Skredfarevurdering for Hyttefelt Nøre Sulafjellet, Sula kommune

Sunnfjord Geo Center

Prosjektinformasjon og status			
Dokumentnr.:	**Dokumenttittel:**		
2019-04-069	Skredfarevurdering for Hyttefelt Nøre Sulafjellet i Sula kommune		
Klassifisering:	**Revisjon:**	**Distribusjon:**	
Intern	0	Oppdragsgjevar	
Leveransedato:	**Status:**		**Sider:**
27.09.2019	Godkjend rapport		22

Kontraktør:	**Kontraktørinformasjon:**
Sunnfjord Geo Center	Sunnfjord Geo Center AS Småbakkane 19 6984 Stongfjorden Organisasjonsnummer: 998 899 834 MVA
Kontaktinformasjon:	**Kundeinformasjon:**
Sunnfjord Geo Center AS Småbakkane 19, 6984 Stongfjorden Tlf.: 577 31 900 Mob.: 982 25 951 E-post: post@sunnfjordgeocenter.no	Sameiget Nøre Sulefjellet v/Arne Lerheim Tlf.: 909 51 566 E-post: arnelerheim@icloud.com

Fagområde:	**Dokumenttype:**	**Lokalitet:**
Geologi	Rapport	Sula
Feltarbeid utført av:	**Dato for feltarbeid:**	**Signatur:**
Anders Haaland	13. august 2019	Anders Haaland (sign.)
Rapport utarbeidd av:	**Dato for ferdigstilling:**	**Signatur:**
Rev 0: Anders Haaland	26.09.2019	Anders Haaland(sign.)

Rapport kvalitetssikra av:	**Godkjend, dato:**	**Signatur:**
Rev 0: Torkjell Ljone	26.09.2019	Torkjell Ljone (sign.)

Rapport godkjend av:	**Godkjend, dato:**	**Signatur:**
Rev 0: Even Vie, Dagleg leiar	26.09.2019	Even Vie (sign.)

Innhaldsliste

Samandrag **5**
1. Innleiing **6**
1.1 Undersøkt område 6
1.2 Føremål 6
1.3 Tryggleikskrav 6
1.4 Oppdragsgjevar 7
1.5 Leveranse 7
2. Om det undersøkte området **8**
2.1 Områdeskildring 8
2.2 Hellingskart og topografi 9
2.3 Berggrunn 9
2.4 Lausmassar 10
2.5 Vassvegar 10
2.6 Vegetasjon 10
2.7 Aktsemdområde 10
2.8 Klima og klimadata 10
2.9 Historiske skredhendingar 13
2.10 Eksisterande skredfarevurderingar 14
2.11 Eksisterande sikringstiltak 14
3. Vurdering av skredfare **15**
3.1 Metode 15
3.2 Registreringskart 15
3.3 Steinsprang/steinskred 17
3.4 Jord- og flaumskred 18
3.5 Snøskred 19
3.6 Sørpeskred 19
3.7 Faresonekart og konklusjon 20
4. Referansar **22**
5. Vedlegg ..... **I**
5.1 Hellingskart og topografi I
5.2 Berggrunn II
5.3 Lausmassar V
5.4 Vassvegar IX
5.5 Skyggerelieffkart X

5.6 Vegetasjon XI
5.7 Aktsemdkart XIII
5.8 Historiske skredhendingar XVII
5.9 Resultat frå modellering XVIII
5.10 Skredtypar i bratt terreng XXIV

Samandrag

Sunnfjord Geo Center AS har utført ei skredfarevurdering i samsvar med TEK17 i samband med utarbeiding av ein reguleringsplan for Nøre Sulafjellet Hyttefelt i Sula kommune. Det er gjort greie for faren for lausmasseskred, snøskred, sørpeskred og steinsprang.

I planområdet skal det leggast til rette for hytter som ligg under tryggleiksklasse S2. Byggverk i tryggleiksklasse S2 må ligge utanfor fare for skred med eit årleg nominelt sannsyn på meir enn 1/1000.

Det kartlagde området ligg i fjellområdet Sulafjell, sør for Langevåg. Kring planområdet er det fjelltoppar, der høgste topp er Vardane på 776 m o.h.

Delar av planområdet ligg innanfor aktsemdsområde for snøskred og jord- og flaumskred. På NVE si oversikt over skredhendingar, er det ikkje registrert skredhendingar innanfor plangrensene, men det er likevel kjent at det har gått snøskred i området.

Skredfarevurderinga viser at det er fare for steinsprang frå nokre hamrar nord-aust i planområdet. Det er også påvist eit mindre losneområde for snøskred innanfor det kartlagde området og store losneområder for snøskred i fjellsidene opp mot Rundehornet (725 m o.h.), Vardane (776 m o.h.) og Grøthornet (650 m o.h.). I tillegg er det påvist potensielle losneområder for sørpeskred frå myrområdet aust for det kartlagde området og langs to bekkar som drenerer den nordvendte fjellsida opp mot Grøthornet. Modellering av utløpsområde for snøskred viser at deler av det kartlagde området kan verte råka av snøskred. Tilsvarande modellering av sørpeskred, viser at sørpeskred hovudsakleg vil følgje dei etablerte bekkeløpa og dreneringsvegane gjennom planområdet. På bakgrunn av påviste kjeldeområder for skred og modellering av utløp for dei aktuelle skredtypane, er det utarbeida faresonekart for skred med årlege nominelle sannsyn på meir enn 1/100 og 1/1000, tilsvarande tryggleiksklassar S1 og S2.

I samsvar med TEK17 kan ein ikkje setje opp byggverk innanfor gjeldande faresone, med mindre ein set i verk sikringstiltak mot skred.

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.

1. Innleiing

1.1 Undersøkt område

Det kartlagde området høyrer til detaljplan for Hyttefelt Nøre Sulafjellet, del av gnr./bnr. 94/441 i Sula kommune. Figur 1 viser plassering og avgrensing til det kartlagde området som skredfarevurderinga gjeld for. Undersøkingsområdet består av det kartlagde området og nærliggande område. Registreringskartet viser meir nøyaktig kva område som er undersøkt.

1.2 Føremål

Sunnfjord Geo Center AS har utført skredfarevurdering etter TEK17 for det kartlagde området i Figur 1. Det vil sei vurdering av fare for skredtypane lausmasseskred (jord- og flaumskred), steinsprang, snø- og sørpeskred. Innanfor det kartlagde området skal det leggast til rette for hyttefelt.

Skredfarevurderinga er gjort med utgangspunkt i noverande, terreng- og vegetasjonsforhold. Eventuelle menneskelege inngrep i området i framtida kan endre desse og då vil også graden av skredfare kunne bli endra.

1.3 Tryggleikskrav

Akseptkriterium for skredfare er gjeve i Byggteknisk forskrift (TEK17) § 7-3. Tryggleikskrava er skildra og tolka i rettleiinga til forskrifta.

Tryggleikskrava i TEK17 gjeld for nye byggverk. Krava vil òg gjelde ved utvidingar og nybygg knytte til eksisterande byggverk, jf. temarettleiaren «Utbygging i fareområder» frå Direktoratet for byggkvalitet (DiBK).

Byggverk der konsekvensane av skred er særleg store skal plasserast utanfor skredfarleg område. Dette gjeld til dømes byggverk som er viktig for regional og nasjonal beredskap og krisehandtering, samt byggverk som er omfatta av storulykkeforskrifta.

For byggverk i skredfareområde skal kommunen alltid fastsette tryggleiksklasse. Kommunen må sjå til at byggverk vert plassert trygt nok i høve til dei tre tryggleiksklassane S1 - S3.

Tabell 1: I byggteknisk forskrift vert byggverk kategorisert i tre tryggleiksklassar, som definerer aktseptnivå for skred.

Tryggleiksklasse	Konsekvens	Største nominelle årlege sannsyn	Døme
S1	Liten	1/100	Naust, garasjar
S2	Middels	1/1000	Hus, einebustader
S3	Stor	1/5000	Rekkehus, hotell

I S1 inngår byggverk der skred vil ha liten konsekvens. Dette kan vere byggverk der personar normalt ikkje oppheld seg. Garasjar, uthus, båtnaust, mindre brygger, lagerbygningar med lite personopphald er døme på byggverk som kan inngå i denne tryggleiksklassen.

I S2 inngår byggverk der skred vil føre til middels konsekvensar. Dette kan vere byggverk der det normalt oppheld seg maksimum 25 personar, og/eller der det er middels økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvensar. Bustadbygg med maksimalt 10 bustadeiningar, arbeids-

og publikumsbygg/brakkerigg/overnattingsstad der det normalt oppheld seg maksimum 25 personar, driftsbygningar i landbruket, parkeringshus og hamneanlegg er døme på byggverk som kan inngå i denne tryggleiksklassen.

I S3 inngår byggverk der skred vil føre til store konsekvensar. Dette kan vere byggverk med fleire bueiningar og personar enn i S2, samt til dømes skular, barnehagar, sjukeheimar og lokale beredskapsinstitusjonar.

Det er og krav til tryggleik for tilhøyrande uteareal, men TEK17 opnar for at kommunen kan vurdere kravet til tryggleik basert på eksponeringstida for personar, tal personar som oppheld seg på utearealet og liknande.

TEK17 opnar for at byggverk i S1 - S3 kan oppnå naudsynt tryggleik ved at det vert gjennomført sikringstiltak

I det kartlagde området skal det leggast til rette for hytter, som vil komma inn under tryggleiksklasse S2.

1.4 Oppdragsgjevar

Oppdragsgjevar er Sameiget Nøre Sulafjellet

1.5 Leveranse

Leveransen består av rapport i pdf-format og i tillegg faresoner levert i .shp-format til oppdragsgjevar.

2. Om det undersøkte området

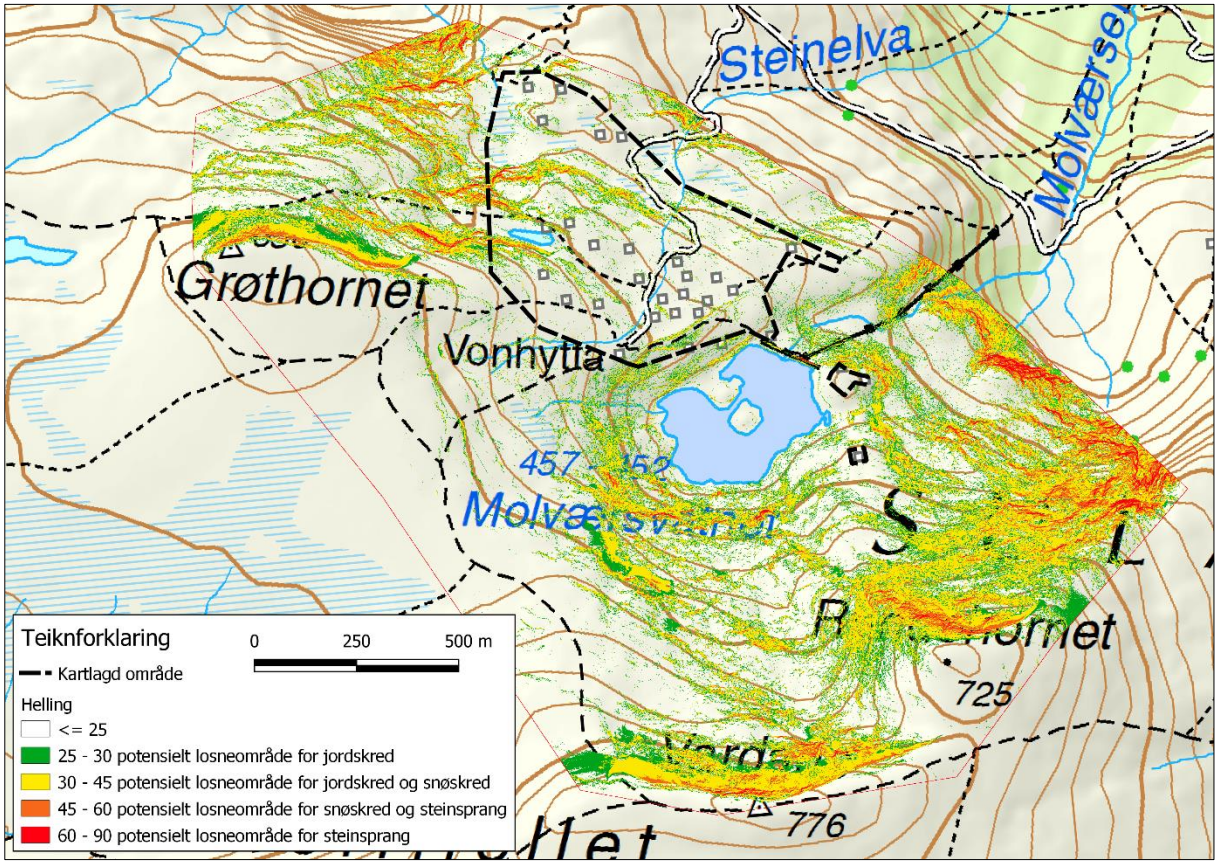
2.1 Områdeskildring

Det kartlagde området ligg i fjellområdet Sulafjellet, sør for Langevåg. Det kartlagde området består av eit større område på nordsida av Molværsvatnet (450 m o.h.), og i tillegg to mindre eigedommar på austsida av vatnet. Terrenget kring Molværsvatnet har ei botnform, der dei høgste og brattaste fjella er på sørsida av vatnet, deriblant Vardane (776 m o.h.) og Rundehornet (725 m o.h.), som ligg direkte ovanfor dei vurderte eigedommane på austsida av vatnet. Ovanfor det kartlagde området i nord skrånar terrenget opp mot Grøthornet (650 m o.h.). Figur 1 viser plassering og avgrensing til det kartlagde området, som skredfarevurderinga gjeld for.

Figur 1: Det kartlagde området ligg i fjellområdet Sulafjellet i Sula kommune.

2.2 Hellingskart og topografi

Dei brattaste områda finn ein i fjellsidene opp mot Vardane og Rundehornet på sørsida av Molværsvatnet. Oppunder fjelltoppane viser hellingskartet (Figur 2) at det er bratte hamrar der. Nedover i fjellsidene er hellinga lågare, med innslag av brattare parti. I det kartlagde området på nordsida av Molværsvatnet er hellinga generelt lågare enn 25°, med enkelte brattare fjellhamar. Også fjellsida opp mot Grøthornet som vender mot kartleggingsområdet, har ei helling for det meste under 25°. På nordsida av Grøthornet er det brattare, og oppunder toppen er det bratte fjellhamrar. Dei bratte områda vender likevel vekk frå kartleggingsområdet. Figur 2 viser hellingskart over fjellsida og i vedlegg 5.1 er det vist flyfoto frå fjellsida, framstilt i 3D.



Figur 2: Hellingskart for dei kartlagde områda og fjellområda ovanfor.

2.3 Berggrunn

Berggrunnen i kartleggingsområdet er av NGU kartlagt som gneis, noko som vart stadfesta på synfaringa. I det nordlege kartleggingsområdet er det generelt slakt hellande terreng dekt av lausmassar, men i vest finn ein synleg fjell i nokre bratte fjellhamrar. I dette området har berggrunnen eit hovudsprekkeplan som heller mot søraust og «inn i berggrunnen». Dette er ei gunstig orientering og gjev låg steinsprangfrekvens. Det har ikkje etablert seg ur under hammaren, og det er berre observert eldre spreidde skredblokker.

I kartleggingsområdet i sør, er det kjeldeområde for steinsprang oppunder Rundehornet og det er etablert ei ur i fjellsida nedanfor. Ura stoggar om lag 230 m ovanfor den sørlegaste eigedommen.

Sjå registreringskartet i Kap. 3.2 for aktuelle observasjonar og Vedlegg 5.2. for berggrunnskart og bilete frå synfaring.

2.4 Lausmassar

Lausmassekartet til NGU viser at det er hovudsakleg kartlagt moreneavsetjingar av varierande tjukkleik i området. Langs sørleg avgrensing av det nordlege kartleggingsområdet går det ei randmorene. Det er også kartlagt bart fjell i dei brattaste områda. Synfaringa stadfesta langt på veg NGU sine lausmassekart.

Vedlegg 0 viser lausmassekart og bilete frå synfaring.

2.5 Vassvegar

Det er hovudsakleg tre dreneringssystem i området. I nordvest drenerer to bekkar den nordaust-vendte fjellsida Grøthornet. Bekkane vert føya saman i det dei renn inn i planområdet, før bekken svingar mot nord og renn vekk frå planområdet mot nord. Bekkane går i grunne bekkeløp. Nedslagsfeltet ved planområdet er om lag 0,2 km^2.

Gjennom planområdet renn det også fleire mindre bekkar (aust for Vonahytta), som samlar seg i Steinelva nedstraums for planområdet. Nedslagsfelta til sidebekkane er imidlertid små, og nedstraums for planområdet har Steinelva har eit nedslagsfelt på om lag 0,2 km^2.

Mellom dei to kartleggingsområda ligg det oppdemde Molværsvatnet. I dalsida vest for Molværsvatnet, renn det fleire mindre bekkar. Dei to eigedommane i sør ligg på ryggar, der vassvegane ligg aust for eigedommane.

Vassvegane er vist i registreringskart (Figur 6) og bilete frå felt er vist i Vedlegg 0. Skyggerelieffkart er vist i Vedlegg 0.

2.6 Vegetasjon

Heile undersøkingsområdet ligg over skoggrensa og vegetasjonen i området består hovudsakleg av mose, lyng og gras. Samanlikning av dagens flyfoto og flyfoto frå 1968 viser omtrent dei same vegetasjonstilhøva. Ein kan ikkje observere spor etter skredhendingar på flyfotoa.

På NIBIO sine kart over arealressursar og skogressursar er området markert som opa fastmark.

Sjå Vedlegg 0 for flyfoto og fotografi frå felt.

2.7 Aktsemdområde

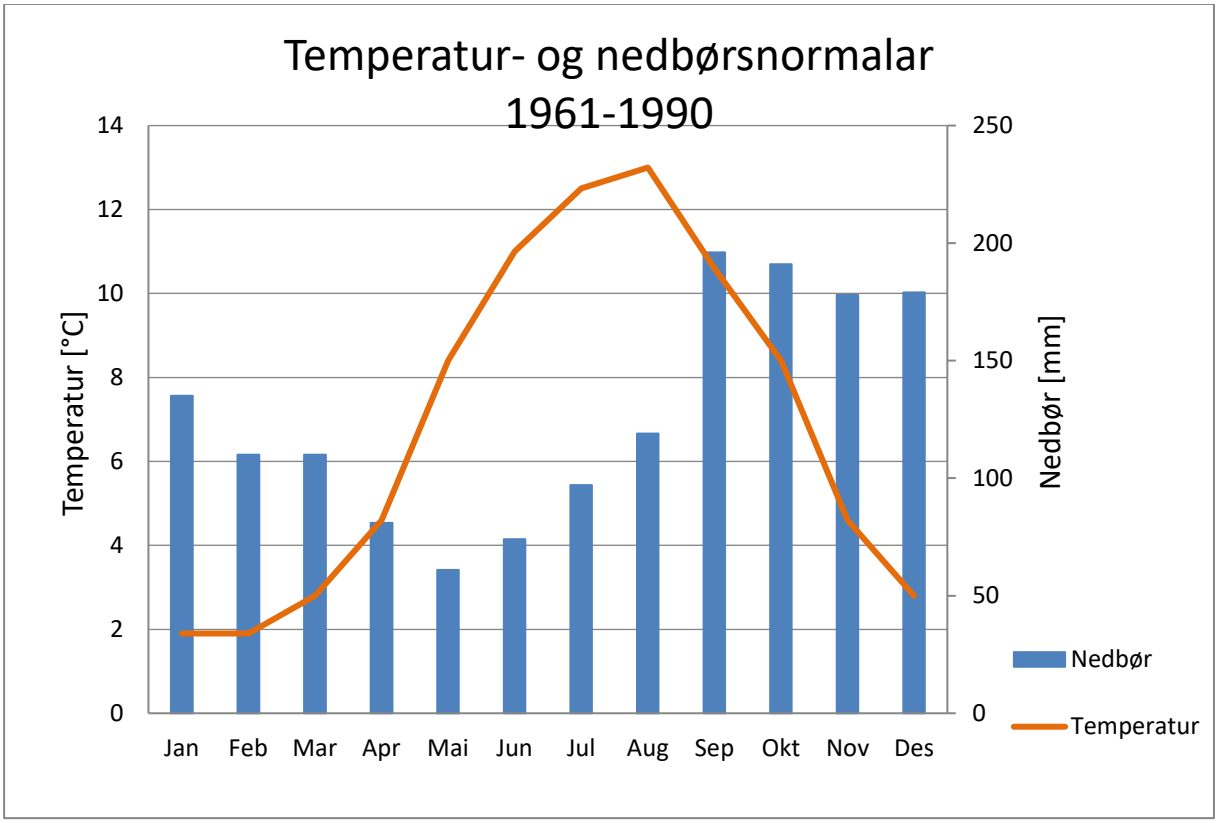
Aktsemdskarta til NVE viser at delar av det kartlagde området ligg innanfor aktsemdsområde før snøskred, og at ein liten del av planområdet i vest ligg innanfor aktsemdsområde for lausmasseskred. For detaljar sjå Vedlegg 5.7.

2.8 Klima og klimadata

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

Meteorologisk institutt har hatt operative vêrstasjonar på ulike stader i Møre og Romsdal i lang tid. Det er her henta temperaturdata frå stasjon 60990 Vigra, (22 m o.h.), som ligg om lag 16

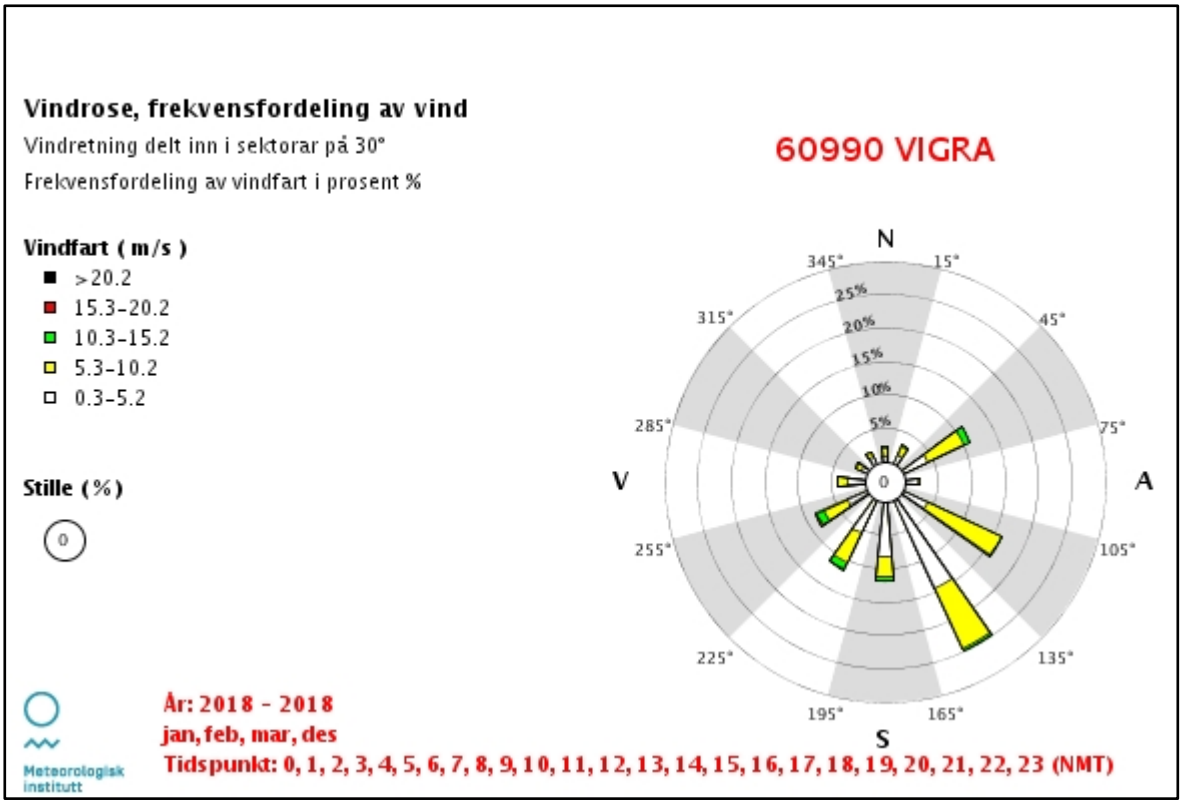
km nord for undersøkingsområdet, og nedbørsdata frå stasjon 60970 Ålesund III (136 m o.h.) som ligg om lag 6 km nord for undersøkingsområdet. Det er henta data frå klimaperioden 1961 – 1990, som gjev ein peikepinn på klimaet i området i siste del av 1900-talet. Årsnormalen for nedbør i denne perioden har vore 1531 mm, og årsnormalen for temperatur har vore 6.9° (Figur 3). Sula har eit kystklima med milde og fuktige vintrar, der mesteparten av nedbøren kjem som regn i lågareliggande terreng.



Figur 3: Temperatur- og nedbørsnormalar frå Meteorologisk institutt. Data er henta frå klimaperioden 1961 - 1990 og årsnormalen for nedbør i denne perioden er 1531 mm. Årsnormalen for temperatur er interpolert til 6,9 °C gjennom same perioden.

Det er også henta årsnormalar for snø frå senorge.no. Desse viser at det normalt har vore 10-25 dagar med snø i året i området. Normal årsmaksimum av snømengda i same området er 100 - 500 mm (vassekvivalentar), mest i øvre del av fjellsidene i sørvest. Datagrunnlaget er frå klimaperioden 1971-2000.

Figur 4 viser frekvensfordeling av vindretning og styrke ved stasjon 60990 Vigra. Stasjonen ligg om lag 15 km nord for undersøkingsområdet, og er den næraste stasjonen med denne typen data. Dominerande vindretning i vintermånadane er frå søraust. På grunn av topografi kan det vere lokale variasjonar av dominerande vindretningar, men vi antar at nordvendte fjellsider kan ligge i le og akkumulere mykje snø.



Figur 4: Frekvensfordeling av vindretning i vintermånadane for stasjon 60990 Vigra. Dominerande vindretning er frå sør-aust.

Skred skjer gjerne under eller etter ekstreme nedbørshendingar. Tabell 2 og Tabell 3 viser høvesvis verdiar for 1-døgns- og 3-døgnsnedbør med gjentaksintervall på 100 og 1000 år. Verdiane er henta frå stasjon 60970 Ålesund III, som er den næraste og mest representative målestasjonen. For ein returperiode på 1000 år kan ein forventa 144 mm nedbør i løpet av eitt døgn og 212 mm i løpet av 3 døgn (NERC metode). Vi kan sjå ut i frå tabellen at det er mest nedbør om haust og vinter.

Tabell 2: 1-døgnsnedbør med gjentaksintervall på 100 og 1000 år. Verdiane er i millimeter.

Stasjon	***Returperiode (år)***	***Metode***	***Årsverdi***	***Vinter***	***Vår***	***Sommar***	***Haust***
60970	100	GUMBEL	90	87	70	60	81
Ålesund III	1000	GUMBEL	113	114	94	78	104
136 moh.	100	NERC	98	84	66	66	85
	1000	NERC	144	125	102	102	127

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

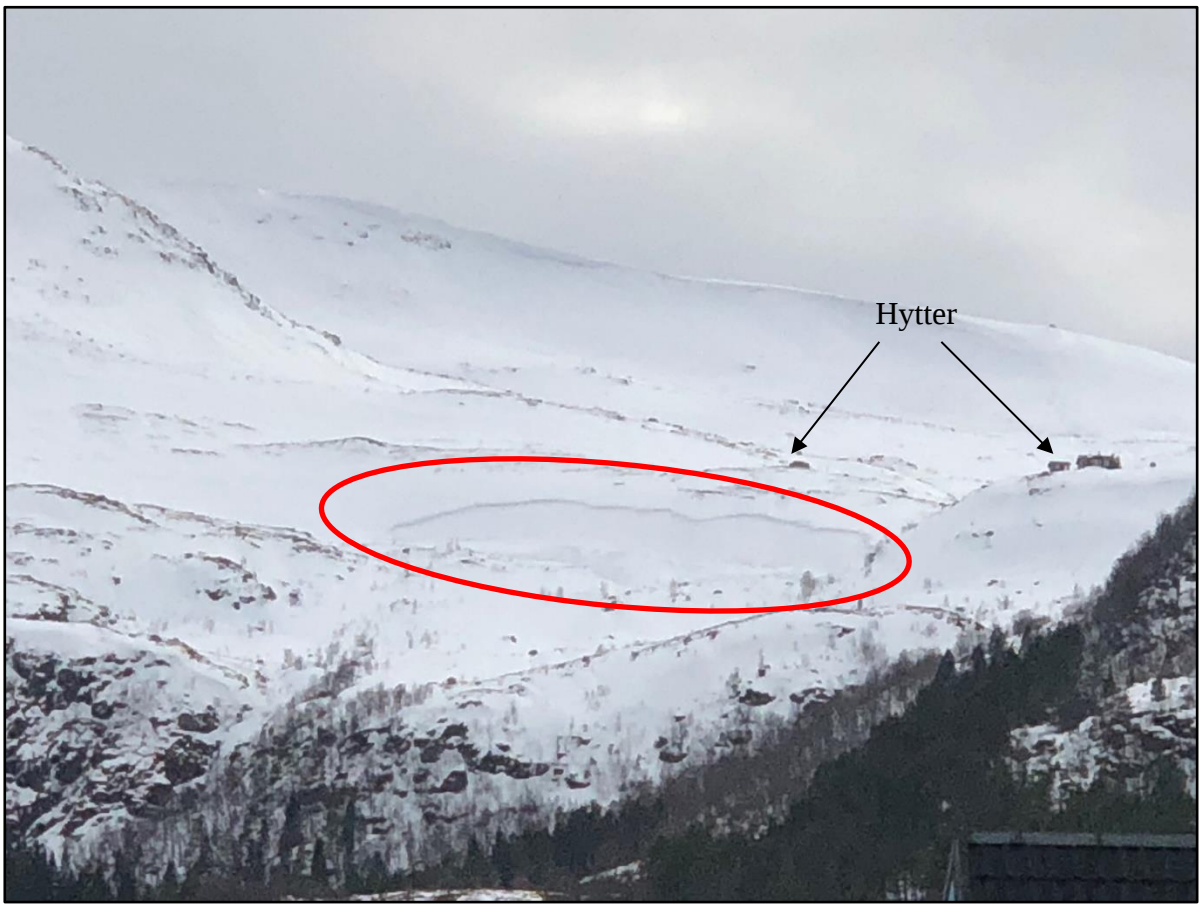
Stasjon	***Returperiode (år)***	***Metode***	***Årsverdi***	***Vinter***	***Vår***	***Sommar***	***Haust***
60970	100	GUMBEL	154	147	103	101	138
Ålesund III	1000	GUMBEL	194	194	135	130	176
136 moh.	100	NERC	153	134	98	102	138
	1000	NERC	212	189	144	149	194

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 2017 rapporten *Møre og Romsdal* (Ref-1). 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, så aukar faren for jord- flaum- og sørpeskred på bakgrunn av større nedbørsmengder.

2.9 Historiske skredhendingar

På NVE Atlas finn ein oversikt over tidlegare skredhendingar i Noreg. Det er ikkje registrert skred innanfor det undersøkte området, men det er kartfesta ei snøskredhending i mars 2018 like nord for kartleggingsområdet. Utifrå skildringa av skredhendinga, kjem det fram at det er snakk om fleire skred, minst 4 flakskred, og ein kan ikkje sjå vekk i frå nokon av skreda har råka deler av kartleggingsområdet.

SGC har fått opplyst frå lokalkjende at det denne dagen gjekk fleire flakskred frå nordvendte sider, men det er ikkje kjend om nokon av dei råka kartleggingsområdet. Figur 5 viser brotkanten til eitt av skreda. Dette har blitt utløyst i den bratte skråninga nedanfor den sørlegaste eigedommen. Vi har også fått opplyst at det tidlegare har gått skred i skråninga nedanfor hytta til høgre i biletet.



Figur 5: Flakskred utløyst i mars 2018. Ein kan tydeleg sjå brotkanten som står att. Foto: Kjetil Fylling.

2.10 Eksisterande skredfarevurderingar

Vi kjenner ikkje til at det er gjort skredfarevurderingar i det undersøkte området tidlegare.

2.11 Eksisterande sikringstiltak

Vi kjenner ikkje til at det eksisterer sikringstiltak i eller ovanfor det kartlagde området.

3. Vurdering av skredfare

3.1 Metode

3.1.1 Grunnlagsdata

I forkant av synfaringa er det føretatt innsamling og gjennomgang av eksisterande grunnlagsdata, som er relevant for skredfarevurderinga. I dette førearbeidet nyttar me berggrunnskart, lausmassekart, topografiske kart, aktsemdkart, flyfoto og skreddatabasen til NVE, med meir.

Skredhistorikken er særs viktig for skredfarevurderinga då skred ofte går igjen der dei har gått tidlegare. Til denne skredfarevurderinga er det intervjua lokalkjende, og det er nytta feltarbeid, skreddatabasen til NVE, høgdemodellar og samanlikning av flyfoto for informasjon om skredhistorikken. Andre nyttige kjelder kan td. vera media, bygdebøker eller kyrkjebøker.

3.1.2 Kartgrunnlag

Det vart utført ei laserskanning av undersøkingsområdet i 2016, og oppløysing er på minst 2 punkt per m^2. Med data frå laserskanninga er det laga ein detaljert terrengmodell der ein studere overflata til terrenget i detalj. Terrengmodellen er difor godt eigna til å identifisere former i terrenget som er avgjerande for skredfarevurderinga, som t.d. renner og former som styrer dreneringa og eventuelle skred. Modellen kan òg nyttast til å identifisere skredavsetjingar, og til å lage detaljerte hellingskart som mellom anna vert nytta til å identifisere potensielle kjeldeområde for skred.

3.1.3 Feltarbeid

Feltarbeidet vart utførd 13. august 2019 av geolog Anders Haaland frå Sunnfjord Geo Center AS. Viktige observasjonar er markert i registreringskartet (Kap. 3.2).

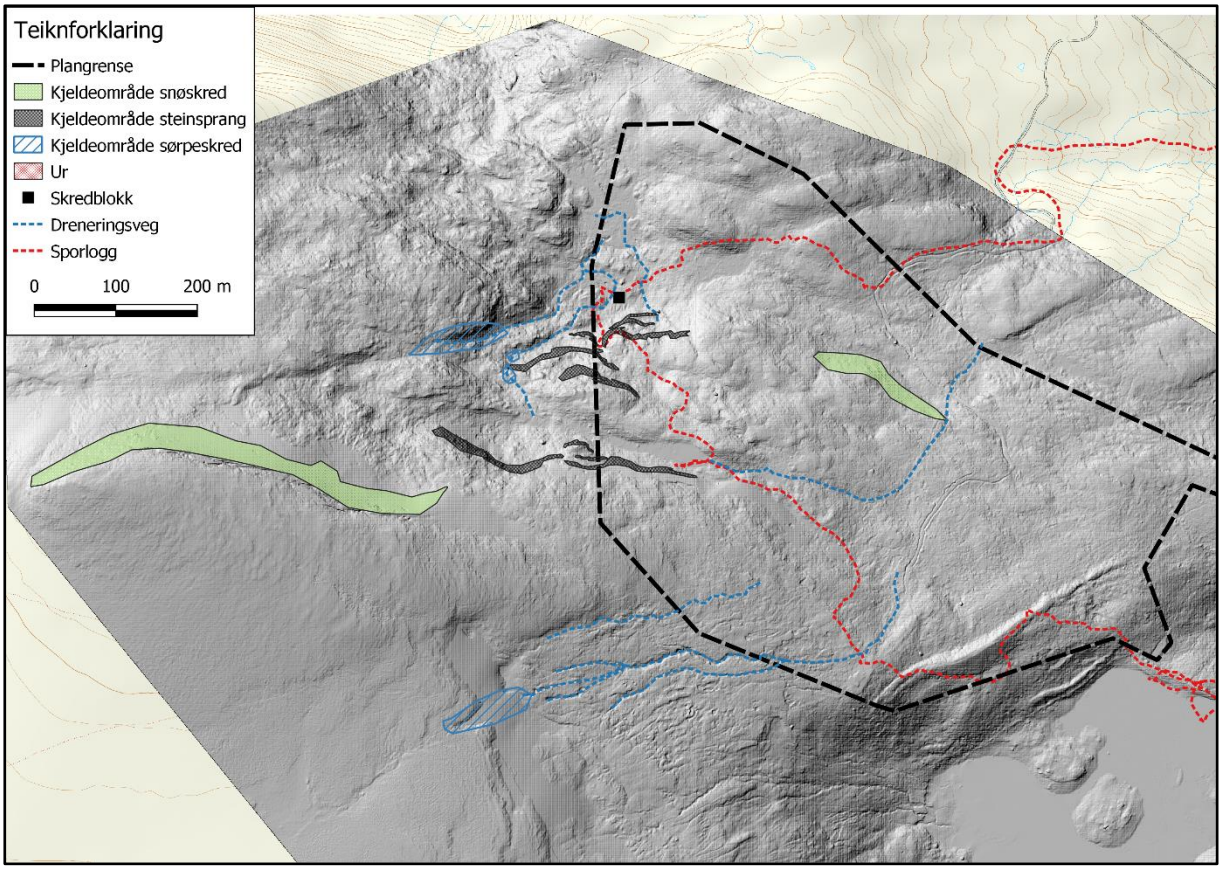
3.1.4 Modellering

Der det er påvist kjeldeområde for steinsprang har vi nytta oss av programmet RocFall som er eit digitalt todimensjonalt modelleringsverkty for kalkulering av utløpsdistanse for steinsprang. Der det er påvist kjeldeområder for snøskred og sørpeskred er RAMMS nytta for å modellere utløpsdistanse. Modelleringane bygger på terrengmodellen, og gjer difor ei god gjenskaping av terrengenget.

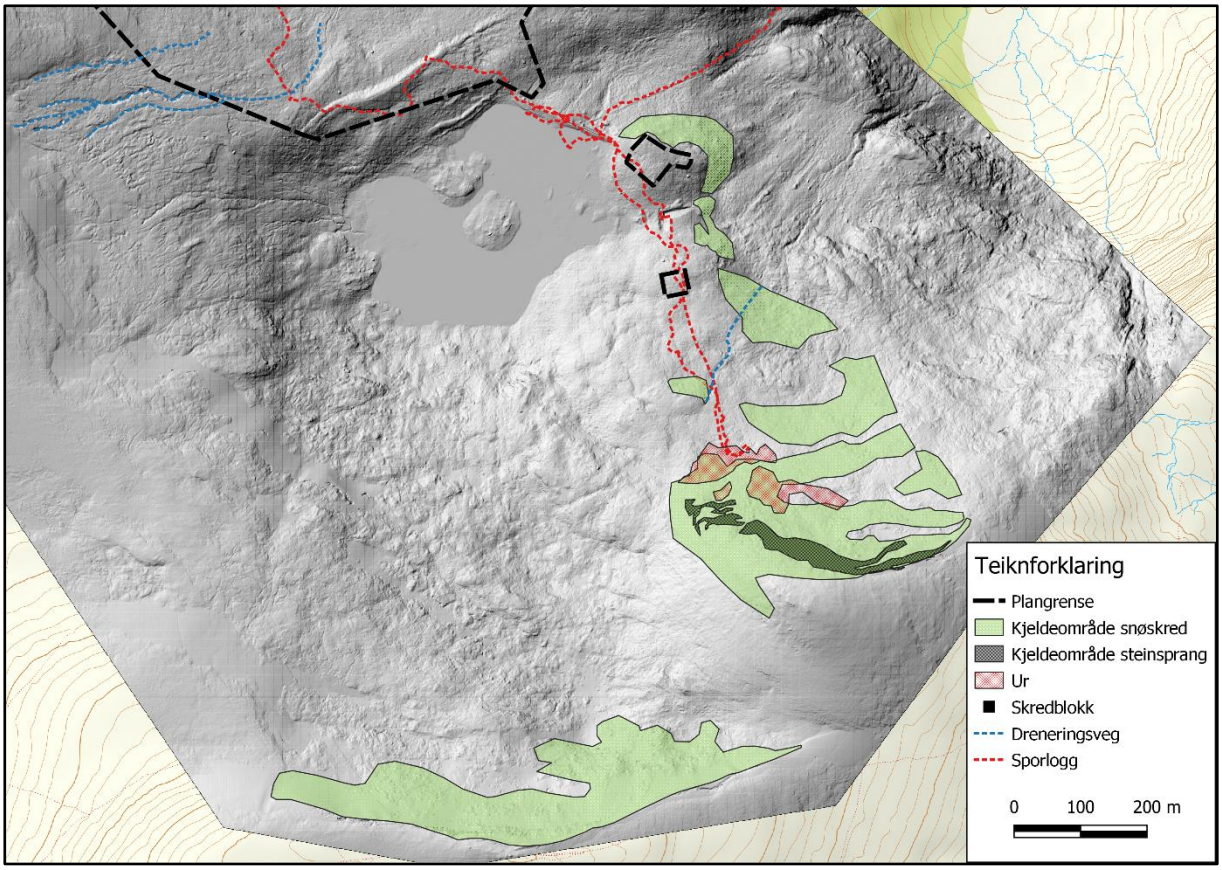
Detaljane rundt modelleringa er vist i Vedlegg 5.9.

3.2 Registreringskart

Registreringskartet (Figur 6) viser observasjonar som er relevante for skredfarevurderinga. Kartet viser kjeldeområde for steinsprang og snøskred, skredur, dreneringsvegar og sporlogg.



Figur 6: Registreringskartet over kartleggingsområdet i nord. Kartet viser feltobservasjonane som er relevante for skredfarevurderinga. Kartlagd område viser til område som det er utarbeidd faresoner for.



Figur 7: Registreringskart over kartleggingsområdet i sør.

3.3 Steinsprang/steinskred

Aktsemdkarta til NVE viser at det er potensiell fare for at steinsprang kan verte utløyst frå dei bratte partia oppunder toppen av Rundehornet (725 m o.h.), men at begge eigedommane på sørsida av Molværsvatnet ligg utanfor utløpsområde. Dette vart stadfesta under synfaringa. Det vart observert ur i lia nedanfor Rundehornet, der nedste del av ura ligg om lag 230 m frå den sørlegaste eigedommen (Figur 16). Eigedommen ligg på ein rygg, og eventuelle steinsprang vil verte styrt mot aust og vekk frå eigedommen, og det vart ikkje observert steinsprangblokker i lia direkte ovanfor dei to eigedommane på sørsida av Molværsvatnet. På grunn av avstand til kjeldeområde og ura, samt fråvær av steinsprangblokker mellom ura og eigedommen, konkluderer vi med at eigedommane på sørsida av Molværsvatnet ligg utanfor fare for steinsprang.

Det er ikkje kartlagt potensiell fare for steinsprang på NVE sine aktsemdskart i eller i nærleiken av kartleggingsområdet i nord. Aktsemdskarta har låg oppløysing og fangar ikkje opp mindre kjeldeområde. Kartleggingsområdet er relativt flatt med få fjellblottingar, men i vest er det fleire mindre hamrar som kan vere potensielle kjeldeområder for steinsprang. Det er likevel skredmateriale nok nedanfor hamrane til at det kan karakteriserast som ur, med unntak ved eit avgrensa område nedanfor den midtre hammaren (sjå registreringskartet, Figur 6). Det vart heller ikkje observert ferskt steinsprangmateriale ved nokon av hamrane. Det vart berre observert eldre skredblokker som har stogga relativt raskt der terrenget har flata ut. Fråværet av større urer og talet på skredblokker tyder på at hamrane har relativt låg skredfrekvens. Dei dominerande sprekkesystema i området er truleg årsaka til dette. Sjå Kap. 5.2. for bilete frå synfaringa. Ein kan likevel ikkje sjå vekk i frå at enkeltblokker kan rase ut ved dei brattaste

partia av hamrane. Det er difor utført modellering av utløpsdistansar med RocFall. Med modellerte utløpsdistansar som utgangspunkt, er det utarbeida faresoner med årlege nominelle sannsyn på meir enn 1/100 og /1000 ved hamrane vest i planområdet.

3.4 Jord- og flaumskred

NVE sitt aktsemdskart viser at det er potensiell fare for jord- og flaumskred langs dei to bekkane som drenerer nordsida av Grøthornet (650 m o.h.) og at ein liten del av aktsemdsområdet når inn i planområdet. I dei bratte partia langs desse bekkeløpa, før terrenget flatar ut, er det derimot lite lausmassar. Det kan likevel skje mindre utglidingar av lausmassar langs bekkeløpet, men det er ikkje denne typen skred som vil vere dimensjonerande langs bekkeløpet.

I fjellsida ovanfor det sørlege undersøkingsområdet er det ein liten dreneringsveg og bratte nok terrenghellingar som kan vere kritiske for utløysing av lausmasseskred. Det er derimot mindre lausmassar oppover i lia, og faren for flaum- eller jordskred er vurdert som liten i dette området, og vil ikkje vere dimensjonerande skredtype i dette området.

Figur 8: Nord i kartleggingsområdet kjem det ned to bekkar som svingar innom planområdet. I dei bratte partia er det lite lausmassar, og faren for flaum- eller jordskred er vurdert som liten i dette området.

3.5 Snøskred

Aktsemdskarta til NVE viser at delar av kartleggingsområdet i nord, og sørlegaste eigedommen som ligg for seg sjølv ligg innanfor aktsemdsområde for snøskred. Hellingskartet over undersøkingsområdet viser at det er fleire parti i undersøkingsområdet som har hellingar som er kritiske med tanke på utløysing av snøskred. Synfaringa viste at det ikkje er noko skog eller vegetasjon i desse partia som kan hindre utløysing av snøskred. I dei nordvendte fjellsidene opp mot Rundehornet (725 m o.h.), Vardane (776 m o.h.) og Grøthornet (650 m o.h.) er det større område som kjem innanfor denne kategorien. Det er også eit avgrensa parti i sjølve planområdet som har terrenggradientar som er kritiske for utløysing av snøskred. Her har vi også fått opplyst at det tidlegare har gått snøskred. I tillegg viser statistikken frå målestasjonen på Vigra at den dominerande vindretninga i området er frå sør, noko som tilseier at nordvendte fjellsider ligg i le og har potensiale til at det vert akkumulert mykje snø. Stasjonen ligg 15 km frå undersøkingsområdet, og statistikken kan nok ikkje seiast å representere det kartleggagde området fullstendig, men det gjev likevel ein peikepinn på dei lokale tilhøva. Dette vert støtta av lokalkjende som har uttalt at særleg nordvendte fjellsider er utsette. Seinast i mars 2018 gjekk det fleire skred i nordvendte fjellsider. Med dette som bakgrunn, er det kartfesta potensielle utløysingsområde for snøskred (sjå registreringskartet i Figur 6 og Figur 7). Vidare er det modellert utløpsdistansar med modelleringsverktyet RAMMS (Vedlegg 5.9). Modelleringa viser at snøskred kan nå like inn i det nord-austre hjørnet av det nordlege kartleggingsområdet og at utløpslengda frå losneområdet i planområdet kan vere opp til om lag 100 m. Modelleringa viser også at snøskred kan inn i deler av den sørlegaste eigedommen.

På bakgrunn av modellering av utløpsområde for snøskred, dei topografiske tilhøva og skredhistorikken i området konkluderer vi med at deler av det kartlagde området ligg innanfor fare for snøskred med årleg sannsyn som er lågare enn 1/100 og 1/1000. Sjå Kap. 3.7 for faresoner for skred.

3.6 Sørpeskred

For å utløysa sørpeskred er ein avhengig av akkumulasjon av snø og i tillegg tilgang på vatn. Sørpeskred oppstår difor ofte i myrområde og elve-/bekkekanalar der det vert akkumulert større mengde snø, frå til dømes snøskred. Dei klimatiske tilhøva i undersøkingsområdet er karakteristiske før utløysing av sørpeskred; relativt milde vintrar kring 0°, der mykje av nedbøren kan komme som regn. Ut i frå dreneringsvegar i området, skyggerelieffkart og hellingskart, er det to områder som kan vere aktuelle for sørpeskred i undersøkingsområdet;

- Myrområdet aust for det kartlagde området. Det meste av dreneringa i dette området vert leia ned mot Molværsvatnet, men nokre av dei vert leia gjennom myra og vidare gjennom planområdet. Dersom det er bratt nok, er slike myrområde typiske for utløysing av sørpeskred
- Bekkløpa som drenerer den nordvendte fjellsida til Grøthornet. Her er det til dels bratte bekkeløp som går ned i nord-austre del av planområdet. Dette er eit typisk område for utløysing av sørpeskred. I mildvêrsperiodar kan det gå snøskred frå Grøthornet som kan demme opp bekkeløpa. Dersom det kjem mykje nedbør som regn, eller mykje smeltevatn, vil det verte demma opp mykje vatn i snømassane som vil kunne verte utløyst som sørpeskred

Det er utført modellering av sørpeskred i begge desse to områda. Modellering av sørpeskred som vert utløyst i myrområdet, viser at eventuelle sørpeskred hovudsakleg vil følgje dei

eksisterande dreneringsvegane gjennom planområdet. Terrenget i området har relativ låg gradient, og eventuelle sørpeskred vil truleg ha lågt trykk og skadepotensiale. Dette er underbygd av modelleringa, som viser at eventuelle skred vil ha låg hastigheit og trykk.

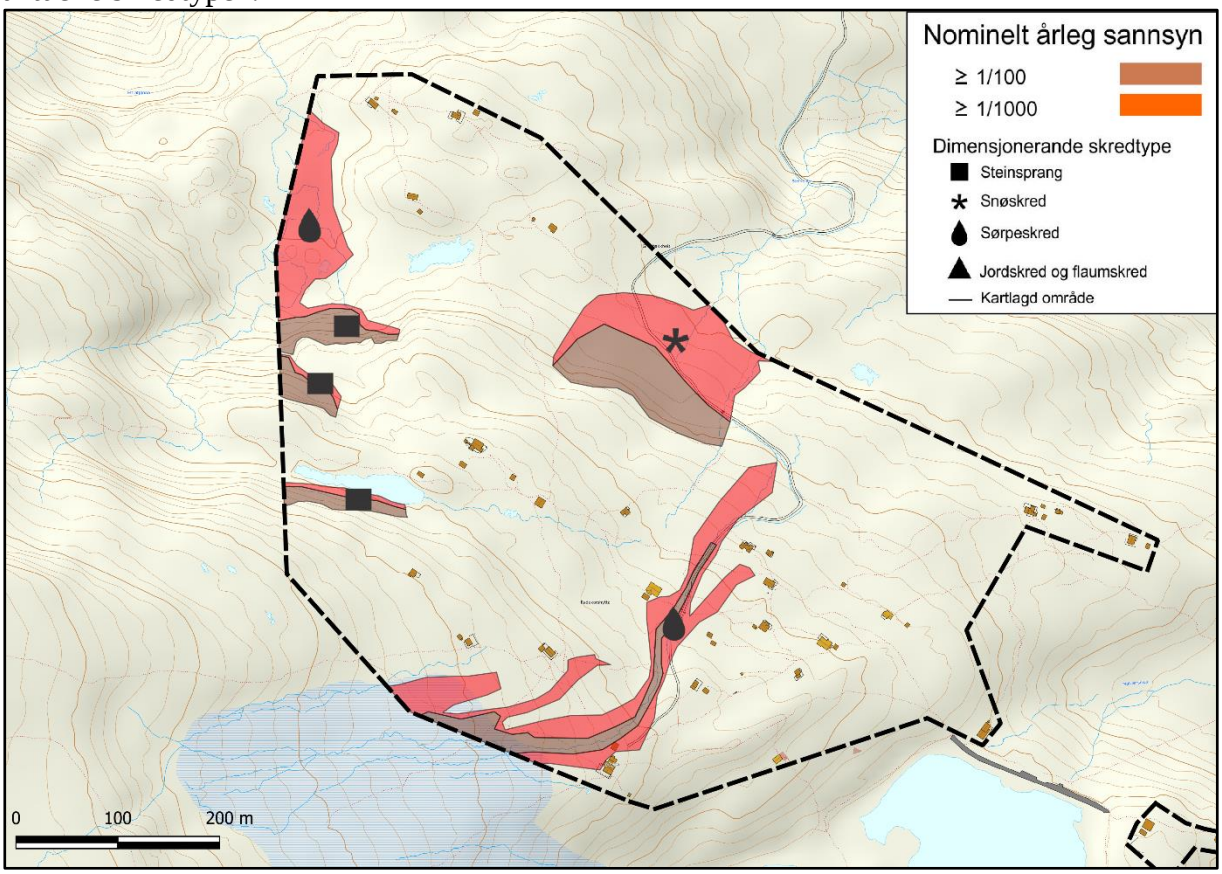
Også modelleringa ved bekkeløpa i nord, viser at sørpeskred hovudsakleg vil følgje bekkeløpa, men når bekkane når det flate myrområdet innanfor planområdet breia det seg meir utover.

På bakgrunn av dreneringsvegar, dei topografiske og klimatiske tilhøva og modellering av utløpsområde for sørpeskred, konkluderer vi med at deler av det kartlagde området er utsett for fare for sørpeskred med årleg nominelt sannsyn på meir enn 1/1000. Utbreiinga av sørpeskred vil vere styrt av topografien og eksisterande dreneringsvegar. Dette har vi presentert i eit faresonekart som er samanstilt med dei andre aktuelle skredtypane i området. Sjå Figur 9.

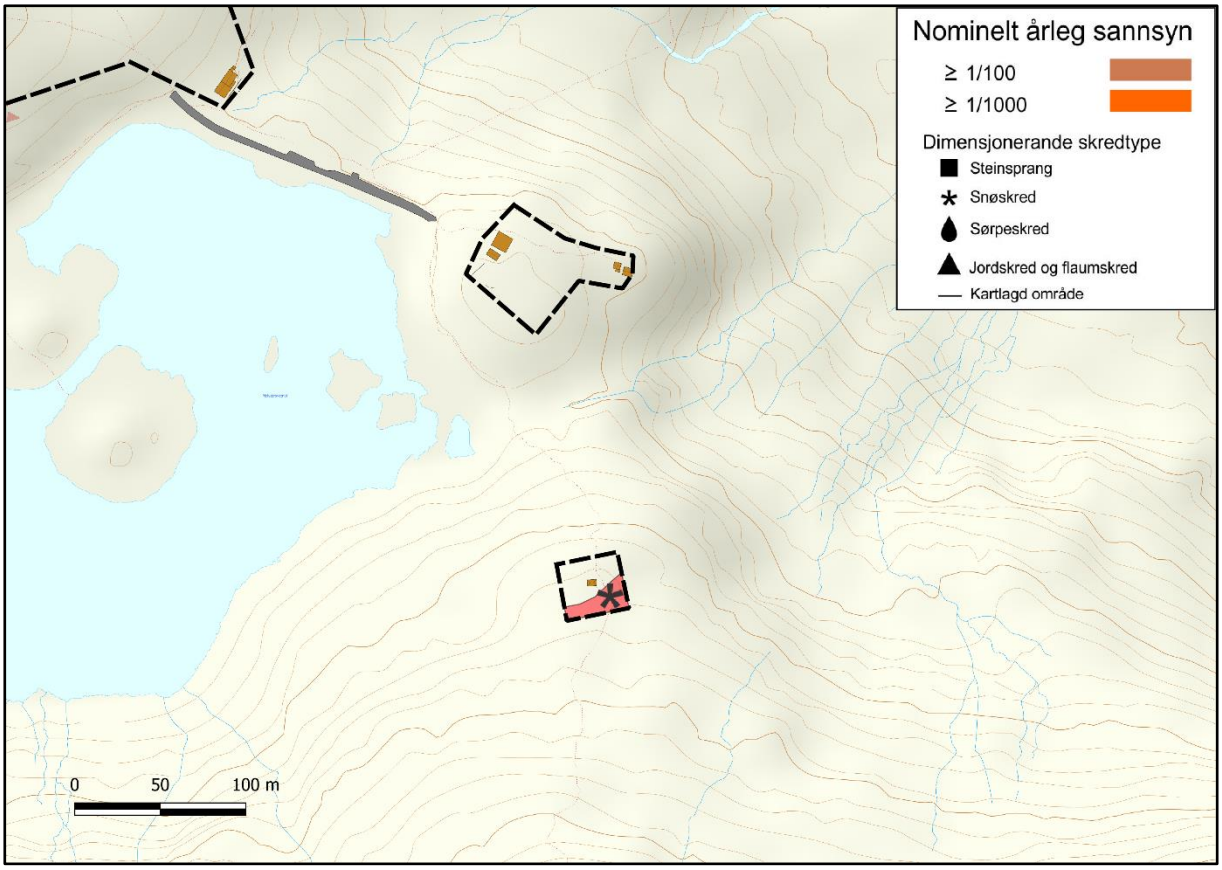
3.7 Faresonekart og konklusjon

På bakgrunn av skredfarevurderinga ovanfor har vi utarbeida eit faresonekart som viser faresoner og dimensjonerande skredtype innafor det kartlagde området. I det kartlagde området er snøskred, sørpeskred og steinsprang dimensjonerande skredtypar. Faresone med årleg sannsyn ≥ 1:5000 er ikkje utarbeidd, då det ikkje er planar om byggverk innafor tryggleiksklasse S3 i planområdet.

Område som skal leggast til rette for hytteutbygging, må plassert utanfor faresonene. Dersom ein likevel ynskjer å setje opp hytter innanfor ei faresone, må det utførast sikringstiltak mot den aktuelle skredtypen.



Figur 9: Faresonekart for det kartlagde området i nord. Både sørpeskred, snøskred og steinsprang er dimensjonerande skredtypar i området.



Figur 10: Faresonekart for eigedommane i sør. Den nordlegaste av eigedommane ligg utanfor fare for skred, medan deler av den sørlege eigedommen ligg innanfor faresona for skred med årleg nominelt sannsyn på meir enn 1/1000.

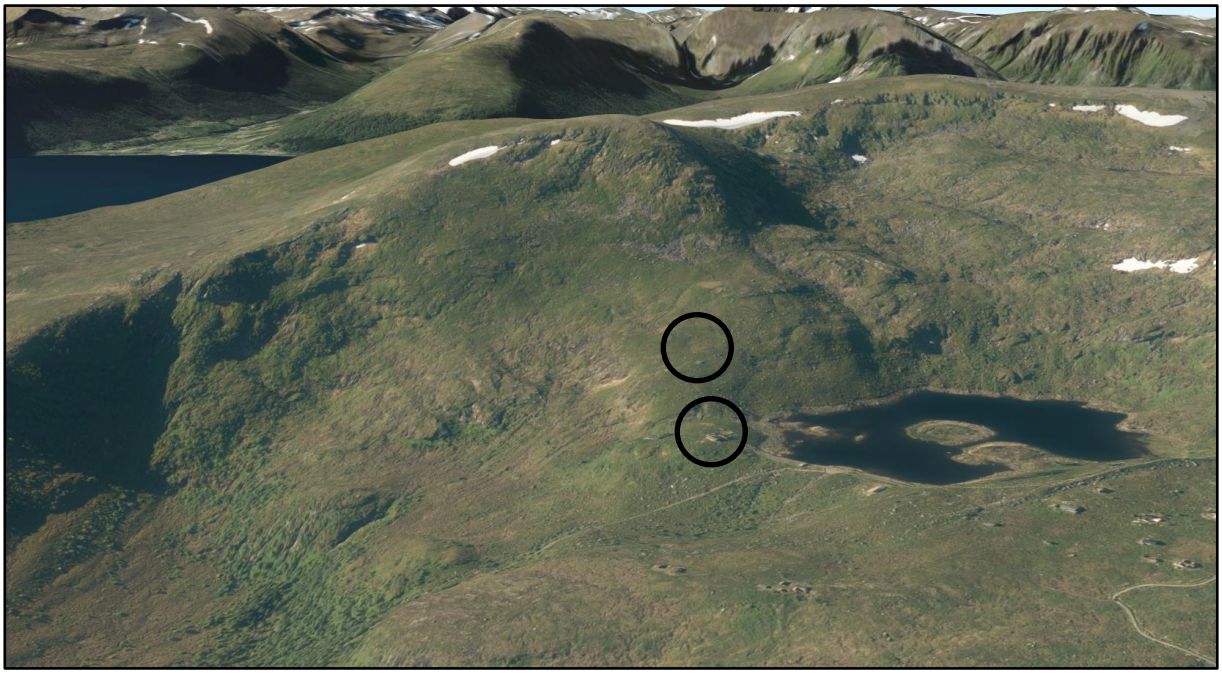
4. Referansar

Ref-1: Norsk Klimaservicesenter, 2017: *Klimaprofil Møre og Romsdal*

5. Vedlegg

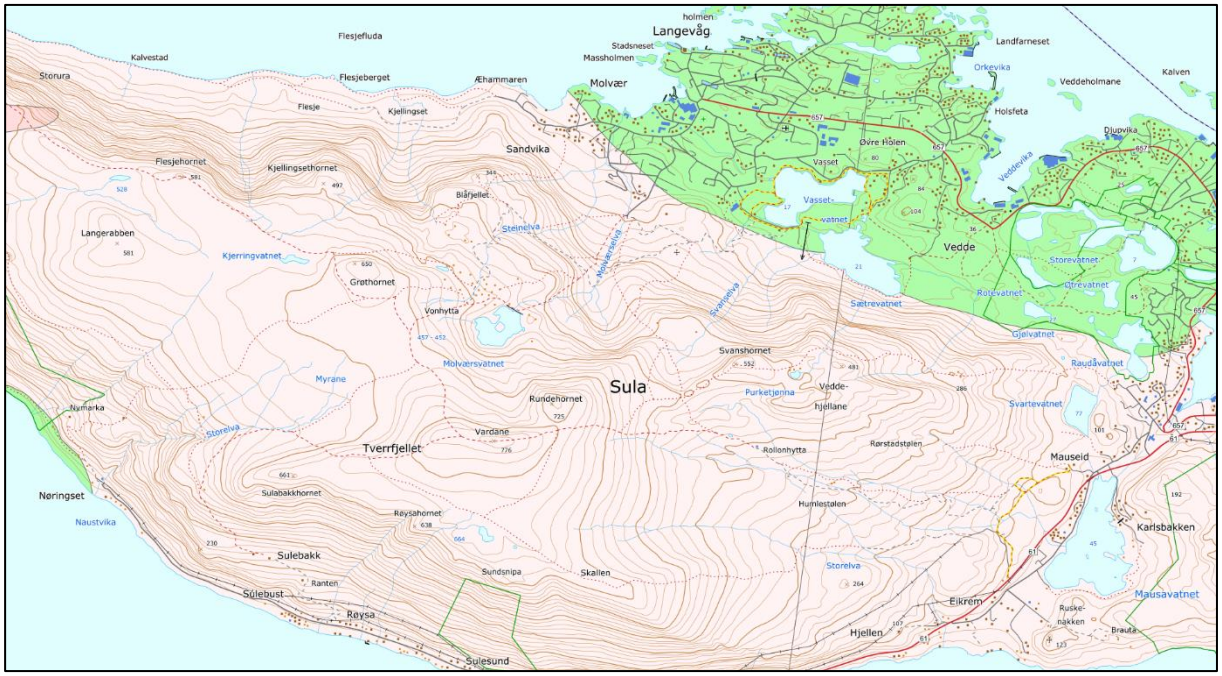
5.1 Hellingskart og topografi

Figur 11: Det kartlagde området på nordsida av Molværsvatnet. Henta frå norgeibilder.no.



Figur 12: Flyfoto over dei to kartlagde eigedommane på austsida av Molværsvatnet (svart omriss) og fjellsida ovanfor. Henta frå Norgeibilder.no.

5.2 Berggrunn



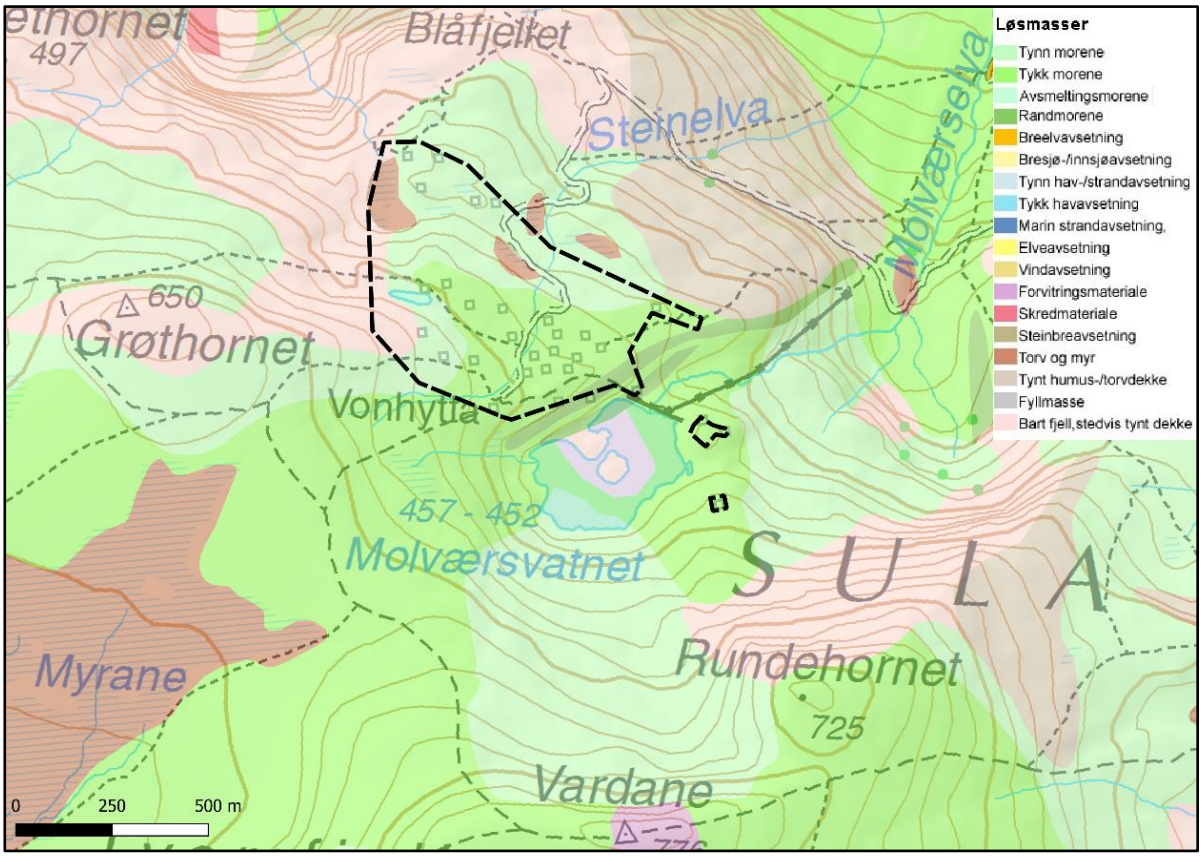
Figur 13: Berggrunnskartet over området. I det kartlagde området består berggrunnen av gneis (rosa farge). Nord på øya er berggrunnen kartlagd som paragneis, amfibolitt (grøn farge). Kjelde: NGU.

Figur 14: Bratt parti i nordvestre del av kartleggingsområdet. Spreidde skredblokker nedanfor den brattaste delen av hammaren.

Figur 15: Nærsyn av det brattaste partiet av hammaren vist i Figur 14. Berggrunnen har eit hovudsprekkeplan som heller mot søraust og «inn i» fjellet. Sprekkeavløyste blokker kviler dermed inn mot fjellet, noko som gjev relativt låg steinsprangfrekvens.

Figur 16: Øvre del av fjellsida opp mot Rundeområdet (725 m o.h.). Viser kjeldeområde for steinsprang oppunder toppen og ur under.

5.3 Lausmassar



Figur 17: Lausmassekartet til NGU viser at det er tjukk moreneavsetjing i dei flataste områda og tynnar morene der terrenget er brattare. Ved Rundehornet og Grøthornet er det kartlagt bart fjell.

Figur 18: Oversiktsbilete. Lausmassane består hovudsakleg av moreneavsetjingar av varierande tjukkleik.

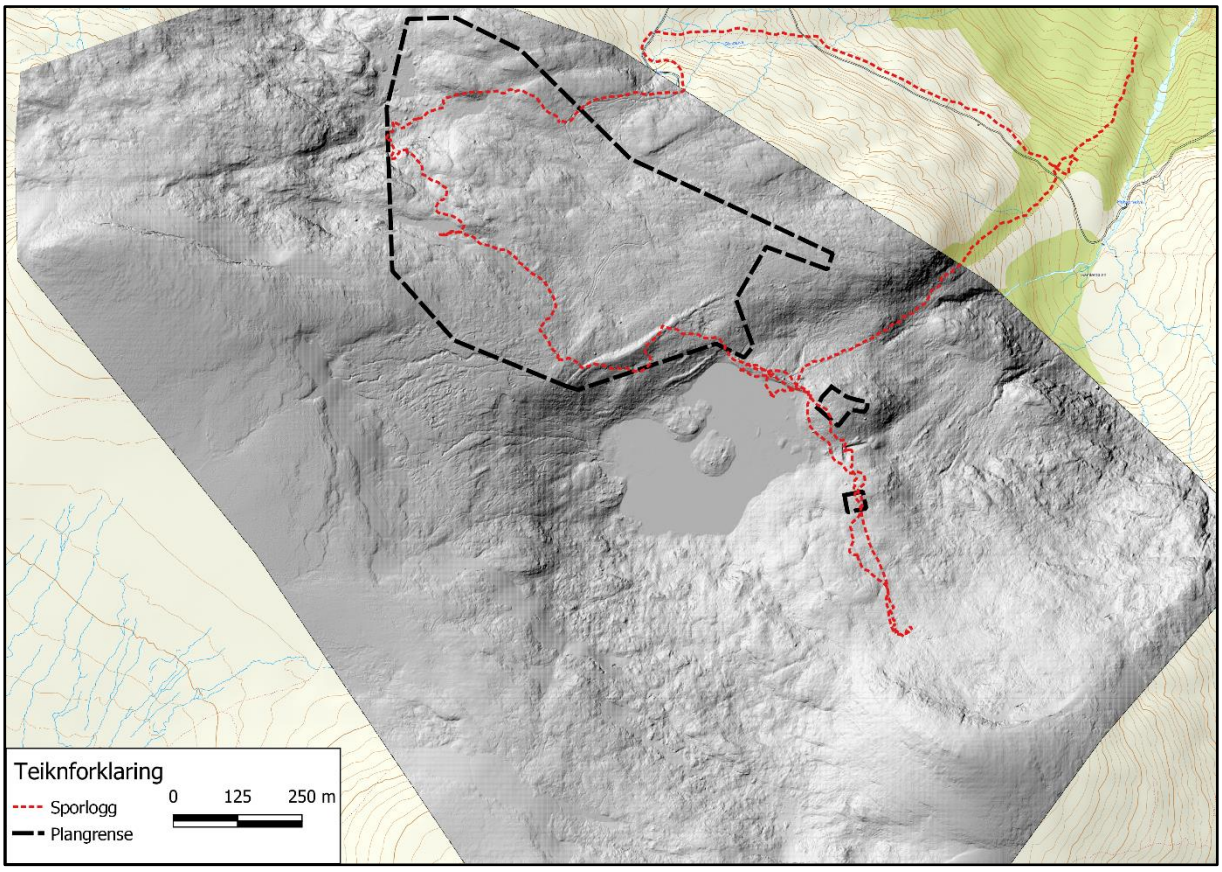
Figur 19: Bilete teke mot Rundehornet som viser karakteristiske lausmassar i området. Nedst i biletet er dei ei lausmasseskjering som viser tjukk moreneavsetjing. Oppover i lia vert tjukkelsen mindre, og lia er karakterisert av store moreneblokker som ligg spreidd. Oppunder dei brattaste partia ligg det steinsprangavsetjingar.

Figur 20: Moreneblokk i undersøkingsområdet.

5.4 Vassvegar

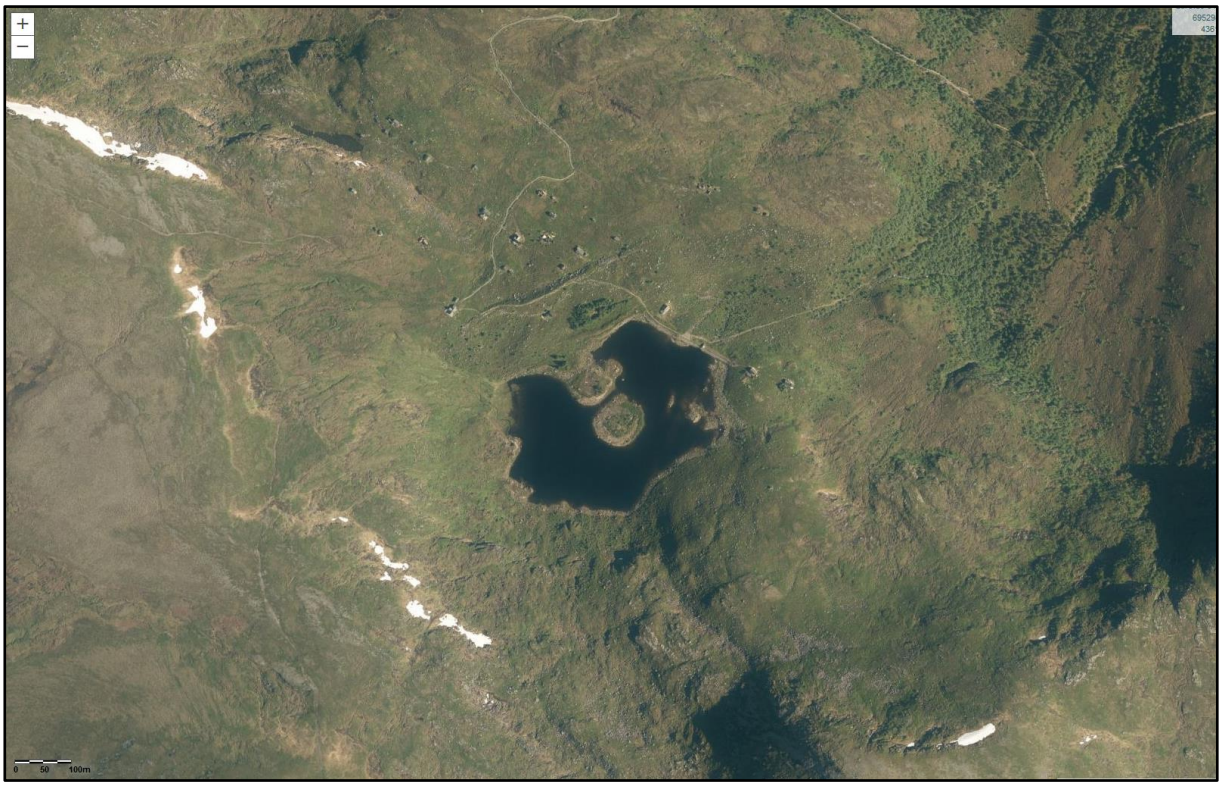
Figur 21: Nordvest i planområdet svingar to bekkar innom. Bekkane drenerer nordsida av Grøthornet.

5.5 Skyggerelieffkart



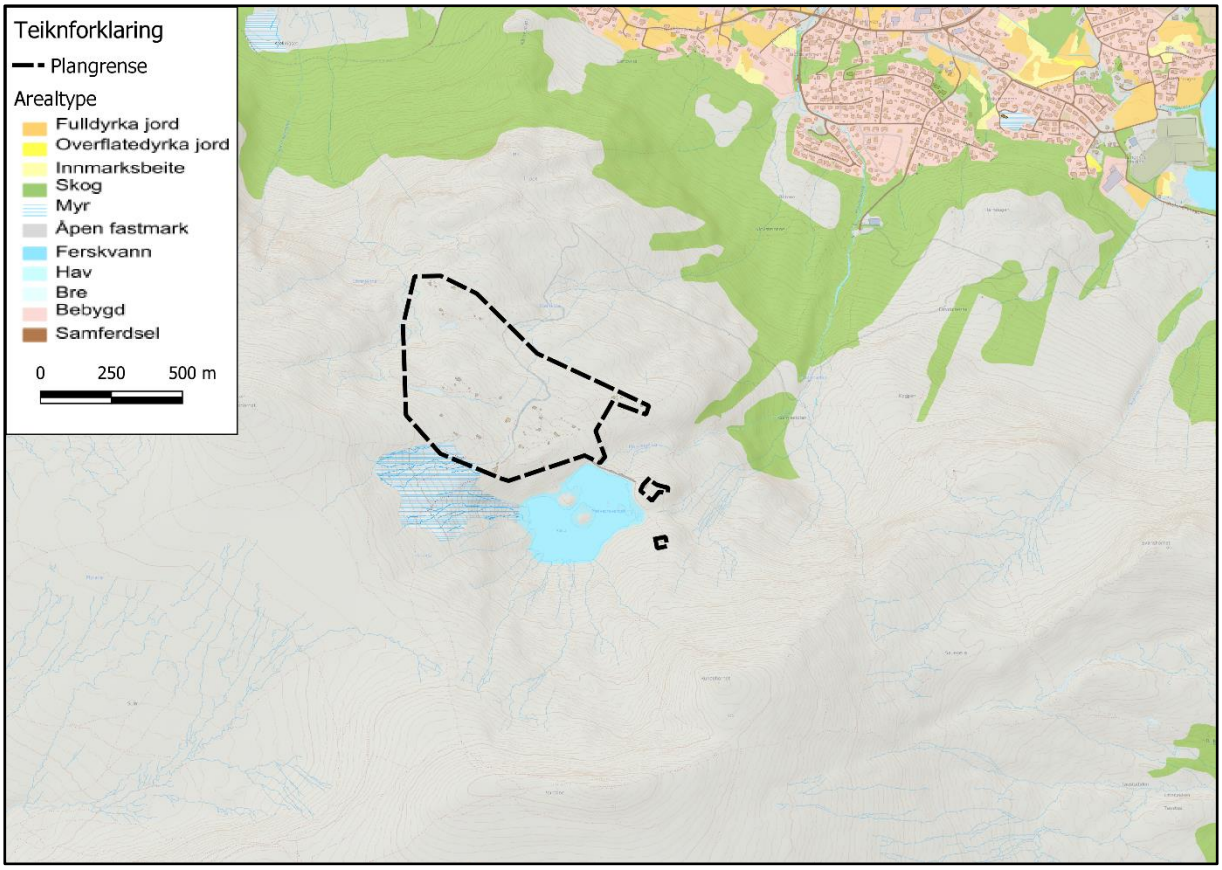
Figur 22: Skyggerelieffkart over undersøkingsområdet. Sporlogg er lagt på for å visa kva del av området som vart undersøkt på synfaringa.

5.6 Vegetasjon



Figur 23: Flyfoto frå undersøkingsområdet. Heile undersøkingsområdet ligg over tregrensa. Kartkjelde: norgeibilder.no.

Figur 24: Flyfoto frå 1968. Vegetasjonstilhøva har ikkje endra seg, og ein kan ikkje sjå spor etter skred når ein samanliknar flybileta. Kartkjelde: norgeibilder.no.



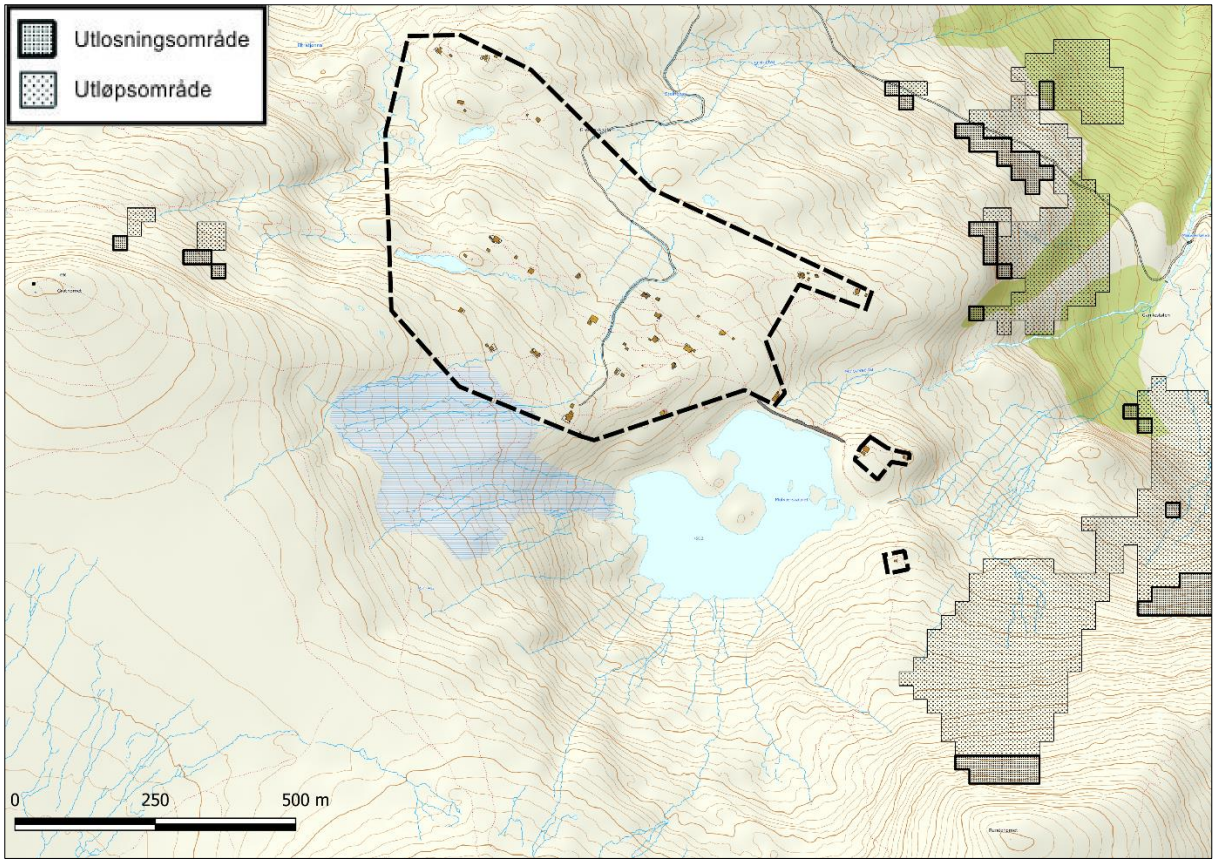
Figur 25: Kart over arealressursar i undersøkingsområdet. Planområdet ligg over skoggrensa, og arealtypen er markert som open fastmark, og i tillegg eit lite område som myr vest for Molværsvatnet. Kjelde: Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO).

5.7 Aktsemdkart

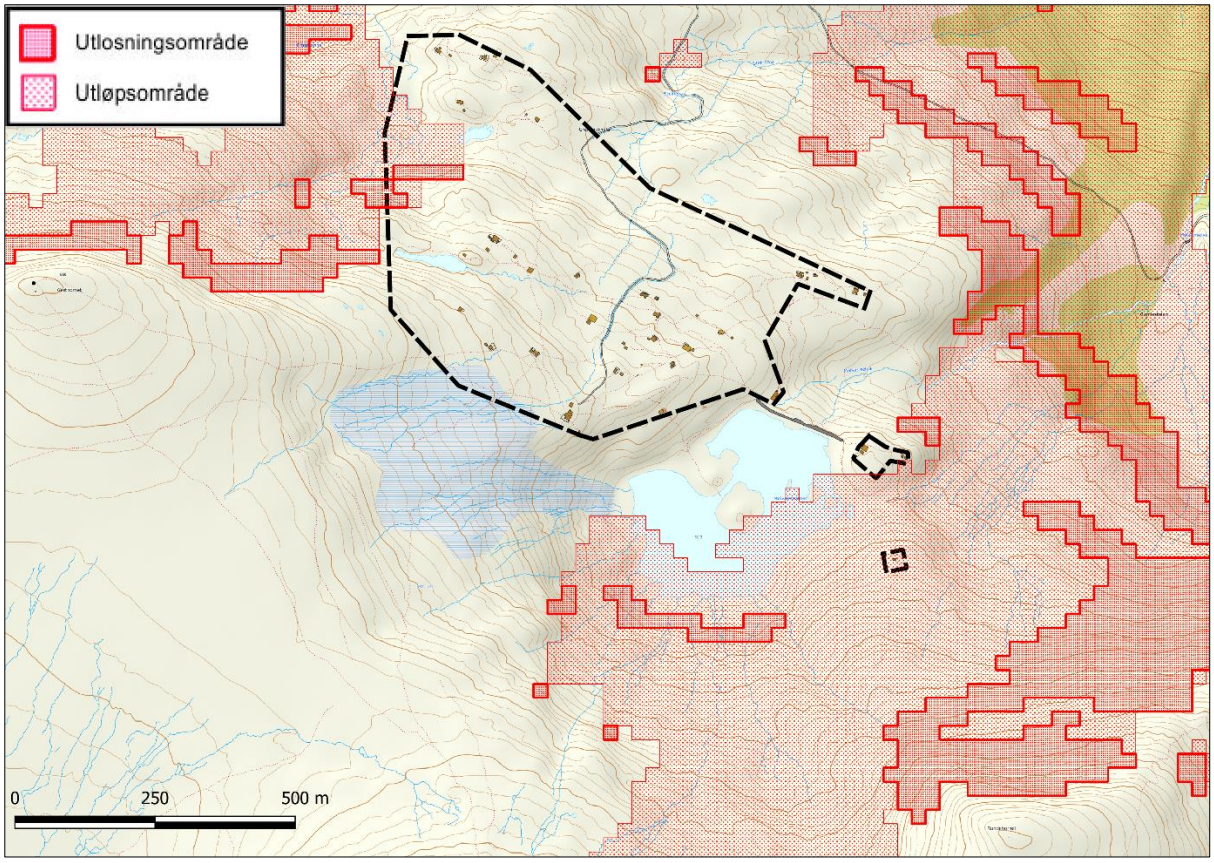
Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) er ansvarleg for aktsemdskart for steinsprang, snøskred og flaum- og jordskred på http://atlas.nve.no. Tenesta er utarbeidd i samarbeid med Norges geologiske undersøkelse (NGU), Statens vegvesen, Jernbaneverket og Forsvarets militærgeografiske tjeneste.

Aktsemdskarta 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 skredtypane. Aktsemdskarta 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.

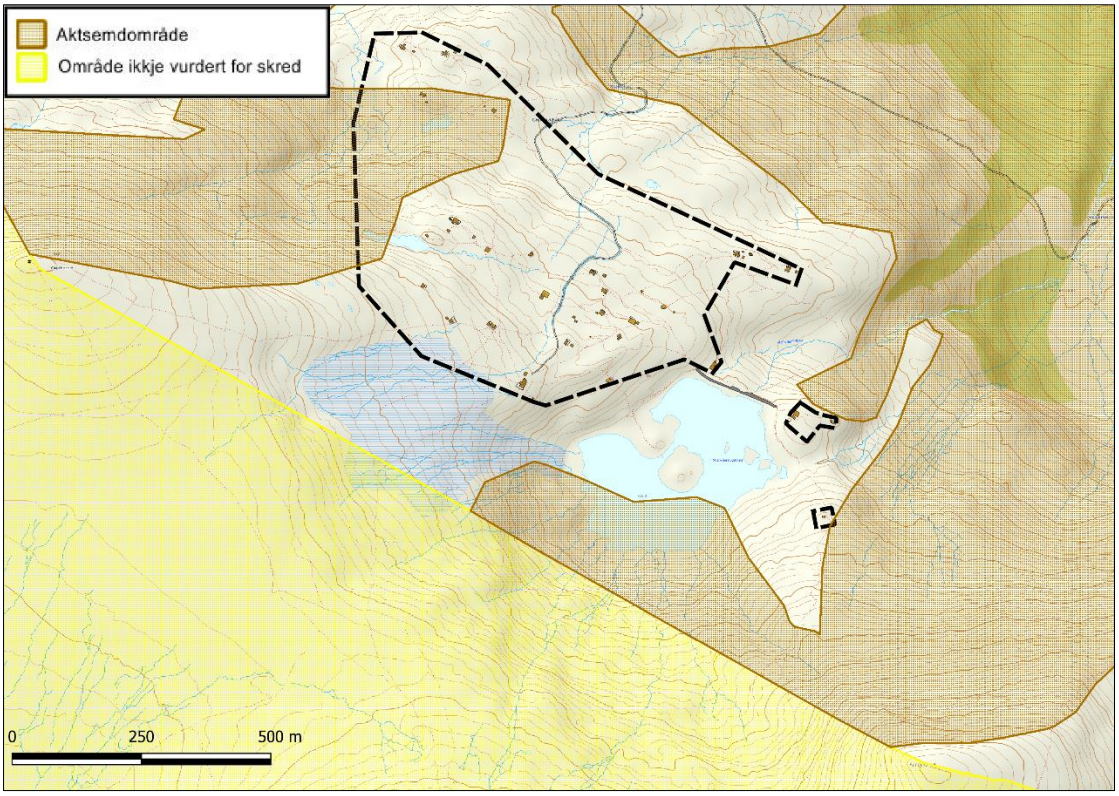
NGI sitt aktsemdkart for snø- og steinskred, bygger også på modellering av utløpslengder, men her er det i tillegg gjort enkel synfaring. Kartet kan difor overstyra NVE sine aktsemdkart for steinsprang og snøskred.



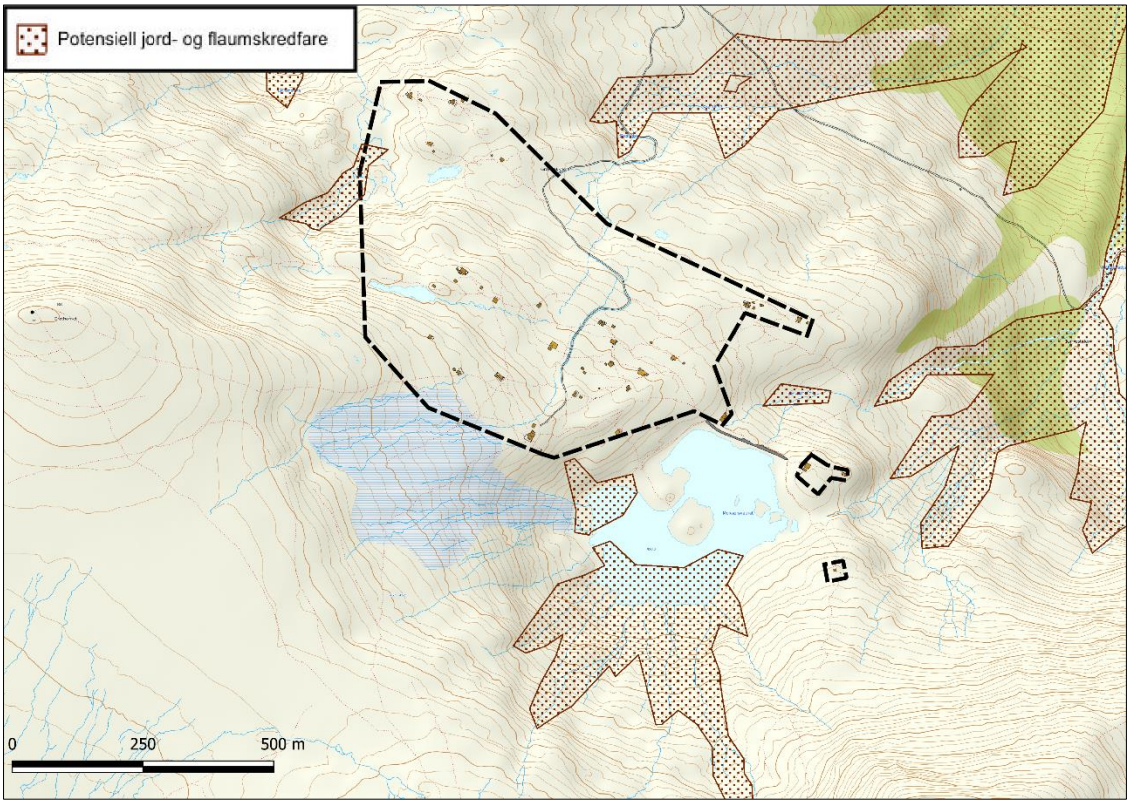
Figur 26: Aktsemdkart for steinsprang for det undersøkte området. Heile planområdet ligg utanfor aktsemdsområde for steinsprang.



Figur 27: Aktsemdkart for snøskred for det undersøkte området. Heile den sørlege eigedommen og ein del av området i nordaust ligg innanfor potensielt utløpsområde for snøskred.

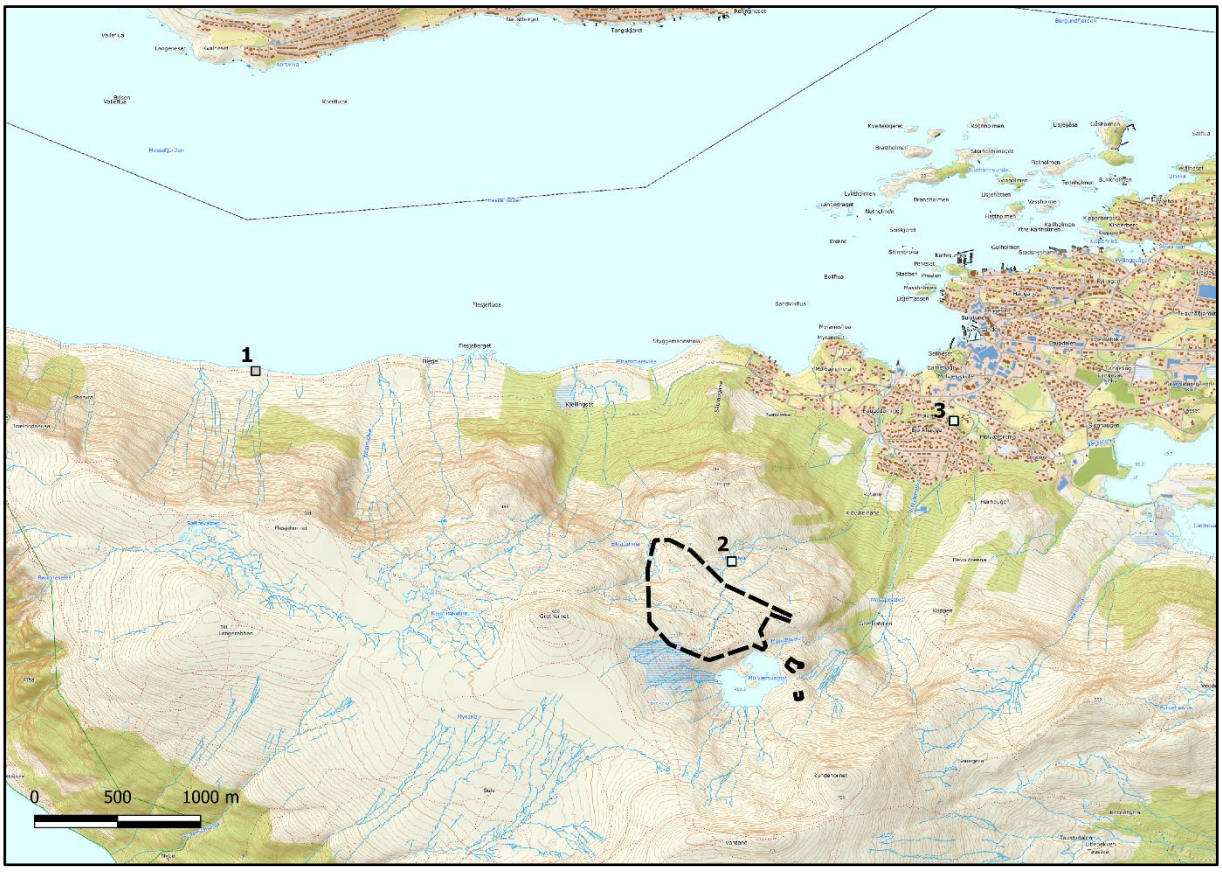


Figur 28: Aktsemdkart for snø- og steinskred. På dette kartet er det i tillegg til modellering av utløpslengder gjort enkel synfaring. Kartet viser at deler av kartlagd område er utanfor aktsemdområde for stein- og snøskred.



Figur 29: Aktsemdkart for jord- og flaumskred for det undersøkte området. Ein liten del i nordaust kan vere utsett for denne skredtypen, i fylgje kartet.

5.8 Historiske skredhendingar



Figur 30: Registrerte skredhendingar i og rundt det kartlagde området (svart stipla line). Det er ikkje registrert skredhendingar i det undersøkte området, men det er registrert eit snøskred like nord for undersøkingsområdet. Det er også registrert eit snøskred i Molvær og eit steinsprang heilt nede ved Hessafjorden nordvest for undersøkingsområdet. Den registrerte hendinga i Molvær er høgst truleg ei feilregistrering.

Tabell 4: Skildring av relevante skredhendingar i nærleiken til undersøkingsområdet. Nummereringa viser til nummer på figuren over. Informasjonen er henta frå skreddatabasen til NVE. Hending med nr. 3 er høgst truleg ei feilregistrering.

#	Skredtype	Dato	Skildring frå NVE Atlas
1	Steinsprang, Kalvestad	26.07.1749	Sula. På nordsida av øya låg plassen Kalvestad gnr. 115, mot Heissafjorden, saman med Flesje og Kjellingset. Plassen Kalvestad vart herja av stein/fjellskred om vinteren året 1749 eller hausten før, også mindre skred nokre år seinare, og vart på grunn av dette fråflytta heilt i 1780 og finst ikkje meir, men tuftene er enno å sjå. Store delar av innmarka vart dekt av stein og grus. Om der var omkomne veit vi ikkje. Hans Strøm (1762) nemner at dei frykta særleg ein stor stein høgt oppe i fjellsida, som dei var redd ville knuse husa om den kom, og "Til at forekomme saadan ulykke, der dessuden let kunde ramme baade mennesker og kvæg, pleie gaardens beboere at sætte skurrer eller trestytter under steenen ...og efter en gammel skik, som ei er uden overtro, pleie de og, for at afvende den overhængende fare, at give noget aarlig til nærmeste hospital".
2	Snøskred, tørt flakskred	28.02.2018	Fleire ferske flakskred i norvendte skråningar. Kan telle iallfall 4 skred frå bygd. Det største ligg rett aust for Molværsvatnet. Sannsynleg naturleg utløyst. Betydelig løsnekant.
3	Snøskred, tørt flakskred	30.03.2015	Kjørte ned fra stretet fra kolåstinden. utløste lite løssnøskred på 20 m bredt og som ble 60 m langt. så også mange snø skred utløst av sol.

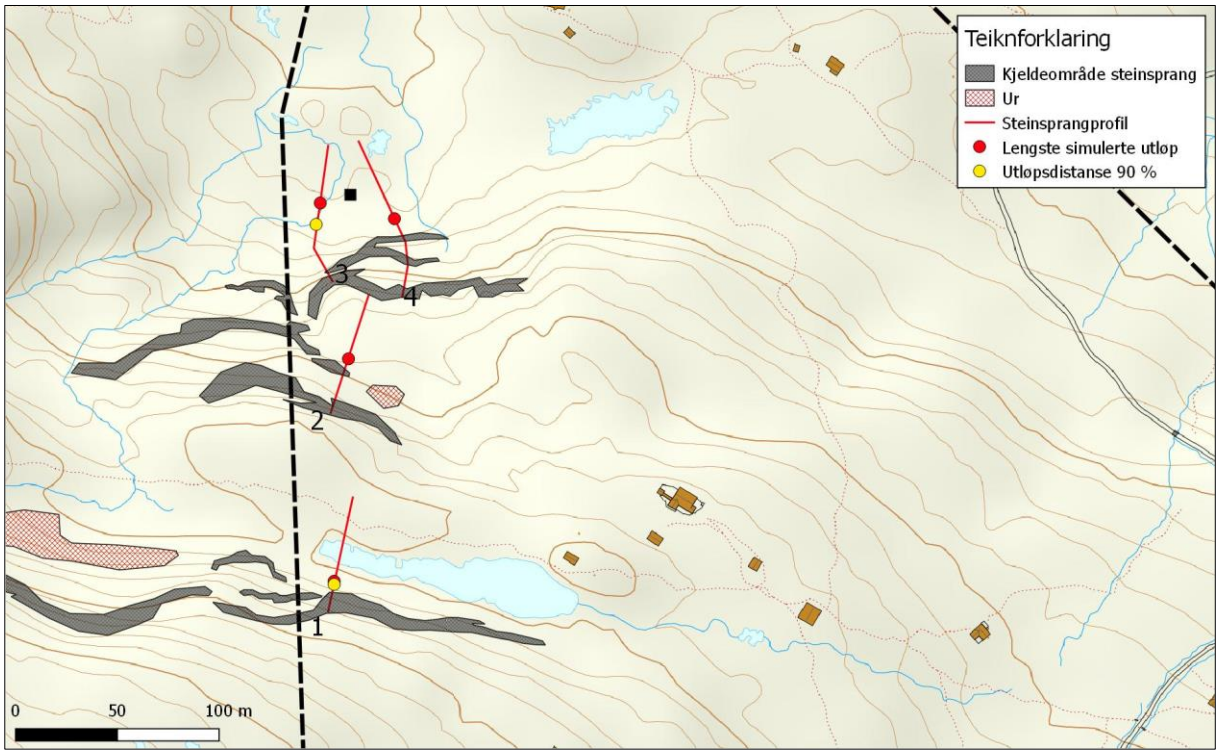
5.9 Resultat frå modellering

5.9.1 RocFall

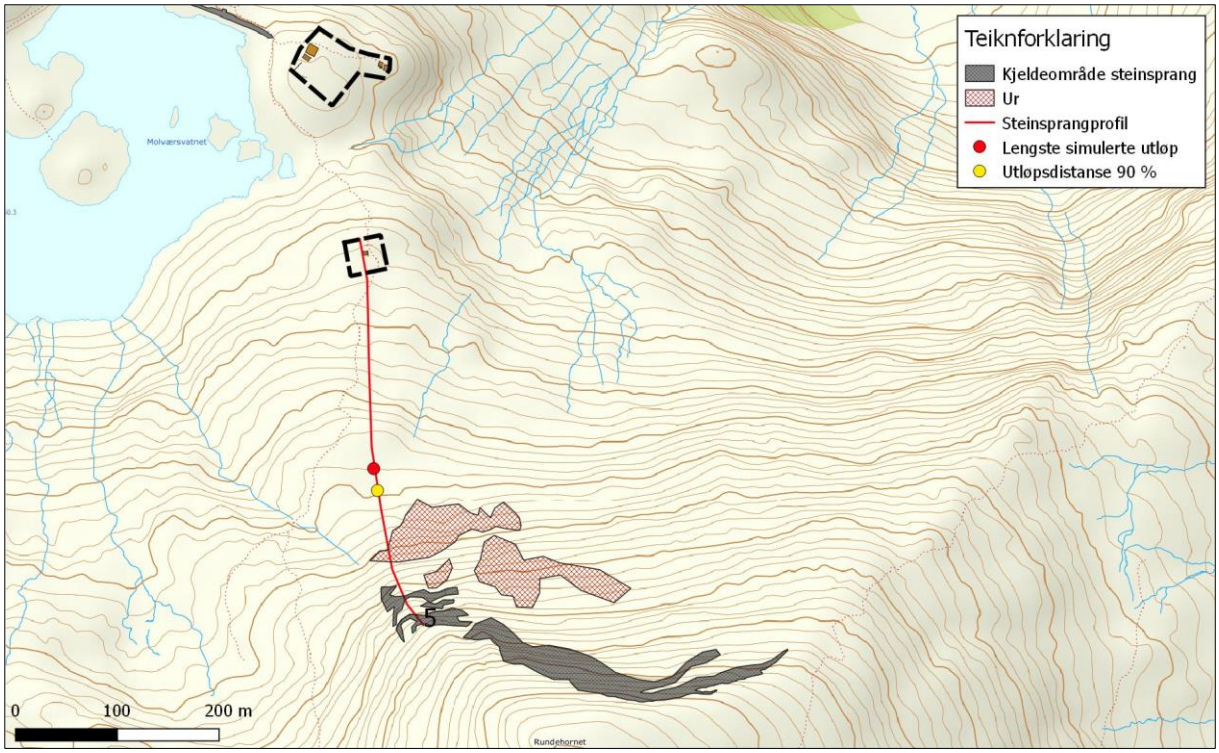
RocFall er eit digitalt todimensjonalt modelleringsverkty for kalkulering av utløpsdistanse for steinsprang. Det er levert av det kanadiske føretaket Rocscience Inc. Energi, fart og spretthøgd vert her kalkulert for heile skredbana. RocFall tek òg omsyn til friksjonen til skredbana, som er avhengig av 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 steinspranga. Langs dei todimensjonale profila kan ein ha underlag med ulik 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 erfaringsdata frå liknande område. Inndeling i underlag vert gjort basert på feltobservasjonar og flyfoto.

I simuleringane vart metoden «lump mass» nytta.

Det er gjort simulering langs fem profil, og frå kvart av kjeldeområda er det simulert 100 steinsprang. Kartgrunnlaget er henta Kartverket og består av terrengmodell med oppløysing 2 punkt per m^2. Som underlag har vi nytta parametrar som høyrer til fjelloverflate som vist i Tabell 5.



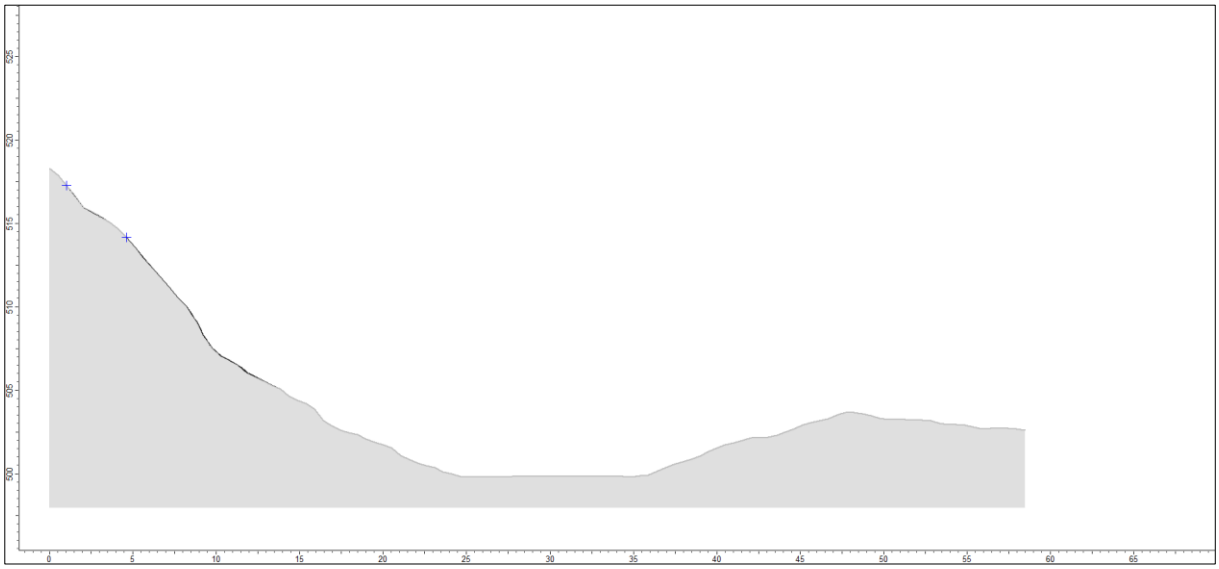
Figur 31: Plassering av dei fire av fem av profila som det er gjort steinsprangsimuleringar langs.



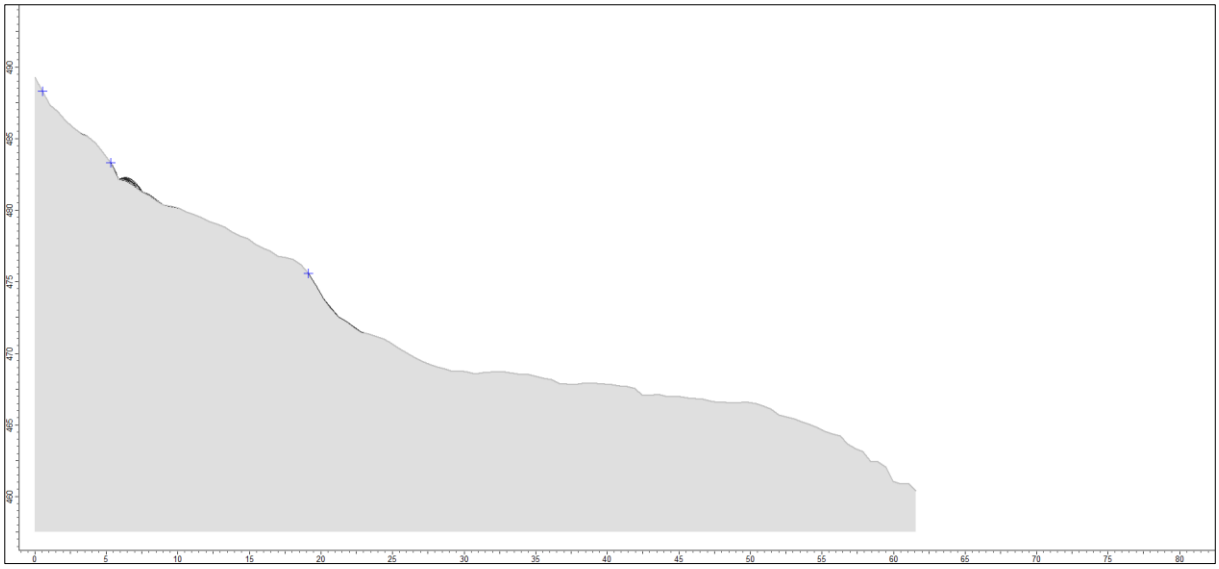
Figur 32: Plassering av profil 5, som det er gjort steinsprangsimuleringar langs.

Tabell 5: Oversikt over ulike underlag og deira tilhøyrande parametrar.

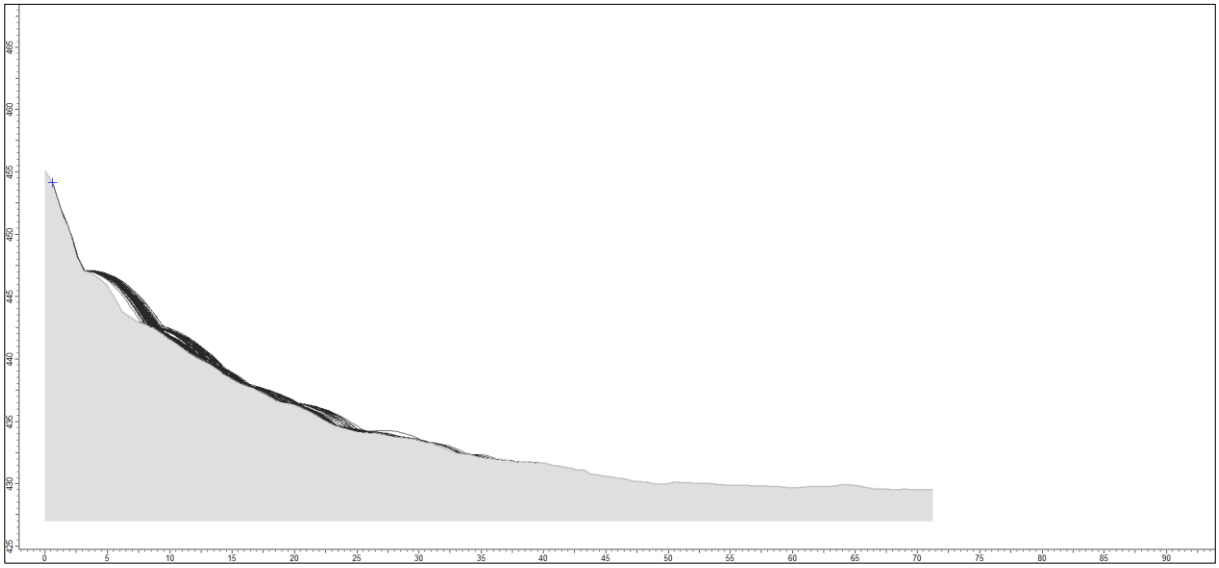
#	Slope Material	Normal restitution	Tangential restitution	Friction Angle	Slope Roughness (°)	Dynamic Friction	Rolling Resistance
	Fjelloverflate	0,53	0,99	30	0	0,58	0,20
	Fjellblottingar	0,35	0,85	40	0	0,50	0,15
	Ur	0,32	0,82	40	0	0,58	0,45
	Ur med vegetasjon	0,32	0,80	40	0	0,58	0,50
	Jord/blaut mark	0,30	0,80	40	0	0,58	0,55
	Asfalt	0,40	0,90	40	0	0,50	0,40



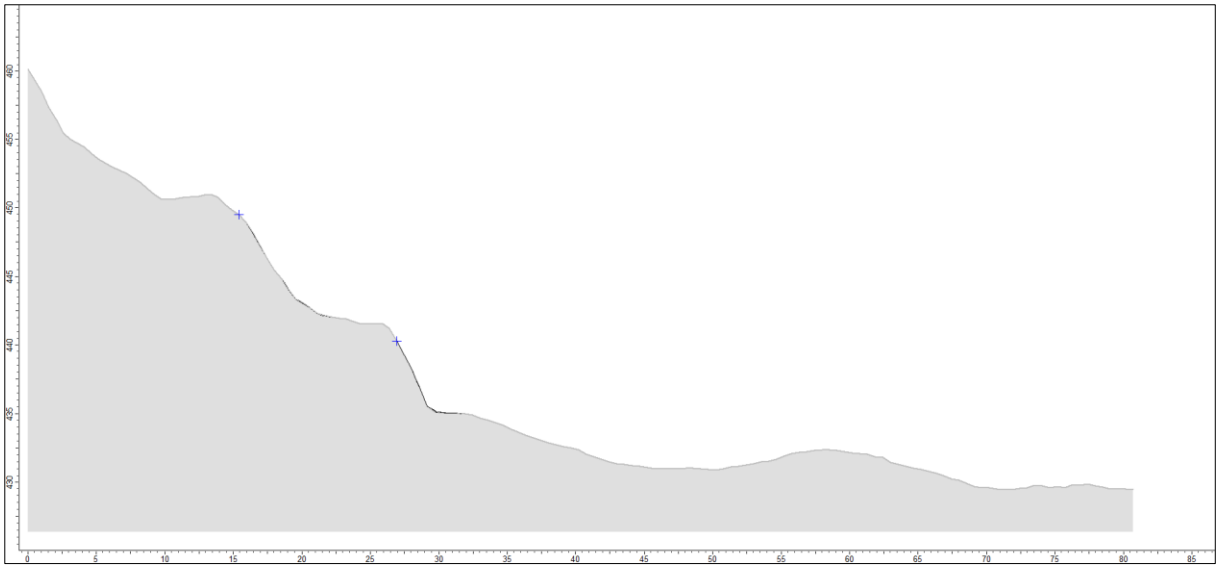
Figur 33: Resultat frå steinsprangsimulering langs profil 1.



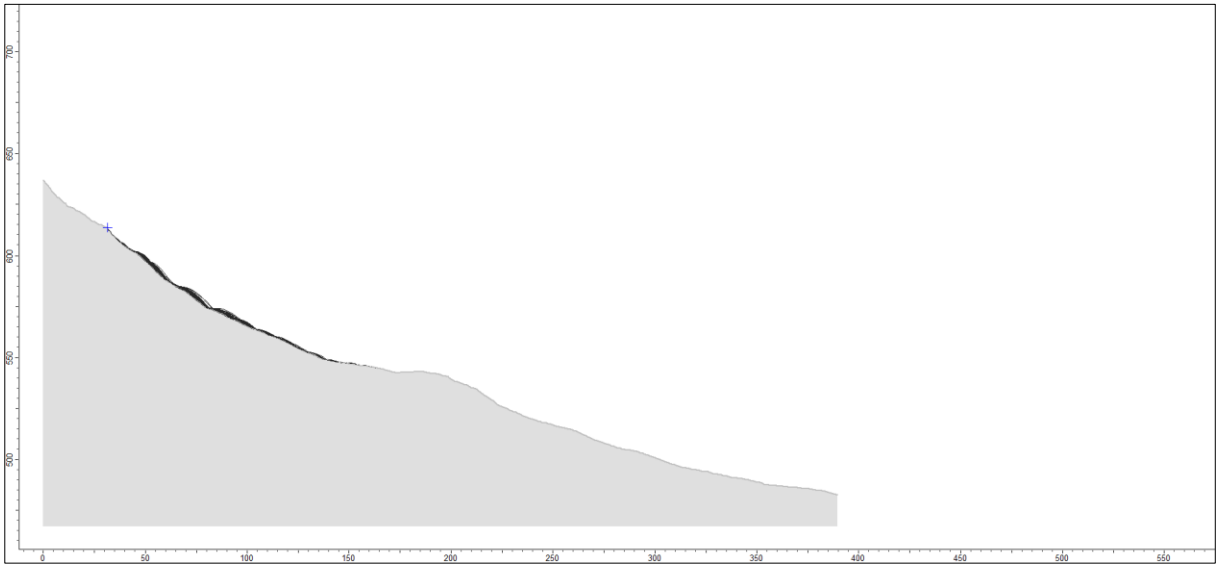
Figur 34: Resultat frå steinsprangsimulering langs profil 2.



Figur 35: Resultat frå steinsprangsimulering langs profil 3.



Figur 36: Resultat frå steinsprangsimulering langs profil 4.



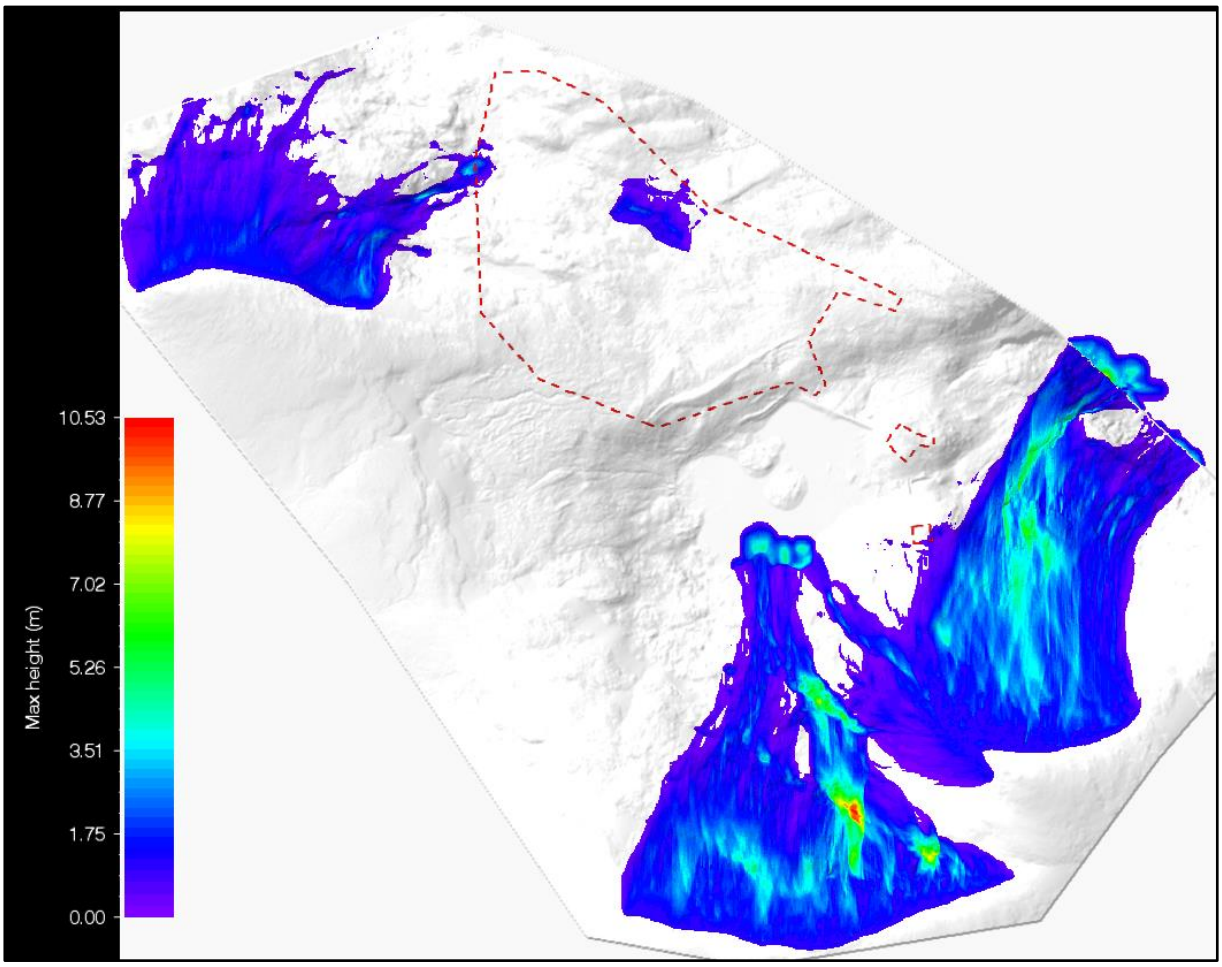
Figur 37: Resultat frå steinsprangsimulering langs profil 5.

5.9.2 RAMMS

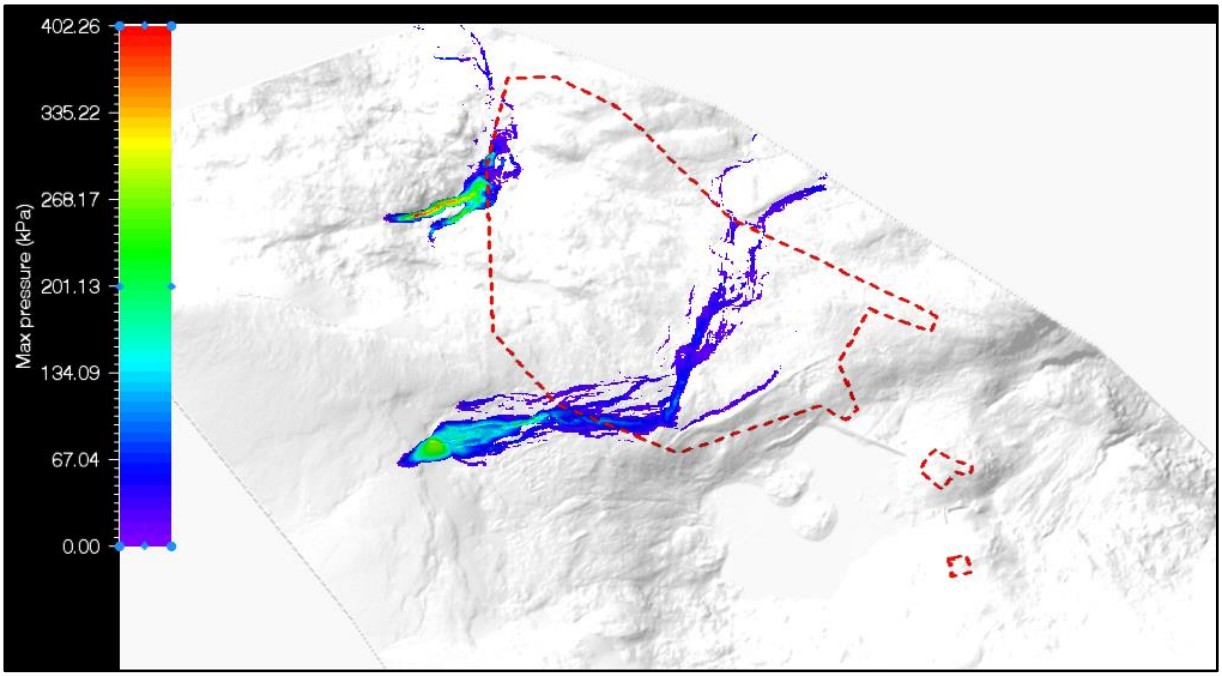
For å modellere utbreiinga av snøskred og sørpeskred, er RAMMS nytta. Figur 38 og Figur 39 viser resultata frå høvesvis modellering av snøskred og sørpeskred. Inputverdiane som er nytta i modelleringa er som følgjer:

- Snøskred:
    - RAMMS Avalanche
    - Utløyst snøhøgde: 1 m
    - Friksjonskoeffisientar som 300 år, både middels og store skred
    - 5 m terrengmodell

- Sørpeskred:
  - RAMMS Debris-Flow
  - Utløysingsvolum ~ 300-7000 m^3
  - $\mu = 0.01$ og $\xi = 600$
  - 1 m terrengmodell



Figur 38: Resultat frå modellering av utløpsområde for snøskred. Figuren viser maksimal utbreiing av snøskred.



Figur 39: Modellering av utløp for sørpeskred. I følgje modellen vil sørpeskred fylgje dei etablerte dreneringskanalane gjennom planområdet (markert med raud stipla line).

5.10 Skredtypar i bratt terreng

5.10.1 Snøskred

Snøskred blir gjerne delt inn i laussnøskred og flakskred. Laussnøskred er utløysing av skred i laus snø med liten fastleik, som gjerne startar med ei lita lokal utgliding. Etter kvart som nye snøkorn vert rive med utvidar skredet seg og får ei pæreform. Flakskred oppstår når ein større del av snødekket losnar som eit flak langs eit glideplan. Det er flakskred som har størst skadepotensiale. Snøskred losnar vanlegvis der terrenget er mellom 30 - 60^{o} bratt. Der det er brattare enn dette glir snøen stadig ut slik at det ikkje dannast større snøskred. Snøskred kan skape skredgufs/fonnvind med kraft til å utrette stor skade.

5.10.2 Steinsprang/steinskred

Når ei eller fleire steinblokker losnar og fell, sprett, rullar eller sklir nedover ei skråning brukar ein omgrepa steinsprang eller steinskred. Steinsprang er definert til å ha relativt lite volum (frå nokre få til hundre kubikkmeter) og skjer hyppigare enn steinskred. Steinsprang og steinskred losnar oftast i bratte fjellparti der terrenghallinga er større enn 40 - 45^{o}, men kvaliteten på berggrunnen vil vere heilt avgjerande for dette.

Utløysingsmekanismar for steinsprang kan vere kraftig nedbør som aukar porevasstrykket, rotsprenging, rotvelte, termisk ekspansjon og frostsprenging.

5.10.3 Jordskred

Jordskred startar med ei plutseleg utgliding i vassmetta lausmassar og blir som regel utløyst i skråningar som er brattare enn 25 - 30°. Grovt rekna skil ein i Noreg mellom kanaliserte og ikkje-kanaliserte jordskred.

Eit kanalisert jordskred skapar ein kanal i lausmassane som seinare fungerer som skredbane for nye skred. Skredmassar kan bli avsett og danne langsgåande ryggar parallelt med kanalen. Når terrenget flatar ut blir skredmassane avsette i ei tungeform. Over tid bygger fleire slike skred ei vifte av skredavsettingar.

I eit ikkje-kanalisert jordskred flyttar massane seg nedover langs ei sone som kan bli gradvis breiare.

Mindre jordskred kan oppstå i slakare terreng med finkorna, vassmetta jord og leire, gjerne på dyrka mark eller i naturleg terrasseforma skråningar i terrenget.

5.10.4 Flaumskred

Flaumskred er eit raskt, vassrikt, flaumliknande skred som følgjer elve- og bekkelaup, eller i ravinar, gjel eller skar utan permanent vassføring. Hellinga kan vere ned mot 10°. Skredmassane kan bli avsette som langsgåande ryggar på sida av skredløpet, og oftast i ei stor vifte nedst, der dei grovaste massane ligg ved rota av vifta og finare massar blir avsett utover vifta. Massane i eit flaumskred kan kome frå store og små jordskred langsetter flaumløpet, undergraving av sideskråningar og erosjon i løpet, eller i kombinasjon med sørpeskred.

5.10.5 Sørpeskred

Sørpeskred er straum av vassmetta snømassar. Sørpeskred følgjer oftast senkingar i terrenget, og oppstår når det er dårleg drenering i grunnen, til dømes på grunn av tele og is. Sørpeskred kan gå i slakt terreng, til dømes når kraftig snøfall blir etterfølgd av regn og mildver. Om våren kan sørpeskred bli utløyst i fjellet når varme gjev intens snøsmelting. Skredmassane har høg tettleik og sjølv skred med låge volum gje stor skade. Det er ikkje utarbeidd aktsemdkart for sørpeskred.

5.10.6 Skredfare og klimaendringar

I delar av landet vil klimautviklinga gje auka frekvens av skredtypar som er knytt til regn, snø og flaum. Det gjeld først og fremst jordskred, flaumskred, snøskred og sørpeskred. Hyppigare episodar med ekstremnedbør vil og kunne gje auka frekvens av steinsprang og steinskred.

Det er likevel ikkje grunn til å tru at dei svært store sjeldne skreda vil bli større eller kome oftare. Når ein kartlegg faresoner for skredfare er det difor ikkje naudsynt å legge til ein ekstra margin som følgje av klimautviklinga.