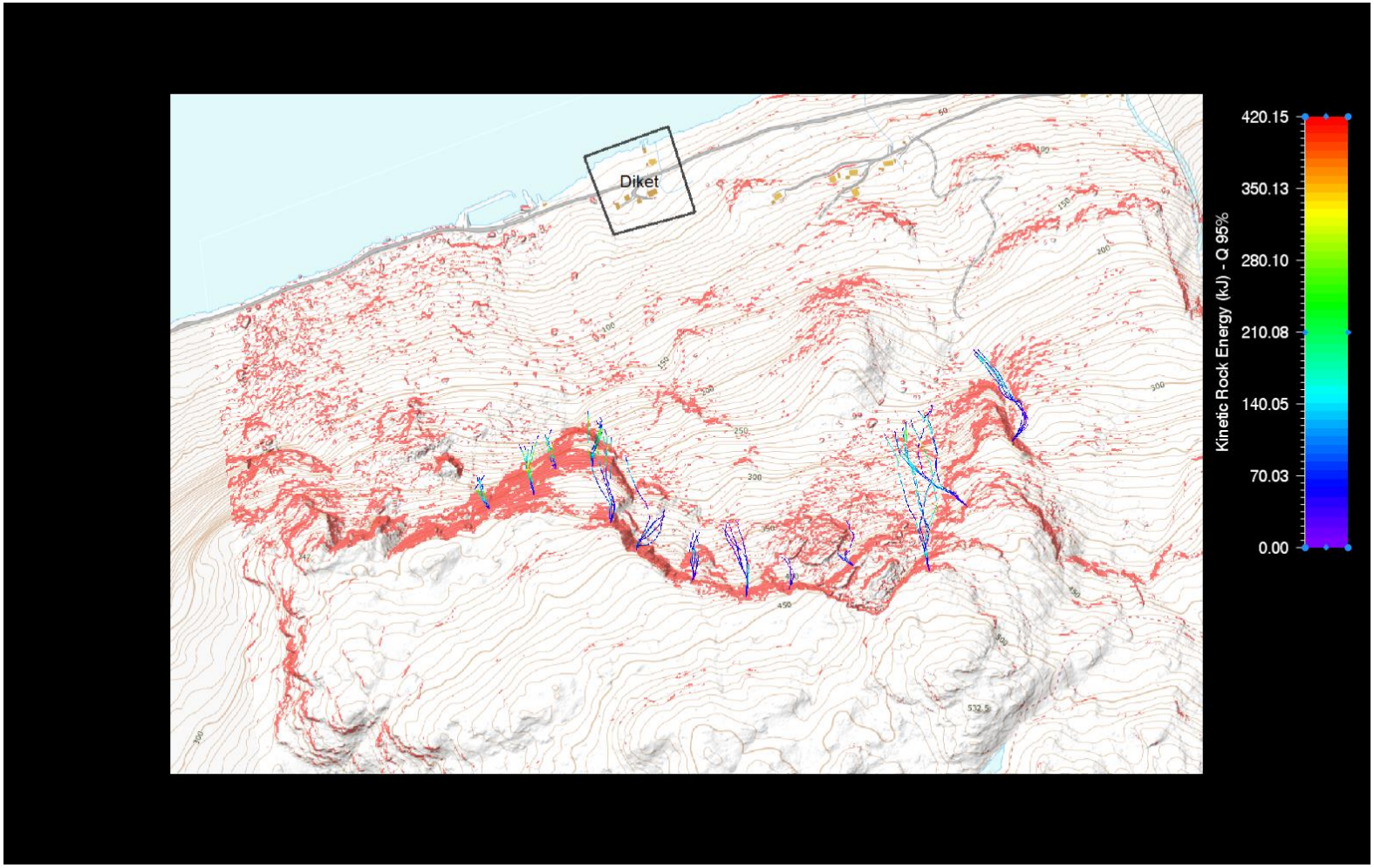
Dato 2017/11/27

Rambøll
Sjøhagen 6
Pb 3063
N-4095 Stavanger

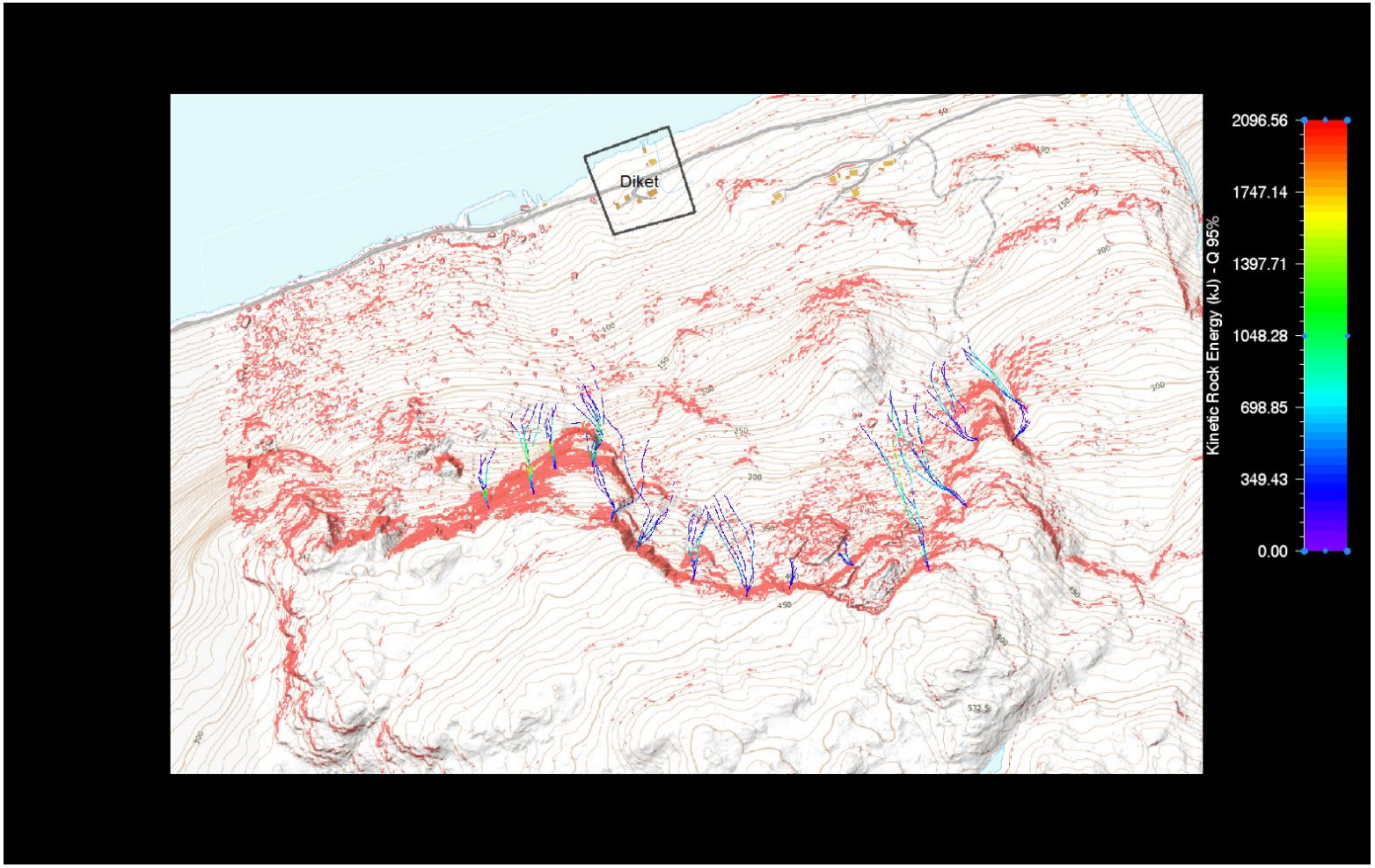
T +47 97 42 80 00
www.ramboll.no

Rambøll Norge AS
NO 915 251 293 MVA

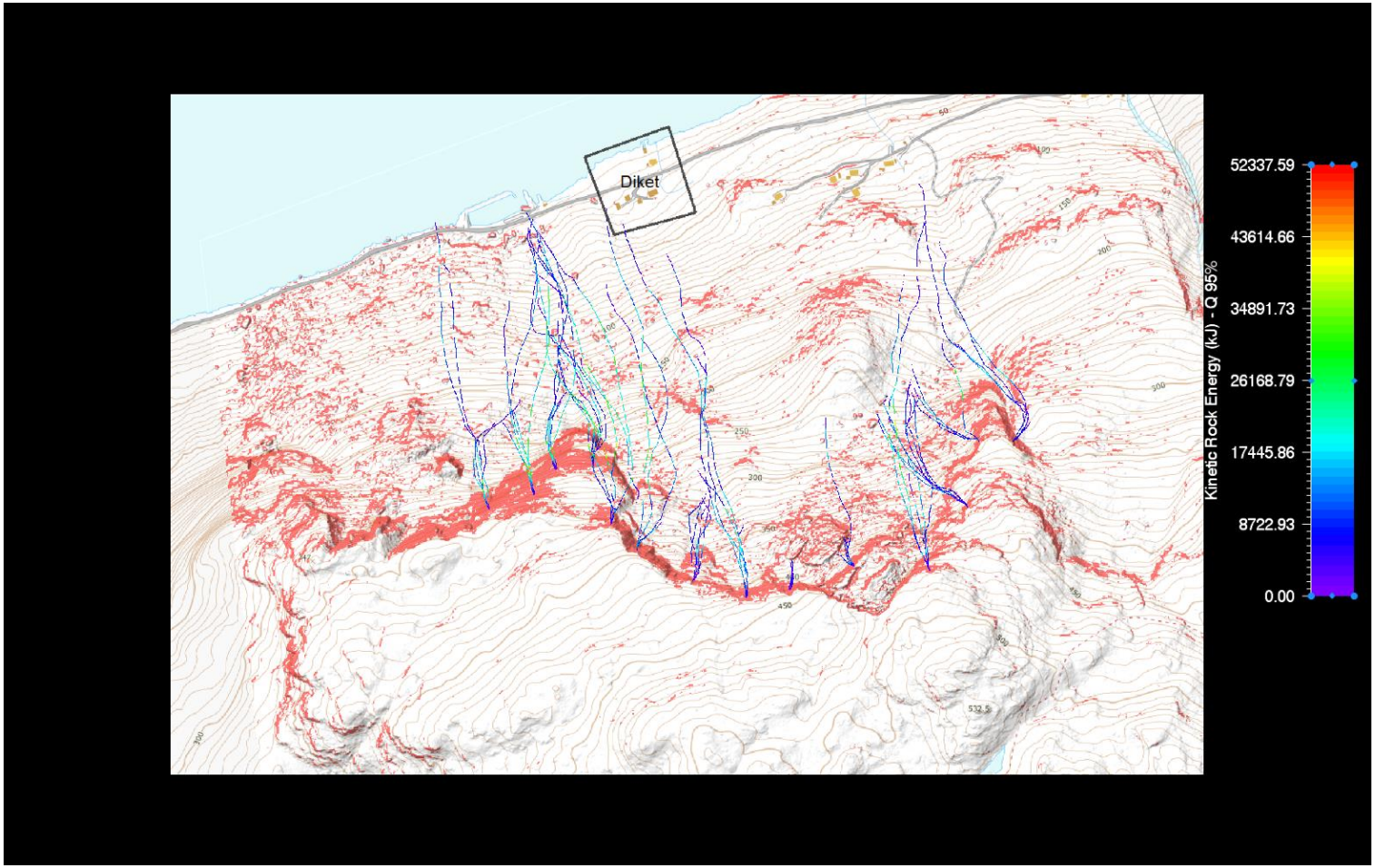
Modell: Diket_0.2m3_skog_mediumhard



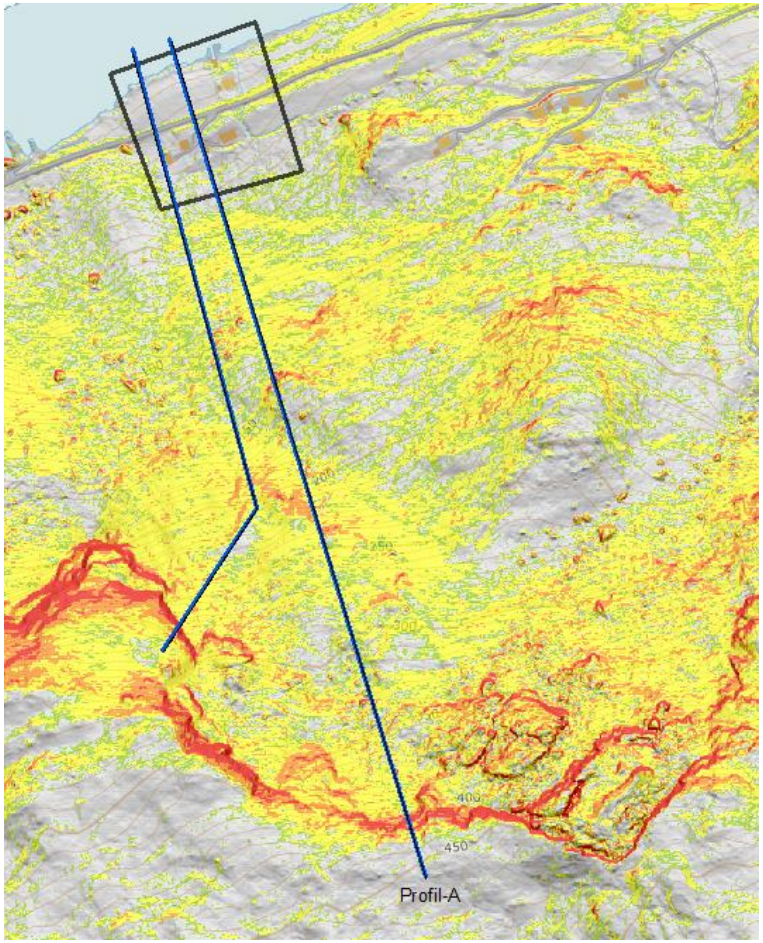
Modell: Diket_1m3_skog_mediumhard



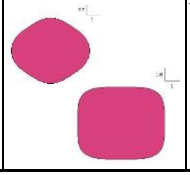
Modell: Diket_20m3_skog_mediumhard



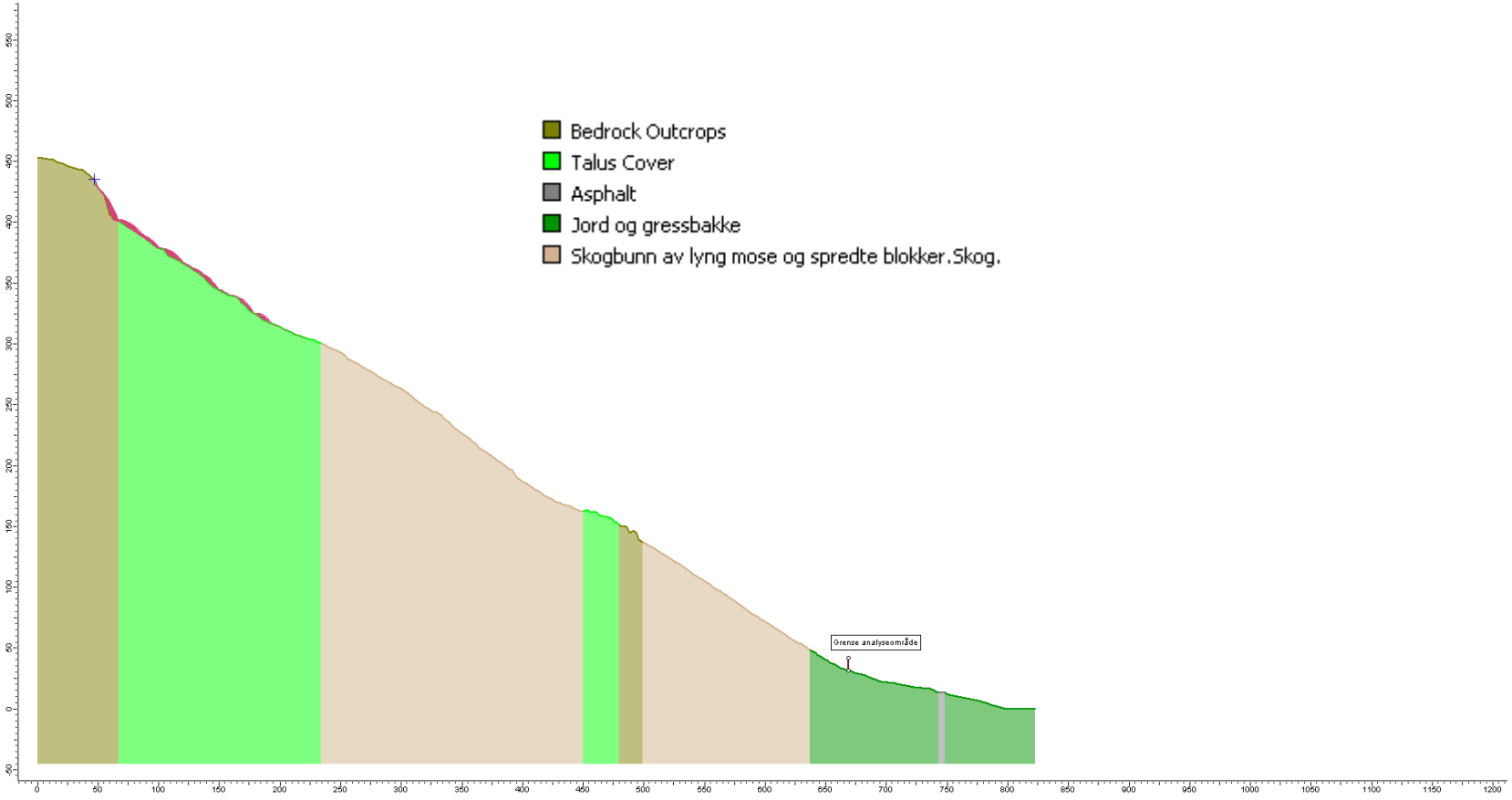
ROCFALL 6.0



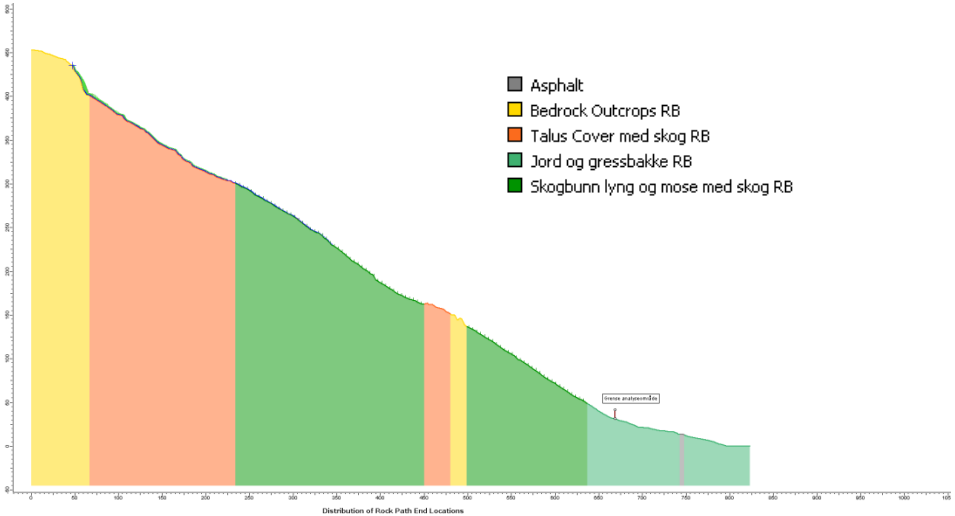
Modell navn: Rocfall_Diket_Model-A01_LumpendMass				
Innstilling	Parameter	Verdi	Statistisk fordeling	Feltobserasjoner og kommentar til modellert resultat
Generelt (Project settings)	Analysemetode	Luped Mass	-	
	Antall blokker per simulering	1000	-	
	Sampling method	Monte-Carlo	-	
	Skalering	Skalere dempingskoffiseient Rn (normal) med hastighet	-	
Material	Bergblotninger (Bedrock outcrops)	Rn: 0,35 Rt:0,85 Friksjonsvinkel: 30 Ruhet: 0˚	Normal (std.Dev 0,04) 'Normal (std.Dev 0,04) 'Normal (std.Dev 5)	Potensielle løsneområder med bart berg og stedvis tynt vegetasjonsdekke. Observert på flyfoto. Benyttet materialverdier i material tabell fra Rocsience. Ruhet: Verdi funnet ved kalibrering av modell, rashendelse sørvest for Vatland.
	Grov ur (Talus cover) med skog	Rn: 0,32 Rt:0,80 Friksjonsvinkel: 30 Ruhet: 0˚	Normal (std.Dev 0,04) 'Normal (std.Dev 0,04) 'Normal (std.Dev 5)	Kartlagt stedvis heldekkende ur. Skyggekart viser områder med svært grovt terreng. Områdene er ikke befart, men disse områdene forventes det å være grov ur. Benyttet materialverdier i material tabell fra Rocsience. Ruhet:
	Skogbunn av lyng og mose, og sprendt med blokker. Skog.	Rn: 0,31 Rt:0,81 Friksjonsvinkel: 30 Ruhet: 0˚	Normal (std.Dev 0,04) 'Normal (std.Dev 0,04) 'Normal (std.Dev 5)	Kartlagte skogbunn med overgrodde blokker i store deler av bratt terreng. Antatt lite løsmasser. Benyttet materialverdier i material tabell fra Rocsience. Ruhet: Verdi funnet ved kalibrering av modell, rashendelse sørvest for Vatland.
	Jord og gressbakke	Rn: 0,30 Rt:0,80 Friksjonsvinkel: 30	Normal (std.Dev 0,04)	Kartlagt jordmaterialer. Benyttet materialverdier i material tabell fra Rocsience.
	Asfalt	Rn: 0,40 Rt:0,90 Friksjonsvinkel: 30	Normal (std.Dev 0,04/0,03)	Verdi fra programinnstilling (Rocscience).
	Skog	Kan ikke defineres ved lumped mass analyse. Simuleringene viser at blokker stopper uavhengig av skogen.	-	Tett skog, medium stammetykkelse i største delen av bratt terreng. Vurderes å ha effekt på blokker mindre enn 1 m3.
Blokk	Blokkstørrelse	2700 kg/1m3	-	Analysemetode betrakter blokk som uendelig lite punkt. Blokkstørrelse ikke betyning for simulert utløpslengde.
	Initial horisontal hastighet	0 m/s	Normal (Std.Dev. 0.15)	Lite trær i løsnemområdet. Dominerende utløsende mekanismer forventes å være gradvis avløsningn av tine-fryseprosesser.
	Blokkform	Punkt	-	Analysemetode betrakter blokk som uendelig lite punkt. Blokkform ikke betyning for simulert utløpslengde.

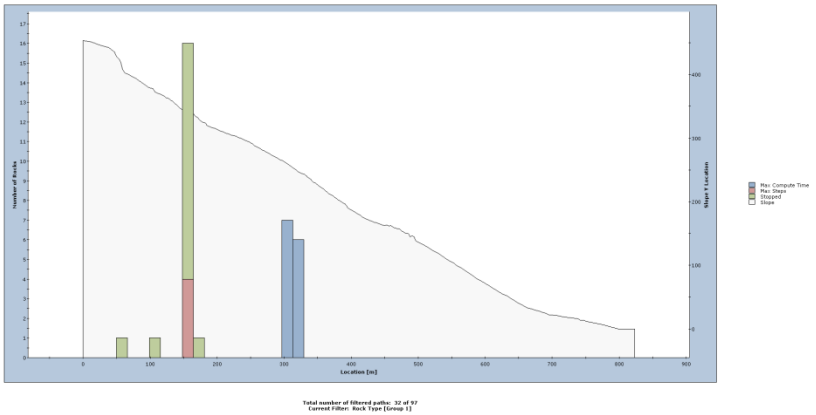
Modell navn: Rocfall_Diket_Model-A02_RigidBody				
Innstilling	Parameter	Verdi	Statistisk fordeling	Kommentar/feltobserasjoner
Generelt (Project settings)	Analysemetode	Rigid Body	-	
	Antall blokker per simulering	100 per løsneområde	-	
	Sampling method	Monte-Carlo	-	
	Skalering	Skalere dempingskoffiseient Rn (normal) med hastighet	-	Anbefalt av Rocscience
Material	Bergblotninger	Rn: 0,28 Rt:0,68 Friksjon: dynamisk 0,57 rullende 0,15	Normal (std.Dev 0,04) 'Normal (std.Dev 0,04/0,02)	20% redusert i forhold verdi i Lumped mass-verdier. Verdi for friksjonsparameter hentet fra material tabell fra Rocscience.
	Grov ur med skog	Rn: 0,26 Rt:0,64 Friksjon: dynamisk 0,57 rullende 0,20	Normal (std.Dev 0,04) Normal (std.Dev 0,04)	20% redusert i forhold verdi i Lumped mass-verdier. Verdi for friksjonsparameter hentet fra material tabell fra Rocscience.
	Skogbunn av lyng og mose, og sprendt med blokker. Skog.	Rn: 0,25 Rt:0,64 Friksjon: dynamisk 0,57 rullende 0,30	Normal (std.Dev 0,04)	20% redusert i forhold verdi i Lumped mass-verdier. Verdi for friksjonsparameter hentet fra material tabell fra Rocscience.
	Jord og gressbakke	Rn: 0,24 Rt:0,64 Friksjon: dynamisk 0,57 rullende 0,40	Normal (std.Dev 0,04) Normal (std.Dev 0,04)	20% redusert i forhold verdi i Lumped mass-verdier. Verdi for friksjonsparameter hentet fra material tabell fra Rocscience.
	Asfalt	Rn: 0,40 Rt:0,90 Friksjon: dynamisk 0,50 rullende 0,10	Normal (std.Dev 0,04/0,03) 'Normal (std.Dev 0,04/0,01)	Verdi fra programinnstilling.
	Skog	Høyde 3 m Åpen skog (20m2/ha basal area). Definert i modellen der det er skogbunn med lyng mose og spredt med blokker.	-	Tett skog i største delen av bratt terreng. Bjørkeskog. Stammetykkelser tynn-medium. Vurderes å ha effekt på blokker mindre enn 1 m3.
Blokk	Dimensjonerende blokk 100- årshendelse	540 kg/ 0,2 m3	-	Observert blokkstørrelse i uområder.
	Dimensjonerende blokk 1000-årshendelse	2700 kg/1 m3	-	Dominerende blokkstørrelse som er kartlagt i terrenget
	Dimensjonerende blokk 5000- årshendelse	27000 kg/20 m3	-	Stedvis kartlagt store blokker på toppen av ur. Antas å være steinsprangblokk fra hendelse senere en dannelse av ura.
	Initial horisontal hastighet	0 m/s	Normal (std. dev.: 0,15)	Lite trær i løsnemområdet. Utløsnende mekanismer forventes å være gradvis avløsningn av tine-fryseprosesser.
	Blokkform		-	Observert at blokker er kubiske og noe avrundet.

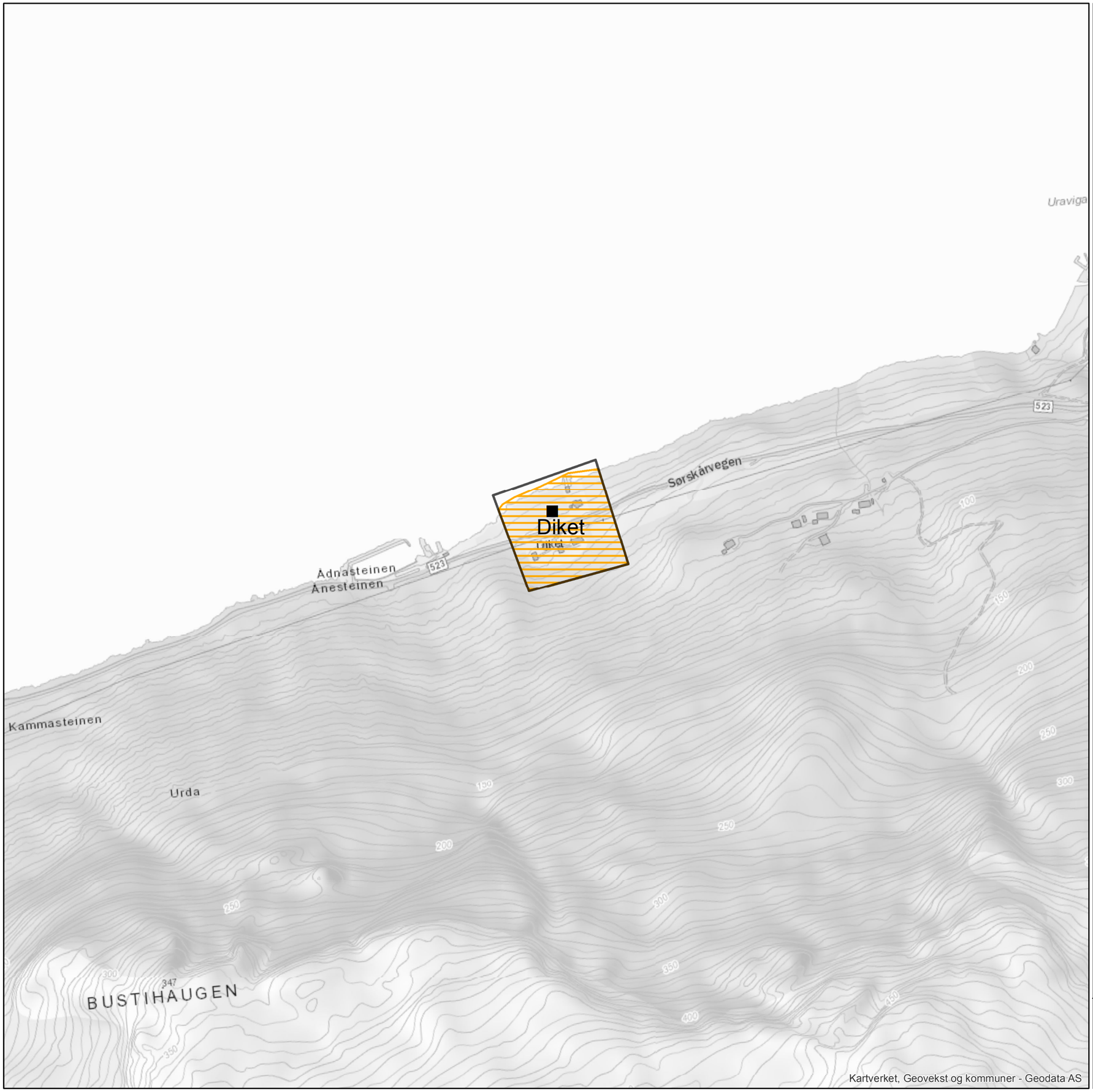
Modell: RocFall_Diket_Modell-A01_LumpedMass

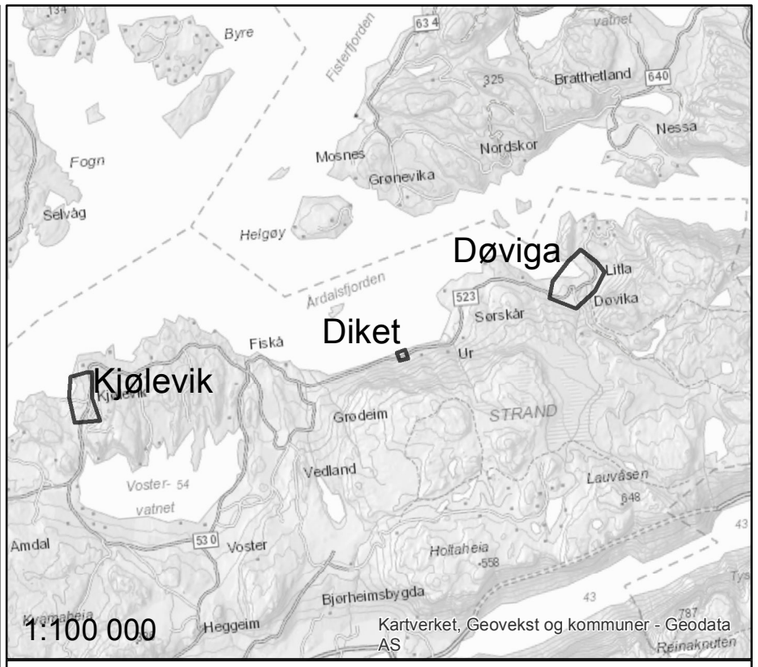


Modell: RocFall_Diket_Modell-A02_RigidBody
Histogram: Utløp blokkstørrelser 0,2 m^3









Tegnforklaring

Faresoner

- > 1/100
- > 1/1000
- > 1/5000
- Kartleggingsområde

Dimensjonerende skredtype

- Jord- og flomskred
- Steinsprang

Oppdrag:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
1350022304 - Skredfarekartlegging Strand kommune	TANS	HAJU
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 32N	Skala (A3): 1:5 000	Dato: 27.11.17

N

0 62,5 125 250 M

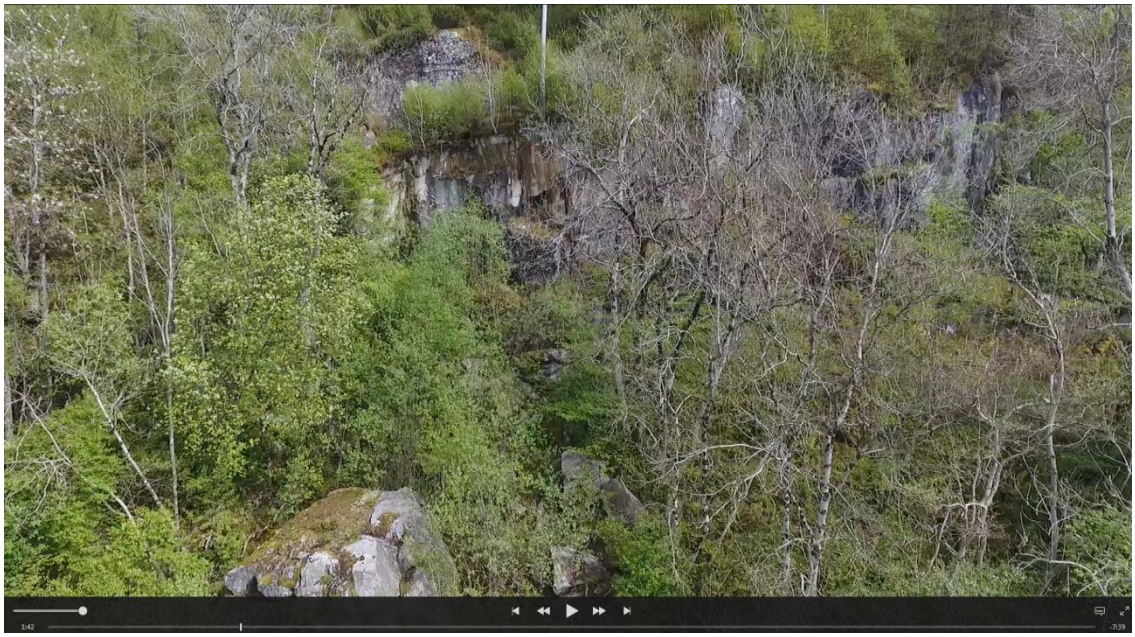
RAMBØLL

VEDLEGG 3A Fotovedlegg
Delområde: Kjølevik

Dato 2017/11/27

Rambøll
Sjøhagen 6
Pb 3063
N-4095 Stavanger

T +47 97 42 80 00
www.ramboll.no

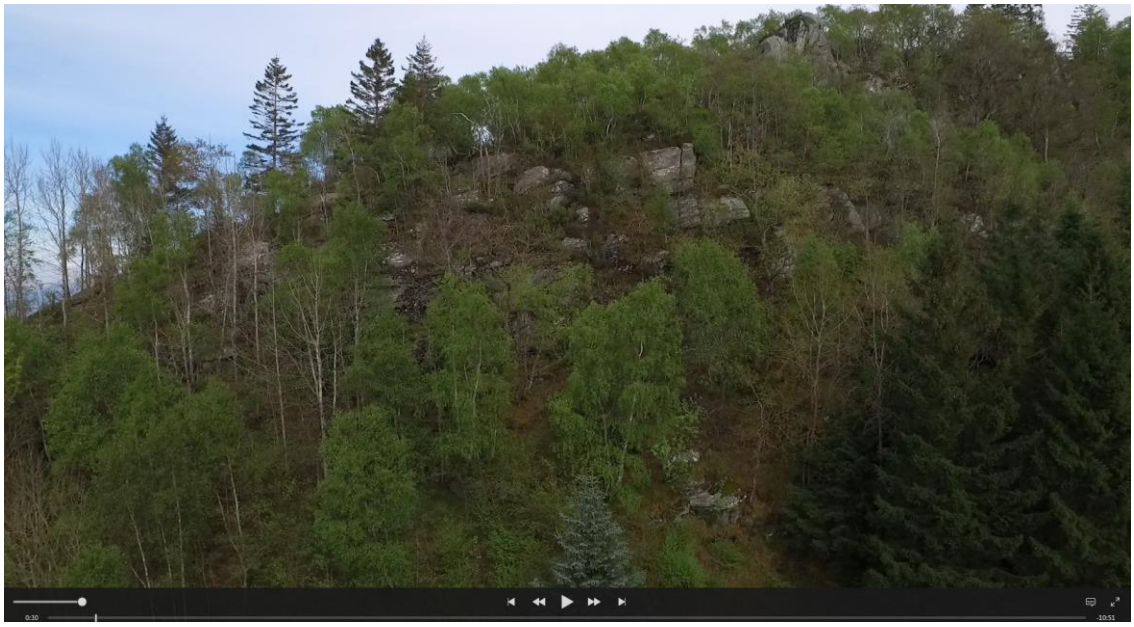


Figur 1: Kildeområdet for steinskredet på Vatland. Løsneområdet er synlig midt i bildet i det mørkere feltet av skrenten, rett under lysstolpen.

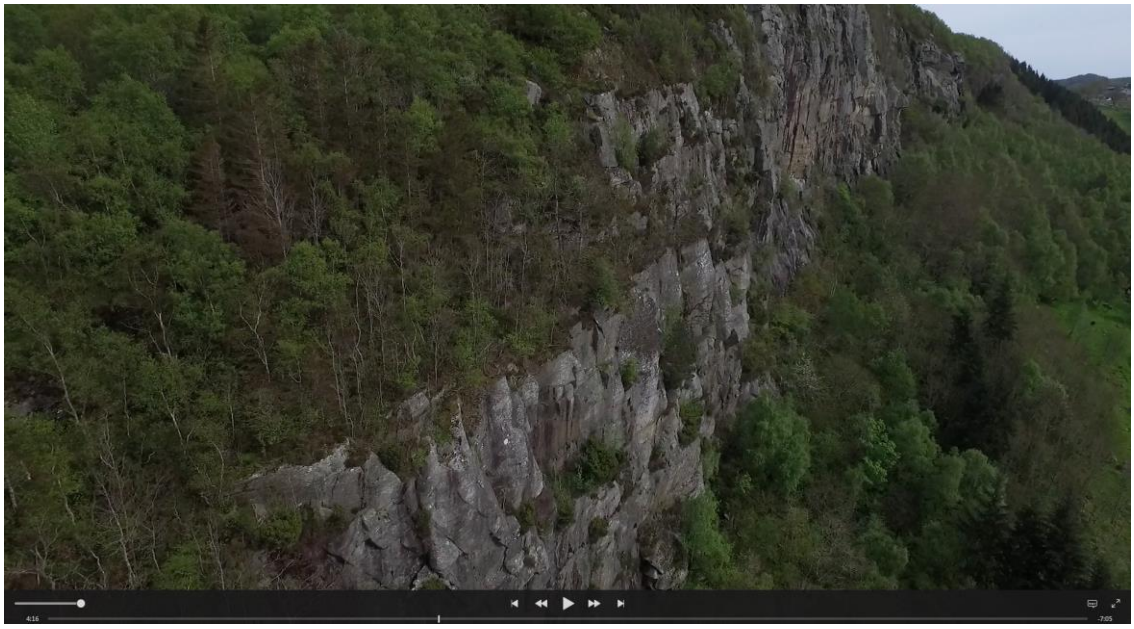
Figur 2: Skredløpet strekker seg fra lysstolpen i nedre del av bildet til midt på langveggen på huset. Skredløpet er delvis grodd igjen, men flere store blokker kan identifiseres gjennom vegetasjonen og i husveggen.

Figur 3: Skrenten ved Ravnåsveien der et steinsprang gikk ut i veien for noen få år siden. Det lå flere blokker i veikanten på befaringstidspunktet (synlig mellom bilen og lysstolpen).

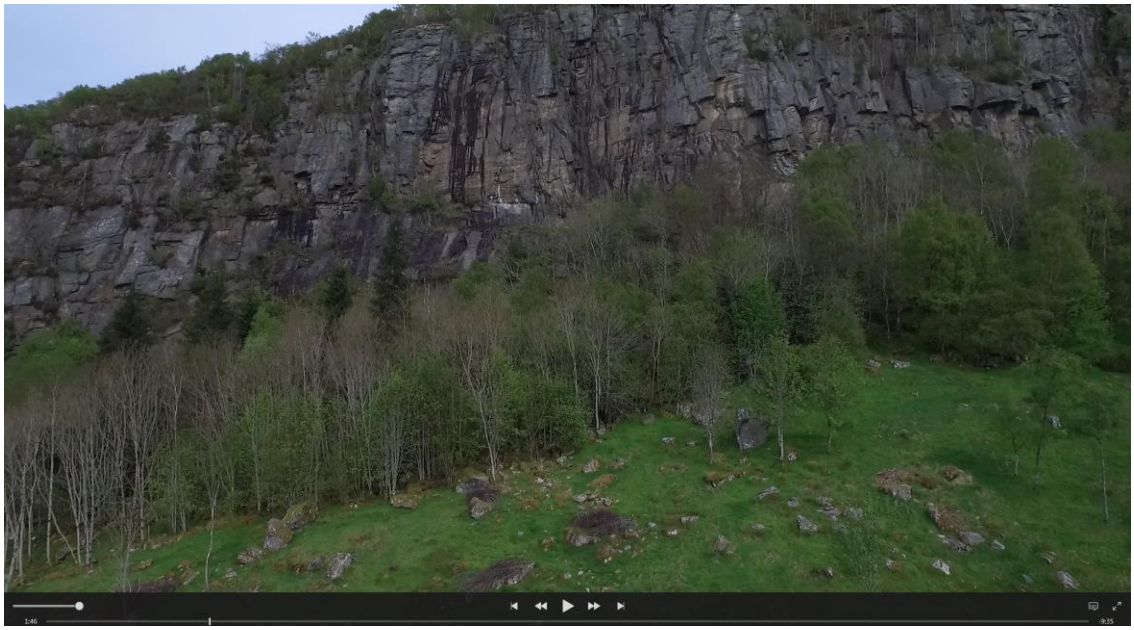
Rambøll Norge AS
NO 915 251 293 MVA



Figur 4: Skrenten helt nord i kartleggingsfeltet. Det er registrert både avløste og delvis avløste blokker i skrenten over bebyggelsen.



Figur 5: Skrenten sett mot sør. Eksempler på avløste og delvis avløste blokker kan observeres i skrenten, men berget er også flere steder avrundet og antyder lite utfall.



Figur 6: Ura under skrenten er lite utviklet og det er registrert spredte steinsprangblokker på gressletten nedenfor.

Figur 7: Skrenten har mer overheng over Fiskåveien 663 og 669 samt Ravnåsveien 2.

Figur 8: Dronebilde av hovedskrenten. Bergmassen i skrenten vurderes som relativt kompetent i nord (til venstre i bildet), mens i sør er berget mer oppsprukket og med overheng. Ura under skrenten er lite utviklet og det er registrert spredte steinsprangblokker på gressletten nedenfor.

Figur 9: Den sørlige delen av hovedskrenten over Ravnåsveien er levere og mer oppsprukket enn lenger nord. Den mindre skrenten er ikke synlig i dette bildet, men kommer opp ved hårnalssvingen og går sammen med hovedskrenten til høyre i bildet. Ravnåsveien 28 nede i høyre hjørne og Ravnåsveien 54 til høyre rett over Ravnåsveien.

Figur 10: Tett granskog reduserer sannsynligheten for utløsning av snøskred til et minimum lengst mot sørøst i kartleggingsområdet, i overkant av Ravnåsveien.

Rambøll Norge AS
NO 915 251 293 MVA

Kjølevik

Kjølevik

Tegnforklaring

Skråningsgradient

- 0 - 25
- 25 - 30
- 30 - 45
- 45 - 60
- 60 - 88,109
- Kartleggingsområde

N

0 37,5 75 150 Meters

Kjølevik

Tegnforklaring

- Skredhendelser_Rambøll
- Skredhendeler_NVE_Kartleggingsområder
- Utglidning_skredspor
- GPS Veipunkter_Kvam_Kjølevik
- Blokk gammel
- Blokk ferskt nedfall
- Generell Observasjon
- Urfot
- Vann
- Eksisterende sikringstiltak - Linje
- Kartleggingsområde
- DRONE Tracklog
- GPS Tracklog
- Løsneområde steinsprang

1:2 500

N

RAMMS Rocfall

Parameter	Verdi	Kommentar/begrunnelse
Friksjon	Overall type: Medium	Kan brukes på vegetert ur med delvis tykk morene. Kartlegging i felt viser variasjoner av disse-materialene under definerte løsnområder.
Skog (Forest/Moor)	Kjølevik_skog.shp: Medium Forest (35 m2/ha) Automatic Z-Offset(s): 0.65 - 0.65 m	Valgt basert på foto fra feltar-beid, dronekartlegging og orto-foto.
Blokk (Rock)	Rock Density: 2700.00 kg/m3 Rock Volume: 0.3 m^3, 1 m^3, 5 m^3 Rock Form: Flat_1.5	Valgt basert registrerte blokks-tørrelser, foto fra feltarbeid, dronekartlegging og ortofoto.

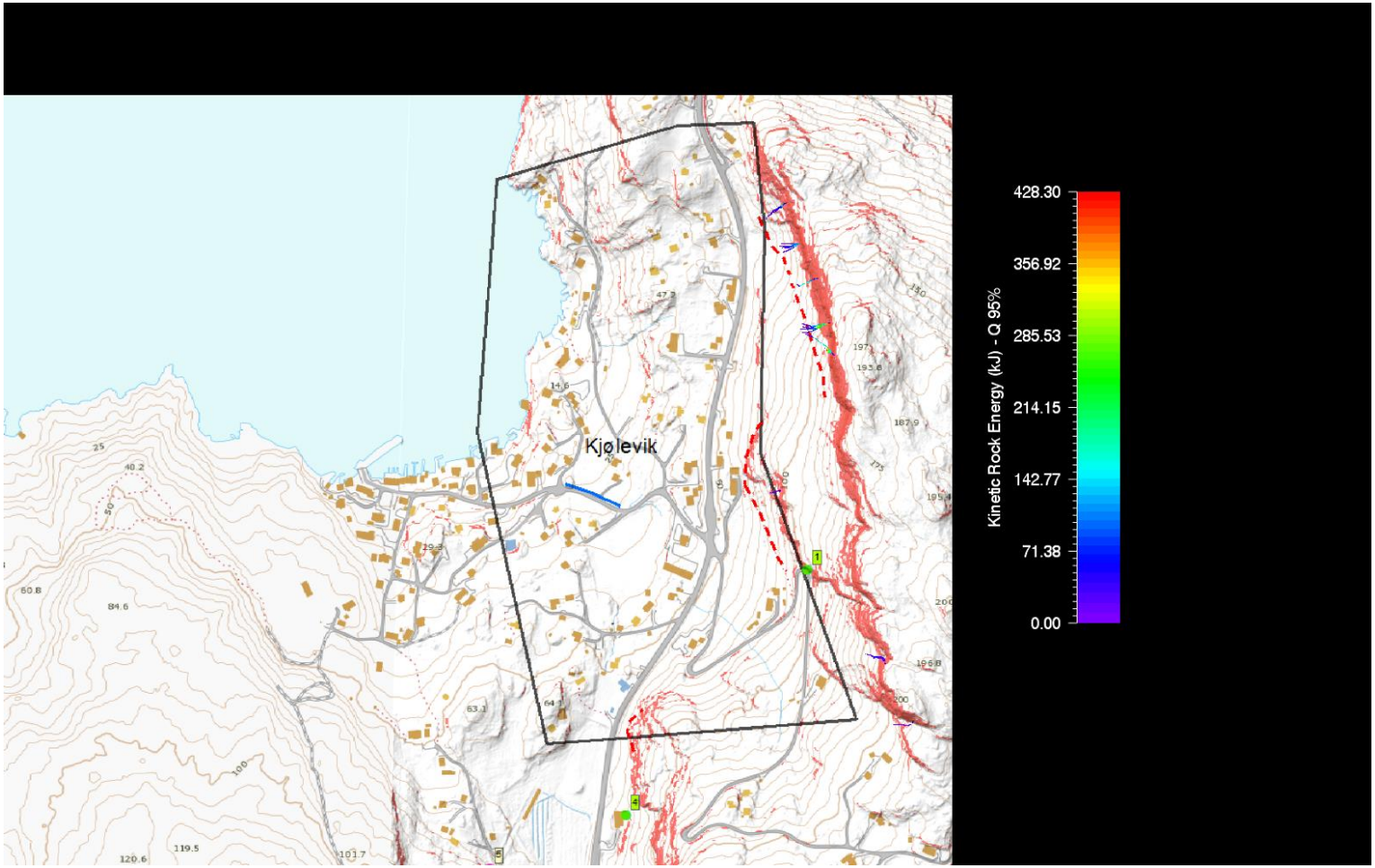
Dato 2017/11/27

Rambøll
Sjøhagen 6
Pb 3063
N-4095 Stavanger

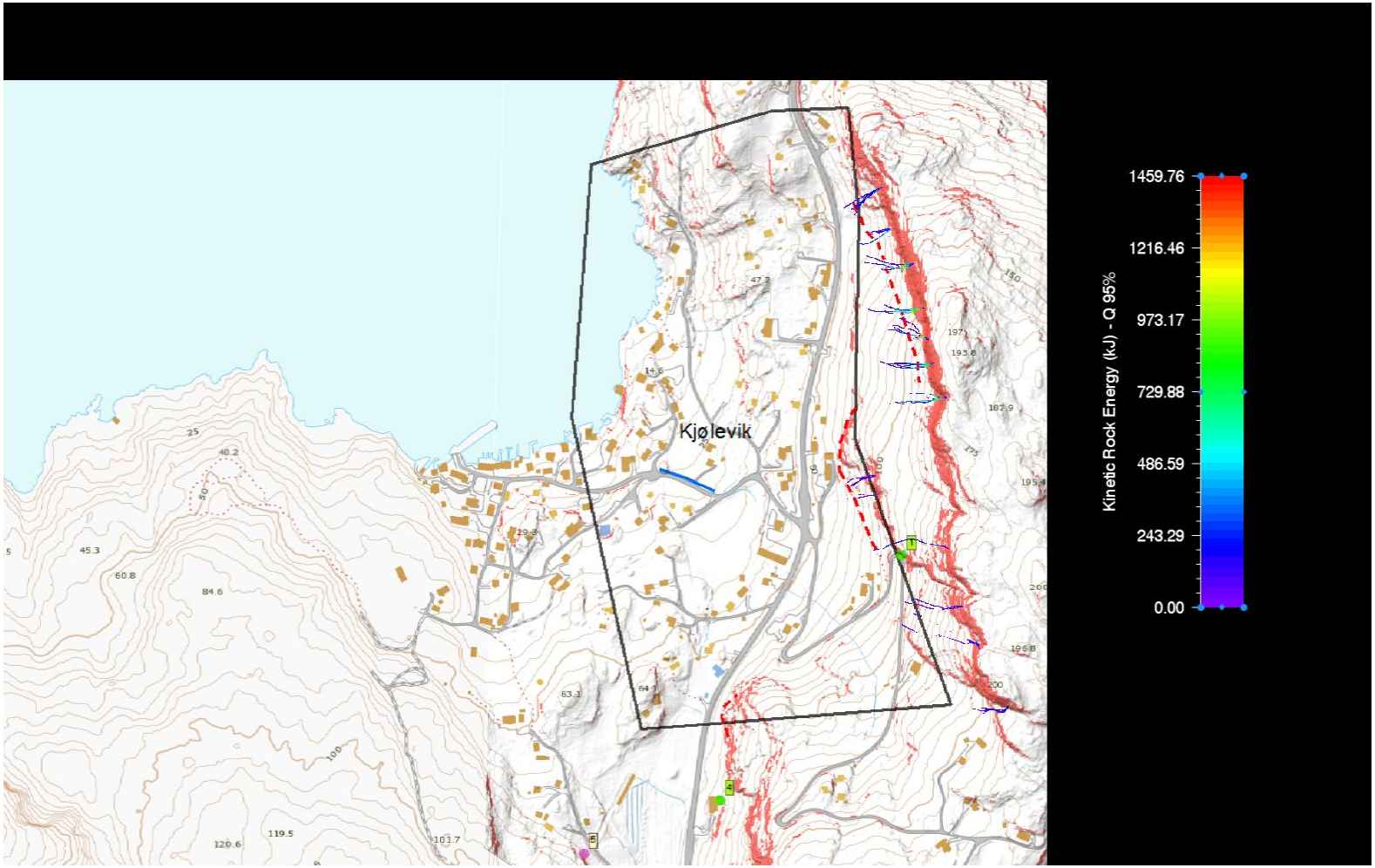
T +47 97 42 80 00
www.ramboll.no

Rambøll Norge AS
NO 915 251 293 MVA

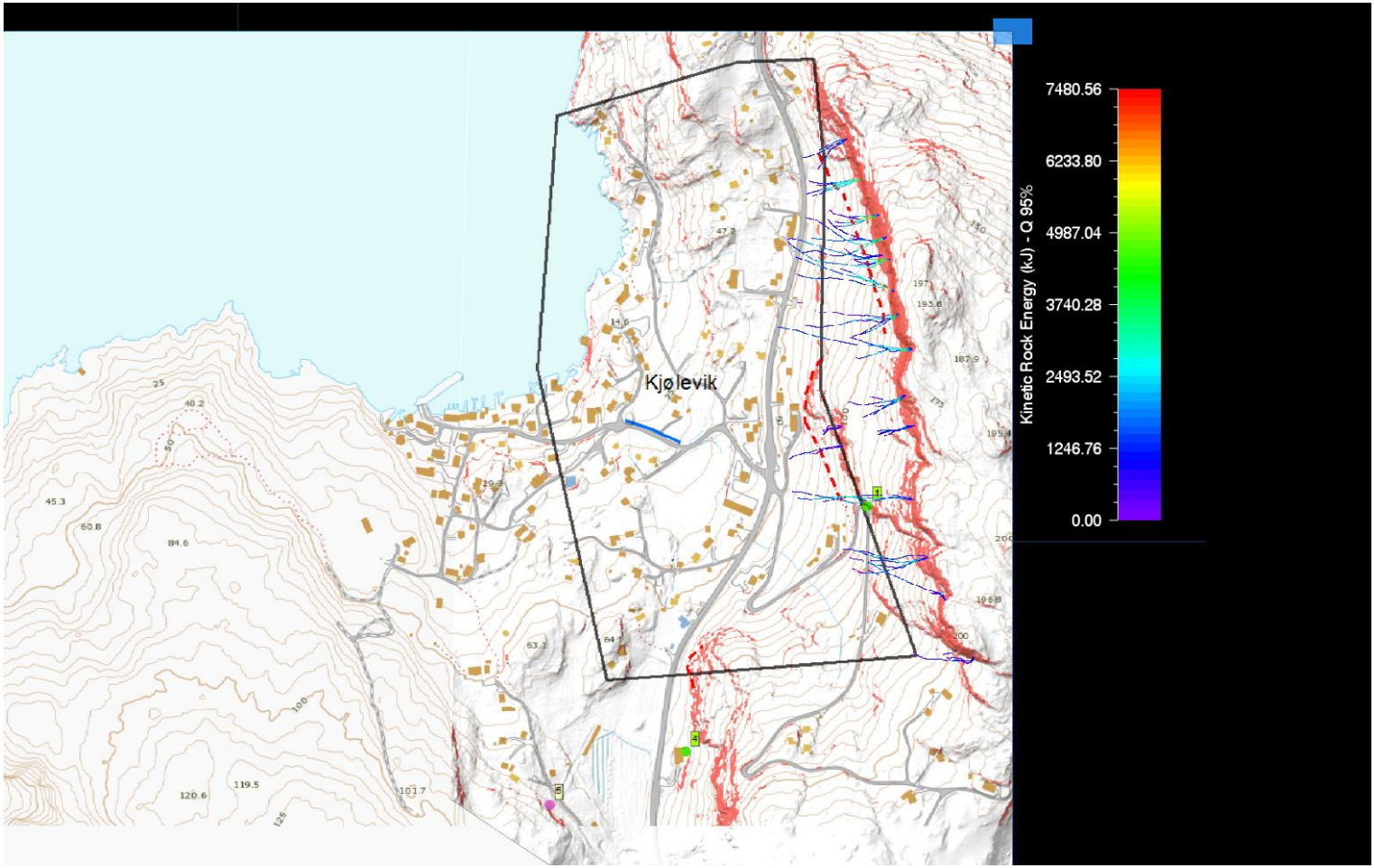
Modell: Kjølevik_0.3m3_skog_medium



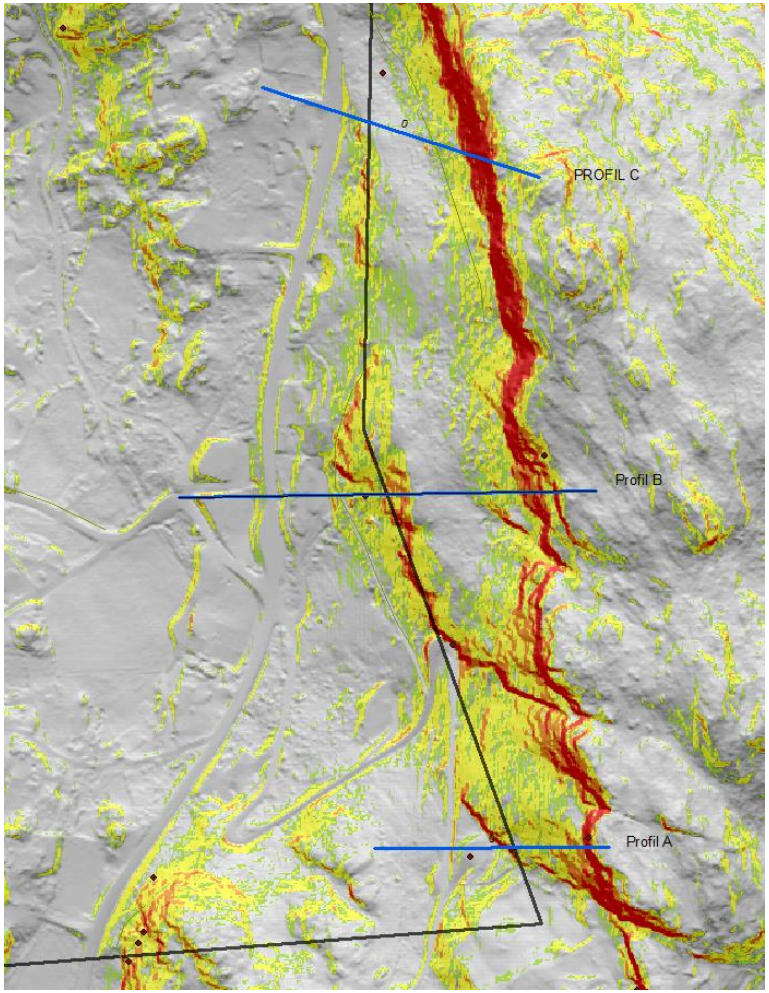
Modell: Kjølevik_1m3_skog_medium



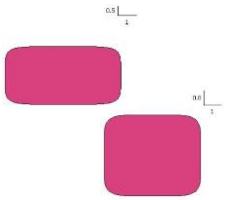
Modell: Kjølevik_5m3_skog_medium_2



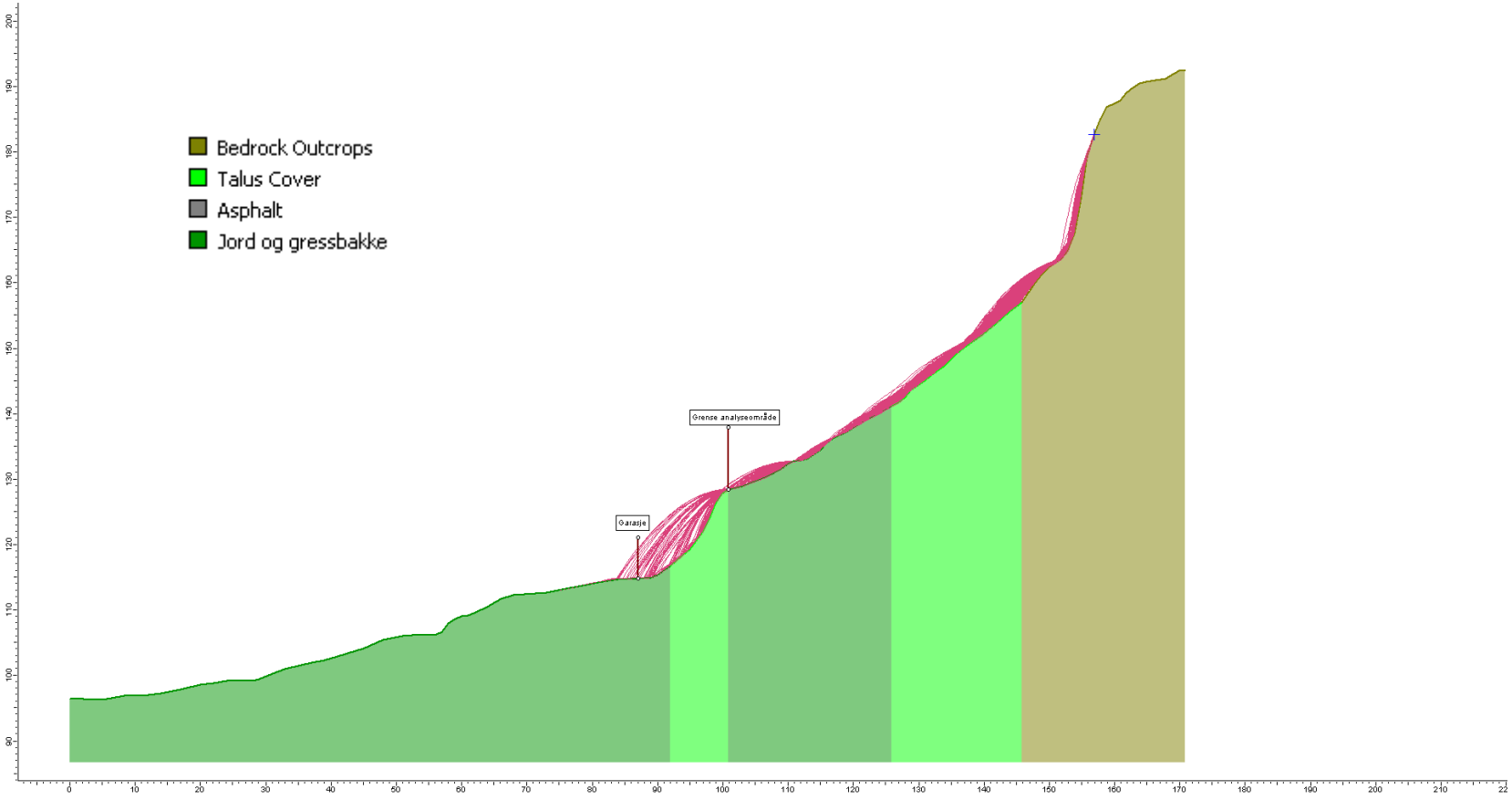
ROCFALL 6.0



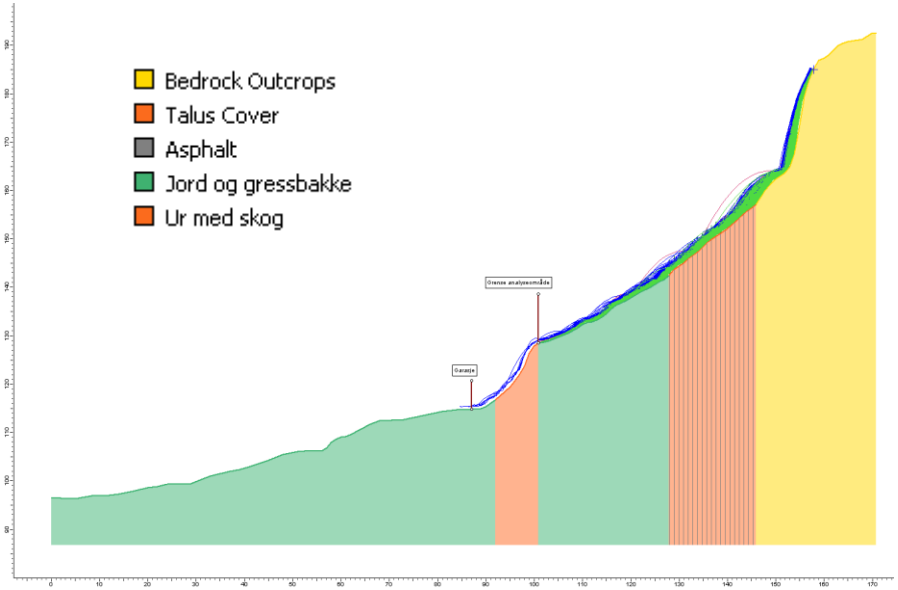
Modell navn: Rocfall_Kjølevik_Model-A01_LumpedMass				
Innstilling	Parameter	Verdi	Statistisk fordeling	Feltobserasjoner og kommentar til modellert resultat
Generelt (Project settings)	Analysemetode	Luped Mass	-	
	Antall blokker per	500	-	Modelleringer med 1000 blokker gir samme resultat
	Sampling method	Monte-Carlo	-	
	Skalering	Skalere dempingskoffiseient Rn (normal) med hastighet	-	
Material	Bergblotninger (Bedrock outcrops)	Rn: 0,35 Rt:0,85 Friksjonsvinkel: 30 Ruhet: 0°	Normal (std.Dev 0,04) Normal (std.Dev 0,04) Normal (std.Dev 5)	Bergblotninger observert i overgangen mellom skrent og skråning. Benyttet materialverdier i material tabell fra Rocsience.
	Grov ur (Talus cover)	Rn: 0,32 Rt:0,82 Friksjonsvinkel: 30 Ruhet: 0°	Normal (std.Dev 0,04) Normal (std.Dev 0,04) Normal (std.Dev 5)	Stedvis kartlagt grov ur. Benyttet materialverdier i material tabell fra Rocsience.
	Jord og gressbakke (morenemateriale)	Rn: 0,30 Rt:0,80 Friksjonsvinkel: 30	Normal (std.Dev 0,04)	Stedvis kartlagt jordmaterialer. Benyttet materialverdier i material tabell fra Rocsience.
	Skog	-	-	Skog vurdert å ikke ha effekt.
Blokk	Blokkstørrelse	-	-	Analysemetode betrakter blokk som uendelig lite punkt. Blokkstørrelse ikke betyning for simulert utløpslengde.
	Initial horisontal hastighet	0 m/s	Normal (Std.Dev. 0.15)	Avskallinger. Løsneområdet er bar berghammer, og nedfall forventes at avløses gradvis og vil ha dominerende vertikal fallbane før første treff.
	Blokkform	Punkt	-	Analysemetode betrakter blokk som uendelig lite punkt. Blokkform ikke betyning for simulert utløpslengde.

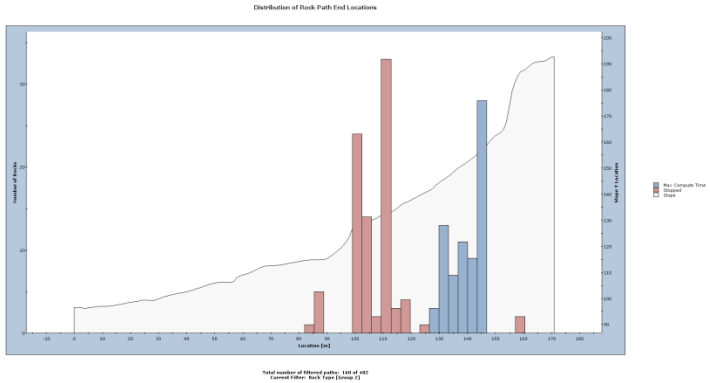
Modell navn: Rocfall_Kjølevik_Model-A03_RigidBody_skog				
Innstilling	Parameter	Verdi	Statistisk fordeling	Kommentar/feltobserasjoner
Generelt (Project settings)	Analysemetode	Rigid body	-	
	Antall blokker per simulering	500	-	Gir en tilfredsstillende effektiv modell
	Sampling method	Monte-Carlo	-	
	Skalering	Skalere dempingskoffiseient Rn (normal) med hastighet	-	Anbefalt fra Rocscience
Material	Bergblotninger (Bedrock outcrops)	Rn: 0,28 Rt:0,68 Friksjon: dynamisk 0,57 rullende 0,15	Normal (std.Dev 0,04) Normal (std.Dev 0,04/0,02)	20% redusert i forhold verdi i Lumped mass-verdier. Verdi for friksjonsparameter hentet fra material tabell fra Rocscience.
	Grov ur med vegetasjon	Rn: 0,26 Rt:0,66 Friksjon: dynamisk 0,57 rullende 0,20	Normal (std.Dev 0,04)	20% redusert i forhold verdi i Lumped mass-verdier. Verdi for friksjonsparameter hentet fra material tabell fra Rocscience.
	Jord og gressbakke (morenemateriale)	Rn: 0,24 Rt:0,64 Friksjon: dynamisk 0,57 rullende 0,55	Normal (std.Dev 0,04)	20% redusert i forhold verdi i Lumped mass-verdier. Verdi for friksjonsparameter hentet fra material tabell fra Rocscience.
	Skog i øvre del av skråning	Høyde 3 m Åpen skog (20m2/ha basal area)	-	Grov ur og lauskog i øvre del av skråning under skrent.
Blokk	Blokkstørrelse	540 kg / 0,2 m3	-	Registrerte størrelser i felt på gamle blokker. Dronefilm.
		2700 kg/1m3	-	Registrerte størrelser i felt på gamle blokker. Dronefilm.
		13500 kg/5m3	-	Registrerte størrelser i felt på gamle blokker. Dronefilm. For blokker av denne størrelsen vurderes skogen å ikke ha effekt.
	Initial hastighet	0 m/s	Normal (Std.Dev. 0.15)	Avskallinger. Løsneområdet er bar berghammer, og nedfall forventes at avløses gradvis og vil ha vertikal fallbane før første treff.
	Blokkform		-	Observerte avløste blokker i fjellsiden (dronefilm) og form på blokker i ur og terreng. Kantete, kubiske eller flate.

Modell: Kjølevik_Modell-A01_LumpedMass

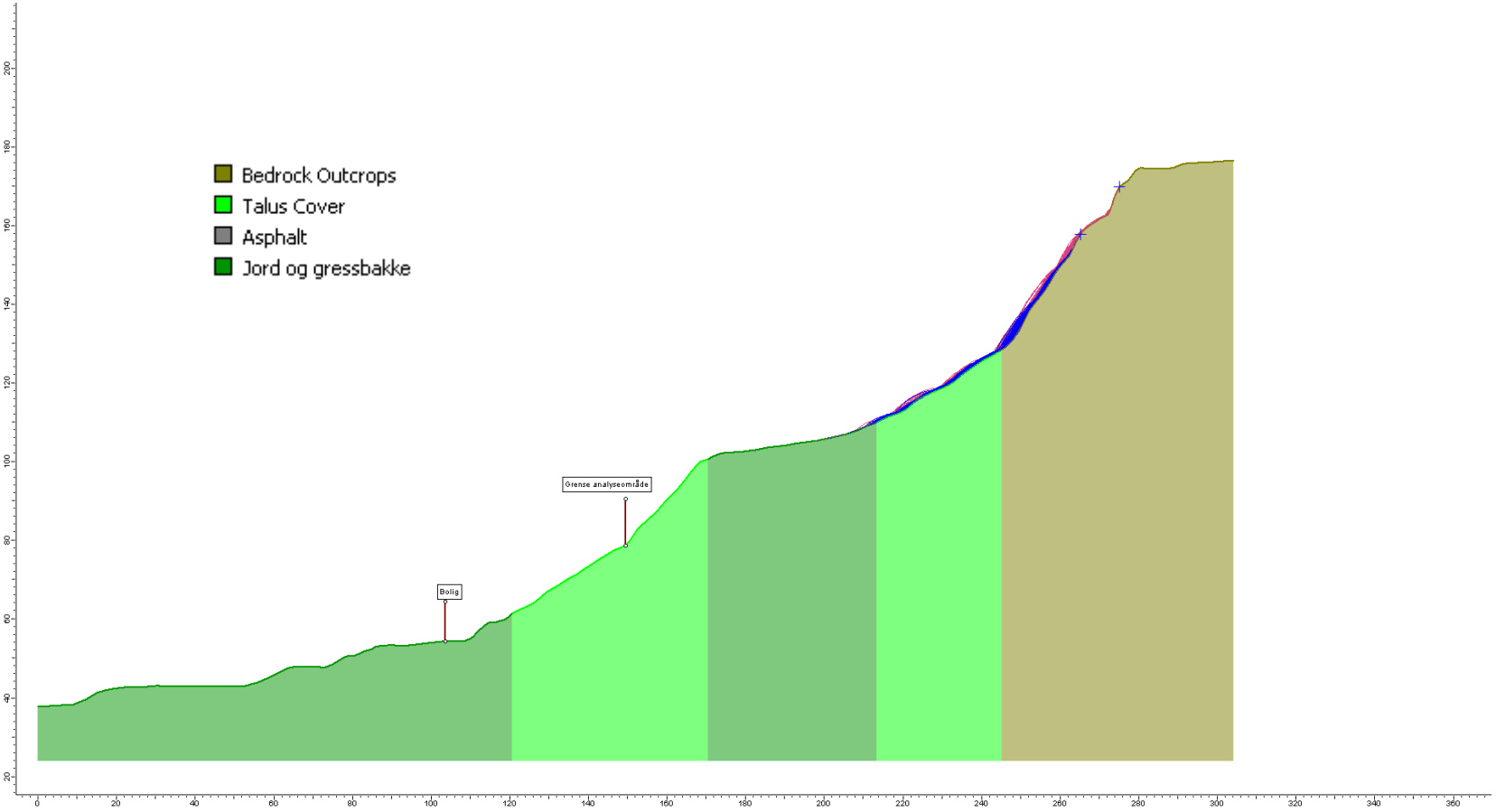


Modell: Kjølevik_Modell-A03_RigidBody
Histogram: Utløp blokkstørrelser 1 m^3

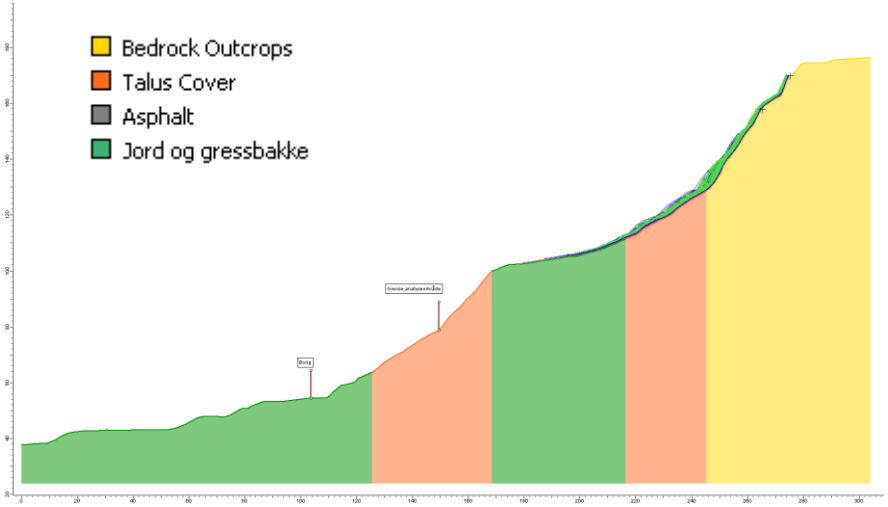


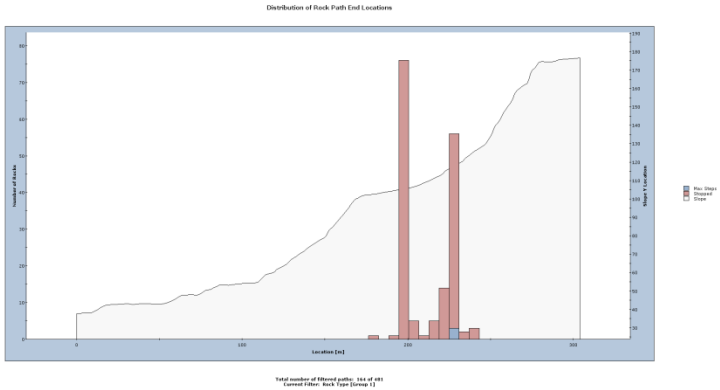


Modell: Kjølevik_Modell-B01_LumpedMass

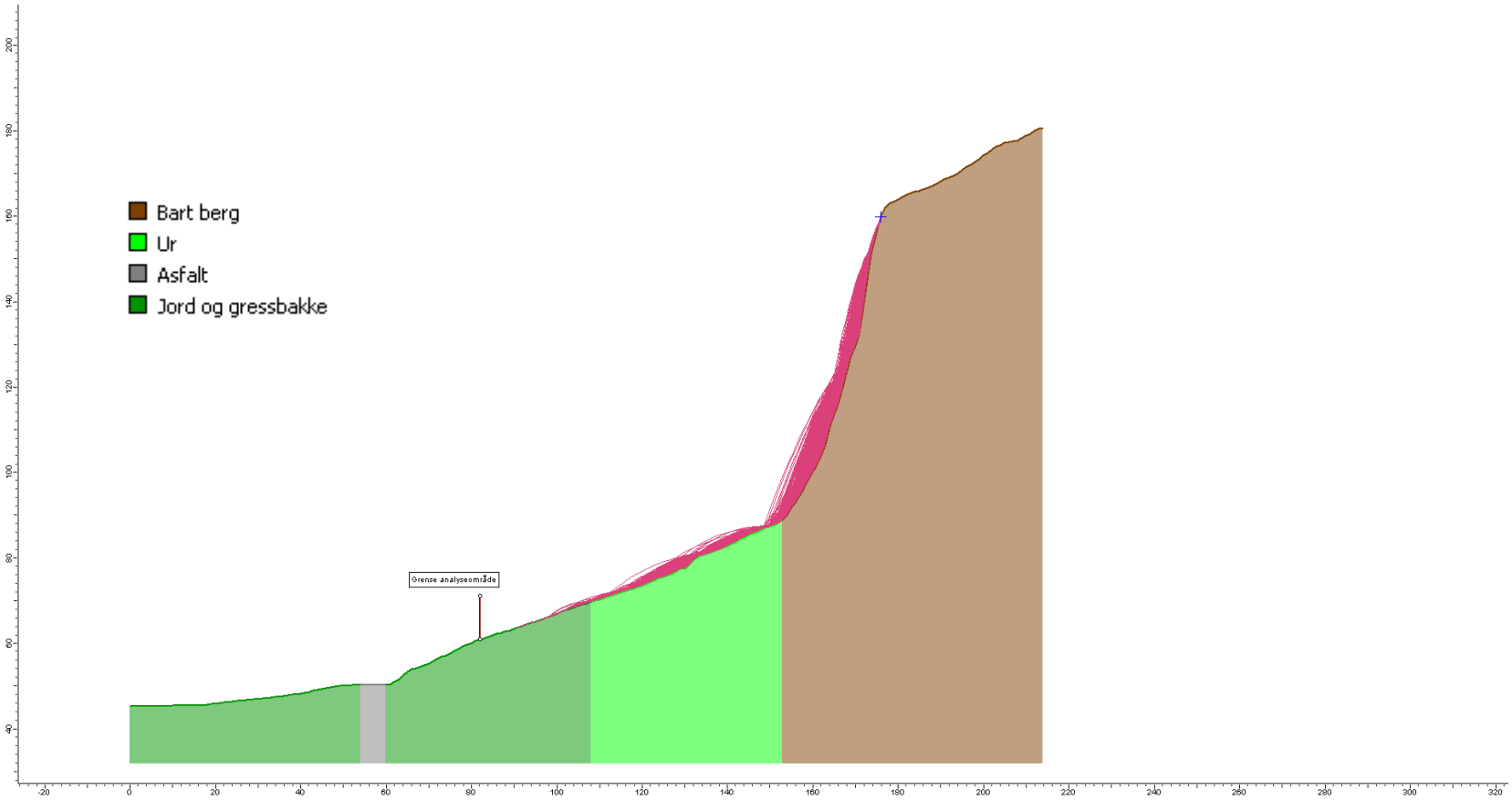


Modell: Kjølevik_Modell-B02_RigidBody
Histogram: Utløp blokkstørrelser 0,2 m^3

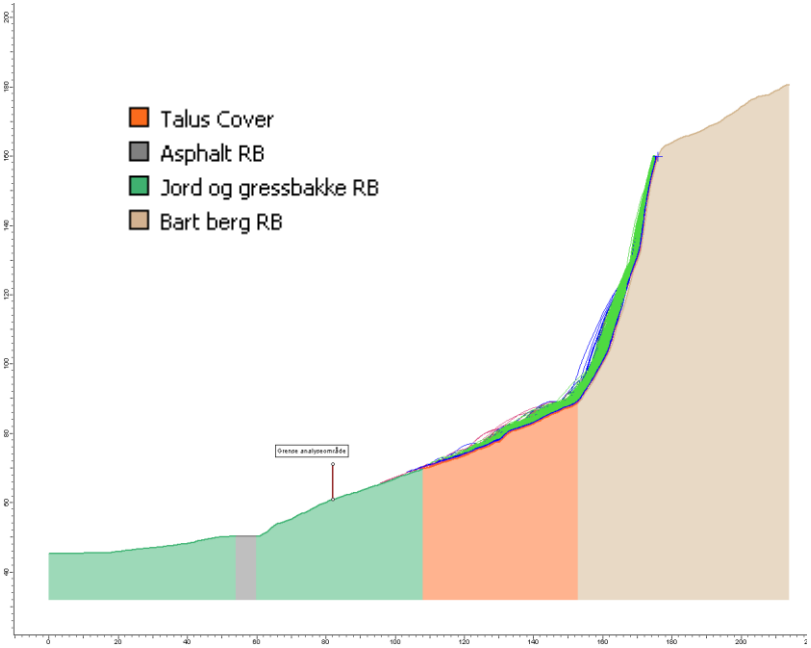


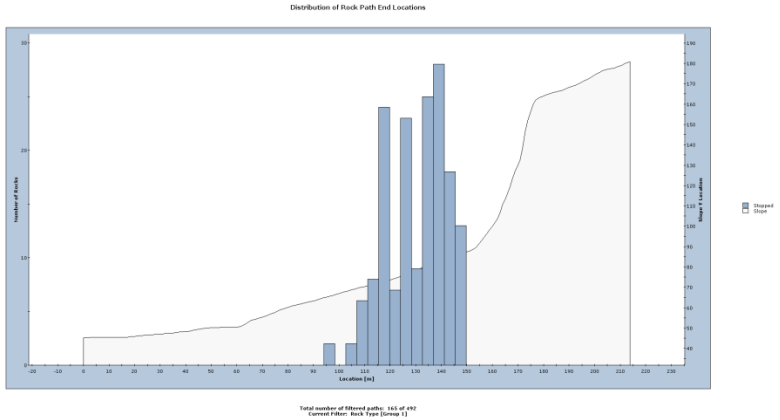


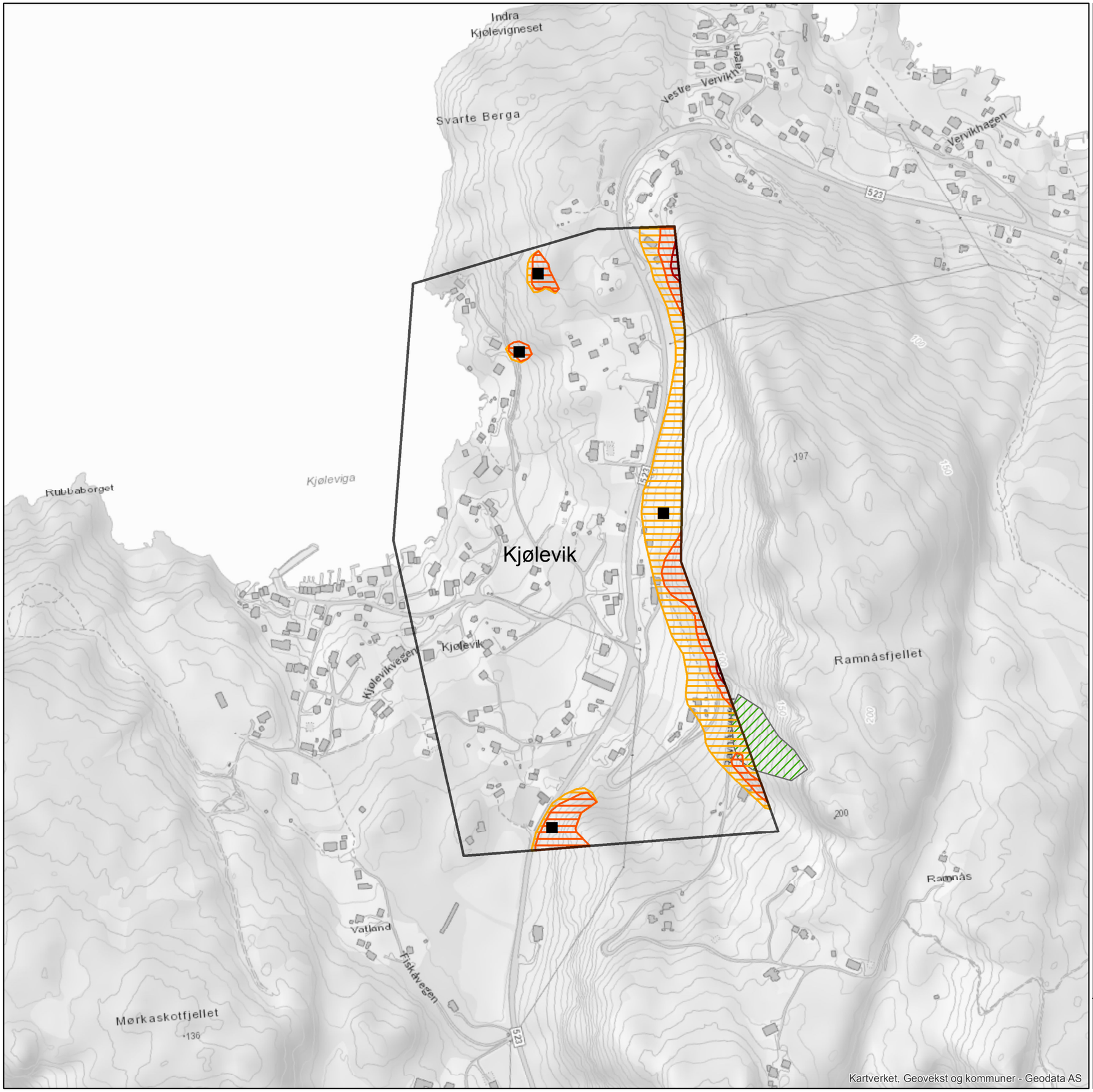
Modell: Kjølevik_Modell-C01_LumpedMass



Modell: Kjølevik_Modell-C02_RigidBody
Histogram: Utløp blokkstørrelser 0,2 m^3







Tegnforklaring

Faresoner

Kartleggingsområde

Dimensjonerende skredtype

- Jord- og flomskred
- Steinsprang
- > 1/100
- > 1/1000
- > 1/5000
- Viktig skog

Oppdrag:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
1350022304 - Skredfarekartlegging Strand kommune	TANS	HAJU
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 32N	Skala (A3): 1:5 000	Dato: 04.12.17

N

0 62,5 125 250 M

RAMBØLL

VEDLEGG 4A Fotovedlegg
Delområde: Tauvågen

Dato 2017/11/27

Rambøll
Sjøhagen 6
Pb 3063
N-4095 Stavanger

T +47 97 42 80 00
www.ramboll.no

Figur 1: Fjellskrenten ses til venstre i bildet. Bildet er tatt mot nord.

Figur 2: Den mest rasutsatte delen av fjellskrenten. Ura ses i underkant. Bildet er tatt mot nordvest.

Figur 3: Ur under kartlagt berghammer. Små blokkstørrelser.

Rambøll Norge AS
NO 915 251 293 MVA

Figur 4: Grov ur under kartlagt berghammer.

Rambøll Norge AS
NO 915 251 293 MVA

Tauvågen

Tauvågen

Tegnforklaring

Skråningsgradient

- 0 - 25
- 25 - 30
- 30 - 45
- 45 - 60
- 60 - 88,109
- Kartleggingsområde

N

0 25 50 100 Meters

025
026
115
114
89
027
91
90
92
Tauvågen

Tegnforklaring

- GPS Veipunkter_Døvika_Diket_Tauvågen
- Blokk gammel
- Blokk ferskt nedfall
- Generell Observasjon
- Urfot
- Vann
- Eksisterende sikringstiltak - Linje
- Kartleggingsområde
- DRONE Tracklog
- GPS Tracklog
- Løsneområde steinsprang

1:2 000

N

RAMMS Rocfall

Parameter	Verdi	Kommentar/begrunnelse
Friksjon	Overall type: Medium Hard	Kan brukes på delvis vegetert ur med et tynt dekke løsmasser. Kartlegging i felt viser variasjoner av dissematerialene under definerte løsnområder.
Skog (Forest/Moor)	Kjølevik_skog.shp: Medium Forest (35 m2/ha)	Valgt basert på foto fra feltarbeid, dronekartlegging og ortofoto.
Blokk (Rock)	Rock Density: 2700.00 kg/m3 Rock Volume: 0.3 m^3, 1 m^3, 5 m^3 Rock Form: Flat_1.5_0.2m3.pts	Valgt basert på registrerte steinsprangblokker kartlagt i felt, samt observasjoner i berghammer med drone.

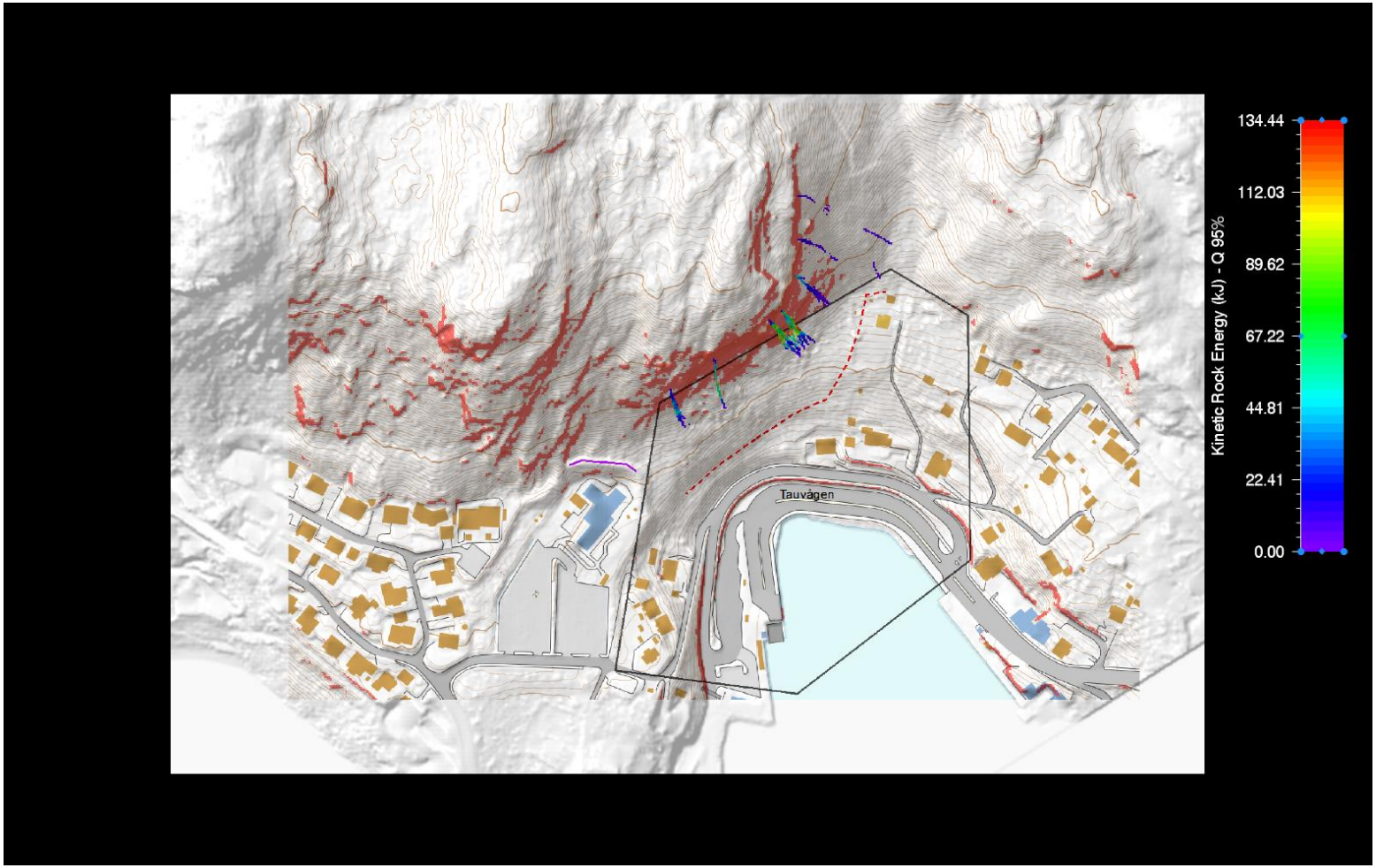
Dato 2017/11/27

Rambøll
Sjøhagen 6
Pb 3063
N-4095 Stavanger

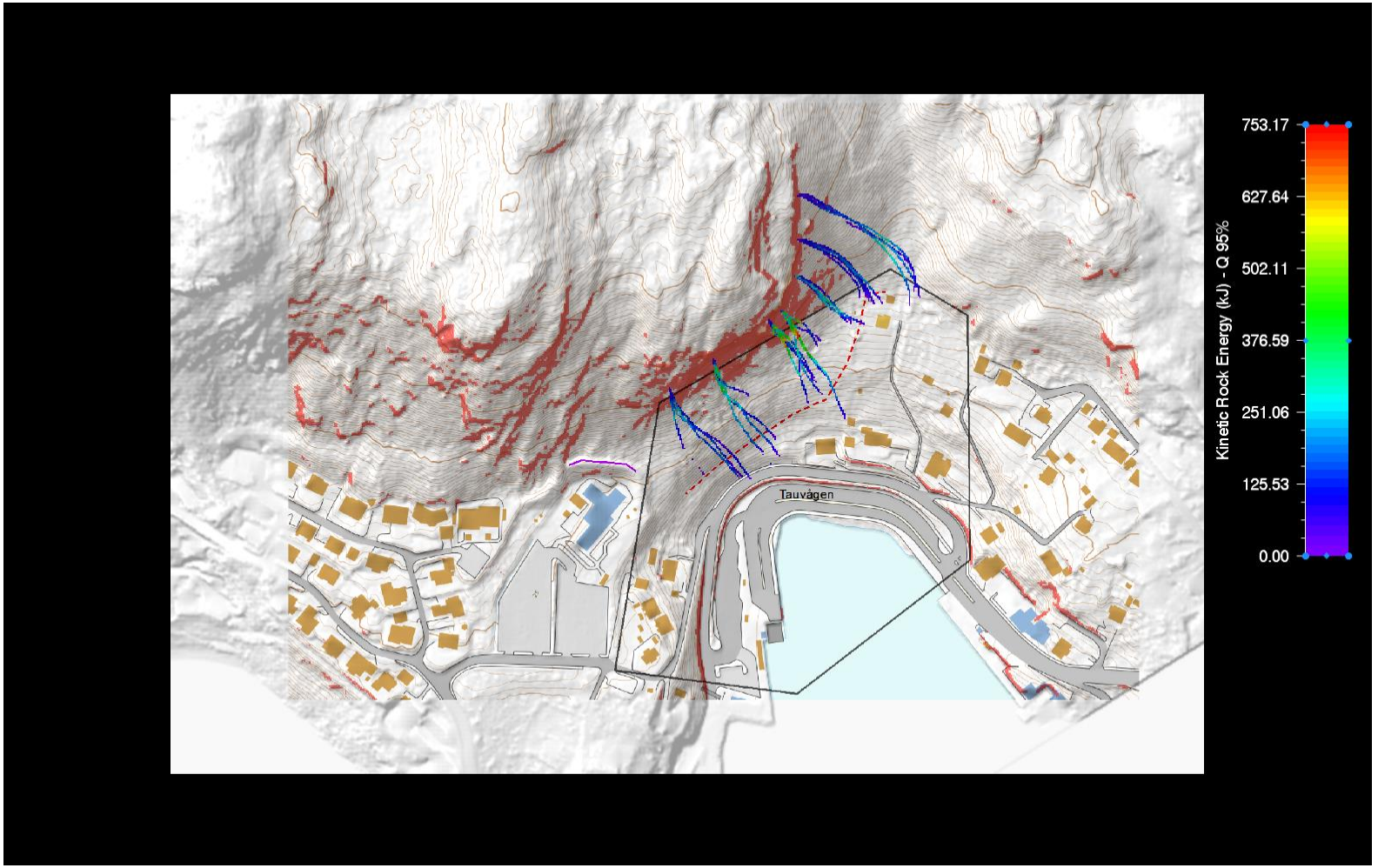
T +47 97 42 80 00
www.ramboll.no

Rambøll Norge AS
NO 915 251 293 MVA

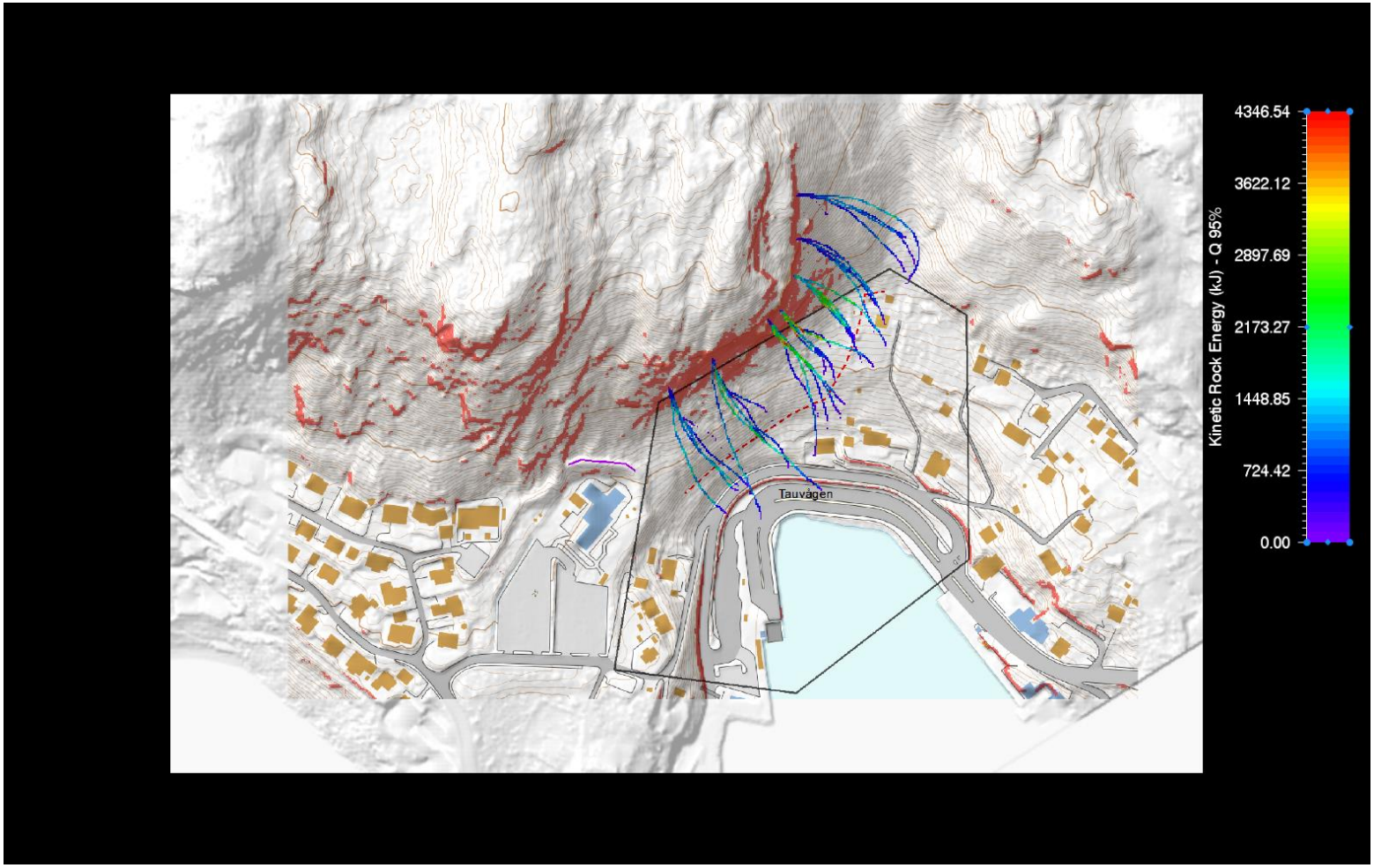
Modell: Tauvaagen_0.2m3_skog_mediumhard_2



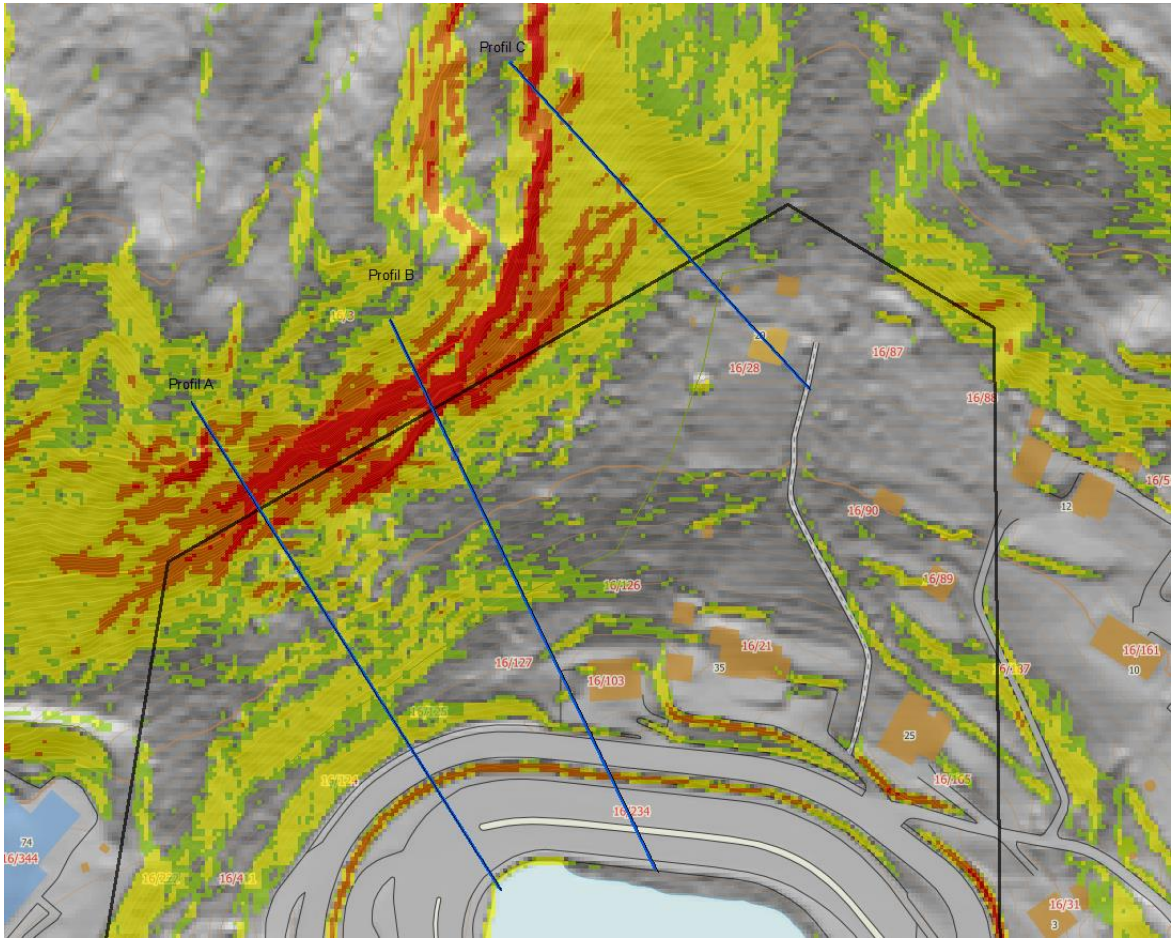
Modell: Tauvaagen_1m3_skog_mediumhard



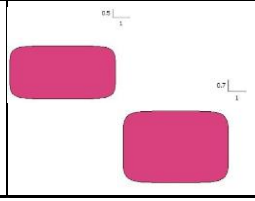
Modell: Tauvaagen_5m3_skog_mediumhard



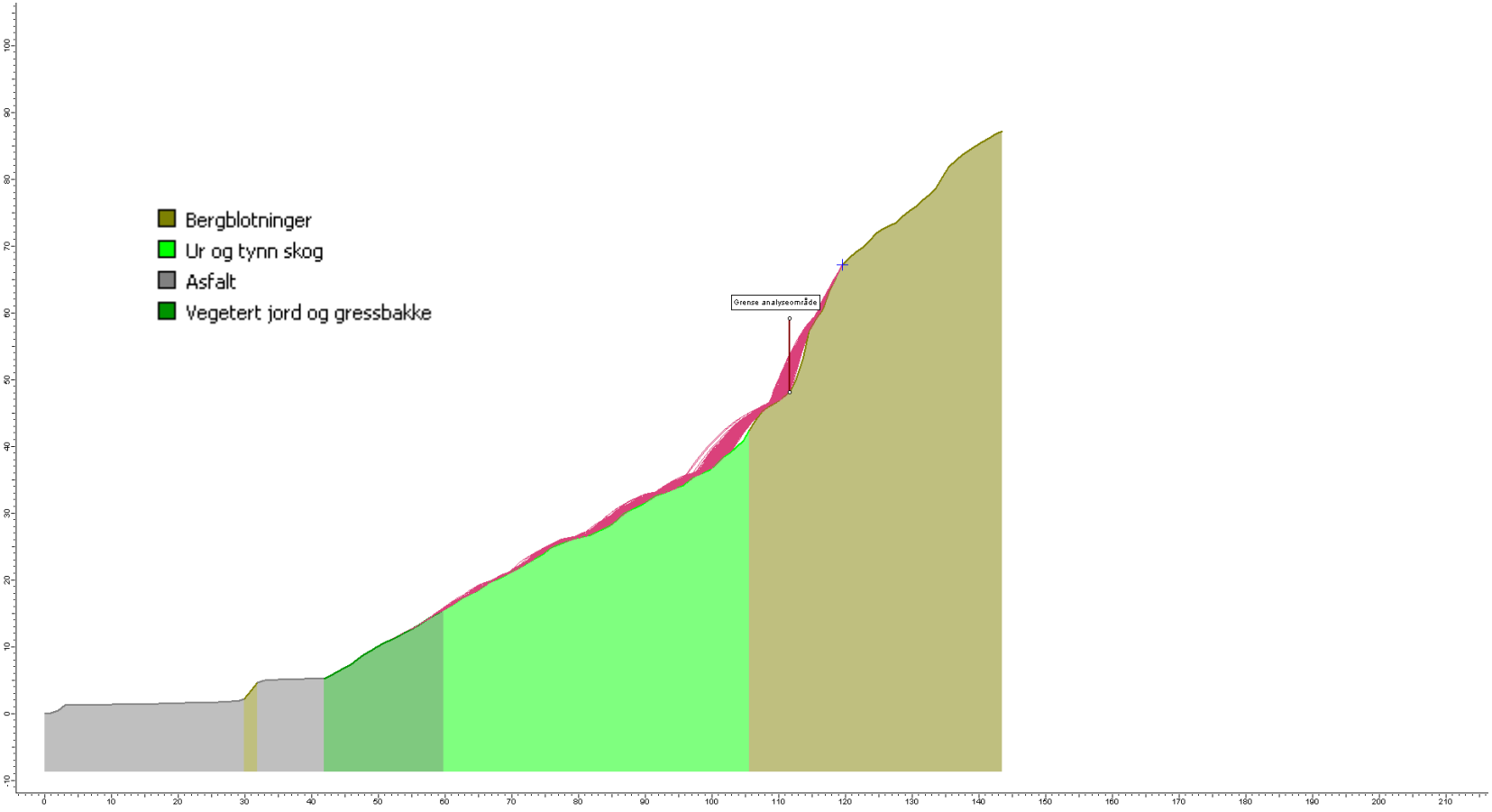
ROCFALL 6.0


Profil C
Profil B
Profil A
16/87
16/28
16/90
16/89
16/126
16/21
16/127
16/103
16/161
16/165
16/234
16/31

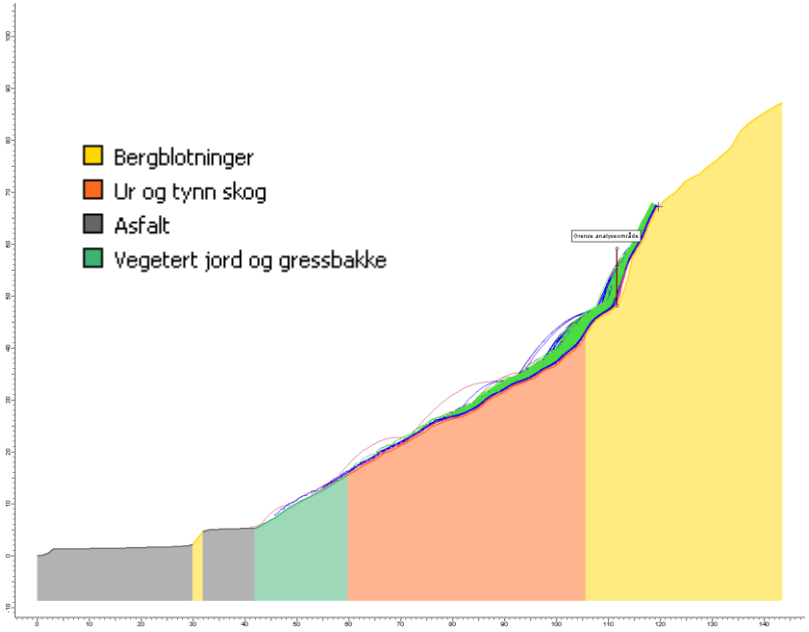
Modell navn: Rocfall_Tauvågen_Model-A01_LumpedMass				
Innstilling	Parameter	Verdi	Statistisk fordeling	Kommentar/feltobserasjoner
Generelt	Analysemetode	Lumped Mass	-	
	Antall blokker per	500	-	
	Sampling method	Monte-Carlo	-	
	Skalering	Skalere dempingskoffiseient Rn (normal) med hastighet	-	Anbefalt av Rocsceince
Material	Bergblotninger (Bedrock outcrops)	Rn: 0,35 Rt:0,85 Friksjonsvinkel: 30 Ruhet 0˚	Normal, sted.dev 0,04 Normal, sted.dev 0,04 Normal, std.dev 5	Observert i felt og på dronefilm. Verdier funnet i material tabell (Rocsience). Ruhet: Funnet ved kalibrering av modell mot registrert utløp
	Ur med tynn skog (Talus cover)	Rn: 0,32 Rt:0,80 Friksjonsvinkel: 30 Ruhet 0˚	Normal, sted.dev 0,04 Normal, sted.dev 0,04 Normal, std.dev 5	Kartlagt i felt i foten av skrenten. Tynn skog. Verdier funnet i material tabell (Rocsience) og kalibret mot registrere ferske blokker.
	Vegetert jord og gressbakke	Rn: 0,30 Rt:0,70 Friksjonsvinkel: 30	Normal, sted.dev 0,04 Normal, sted.dev 0,04	Kartlagt i felt. Vegetert jordbakke i skråningen under foten av skrent. Verdier funnet i material tabell (Rocsience).
	Asfalt	Rn: 0,40 Rt:0,90 Friksjonsvinkel: 30	Normal, sted.dev 0,04/0,03 Normal, sted.dev 0,04	Verdier programinnstilt. Finnes i material tabell (Rocsience)
	Skog	-	-	I felt observert tettskog med medium stammetykkelse.
Blokk	Blokkstørrelse	2700 kg/1m3	-	Analysemetode betrakter blokk som uendelig lite punkt. Blokkstørrelse ikke betyning for simulert utløpslengde.
	Initial hastighet	1.5 m/s	Normal (std. dev. 0,15)	Rotvelt forventes å være utløsende faktor. Rotvelt vil gi blokker horisontal bevegelse ved
	Blokkform	Punkt	-	Analysemetode betrakter blokk som uendelig lite punkt. Blokkform ikke betyning for simulert utløpslengde.

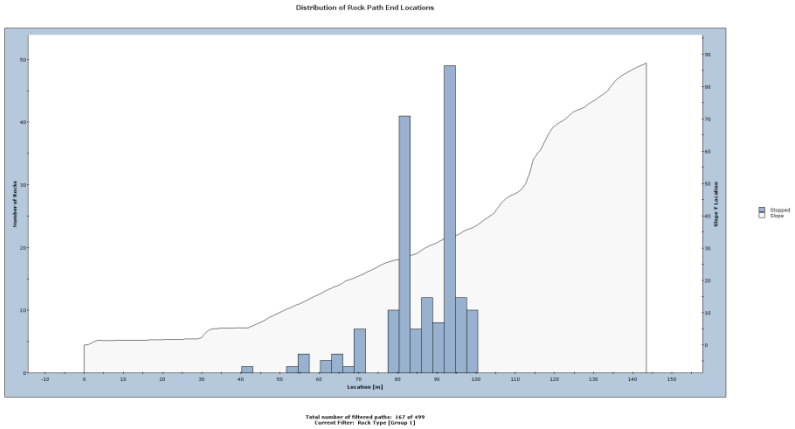
Modell navn: Rocfall_Tauvågen_Model-A02_RigidBody				
Innstilling	Parameter	Verdi	Statistisk fordeling	Kommentar/feltobserasjoner
Generelt (Project settings)	Analysemetode	Rigid Body	-	
	Antall blokker per simulering	500	-	
	Sampling method	Monte-Carlo	-	
	Skalering	Skalere dempingskoffiseient Rn (normal) med hastighet	-	
Material	Bergblotninger	Rn: 0,28 Rt:0,68 Friksjon: dynamisk 0,57 rullende 0,15	Normal, sted.dev 0,04 Normal, sted.dev 0,04/0,02	20% redusert i forhold verdi i Lumped mass-verdier. Verdi for friksjonsparameter hentet fra material tabell fra Rocscience.
	Ur med tynn skog	Rn: 0,26 Rt:0,64 Friksjon: dynamisk 0,57 rullende 0,20	Normal, sted.dev 0,04 Normal, sted.dev 0,04	20% redusert i forhold verdi i Lumped mass-verdier. Verdi for friksjonsparameter hentet fra material tabell fra Rocscience.
	Vegetert jord og gressbakke	Rn: 0,24 Rt:0,56 Friksjon: dynamisk 0,55 rullende 0,55	Normal, sted.dev 0,04 Normal, sted.dev 0,04	20% redusert i forhold verdi i Lumped mass-verdier. Verdi for friksjonsparameter hentet fra material tabell fra Rocscience.
	Asfalt	Rn: 0,32 Rt:0,72 Friksjon: dynamisk 0,57 rullende 0,10	Normal, sted.dev 0,04/0,03 Normal, sted.dev 0,04/0,01	20% redusert i forhold verdi i Lumped mass-verdier. Verdi for friksjonsparameter hentet fra material tabell fra Rocscience.
	Skog	-	-	I felt observert tett skog med medium stammetykkelse.
Blokk	Dimensjonerende blokk 100- årshendelse	540 kg/0,2 m3	Normal	Observert blokkstørrelse i gressbakke bak husene.
	Dimensjonerende blokk 1000-årshendelse	2700 kg/1m3	Normal	Observert blokkstørrelse i gressbakke bak husene, og avløste objekt i løsneområder.
	Dimensjonerende blokk 5000-årshendelse	13500 kg/5m3	Normal	Observert største blokkstørrelse i husene.
	Initial hastihet	1,5 m/s	Normal (std. dev.: 0,15)	Rotvelt forventes å være utløsende faktor. Rotvelt vil gi blokker horisontal bevegelse ved utfall.
	Blokkform		-	Blokkform observert i felt er er firkantet, nær kubisk, rektagulær og plateformet. Ikke avrundedet.

Modell: Tauvågen_Modell-A01_LumpedMass

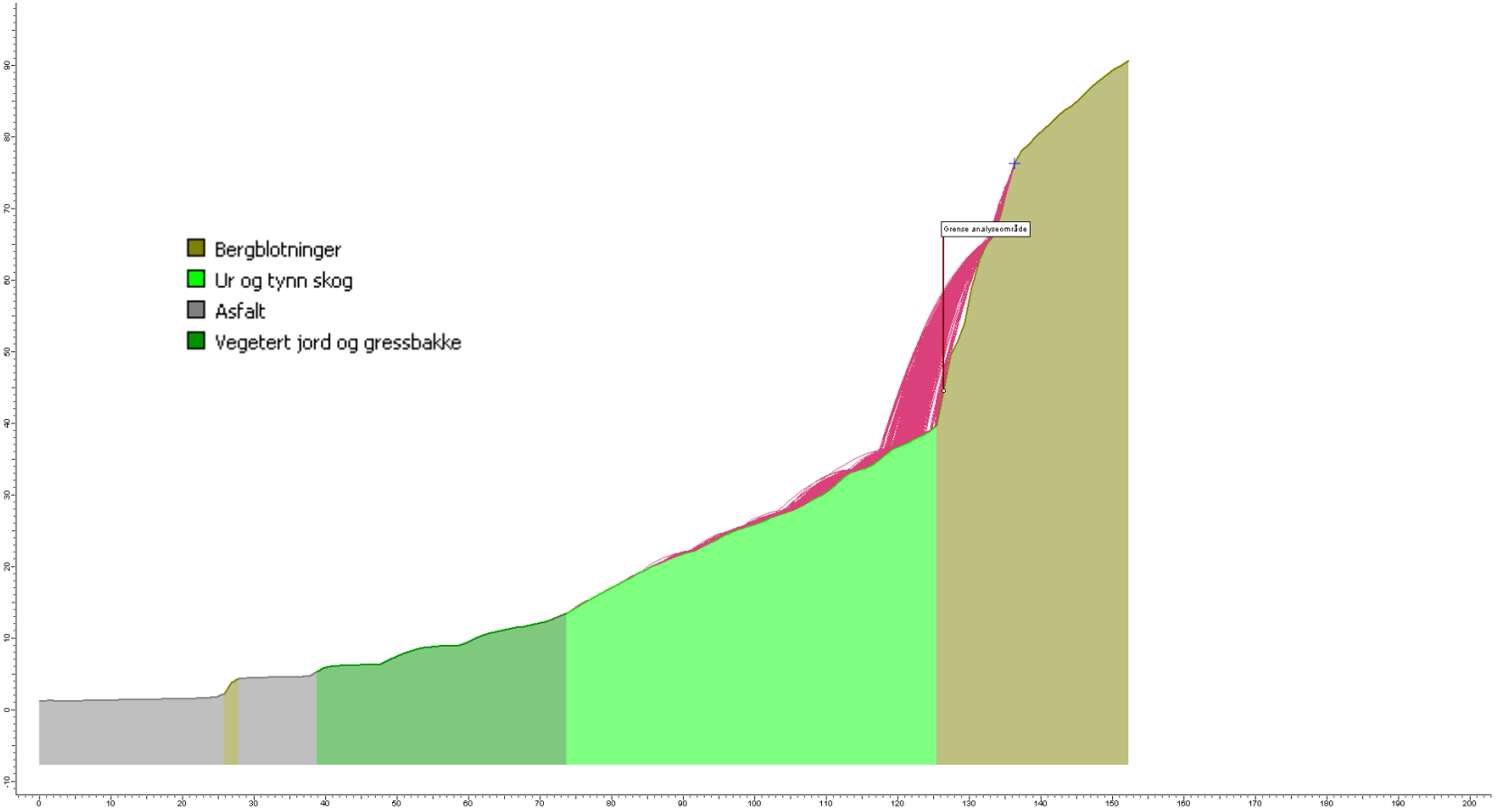


Modell: Tauvågen_Modell-A02_RigidBody
Histogram: Utløp blokkstørrelser 0,2 m^3

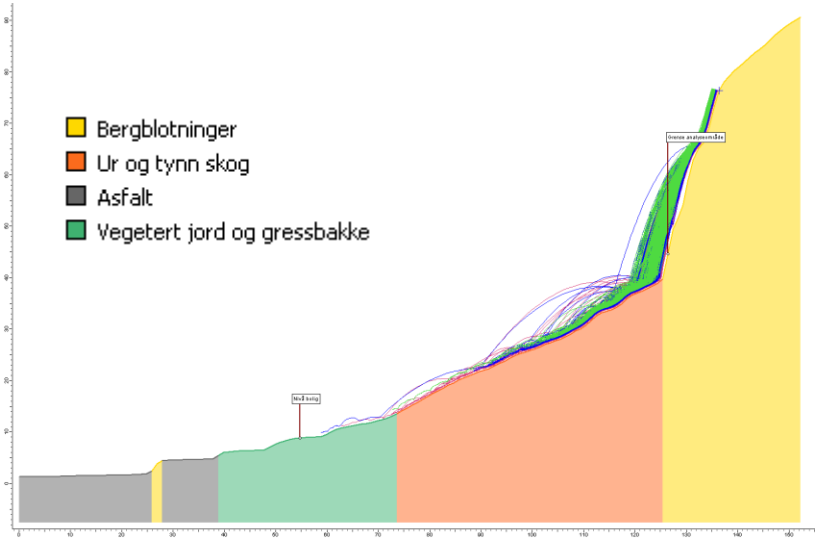


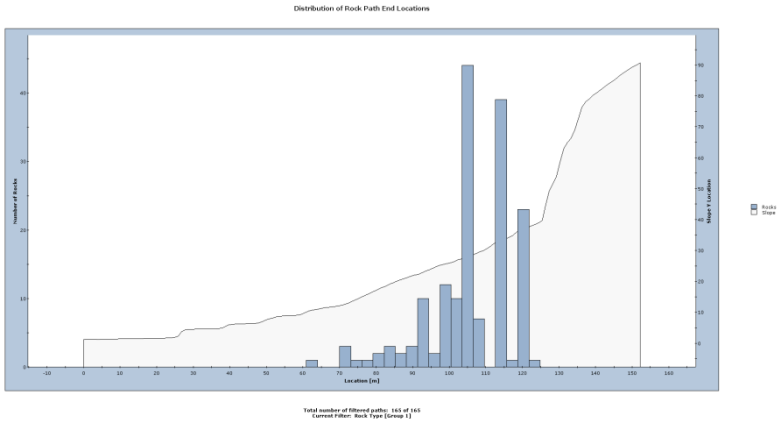


Modell: Tauvågen_Modell-B01_LumpedMass

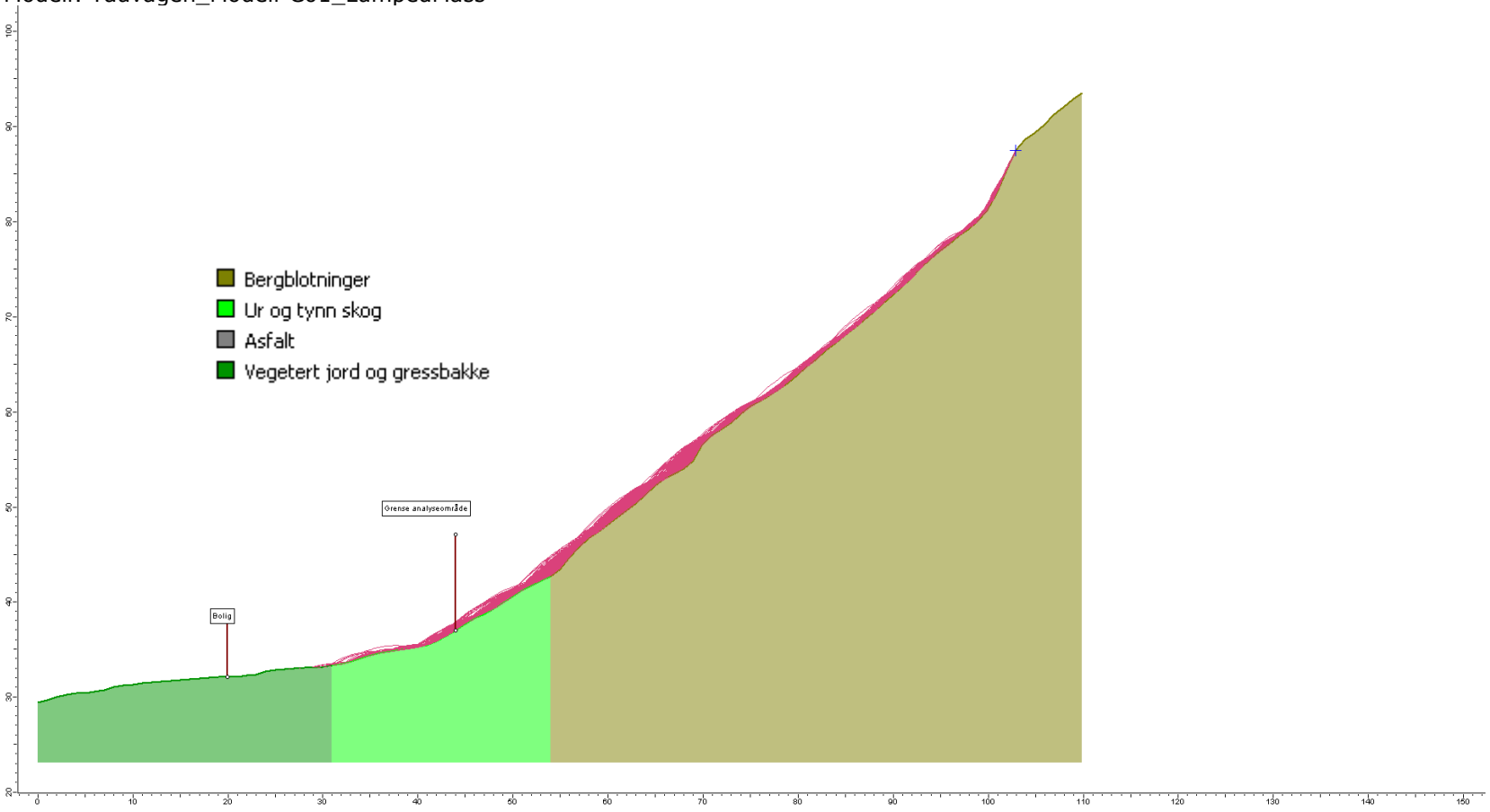


Modell: Tauvågen_Modell-B02_RigidBody
Histogram: Utløp blokkstørrelser 0,2 m^3

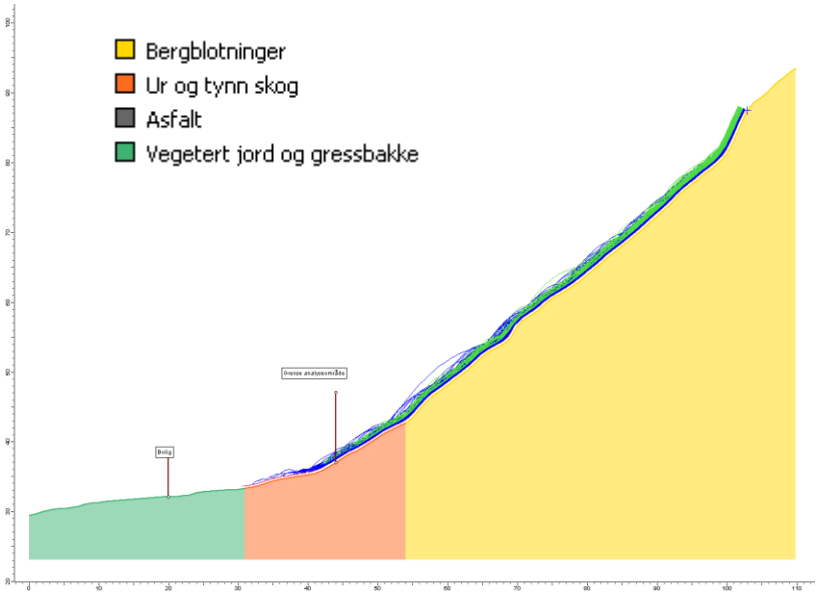


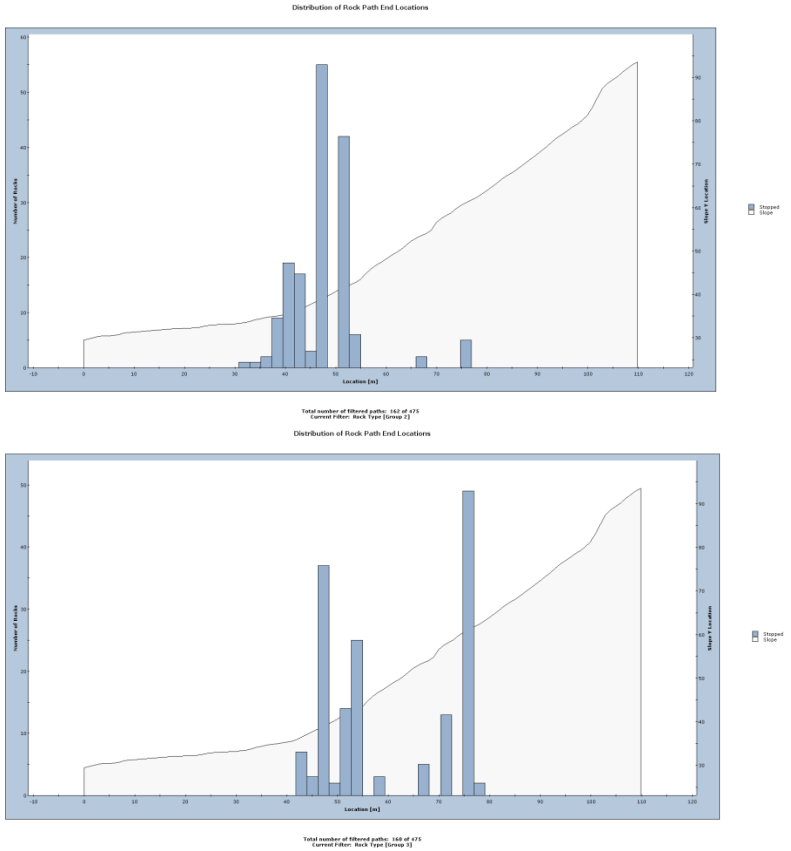


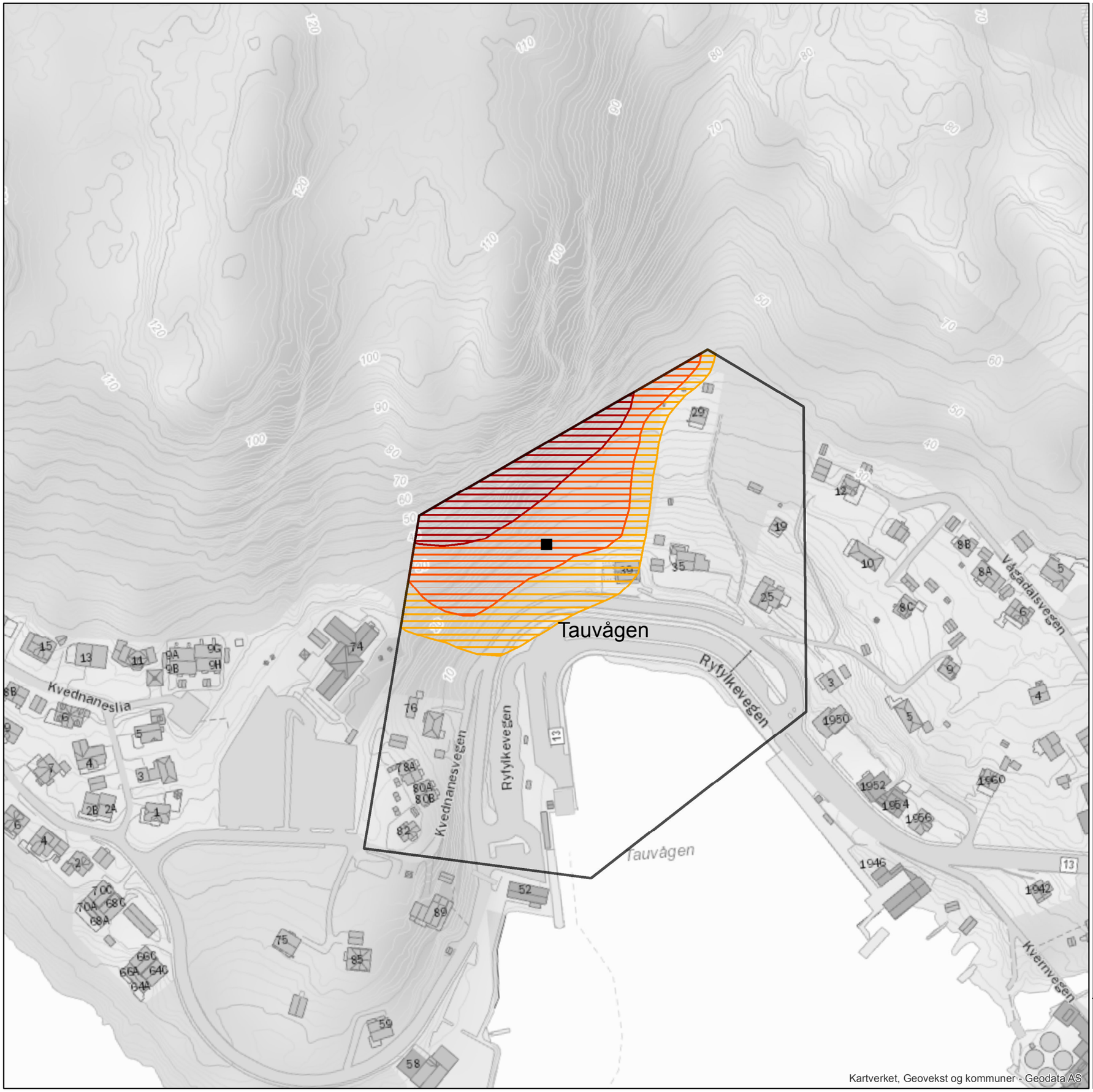
Modell: Tauvågen_Modell-C01_LumpedMass

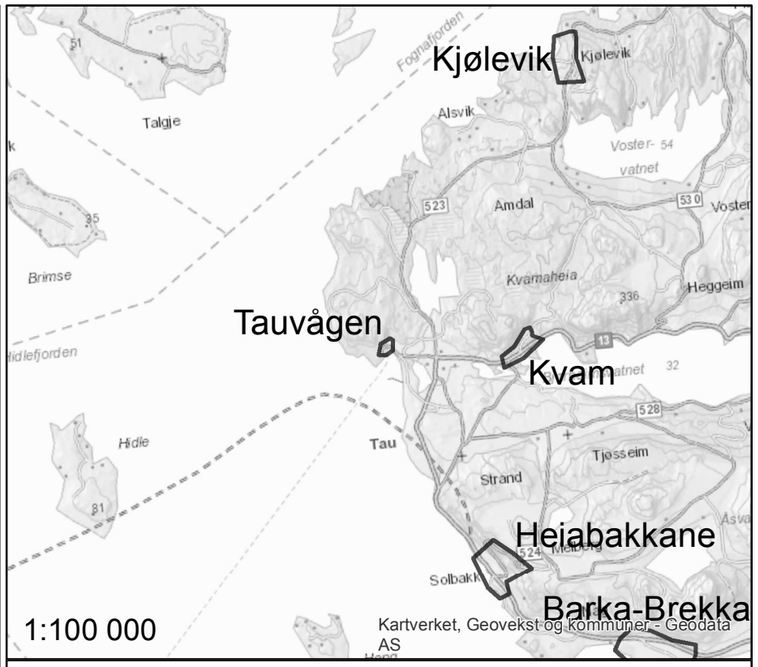


Modell: Tauvågen_Modell-C02_RigidBody
Histogram: Utløp blokkstørrelser 1 m^3 (øverst) og 5 m^3 (nederst)









Tegnforklaring

Faresoner

- > 1/100
- > 1/1000
- > 1/5000
- Kartleggingsområde

Dimensjonerende skredtype

- Jord- og flomskred
- Steinsprang

Oppdrag:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
1350022304 - Skredfarekartlegging Strand kommune	TANS	HAJU
	Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 32N	Skala (A3): 1:2 000
		Dato: 27.11.17

N

0 25 50 100 M

RAMBØLL

VEDLEGG 5A Fotovedlegg
Delområde: Kvam

Dato 2017/11/27

Rambøll
Sjøhagen 6
Pb 3063
N-4095 Stavanger

T +47 97 42 80 00
www.ramboll.no

Figur 1: Oversiktsbilde over vurderingsområdet på Kvam. Området strekker seg fra bartrærne i venstre billedkant til garden i høyre billedkant.

Figur 2: Den nordøstlige delen av vurderingsområdet. Den nevnte gården er ikke med i bildet, men befinner seg like til høyre.

Figur 3: Eksempel på en "skrent" i vestlig del av området. Relativt smått og ufarlig.

Rambøll Norge AS
NO 915 251 293 MVA

Figur 4: Typisk terrengoverflate i skråningen i midtre og vestlig del av området.

Rambøll Norge AS
NO 915 251 293 MVA

Kvam

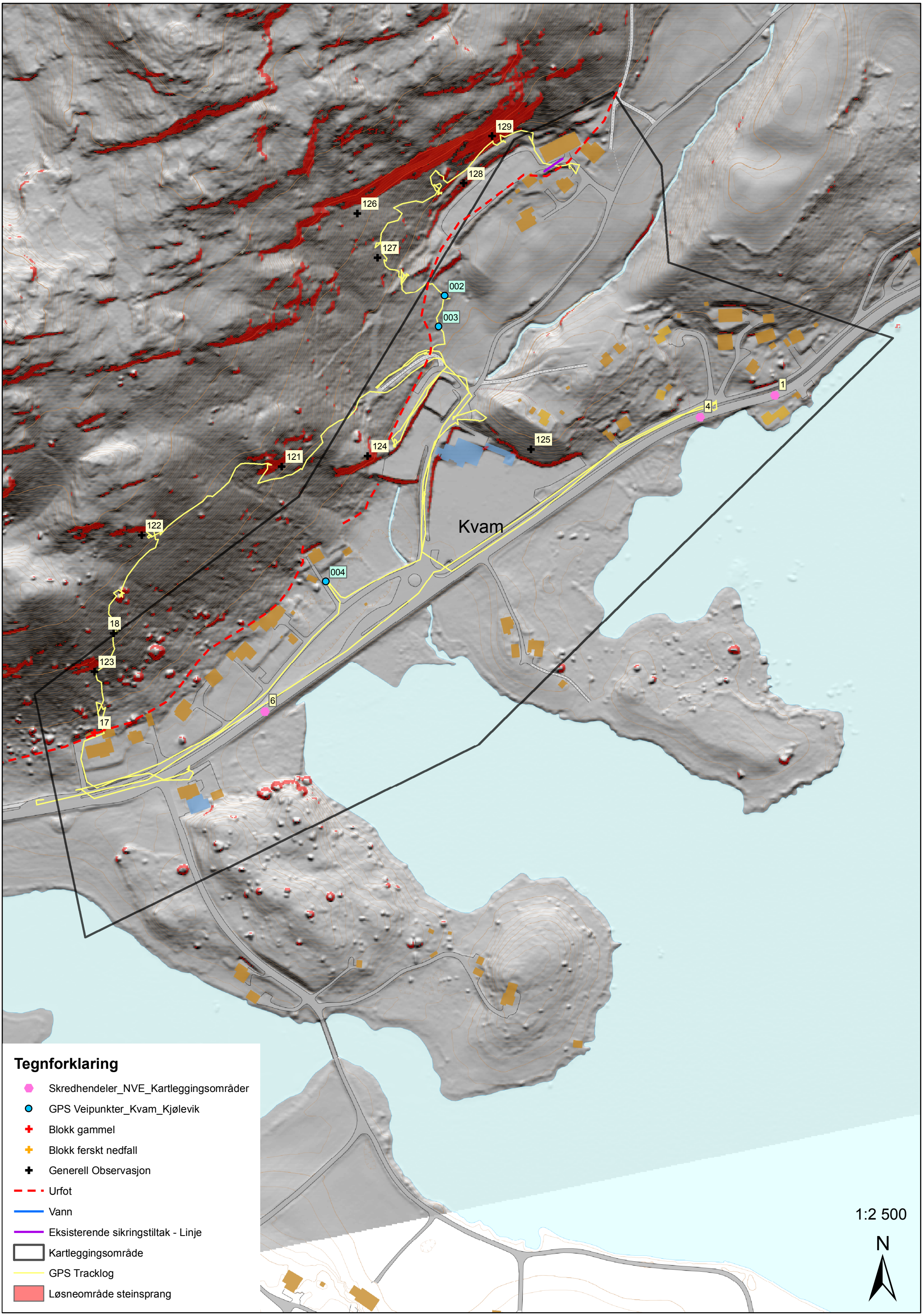
Tegnforklaring

Skråningsgradient

- 0 - 25
- 25 - 30
- 30 - 45
- 45 - 60
- 60 - 88,109
- Kartleggingsområde

N

0 25 50 100 Meters


129
128
126
127
002
003
124
121
125
1
4
122
004
Kvam
18
123
6
17
Tegnforklaring
Skredhendeler_NVE_Kartleggingsområder
GPS Veipunkter_Kvam_Kjølevik
Blokk gammel
Blokk ferskt nedfall
Generell Observasjon
Urfot
Vann
Eksisterende sikringstiltak - Linje
Kartleggingsområde
GPS Tracklog
Løsneområde steinsprang
1:2 500
N

RAMMS Rocfall

Parameter	Verdi	Kommentar/begrunnelse
Friksjon	Overall type: Medium	Kan brukes på tykk moreneavsetning. Kartlegging i felt viser variasjoner av dissematerialene under definerte løsnområder.
Skog (Forest/Moor)	Skog.shp: Open Forest (20 m2/ha)	Valgt basert på foto fra feltarbeid, dronekartlegging og ortofoto. Representerer variert blandingsskog.
Blokk (Rock)	Rock Density: 2700.00 kg/m3 Rock Volume: 0.2 m^3, 1 m^3, 8 m^3 Rock Form: Flat_1.5_0.2m3.pts	Valgt basert på registrerte steinsprangblokker kartlagt i felt, samt observasjoner i berghammer med drone.

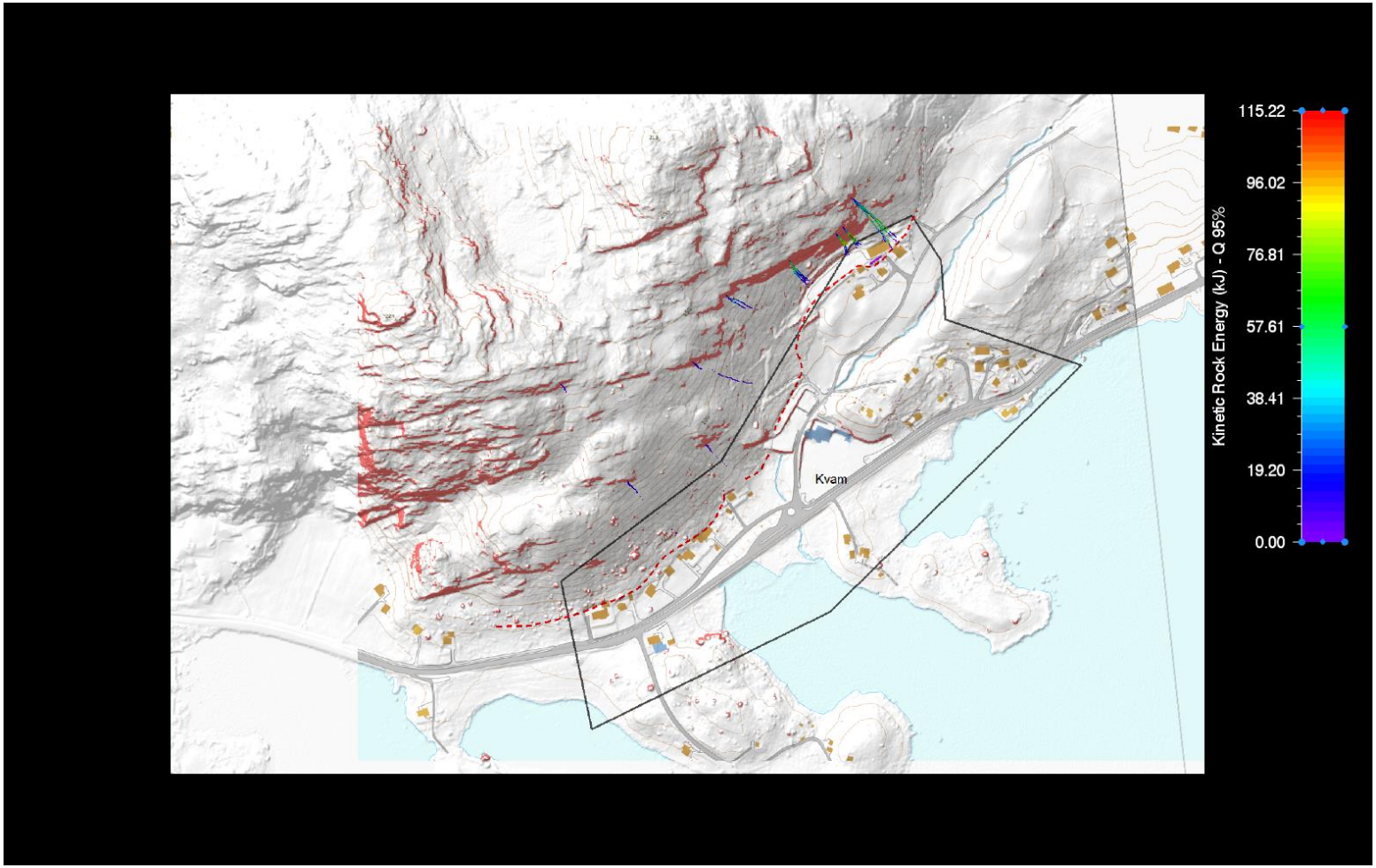
Dato 2017/11/27

Rambøll
Sjøhagen 6
Pb 3063
N-4095 Stavanger

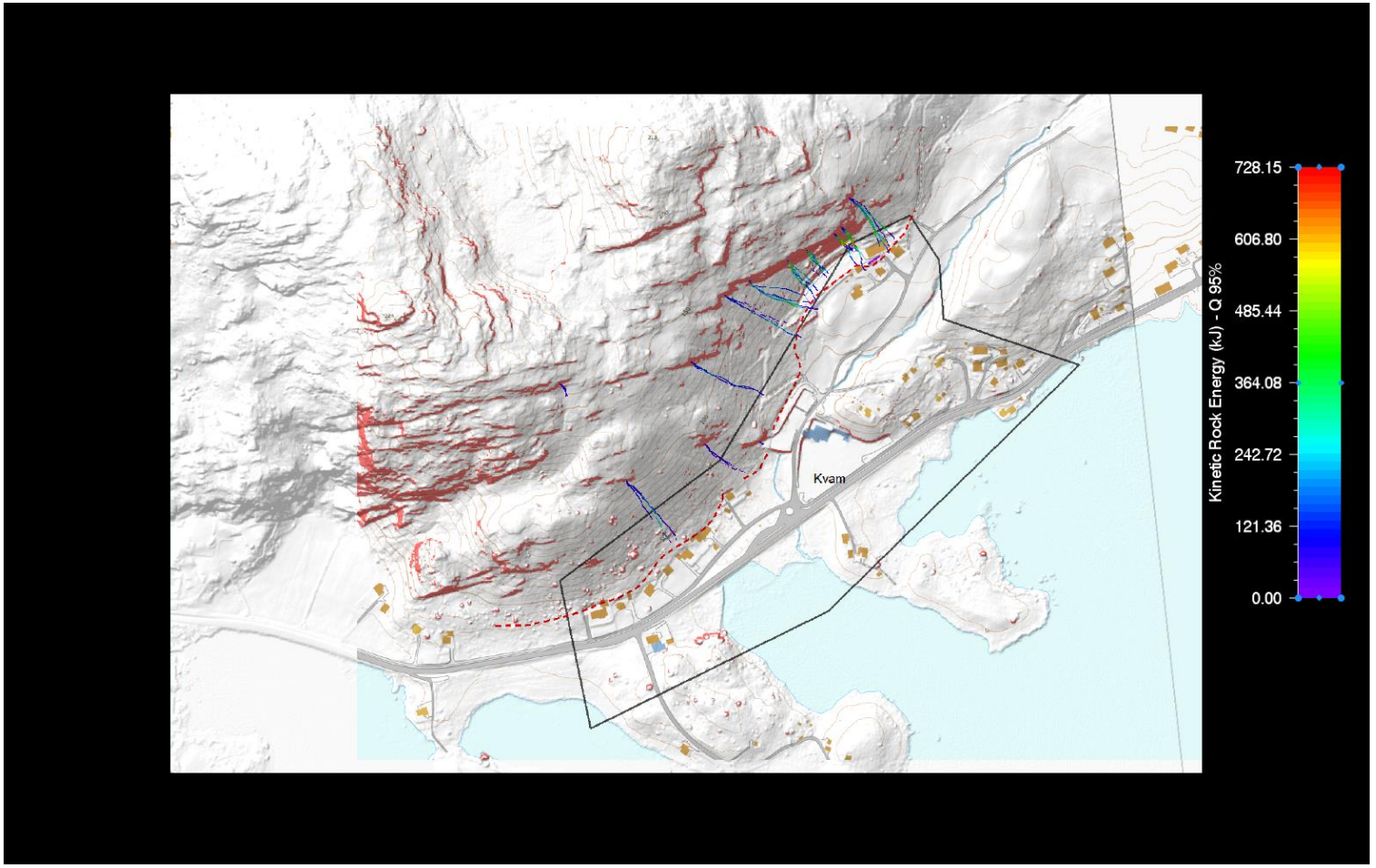
T +47 97 42 80 00
www.ramboll.no

Rambøll Norge AS
NO 915 251 293 MVA

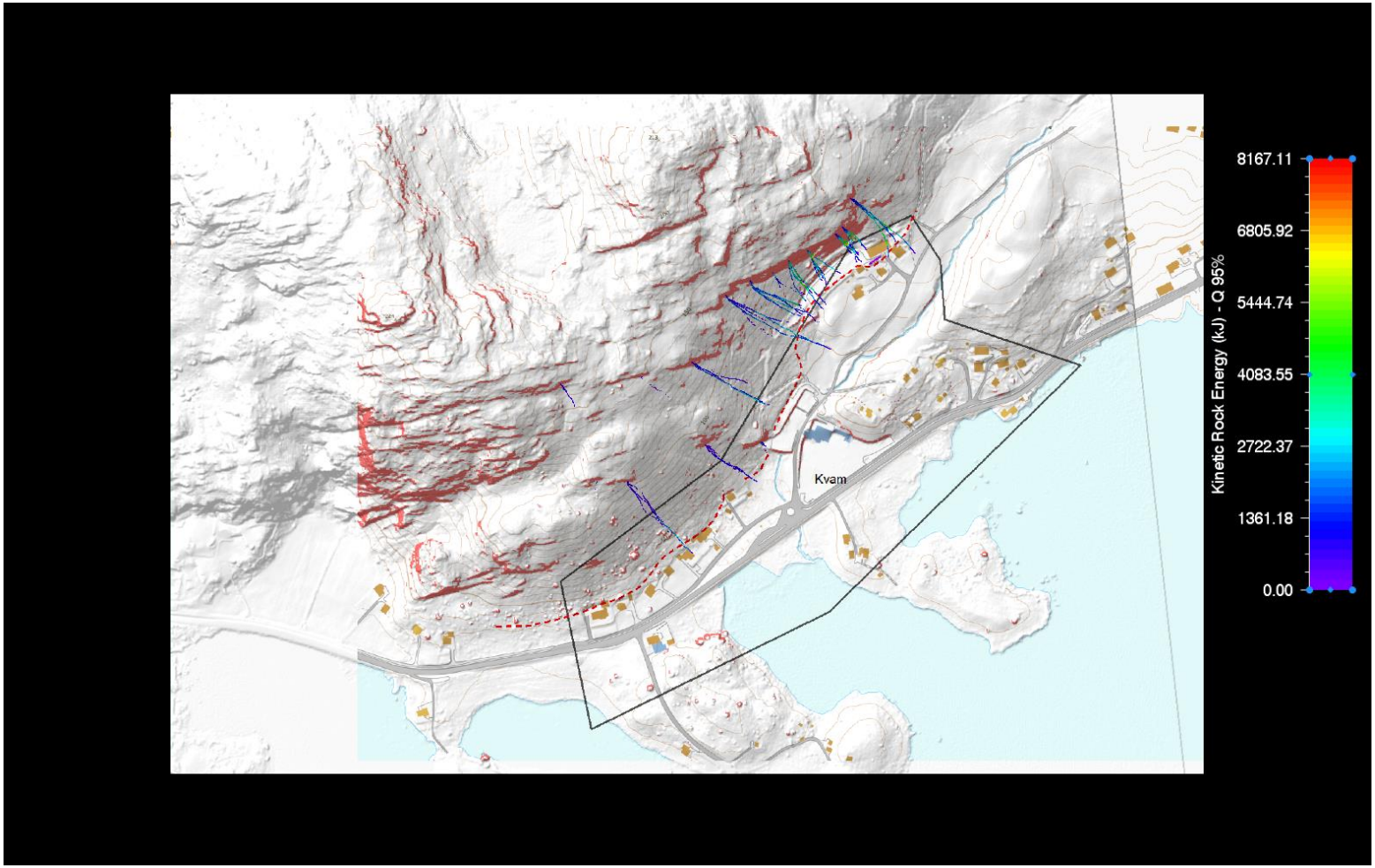
Modell: Kvam_0.2m3_skog_medium



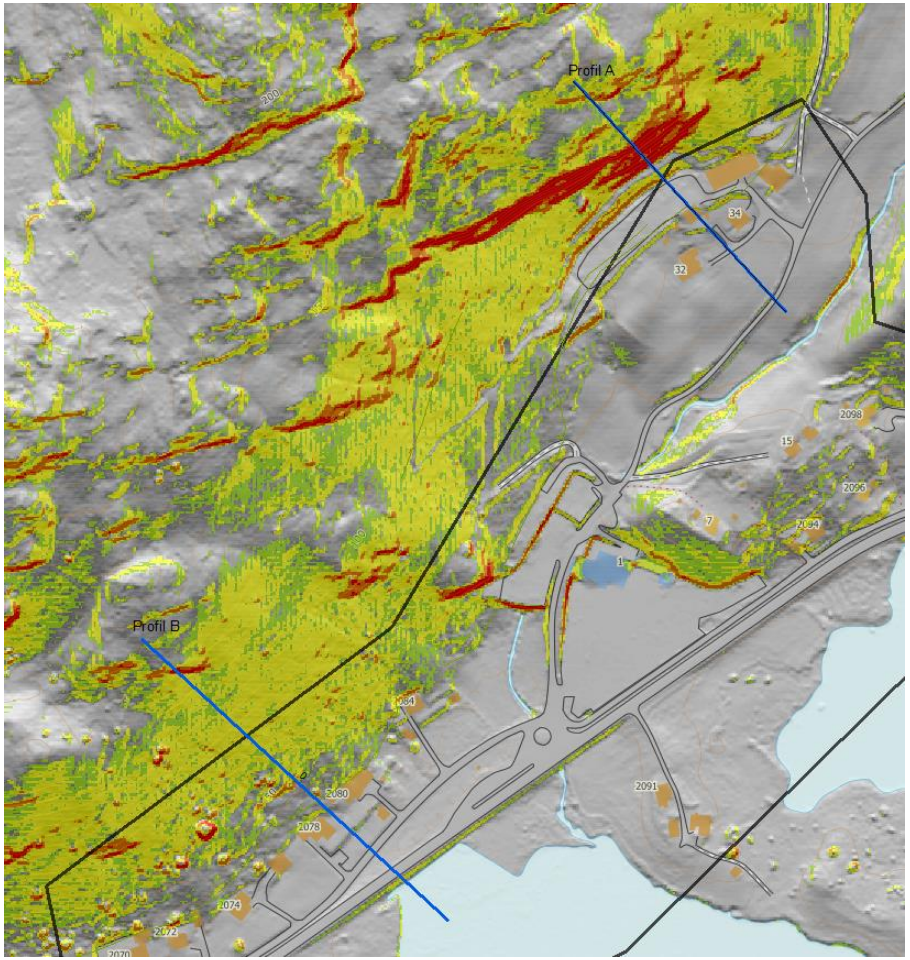
Modell: Kvam_1m3_skog_medium



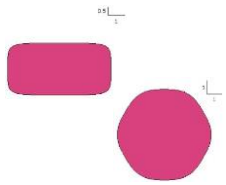
Modell: Kvam_8m3_skog_medium



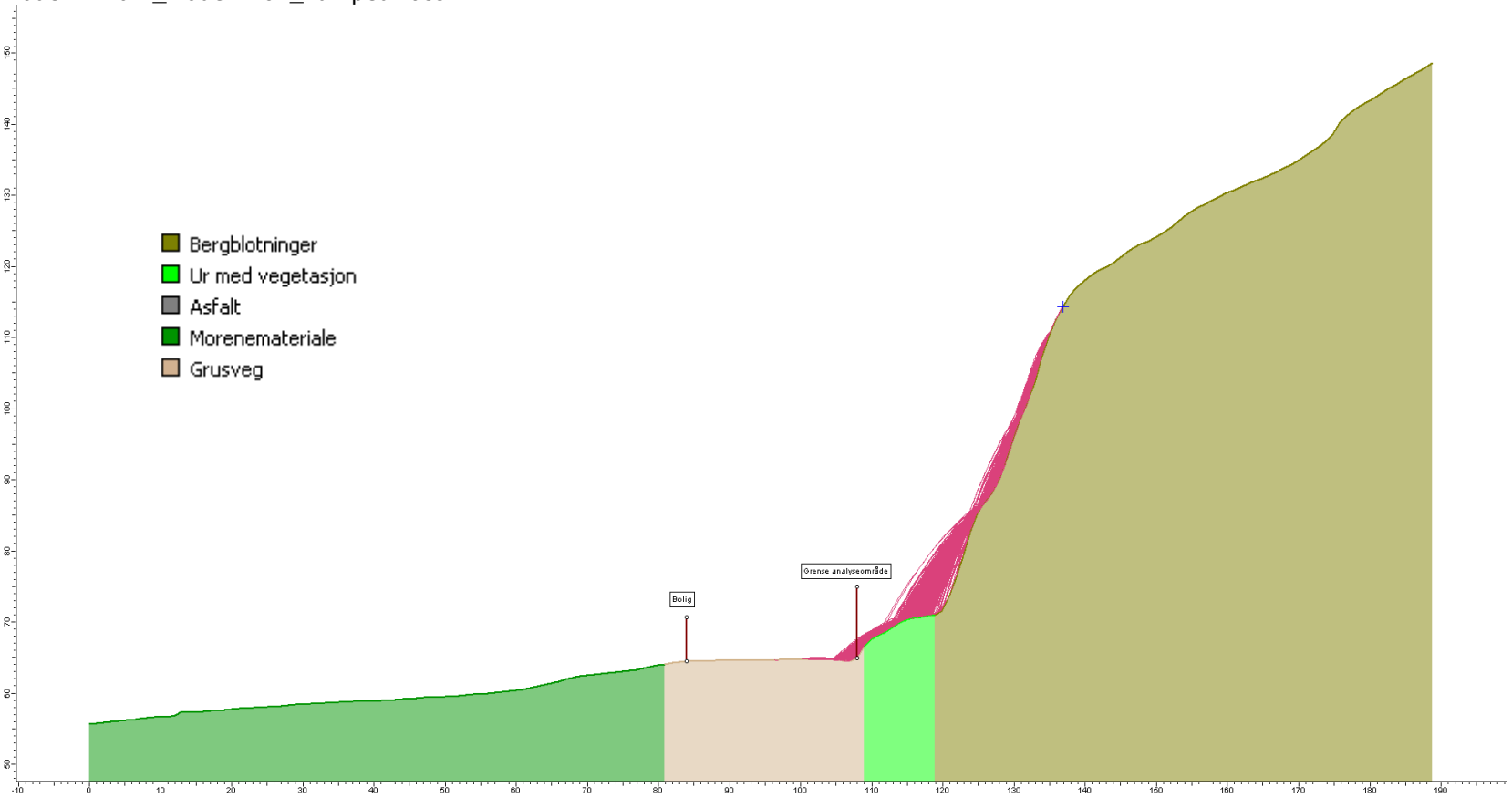
ROCFALL 6.0


Profil A
Profil B
34
32
2098
15
2096
7
2094
1
2091
2080
2078
2074
2072

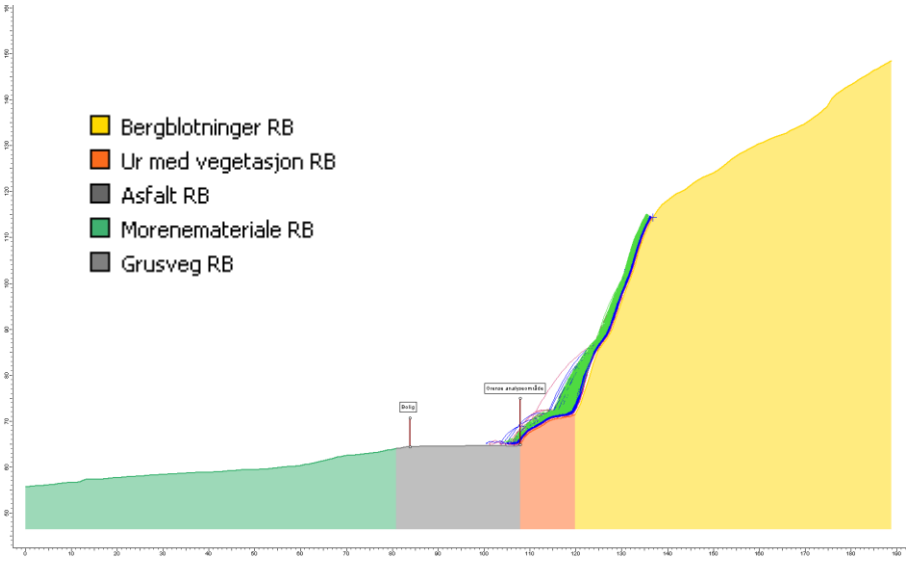
Modell navn: Rocfall_Kvam_Model-A01_LumpedMass				
Innstilling	Parameter	Verdi	Statistisk fordeling	Kommentar/feltobserasjoner
Generelt (Project settings)	Analysemetode	Lumped Mass	-	
	Antall blokker per simulering	500	-	
	Sampling method	Monte-Carlo	-	
	Skalering	Skalere dempingskoffiseient Rn (normal) med hastighet	-	Anbefalt av Rocscience
Material	Bergblotninger (Bedrock outcrops)	Rn: 0,35 Rt:0,85 Friksjonsvinkel: 30 Ruhet 0˚	Normal, sted.dev 0,04 Normal, sted.dev 0,04 Normal, std.dev 5	Observert i felt. Verdier fra programinnstilling. Ruhet: Verifisert ved kalibrering av modell mot registrert utløp.
	Ur med vegetasjon	Rn: 0,32 Rt:0,80 Friksjonsvinkel: 30 Ruhet 0˚	Normal, sted.dev 0,04 Normal, sted.dev 0,04 Normal, std.dev 5	Kartlagt i felt i foten av skrenten. Småur med tynt vegetasjonsdekke. Verdier funnet i material tabell (Rocsience) og kalibret mot registrere ferske blokker.
	Morenemateriale	Rn: 0,30 Rt:0,70 Friksjonsvinkel: 30	Normal, sted.dev 0,04 Normal, sted.dev 0,04	Kartlagt i felt. Jordbruksområde. Verdier funnet i material tabell (Rocsience)
	Grusveg	Rn: 0,35 Rt:0,85 Friksjonsvinkel: 30	Normal, sted.dev 0,04 Normal, sted.dev 0,04	Verdier funnet i material tabell (Rocsience)
	Skog	-	-	Tynn skog og kratt.
Blokk	Blokkstørrelse	-	-	Analysemetode betrakter blokk som uendelig lite punkt. Blokkstørrelse ikke betyning for simulert utløpslengde.
	Initial hastighet	0 m/s	Normal (std. dev. 0,15)	Dominerende utløsende faktor forventes å være gradvis avløsning av rotsprenging og tine-fryse prosess.
	Blokkform	Punkt	-	Analysemetode betrakter blokk som uendelig lite punkt. Blokkform ikke betyning for simulert utløpslengde.

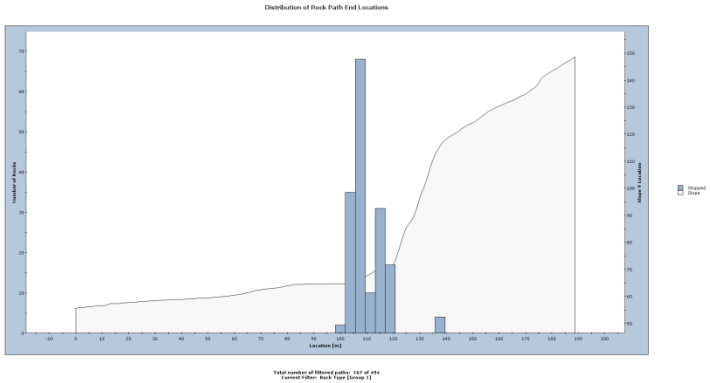
Modell navn: Rocfall_Kvam_Model-A02_RigidBody				
Innstilling	Parameter	Verdi	Statistisk fordeling	Kommentar/feltobserasjoner
Generelt (Project settings)	Analysemetode	Rigid Body	-	
	Antall blokker per simulering	500	-	Gir tilfredsstillende effektiv modell.
	Sampling method	Monte-Carlo	-	
	Skalering	Skalere dempingskoffiseient Rn (normal) med hastighet	-	Anbefalt av Rocscience.
Material	Bergblotninger	Rn: 0,28 Rt:0,68 Friksjon: dynamisk 0,57 rullende 0,15	Normal, sted.dev 0,04 Normal, sted.dev 0,04/0,02	20% redusert i forhold verdi i Lumped mass-verdier. Verdi for friksjonsparameter hentet fra material tabell fra Rocscience.
	Ur med vegetasjon	Rn: 0,26 Rt:0,64 Friksjon: dynamisk 0,57 rullende 0,20	Normal, sted.dev 0,04 Normal, sted.dev 0,04	20% redusert i forhold verdi i Lumped mass-verdier. Verdi for friksjonsparameter hentet fra material tabell fra Rocscience.
	Morenemateriale	Rn: 0,24 Rt:0,56 Friksjon: dynamisk 0,55 rullende 0,55	Normal, sted.dev 0,04 Normal, sted.dev 0,04	20% redusert i forhold verdi i Lumped mass-verdier. Verdi for friksjonsparameter hentet fra material tabell fra Rocscience.
	Grusveg	Rn: 0,28 Rt:0,68 Friksjon: dynamisk 0,57 rullende 0,10	Normal, sted.dev 0,04 Normal, sted.dev 0,04	20% redusert i forhold verdi i Lumped mass-verdier. Verdi for friksjonsparameter hentet fra material tabell fra Rocscience.
	Skog	-	-	Tynn lauvskog og kratt. Vurdert å ikke ha dempende effekt på steinsprang.
Blokk	Dimensjonerende blokk 100-årshendelse	540 kg/0,2 m3	Normal	Observert i felt i uområder.
	Dimensjonerende blokk 1000-årshendelse	2700 kg/1m3	Normal	Observert i felt. Dominerende blokkstørrelse i uområder.
	Dimensjonerende blokk 5000-årshendelse	21600 kg/8m3	Normal	Observert i felt. Største blokkstørrelse.
	Initial hastihet	0 m/s	Normal (std. dev.: 0,15)	Utløsende faktor forventes å være gradvis avløsning av rotsprenging og tine-fryse prosess.
	Blokkform		-	Blokkform observert i felt. Usikkerhet om blokker er steinsprang eller moreneblokker.

Modell: Kvam_Modell-A01_LumpedMass

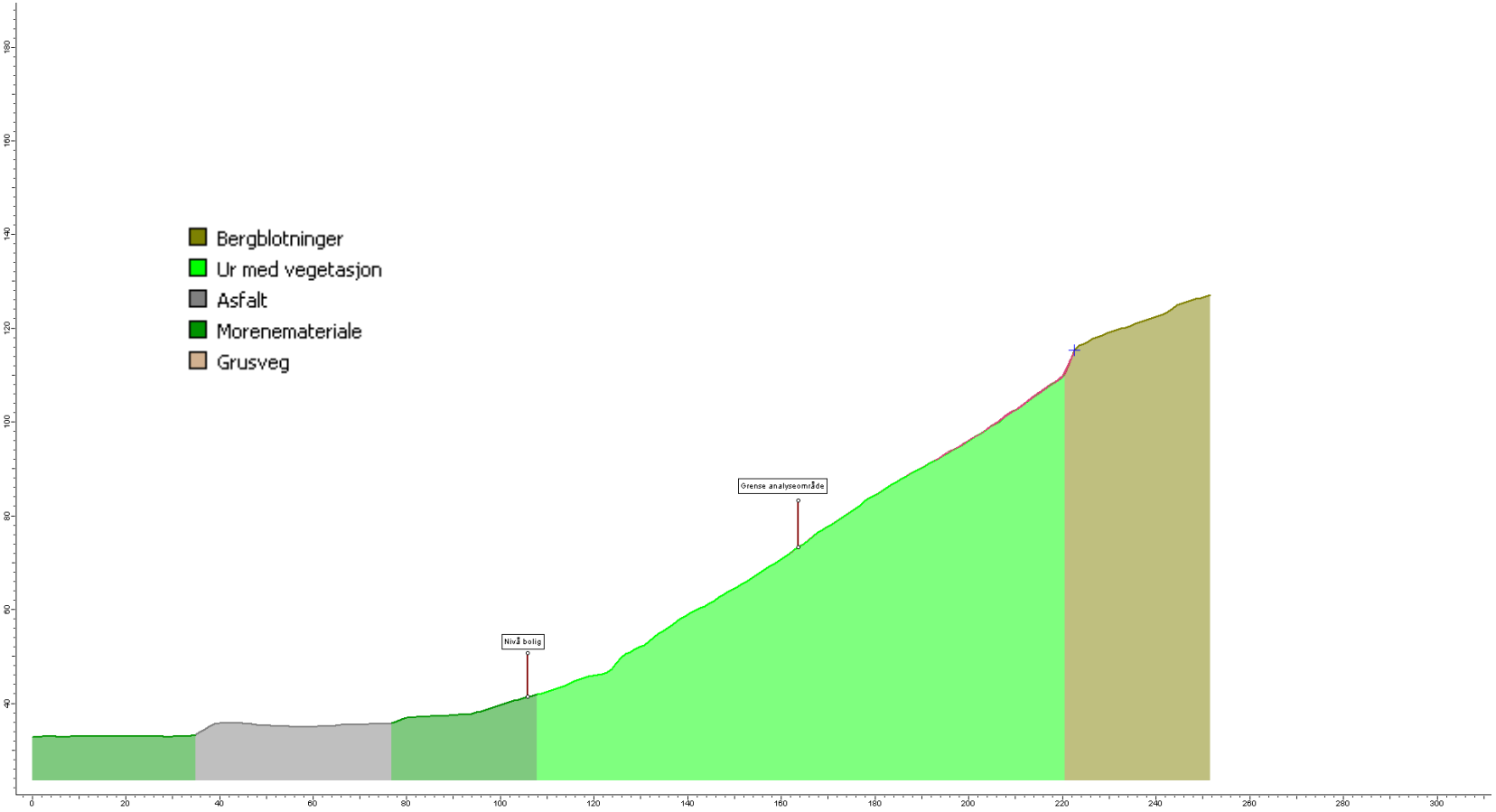


Modell: Kvam_Modell-A02_RigidBody
Histogram: Utløp blokkstørrelser 0,2 m^3

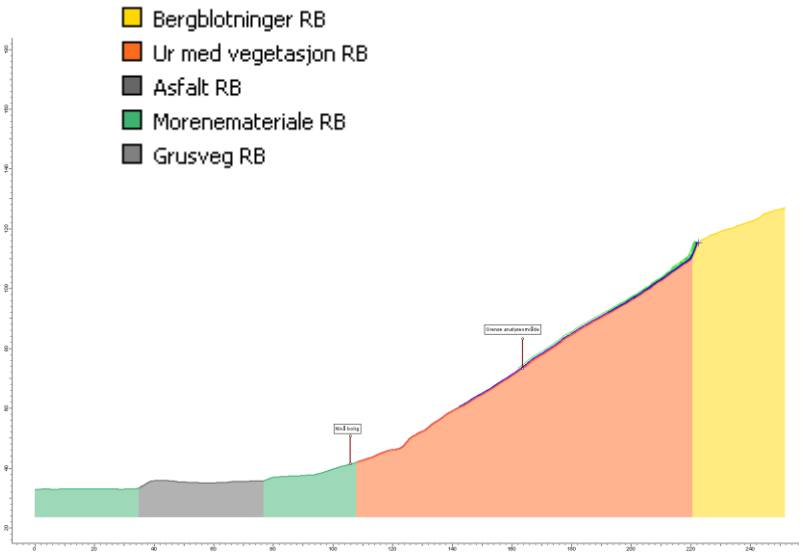


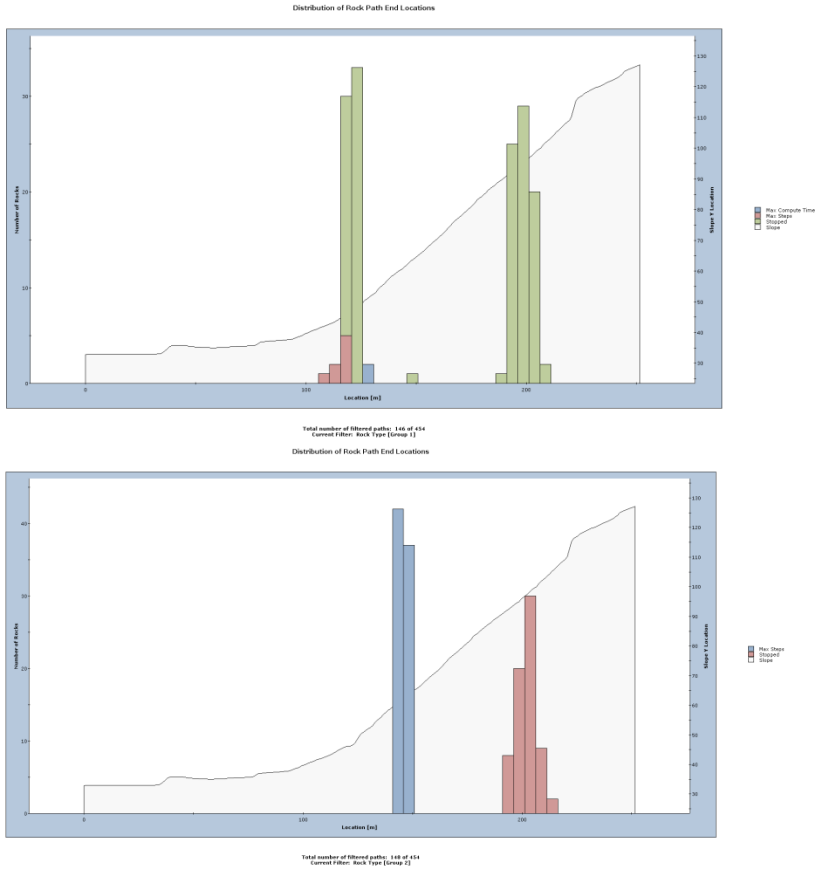


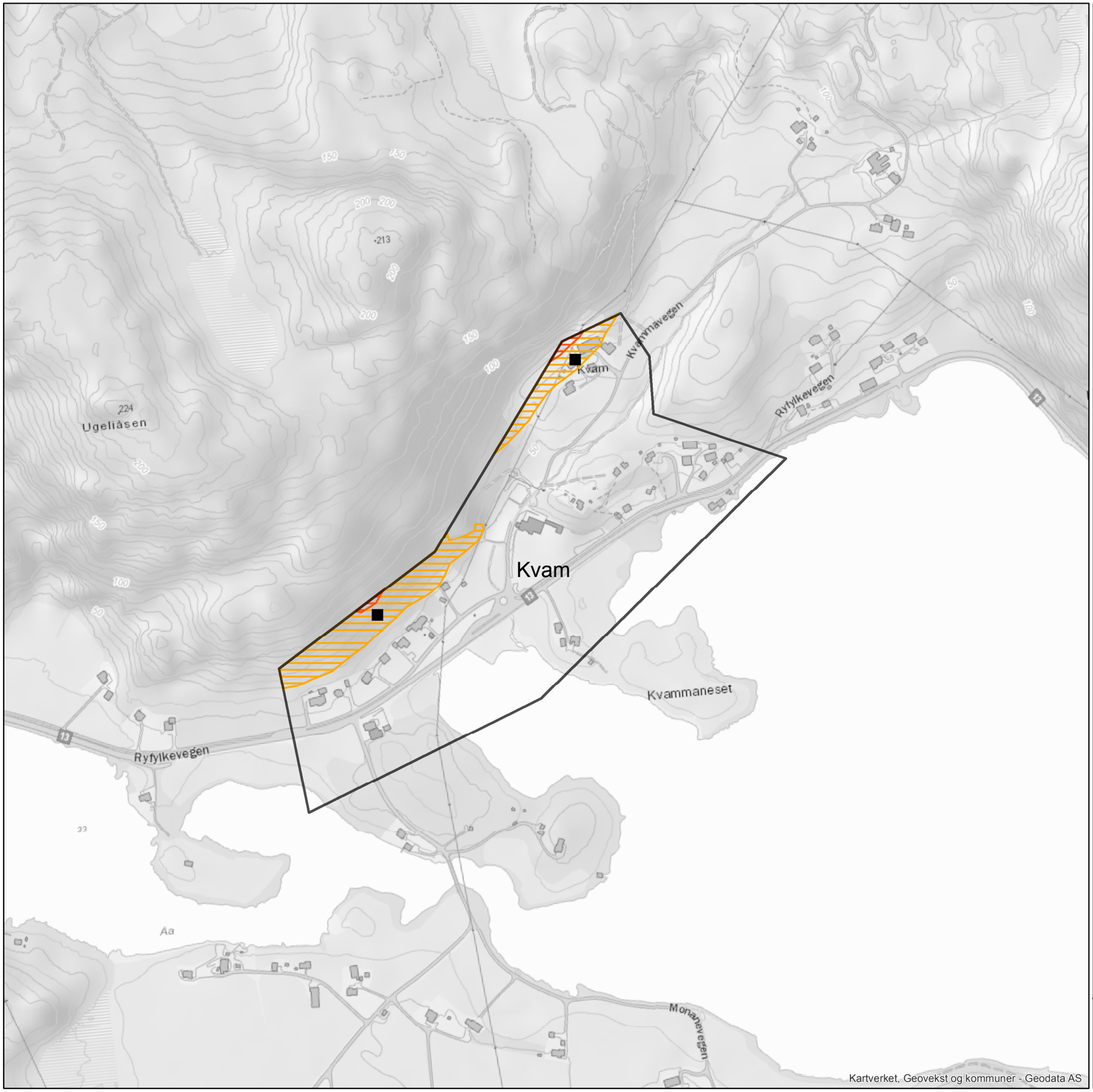
Modell: Kvam_Modell-B01_LumpedMass

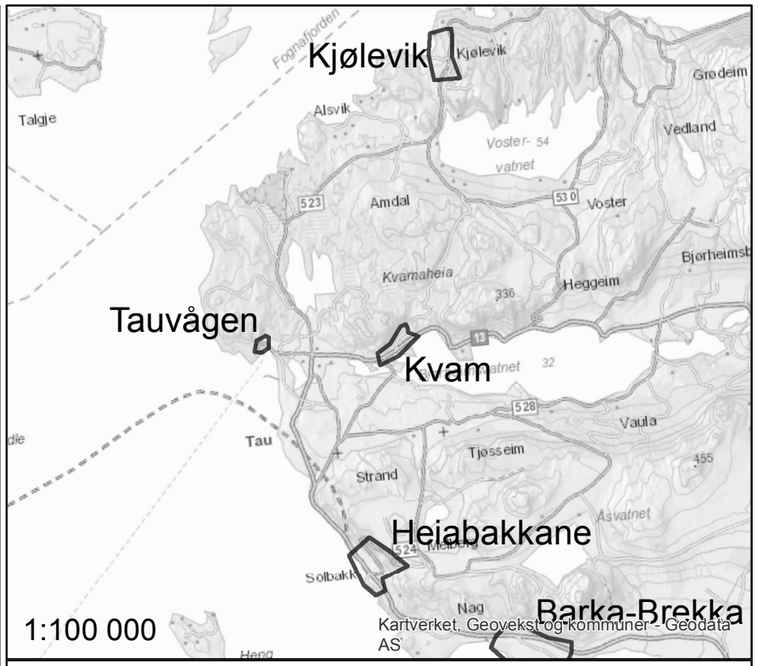


Modell: Kvam_Modell-B02_RigidBody
Histogram: Utløp blokkstørrelser 0,2 m^3 (øverst) og 1 m^3 (nederst)









Tegnforklaring

Faresoner

- > 1/100
- > 1/1000
- > 1/5000
- Kartleggingsområde

Dimensjonerende skredtype

- Jord- og flomskred
- Steinsprang

Oppdrag:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
1350022304 - Skredfarekartlegging Strand kommune	TANS	HAJU
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 32N	Skala (A3): 1:5 000	Dato: 27.11.17

N

0 62,5 125 250 M

RAMBØLL

VEDLEGG 6A Fotovedlegg
Delområde: Heiabakkane

Dato 2017/11/27

Rambøll
Sjøhagen 6
Pb 3063
N-4095 Stavanger

T +47 97 42 80 00
www.ramboll.no

Figur 1: Stor flakige nedfallsblokker i foten av skrenten over nordøstre del av kartleggingsområdet.

Figur 2: Østligste del av bergskrent lokalisert over nordøstre del av kartleggingsområdet. Bolig som ligger tett inntil skrenten.

Figur 3: Ur skrenten i Figur 2. Ved samtale med lokalfolk er det opplyst om at det har vært utfall av en stor blokk i løpet av de siste 100 år.

Rambøll Norge AS
NO 915 251 293 MVA

Figur 4: Avløste blokker ved toppkant av bergskrent i østre del av kartlagt område. Eksisterende bolger ligger tett inntil skrenten.

Figur 5: Bilde tatt i terrengsøkk i området sør for kartleggingsområdet.

Rambøll Norge AS
NO 915 251 293 MVA

Figur 6: Bilde tatt i foten av skråningen i Heiabakkane. Det er stedvis kartlagt grov ur.

Rambøll Norge AS
NO 915 251 293 MVA

Heiabakkane

Tegnforklaring

Skråningsgradient

- 0 - 25
- 25 - 30
- 30 - 45
- 45 - 60
- 60 - 88,109
- Kartleggingsområde

N

0 50 100 200 Meters

Heiabakkane

Tegnforklaring

- Skredhendelser_Rambøll
- Skredhendeler_NVE_Kartleggingsområder
- GPS Veipunkter_Heiabakkene
- Blokk gammel
- Blokk ferskt nedfall
- Generell Observasjon
- Urfot
- Vann
- Eksisterende sikringstiltak - Linje
- Kartleggingsområde
- GPS Tracklog
- Løsneområde steinsprang
- Løsneområde_Jord_og_flomskred

1:5 000

N

RAMMS Rocfall

Parameter	Verdi	Kommentar/begrunnelse
Friksjon	Overall type: Medium Hard	Kan brukes på delvis vegetert ur med et tynt dekke løsmasser. Kartlegging i felt viser variasjoner av dissematerialene under definerte løsnområder.
Skog (Forest/Moor)	Skog.shp: Medium Forest (35 m2/ha)	Valgt basert på foto fra feltarbeid, dronekartlegging og ortofoto.
Blokk (Rock)	Rock Density: 2700.00 kg/m3 Rock Volume: 0.3 m^3, 1 m^3, 5 m^3 Rock Form: Flat_1.5	Valgt basert på registrerte steinsprangblokker kartlagt i felt, samt observasjoner i berghammer med drone.

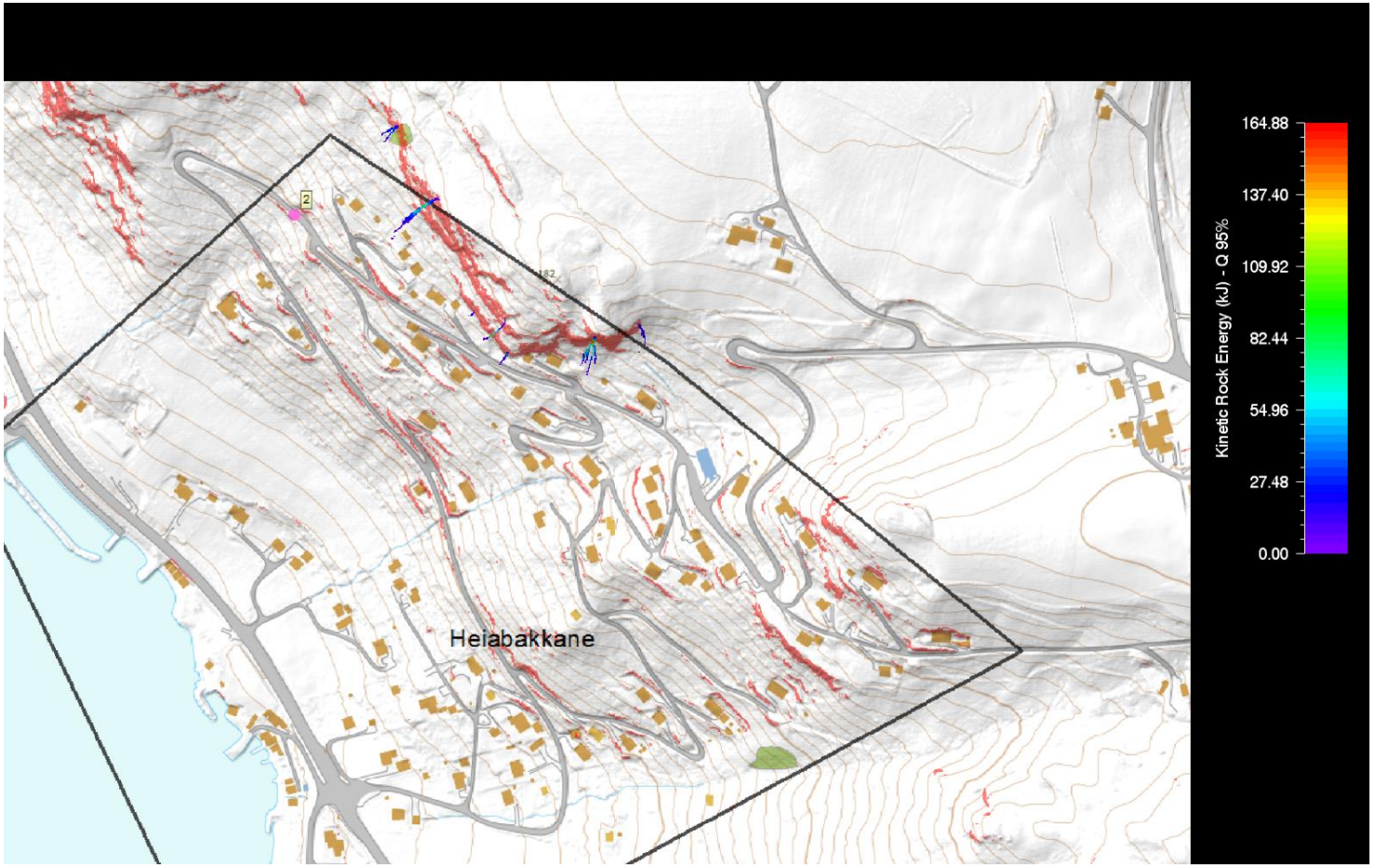
Dato 2017/11/27

Rambøll
Sjøhagen 6
Pb 3063
N-4095 Stavanger

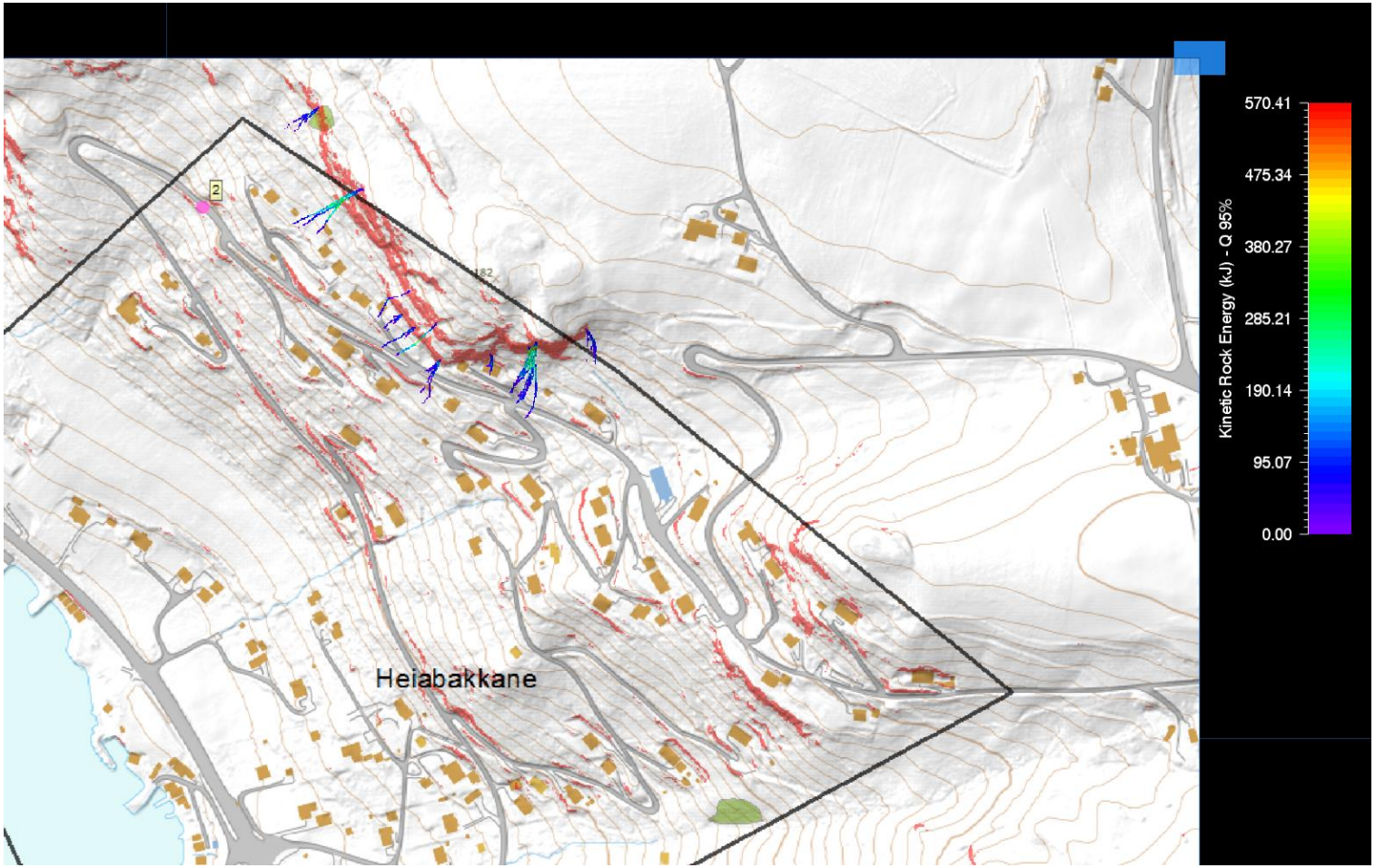
T +47 97 42 80 00
www.ramboll.no

Rambøll Norge AS
NO 915 251 293 MVA

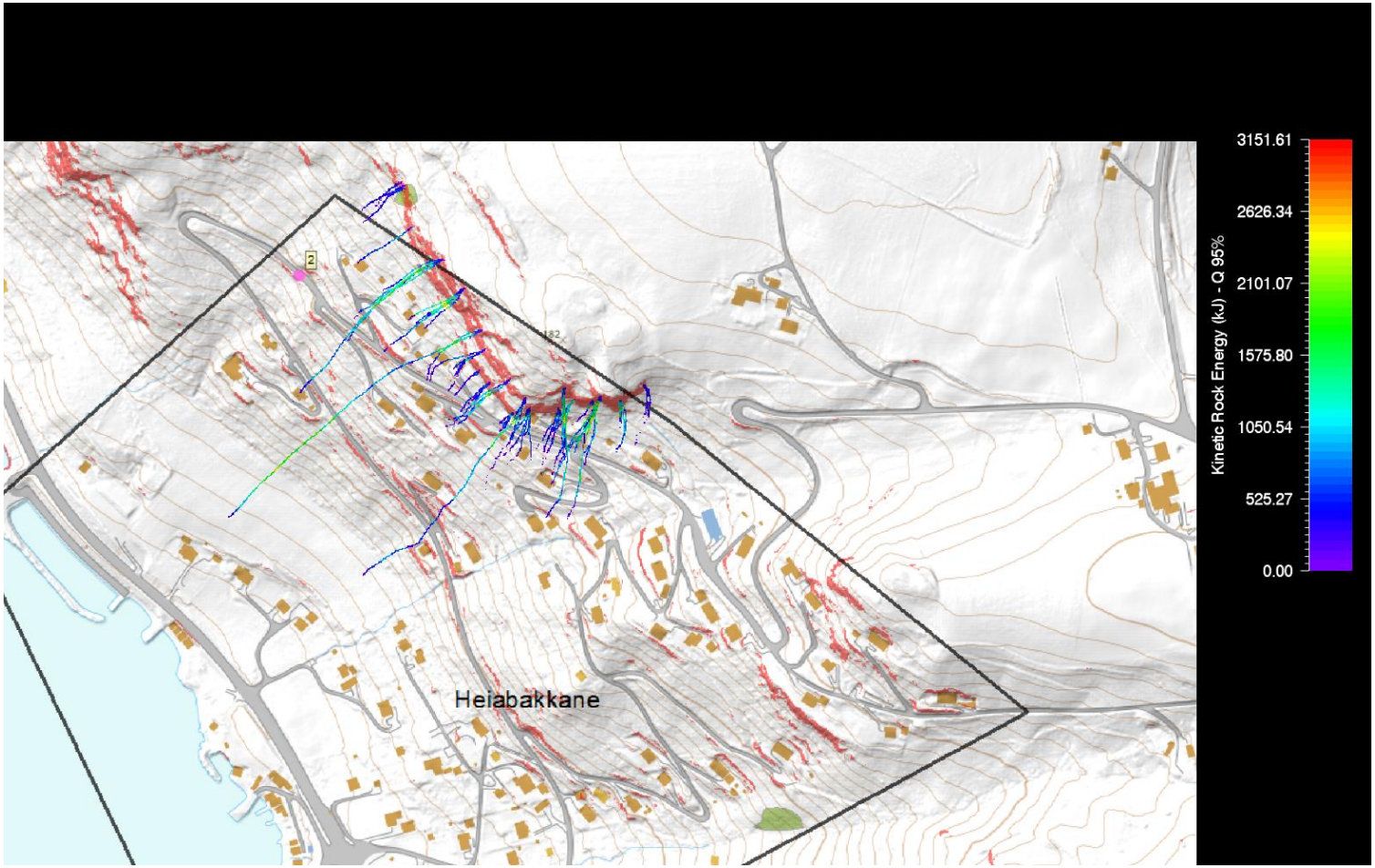
Modell: Heiabakkane_0.3m3_skog_MediumHard_zoom



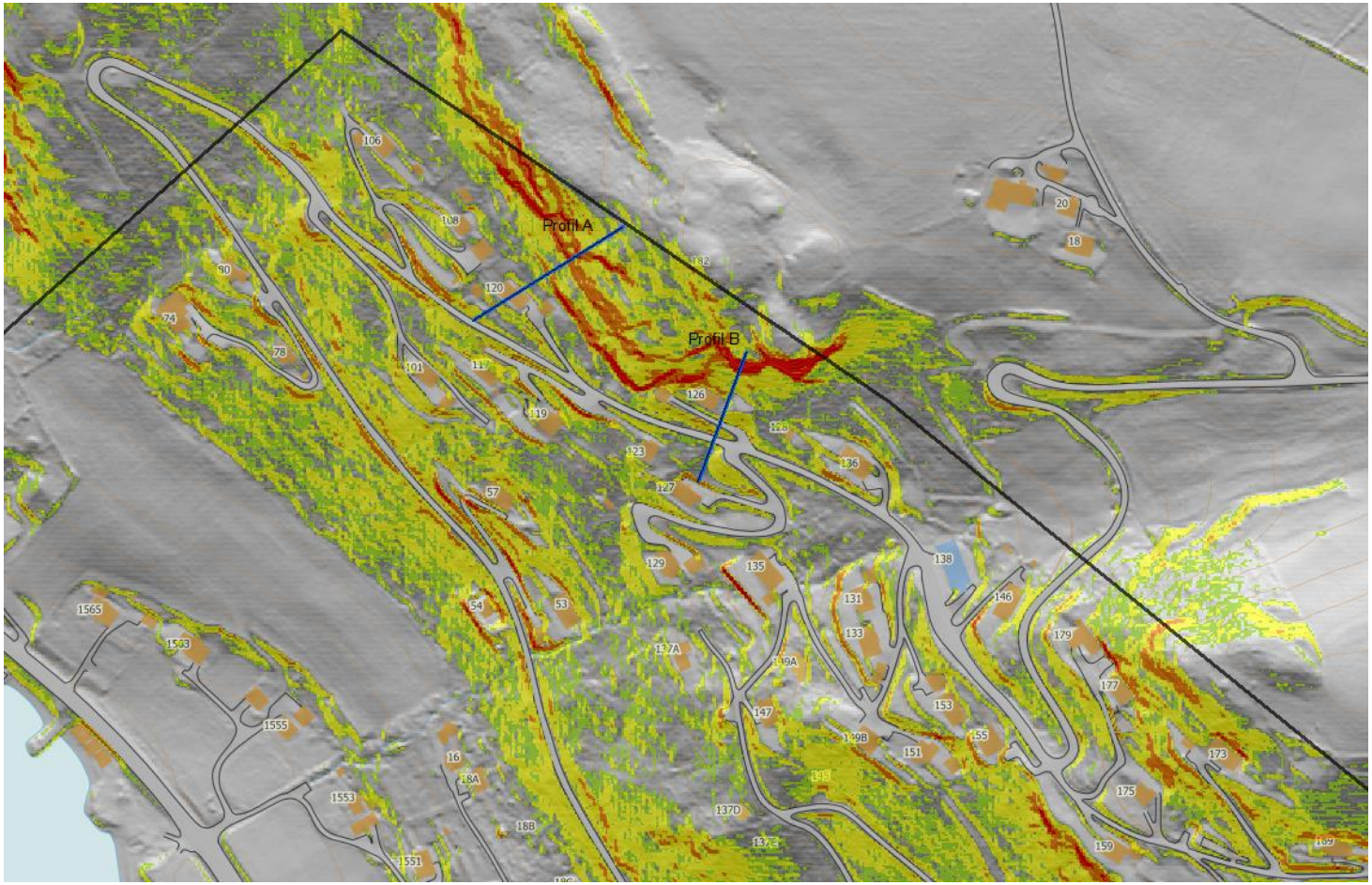
Modell: Heiabakkane_1m3_skog_MediumHard



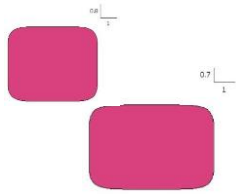
Modell: Heiabakkane_5m3_skog_MediumHard_zoom



ROCFALL 6.0



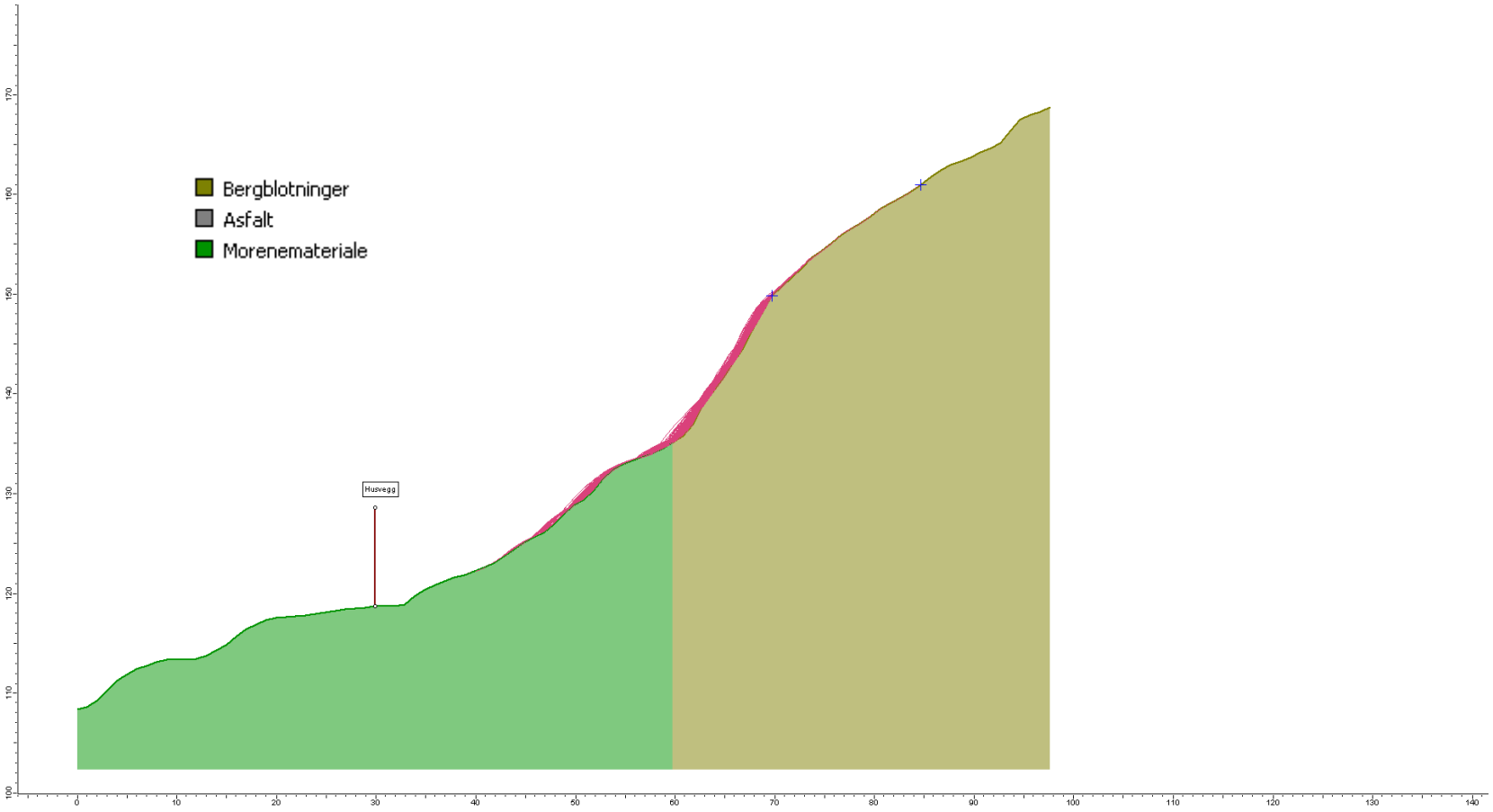
Modell navn: Rocfall_Heiabakkane_Model-A01_LumpedMass				
Innstilling	Parameter	Verdi	Statistisk fordeling	Kommentar/feltobserasjoner
Generelt	Analysemetode	Lumped Mass	-	
	Antall blokker per simulering	500 per løsneområde, 2 løsnepunkt	-	
	Sampling method	Monte-Carlo	-	
	Skalering	Skalere dempingskoffiseient Rn (normal) med hastighet	-	Anbefalt av Rocscience.
Material	Bergblotninger (Bedrock outcrops)	Rn: 0,35 Rt:0,85 Friksjonsvinkel: 30 Ruhet 0˚	Normal, sted.dev 0,04 Normal, sted.dev 0,04 Normal, std.dev 5	Observert i felt. Verdier funnet i material tabell (Rocsience). Ruhet: Funnet ved kalibrering av modell mot registrert utløp
	Morenemateriale	Rn: 0,30 Rt:0,70 Friksjonsvinkel: 30	Normal, sted.dev 0,04 Normal, sted.dev 0,04	Bebygd område. Morenematerialer, jordbakke og områder med spredte blokker.Verdier funnet i material tabell (Rocsience)
	Skog	-	-	Skog vurdert å ikke ha dempende effekt.
Blokk	Blokkstørrelse	-	-	Analysemetode betrakter blokk som uendelig lite punkt. Blokkstørrelse ikke betyning for simulert utløpslengde.
	Initial hastighet	1.5 m/s	Normal (std. dev. 0,15)	Rotvelt forventes å være utløsende faktor. Rotvelt vil gi blokker horisontal bevegelse ved utfall.
	Blokkform	Punkt	-	Analysemetode betrakter blokk som uendelig lite punkt. Blokkform ikke betyning for simulert utløpslengde.

Modell navn: Rocfall_Heiabakkane_Model-A02_RigidBody				
Innstilling	Parameter	Verdi	Statistisk fordeling	Kommentar/feltobserasjoner
Generelt (Project settings)	Analysemetode	Rigid Body	-	
	Antall blokker per simulering	500 per løsnepunkt, 2 løsnepunkt	-	
	Sampling method	Monte-Carlo	-	
	Skalering	Skalere dempingskoffiseient Rn (normal) med hastighet	-	Anbefalt av Rocscience
Material	Bergblotninger	Rn: 0,28 Rt:0,68 Friksjon: dynamisk 0,57 rullende 0,15	Normal, sted.dev 0,04/0,02 Normal, sted.dev 0,04	20% redusert i forhold verdi i Lumped mass-verdier. Verdi for friksjonsparameter hentet fra material tabell fra Rocscience.
	Morenemateriale	Rn: 0,24 Rt:0,56 Friksjon: dynamisk 0,57 rullende 0,55	Normal, sted.dev 0,04 Normal, sted.dev 0,04	20% redusert i forhold verdi i Lumped mass-verdier. Verdi for friksjonsparameter hentet fra material tabell fra Rocscience.
	Skog	-	-	Skog vurdert å ikke ha effekt.
	Ruhet skråning	-	-	-
Blokk	Dimensjonerende blokk 100-årshendelse	810kg/0,3 m3	Normal	Observert blokkstørrelse i gressbakke bak husene.
	Dimensjonerende blokk 1000-årshendelse	2700 kg/1m3	Normal	Observert blokkstørrelse i gressbakke bak husene, og avløste objekt i skråningen.
	Dimensjonerende blokk 5000-årshendelse	13500 kg/5m3	Normal	Observert største blokkstørrelse i skråning bak husene.
	Initial hastihet	1,5 m/s	Normal (std. dev.: 0,15)	Rotvelt forventes å være utløsende faktor. Rotvelt vil gi blokker horisontal bevegelse ved utfall.
	Blokkform		-	Observerte avløste blokker i bergskrent, og nedfall i foten av skråningen.

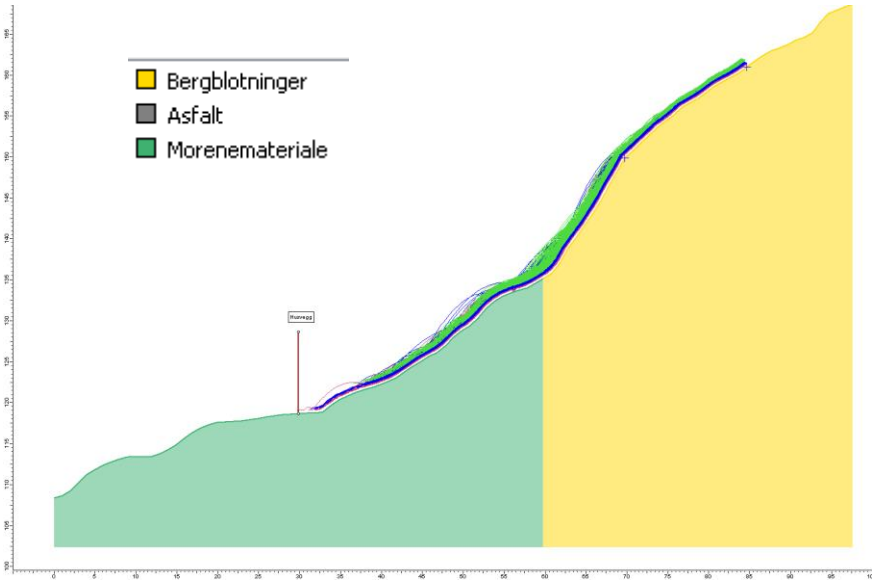
Modell navn: Rocfall_Heiabakkane_Model-B01_LumpedMass				
Innstilling	Parameter	Verdi	Statistisk fordeling	Kommentar/feltobserasjoner
Material	Bergblotninger (Bedrock outcrops)	Rn: 0,35 Rt:0,85 Friksjonsvinkel: 30 Ruhet 0˚	Normal, sted.dev 0,04 Normal, sted.dev 0,04 Normal, std.dev 5	Kartlagt i felt. Verdier funnet i material tabell (Rocsience). Ruhet: Funnet ved kalibrering av modell mot registrert utløp
	Ur (Talus cover)	Rn: 0,32 Rt:0,82 Friksjonsvinkel: 30 Ruhet 0˚	Normal, sted.dev 0,04 Normal, sted.dev 0,04 Normal, std.dev 5	Kartlagt i felt. Verdier funnet i material tabell (Rocsience) og kalibret mot registrere ferske blokker.
	Morenemateriale	Rn: 0,30 Rt:0,70 Friksjonsvinkel: 30	Normal, sted.dev 0,04 Normal, sted.dev 0,04	Fyllmasser for hus og veg. Verdier funnet i material tabell (Rocsience).
	Asfalt	Rn: 0,40 Rt:0,90 Friksjonsvinkel: 30	Normal, sted.dev 0,04 Normal, sted.dev 0,04	Verdier programinnstilt, fra materialtabell (Rocscience)
	Skog	-	-	Skog vurdert å ikke ha dempende effekt da avstand mellom store trær er for stor.

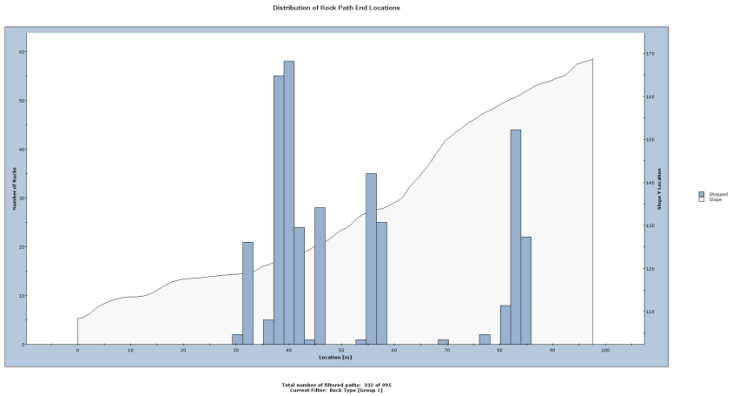
Modell navn: Rocfall_Heiabakkane_Model-B02_RigidBody				
Innstilling	Parameter	Verdi	Statistisk fordeling	Kommentar/feltobserasjoner
Material	Bergblotninger	Rn: 0,28 Rt:0,68 Friksjon: dynamisk 0,57 rullende 0,15	Normal, sted.dev 0,04 Normal, sted.dev 0,04	20% redusert i forhold verdi i Lumped mass-verdier. Verdi for friksjonsparameter hentet fra material tabell fra Rocscience.
	Ur	Rn: 0,26 Rt:0,66 Friksjon: dynamisk 0,57 rullende 0,15	Normal, sted.dev 0,04 Normal, sted.dev 0,04	20% redusert i forhold verdi i Lumped mass-verdier. Verdi for friksjonsparameter hentet fra material tabell fra Rocscience.
	Morenemateriale	Rn: 0,24 Rt:0,56 Friksjon: dynamisk 0,57 rullende 0,55	Normal, sted.dev 0,04 Normal, sted.dev 0,04	20% redusert i forhold verdi i Lumped mass-verdier. Verdi for friksjonsparameter hentet fra material tabell fra Rocscience.
	Asfalt	Rn: 0,32 Rt:0,72 Friksjon: dynamisk 0,57 rullende 0,10	Normal, sted.dev 0,04/0,03 Normal, sted.dev 0,04/0,01	20% redusert i forhold verdi i Lumped mass-verdier. Verdi for friksjonsparameter hentet fra material tabell fra Rocscience.
	Skog	-	-	Skog vurdert å ikke ha effekt da store trær står spredt.

Modell: Heiabakkane_Modell-A01_LumpedMass

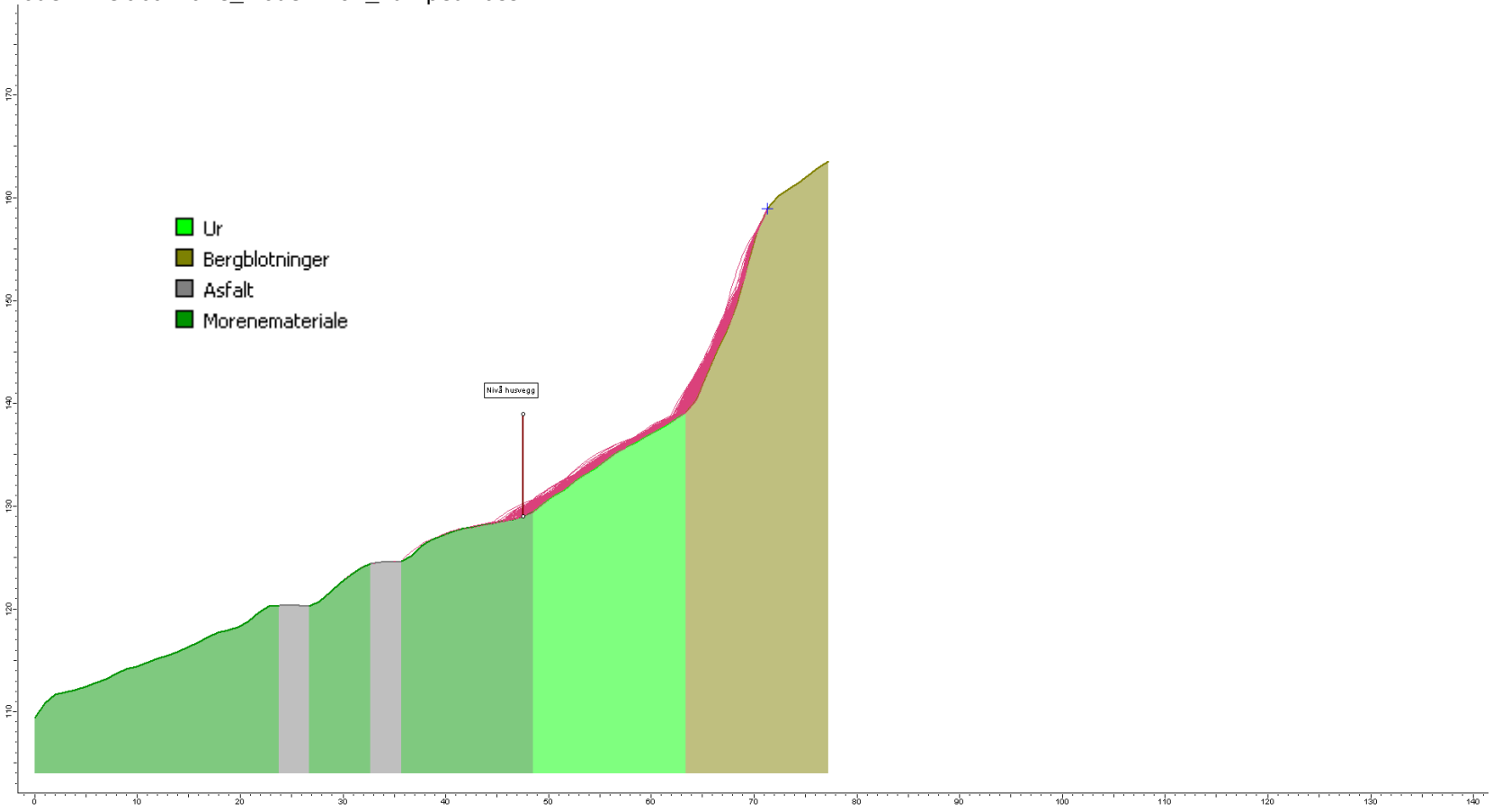


Modell: Heiabakkane_Modell-A02_RigidBody
Histogram: Utløp blokkstørrelser 0,3 m^3

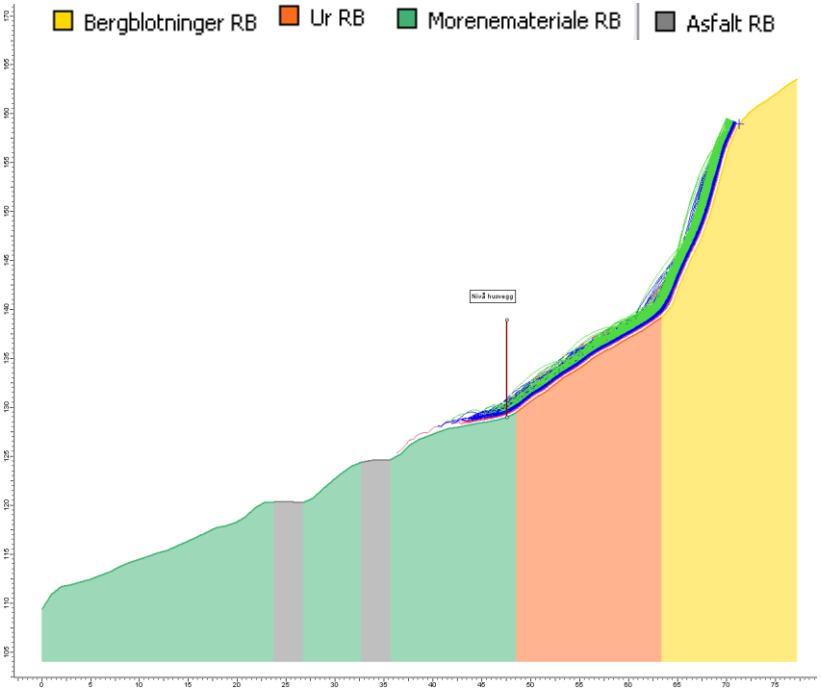


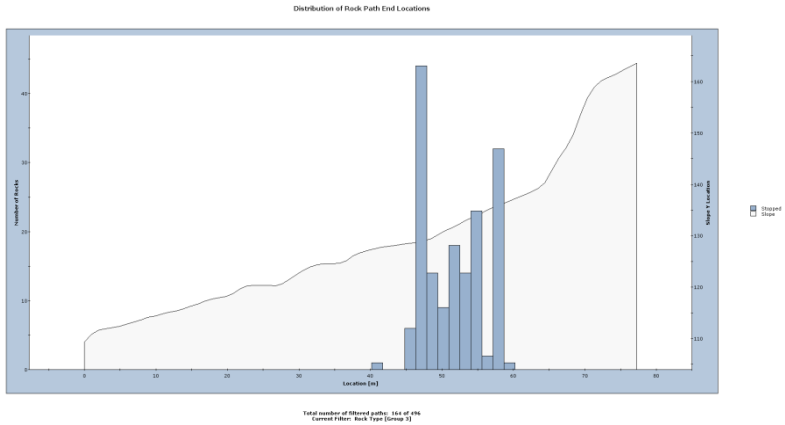


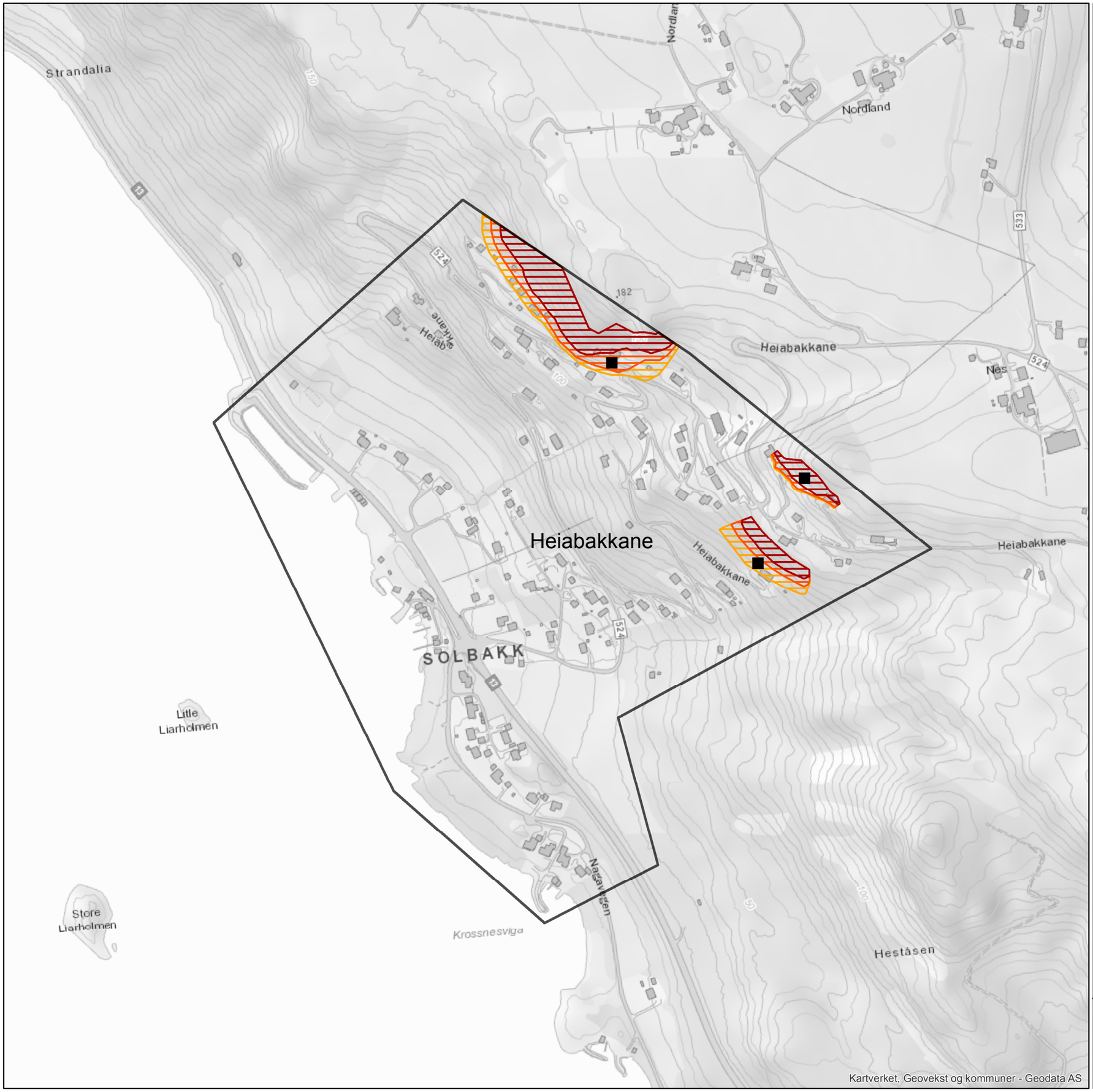
Modell: Heiabakkane_Modell-B01_LumpedMass

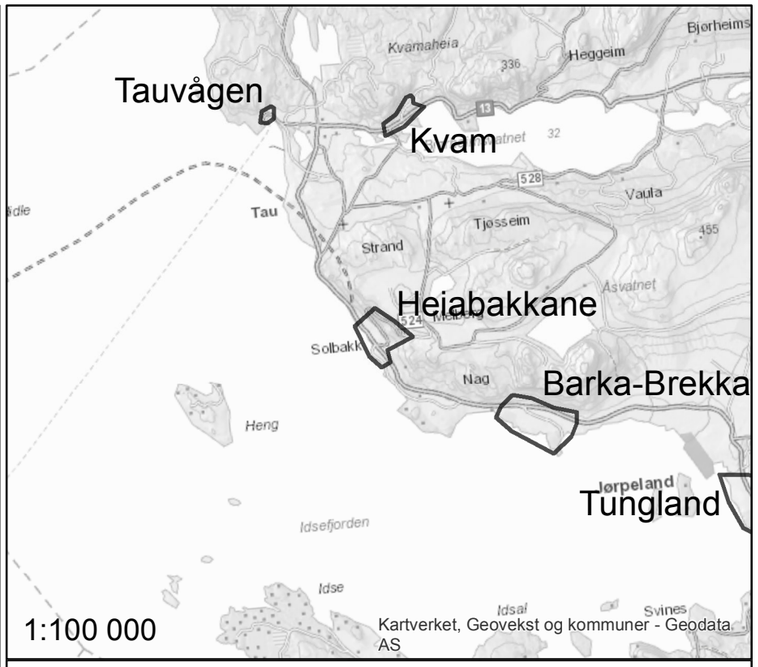


Modell: Heiabakkane_Modell-B02_RigidBody
Histogram: Utløp blokkstørrelser 5 m^3









Tegnforklaring

Faresoner

- > 1/100
- > 1/1000
- > 1/5000
- Kartleggingsområde

Dimensjonerende skredtype

- Jord- og flomskred
- Steinsprang

Oppdrag:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
1350022304 - Skredfarekartlegging Strand kommune	TANS	HAJU
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 32N	Skala (A3): 1:5 000	Dato: 27.11.17

N

0 62,5 125 250 M

RAMBØLL

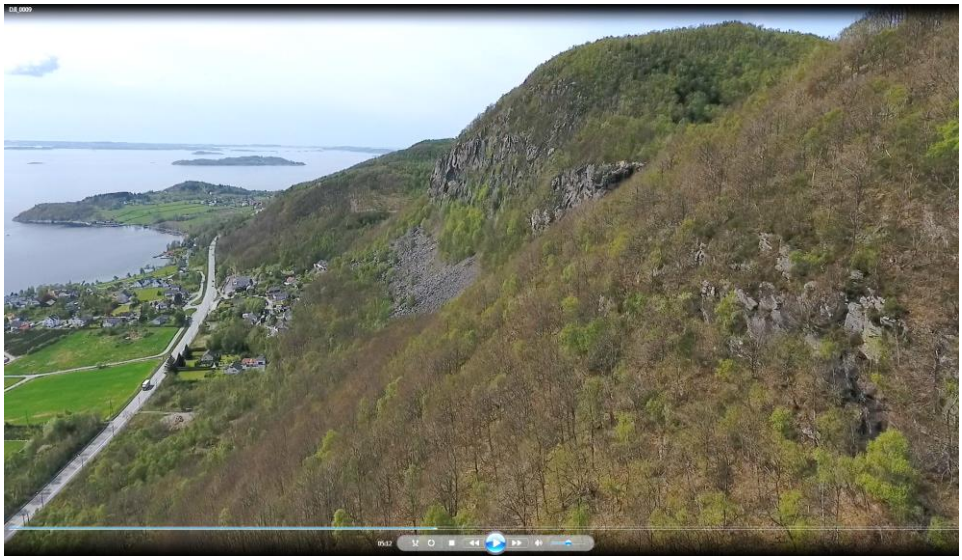
VEDLEGG 7A Fotovedlegg
Delområde: Barka Brekka

Dato 2017/11/27

Rambøll
Sjøhagen 6
Pb 3063
N-4095 Stavanger

T +47 97 42 80 00
www.ramboll.no

Figur 1: Oversiktsbilde over delområdet Barka Brekka tatt fra Rv. 13. Bildet tatt i retning mot øst. Foten av Åsfjellet til venstre og Barkafjellet lenger bak i bildet.

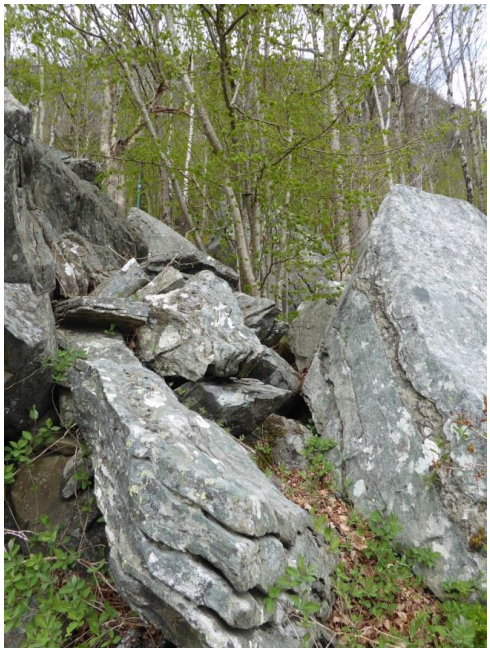


Figur 2: Oversiktsbilde mot berghammer i foten av Åsfjellet over vestre del av kartleggingsområdet.

Figur 3: Bebyggelse langs vegen Brekkå under berghammer i foten av Åsfjellet. Bergmassen i berghammeren er oppsprukket og sterk foldet. Fra foten av hammeren er det grov ur helt ned til boligene.

Rambøll Norge AS
NO 915 251 293 MVA

Figur 4: Bergmassen i berghammeren er sterkt oppsprukket og foldet.



Figur 5: Blokker i nedre del av ura har tydelig samme bergmassekarakter som bergmassen i overliggende berghammer.

Rambøll Norge AS
NO 915 251 293 MVA

Figur 6: Grov ur i nedre del av skråningen.

Figur 7: Øverst i skråningen nærmest foten av berghammeren er det småur.

Rambøll Norge AS
NO 915 251 293 MVA

Figur 8: Oversiktsbilde av skråningen over østre del av kartleggingsområdet.

Figur 9: Bilde av skråningen over østre del av kartleggingsområdet.

Rambøll Norge AS
NO 915 251 293 MVA

Figur 10: Bilde tatt nedover skråningen over østre del av kartleggingsområdet.

Figur 11: I skråningen over østre del av kartleggingsområdet er det ujevn skogbunn med nedgrodde blokkert. Små bekkeløp drenerer gjennom urblokkene.

Barkvefjellet

Barka-Brekka

Ytra Barkaviga

Indra Barkaviga

Barka/Brekka

Tegnforklaring

Skråningsgradient

- 0 - 25
- 25 - 30
- 30 - 45
- 45 - 60
- 60 - 88,109
- Kartleggingsområde

N

0 65 130 260 Meters

Barka-Brekka

064 063 062 77 76 75 061 81 80 060 74 059 72 057 056 058 055 054 053 69 68 052 067 051 050 065 049 063 048 58 047 57 046 045 56

Tegnforklaring

- GPS Veipunkter_BB_Tungland
- Blokk gammel
- Blokk ferskt nedfall
- Generell Observasjon
- Urfot
- Vann
- Eksisterende sikringstiltak - Linje
- Kartleggingsområde
- DRONE Tracklog
- GPS Tracklog
- Løsneområde steinsprang

1:5 000

N

RAMMS Rocfall

Parameter	Verdi	Kommentar/begrunnelse
Friksjon	Overall type: Hard	Kan brukes på blanding av ren ur og vegetert ur. Kartlegging i felt viser variasjoner av disse-materialene under definerte løsnområder.
Skog (Forest/Moor)	Stor_Skog.shp: Open Forest (20 m2/ha)	Valgt basert på foto fra feltar-beid, dronekartlegging og orto-foto. Representerer åpen blan-dingsskog.
Blokk (Rock)	Rock Density: 2700.00 kg/m3 Rock Volume: 4 m^3, 10 m^3 Rock Form: Flat_1.5	Valgt basert på registrerte steinsprangblokker kartlagt i felt, samt observasjoner i berg-hammer med drone.

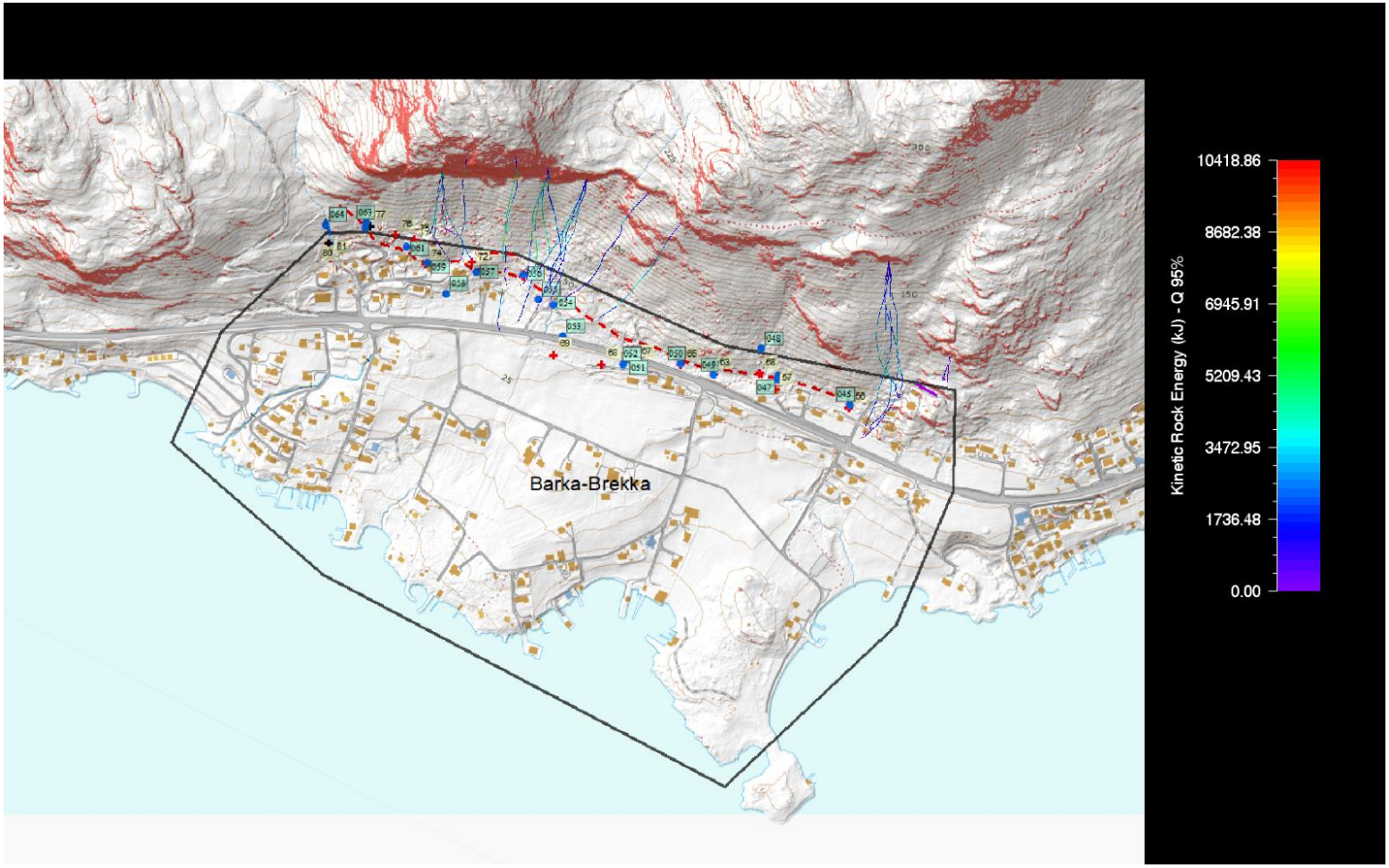
Dato 2017/11/27

Rambøll
Sjøhagen 6
Pb 3063
N-4095 Stavanger

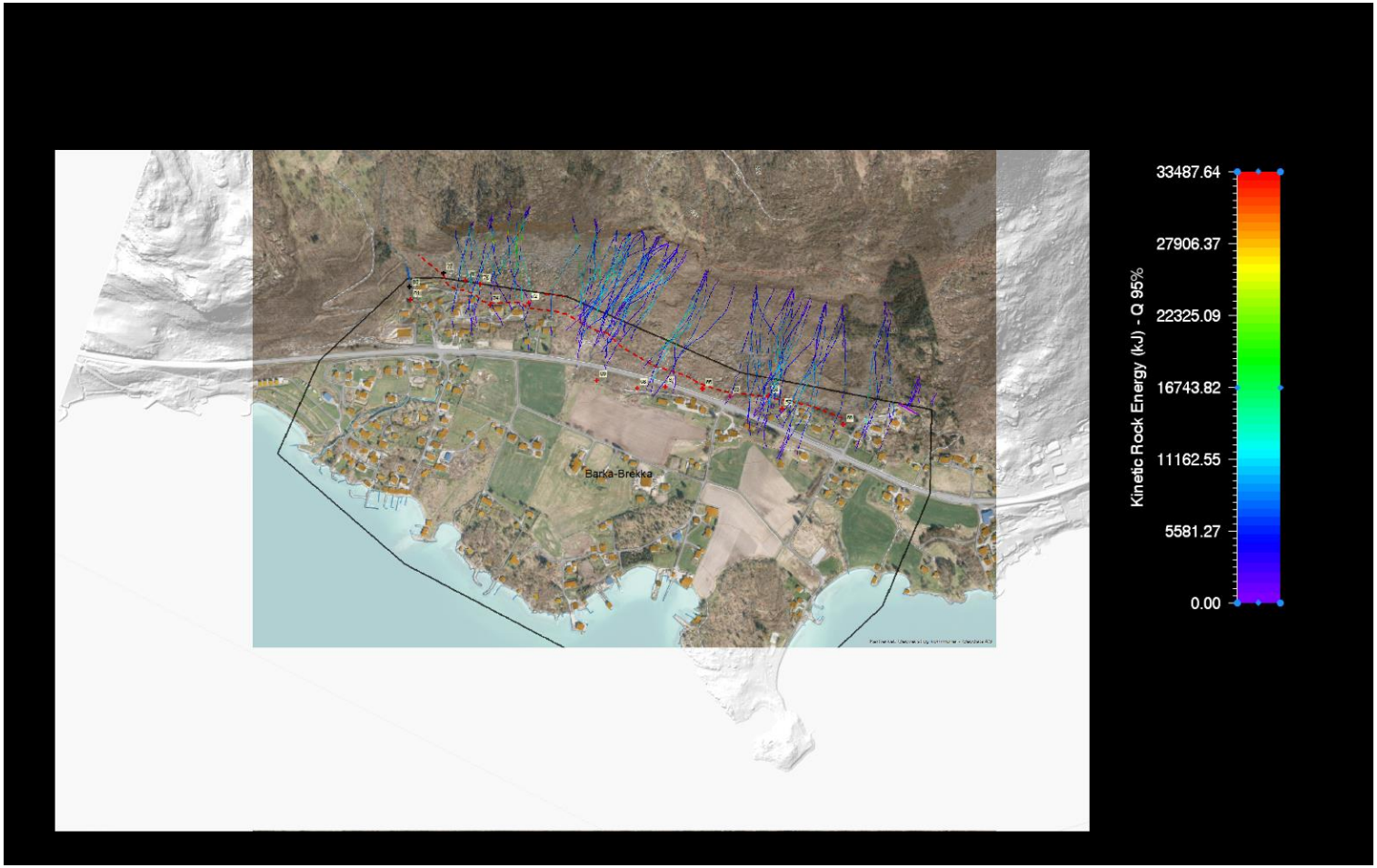
T +47 97 42 80 00
www.ramboll.no

Rambøll Norge AS
NO 915 251 293 MVA

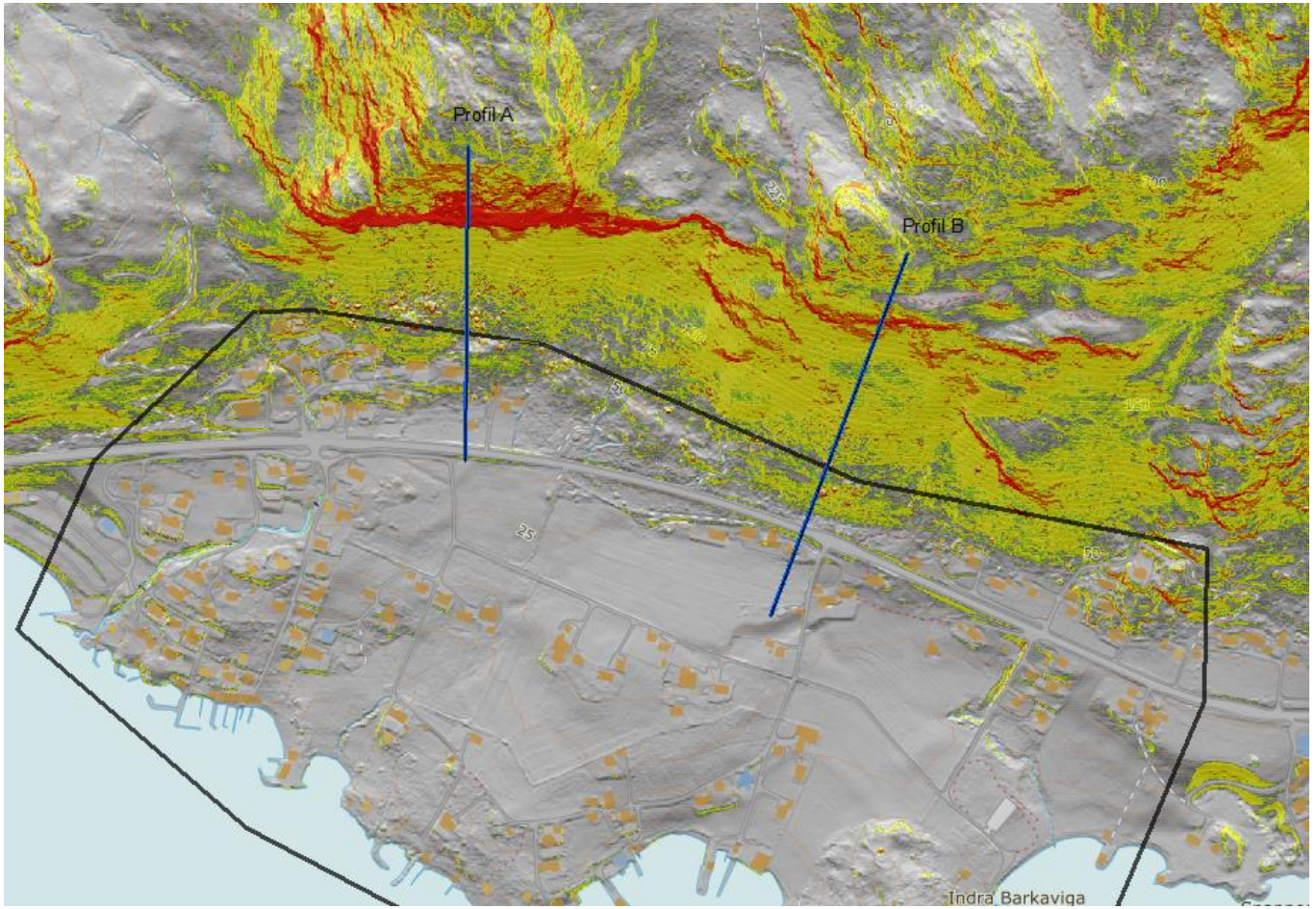
Modell: BarkaBrekka_4m3_Stor_skog_hard_2_map



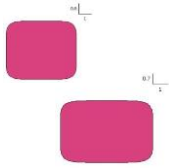
Modell: BarkaBrekka_10m3_Stor_skog_



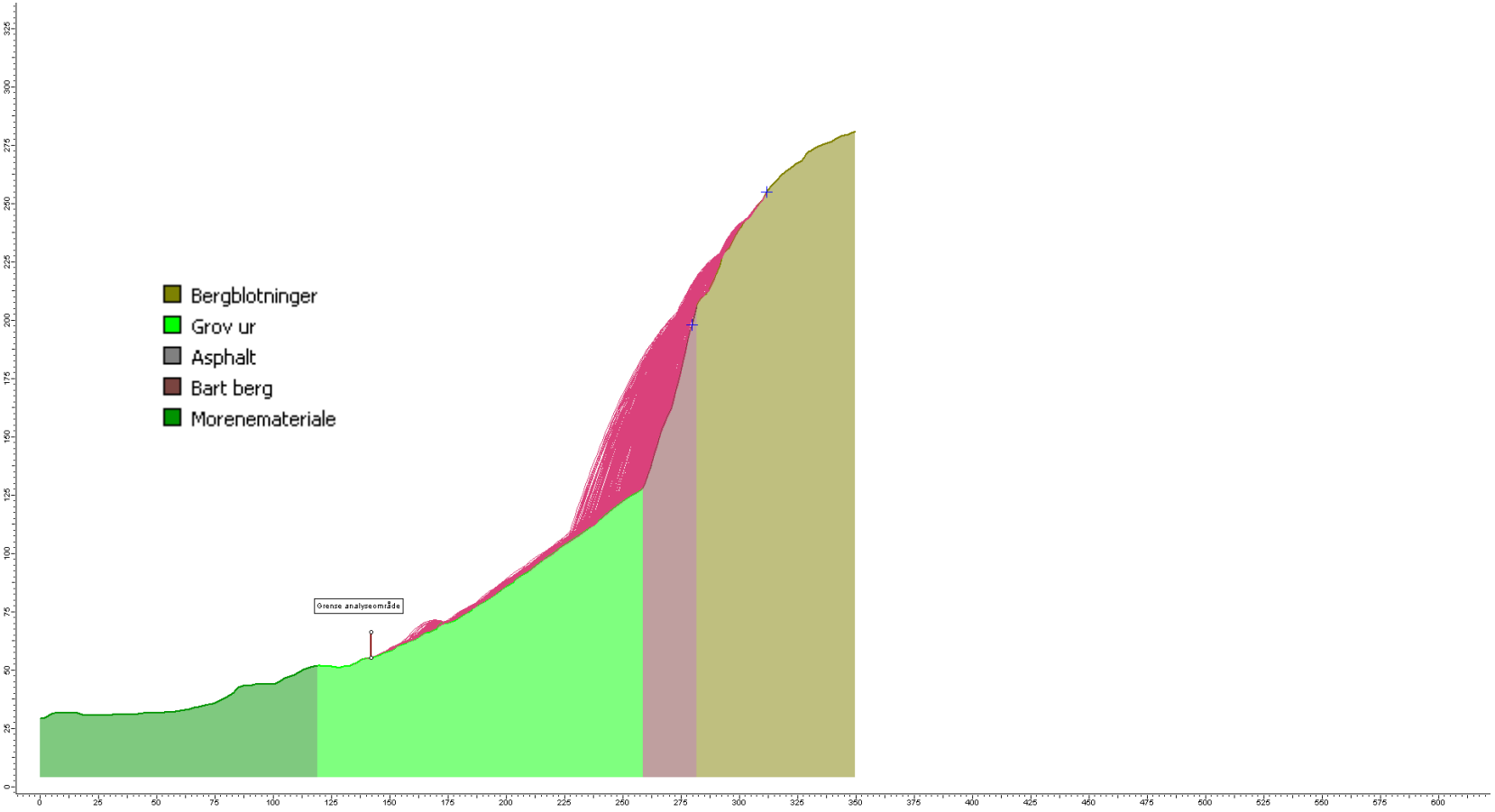
ROCFALL 6.0



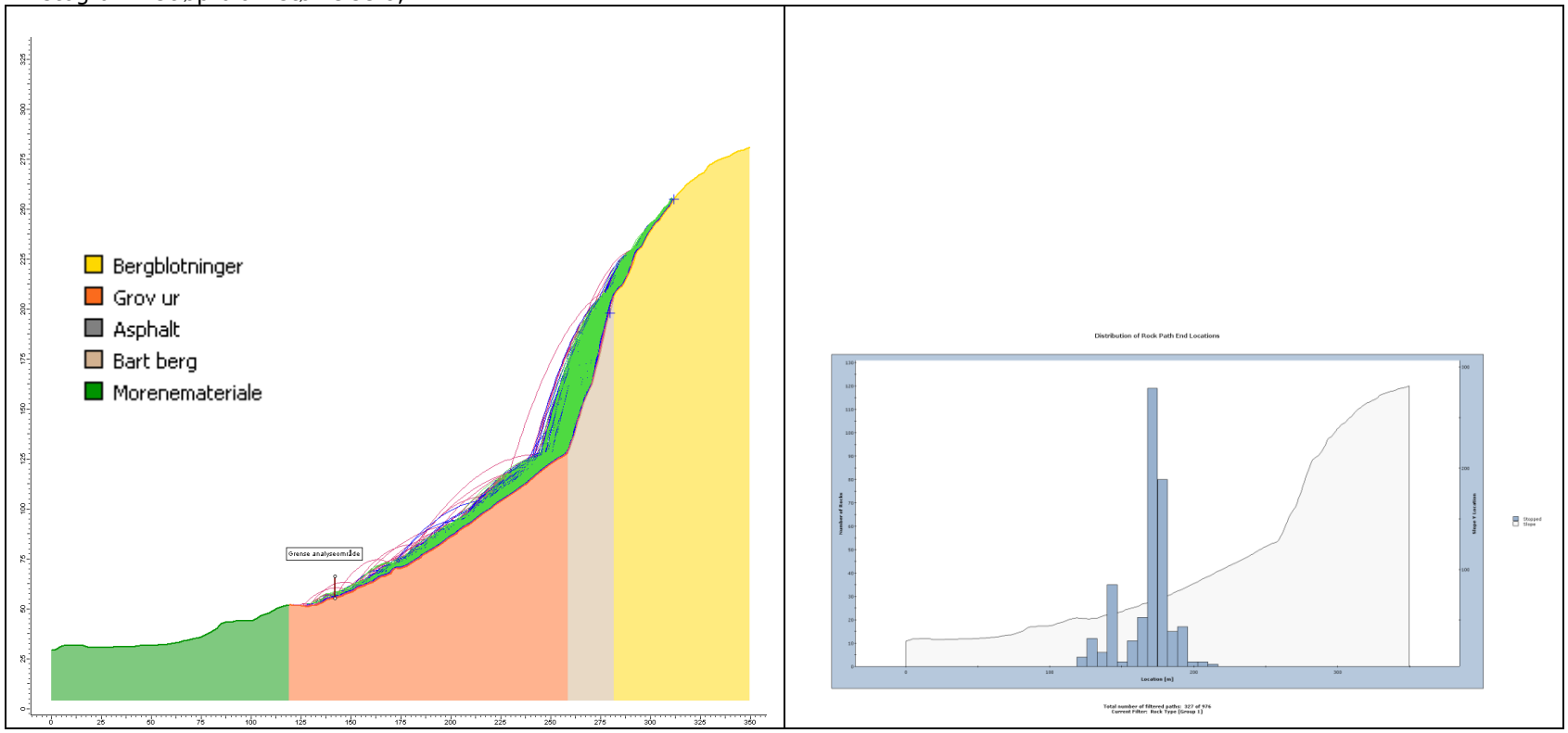
Modell navn: Rocfall_Barka-Brekka_Model-A01_LumpedMass				
Innstilling	Parameter	Verdi	Statistisk fordeling	Kommentar/feltobserasjoner
Generelt	Analysemetode	Lumped Mass	-	
	Antall blokker per simulering	500 per løsneområde, 2 løsneområder	-	
	Sampling method	Monte-Carlo	-	
	Skalering	Skalere dempingskoffiseient Rn	-	Anbefalt fra Rocscience
Material	Bergblotninger (Bedrock outcrops)	Rn: 0,35 Rt:0,85 Friksjonsvinkel: 30 Ruhet 0˚	Normal, sted.dev 0,04 Normal, sted.dev 0,04 Normal, std.dev 5	Kartlegging med drone viser bergblotnninger med tynt vegetasjon i øvre del ev berghammer. Verdier funnet i material tabell (Rocsience). Ruhet: Funnet ved kalibrering av modell mot registrert utløp
	Bart berg	Rn: 0,53 Rt:0,99 Friksjonsvinkel: 30 Ruhet 0˚	Normal, sted.dev 0,04 Normal, sted.dev 0,04 Normal, std.dev 5	Kartlegging med drone viser bergblotnninger med tynt vegetasjon i øvre del ev berghammer. Verdier funnet i material tabell (Rocsience). Ruhet: Funnet ved kalibrering av modell mot registrert utløp
	Grov ur (Talus cover)	Rn: 0,50 Rt:0,70 Friksjonsvinkel: 30 Ruhet 0˚	Normal, sted.dev 0,04 Normal, sted.dev 0,04 Normal, std.dev 5	Grov ur kartlagt i felt. Verdier funnet i material tabell (Rocsience) og kalibret mot registrere ferske blokker.
	Morenemateriale	Rn: 0,30 Rt:0,70 Friksjonsvinkel: 30	Normal, sted.dev 0,04 Normal, sted.dev 0,04	Bebygd område. Morenematerialer, jordbakke og områder med spredte blokker.Verdier funnet i material tabell
	Skog	-	-	Skog vurdert å ikke ha dempende effekt.
Blokk	Blokkstørrelse	-	-	Analysemetode betrakter blokk som uendelig lite punkt. Blokkstørrelse ikke betyning for simulert utløpslengde.
	Initial hastighet	1,5 m/s i øvre løsneområder. 0 m/s i nedeste løsneområde.	Normal (std. dev. 0,15)	I øvre løsneområder forventes rotvelt å være utløsende faktor. Rotvelt vil gi blokker horisontal bevegelse ved utfall. I nedre løsneområde er det lite trær i løsneområdet, og her forventes utløsnende mekanismer å være gradvis avløsningn av tine-fryseprosesser.
	Blokkform	Punkt	-	Analysemetode betrakter blokk som uendelig lite punkt. Blokkform ikke betyning for simulert utløpslengde.

Modell navn: Rocfall_Barka-Brekka_Model-A02_RigidBody				
Innstilling	Parameter	Verdi	Statistisk fordeling	Kommentar/feltobserasjoner
Generelt (Project settings)	Analysemetode	Rigid Body	-	
	Antall blokker per simulering	500 per løsnepunkt, 2 løsnepunkt	-	
	Sampling method	Monte-Carlo	-	
	Skalering	Skalere dempingskoffiseient Rn (normal) med hastighet	-	Anbefalt av Rocscience
Material	Bergblotninger	Rn: 0,28 Rt:0,68 Friksjon: dynamisk 0,57 rullende 0,15	Normal, sted.dev 0,04 Normal, sted.dev 0,04/0,02	20% redusert i forhold verdi i Lumped mass-verdier. Verdi for friksjonsparameter hentet fra material tabell fra Rocscience.
	Bart berg	Rn: 0,42 Rt:0,79 Friksjon: dynamisk 0,57 rullende 0,10	Normal, sted.dev 0,04 Normal, sted.dev 0,04	20% redusert i forhold verdi i Lumped mass-verdier. Verdi for friksjonsparameter hentet fra material tabell fra Rocscience.
	Grov ur	Rn: 0,40 Rt:0,56 Friksjon: dynamisk 0,57 rullende 0,80	Normal, sted.dev 0,04 Normal, sted.dev 0,04	20% redusert i forhold verdi i Lumped mass-verdier. Verdi for friksjonsparameter hentet fra material tabell fra Rocscience.
	Morenemateriale	Rn: 0,24 Rt:0,56 Friksjon: dynamisk 0,57 rullende 0,55	Normal, sted.dev 0,04 Normal, sted.dev 0,04	20% redusert i forhold verdi i Lumped mass-verdier. Verdi for friksjonsparameter hentet fra material tabell fra Rocscience.
	Skog	-	-	Skog vurdert å ikke ha effekt.
Blokk	Dimensjonerende blokk 100-årshendelse	540kg/0,2 m3	Normal	Dronefilm viser minste blokkstørrelser nærmest berghammeren
	Dimensjonerende blokk 1000-	10800 kg/4m3	Normal	Registrerte blokkstørrelser i felt. Dronefim viser avløste objekt i berghammeren.
	Dimensjonerende blokk 5000-årshendelse	27000 kg/10m3	Normal	Registrerte blokkstørrelser i felt. Størst blokkstørrelser lengst ned i skråningen. Dronefim viser avløste objekt i berghammeren.
	Initial hastihet	1,5 m/s i øvre løsneområder. 0 m/s i nedeste løsneområde.	Normal (std. Dev 0,15)	I øvre løsneområder forventes rotvelt å være utløsende faktor. Rotvelt vil gi blokker horisontal bevegelse ved utfall. I nedre løsneområde er det lite trær i løsnemområdet, og her forventes utløsnende mekanismer å være gradvis avløsningn av tine-fryseprosesser.
	Blokkform		-	Observerte avløste blokker i fjellsiden (dronefilm) og form på antatt steinsprangblokker i ura.

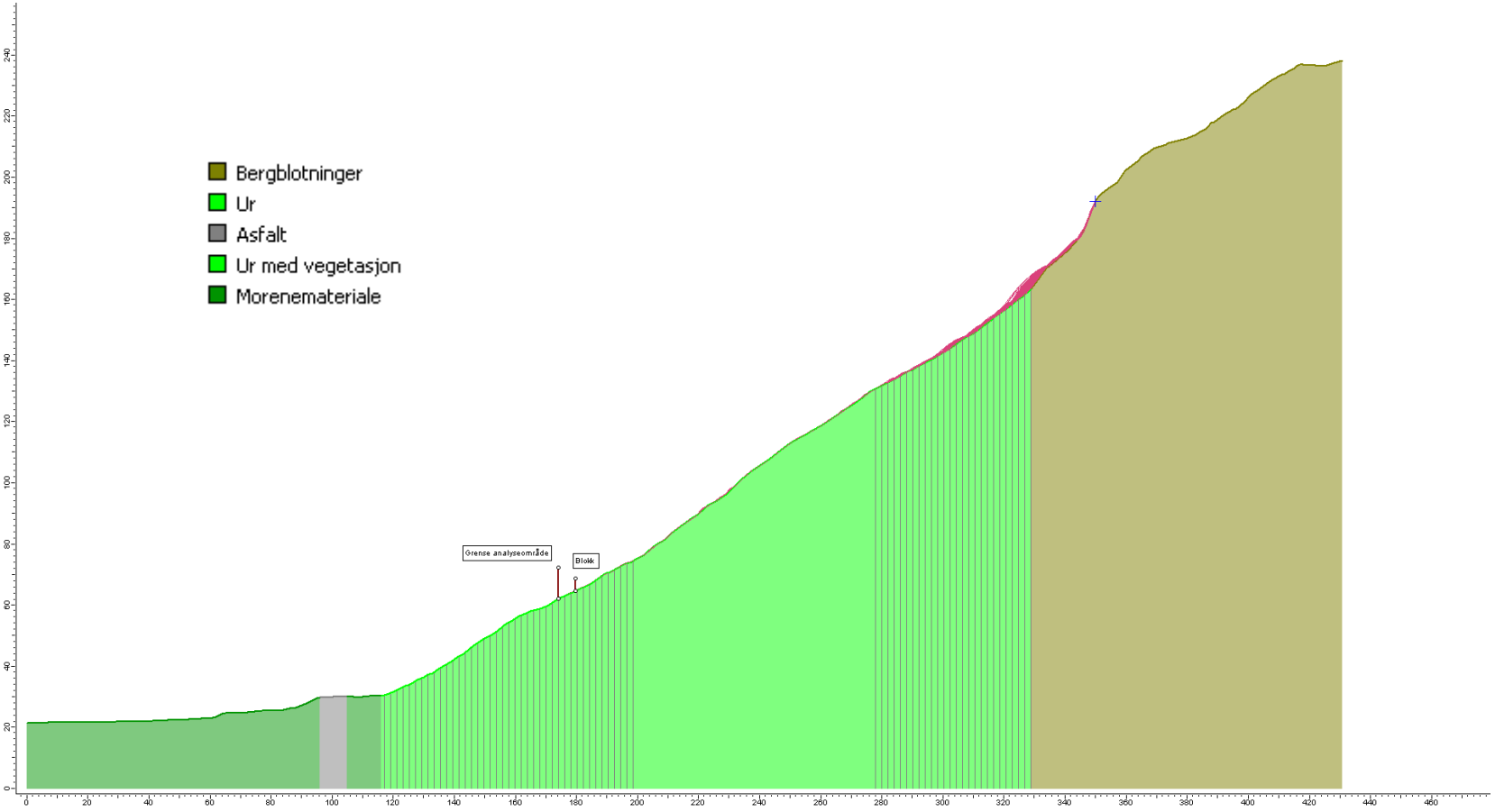
Modell: Barka-Brekka_Modell-A01_LumpedMass



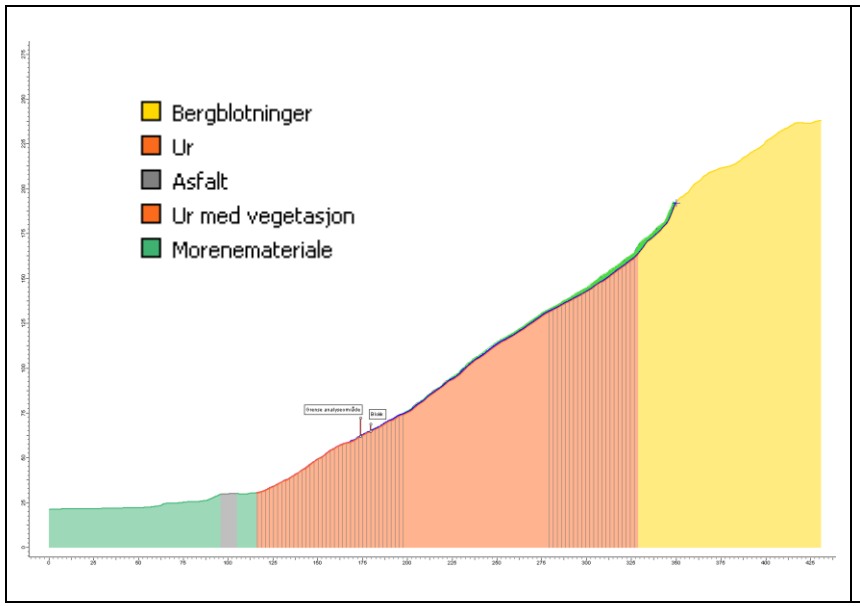
Modell: Barka-Brekka_Modell-A02_RigidBody
Histogram: Utløp blokkstørrelse 0,2 m^3

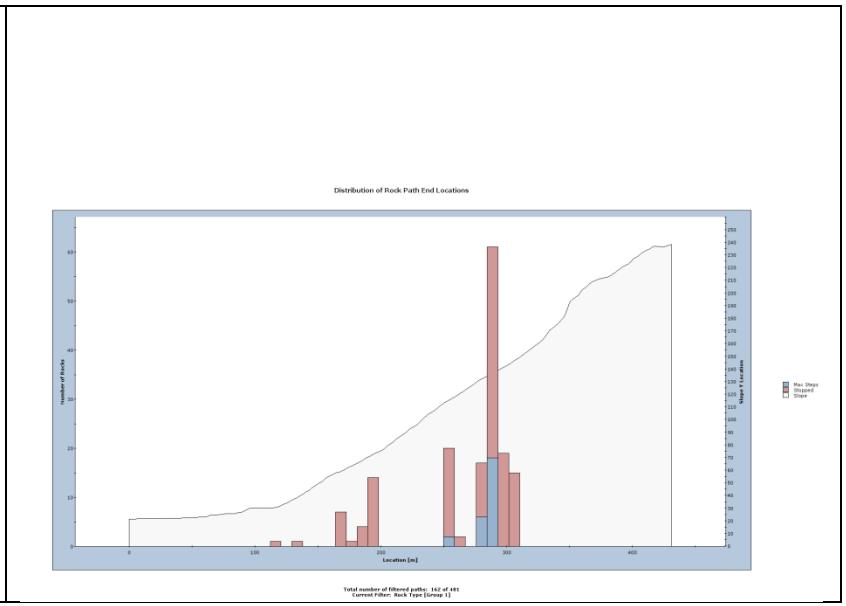


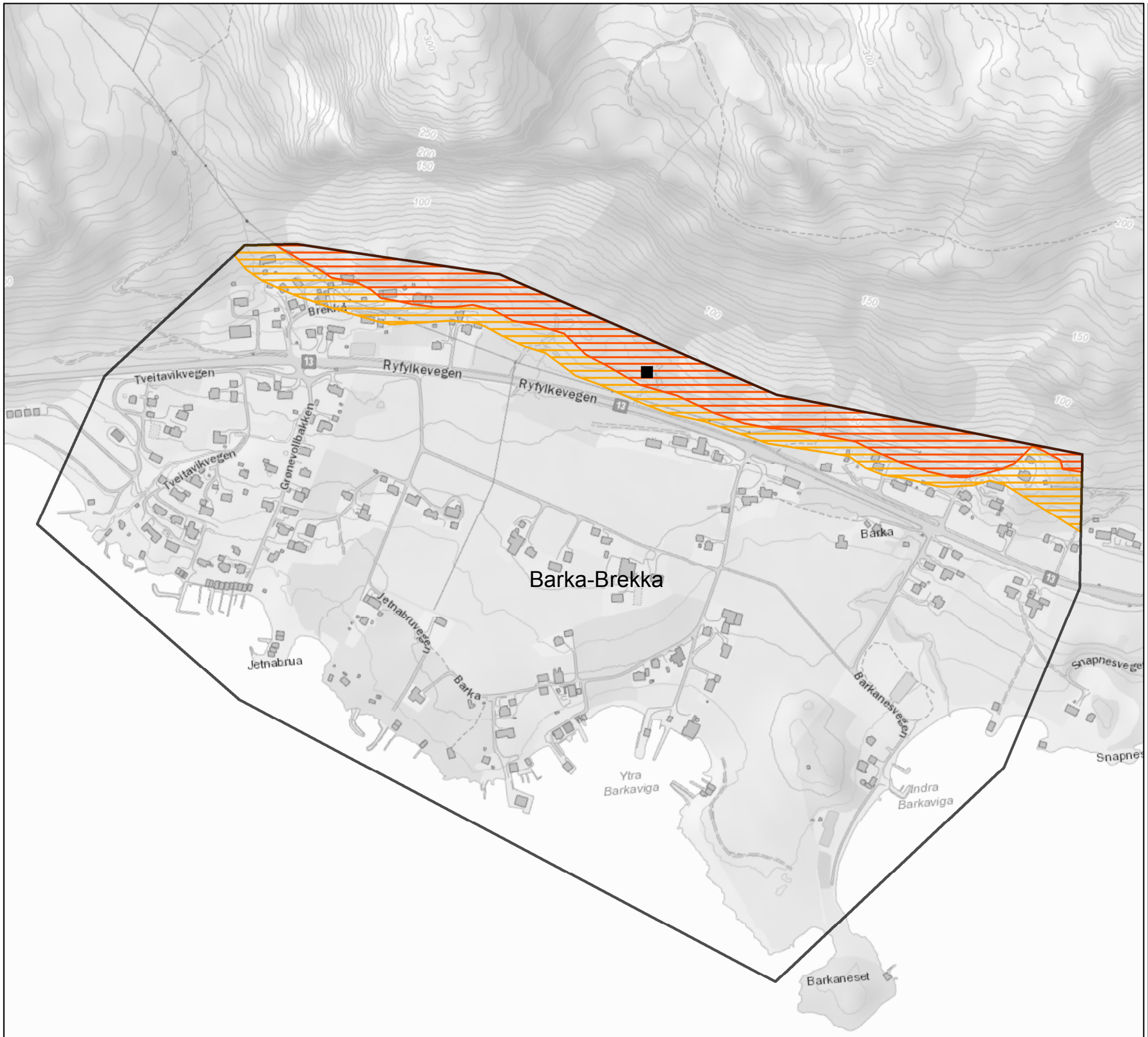
Modell: Barka-Brekka_Modell-B01_LumpedMass

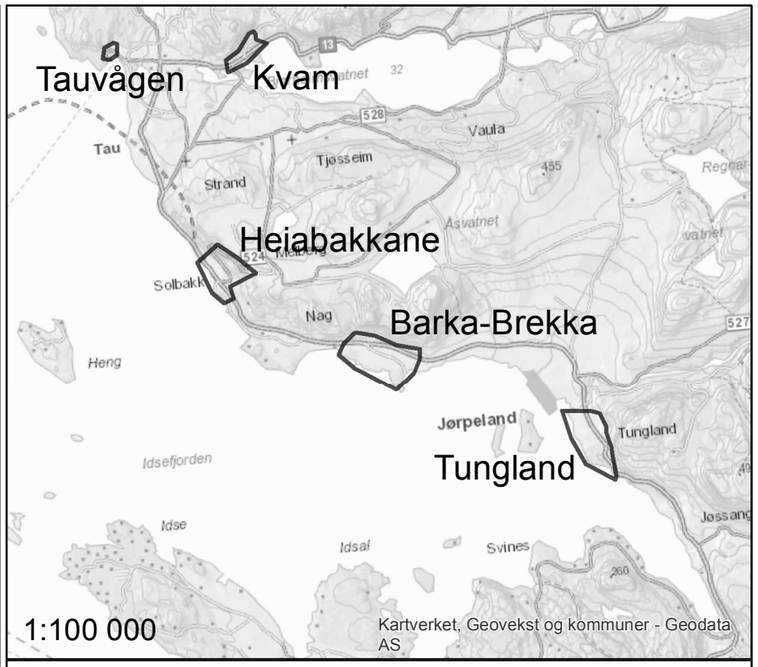


Modell: Barka-Brekka_Modell-B02_RigidBody
Histogram: Utløp blokkstørrelse 0,2 m^3









Tegnforklaring

Faresoner

- > 1/100
- > 1/1000
- > 1/5000
- Kartleggingsområde

Dimensjonerende skredtype

- Jord- og flomskred
- Steinsprang

Oppdrag:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
1350022304 - Skredfarekartlegging Strand kommune	TANS	HAJU
	Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 32N	Skala (A3): 1:5 000
		Dato: 27.11.17

N

0 62,5 125 250 M

RAMBØLL

Dato 2018/02/26

Rambøll
Sjøhagen 6
Pb 3063
N-4095 Stavanger

T +47 97 42 80 00
www.ramboll.no

Figur 1: Vestsiden av Tunglandsfjellet.

Figur 2: Sørvestre side av Bjønnskarhammaren.

Rambøll Norge AS
NO 915 251 293 MVA

Figur 3: Bilde fra skråning under Bjønnskarhammaren.

Figur 4: Bilde fra terrengsøkket over Storevik.

Figur 5: Dronebilde av sørligste fot av Tunglandsfjellet.

Figur 6: Dronebilde av sørlige del av delområdet på Tungland.

Figur 7: Fangvoll mot steinsprang over øverste husrekke i sørlige del av kartleggingsområdet.

Figur 8: Bilde tatt mot vestsiden av Tunglandsfjellet på nivå med byggetomt ved eksisterende boligblokk.

Figur 9: Berghammer på gårdstun fra lokal skrent innenfor sørlige del av kartleggingsområdet.

Rambøll Norge AS
NO 915 251 293 MVA

Svenskebyen

Bjønnskarshammaren

Kalvøps

Mødlinstøa

Tungland

Storevik

Skjersvika

Tungland

Tegnforklaring

Skråningsgradient

- 0 - 25
- 25 - 30
- 30 - 45
- 45 - 60
- 60 - 88,109
- Kartleggingsområde

N

0 65 130 260 Meters

Tungland

95
074
075
93
071
070
072
073
94
069
068
067
096
076
088
065
086
066

Tegnforklaring

- Renne
- GPS Veipunkter_BB_Tungland
- Blokk gammel
- Blokk ferskt nedfall
- Generell Observasjon
- Urfot
- Eksisterende sikringstiltak - Linje
- Kartleggingsområde
- DRONE Tracklog
- GPS Tracklog
- Løsneområde steinsprang

N

1:5 000

Kartverket, Geovekst og kommuner - Geodata AS

RAMMS Rocfall

Tabell 1: Modell Tungland_Nord

Parameter	Verdi	Kommentar/begrunnelse
Friksjon	Overall type: Hard	Kan brukes på blanding av ren ur og vegetert ur. Kartlegging i felt viser variasjoner av dissematerialene under definerte løsnområder.
Skog (Forest/Moor)	Stor_Skog.shp: Open Forest (20 m2/ha)	Valgt basert på foto fra feltarbeid, dronekartlegging og ortofoto. Representerer åpen blandingsskog.
Blokk (Rock)	Rock Density: 2700.00 kg/m3 Rock Volume: 4 m^3, 10 m^3 Rock Form: Flat_1.5	Valgt basert på registrerte stein-sprangblokker kartlagt i felt, samt observasjoner i berghammer med drone.

Tabell 2: Modell Tungland_Stor_Voll

Parameter	Verdi	Kommentar/begrunnelse
Friksjon	Overall type: Hard Additional Friction Areas: Tungland_Stor_Voll.shp: Medium	Kan brukes på blanding av ur og bart berg. Kartlegging i felt viser variasjoner av dissematerialene under definerte løsnområder.
Skog (Forest/Moor)	Tungland_Stor_Voll.shp: Medium	Valgt basert på foto fra feltarbeid, dronekartlegging og ortofoto. Representerer åpen blandingsskog.
Blokk (Rock)	Rock Density: 2700.00 kg/m3 Rock Volume: 0,2 m^3, 1 m^3, 10 m^3 Rock Form: Flat_1.5	Valgt basert på registrerte stein-sprangblokker kartlagt i felt, samt observasjoner i berghammer med drone.

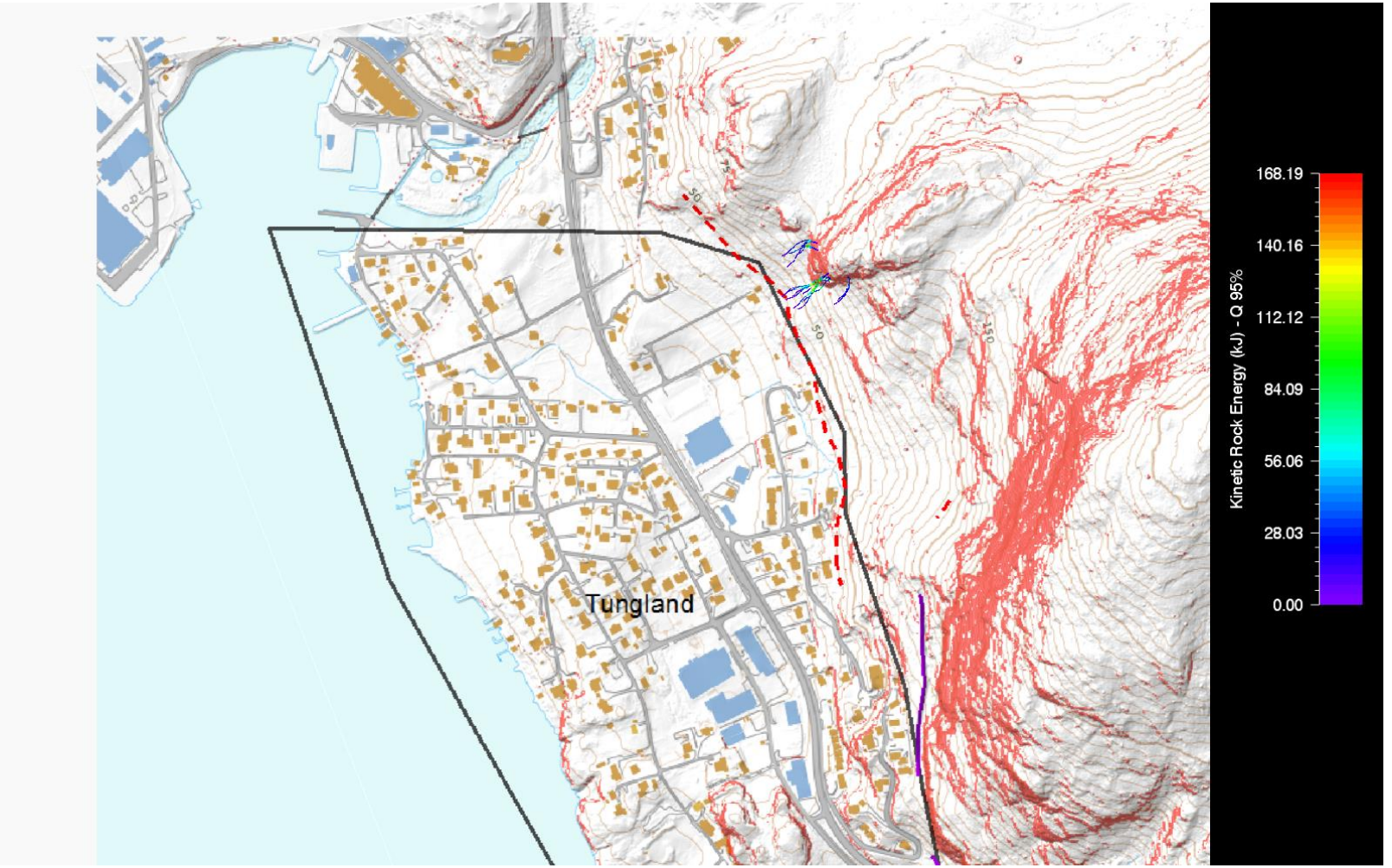
Dato 2017/11/27

Rambøll
Sjøhagen 6
Pb 3063
N-4095 Stavanger

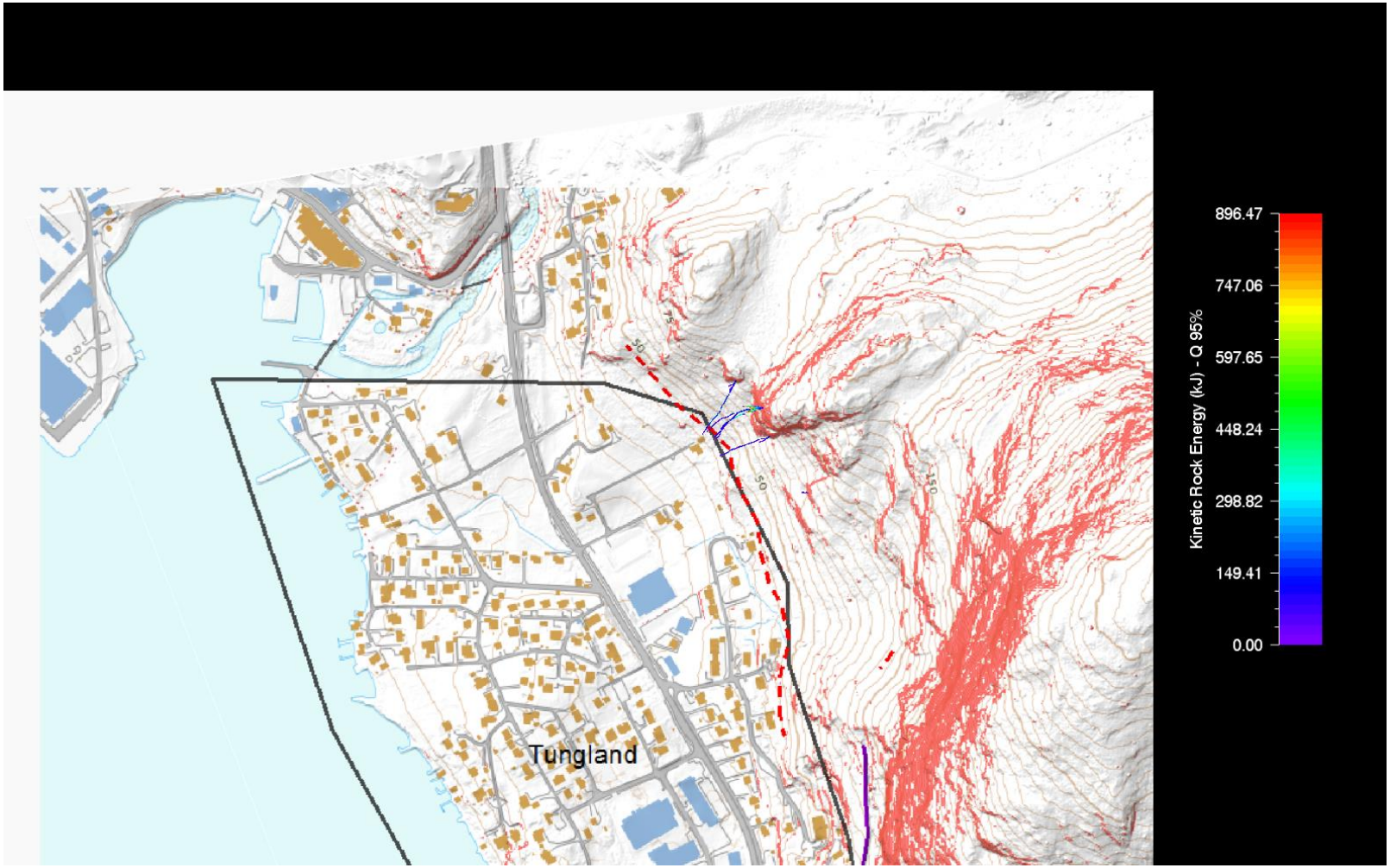
T +47 97 42 80 00
www.ramboll.no

Rambøll Norge AS
NO 915 251 293 MVA

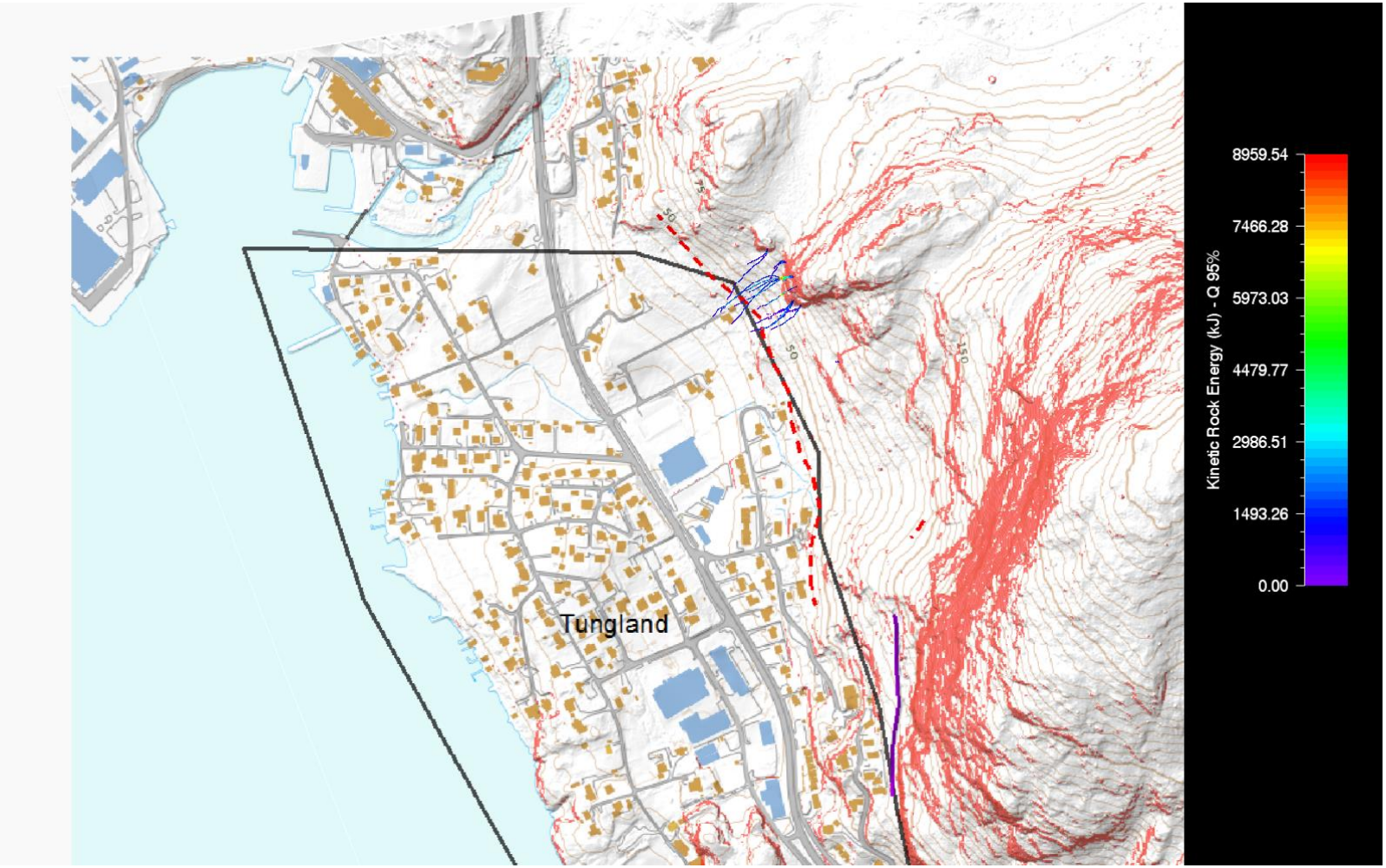
Modell: Tungland_Nord_0.2m3_skog



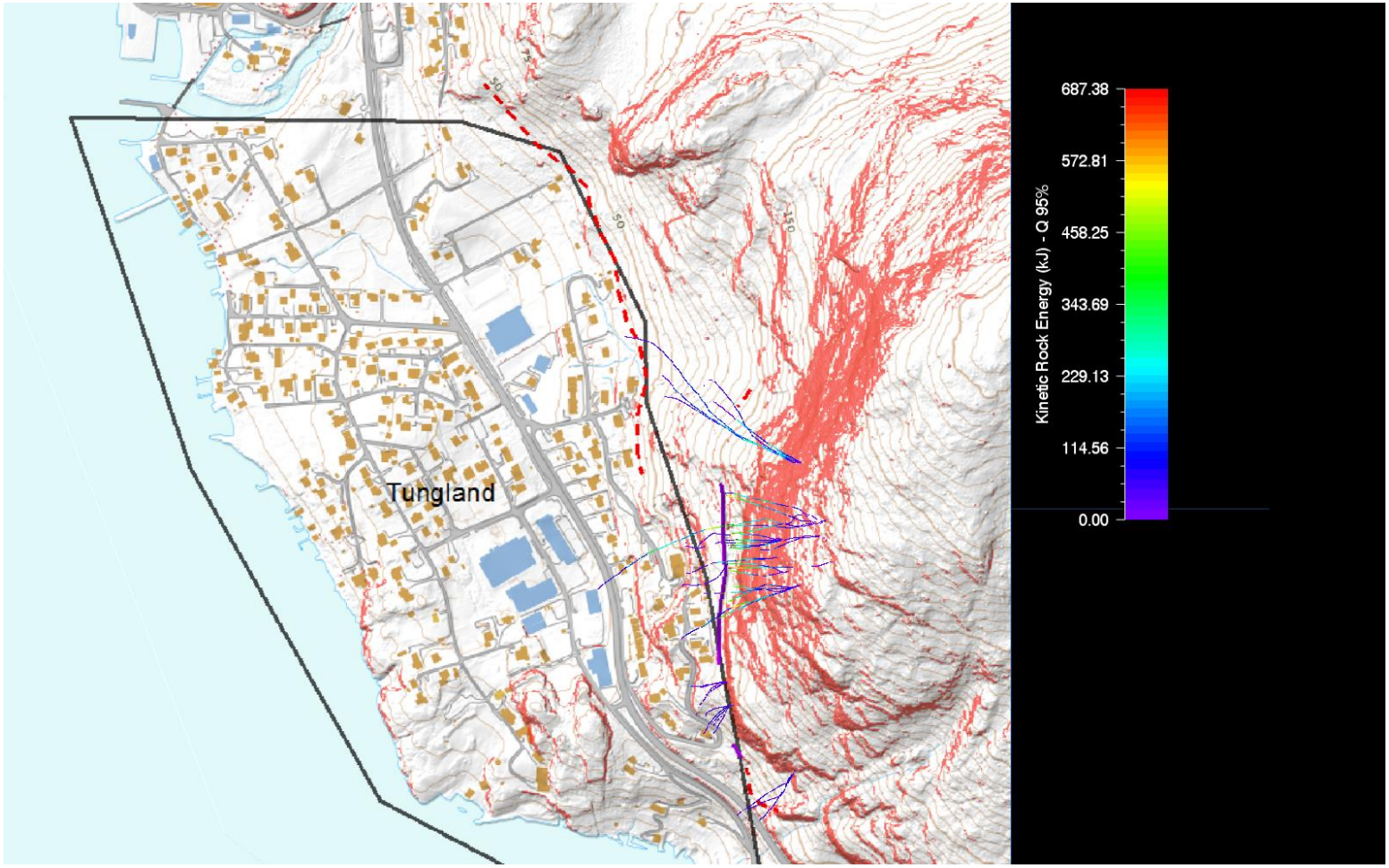
Modell: Tungland_Nord_1m3_skog



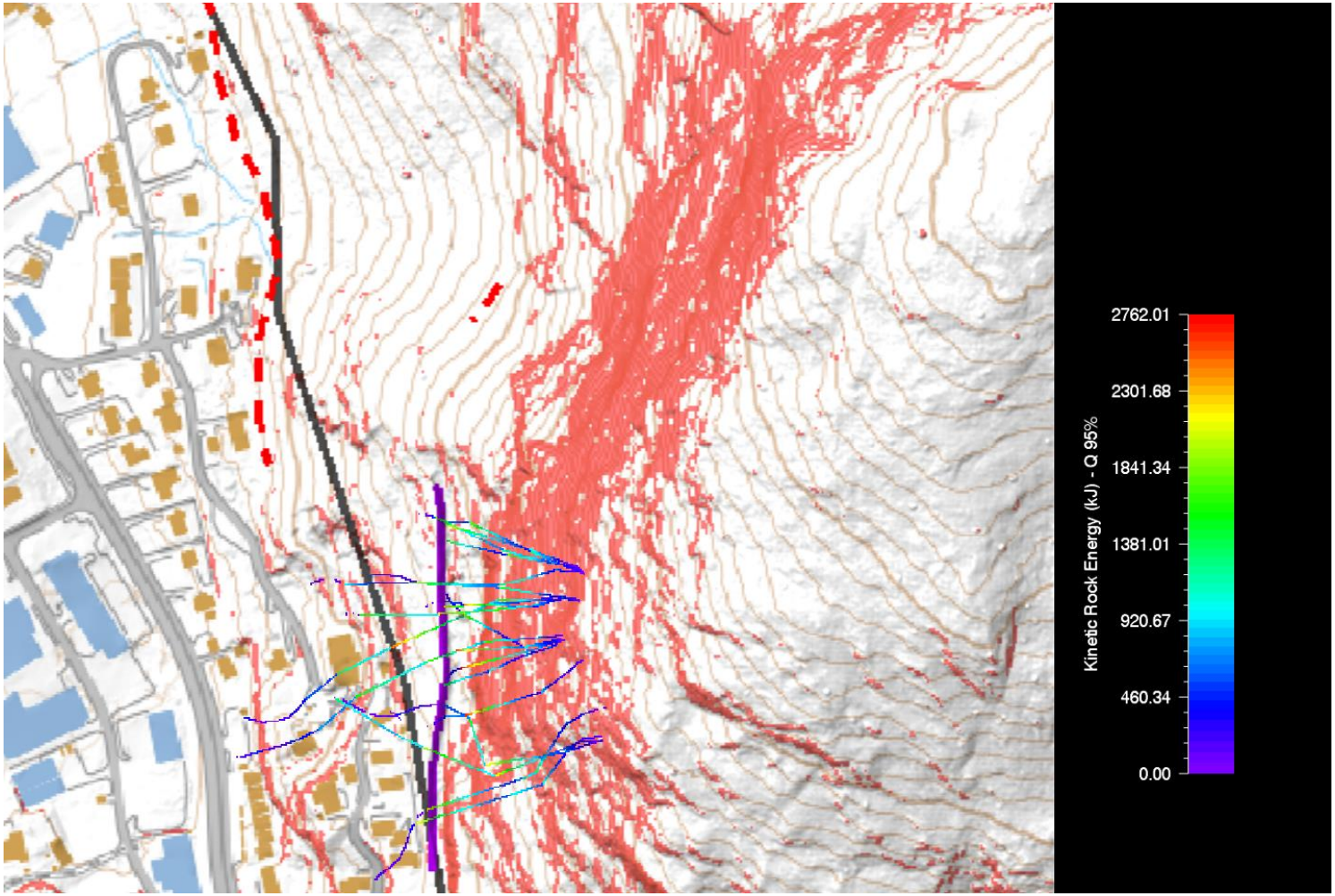
Modell: Tungland_Nord_10m3_skog



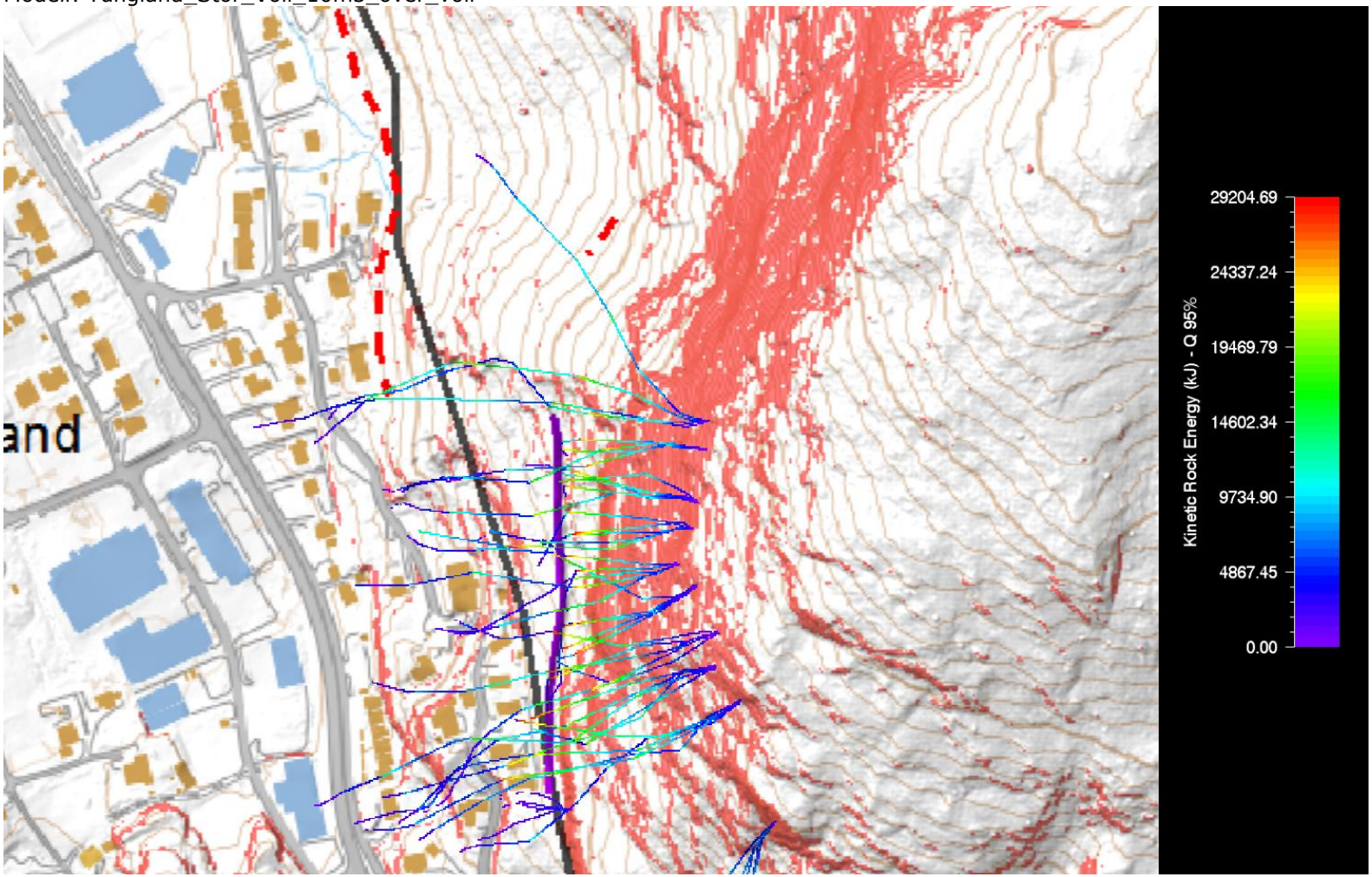
Modell: Tungland_Stor_Voll_0.2m3



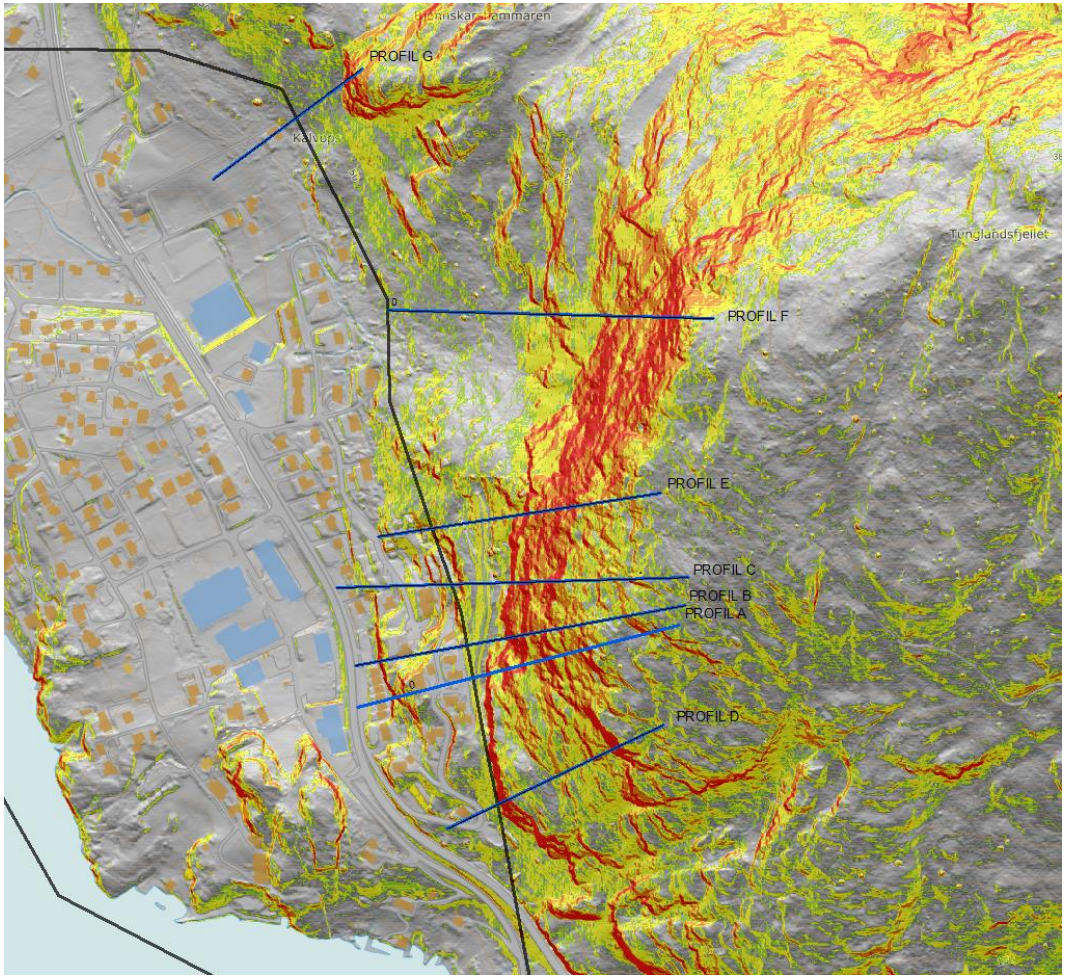
Modell: Tungland_Stor_Voll_1m3_over_voll



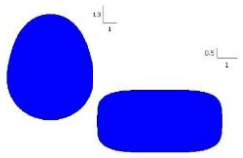
Modell: Tungland_Stor_Voll_10m3_over_voll



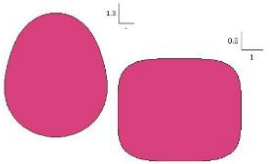
ROCFALL 6.0


PROFIL G
PROFIL F
PROFIL E
PROFIL C
PROFIL B
PROFIL A
PROFIL D
Tunglandsfjellet

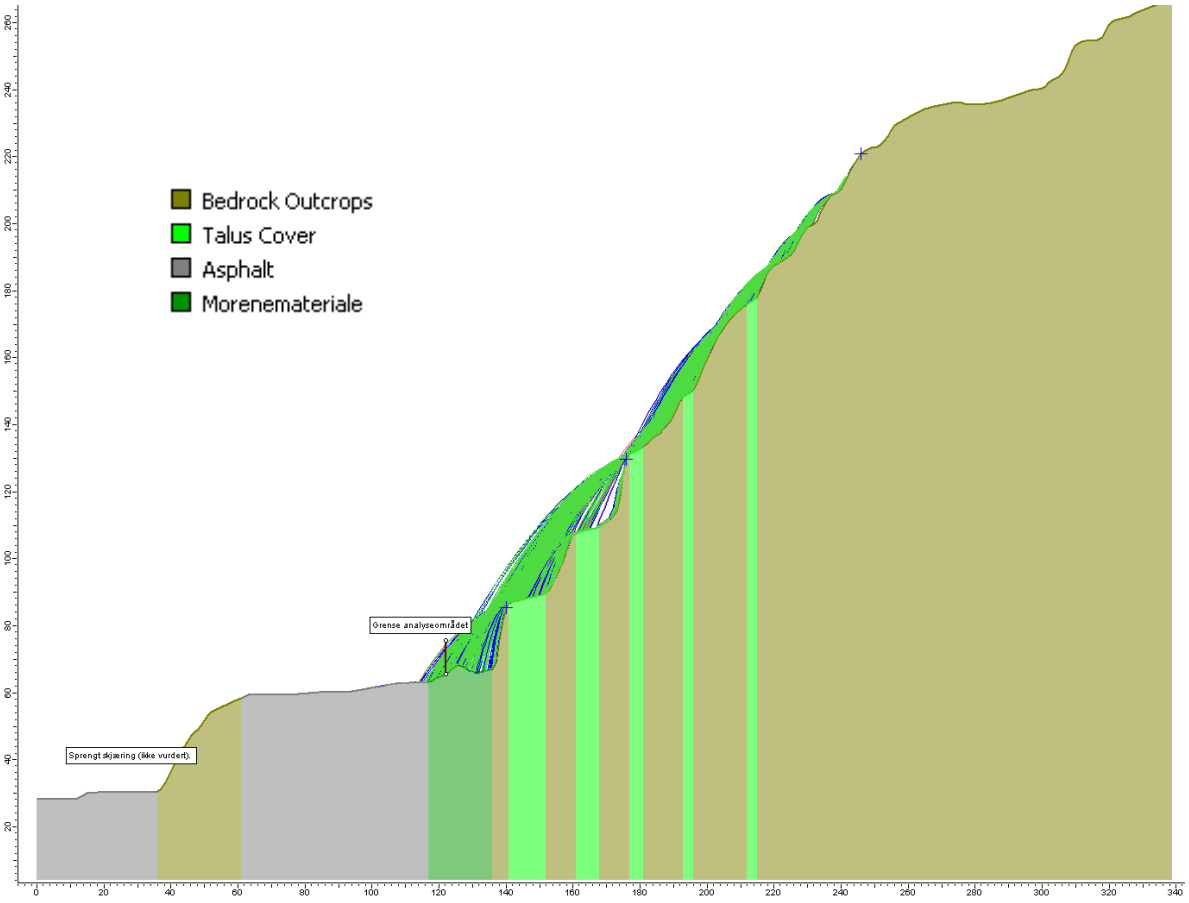
Modell navn: Rocfall_Tungland_Model-A01_LumpedMass				
Innstilling	Parameter	Verdi	Statistisk fordeling	Kommentar/feltobserasjoner
Generelt	Analysemetode	Luped Mass	-	
	Antall blokker per simulering	1000 per løsneområde, 3 løsneområder	-	
	Sampling method	Monte-Carlo	-	
	Skalering	Skalere dempingskoffiseient Rn (normal) med hastighet	-	Anbefalt fra Rocscience
Material	Bergblotninger (Bedrock outcrops)	Rn: 0,35 Rt:0,85 Friksjon: dynamisk 0,57 rullende 0,15 Ruhet 0˚	Normal, sted.dev 0,04 Normal, sted.dev 0,04 Normal, std.dev 5	Verdier fra programinnstilling. Ruhet: Funnet ved kalibrering av modell mot registrert utløp
	Ur (Talus cover)	Rn: 0,32 Rt:0,82 Friksjonsvinkel: 30 Ruhet 0˚	Normal, sted.dev 0,04 Normal, sted.dev 0,04 Normal, std.dev 5	Dronefilm viser ansamlig av urmaterialer på hyller opppver fjellsiden. Verdier fra programinnstilling. Ruhet: Funnet ved kalibrering av modell mot registrert utløp
	Morenemateriale	Rn: 0,30 Rt:0,70 Friksjonsvinkel: 30	Normal, sted.dev 0,04 Normal, sted.dev 0,04	Verdier funnet i material tabell (Rocsience)
	Asfalt	Rn: 0,40 Rt:0,90 Friksjonsvinkel: 30	Normal, sted.dev 0,04 Normal, sted.dev 0,03	Verdier fra programinnstilling.
	Skog	-	-	Skog vurdert å ikke ha dempende effekt.
Blokk	Blokkstørrelse	-	-	Analysemetode betrakter blokk som uendelig lite punkt. Blokkstørrelse ikke betyning for simulert utløpslengde.
	Initial hastighet	1,0 m/s i øvre løsneområder. 0 m/s i nedeste løsneområde.	Normal (std. dev. 0,15)	I øvre løsneområder forventes rotvelt å være utløsende faktor. Rotvelt vil gi blokker horisontal bevegelse ved utfall. Små trær, lav hastighet. I nedre løsneområde er det lite trær i løsnemområdet, og her forventes utløsnende mekanismer å være gradvis avløsningn av tine-fryseprosesser.
	Blokkform	Punkt	-	Analysemetode betrakter blokk som uendelig lite punkt. Blokkform ikke betyning for simulert utløpslengde.

Modell navn: Rocfall_Tungland_Model-A02_RigidBody				
Innstilling	Parameter	Verdi	Statistisk fordeling	Kommentar/feltobserasjoner
Generelt (Proje	Analysemetode	Rigid Body	-	
	Antall blokker per simulering	500 per løsnepunkt, 3 løsnepunkt	-	
	Sampling method	Monte-Carlo	-	
	Skalering	Skalere dempingskoffiseient Rn (normal) med hastighet	-	Anbefalt fra Rocscience
Material	Bergblotninger	Rn: 0,28 Rt:0,68 Friksjon: dynamisk 0,57 rullende 0,15	Normal, sted.dev 0,04 Normal, sted.dev 0,04 Normal, std.dev 5	20% redusert i forhold verdi i Lumped mass-verdier. Verdi for friksjonsparameter hentet fra material tabell fra Rocscience.
	Småur	Rn: 0,25 Rt:0,65 Friksjon: dynamisk 0,57 rullende 0,20	Normal, sted.dev 0,04 Normal, sted.dev 0,04 Normal, std.dev 5	Dronefilm viser ansamlig av urmaterialer på hyller opppver fjellsiden. 20% redusert i forhold verdi i Lumped mass-verdier. Verdi for friksjonsparameter hentet fra material tabell fra Rocscience.
	Morenemateriale	Rn: 0,24 Rt:0,56 Friksjon: dynamisk 0,57 rullende 0,55	Normal, sted.dev 0,04 Normal, sted.dev 0,04	20% redusert i forhold verdi i Lumped mass-verdier. Verdi for friksjonsparameter hentet fra material tabell fra Rocscience.
	Asfalt	Rn: 0,32 Rt:0,72 Friksjon: dynamisk 0,57 rullende 0,40	Normal, sted.dev 0,04 Normal, sted.dev 0,03	20% redusert i forhold verdi i Lumped mass-verdier. Verdi for friksjonsparameter hentet fra material tabell fra Rocscience.
	Skog	-	-	Skog vurdert å ikke ha effekt.
Blokk	Dimensjonerende blokk 100-årshendelse	540kg/0,2 m3	Normal	Registrerte blokkstørrelser i felt. Urmaterialer i fjellsiden (dronefilm) og
	Dimensjonerende blokk 1000-årshendelse	2700 kg/1m3	Normal	Registrerte blokkstørrelser i felt. Urmaterialer i fjellsiden (dronefilm) og
	Dimensjonerende blokk 5000-årshendelse	27000 kg/10m3	Normal	Registrerte blokkstørrelser i felt. Urmaterialer i fjellsiden (dronefilm) og
	Initial hastihet	1,0 m/s i øvre løsneområder. 0 m/s i nedeste løsneområde.	Normal (std. dev.: 0,15)	I øvre løsneområder forventes rotvelt å være utløsende faktor. Rotvelt vil gi blokker horisontal bevegelse ved utfall. Små trær, lav hastighet. I nedre løsneområde er det lite trær i løsnemområdet, og her forventes utløsnende mekanismer å være gradvis avløsningn av tine-fryseprosesser.
	Blokkform		-	Observerte avløste blokker i fjellsiden (dronefilm) og nedfall innenfor voll.

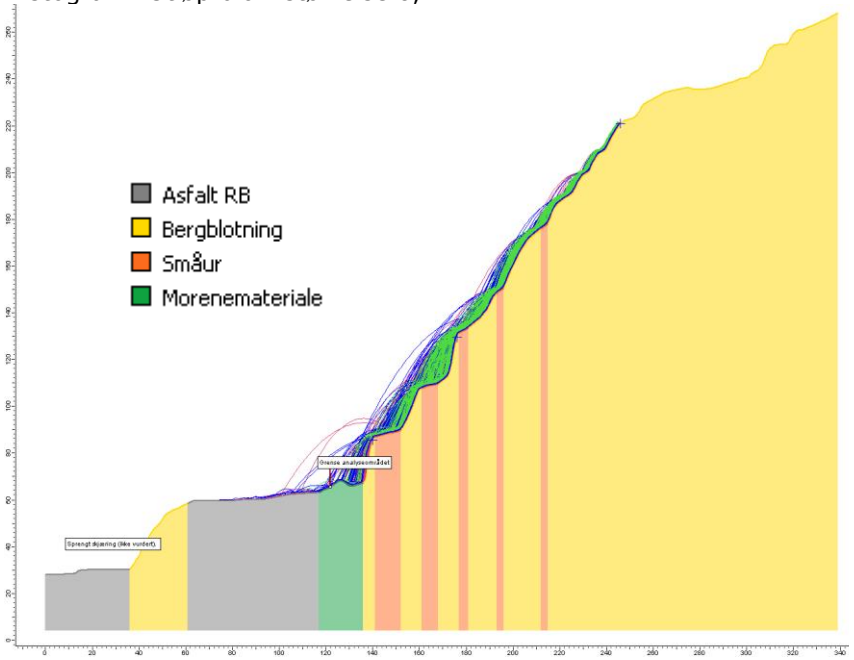
Modell navn: Rocfall_Tungland_Model-G01_LumpedMass				
Innstilling	Parameter	Verdi	Statistisk fordeling	Kommentar/feltobserasjoner
Generelt (Project settings)	Analysemetode	Luped Mass	-	
	Antall blokker per simulering	500	-	
	Sampling method	Monte-Carlo	-	
	Skalering	Skalere dempingskoffiseient Rn (normal) med hastighet	-	Anbefalt av Rocscience
Material	Bergblotninger (Bedrock outcrops)	Rn: 0,35 Rt:0,85 Friksjon: dynamisk 0,57 rullende 0,15 Ruhet 0˚	Normal, sted.dev 0,04 Normal, sted.dev 0,04 Normal, std.dev 5	Verdier fra programinnstilling. Ruhet: Funnet ved kalibrering av modell mot registrert utløp
	Ur med vegetasjon (Talus cover)	Rn: 0,32 Rt:0,80 Friksjonsvinkel: 30 Ruhet 0˚	Normal, sted.dev 0,04 Normal, sted.dev 0,04 Normal, std.dev 5	Dronefilm viser ansamlig av urmaterialer på hyller opppver fjellsiden. Verdier fra programinnstilling. Ruhet: Funnet ved kalibrering av modell mot registrert utløp
Blokk	Blokkstørrelse	-	-	Analysemetode betrakter blokk som uendelig lite punkt. Blokkstørrelse ikke betyning for simulert utløpslengde.
	Initial hastighet	0 m/s	Normal (std. dev.: 0,15)	Rotvelt å være utløsende faktor. Rotvelt vil gi blokker horisontal bevegelse ved utfall. Enkelte store trær. Modell kalibrert mot utløp til registrer fersk blokk.
	Blokkform	Punkt	-	Analysemetode betrakter blokk som uendelig lite punkt. Blokkform ikke betyning for simulert utløpslengde.

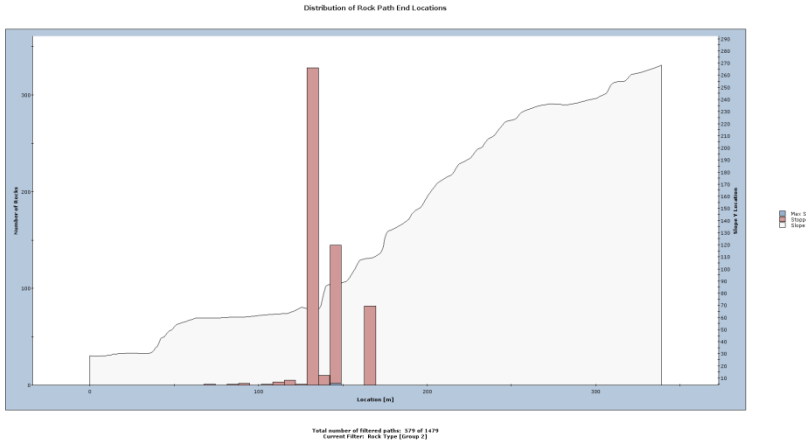
Modell navn: Rocfall_Tungland_Model-F02_RigidBody				
Innstilling	Parameter	Verdi	Statistisk fordeling	Kommentar/feltobserasjoner
Generelt (Proje	Analysemetode	Rigid Body	-	
	Antall blokker per simulering	500	-	
	Sampling method	Monte-Carlo	-	
	Skalering	Skalere dempingskoffiseient Rn (normal) med hastighet	-	Anbefalt av Rocscience
Material	Bergblotninger	Rn: 0,28 Rt:0,68 Friksjon: dynamisk 0,57 rullende 0,15	Normal, sted.dev 0,04 Normal, sted.dev 0,04 Normal, std.dev 5	20% redusert i forhold verdi i Lumped mass-verdier. Verdi for friksjonsparameter hentet fra material tabell fra Rocscience.
	Ur med vegetasjon	Rn: 0,25 Rt:0,64 Friksjon: dynamisk 0,57 rullende 0,20	Normal, sted.dev 0,04 Normal, sted.dev 0,04 Normal, std.dev 5	Dronefilm viser ansamlig av urmaterialer på hyller opppver fjellsiden. 20% redusert i forhold verdi i Lumped mass-verdier. Verdi for friksjonsparameter hentet fra material tabell fra Rocscience.
	Skog	-	-	Skog vurdert å ikke ha noe dempende effekt på små blokkstørrelser.
	Ruhet skråning	-	-	-
Blokk	Dimensjonerende blokk 100-årshendelse	540kg/0,2 m3	Normal	
	Dimensjonerende blokk 1000-årshendelse	2700 kg/1m3	Normal	
	Dimensjonerende blokk 5000-årshendelse	27000 kg/10m3	Normal	
	Initial hastihet	1,5 m/s	Normal (std. dev.: 0,15)	I øvre løsneområder forventes rotvelt å være utløsende faktor. Rotvelt vil gi blokker horisontal bevegelse ved utfall. Små trær, lav hastighet. I nedre løsneområde er det lite trær i løsnemområdet, og her forventes utløsnende mekanismer å være gradvis avløsningn av tine-fryseprosesser.
	Blokkform		-	Observerte avløste blokker i fjellsiden (dronefilm) og nedfall innenfor voll.

Modell: Rocfall_Tungland_Modell-A01_LumpedMass

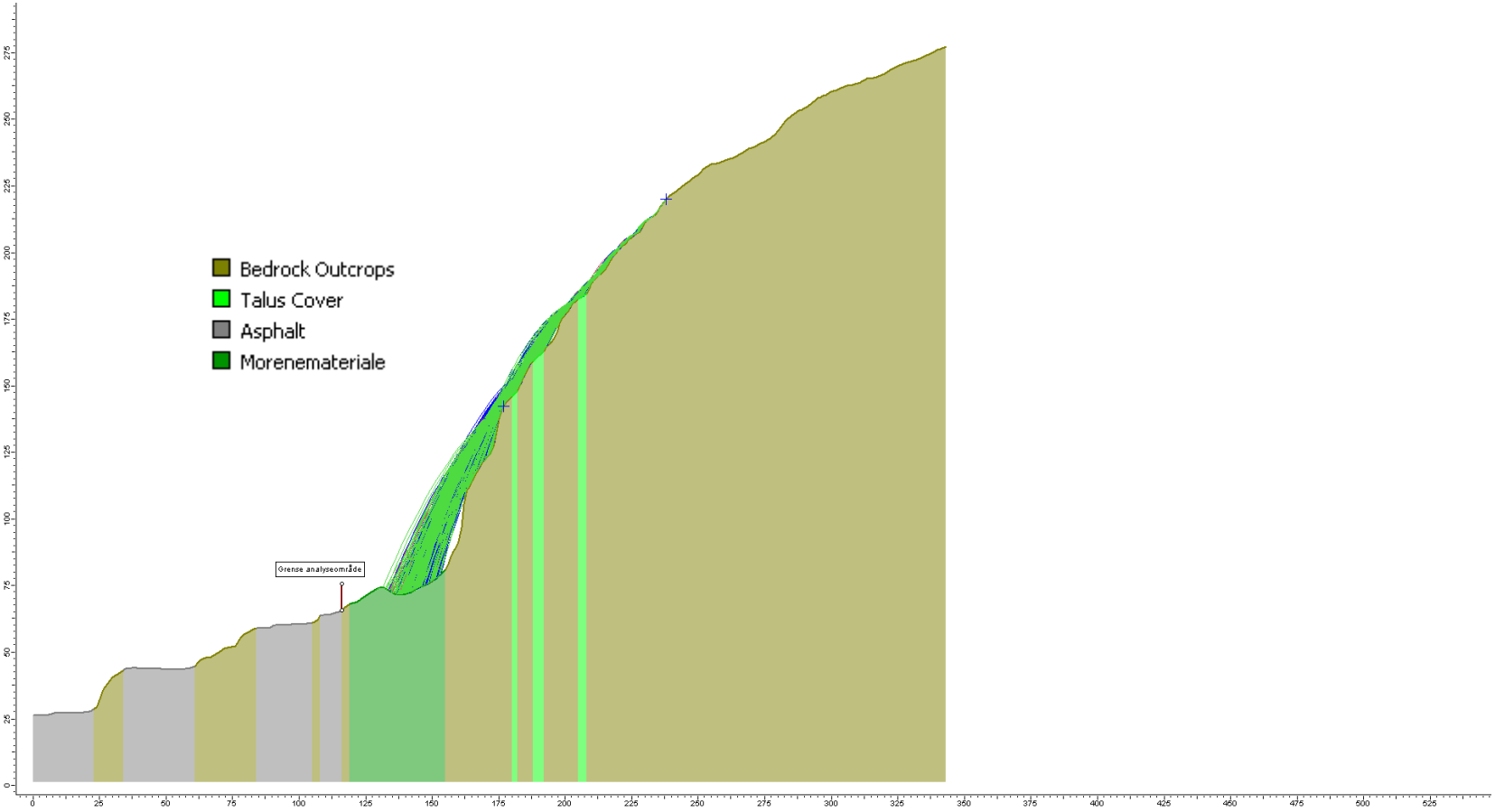


Modell: Rocfall_Tungland_Modell-A02_RigidBody
Histogram: Utløp blokkstørrelse 0,2 m^3

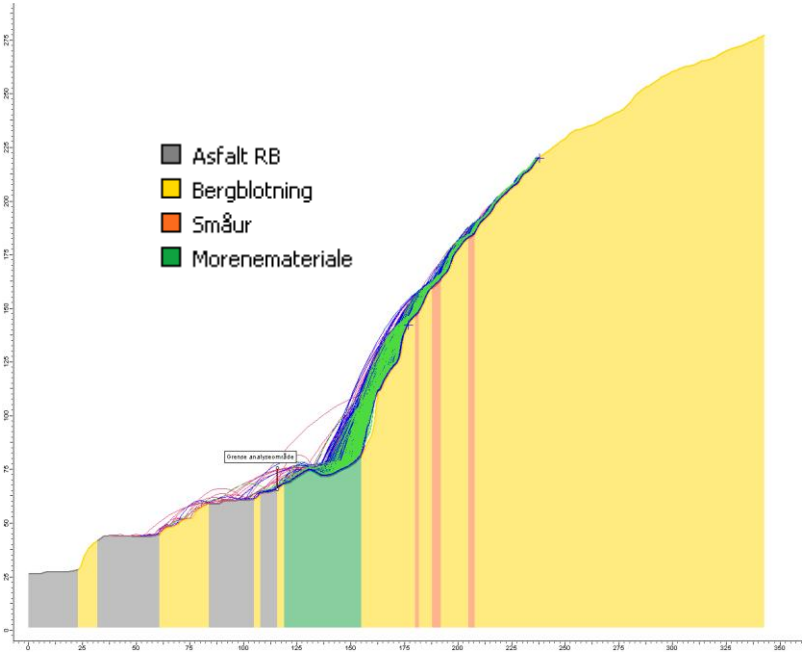


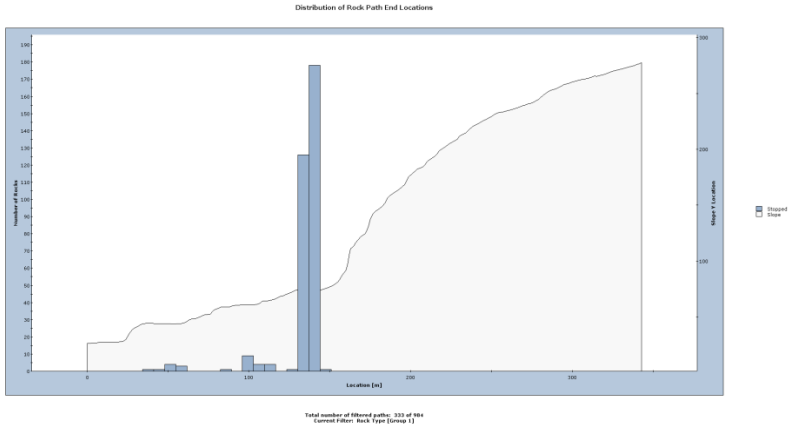


Modell: Rocfall_Tungland_Modell-B01_LumpedMass

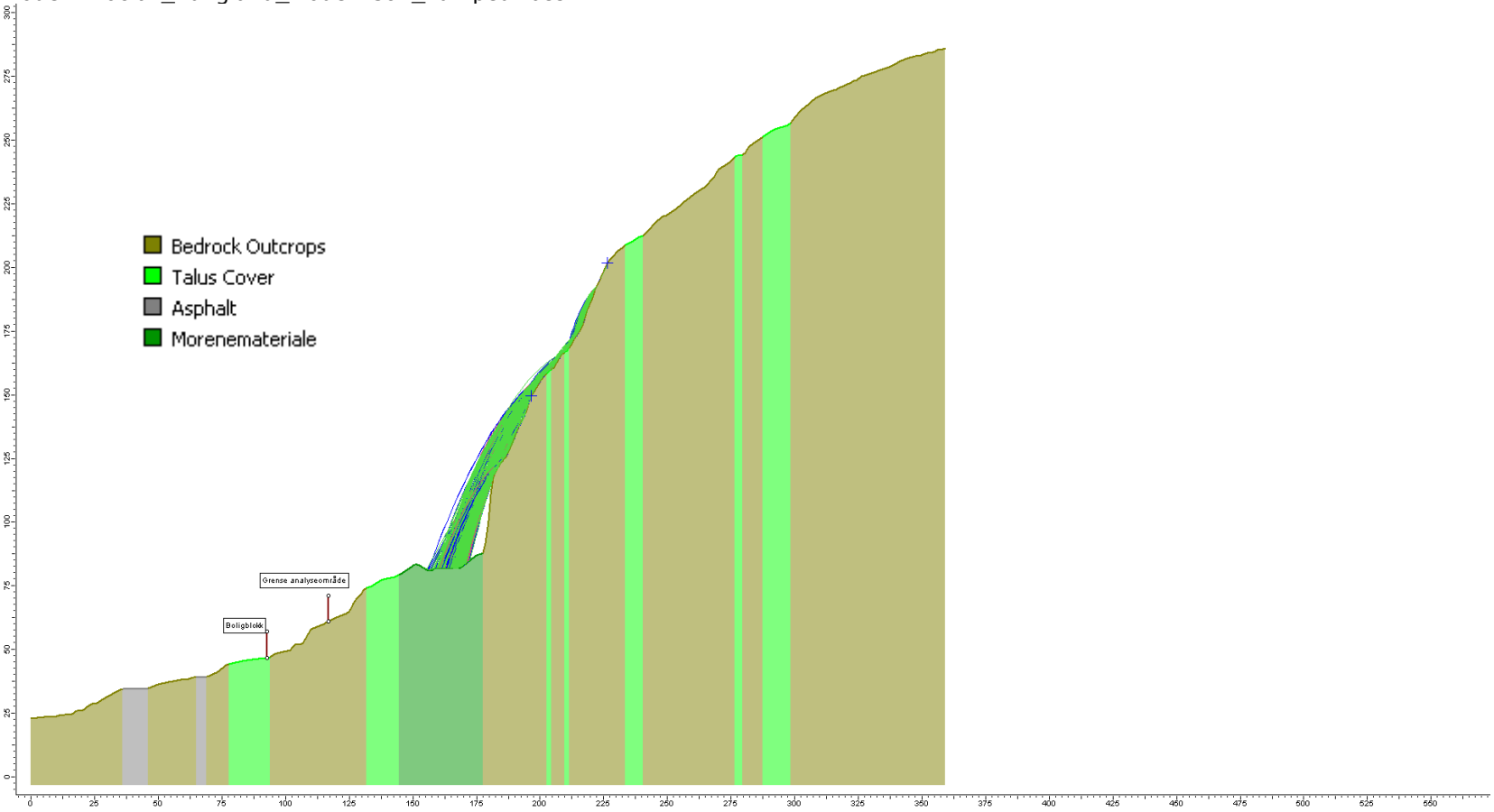


Modell: Rocfall_Tungland_Modell-B02_RigidBody
Histogram: Utløp blokkstørrelse 0,2 m^3

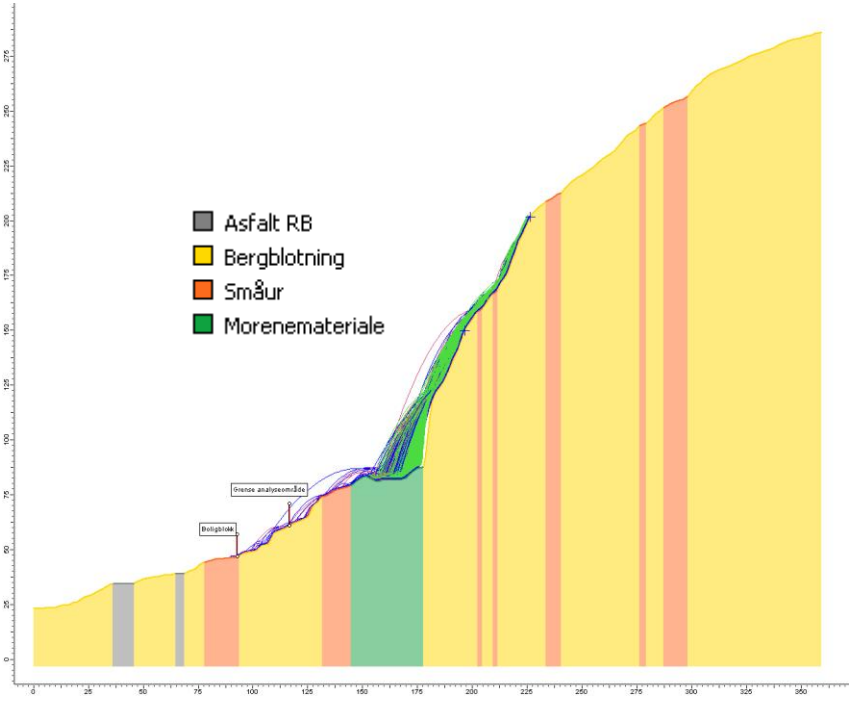


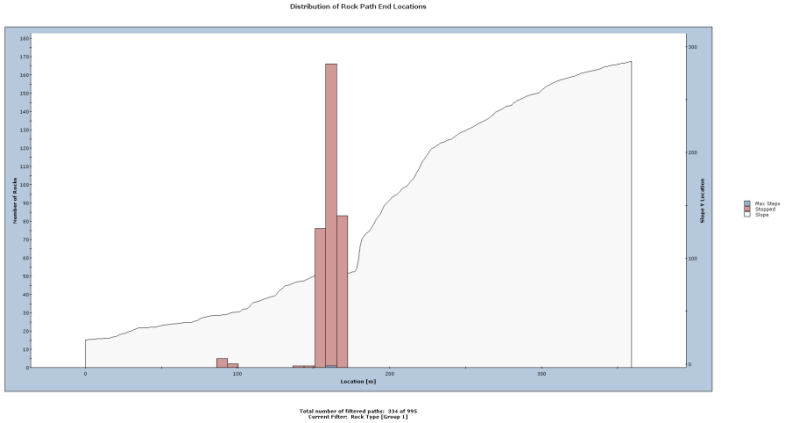


Modell: Rocfall_Tungland_Modell-C01_LumpedMass

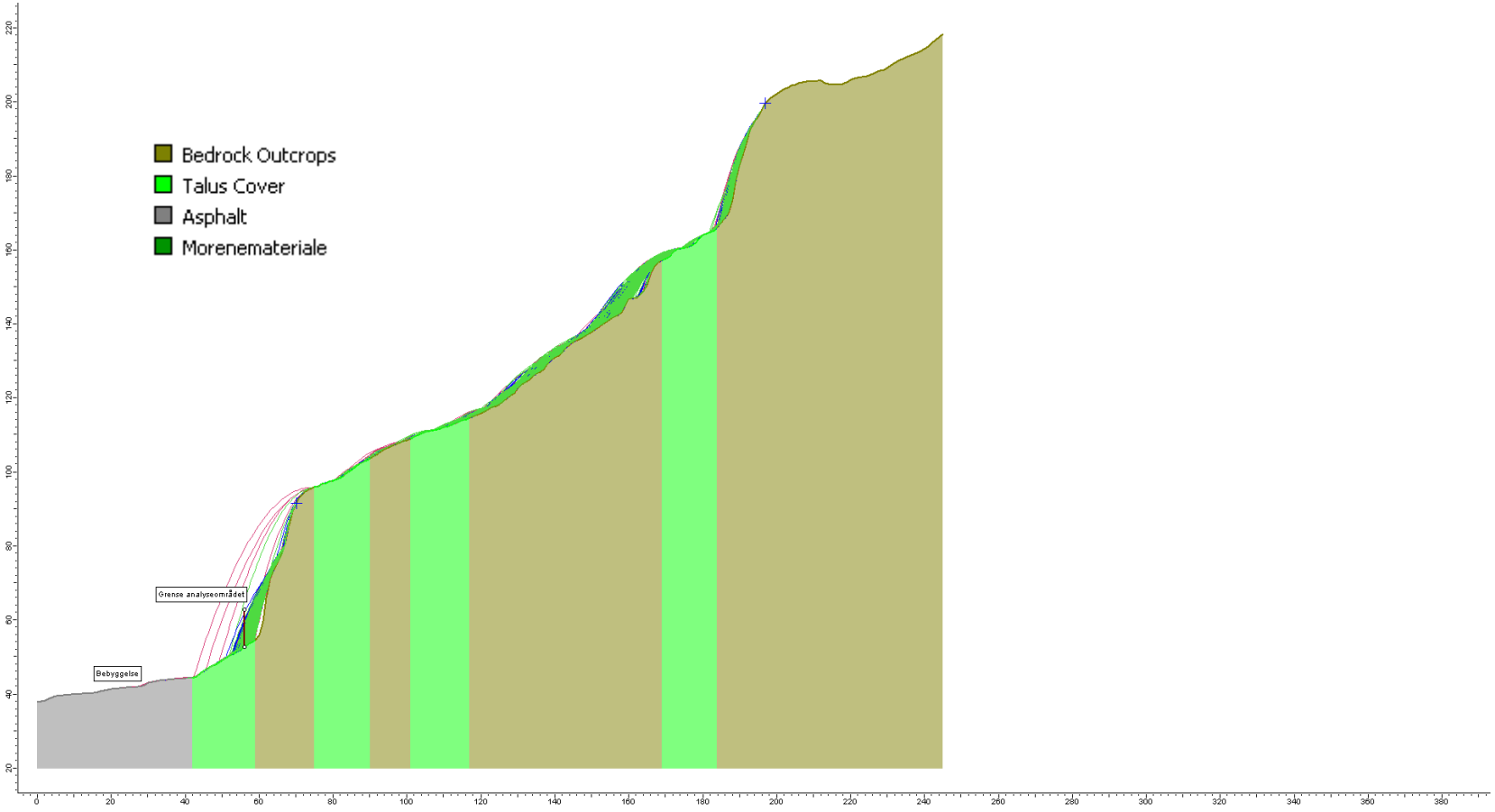


Modell: Rocfall_Tungland_Modell-C02_RigidBody
Histogram: Utløp blokkstørrelse 0,2 m^3

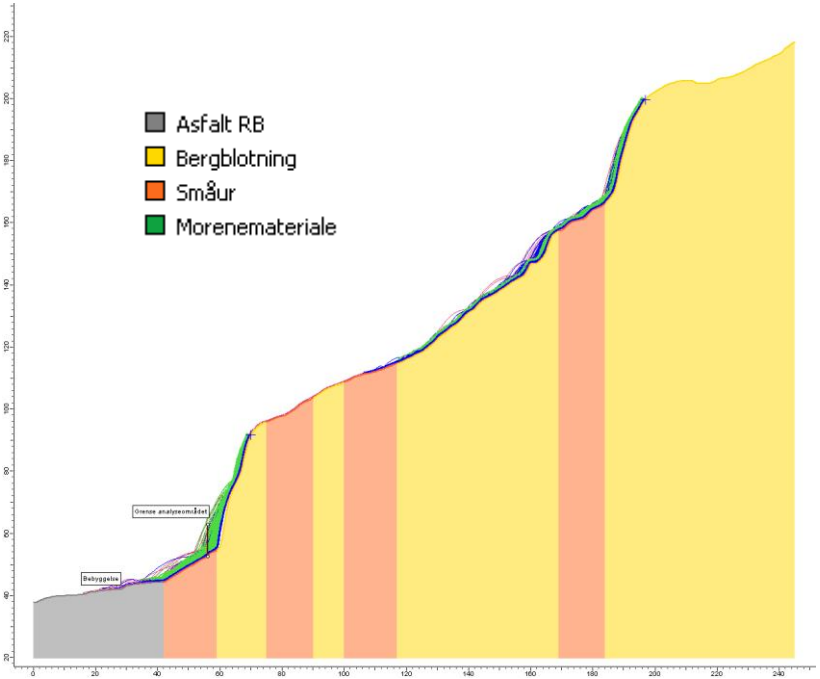


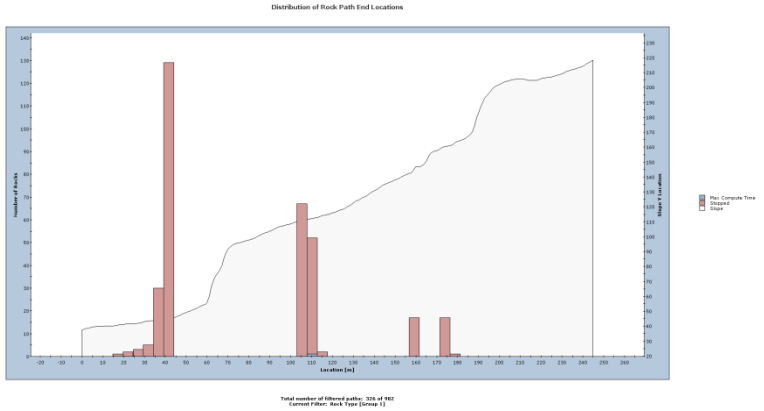


Modell: Rocfall_Tungland_Modell-D01_LumpedMass

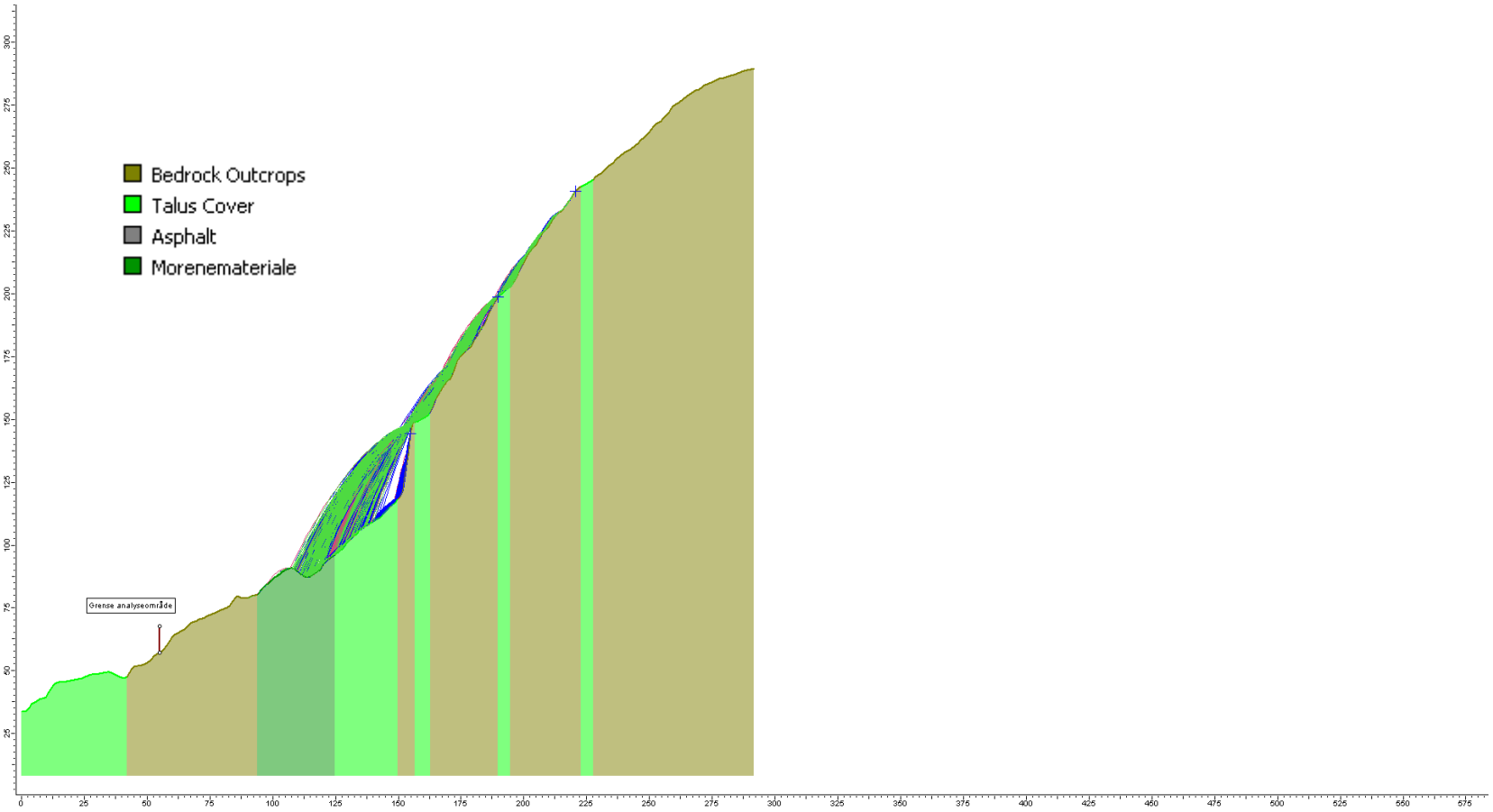


Modell: Rocfall_Tungland_Modell-D02_RigidBody
Histogram: Utløp blokkstørrelse 0,2 m^3

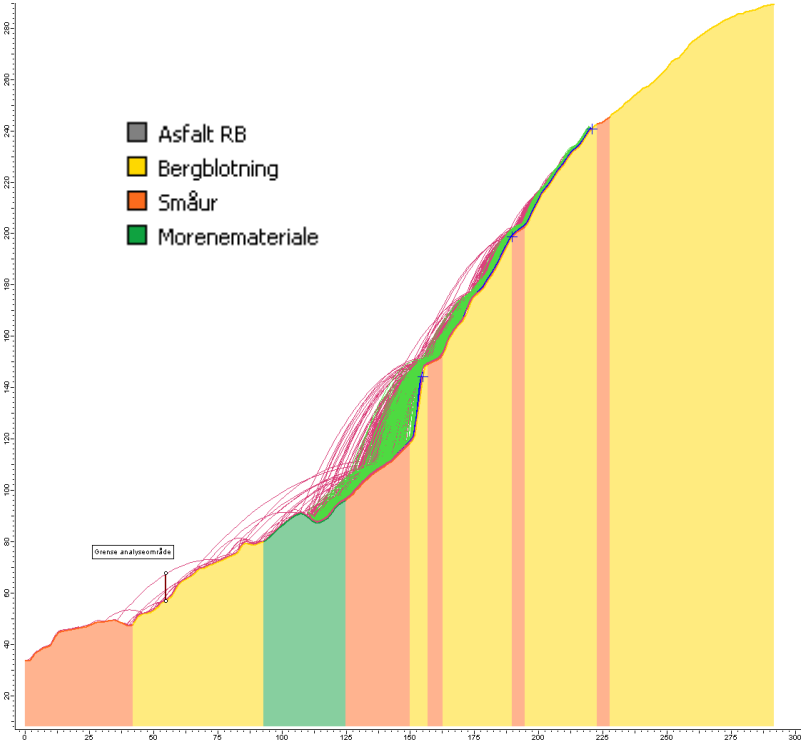


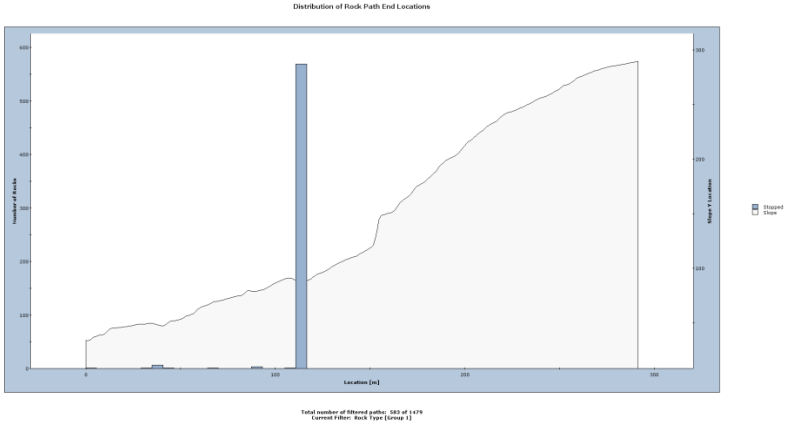


Modell: Rocfall_Tungland_Modell-E01_LumpedMass

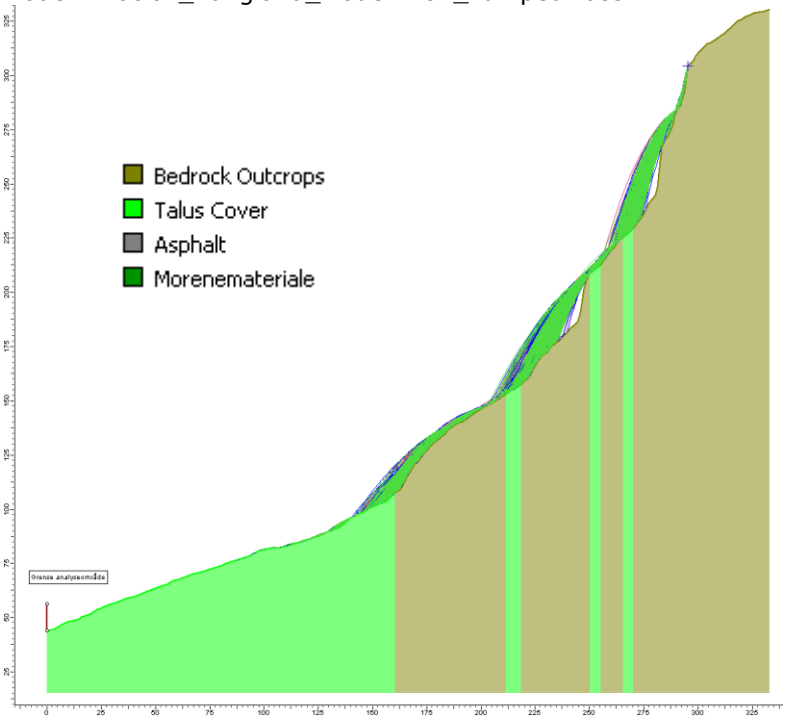


Modell: Rocfall_Tungland_Modell-E02_RigidBode_alle-løsneområder
Histogram: Utløp blokkstørrelse 0,2 m^3

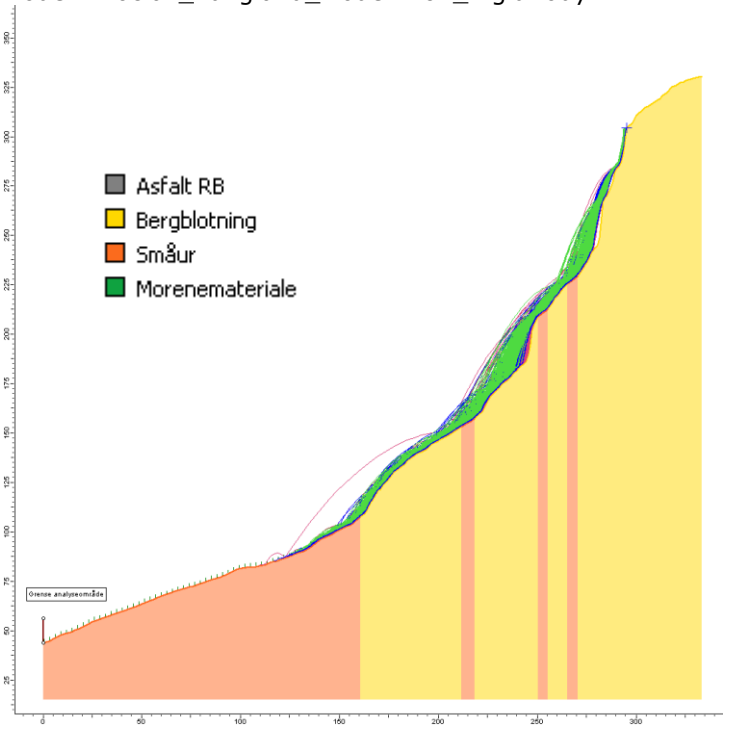




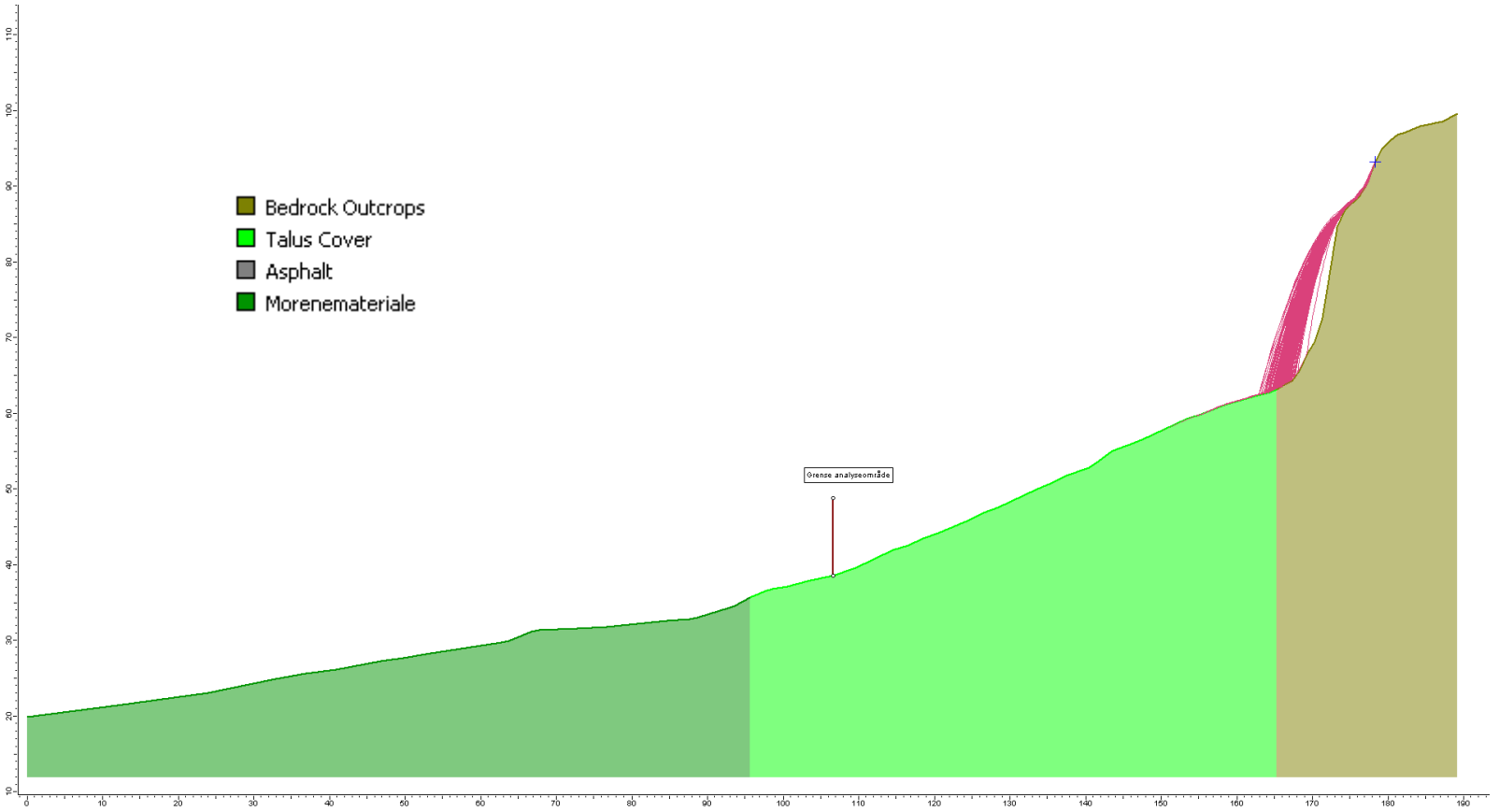
Modell: Rocfall_Tungland_Modell-F01_LumpedMass



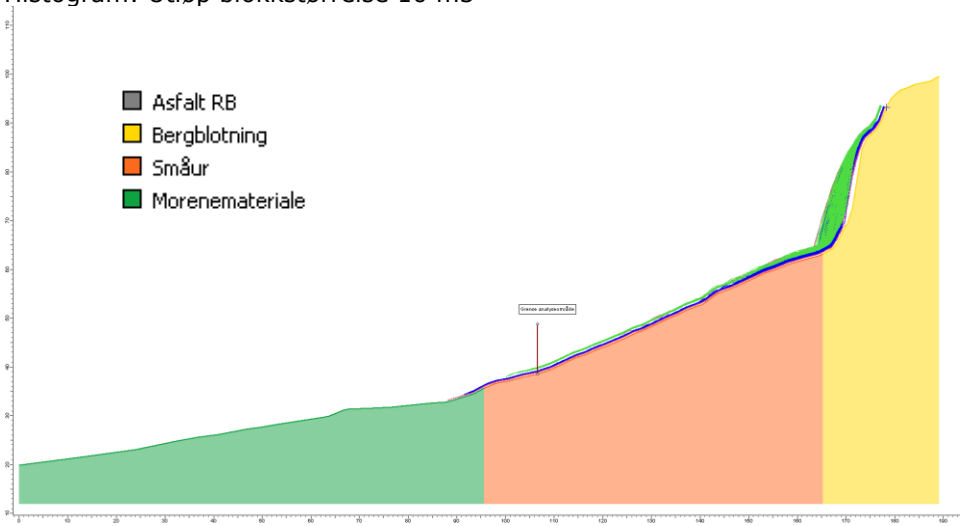
Modell: Rocfall_Tungland_Modell-F02_RigidBody

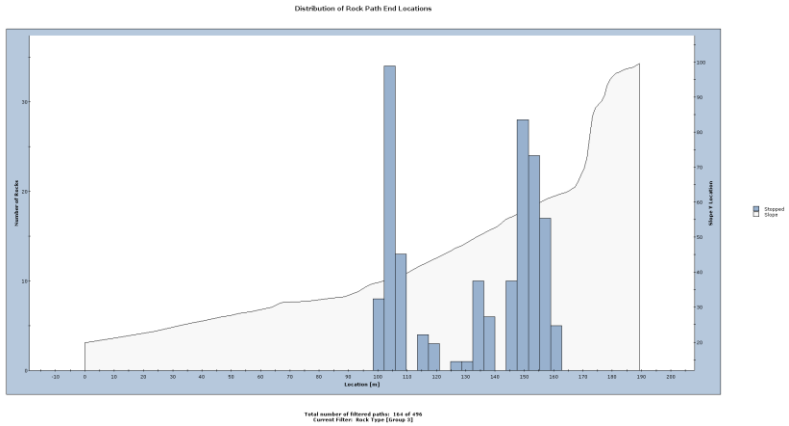


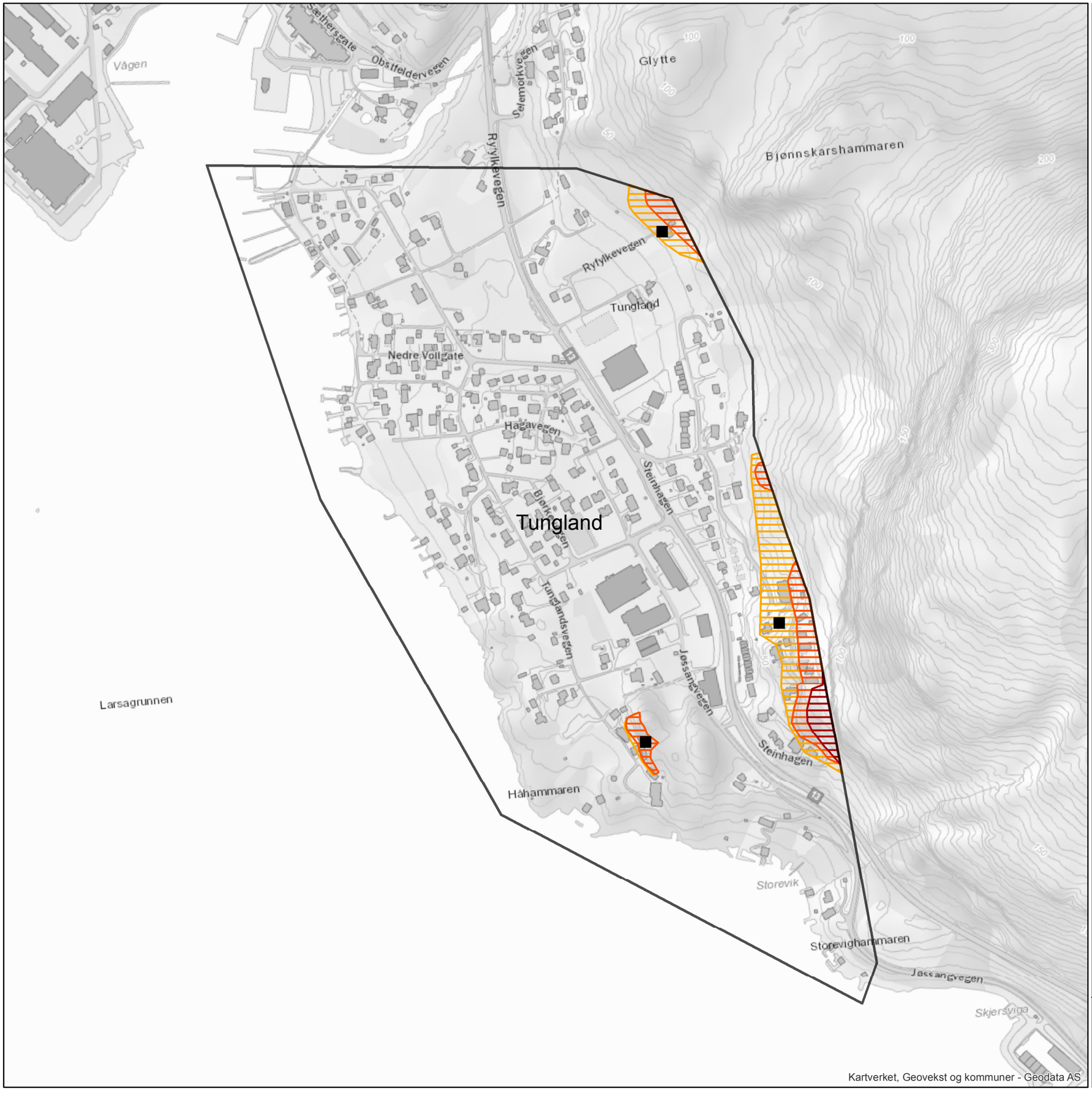
Modell: Rocfall_Tungland_Modell-G01_LumpedMass

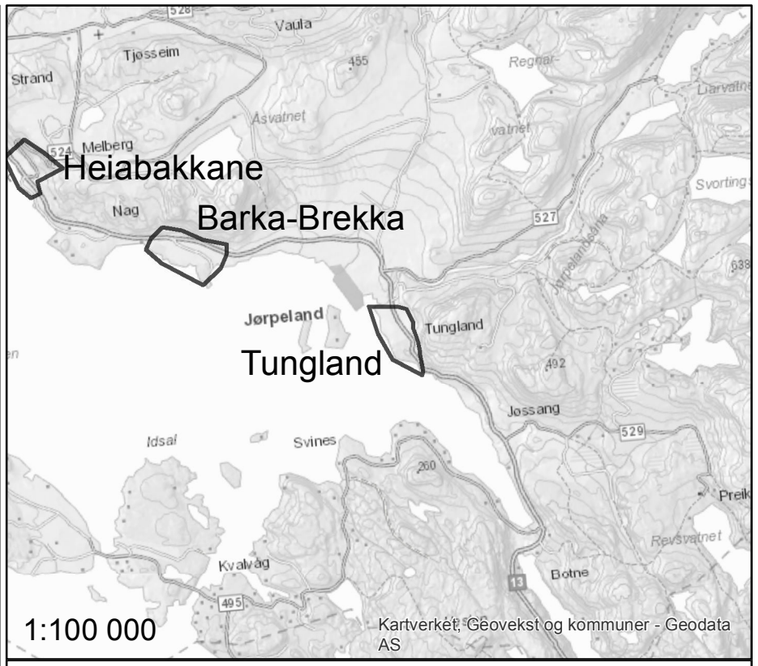


Modell: Rocfall_Tungland_Modell-G02_RigidBody
Histogram: Utløp blokkstørrelse 10 m3









Tegnforklaring

Faresoner

- > 1/100
- > 1/1000
- > 1/5000
- Kartleggingsområde

Dimensjonerende skredtype

- Jord- og flomskred
- Steinsprang

Oppdrag:	Utarbeidet av:	Kontrollert av:
1350022304 - Skredfarekartlegging Strand kommune	TANS	HAJU
Koordinatsystem: ETRS 1989 UTM Zone 32N	Skala (A3): 1:5 000	Dato: 27.11.17

N

0 62,5 125 250 M

RAMBØLL

Georefererte punkter fra GPS, mobil og dokumenterte skredhendelser

Heiabakkane

GPS mark	**Kommentar**							
008	Lav høydeforskjell. Vegetasjon, lauvskog i hele skråningen. Mye blokker. Ukjent opprinnelse, men en vesentlig andel vil være fra vegbyggingen.							
009	Berg. Lav høydeforskjell. Flattliggende.							
010	Utløp av bekk er drenert. Området er bebygd, og det er ikke mulig å vurdere eventulle skredavsetninger. Slakt terreng. Horisontalavstand til bratt terreng er så lang at det vurderes at utløp er lite sannsynlig for alle skredtyper. Riksveg har helning mot NV, og vil lede eventuelle utglidninger bort fra området.							
011	Tykkmorene. Observert store blokker og finstoff. Ser ca. 0,5m jordsmonn over morenematerialene. Bergblotning rett over parkering, men kan være stor blokk. To mindre bekker har utløp i veggrøft. Bekkeløp i blokker og løsmasser. Ingen tegn til pågående storskala erosjon. Vegetasjon av lauvskog i hele skråningen. I området ligger det spredt med blokker med dominerende størrelse 0,5-2m3. Blokker ukjent opprinnelse (steinsprang, morene, flyttblokker??). Oppover skråningen er det flere bekkeløp. Bekkeløp går delvis under torv og blokkparti. Området er bløtt, finstoff/myr og modedekt. Tett skog i hele området.							
012	Rotvelt. Generelt frodig i området, som kan tyde på at det er tykt lasmassedekke. Store blokker i området.							
013	Foreløpig oppsummering: Jordskred: + løsmasser, vann, bratthet - blokker, røtter, ingen tydelige skredavsetninger eller pågående prosesser Snøskred -vegetasjon, ujevn terrengbunn, ingen terrengformasjoner som er typiske løsneområder Steinsprang: -ingen berghamre med overheng, blokker i terrenget vil eventuelt gli og vil da ha begrenset utløpslengde, god demping og fangevne i terrenget Flom: -ingen raviner/søkk, små bekkeløp							
014	Bløtt myrområde. Inngrep for skogsveg. Rørledning med isolasjon. Steinhaug, antakelig deponert ifm. jordbruk.							
015	Bekk. Løsmasser. Ingen tegn til erosjon. Myrområde.							
016	Bergskrent med høydeforskjell på 10-15m. Overfalteparallell oppsprekking. Nedfall vil få dominerende vertikal fallbane. 2 stk. eldre blokker ligger ca. 8m ut fra skjæringen, ca. 1m3. Lange utløp er lite sannsynlig, og faresoner vurderes å ligge utenfor kartleggingsområdet.							
017	Bekk. Myrområde.							
018	Bekk på kant av bergparti. Området på platået er flatt, og bekk kan lett ta nye veger. Observert et område med gressbakke og antakelig løsmasser under. Bekk kan få utløp hit i perioder med mye nedbør. Ingen tegn til pågående erosjon. Begrenset utstrekning på området.							
019	Løsmasseområde. Myr over. Mye vann. Gressbakke og jord. Bratt, over 30gr. Store trær. Rotvelt viser at det er tynt til berg. Lokale forskjeller? Bekk renner på berg. Ingen tegn til pågående erosjon. Antakelig er det jordsmonn og lite løsmasser under det.							
020	Berghammer, lite oppsprukket. Skogbunn, jord. Granskog med stammediamenter over 20 cm.							
021	Bløtt, rennende vann på berg. Bergparti mer oppsprukket en forrige lokalitet. Rotsprenging er aktiv. Terrenget i skråningen er ujevnt, flere hyller.							
022	Blokk skal ha gått inn i husveggen.							
023	Blokk ca. 25m3. Har antakelig sklidd ut fra berghammer over. 1/100?? Ser flere potensielle objekt som kan komme ned. Videre spor skal indikere omtrentlig 1/100 grense.							
024	2 stk. blokker på plen. Overliggene bratt terreng er ikke overhengenede, men ligger bakover.							
025	Åpen bruddkant i løsmasser. Videre erosjon kan føre til at større blokker undergraves og settes i bevegelse. Terrenghelning på plen under er slik at blokker kan rulle nedover. Skissert 1/100 ca. 10 m fra skjæringsfot.							
026	Huseier kjenner ikke til at det er kommet nedfall. Vertikal berghammer rett bak husene.							
027	Blokk ca. 75m3 (løveklippen). Ligger i et uområde. Huseier fortalte at gamle folk husker at denne falt ned.							
028	Store blokker ca. 10m3. Berghammer lite oppsprukket. Foreløpig vurdering: Urfot = 1/1000 Store blokker = 1/100 Lauvskog i hele området med stammetykkele >20 cm.							
029	Bekk. Renner på sand og blokker, men det ser ut som det generelt er lite løsmasser i området. Ikke terrengformasjoner til at flom- og snøskred er en fare.							
030	Blokker på kant, ca. 0,5m3. Sannsynlig at disse kan gå i husvegg. Oppsprekking i berghammer gir flak. Øvre del ok.							
031	Mosedekte blokker. Mye blokker i området. Finstoff/myr. Mye vann. Store trær i hele området.							
032	Mindre vannføring. Tett skog. Myrområde. Blokker i terrenget.							

033	Vasket bekkeløp. Store blokker. Vegetasjon med stammediameter > 15cm. Ingen tydelige spor etter tidligere skredhendelser eller pågående prosesser. Nedover løpet er det noe mer løsmasser i sidene. Tett med kratt i siden.							
034	Mulig løsneområde for jordskred. Tynt mosedekke over jord. Etablert seg smått kratt. Størrelse eventuell utglidning vurderes at vil være lite.							
035	Siltig materiale. Følger liten skogsveg nedover terrenget. Slakt terreng, ikke mulig løsneområder. Eventuelle utglidninger vil få korte utløpslengder pga. vegetasjon og ujevnt terreng. I nedre del falter terrenget raskt ut. Leirige masser mellom store blokker. Hele løpet er vegetert med gammel skog.							
036	Stor blokk. Ukjent opprinnelse (steinsprang lite sannsynlig?)							
037	Blokker i løsmasser i vegskjæring. Ikke narutlig terreng. Erosjon kan føre til undergraving og nedfall av blokker. Pga. vegen vil utløp bli korte. Sannsynlig at blokker kan gå ut på veg.							
038	Bakke nedenfor veg. Jordbakke tett med blokker. Ujevnt terreng. Tett vegetasjon/skog.							
039	Bekk på berg.							
040	Urfot. Ingen tydelig overliggende berghammer som er tydelig løsneområder. Erosjon i jordmasser kan sette blokker i bevegelse.							
041	Lengste utløp på skogsveg,							
042	Nedvasket singel nedover skråningen, som kommer fra stikkrenne under vegen over skråningen. Belte ca. 6-7m bredt. Det er ikke særlig med erosjonskader i bakken og ingen ravineformer i terrenget. Åpnere skog i området. I hele skråningen er det spredt med store blokker og generelt tett skog.							
043	Bekk på blokker. Løsmasser(morene) i sidene. Synlig mektighet på løsmasser er ca. 1m. Sand/grus i bekken.							
044	Bekk (vises på kartet). Blokker, stein, sand og grus i bekkeløpet. Tynt løsmassedekke på sidene.							
Barka-Brekka								
045	Grov ur, største blokker nederst. Dimensjonerende blokk str. Ca. 10m3.							
046	Bekk. Jordmasser på sidene.							
047	Blokk > 20m3 (20-50) Grov ur over bekk.							
048	Grov ur hele vegen. Største blokk 50-100m3. Dimensjonerende blokkstr. 3-5m3.							
049	Blokk ca. 100m3.							
050	Blokk, 2 stk. 50-100m3. Ur tett på bak og videre oppover skråningen. Dimensjonerende blokkstr. 20-50m3.							
051	Største blokk 100m3. Dimensjonerende 1-5m3. Blokkform-avrundet.							
052	Største blokk har lengst utløp. Området vil være påvirket av bebyggelse.							
053	Sammenhengende ur helt til vegen. Dominerende størrelse opp til 20 m3.							
054	Bekk på berg. Lite løsmasser i området. Ur i området over. Vegetasjon skog/kratt							
055	Bekkeløp i gress. Ser noe løsmasser. Flatt. Ur i området over.							
056	Blokkparti med str. > 100m3. Ser foldestruktur i blokkene som samsvarer med strukturer i overhengende berghammer. I området nedenfor er blokker mer sprendt. Urfot her. Fangevene i ura her er stor!							
057	Dimensjonerende blokstr. Ca. 10m3. Bratt ur over.							
058	Urfot. Største blokk ca 100m3. Dimensjonerende 2-5m3.							
059	Blokk med foldestruktur tilsvarende strukturer i bergahmmer over. Blokk ligger over urblokker, og kan ha kommet som en egen hendelse.							
060	Parti store blokker >100m3. Foldestruktur (fra berghammer). Overfalten er forvitrert, noe som kan tyde på at den har ligget her lenge?							
061	Ytterkant store blokker. Berghammer: -Mest aktivt løsneområde antakelig midt i berghammeren -Blideplan bak -Foliasjon fører til avløsning over							
062	Ytterkant ur							
063	Urfot. Småur over. Blokker mindre enn 1m3.							
064	Bekk på berg. Skogbunn. Blokker/ur overgrodd av mose Ingen tegn til erosjon Tynt løsmassedekke, hovedsakling bare vegetasjonsdekke. Tett skog Ujevnt terreng Ingen raviner, bekkedaler Lite erosjonspotensiale langs bekkeløp pga. lite tilgang på løsmasser og topografi.							
Tungland								
065	Grov ur, mindre enn 0,5m5. Vann drenerer gjennom ura Ingen løsmasser/finstoff Blandingsskog i hele området, bortsett fra i uområder. Mosedekke på siden av ur. Kratt.							
066	Urbelte. Dominerende str. 0,5-1m3. Søkk i terrenget. Her ligger det ur. Ingen løsmasser som kan føre til skredhendelse.							
	Effektiv høyde på vollen er 1,5-2m. Vertikal hammer rett bak. Nedfall i vollen. Grøften bør renskes for å ivareta kapasitet. Usikker til kapasistet: -S1 ok, S2 usikker (kan lande på vollkrone), S3 over foll							
067	I følge beboer har det kommet nedfall i vollen siden den ble bygd. Grovt målt er vollen 4 m effektiv høyde, 4 m grøft, 2 m toppkrone, 40gr på støtsiden. Vertikal hammer rett bak vollen. Steinsprang som løsner her vil fanges. Simulere løsnepunt fra terrenget over.							

068	Bredere grøft enn lenger sør.							
069	Stabilitet nedside voll? Nordlige ende, effektiv høyde på voll er ca 3m. S1 ok, S2 usikker, S3 går over I terrenet nord for voll Lite løsmasser. Blandingsskog og lyng Spredt med blokker Ingen bekker/tørre bekkeløp							
070	Blokkparti 0,5-1m3 Gress, mosebakke Ingen tegn til løsmasser Blandingssskog							
071	S2? Terreng flater ut. Største blokker oppå terrengbunn slutter her. Under er det blokkker som er godt nedvokst av mose. Overliggende bratt terreng føles ikke så tett på her.							
072	Blokker ned til husene							
073	Nedre grense blokker med dominerende størrelse ca. 10 m3. Største blokker ca. 20 m3.							
074	Berghammer ser massiv ut. Store bergparti kan avløses og falle ut. Blokker helt ned til hus Ingen løsmasser. Mosedekt grov ur. God demping og fangevne i terrenget: Blokkform: kvadratisk, avrundet Blokk muligens nedfall i nyere tid, ca 10 m ut fra berghammer. Løsnepunkt kunne ikke bestemmes. Nedfall vil ha vertikal fallbane før føste treff med bakken. Åpnening i skogen nedenfor. Terrenghelning i utløpsområdet er så bratt at det kan ikke utelukkes av blokker får utløp ned til husene.							
075	Urfot. Sørste blokk 20-50m3. Nedfall vil stoppe på hylle i terrenget over husene. Ingen bekker i området. Under nedre skrent: Gressbakke Liten høydeforskjell Massivt berg, lite oppsprukket Nedfall vil stoppe før kartleggingsområdet							
076	Vegskjæring, ingen bolt. Ikke naturlig terreng. Nedfall går i grøft, indre side av vegen. S3 vurderes å ligge på vegen.							
Kvam og Kjølevik								
002	FLERE STORE BLOKKER (10-20 M3) I URFOT. INAKTIV UR							
003	STOR BLOKK (10 M3) I URFOT. INAKTIV UR							
004	STOR BLOKK (20 M3?) I HAGE VED FRAFLYTTET HUS. BLOKK KAN VÆRE ISTRANSPORTERT. FLERE TILSVARENDE BLOKKER I NABOHAGENE							
005	URFOT. ENKELTE BLOKKER MED LENGER UTLØP. UNDERUTVIKLET OG INAKTIV UR							
006	URFOT. ENKELTE BLOKKER MED LENGER UTLØP. UNDERUTVIKLET OG INAKTIV UR							
007	URFOT. ENKELTE BLOKKER MED LENGER UTLØP. UNDERUTVIKLET OG INAKTIV UR							
008	HUS TRUFFET AV STEINSKRED 20.5.2006. HENDELSE BESTÅR AV MINST 12-15 BLOKKER A 1-15 M3. FLERE BLOKKER LIGGER OGSÅ I SKREDBANEN							
009	LØSNEOMRÅDET FOR STEINSKREDET 20.5.2006							
Døviga, Diket og Tauvågen								
010	STIKKRENNE MED LITEN DIMENSJON							
011	STOR BLOKK CA 25-30 M3. SANNSYNLIGVIS ISTRANSPORTERT							
012	BLOKK, CA 1 M3, LANGS VEIKANTEN. LIGGER USTABILT							
013	BLOKK, CA 3 M3. NOE RUNDET. MULIG ISTRANSPORTERT							
014	TO BLOKKER, CA 4-5 M3. MULIG ISTRANSPORTERT							
015	FLERE STORE BLOKKER 10-15 M3. BÅDE NOE AVRUNDET OG KANTETE BLOKKER.							
016	NYLIG UTFALL AV TO SMÅ STEINSPRANGBLOKKER <0.5 M3							
017	STEINSPRANGBLOKK, CA 10 M3. IKKE FUNNET BLOKKER LENGER NED HER.							
018	TYKK MORENE. SNITT VISER >5 M TYKKELSE							
019	GRØFTENE LANGS VEIEN ER UTSATT FOR EROSJON I TYKKE MORENEMASSER. DISSE MASSENE KAN GÅ UT I BEKKEN SOM FLOMSKRED							
020	GAMMELT FLOMSKREDLØP SOM DET HAR VÆRT NYLIG AKTIVITET I (IFM REHABILITERING AV VEIEN?)							
021	GAMMEL UTGLIDNING I MORENE							
022	LØSMASSESKRÅNING, TØRR, STABIL							
023	APEX VIFTE							
024	BLOKK OPPÅ VIFTE							
025	URFOT, INAKTIV UR							
026	AKTIV UR							
027	NYLIG BLOKKUTFALL MED LANGT UTLØP							
Punkter (Mobiltelefon, ArcCollector)								
14	Intervju med Børge. sand og grus på tomta hans. leire på nabotomt i vest							
16	Bekk i rør							
17	Mange store blokker							
18	Gammel inaktiv ur nedenfor og i hele skråningen. Enkelte kjempeblokker							
20	Tykk morene							
21	Rotvelt							
22	Fine løsmasser							
23	Dumpa stein fra jordbruk							
26	Flere blokker i området							
27	Lav skrent. Enkelte blokkutfall men kort utløp							
28	Noen utfall fra skrenten herfra og nordover. Lite synlig skredsår i skrenten mot sør							
29	Mer oppsprukket berg, rot og vann							
33	Urfot							
34	Skråning mot båthus. Bart berg med litt vegetasjon. ok							
36	Noen enkeltblokker kan skli ned, men når ikke veien							
37	Løs blokk							
38	Spredte blokker							
39	4m3 blokk							
41	Rufsete skrent iblandet mye vegetasjon							
42	Ferkst nedfall							
43	Blokk							
44	Ferskt nedfall							
45	Ur i aktsomhetsområde for jord og flomskred. lite løsmasser							
46	Bekk går i rør							
48	Grense jordbakke/blokk							
49	Grense ur/jord							
50	Avsatt grus. sannsynligvis fra veg/tomt							
52	Denne bekken går helt ned til vegen og så i sjæ. Ved dette punket flater bekken ut.							

54	Spredte gamle blokker							
55	Noe oppsprukket, avløste blokker, blokkutfall fra skrent mulig, men lite blokker under skrent							
56	10m3							
57	10m3							
58	20m3							
59	Gamle blokker i ura. Ura har liten utstrekning							
60	Flere titalls kubikk blokker							
61	Fersk blokk over de begrodde							
62	Det er mange blokker like under blåbærlyng. Ikke jordskredfare							
63	50m3							
64	befaringspunkt							
65	50-100m3 blokk ur tett på							
66	morene mellom elvene							
67	blokker nedenfor vei 1-5m3 de minste 10m3 størst							
68	50-100m3							
69	se hillshade							
70	erosjon i utlagt masser fra veien. græft langs veien leder vannet hit							
71	Lite sannsynlig at noe løsner her							
72	denne tungen består av store blokker							
73	tørt bekkefar. utglidning lengre oppe							
74	flere store på 100+ m3							
75	stor blokkansamling							
76	området med nyligst akrivitet							
77	ur avtar							
79	massetak - morene							
80	trær i elv							
81	20m3							
82	store blokker. Del av fjellskredavsetning							
83	stor blokk							
84	Skogbunn med overgrodde blokker. Varierer mellom spredte blokker og heldekkende ur. God drenering og antatt lite fine masser							
85	stor blokk på vifta, yngre enn skredvifta							
86	rund blokk 6m3							
88	utglidning i voll							
89	Skrent: oppsprukket og overheng. Flere avløste blokker. Utfall sannsynlig							
90	Ferske nedfall							
91	stor gammel blokk							
92	natursteinsmur og fylling for vei							
93	s3							
94	50m3							
95	50m3 blokk							
96	veiskjæring							
97	Blokkrikt løp Paddevassåna og Døvikåna. Løsmassene langs sidene består av blokkrik morene							
98	Blokkrikt løp Paddevassåna og Døvikåna. Løsmassene langs sidene består av blokkrik morene							
99	Erosjonskant flomløp langs Paddevassåna							
100	Knuten. Sprekkeplan bratt fallende ut fra skrent. Overheng og oppsprukket. Sannsynlig utfall, potensielt store blokker over 10m3							
101	Gammel inaktiv ut gjengrodd med stor granskog i dette området							
102	Utglidning i morene langs Døvikåna							
102	En del løse blokker. Pent stablet og ikke bratt. Vurdert ok.							
103	Spredte blokker i granskogen, men flere er noe rundet og sannsynligvis ikke steinsprangblokker							
104	Skrent. Noe oppsprukket. Utfall sannsynlig, men ikke mye.							
105	Hus i urfot, Relativt små blokker i ura. Ser inaktiv ut, men ligger ei lita blokk rett ved husveggen							
106	Område med tykk morene langs Døvikåna og Paddevassåna samt over Sørskårvegen							
107	Område med tykk morene langs Døvikåna og Paddevassåna samt over Sørskårvegen							
108	Utglidning i morene langs Døvikåna							
109	Utglidning i morene langs Døvikåna							
110	Utglidning i morene langs Døvikåna							
111	Utglidning i morene langs Døvikåna							
112	Utglidning i morene langs Døvikåna							
113	Lite finkornete løsmasser og ingen spor etter utgldning/jord/flomskred.							
114	Aktiv ur med spor etter hyppig ferske utfall							
115	Ingen skrenter, Løsmasser, men tørt på tross av regn. Furuskog. Ingen spor etter utglidning							
116	Vi ble fortalt at en stor blokk på toppen av skrenten ble boltet fast.							
117	Blokker ligger på skrenten. Utfall mulig							
118	Inaktiv og gjengrodd ur hele veien under denne skrenten							
119	Blokkutfall fra skjæring ned på veien for "noen" år siden. Antar ca 5 år.							
120	Snakket med ungdommer i huset. De kjenner ikke til skredhendelser utover et blokkfall fra veiskjæring nede i svingen							
121	Flere småskrenter. Utfall er sannsynlig, men kort utløp							
122	Liten skrent. Noe utfall er sannsynlig, med kort utløp							
123	Lokal skrent med noe ferskt utfall. Kort utløp							
124	Løs blokk på toppen av skrenten							
125	Moreneskråning.Kompakt og stabil. Tørr selv om det regner på befaringsdagen. Støttemur mot nedenforliggende bebyggelse.							
126	Enkelte ferske utfall av blokker. Når ikke langt							
127	Hele skråningen består av talusmateriale. Ingen tydelige kildeområder over. Ingen aktivitet i talusen nå. Gjengrodd med løvskog.							
128	Deler av ura er gravd ut for å utvide gårdsplassen. Gårdeieren kjenner ikke til skredhendelser her. Typisk blokkstørrelse i ura er 1 m3. Noen er 2-3 m3.							
129	Ganske glatt berg, står steilt. Sprekkeplan i overflaten. Brekker ut i bakkant. Slipper også normalt på overflaten flere steder. Gir mindre blokker							
Skredhendelser NVE								
OBJECTID	beskrivelse	Skrednavn/stedsnavn	Tidspunkt	bygnSkadet	vegSkadet	anneSkadet	kilde	skredType
1		Tysdal	20100316	Ukjent	Ja	Ukjent	SVV	150
2		Heiabakkane	20160127095700	Ukjent	Ja	Ukjent	SVV	111
3		Tau	20130104	Ukjent	Ja	Ukjent	SVV	110
4		Tysdal	20100315	Ukjent	Ja	Ukjent	SVV	150
5	Strand. Eit rel. stort steinskred råka eit bustadhus på Tau den 20. mai 2006, om ettermiddagen. Steinmassar losna ovanfor huset på Vatland, nord for Tau. Folk kom seg ut i siste liten før steinar knuste romma der ein oppheldt seg i.	Tau	20060520	Ja	Ukjent	Ja	NGU	111
6		Tysdal	20100115	Ukjent	Ja	Ukjent	SVV	110
Skredhendelser Rambøll								
OBJECTID	INFORMASJON							
1	blokk har rast ut og lagt seg i veien							
2	stein i husvegg, kilde huseier							
3	spiss blokk 40m3. i intervju med huseier sa hun at blokken falt ned når de gamle levde her. 100 år?							
4	store blokker har knust deler av huset							
5	omtrentlig plassering: utfall på 10-12 m3 for 4 år siden							

Norges
vassdrags- og
energidirektorat

Norges vassdrags- og energidirektorat

Middelthunsgate 29
Postboks 5091 Majorstuen
0301 Oslo

Telefon: 22 95 95 95
Internett: www.nve.no