

**Skredfarevurdering på  
gbnr. 62/451, i  
Kjørslømbakkane  
burettslag i Førde,  
Sunnfjord kommune**



Sunnfjord Geo Center



| Prosjektinformasjon og status                                                                                                                                   |                                                                                              |                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| <b>Dokumentnr.:</b>                                                                                                                                             | <b>Dokumenttittel:</b>                                                                       |                             |
| 2021-03-095                                                                                                                                                     | Skredfarevurdering på gbnr. 62/451, i Kjørslemøbakkane burettslag i Førde, Sunnfjord kommune |                             |
| <b>Revisjon:</b>                                                                                                                                                | <b>Skildring:</b>                                                                            | <b>Leveransedato:</b>       |
| 0                                                                                                                                                               | Godkjent rapport                                                                             | 03.06.2021                  |
| <b>Kontraktør:</b>                                                                                                                                              |                                                                                              |                             |
|  Sunnfjord Geo Center                                                          |                                                                                              |                             |
| <b>Kontaktinformasjon:</b>                                                                                                                                      |                                                                                              |                             |
| Sunnfjord Geo Center AS<br>Småbakkane 19<br>6984 Stongfjorden<br>Tlf.: 577 31 900<br>E-post: post@sunnfjordgeocenter.no<br>Organisasjonsnummer: 998 899 834 MVA |                                                                                              |                             |
| <b>Kundeinformasjon:</b>                                                                                                                                        |                                                                                              |                             |
| Kjørslemøbakkane burettslag<br>Storehagen 1D<br>6800 Førde                                                                                                      |                                                                                              |                             |
| <b>Fagområde:</b>                                                                                                                                               | <b>Dokumenttype:</b>                                                                         | <b>Lokalitet:</b>           |
| Skredfare                                                                                                                                                       | Rapport                                                                                      | Førde, Sunnfjord kommune    |
| <b>HMS-risikovurdering før feltarbeid:</b>                                                                                                                      | <b>Dato for risikovurdering</b>                                                              | <b>Hending/avvik meldt:</b> |
| Risikogruppe 1                                                                                                                                                  | 03.05.2021                                                                                   | Nei                         |
| <b>Feltarbeid utført av:</b>                                                                                                                                    | <b>Dato for feltarbeid:</b>                                                                  |                             |
| Anders Haaland                                                                                                                                                  | 03.05.2021                                                                                   |                             |
| <b>Rapport utarbeidd av:</b>                                                                                                                                    | <b>Dato for ferdigstilling:</b>                                                              | <b>Signatur:</b>            |
| Rev 0: Vetle Nordang                                                                                                                                            | 02.06.2021                                                                                   | Vetle Nordang (sign.)       |
| <b>Rapport kvalitetssikra av:</b>                                                                                                                               | <b>Godkjend, dato:</b>                                                                       | <b>Signatur:</b>            |
| Rev 0: Anders Haaland                                                                                                                                           | 02.06.2021                                                                                   | Anders Haaland (sign.)      |



## Forord av NVE

Plan- og bygningsloven (pbl) og Byggt teknisk forskrift (TEK 17) stiller krav til sikkerhet mot naturfare. For reguleringsplan og byggesak/-tiltak, søknadspliktig eller ikke, må det derfor dokumenteres at tilstrekkelig sikkerhet mot skredfare vil bli oppnådd i henhold til disse sikkerhetskravene.

Denne utredningen er utført av fagkyndig personell og følger NVEs veileder Sikkerhet mot skred i bratt terreng - Kartlegging av skredfare i reguleringsplan og byggesak<sup>1</sup>, og vil dermed kunne dokumentere om sikkerhetskravene er oppfylt.

Skredtypene snø-, jord-, flom-, sørpe-, steinskred og steinsprang utredes.

---

<sup>1</sup> <https://www.nve.no/veileder-skredfareutredning-bratt-terreng>

## Om oppdraget

### Oppdragsgjevar:

Kjørslømbakkane buettslag

### Utførande føretak:

Sunnfjord Geo Center AS

### Skredfareutgreiing for:

☐ område spesifisert i kartutsnitt/vedlegg

### Følgjande tiltak og tryggleiksklasse/tryggleiksklassar er planlagt på eigedommen/planområdet:

Skredfaringa gjeld for eksisterande buettslag av rekkehus, som fell inn under tryggleiksklasse S2

### Synfaring utført av og når:

Synfaring utført av Anders Haaland, 03.05.2021

.....



## Samandrag

Sunnfjord Geo Center AS har utført skredfarevurdering etter TEK17 og NVE rettleiarar for Kjørslemøbakkane burettslag i Førde, Sunnfjord kommune. Sidan dette er eit område med bustadhus og rekkehus med mindre enn 10 bueiningar, er det tryggleiksklasse S2 som er lagt til grunn i vurderinga, og dermed er kravet at nominelt årleg sannsyn for skred skal vere under 1/1000. Skredtypane lausmasseskred (jord- og flaumskred), snøskred, sørpeskred og steinsprang/steinskreid er vurdert.

Karta til NVE og NGI viser at det kartlagde området ligg utanfor aktsemdsone for steinsprang og snøskred. Aktsemdkartet til NVE syner at det er aktsemdsone for jord- og flaumskred i kartleggingsområdet, som har gitt krav om skredfarevurdering.

Kjørslemøbakkane burettslag ligg i lia mellom Jølstra og Gravdalsholten (398 moh.). Det kartlagde området er avgrensa til dei åtte rekkene med hus som ligg langs vegen Kjørslemøbakkane.

Skredfarevurderinga viser at steinsprang er ein aktuell skredprosess i delar av kartleggingsområdet, med eit nominelt årleg sannsyn i 1/100 søraustleg del og 1/1000 i nord. Dersom det skal byggast innanfor faresonene, må det gjennomførast sikringstiltak.

Alle konklusjonar som vert trekt i denne leveransen føreset at menneskelege inngrep i området vil kunne endre dei geologiske og hydrologiske forholda, og dermed også skredfaren.



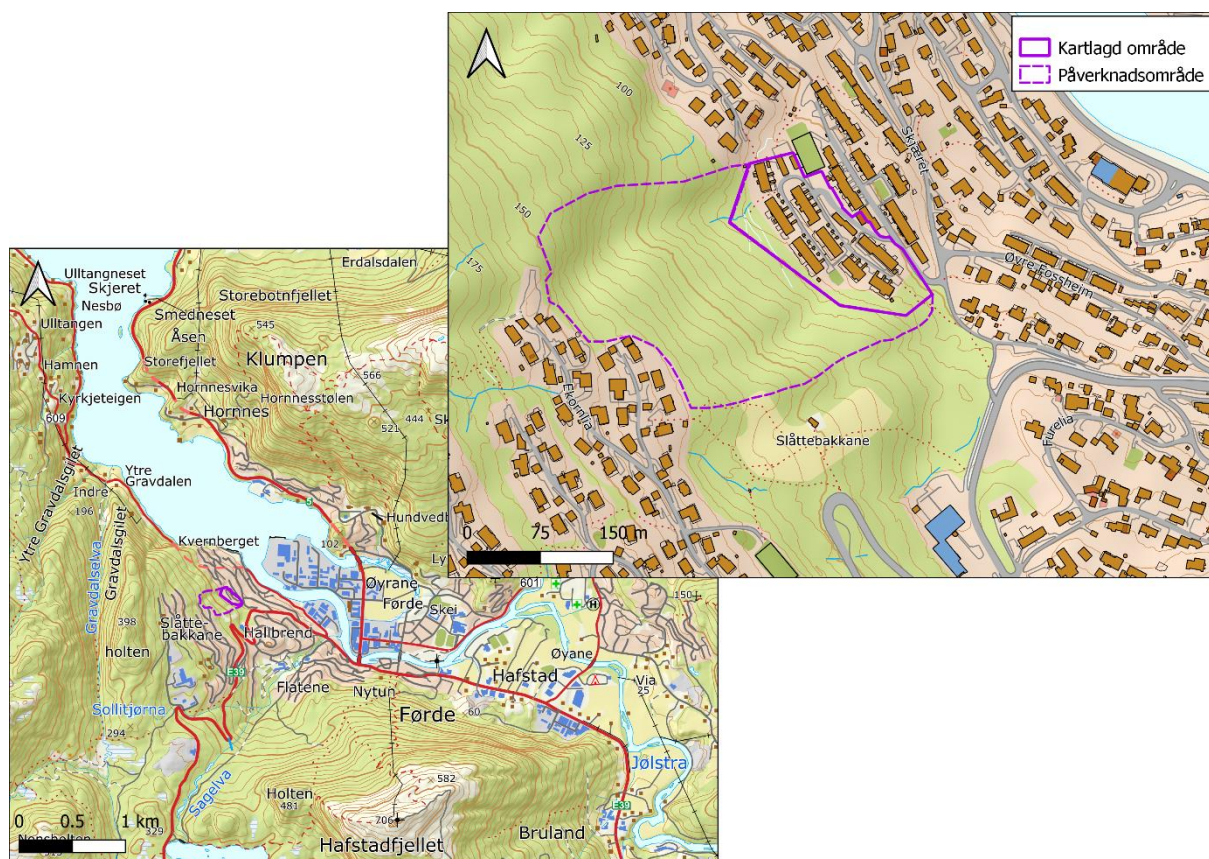
# Innholdsliste

|                                                          |           |
|----------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. Det undersøkte området.....</b>                    | <b>7</b>  |
| 1.1 Områdeskildring.....                                 | 7         |
| <b>2. Skredfareutgreiing per skredtype .....</b>         | <b>9</b>  |
| 2.1 Steinsprang.....                                     | 9         |
| 2.2 Steinskred.....                                      | 10        |
| 2.3 Snøskred.....                                        | 10        |
| 2.4 Jordskred .....                                      | 10        |
| 2.5 Flaumskred.....                                      | 10        |
| 2.6 Sørpeskred.....                                      | 11        |
| 2.7 Samla nominelt årleg skredsannsyn og konklusjon..... | 11        |
| 2.8 Føresetnadar for vurderingane.....                   | 11        |
| <b>3. Grunnlagsmateriale.....</b>                        | <b>12</b> |
| 3.1 Digital terrengmodell og hellingskart.....           | 12        |
| 3.2 Berggrunn.....                                       | 14        |
| 3.3 Lausmassar .....                                     | 17        |
| 3.4 Dreneringsvegar .....                                | 19        |
| 3.5 Skog og flyfoto.....                                 | 22        |
| 3.6 Aktsemdkart .....                                    | 23        |
| 3.7 Klima og klimadata .....                             | 25        |
| 3.8 Historiske skredhendingar .....                      | 26        |
| 3.9 Tidlegare skredfarevurderingar .....                 | 27        |
| 3.10 Eksisterande sikringstiltak.....                    | 27        |
| 3.11 Kartlegging og synfaring.....                       | 27        |
| <b>4. Modellering .....</b>                              | <b>28</b> |
| 4.1 RocFall.....                                         | 28        |
| <b>5. Referansar .....</b>                               | <b>32</b> |

# 1. Det undersøkte området

## 1.1 Områdeskildring

Det kartlagde området ligg på gbnr. 62/451, og utgjer eit burettslag av åtte rekker med hus langs vegen Kjørslemøbakkane. Dette er på vestsida av Førde sentrum, i lia mellom i Jølstra i aust og Gravdalsholten (398 moh.) i vest. Dette er ei utbygd område av Førde og det er bustadfelt nedanfor (i aust) og på begge sider av det kartlagde området. Ovanfor (vest for) Kjørslemøbakkane er det eit ca. 200 bredt parti av kratt og skog før bustadfelt i Slåttebakkane. Figur 1 viser plassering og avgrensing til kartlagt område, som skredfarevurderinga gjeld for. Påverknadsområdet markerer delen av skråninga som kan generere skred ned mot kartlagt område. Figur 2 viser oversiktsbilde av kartlagt område.



Figur 1: Det kartlagde området består av gbnr. 62/451 ved Kjørslemøbakkane i Førde, Sunnfjord kommune.



Figur 2: Bilete tatt mot Førde sentrum i aust, frå lia ovanfor Kjørslemøbakkane burettslag. Dette området har nyleg blitt rydda for skog. Midt i biletet ser ein den øvste (vestlegaste) rekka av husa i burettslaget.

## **2. Skredfareutgreiing per skredtype**

### **2.1 Steinsprang**

#### **Er steinsprang aktuell prosess i påverknadsområdet?**

Det er hamrar som er brattare enn  $45^\circ$  i påverknadsområdet. Steinsprang er derfor ein aktuell prosess i påverknadsområdet.

#### **Utgreiing av losneområde og losnesannsyn**

Aktsemdkartet og hellingskarta til NVE viser ikkje losneområde i lia ovanfor det kartlagde området. Hellingskart frå laserdata har høgare oppløysing, og viser to mindre områder med helling over  $45^\circ$ . Dette vart også observert under synfaring.

Den eine av desse er ein austvendt hammar som ligg i nordvestre del av påverknadsområdet. Det ligg fleire skredblokker i underkant av hammaren og den blokka lengst frå hammaren ligg rett vest for kartlagd område, kring 10 m ovanfor rekkehusa i burettslaget. Dei største av desse blokkene har eit volum på over  $2\text{--}3\text{ m}^3$ . Skredblokkene er tilgrodd av mose og til dels forvitra, og det er ikkje spor etter ferske steinsprang. Ein kan ikkje utelukke at ein del av dette materialet kjem av frostsprenging på staden, slik at det har vore lite kinetisk energi i samband med danninga av dei. Rett nedanfor hammaren er det likevel ei tydeleg ur som er avsett av steinsprang.

Den andre hammaren som vart observert under synfaringa ligg ovanfor det søraustre rekkehuset. Denne hammaren er nordvendt og om lag ein meter høg. Her ligg det også blokker, men heller ikkje her er det spor etter ferskt skredmateriale og blokkene ligg rett nedanfor hammaren. Som ved den andre hammaren kan ein her heller ikkje utelukke at ein del av blokkene skuldast frostsprenging på staden.

Utanom desse to hamrane er berggrunnen i påverknadsområdet enkelte stadar svært oppsprukken. Sprekkemønsteret framstår uregelmessig, men blokkene ber stort sett preg av å vere avlange avskalingar.

På bakgrunn av desse observasjonane vert vurdert at det nominelle årlege sannsynet for at steinsprang kan losne i påverknadsområdet større enn  $1/100$ .

#### **Utgreiing av utløp**

Det er observert skredblokker i kartleggingsområdet i søraustleg del, òg ved grensa i nordvest. Grunna låg hellingsvinkel elles i terrenget, vil potensielle steinsprang ikkje kunne nå ned langt. Modellering av utløp med Rocfall viser at utløpsleng samanfell godt med dei nedste observerte skredblokkene.

#### **Når steinsprang inn i kartleggingsområdet?**

Sannsynet for at steinsprang når inn i kartleggingsområdet er større enn  $1/100$  i søraustleg del, og  $1/1000$  i nordvestleg del.

## 2.2 Steinskred

### Er steinskred aktuell prosess i påverknadsområdet?

Det er berre dei to nemnde hamrane som utgjer losnepotensiale for skred frå fast fjell ned mot kartlagd område, og bergvolumet her er for lite til at steinskred utgjer ein aktuell skredprosess.

## 2.3 Snøskred

### Er snøskred aktuell prosess i påverknadsområdet?

Det er mindre områder som er brattare enn 25° i påverknadsområdet og utan skog. Grunna storleiken på desse, er det ingen som er store nok for utløyising av større snøskred. Snøskred er ikkje en aktuell prosess i påverknadsområdet.

## 2.4 Jordskred

### Er jordskred aktuell prosess i påverknadsområdet?

Det er skråningar som er brattare enn 20° i påverknadsområdet og kartet til NVE syner at det er aktsemdsone for jord- og flaumskred i påverknadsområdet. Jordskred er derfor ein aktuell prosess i påverknadsområde.

### Utgreiing av losneområde og losnesannsyn

Lausmassekartet til NGU syner at lia mellom Kjørslemøbakkane og Slåttebakkane er dekkja av tynt morene. Synfaringa stadfesta dette og det vart observert bart fjell fleire stadar i området. Jamt over er denne morenen grovblokka, noko som har ein stabiliserande effekt.

Det er to bekkar i påverknadsområdet, men desse renn enten på bart fjell eller i grov ur, og det er ikkje observert lausmassar som ligg i fare for å bli erodert. Det ligg også eit losneområde ved Gravdalsholten. Dette området har tidlegare blitt vurdert (SGC, 2016), der det vart konkludert med at det ikkje er fare for flaum eller jordskred frå dette området.

På bakgrunn av dette vurderer vi sannsynet for jordskred som mindre enn 1/1000 per år.

## 2.5 Flaumskred

### Er flaumskred aktuell prosess i påverknadsområdet?

Det er bekke-/elveløp som er brattare enn 15° i påverknadsområdet og desse har lausmassar i løpet.

### Utgreiing av losneområde og losnesannsyn

NVE sitt aktsemdkart for mellomstore flaumskred viser ikkje utløysingspotensiale for dette i påverknadsområdet. Det går fram av aktsemdkarta for jord- og flaumskred at det er jordskredmodellen som har definert denne kombinerte aktsemdsona. Dei to bekkane som renn igjennom påverknadsområdet har svært avgrensa nedslagsfelt og erosjon vil vere minimal.

Vi konkluderer med at sannsynet for at flaumskred vil bli utløyst er lågare enn 1/1000 per år.

## **2.6 Sørpeskred**

### **Er sørpeskred aktuell prosess i påverknadsområdet?**

Det er ikkje tidlegare registrert sørpeskred på denne sida av Førde. Både nedslagsfeltet for bekkane i området og potensielt akkumulasjonsområde for ustabil snø er svært avgrensa og det er ingen myrer eller parti langs bekkeløpa som er utsett for oppdemming. Vi konkluderer derfor med at sørpeskred ikkje er ein aktuell skredprosess i påverknadsområdet.

## **2.7 Samla nominelt årleg skredsannsyn og konklusjon**

Skredfarevurderinga konkluderer med at det er fare for steinsprang i delar av kartlagd område, frå dei to losneområda i nordvest og søraust. Utløpslengda for steinsprang frå desse hamrane er kort og avgrensar seg til nokre meter frå losneområda.

Det er ikkje utarbeidd faresoner for skred med årleg sannsyn  $\geq 1/5000$  då det ikkje er planar om byggverk i tryggleiksklasse S3.

## **2.8 Føresetnadar for vurderingane**

### **2.8.1 Skog**

Det er lite eller ingen skog i påverknadsområdet, og det er ikkje tatt omsyn til skogen i skredfarevurderinga.

### 3. Grunnlagsmateriale

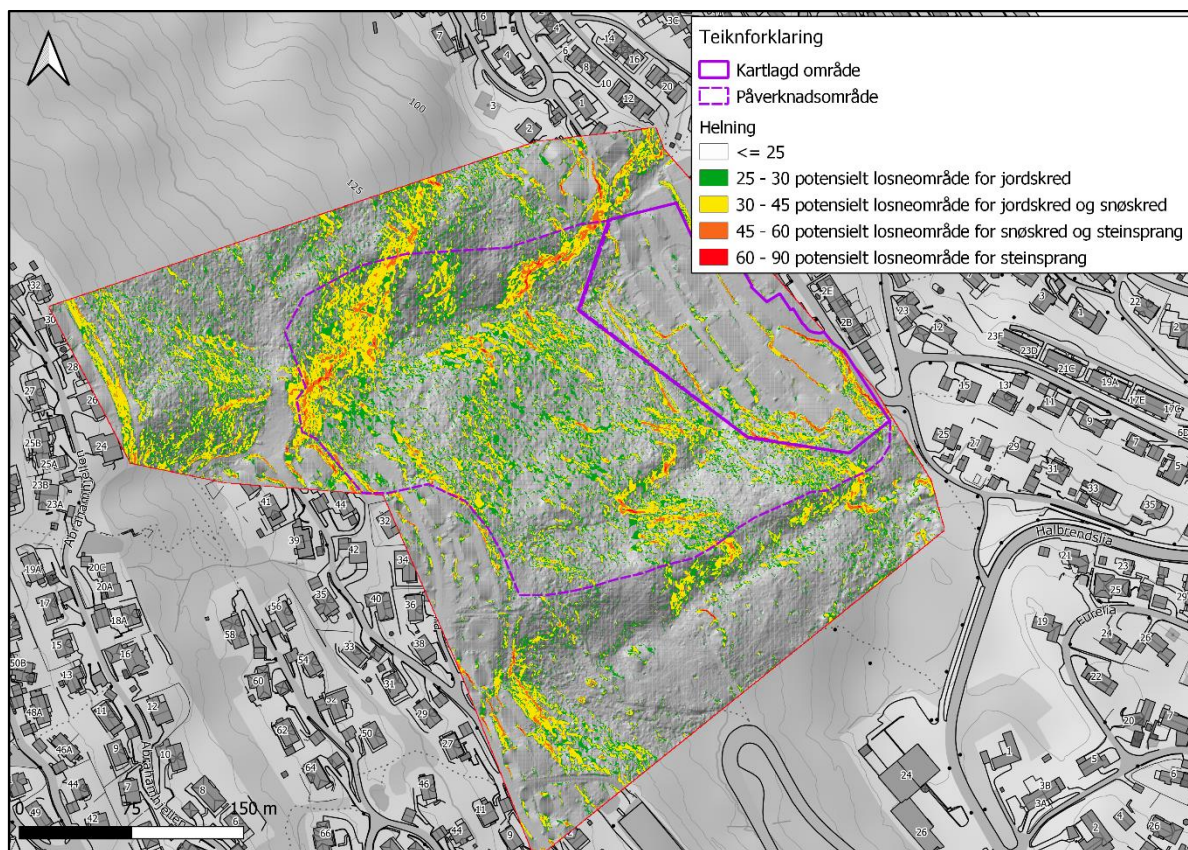
I tillegg til synfaringa er det føretatt innsamling og gjennomgang av eksisterande grunnlagsdata, som er relevant for skredfarevurderinga. I dette førearbeidet er det nytta digital terrengmodell, geologiske kart, topografiske kart, aktsemdkart, flyfoto, informasjon om eksisterande sikringstiltak, dokumentasjon av historiske skredhendingar, og tidlegare skredfarevurderingar med meir, der det er tilgjengeleg.

Skredhistorikken er særskild viktig for skredfarevurderinga fordi skred ofte går igjen der dei har gått tidlegare, samtidig som dette er til hjelp for vurdering av skredfrekvens. I denne skredfarevurderinga er det nytta feltarbeid, skreddatabasen til NVE, lokalkjende, terrengmodell og samanlikning av flyfoto.

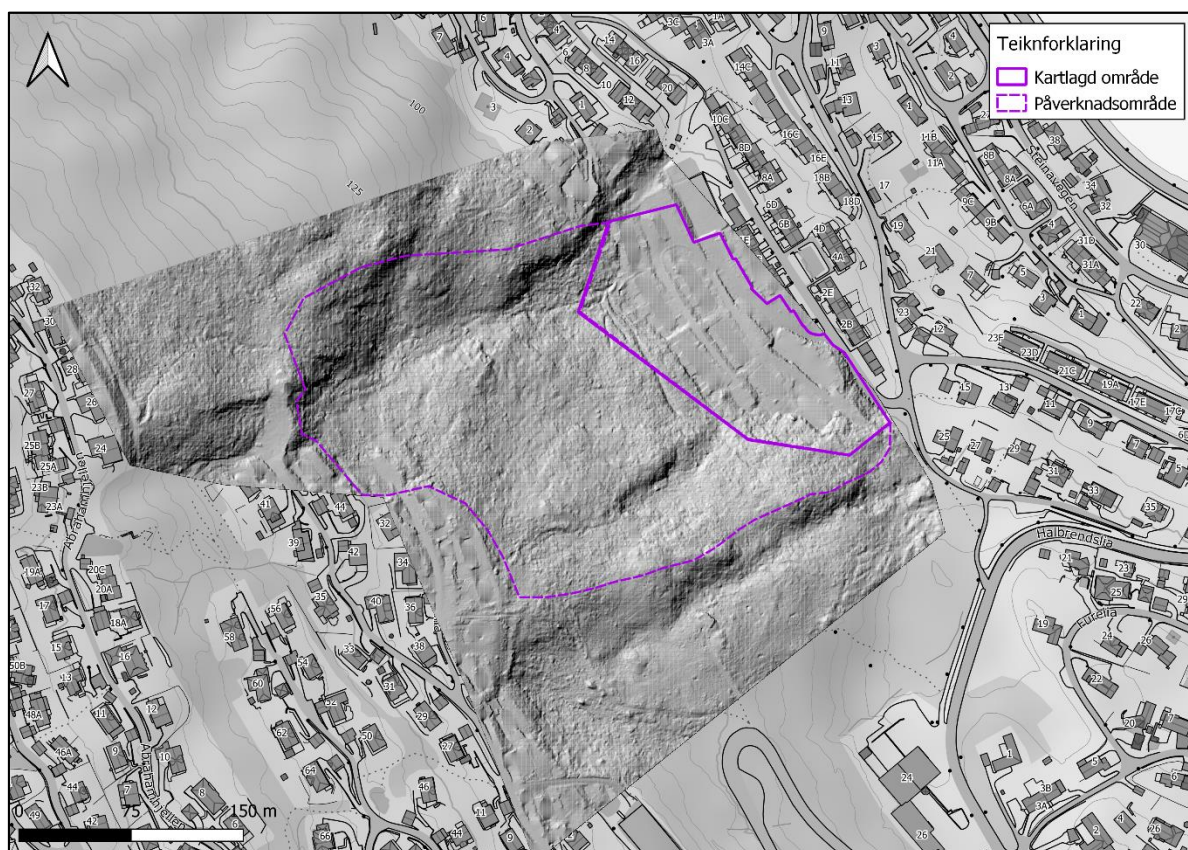
#### 3.1 Digital terrengmodell og hellingskart

Terrengmodell frå prosjekt Førde 5pkt 2015 er nytta, og denne har ei oppløysing på 5 punkt per m<sup>2</sup>. Dette gjer ein terrengmodell (DTM) med høg oppløysing, der ein kan sjå overflata til terrenget utan skog. Terrengmodellen eignar seg difor godt til identifisering av former i terrenget som er avgjerande for skredfarevurderinga. Dette kan vera renner og former som styrer dreneringa og eventuelle skred. Modellen kan òg nyttast til å identifisera skredavsetjingar, og i tillegg vert den nytta til å laga detaljert hellingskart, som er med på å blant anna identifisera potensielle kjeldeområde.

Det kartlagd område er eit utbygd parti av den nordaust-vende lia mellom Jølstra i nordaust og Gravdalsholten (398 moh.) i vest/sørvest. Hellinga i det kartlagde området er stort sett under 10°, med mindre områder med helling over 45° i nord og sørvest. Dei bratte områda avgrensar seg til mindre hamrar. Lia i påverknadsområdet har hovudsakleg ei helling under 25°, med mindre brattare områder heilt i vest. Figur 3 viser hellingskart, mens figur 4 viser skyggerelieffkart.



Figur 3: Hellingskart over kartlagd område og påverknadsområdet.



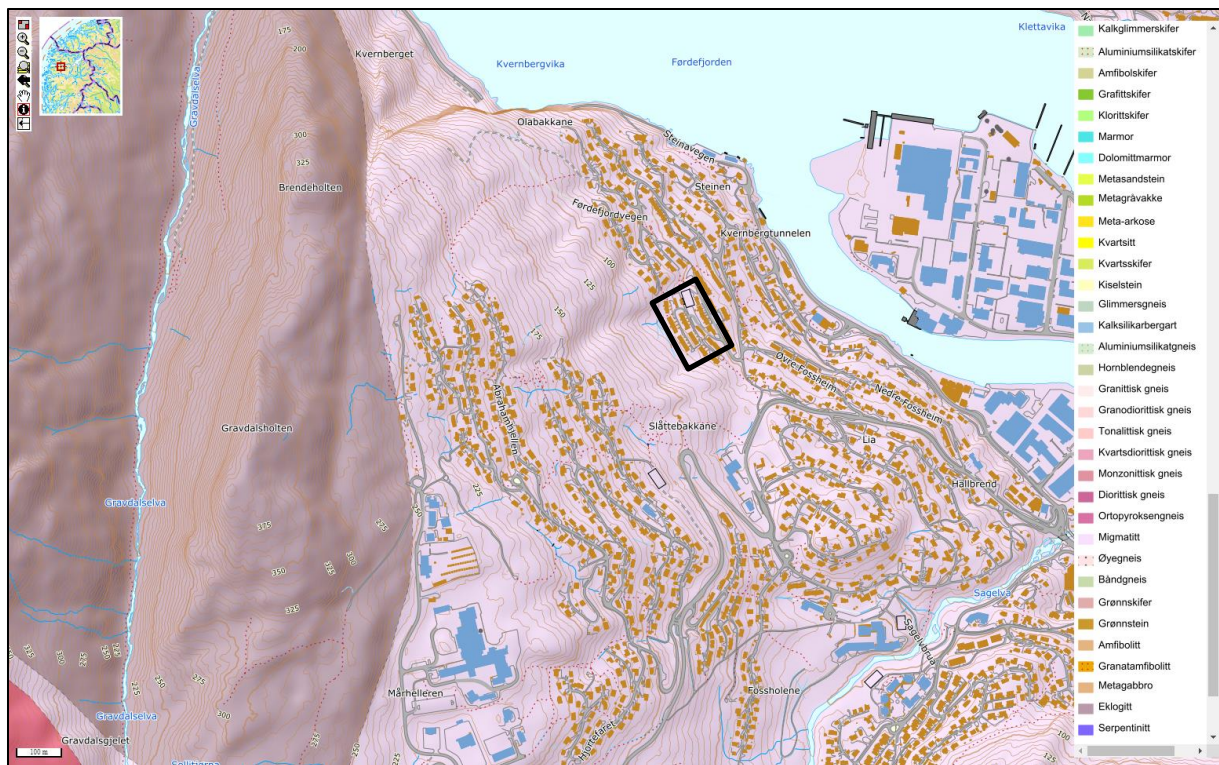
Figur 4: Skyggrelieffkart basert på laserdata viser terrengoverflata utan vegetasjon.



Figur 5: 3D-framstilling frå flyfoto av Kjørslemøbakkene (svart rektangel) og områda rundt. Ein ser vestover med Jølstra i framgrunnen og Gravdalsholten i bakgrunnen. Henta frå norgebilder.no

### 3.2 Berggrunn

Berggrunnen i det kartlagde området og i påverknadsområdet er av NGU kartlagd som granittisk til diorittisk gneiss. Det er ikkje gjort kartlegging av berggrunnen i større målestokk enn 1:250 000 i dette området. Under synfaringa vart det observert bart fjell i bekkekanalane og sporadisk i påverknadsområdet. Det vart stadfesta at både berggrunnen og skred-/forvittringsblokkene består av granittisk gneis (Figur 7). I områda med bart fjell har berggrunnen ei kaotisk oppsprekking, der skredblokkene har avlange avskalingar.



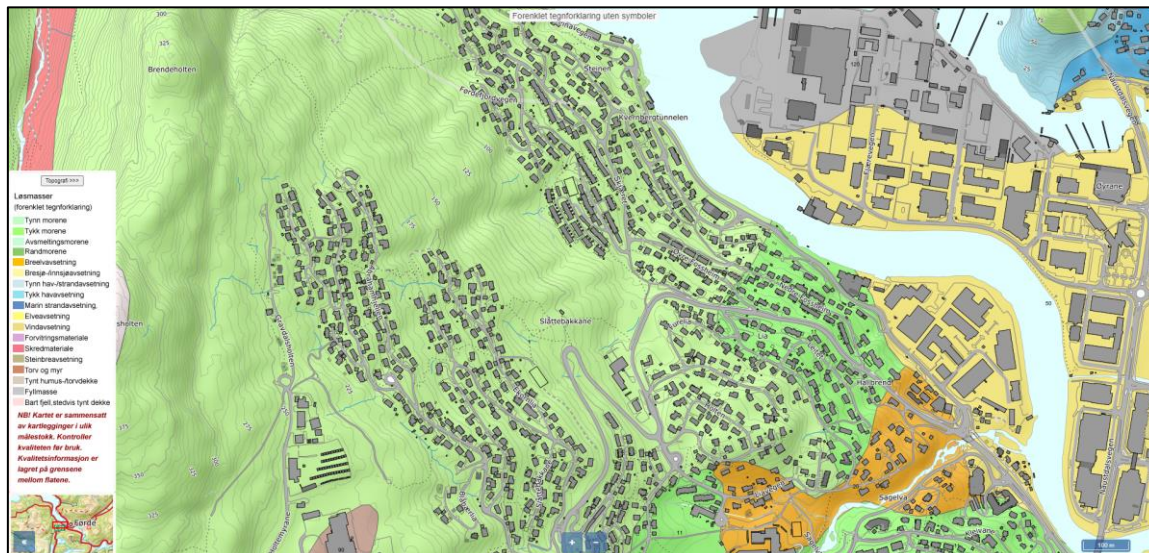
Figur 6: Berggrunnskart frå NGU viser at heile Slåttebakkane og Kjørslemøbakkane består av granittisk gneiss. Kjelde:NGU.



Figur 7: Fjellet i påverknadsområdet er til dels oppsprukke og her kan ein sjå at berget består av granittisk gneis.

### 3.3 Lausmassar

Lausmassekartet til NGU viser at det er kartlagd tynt morenedekke i lia ovanfor kartlagd område. Synfaringa stadfesta dette, men i tillegg vart det observert ein del skred- og forvittringsmateriale, spesielt under to av hamrane i påverknadsområdet. Det vart og observert fleire områder med bart fjell.



Figur 8: Lausmassekartet viser at det er kartlagd tynt moreneavsetjing i lia ovanfor byggefeltet ved Kjørslemøbakkane. Kjelde: ngu.no.



Figur 9: Storparten av påverknadsområdet består av tynt morene, dekket av torv og vegetasjon.



Figur 10: Bart fjell fleire stadar i påverknadsområdet. Der torva er vekke består lausmassane av både lokal avskalingsforvitring og moreneblokker.



Figur 11: Det ligg skredblokker under hamrane i påverknadsområdet, men det er ikkje teikn til aktive steinsprangprosessar.



Figur 12: Tilgrodde skredblokker i påverknadsområdet.

### 3.4 Dreneringsvegar

Det er to mindre bekkar i påverknadsområdet. Bekken lengst nordvest renn i grov ur i øvre del og på bart fjell i nedre del av lia. Likeins renn bekken i søraust anten i grove massar eller på fast fjell. Begge bekkane er lagt i røyr frå like ovanfor husrekka. Det er også bygd ein voll som leiar overflatevatnet mellom desse dreneringsløpa inn i bekken i nordvest. Denne vollen er 1,0-1,5 m høg.



Figur 13: Bekkane renn dels på fast fjell og dels i grove massar.



Figur 14: Bekkane ligg i røyr gjennom bustadfeltet.



Figur 15: Bilete tatt mot nord/nordvest. Der er utarbeidd ein 1,0-1,5 m høg voll i overkant av Kjørslemøbakkane burettslag og denne fangar opp overflatedreneringa mellom dei to bekkane i påverknadsområdet.

### 3.5 Skog og flyfoto

Av flyfoto og feltobservasjonar kjem det fram at det i påverknadsområdet har vore tett granskog fram til heilt nyleg. Historiske flyfoto viser at delar av dette området også var skogkledd i 1965. Det er ikkje observert spor etter ferske skredhendingar på dei ulike flyfotoa.



Figur 16: Bilete tatt mot sørvest. Granskog har dominert påverknadsområdet dei siste 60 åra, men denne har nyleg blitt rydda. I bakgrunnen ser ein nedre delar av Slåtebakkane.



Figur 17: Flyfoto frå 2020 viser at det inntil nyleg har vore granskog i lia mellom dei utbygde områda i Kjørslemøbakkane og Slåtebakkane. Kjelde: [www.norgebilder.no](http://www.norgebilder.no).



Figur 18: Flyfoto frå 1965 viser at det også då var ein del skog i området mellom Kjørslemøbakkane (svart rektangel) og Slåttebakkane lenger sørvest. Kjelde: [www.norgebilder.no](http://www.norgebilder.no).

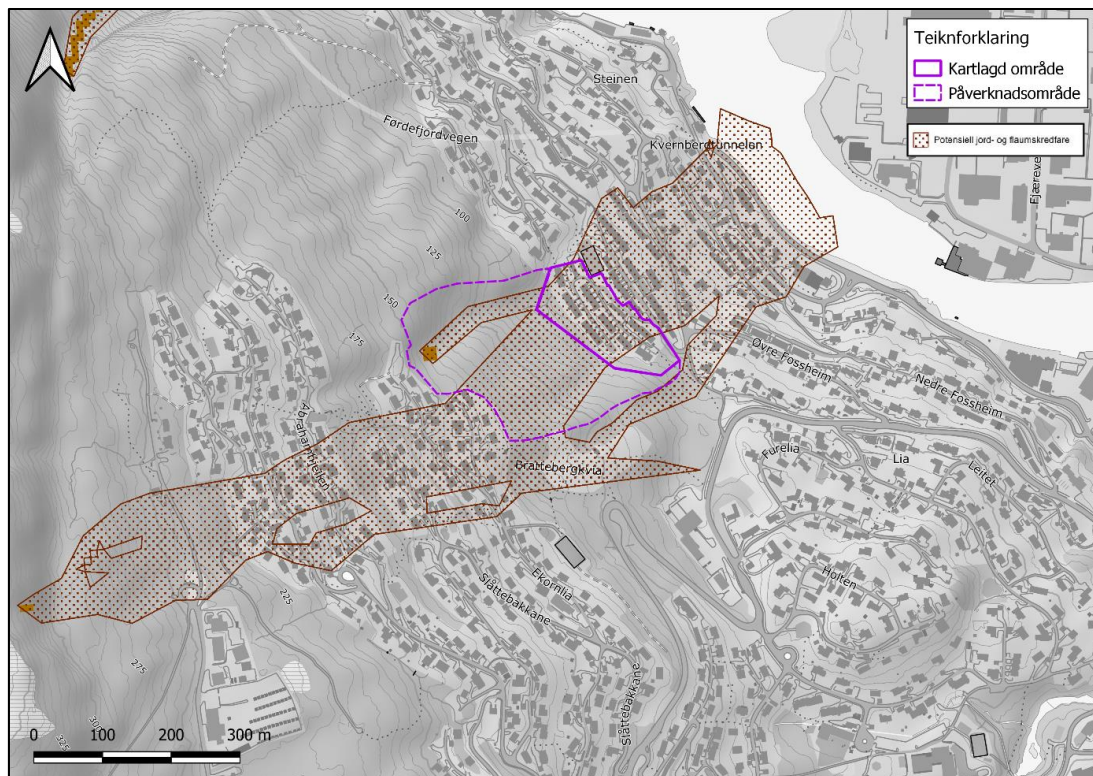
### 3.6 Aktsemdkart

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) er ansvarleg for aktsemdkart for steinsprang, snøskred og flaum- og jordskred på <http://atlas.nve.no>. Tenesta er utarbeidd i samarbeid med Norges geologiske undersøkelse (NGU), Statens vegvesen, Jernbaneverket og Forsvarets militærgeografiske tjeneste.

Aktsemdkarta for jord-/flaumskred, steinsprang og snøskred viser potensielle utløysingsområde (kjeldeområde) og utløpsområde (rekkevidda av potensielle skred). Karta er utarbeidd ved bruk av ein datamodell som identifiserer moglege utløysingsområde for steinsprang og snøskred ut frå hellinga på fjellsida. For kvart utløysingsområde vert utløpsområdet utrekna. For jord-/flaumskred er det terrengformene som styrer utbreiinga av desse. Denne kartdatabasen er utelukkande basert på datamodellering og ingen feltobservasjonar er lagde til grunn. Det er difor ikkje teke omsyn til viktige faktorar som klima, vegetasjon, lausmassar og berggrunn, og meir detaljerte faresonekart må utarbeidast for å kunne seie noko om sannsynet for desse skredtypene. Aktsemdkarta kan difor ikkje brukast direkte i reguleringsplanar eller i byggesaker for å avgjere om eit areal/område tilfredsstiller krav til tryggleik mot naturfarar, jamfør *føreskrift om tekniske krav til byggverk*, kap. 7, § 7-3 (Direktoratet for byggkvalitet, 2015). Karta gjev likevel ein god indikasjon på kvar topografien tilseier at ytterlegare undersøkingar bør gjennomførast.

NGI sitt aktsemdkart for snø- og steinskred bygger også på modellering av utløpslengder, men her er det i tillegg gjort enkel synfaring. Kartet kan difor overstyre NVE sine aktsemdkart for steinsprang og snøskred, der det er tilgjengeleg.

Aktsemdkarta til NVE viser at det er ikkje er aktsemdområde for snøskred eller steinsprang i det kartlagde området, men det er aktsemdsone for jord- og flaumskred. Området er dekkja av vurderingsområdet til det kombinerte snø- og steinskredaktsemdkartet til NGI, og dette viser at Kjørslemøbakkane er utanfor aktsemdssone for desse skredtypene.



Figur 19: Aktsemdkart for jord- og flaumskred for det undersøkte området. Det er potensielle losneområder i vestleg del av påverknadsområdet, i tillegg til Gravdalsholten som ligg enda lenger vest. Modellert utløp når inn store delar av kartlagt område. Kart: nve.no

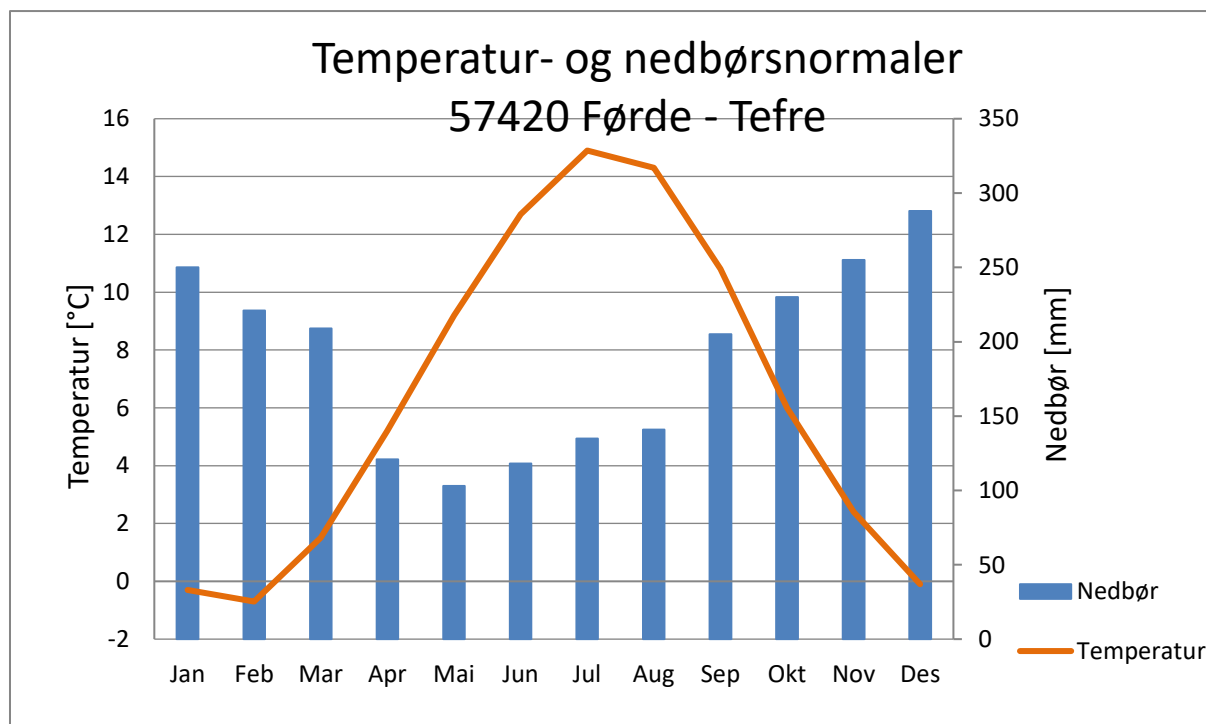


Figur 20: Aktsemdkart for snø- og steinskrad frå NGI viser at Kjørslemøbakkane ligg utanfor aktsemdsområde for desse skredtypene. Kart: nve.no

### 3.7 Klima og klimadata

Klima og vêr heng tett saman med skredfare. Temperatur og nedbør er avgjerande for stabiliteten til lausmassar, vassavrenning, flaumskredfare, steinsprangfare som følgje av frostsprenging og sjølvstekt mengde og stabilitet på snø. Skredfarevurderinga tek omsyn til gjeldande klimastatistikk.

Meteorologisk institutt har hatt operative vêrstasjonar på ulike stader i Sunnfjord i lang tid. Det er her henta temperatur- og nedbørsdata frå stasjon 57420 Tefre, i Sunnfjord kommune (64 moh.). Verdiane er interpolert og det er henta data frå klimaperioden 1992 – 2018. Årsnormalen for nedbør i denne perioden er 2281 mm, og årsnormalen for temperatur (interpolert) er 6,3 °C i same periode (Figur 21).



Figur 21: Temperatur- og nedbørsnormalar frå Meteorologisk institutt. Verdiane er interpolert og stammar frå stasjon 57420 Tefre.

Årsnormalar for snø frå [www.senorge.no](http://www.senorge.no) syner at det normalt sett er 25-50 dagar i året med tørr snø i normalperioden 1971 – 2000. Normal årsmaksimum av snømengd i same periode er 25 – 50 cm.

Skred skjer gjerne under eller etter ekstreme nedbørshendingar. Tabell 1 og Tabell 2 viser høvesvis verdiar for 1-døgns- og 3-døgnsnedbør med gjentaksintervall på 100 og 1000 år. Verdiane er henta frå stasjon 57420 Tefre i Sunnfjord kommune. For ein returperiode på 1000 år kan ein forvente 141 mm nedbør i løpet av eitt døgn og 243 mm i løpet av 3 døgn (Gumbel-metode). Å finne 1000-års returperiode for nedbør basert på 25 år med observasjonar gjer stor usikkerheit og må berre nyttast som ein indikasjon. Største observerte døgnverdi frå denne stasjonen er 102 mm (27.10.1995). Vi kan sjå ut i frå tabellen at det er mest nedbør vinter og haust.

Tabell 1: 1-døgnsnedbør med gjentakintervall på 100 og 1000 år. Verdiane er i millimeter.

| Stasjon | Returperiode (år) | Metode | Årsverdi | Vinter | Vår | Sommar | Haust |
|---------|-------------------|--------|----------|--------|-----|--------|-------|
| 57420   | 100               | GUMBEL | 114      | 105    | 105 | 64     | 104   |
| Tefre   | 1000              | GUMBEL | 141      | 134    | 140 | 80     | 133   |
| 64 moh. | 100               | NERC   | 123      | 108    | 98  | 73     | 107   |
|         | 1000              | NERC   | 176      | 156    | 144 | 112    | 155   |

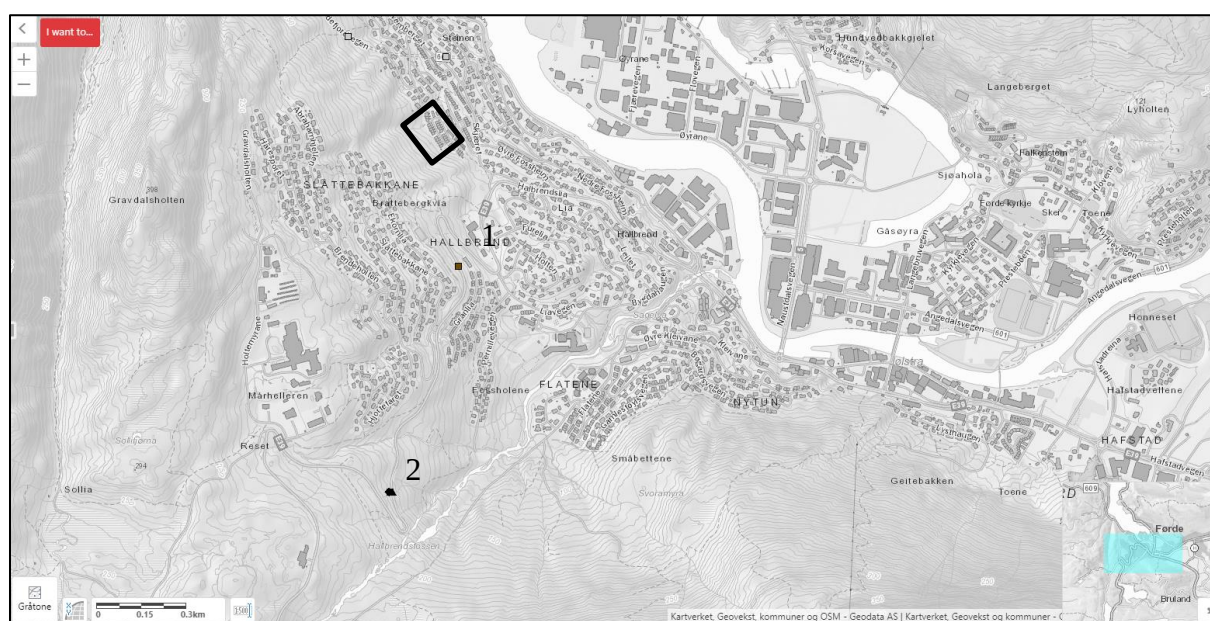
Tabell 2: 3-døgnsnedbør med gjentakintervall på 100 og 1000 år. Verdiane er i millimeter.

| Stasjon | Returperiode (år) | Metode | Årsverdi | Vinter | Vår | Sommar | Haust |
|---------|-------------------|--------|----------|--------|-----|--------|-------|
| 57420   | 100               | GUMBEL | 200      | 191    | 180 | 134    | 199   |
| Tefre   | 1000              | GUMBEL | 243      | 240    | 236 | 172    | 253   |
| 64 moh. | 100               | NERC   | 208      | 188    | 161 | 130    | 188   |
|         | 1000              | NERC   | 277      | 253    | 221 | 184    | 253   |

Skredfarevurderinga er utført ut i frå dagens klima og vêrtilhøve, men det er likevel viktig å ha ei forståing for at klimaet (klima er gjennomsnittsvêret over ein periode på 30 år) er i endring. Dei store forskingsinstitusjonane sine klimamodellar gjev meir og meir pålitelege prognosar om global klimautvikling i framtida, men modellane har framleis store uvisser, spesielt på regional og lokal skala. Likevel bør ein ta høgde for dei mange resultata som peikar mot ei global oppvarming, med påfølgjande lokale klimatiske endringar. Norsk Klimaservicesenter publiserte i 2016 rapporten *Klimaprofil Sogn og Fjordane* (NKSS, 2016). I dette fylket kan ein forventa ein vesentleg auke i episodar med kraftig nedbør både i intensitet og i førekomst, noko som vil føra til meir overvatn. Det er forventa fleire og større regnflaumar. Når det gjeld skredfaren, aukar faren for jord-, flaum- og sørpeskred på bakgrunn av større nedbørsmengder.

### 3.8 Historiske skredhendingar

På NVE Atlas finn ein oversikt over skredhendingar i Noreg som er registrert i den nasjonale skreddatabasen. Det er to lausmasseskred registrert i området sør for Kjørslemøbbakkane. Desse gjekk langs E39 i forbindelse med orkanen Dagmar, i jula 2011.



Figur 22: Registrerte skredhendingar i nasjonal skreddatabase i og i nærleiken til kartlagd område.

Tabell 3: Skildring av relevante skredhendingar i nærleiken til undersøkingsområdet. Nummereringa viser til nummer på figuren over. SHDB = Skredhendingsdatabasen.

| # | Skredtype      | Dato       | Kjelde | Skildring og tolking                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---|----------------|------------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Lausmasseskred | 25.12.2011 | SHDB   | <i>Ekstremværet Dagmar førte med seg vind i orkan styrke, kraftig nedbør og snøsmelting. SVV melder om eit mindre skred med berørt veglengd frå 10-50m samt skade på rekkverk. Ingen bilete funne frå hending, ei heller omtale frå media. Ikkje funne spor frå flybilete. Eksakt tidspunkt frå svv mistenkes å referere til observasjonstidspunkt.</i>                                                                                                                                               |
| 2 | Lausmasseskred | 26.05.2011 | SHDB   | <i>Ekstremværet Dagmar førte med seg vind i orkan styrke, kraftig nedbør og snøsmelting. Ei utglidning kan sjåast frå flyfoto (Vestlandet 2014) ved skredpunkt om lag 5 meter ovenfor vegbane (tidsgap 2010-2014). Ingen andre skredregistreringar i området i dette tidsrommet. SVV melder om skred i skjæring med berørt veglengd frå 10-50m og skade på rekkverk. Passer bra med skredspor. Ingen bilete frå hending. Eksakt tidspunkt frå svv mistenkes å referere til observasjonstidspunkt.</i> |

### 3.9 Tidlegare skredfarevurderingar

SGC har utført ei skredfarevurdering ved Gravdalsholten (SGC, 2016), som ligg i øvre delar av Slåttebakkane og sørvest for Kjørslemøbakkane. Denne kartlegginga viser at det er fare for steinsprang, men at det ikkje når ned til bustadområda, med eit sannsyn på 1/5000 per år.

### 3.10 Eksisterande sikringstiltak

Det er ikkje markert for noko sikringstiltak på atlas.nve.no. Under synfaring vart det observert ei grøft, kring 1-1.5 m høg som drenerer vekk overflatevatn. Grøfta er markert på registreringskart i vedlegg 1.

### 3.11 Kartlegging og synfaring

Synfaring er ein viktig del av grunnlagsmaterialet for skredfarevurderinga. Før synfaringa vert relevant grunnlagsmateriale gjennomgått, og potensielle losneområde for skred identifisert. Under synfaringa vert det gjort kartlegging av skredmateriale, skredbanar, lausmassedekke med meir. Det vart gjort vurdering om dei identifiserte losneområda er reelle. For lausmasseskred vart det undersøkt om det er lausmassar i dei potensielle losneområda, eller om det er mogelegheit for at det vert tilført lausmassar til desse. For skred frå fast fjell vert losneområda undersøkt med omsyn til grad av oppsprekking, og dette i lag med eventuelle skredblokker nedanfor er med på å gjera ei vurdering av framtidig losnesannsyn. Sidan påverknadsområdet for Kjørslemøbakkane burettslag er relativt lite og tilgjengeleg vart det ikkje nytta drone til synfaringa her. Alle fotografi i rapporten er teke av SGC, dersom ikkje anna er opplyst.

## 4. Modellering

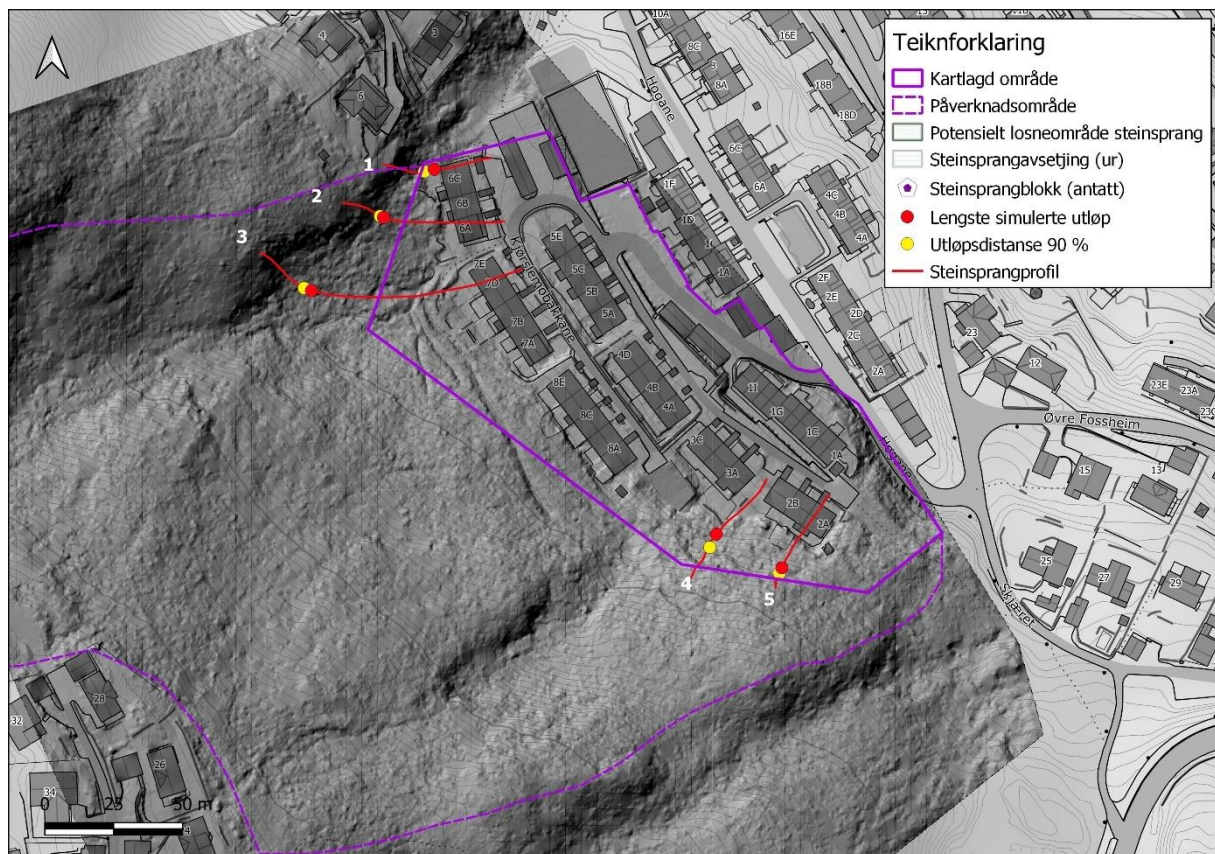
### 4.1 RocFall

RocFall er eit digitalt todimensjonalt modelleringsverktøy for kalkulering av utløpsdistanse for steinsprang. Det er levert av det kanadiske føretaket Rocscience Inc. Energi, fart og spretthøgde vert her kalkulert for heile skredbana. RocFall tek òg omsyn til friksjonen til skredbana, som er avhengig av underlaget. Programmet har to ulike analysemetodar, *lump mass* og *rigid body*. *Lump mass* simulerer dei ulike steinspranga som punkt medan *rigid body* tek omsyn til masse og form på blokkene. Langs dei todimensjonale profila kan ein ha underlag med ulike restitusjonskoeffisient og friksjonsvinkel, som attspeglar korleis eit steinsprang utviklar seg nedover langs profilet. Restitusjonskoeffisient og friksjonsvinkel til dei ulike underlaga er valt ut i frå standardverdiar og erfaringsdata frå liknande område. Inndeling i underlag vert gjort basert på feltobservasjonar og kartdata. For modelleringar med *rigid body* er det nytta blokkstorleik  $1 \text{ m}^3$  og ellipseform i tråd med anbefalingar i NVE, 2020B.

I simuleringane vart begge analysemetodane nytta. I figurane under er metoden *rigid body* vist, då denne viste best samsvar med spreiding av blokker opp mot kartlagde steinsprang- og steinskredavsetjingar. Utløpsdistanse 90 % viser til utløpslengda for 90 % av steinspranga som når forbi det nedste losneområdet.

Det er gjort simulering langs 5 profil, og frå kvart av kjeldeområda langs profila er det simulert 100 steinsprang, uavhengig av faktisk losnesannsyn. Kartgrunnlaget er henta frå Kartverket og består av terrengmodell med oppløysing 5 punkt per  $\text{m}^2$ . Som underlag har vi nytta ulike sett med parametarar som er justert for å representera underlag på Vestlandet, og desse er vist i Tabell 4.

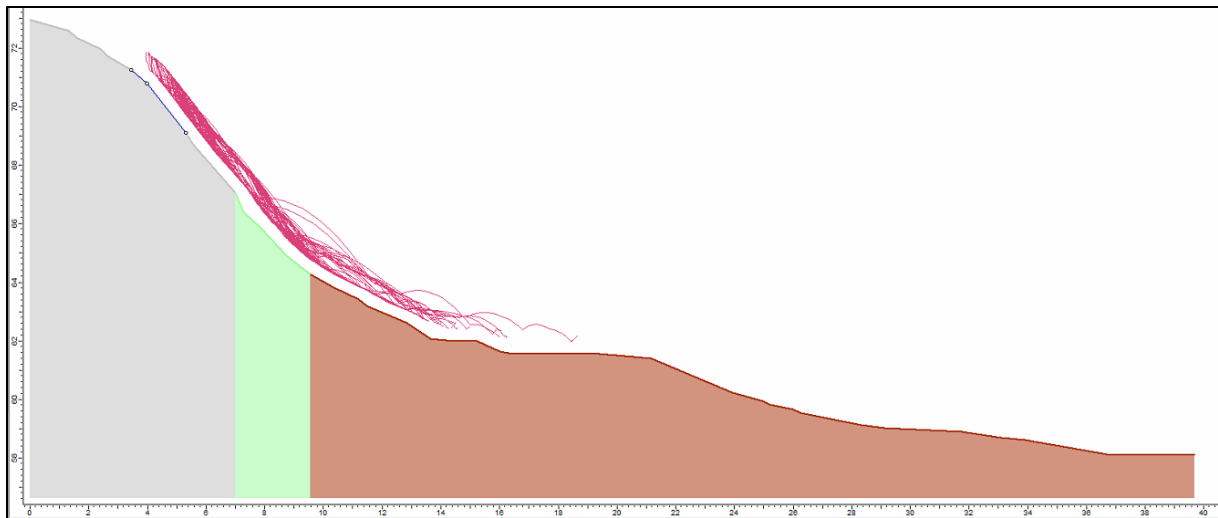
Resultata samsvarar relativt bra med kartlegginga av steinsprang- og steinskredblokker i området. Langs profil 2 og 4 stoppar blokkene med maks utløp med dei nedste observerte skredblokkene. Modelleringane vert ikkje nytta direkte i vurdering av faresoner, men brukt som eit hjelpemiddel i lag med blant anna kartlegging av skredblokker og vurdert losnesannsyn i losneområda.



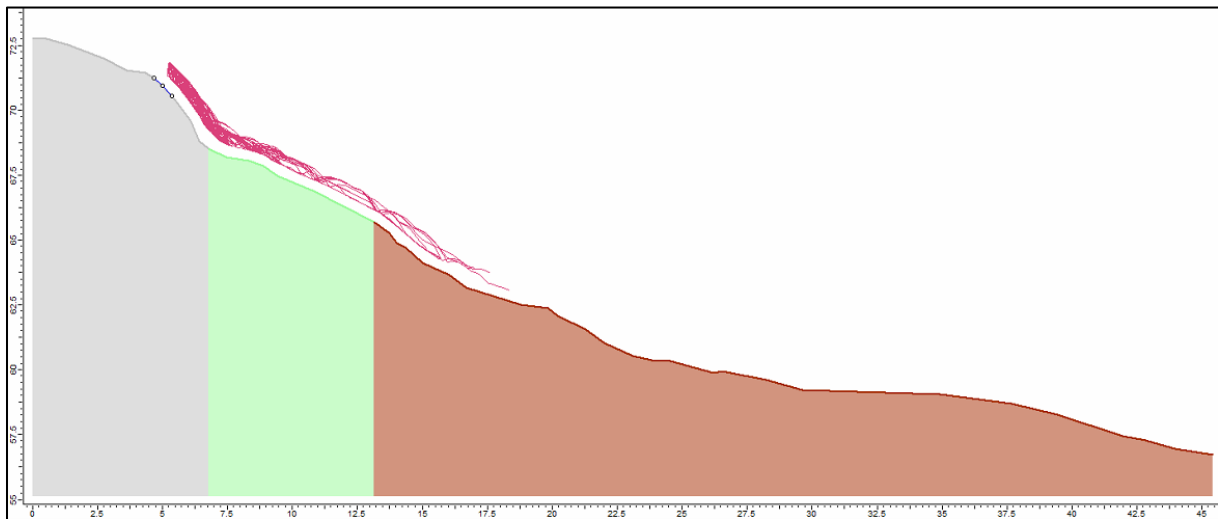
Figur 23: Plassering og utløp til profila, som det er modellert steinsprang langs.

Tabell 4: Oversikt over ulike underlag og deira tilhøyrande parametarar. Standardavvik i parentes.

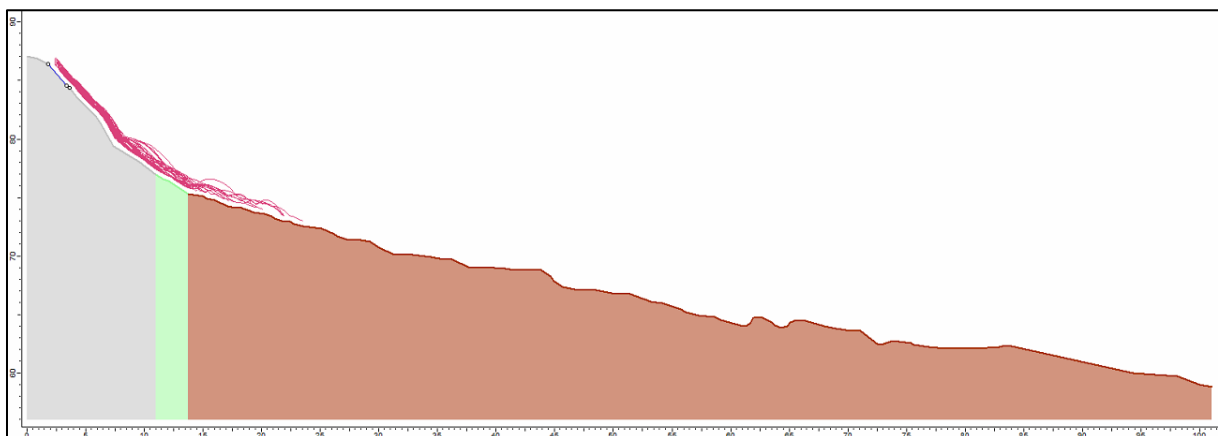
| # | Slope Material    | Normal restitution | Tangential restitution | Friction Angle   | Slope Roughness (°) | Dynamic Friction | Rolling Resistance |
|---|-------------------|--------------------|------------------------|------------------|---------------------|------------------|--------------------|
|   | Fjelloverflate    | 0,52 (0,04)        | 0,94 (0,02)            | Kalkulert frå Rt | 0                   | 0,50             | 0,15               |
|   | Fjellblottingar   | 0,35 (0,04)        | 0,85 (0,04)            | Kalkulert frå Rt | 0                   | 0,50             | 0,15               |
|   | Ur                | 0,32 (0,04)        | 0,82 (0,04)            | Kalkulert frå Rt | 0                   | 0,50             | 0,30               |
|   | Ur med vegetasjon | 0,32 (0,04)        | 0,80 (0,04)            | Kalkulert frå Rt | 0                   | 0,50             | 0,40               |
|   | Jord/blaut mark   | 0,30 (0,04)        | 0,80 (0,04)            | Kalkulert frå Rt | 0                   | 0,55             | 0,60               |
|   | Asfalt            | 0,40 (0,04)        | 0,90 (0,04)            | Kalkulert frå Rt | 0                   | 0,50             | 0,40               |



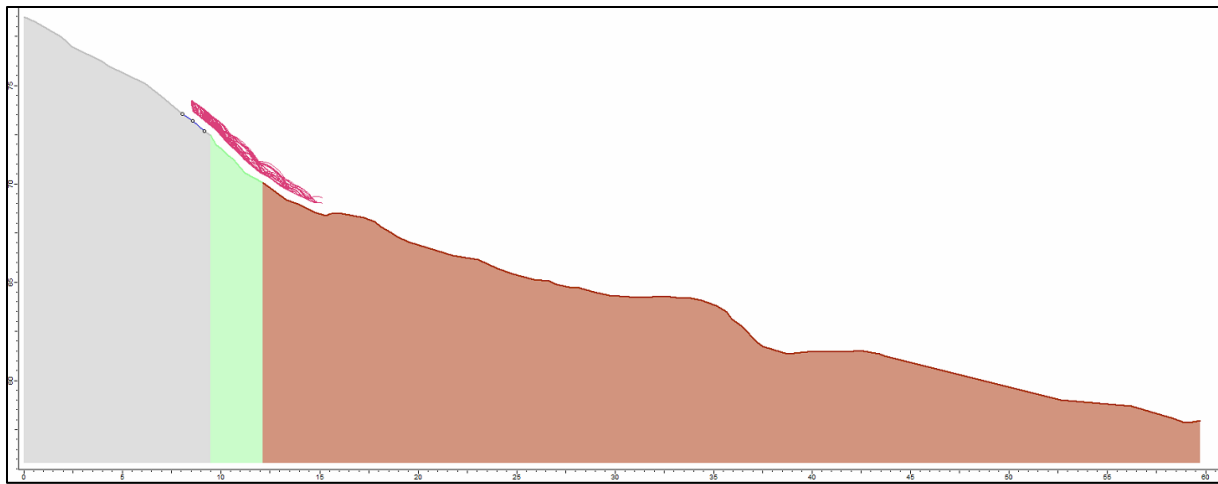
Figur 24: Resultat frå steinsprangsimulering langs profil 1 med *rigid body*..



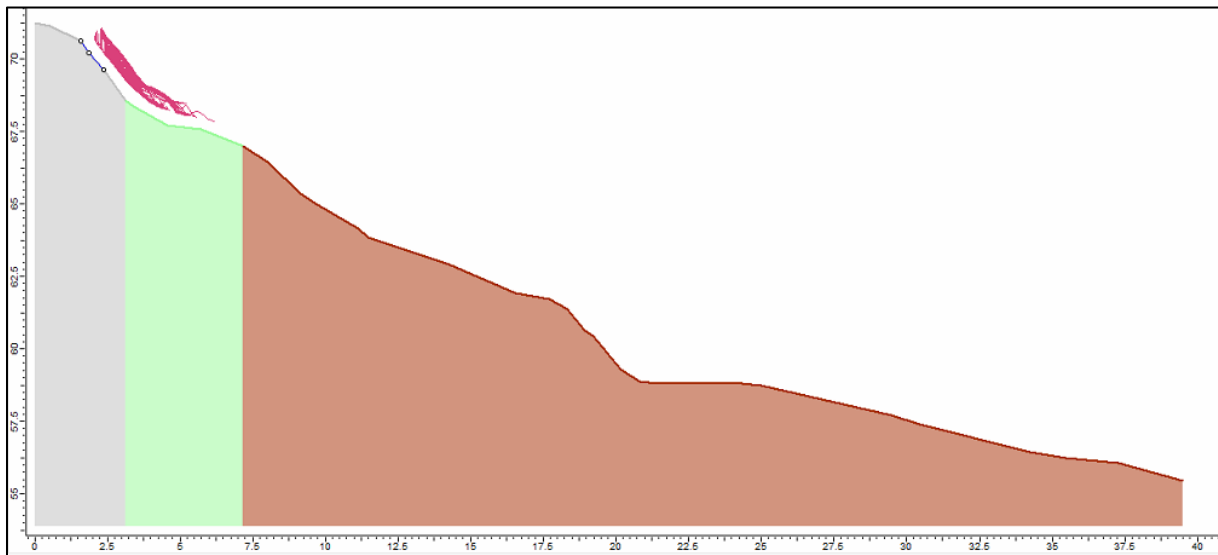
Figur 25: Resultat frå steinsprangsimulering langs profil 2 med *rigid body*..



Figur 26: Resultat frå steinsprangsimulering langs profil 3 med *rigid body*..



Figur 27: Resultat frå steinsprangsimulering langs profil 4 med *rigid body*.



Figur 28: Resultat frå steinsprangsimulering langs profil 5 med *rigid body*.

## 5. Referansar

NKSS, 2016: *Klimaprofil Sogn og Fjordane*

NVE, 2020B. *Uttesting av eksisterende metodikk for modellering av steinsprang*. Ekstern rapport 24/2020, datert 05.12.2020

SGC, 2016. *Flaum- og skredfarevurdering ved planlagde bustadtomter på Gravdalsholten og Falkenstein i Førde, Førde kommune*: Rapport datert 27.09.2016





 Kartlagd område

Faresoner med årleg sannsyn

  $\geq 1/100$

  $\geq 1/1000$

  $\geq 1/5000$

Dimensjonerande skredtype:

 Steinsprang

 Steinskred

 Snøskred

 Sørpeskred

 Jordskred

 Flaumskred

Vedlegg 2  
Faresonekart

Oppdrag: 2020-03-095 Skredfarevurdering på gbnr. 62/451, i Kjorslemobakkane  
burettslag i Førde, Sunnfjord kommune

Koordinatsystem: Euref 1989 UTM Sone 32N

Dato:  
2020-06-02

Utarbeida av:  
VN

Kontrollert av:  
AH

