

**Skredfarevurdering ved
Skiferbrot i
Nordheringslii i Vågå
kommune**



Sunnfjord Geo Center

Prosjektinformasjon og status

Dokumentnr.:	Dokumenttittel:		
2018-07-103C	Skredfarevurdering ved skiferbrot i Nordheringslii, Vågå kommune		
Klassifisering:	Revisjon	Distribusjon:	
Intern	0	Oppdragsgjevar	
Leveransedato:	Status:	Sider:	
29.10.2019	Godkjend rapport	27	

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	Nordplan AS Vågåvegen 35 2680 VÅGÅ v/ Øyvind Sødal 96 79 79 90 os@nordplan.no

Fagområde:	Dokumenttype:	Lokalitet:
Geologi	Rapport	Vågå
Feltarbeid utført av:	Dato for feltarbeid:	Signatur:
Torkjell Ljone	11. september 2018	Torkjell Ljone (sign.)
Rapport utarbeidd av:	Dato for ferdigstilling:	Signatur:
Rev 0: Torkjell Ljone	29.10.2019	Torkjell Ljone (sign.)
Rapport kvalitetssikra av:	Godkjend, dato:	Signatur:
Rev 0: Even Vie	29.10.2019	Even Vie (sign.)
Rapport godkjend av:	Godkjend, dato:	Signatur:
Rev 0: Even Vie, Dagleg leiar	29.10.2019	Even Vie (sign.)

Innholdsliste

Samandrag	5
1. Innleiing	6
1.1 Undersøkt område	6
1.2 Føremål og historie	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	9
2.3 Berggrunn	10
2.4 Lausmassar	10
2.5 Vassvegar	10
2.6 Vegetasjon	11
2.7 Aktsemdområde	11
2.8 Klima og klimatada	12
2.9 Historiske skredhendingar	14
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	16
3.4 Jord- og flaumskred	17
3.5 Snøskred	19
3.6 Sørpeskred	21
3.7 Faresonekart	21
4. Føresetnader for konklusjonane	23
4.1 Skog	23
4.2 Viktige terrengformer	23
5. Handtering av overvatn	24
5.1 Flaumvassvegar	24
6. Anleggssikring med omsyn til naurrisiko	26
6.1 Vurdering	26

7. Referansar	27
8. Vedlegg	I
8.1 Berggrunn.....	I
8.2 Lausmassekart.....	I
8.3 Vassvegar og kritiske punkt.....	II
8.4 Skyggerelieffkart.....	VI
8.5 Vegetasjon.....	VII
8.6 Aktsemdkart.....	VIII
8.7 Historiske skredhendingar.....	X
8.8 Resultat frå modellering.....	XII
8.9 Skredtypar i bratt terreng.....	XXI

Samandrag

Sunnfjord Geo Center AS har utført skredfarevurdering etter TEK17 ved eit planområde ved eit tidlegare skiferbrot i Nordheringslii i Vågå kommune. Skredtypane lausmasseskred (jord- og flaumskred), snøskred, sørpeskred og steinsprang/steinskred er vurdert.

Dovreskifer AS ynskjer å søka om prøvedrift i skiferbrotet og vil i samband med det ha ei pausebrakka der det vil vera 2-3 personar. Det skal ikkje vera overnatting i brakka. Vågå kommune har bede om at det vert utført skredfarevurdering etter TEK17 i samband med søknaden. Vi leverte skredfarerapport i oktober 2018, og for eit utvida planområde i mars 2019.. I dei to fyrste leveransane tok vi omsyn til skogen i skredfarevurderingane. På grunn av problem med å definera vernskog utanfor planområdet, har vi i denne leveransen ikkje tatt omsyn til skogen i skredfarevurderinga som er gjort.

Planområdet ligg mellom 550 m o.h. til 715 m o.h. på vestsida av elva Finna. Vestover er det ei skogkledd, relativt slak fjellsida opp mot fjellet Ruppøi (1355 m o.h.)

Det er ikkje registrert tidlegare skredhendingar i denne fjellsida i skred databasen til NVE.

Skredfarevurderinga viser at det er fare for steinsprang frå dei loddrette fjellveggane i det tidlegare skiferbrotet i nedre del av planområdet.

Ved hjelp av feltarbeid og terrengeanalyse av laserskanna data har vi kartlagd dreneringsvegane i og ovanfor planområdet. Skredfarevurderinga viser at det er fare for flaumskred i enkelte av dreneringsvegane, og at årleg sannsyn for at desse når planområdet er høgare enn 1/100.

I nordvestlege del av planområdet er det fare for utløysing av snøskred.

Det er utarbeidd faresonekart som viser faresoner med årleg sannsyn $\geq 1/100$ og $\geq 1/1000$. Kartet viser at i området der det skal etablerast pausebrakka er årleg sannsyn for skred $< 1/1000$. Med andre ord kan det etablerast byggverk som kjem inn under både S1 og S2 i TEK17 i det aktuelle området.

Til slutt i dokumentet har vi tatt med vurderingar knytt til handtering av overvatn og vurdering av anleggssikring med omsyn på naturrisiko.

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. I skredfarevurderinga som er gjort er det ikkje tatt omsyn til skogen sin effekt.

1. Innleiing

1.1 Undersøkt område

Planområdet ligg ved eit skiferbrot som ligg i Nordheringslii, på eigedom med gards- og bruksnummer 69/3 m.fl. på vestsida av elva Finna, i Vågå kommune. Figur 1 viser plassering av planområdet. Undersøkingsområdet består av det planområdet og nærliggande område. Registreringskartet viser meir nøyaktig kva område som er undersøkt.

1.2 Føremål og historie

Sunnfjord Geo Center AS (SGC) har utført skredfarevurdering etter TEK17 for planområdet, som er vist i Figur 1. Det vil sei vurdering av fare for skredtypane lausmasseskred (jord- og flaumskred), steinsprang, snø- og sørpeskred. Nordplan er i gang reguleringsplanarbeid for området og har sendt oss kartgrunnlag som viser området som skal regulerast (omtala som planområde vidare i rapporten). Samtidig med reguleringsplanarbeidet ynskjer Dovre Skifer AS å starta prøvedrift i det tidlegare skiferbrotet. Sist det var drift i skiferbrotet var ein gong på 1990-talet. Vågå kommune har bede om at skredfaren i området vert dokumentert etter krava i byggt teknisk forskrift, TEK17.

SGC lagde ein skredfarerapport for dette området i oktober 2018 (Ref-1). Etter det har planområdet vorte utvida til å dekkja ein tilkomstveg inn til skiferbrotet. I mars 2019 vart det laga ein ny skredfarerapport for det utvida området (Ref-7). Skredfarevurderinga gjeld for planområdet som er vist i Figur 1. Avgrensing av planområdet og plankart er mottatt av Nordplan AS og er datert 09.01.2019.

I dei to fyrste leveransane tok SGC omsyn til skogen sin vernande effekt for utløyising og bremsing av skred. Område der det var tatt omsyn til skogen i skredfarevurderinga vart merka som vernskog, og mesteparten av dette låg utanfor planområdet. På grunn av vernskogområde utanfor planområde, har vi vorte bedne om å revidera rapporten slik at det ikkje vert tatt omsyn til skogen sin vernande effekt.

Vi presiserer at skredfarevurderinga er gjort med utgangspunkt i noverande terrengforhold. 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 Byggt teknisk forskrift (TEK17) § 7-3. Tryggleikskrava er skildra og tolka i rettleinga til forskrifta.

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

Byggverk der konsekvensane av skred er særleg stor 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 3 tryggleiksklassane S1-S3.

Tabell 1: I byggt teknisk 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, einbustader
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 bueningar 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 planområdet er det i dag ingen byggverk. Det er plan om å setja opp ei pausebrakka først i nedre del, og seinare lengre oppe i dalsida. Pausebrakka vil fungera som pauserom for 2-3 arbeidarar under arbeidsdagen, og det skal ikkje vera overnatting på brakka.

1.4 Oppdragsgjevar

Oppdragsgjevar er Nordplan AS.

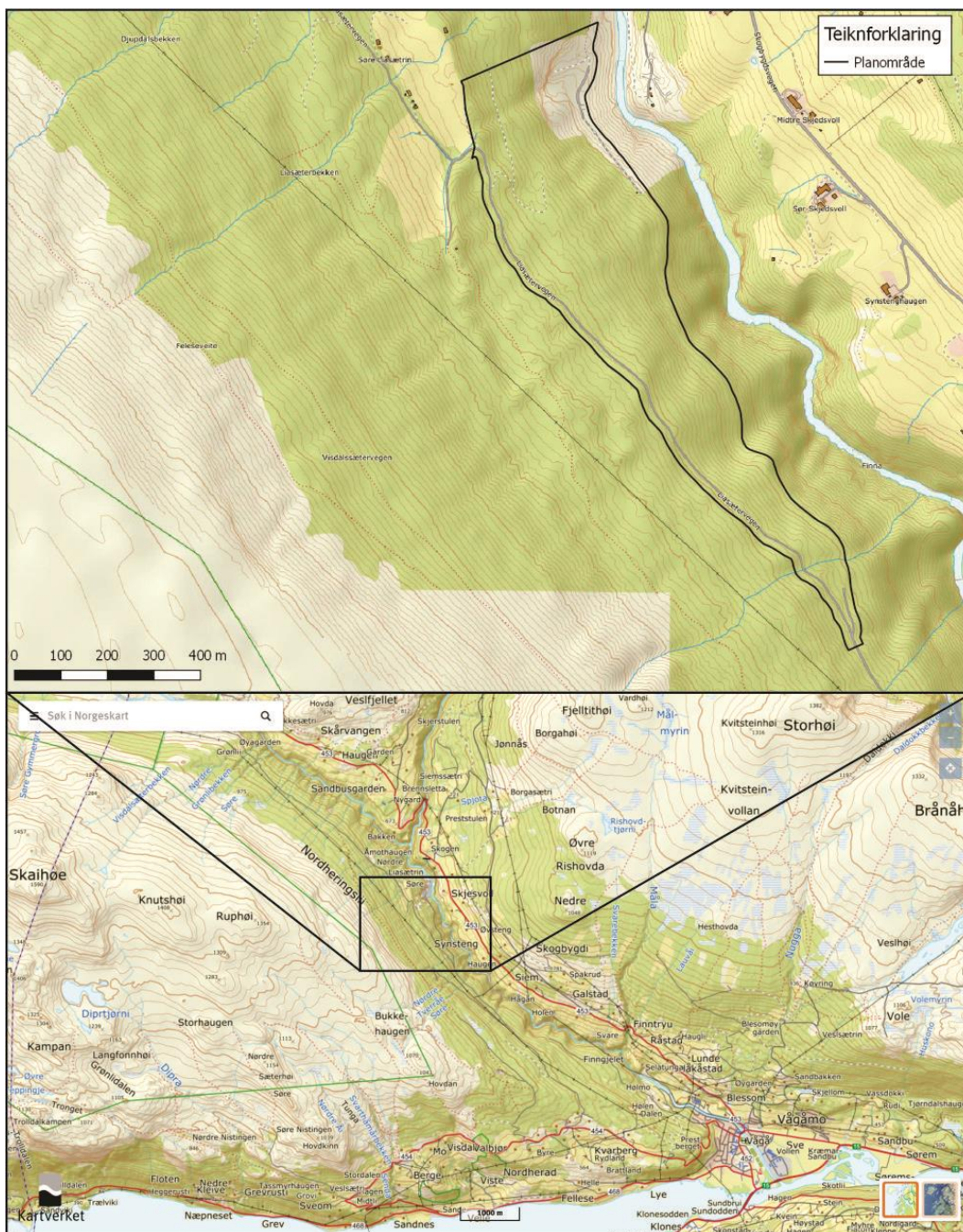
1.5 Leveranse

Leveransen består av rapport i .pdf-format og i tillegg digitale faresoner levert i .dxf-format til Nordplan AS.

2. Om det undersøkte området

2.1 Områdeskildring

Planområdet ligg på vestsida av elva Finna som renn søraustover mot Vågåmo (Figur 1). Nedre del av planområdet er på kring 550 m o.h. og øvre del ligg på kring 715 m o.h. Aust for planområdet er det ei bratt elveskråning ned til Finna. Høgdeskilnaden på elva og starten på planområdet er kring 30 m i nordlege del og 160 m i sørlege del av planområdet. I vest er det ei relativt slak fjellsida opp mot fjellet Ruphøi (1355 m o.h.). Skredfarevurderinga gjeld for planområdet, og i tillegg til dette området har vi undersøkt område i nærleiken som kan vera kjeldeområde for skred ned mot planområdet. Figur 2 viser kva del av planområdet der det skal takast ut skifer, rekkefylgje på uttak og plassering av pausebrakke med meir.



Figur 1: Planområdet ligg i Nordheringslii, på vestsida av elva Finna i Vågå kommune.

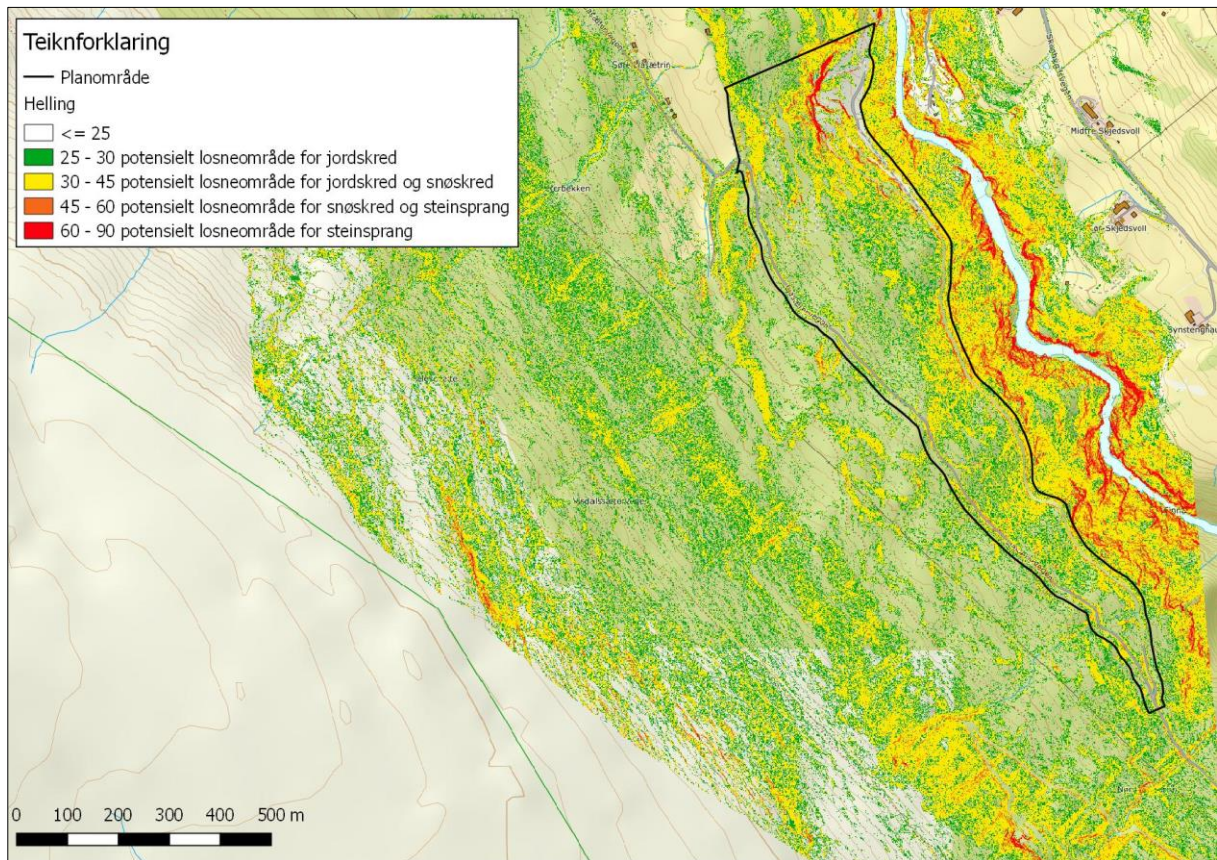


Figur 2: Kart som viser kvar det skal hentast ut massar og plassering av riggbrakke. Teikna 24.01.2019 av Nordplan AS. Plassering av riggbrakke kan endrast.

2.2 Hellingskart

I planområdet er det tilnærma loddrette fjellveggar etter tidlegare uttak av skifer. Ovanfor her er det flatare terreng som for det meste har under 25° helling, enkelte område har under 10° helling. Dei einaste større områda med over 30° helling finn ein i ei skråning i nordvestre hjørne av planområdet, og i tillegg i eit område mellom tilkomstvegen og Liasætervegen. Skråninga i nordvestre hjørna har opp mot 40° helling, og ligg på nedsida av eit relativt flatt område som består av dyrka mark (Figur 3). Det bratte området mellom tilkomstveg og Liasætervegen har ei helling rundt 40° . Fjellsida ovanfor planområdet er relativt slak, for det meste under 25° .

Unnataka er langs dreneringsvegane og eit område øvst i fjellsida, over tregrensa. Hellingskartet er basert på terrengmodell med oppløysing på 0,25 m x 0,25 m og har difor god oppløysing.



Figur 3: Hellingskart for planområdet og fjellsida ovanfor. I nordre del av planområdet er det nærmast loddrette fjellveggar etter tidlegare uttak av skifer. Fjellsida ovanfor har for det meste helling under 25°.

2.3 Berggrunn

Berggrunnen i det undersøkte området er av NGU kartlagd som fyllitt, glimmerskifer (sjå vedlegg 8.1).

2.4 Lausmassar

Lausmassekartet til NGU (sjå vedlegg 8.2) viser at heile det planområdet er kartlagd som tjukk moreneavsetjing. Lengre opp i fjellsida ovanfor planområdet er det kartlagd tynn moreneavsetjing. På motsett side av elva er det ryggforma breelvavsetjingar (eskerar).

2.5 Vassveggar

På karta til Kartverket er det registrert fleire dreneringsveggar som renn nedover fjellsida i Nordheringslii og ned i Finna. Ovanfor nordlege del av planområdet er det registrert to dreneringsveggar og desse vert samla i ei gjennomføring (kulvert) under Liasætervegen. Bekken er berre kartlagd kring 15 m inn i planområdet. Ved hjelp av kartlegging frå synfaring og skyggerelieffkart har vi kartlagd bekken vidare nedover i planområdet, og dette er vist i registreringskartet. Bekken deler seg og renn på begge sider av ei lita ryggform der den møter traktorvegen i planområdet. Bekkane vert igjen samla når dei når sjølve skiferbrotet og renn ut

av planområdet og ned i Finna i nordaustre hjørne. Bekken renn i eit tynt lausmassedekke og har erodert seg ned i dette og eit stykke i fjellet under. Utanom der dreneringsvegen kryssar traktorvegen renn den i ein definert kanal. Delar av traktorvegen er vaska vekk på grunn av dreneringsvegen. Sjå Vedlegg 8.3 for fotografi og Vedlegg 8.4 for skyggerelieffkart. I nordlege del av planområdet er det òg ei lita stikkrenne som kjem ut nedanfor den dyrka marka, som den truleg går i røyr under. Utløpet til stikkrenna er i toppen av den bratte skråninga i planområdet. Her er det ingen definert kanal og det er vanskeleg å fylgja dreneringsvegen vidare nedover. Skråninga har eit tynt lag med lausmassar som viste teikn på utvasking på grunn av vatnet, men det vart ikkje observert spor etter større utrasingar. I sørlege del av planområdet er det ei elv/bekk som kjem ned frå fjellsida som går i røyr under Liasætervegen og tilkomstvegen. Denne renn i ei godt definert renne heile vegen frå Finna og langt oppover i fjellsida. Sjå Vedlegg 8.3 for detaljar.

På grunn av ei ryggform vest for nordlege del av planområdet er det avgrensa kor mykje overflatevatn som renn i området aust for denne ryggen, sidan all nedbør ovanfor her vert leia inn i eksisterande dreneringsveg. Pausebrakkka skal plasserast nedanfor denne ryggen.

Sidan vassvegane er lagt i røyr fleire stadar i og like ovanfor planområdet kan dette vera kritiske punkt ved flaumhendingar. SGC har ikkje vurdert dimensjonering på kulvertar eller gjort flaumfarevurderingar i denne leveransen.

2.6 Vegetasjon

I den delen av planområdet der det er skiferbrot, er det ung lauvskog som dominerer. Ovanfor skiferbrotet består vegetasjonen av ei blanding av lauv- og nåleskog som veks tett. Denne skogen dekker fjellsida heilt opp til tregrensa på kring 950 m o.h. Unnataket er dyrka mark og beiteområde i tilknytning til Søre Liasætrin. Ovanfor tregrensa vest for nordlege del av planområdet, er det ei lita skråning som hellingskartet viser har opp mot 45° helling. Frå flyfoto kan ein sjå at det er spor etter utvasking eller utrasing frå dette området. Det er tynne renner utan skog som strekk seg 50-100 m inn i skogen. Flyfoto frå 1964 viser at fjellsida var dekkja av skog den gongen òg, og at tregrensa var kring 20 høgdemeter lågare. På flyfotoet frå 1964 ser ein dei same rennene ned frå skråninga øvst i fjellsida. Sjølv om tregrensa var lægre på den tida går ikkje desse rennene lengre ned i fjellsida enn i dag. Vi tolkar det difor som at det er vatn langs rennene i terrenget, og ikkje snøskred som gjer at det er renner utan skog øvst i skogen. Utanom skråninga over tregrensa, veks det tett skog i alle andre område som kan vera potensielle losneområde for snøskred og lausmasseskred. Denne type skog som veks i potensielle utløysingsområde for lausmasseskred og snøskred, vurderer vi til å stabilisera lausmasse- og snødekket, og dermed redusera faren for utløysing av desse skredtypene. I denne leveransen har vi likevel ikkje tatt omsyn til skogen sin vernande effekt. Nedanfor dei bratte fjellsidene i skiferbrotet er det berre tynn lauvskog, og vi har difor ikkje vektlagt skogen sin bremsande effekt for steinsprang herifrå.

Sjå Vedlegg 8.5 for flyfoto og fotografi frå felt.

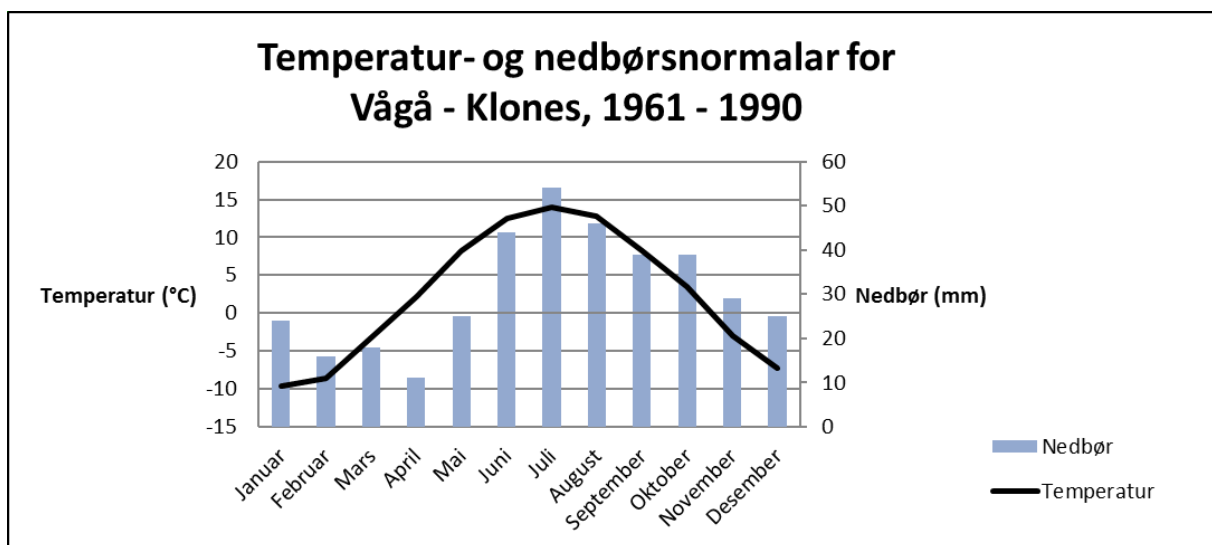
2.7 Aktsemdområde

Aktsemdkarta til NVE viser at planområdet er innanfor aktsemdområde for steinsprang, snøskred og jord- og flaumskred. For detaljar sjå Vedlegg 8.6.

2.8 Klima og klimatada

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

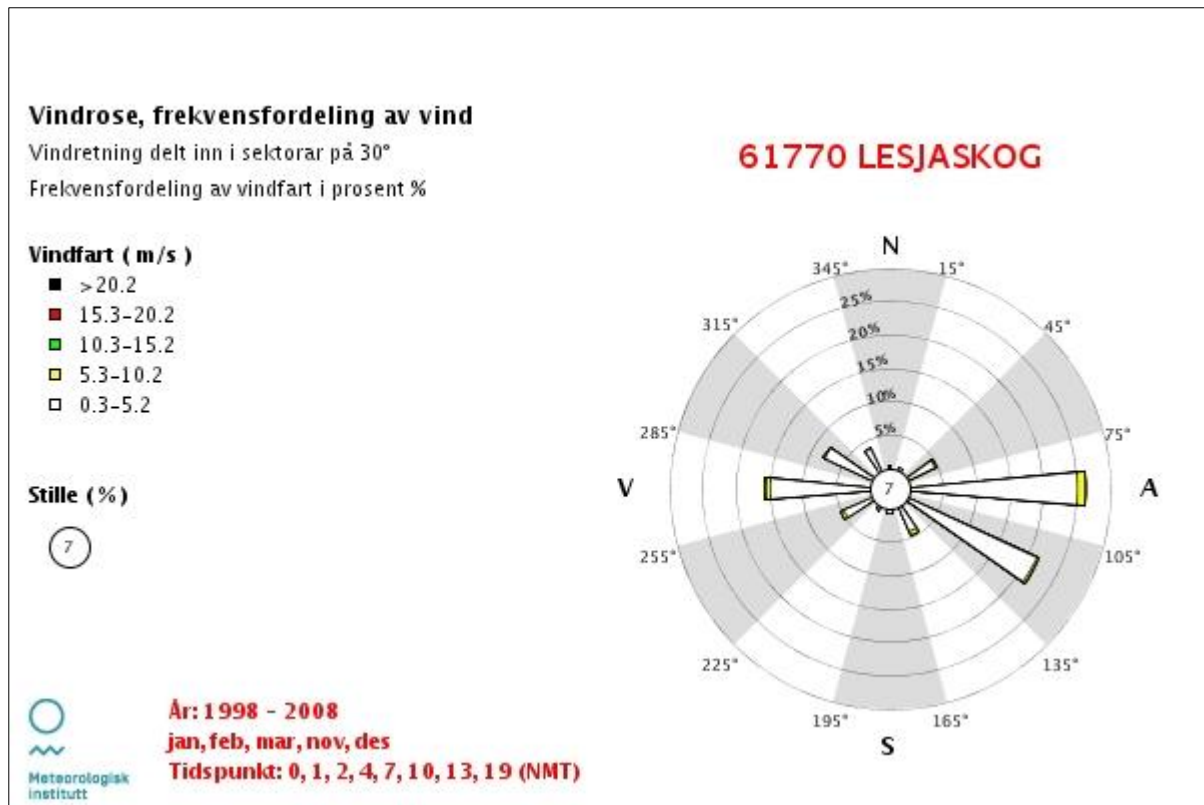
Meteorologisk institutt har hatt operative vêrstasjonar på ulike stader i Oppland i lang tid. Det er her henta temperatur- og nedbørsdata frå stasjonen på Vågå - Klonas, stasjon 14600 (370 m o.h.), som starta målingar i 1949. Det er henta data frå førre klimaperiode, 1961 – 1990, og dette gjer ein god peikepinn på klimaet i området i siste del av 1900-talet. Årsnormalen for nedbør i denne perioden har vore 370 mm, noko som er relativt lite nedbør (Figur 4). Vågå ligg aust for vasskiljet og er prega av eit innlandsklima med kalde og stabile vintrar, oftast med snittemperatur under 0 °C i vintermånadane.



Figur 4: Temperatur- og nedbørnormalar frå Meteorologisk institutt. Statistikken er henta frå stasjon 14600 Vågå - Klonas (371 m o.h.) på Klonas i Vågå. Data er henta frå klimaperioden 1961 - 1990 og årsnormalen for nedbør har i løpet av denne perioden vore 370 mm. Årsnormalen for temperatur har vore 2,1 °C gjennom same perioden.

Det er også henta årsnormalar for snø frå NVE. Desse viser at det har vore 100-200 dagar med snø i året i Nordheringslii. Normal årsmaksimum av snømengda har vore 100 - 250 mm (vassekvivalentar) i planområdet og opp mot 500 mm (vassekvivalentar) i fjella rundt. Dette datagrunnlaget er frå klimaperioden 1971-2000.

For ein tiårsperiode er det henta ut frekvensfordeling av vindretning for månadane med moglegheit for nedbør som snø (november-mars). Nærmaste målestasjon med slik informasjon er stasjon 61770 Lesjaskog. Denne viser at dominerande vindretning er frå aust, men at det òg opptrer vind frå vest (Figur 5). I Finndalen, der elva Finna renn går vi ut i frå det vanlegaste er vind frå nordvest og søraust langs dalen.



Figur 5: Frekvensfordeling av vindretning og vindstyrke for vintermånadane i løpet av ein tiårsperiode, vist i eit vindrosediagram. Ser at det er vind frå aust som dominerer, men at det også opptrer vind frå vest. Kjelde: Meteorologisk institutt.

Skred skjer gjerne under eller etter ekstreme nedbørshendingar. Tabell 2 og Tabell 3 viser høvesvis verdier for 1-døgns- og 3-døgnsnedbør med gjentaksintervall på 100 og 1000 år. Verdiane er henta frå stasjon 14600 Vågå – Klones, då denne er i nærleiken og har målestatisikk tilbake til 1949. For ein returperiode på 1000 år kan ein forventa 48 mm nedbør i løpet av eitt døgn og 77 mm i løpet av 3 døgn (Gumbel metode). Vi kan sjå ut i frå tabellen at det er mest nedbør om sommar og haust. Største observerte døgnverdi frå denne stasjonen er 32,9 mm (11.07.1976). Maksimum registrerte snødjupne er 56 cm (10.01.1967).

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

Stasjon	Returperiode (år)	Metode	Årsverdi	Vinter	Vår	Sommar	Hhaust
14600	100	GUMBEL	38	22	20	36	35
Vågå-	1000	GUMBEL	48	29	26	47	45
Klones	100	NERC	47	23	21	42	40
371 m o.h.	1000	NERC	75	39	35	68	65

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

Stasjon	Returperiode (år)	Metode	Årsverdi	Vinter	Vår	Sommar	Haust
14600	100	GUMBEL	60	39	35	59	49
Vågå-	1000	GUMBEL	77	54	47	77	63
Klones	100	NERC	67	36	36	63	55
371 m o.h.	1000	NERC	104	60	60	97	87

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 resultatane som peikar mot ei global oppvarming, med påfølgjande lokale klimatiske endringar. Norsk Klimaservicesenter publiserte i 2016 rapporten *Klimaprofil Oppland* (Ref-2). 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 i planområdet eller i fjellsida ved Norheringslii tidlegare. Dei fleste registrerte skredhendingar i nærleiken er skred som har gått ned mot veg, og det er jordskred og steinsprang som dominerer i dette området. Det er også registrert enkelte snøskred, dei næraste i Slådalen, nord for undersøkingsområdet. Dei som var med på synfaringa var ikkje kjent med skredhendingar frå fjellsida ovanfor planområdet. Vi fekk opplyst frå Nordplan i Vågå at det ikkje er uvanleg med mindre jordras i dei bratte elvesidene ned mot elva Finna. Dette observerte vi også på motsett side av elva nedanfor planområdet. Sjå Vedlegg 8.7 for oversikt over skredhendingar i nærleiken og fotografi av jordras ned mot Finna. Finna har hatt fleire store flaumhendingar som har gjort skade opp gjennom historia.

I skiferbrotet observerte vi fleire steinsprang/blokkutrasingar frå dei bratte fjellsidene. Desse har landa like nedanfor fjellveggane. Området er også fullt av tidlegare uthenta skiferblokker som ikkje er køyrt vekk. Fjellveggane viser at det er ustabile område, og det vil rasa ut blokker herifrå jamleg.

2.10 Eksisterande skredfarevurderingar

Vi kjenner ikkje til at det er gjort skredfarevurderingar i det undersøkte området tidlegare. Sunnfjord Geo Center har tidlegare utført skredfarevurdering for eit planlagt hyttefelt i Lemonsjøen, i Vågå kommune tidlegare (Ref-3). NGI leverte i 2018 skredfarevurdering for kommunane Lom, Skjåk og Vågå (Ref-4). I Vågå var det området med bustadar rundt Vågåmo som vart vurdert i denne rapporten.

2.11 Eksisterande sikringstiltak

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

3. Vurdering av skredfare

3.1 Metode

For å vurdere skredfaren i det kartlagde området har vi nytta følgjande metodar/hjelpemiddel:

3.1.1 Skredhistorikk

Der det har gått skred tidlegare, vil det ofte gå skred igjen, så informasjon om tidlegare skredhendingar er viktig i faresonevurderinga. Kjelder til slik informasjon kan vera lokalkjente i området, skreddatabasen skrednett.no, bygdebøker og media, kart, flyfoto og historiske flyfoto og skredspor observert under feltarbeidet.

3.1.2 Kartgrunnlag

Det er gjort laserskanning av planområdet og fjellsida ovanfor i 2013 og oppløysinga er på 0,25 x 0,25 m. Dette gjer ein svært god terrengmodell (DTM) 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 i tillegg spor etter tidlegare skred.

3.1.3 Feltarbeid

Feltarbeidet vart utført 11. september 2018 av geolog Torkjell Ljone frå Sunnfjord Geo Center AS. Med på synfaringa var Kjell Ivar Holen, Helge Inge Holen og Harald Tverberg frå Dovreskifer AS, og Gunnar Vole frå Nordplan AS. Det var opphald under feltarbeidet, men yr har registrert 2,6 mm nedbør den dagen og 7,8 mm dagen før. Det var vått i jorda og det rann vatn i dreneringsvegane under synfaringa.

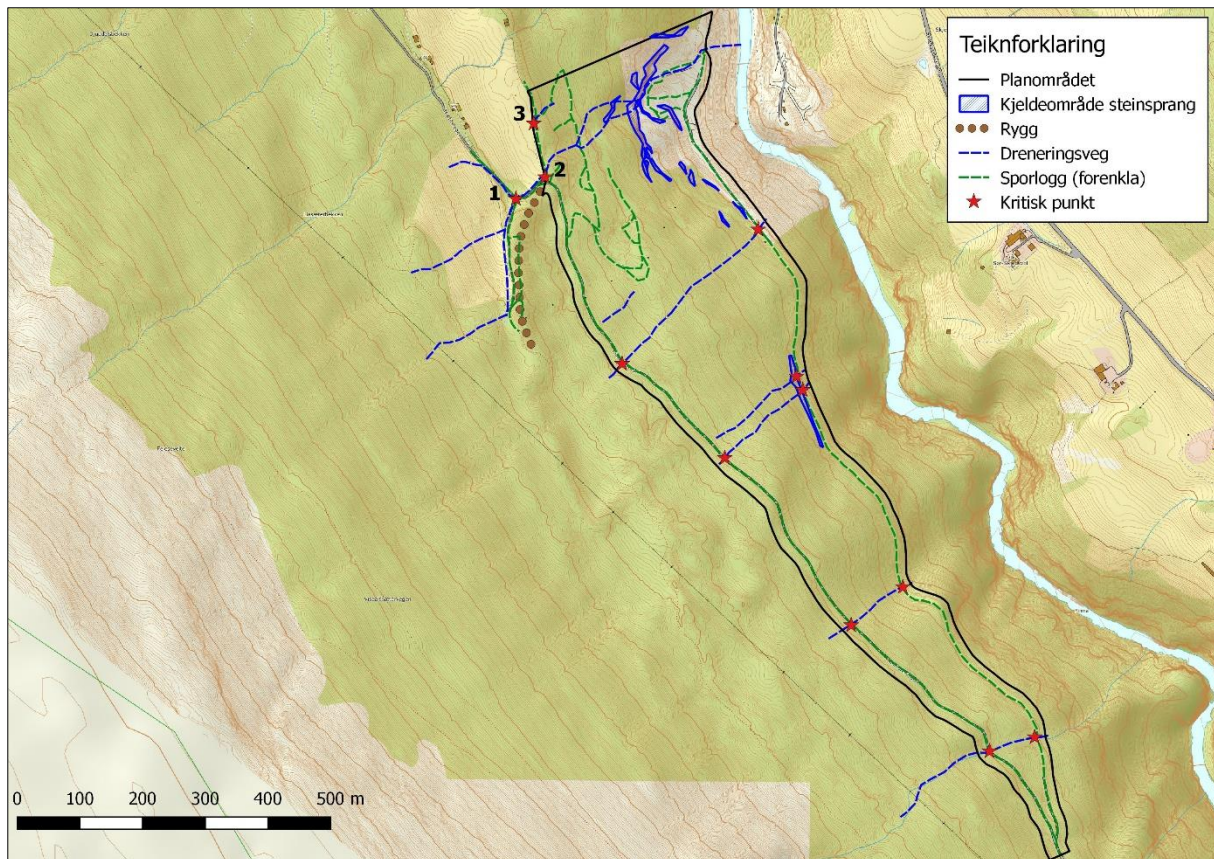
3.1.4 Modellering

Der det er påvist kjeldeområde for steinsprang har vi nytta oss av programmet RocFall som er eit digitalt todimensjonalt modelleringsverktøy for kalkulering av utløpsdistanse for steinsprang. Modelleringa bygger på terrengmodellen, og har difor den same oppløysinga, og gjer ei god gjenskaping av terrenget. Sidan det er tilnærma vertikale kjeldeområde for steinsprang i skiferbrotet vert parametrane for form på blokker og underlaget under viktig. Til modellering av utløpslengder for snøskred og jordskred har vi nytta oss av NVE si digitale alfabet-løysing.

Detaljane rundt modelleringa er vist i Vedlegg 8.8.

3.2 Registreringskart

Registreringskartet (Figur 6) viser observasjonar som er relevante for skredfarevurderinga. I skiferbrotet er dei vertikale fjellveggane kartlagde som kjeldeområde for steinsprang. I tillegg er det observert fleire kritiske punkt med omsyn på lausmasseskred og sørpeskred. Dei tre kritiske punkta som er ovanfor skiferbrotet er nummerert og med skildring under registreringskart og i vedlegg. Dei andre kritiske punkta er gjennomføring i kulvert/røyr under veg. Registreringskartet viser i tillegg kartlegging av dreneringsvegar, viktige terrengformer og ein forenkla sporlogg.



Figur 6: Registreringskartet viser feltobservasjonane som er relevante for skredfarevurderinga. Kartlagd område viser til område som det er utarbeidd faresoner for. Nummera viser til kritiske punkt.

Kritisk punkt 1 er ein kulvert som fører to bekkar saman under Liasætervegen. Sidan det er eit tjukt lausmassedekke ovanfor dette punkter er det risiko for at jord- og flaumskred kan tetta gjennomføringa, slik at vatn og lausmassar tar ny retning. Diameter på kulvert er om lag 40 cm.

Kritisk punkt 2 er ein kulvert som fører dei samla dreneringsvegane under ein tilkomstveg på nedsida av den dyrka marka. Dersom denne går tett kan vatn og lausmassar ta nye vegar. Konsentrering av fleire dreneringsvegane fører også til unormalt mykje drenering på ein stad og dette kan vera utløyssande faktor for lausmasseskred i området nedanfor. Diameter på kulvert er om lag 50 cm.

Kritisk punkt 3 er eit røyrt som drenerer vatn frå den dyrka marka ovanfor med utløp i ein skråningstopp. Vatn tilført i toppen av ei skråning kan føra til utløysing av lausmasseskred i skråninga. Diameteren på røyret er kring 15 cm

Fotografi frå dei kritiske punkta er vist i Vedlegg 8.3.

3.3 Steinsprang/steinskred

Aktsemdkarta til NVE viser at det er potensiell fare for steinsprang frå dei bratte fjellveggane i skiferbrotet nedst i planområdet. Ovanfor planområdet er det ingen område som er bratte nok til utløysing av steinsprang i fylgje kartet. Hellingskartet basert på laserdata støttar dette. Bergarten er fyllitt, som er ein skifrig bergart (har foliasjon), og som sprekk opp langs foliasjonen, og i tillegg vertikalt på denne (Figur 7). Etter tidlegare drift i skiferbrotet står det

igjen omtrent loddrette fjellveggar, i fleire nivå bakover i fjellsida. Synfaringa viser at det er fleire ustabile parti i fjellet og det vart også observert utrasa blokker av ung alder, som låg tett inntil fjellveggane. Vi har brukt programmet RocFall til å modellera utløpsdistanse for steinsprang frå områda som har over 45° helling. Maksimum utløpsdistanse har definert faresona for steinsprang med årleg sannsyn $\geq 1/1000$. Faresona for steinsprang med årleg sannsyn $\geq 1/100$ er trekt lenger inn mot fjellet, der dei fleste simuleringane stoppar. Resultata frå simuleringa er justert etter observasjonar i felt og terrengmodell, sidan det er eit to-dimensjonalt simuleringprogram.

Steinsprang er dimensjonerande skredtype for store delar av nedre del av nordaustlege del av planområdet (Kapittel 3.7).



Figur 7: Bilete tatt i skiferbrotet i nordaustre del av planområdet. Etter tidlegare drift står det igjen omtrent vertikale fjellveggar med den skifrige bergarten fyllitt.

3.4 Jord- og flaumskred

Lausmassekartet til NGU viser at det er kartlagd tjukk moreneavsetjing i nedre del av fjellsida og tynn moreneavsetjing i øvre del av fjellsida. Aktsemdkartet viser at det er potensiell fare for jord- og flaumskred langs dreneringsvegane/rennene og ned i planområdet. Under feltarbeidet observerte vi at det var eit tynt lausmassedekke i heile planområdet (Figur 14). Vi såg likevel teikn på utvasking av lausmassar både i den bratte skråninga i nordvest og der bekkane kryssar anleggsvegane i planområdet. Ovanfor planområdet er det eit relativt tjukt lag med morenemassar. Hellinga i dette området er for det meste under 25° så vi går ut i frå at desse massane har lege meir eller mindre stabilt etter at siste istid tok slutt. I planområdet der hellinga

er generelt høgare har det truleg rasa ut lausmassar jamleg og desse har vorte ført ned i Finna. I dag er det difor stort sett berre humusdekke igjen over fast fjell i dette området.

Morenemassar har dårleg drenering og er rekna som stabile lausmassar i område med låg helling. Der morenemassane vert skore ned i og eksponert for vatn vil det likevel oppstå erosjon. Dette såg vi teikn på langs vegen og grøftene som er laga i samband med denne (Figur 8). Grøfter og vegar gjer at dreneringa ikkje går langs sine naturlege laup og ein del av morenemateriale i dette området ligg difor ikkje stabilt lenger. Hellinga i området er for låg til utløyning av store jordskred, men under kraftige nedbørshendingar kan utvasking og erosjon føra til at det oppstår flaumskred i desse dreneringsvegane. Der slike flaumskred møter kritiske punkt (sjå registreringskart) kan desse verta tetta og vatnet/flaumskreda kan ta nye vegar. Dersom dei kritiske punkta vert tetta, kan dette òg vera utløysande faktor for flaumskred.

I 2011 og 2013 opplevde dette området store flaumhendingar om våren som eit resultat av snøsmelting og kraftig nedbør. I Skjåk vart det i mai 2013 registrert meir nedbør på eitt døgn enn det som er normalt for to månadar. Likevel er det ikkje kjent at dette førte til problem langs vegane eller gjennomføringane i og ovanfor planområdet. Vi klarte heller ikkje å finne spor etter større flaum- eller flaumskredhendingar under feltarbeidet.

Vi vurderer at flaumskred med årleg sannsyn $\geq 1/100$ vil følgja dreneringskanalane og at flaumskred med årleg sannsyn $\geq 1/1000$ vil vera breiare og kan i tillegg spora av ved kritiske punkt. Til å vurdere utbreiinga til flaumskred i slike små dreneringssystem har vi nytta flaumanalyse basert på terrengmodell.

I fjellsida ovanfor planområdet er det område med høg nok helling for utløyning av jordskred. Dette er område anten like ovanfor tregrensa eller inne i skogen. Vegetasjon vil vera med å binda lausmassane i tillegg til å ta til seg vatn, og dermed redusera faren for utløyning av jordskred. Vi har likevel ikkje tatt omsyn til skogen i skredfarevurderinga.

Vi har brukt alfabetametoden til å simulera utløpslengda frå jordskred frå ulike punkt i fjellsida og i tillegg frå skråninga nordvest i planområdet (Sjå Vedlegg 8.8.2). Resultata viser at jordskred frå fjellsida ovanfor planområdet ikkje vil nå inn i planområdet. Jordskred frå skråninga i planområdet vil ikkje nå ned til nedre del av planområdet. Sjølv om ikkje jordskred kan nå ned til planområdet, kan meir vasshaldige flaumskred frå dette området nå planområdet langs dreneringsvegane.

Langs dreneringsvegane er flaumskred dimensjonerande skredtype i det kartlagde området og dette er vist i faresonekartet (Kapittel 3.7)



Figur 8: Bilete tatt i Liasætervegen ovanfor planområdet. Området ovanfor planområdet har tjukke moreneavsetjingar.

3.5 Snøskred

Aktsemdkarta til NVE viser at er fare for snøskred frå eit avgrensa område øvst i fjellsida ovanfor planområdet, og at utløpslengda er modellert til å nå inn i planområdet. Ut i frå hellingskartet har vi lokalisert tre potensielle kjeldeområde for snøskred i fjellsida ovanfor planområdet, der dei tre nordlegaste er over tregrensa (Figur 9). Arealet til dei potensielle kjeldeområda er frå 3,5 til 56 mål. Innanfor desse avgrensingane er det likevel mindre område med helling under 30° . Eventuelle utrasingar vil vera i dei konkave rennene, og på grunn av kupert terreng, er det usannsynleg med utløyning av store flak frå dei potensielle kjeldeområda. Med tanke på avstanden til planområdet, reknar vi dei reelle losneområda som små. I nordvestre del av planområdet er det ei skråning med helling over 30° , der det altså er bratt nok til utløyning av snøskred.

Klimastatistikken viser at området har eit innlandsklima med kalde og stabile vintrar. Frå siste klimaperiode ser vi at årnormalen for nedbør er 370 mm per år noko som er lite. Mesteparten av denne nedbøren kjem i tillegg om sommar og haust og då som regn. Høgaste registrerte snødjupne på målestasjonen på Klones er 56 cm. I toppen av fjellsida ovanfor planområdet vil det truleg vera meir snø og det kan i tillegg akkumulera meir snø med vind frå vest og sørvest, men det er ikkje vanleg med store snømengder i dette området.

Når ein samanliknar flyfoto frå 1964 med flyfoto frå i dag ser vi at fjellsida har vore dekkja av skog sidan den gong. Tregrensa har flytta seg sirka 20 høgdemeter oppover. Flyfotoa viser at det er renner øvst i skogen som er utan vegetasjon. Desse områda utan skog er ikkje lengre nede

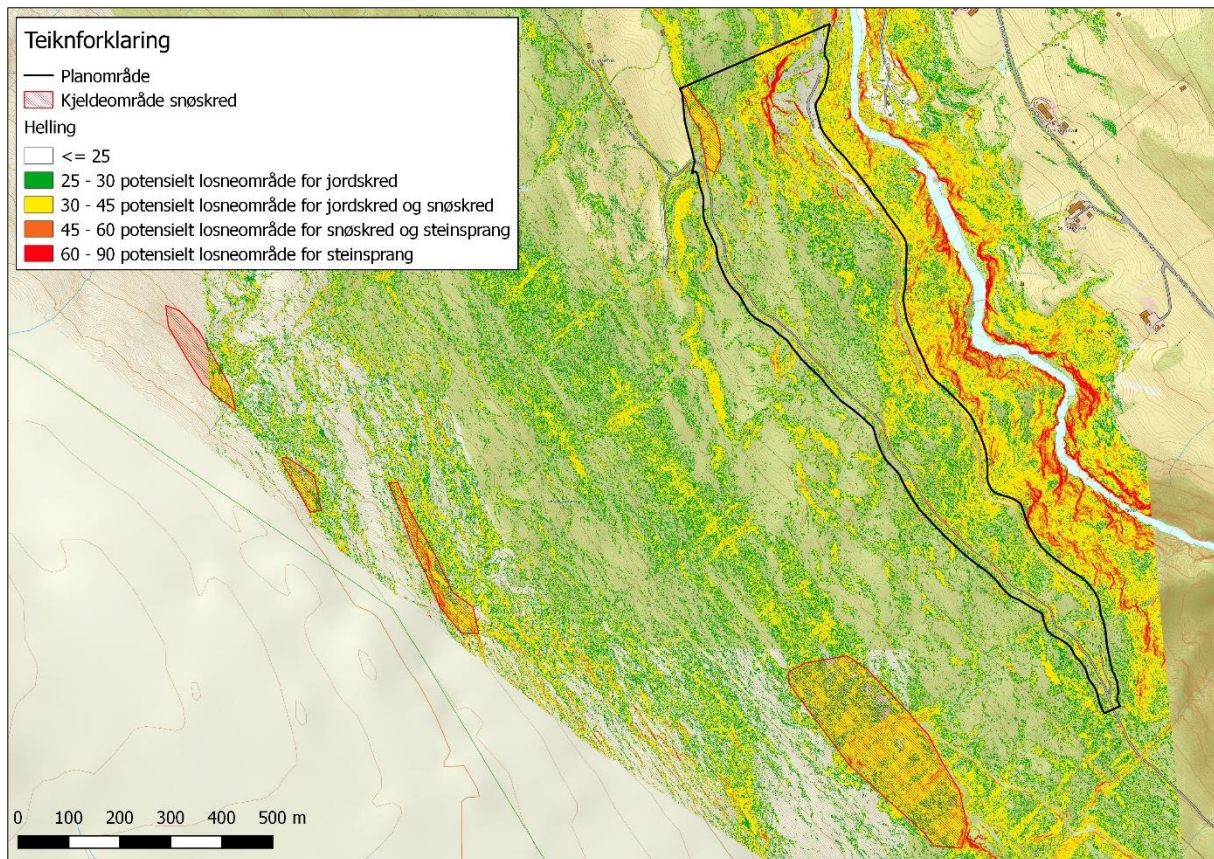
på flyfotoet frå 1964 og vi tolkar det å vera eit resultat av vassrelaterte skred og ikkje større snøskred. I skreddatabasen til NVE m.fl. er det ikkje registrert skred i denne fjellsida.

Vi har brukt NVE sitt digitale alfa-beta-verktøy for å vurdera utløpsdistanse for snøskred frå dei potensielle områda, og dette er vist i Vedlegg 8.8.2. Frå nordlegaste kjeldeområde er ingen større område med under 10° helling langs lengderetninga før ein når øvre del av beiteområdet. Ved å setja betapunkt her viser modellen at snøskred kan nå inn i planområdet når ein legg til eitt og to standardavvik. For at snøskred frå kjeldeområde med eit slikt areal skal nå så langt i dette terrenget trengst det mykje snø og ei høg brothøg, noko som klimastatistikken viser er sjeldan i dette området. Vi vurderer difor dette sannsynet som mindre enn $1/1000$ per år. Alfa-beta-modelleringa har ikkje tatt omsyn til at det veks skog tett opp til losneområdet og i heile fjellsida nedanfor.

For det sørlegaste og største kjeldeområdet er det ingen større område med under 10° før ein når planområdet. Val av betapunkt har difor mykje å sei for resultatet her. Basert på topografien og klimastatistikken vurderer vi at snøskred her vil avgrensa seg til bekkefarete der det vil akkumulera mest snø. Sannsynet for at snøskred med skadepotensiale skal nå heile vegen ned til planområdet vert vurdert som mindre enn $1/1000$ per år. Dette området er dekkja av tett skog, noko som reduserer faren for utløysing av snøskred. Det er likevel ikkje tatt omsyn til skogen i vurderinga.

Frå den bratte skråninga nordvest i planområdet vurderer vi også at det kan losna mindre snøskred, når ein ikkje tek omsyn til skogen. Lengda på skråninga i lag med topografien til området nedanfor gjer at snøskred her vil vera mindre utglidingar som ikkje når langt. Sannsynet for utløysing av snøskred i dette området vurderer vi til å vera mellom $1/100$ og $1/1000$ per år, basert på skredhistorikk og klimastatistikk for dette området.

Topografi, klimastatistikk og skredhistorikk er avgjerande for vurderinga av snøskredfare i planområdet. Faresonekartet (Figur 10) viser at snøskred er dimensjonerande skredtype i delar av nordvestre del av planområdet.



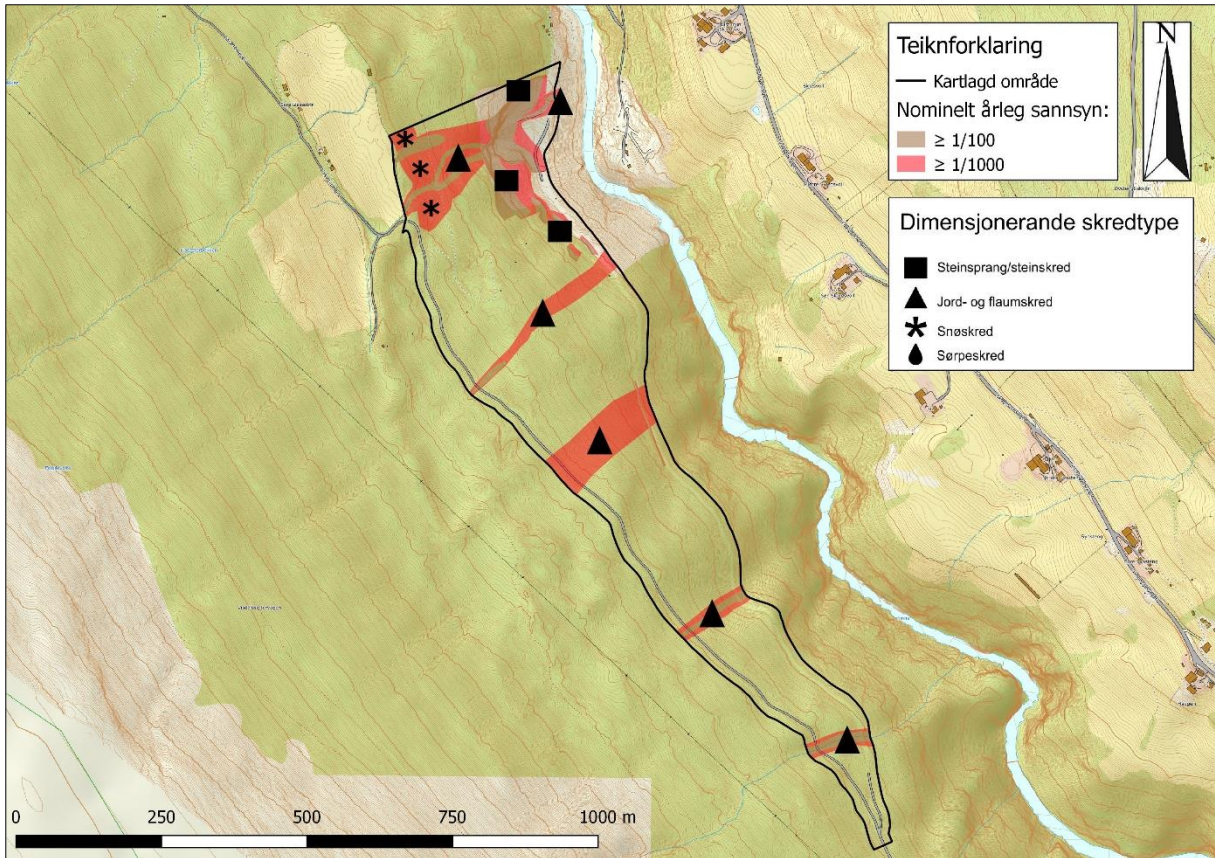
Figur 9: Hellingskart for planområdet og fjellsida ovanfor. Vi har markert fem potensielle kjeldeområde for snøskred. Dei tre nordvestlegaste kjeldeområda er ovanfor tregrensa.

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. I eller ovanfor det kartlagde området er det ingen slike typiske område. Det er lite nedbør og berre små dreneringsveggar i området. Mindre sørpeskred kan oppstå i desse, men vi vurderer ikkje sørpeskred til å vera dimensjonerande skredtype langs dreneringsvegane. Det mest aktuelle området vil vera langs den sørlegaste dreneringsvegen, men vi vurderer likevel flaumskred til å vera dimensjonerande her.

3.7 Faresonekart

På bakgrunn av skredfarevurderinga ovanfor har vi utarbeida eit faresonekart som viser faresoner og dimensjonerande skredtype innafor det kartlagde området. Steinsprang er dimensjonerande skredtype forutan langs bekkefara der flaumskred er dimensjonerande skredtype. I nordvestlege del av planområdet er det i tillegg eit område der snøskred er dimensjonerande skredtype. Faresone med årleg sannsyn $\geq 1:5000$ er ikkje utarbeidd, då det ikkje er planar om byggverk innafor tryggleiksklasse S3 i planområdet. Faresonekartet viser at føreslått plassering av pausebrakkka oppfyller krava til både S1 og S2 i byggtknisk forskrift.



Figur 10: Faresonekart for det kartlagde området. Langs dreneringsvegane er flaumskred dimensjonerande skredtype. Steinsprang er dimensjonerande skredtype frå fjellhamrane i skiferbrotet og snøskred er dimensjonerande i delar av nordvestlege del av planområdet.

4. Føresetnader for konklusjonane

4.1 Skog

I skredfarevurderinga som er gjort er det ikkje tatt omsyn til skogen sin vernande effekt. Dette resulterer i større faresoner enn om ein skulle tatt omsyn til skogen. Topografi og klimastatistikk har likevel meir å sei for skredfarevurderinga enn skogen i dette området.

4.2 Viktige terrengformer

Moreneryggen, som er opp mot 10 m høg (markert i registreringskartet) leier vatn og eventuelle skred nordover. Dersom denne ryggen vert fjerna vil det endra dreneringstilhøva og dermed skredfaren i planområdet.

5. Handtering av overvatn

5.1 Flaumvassvegar

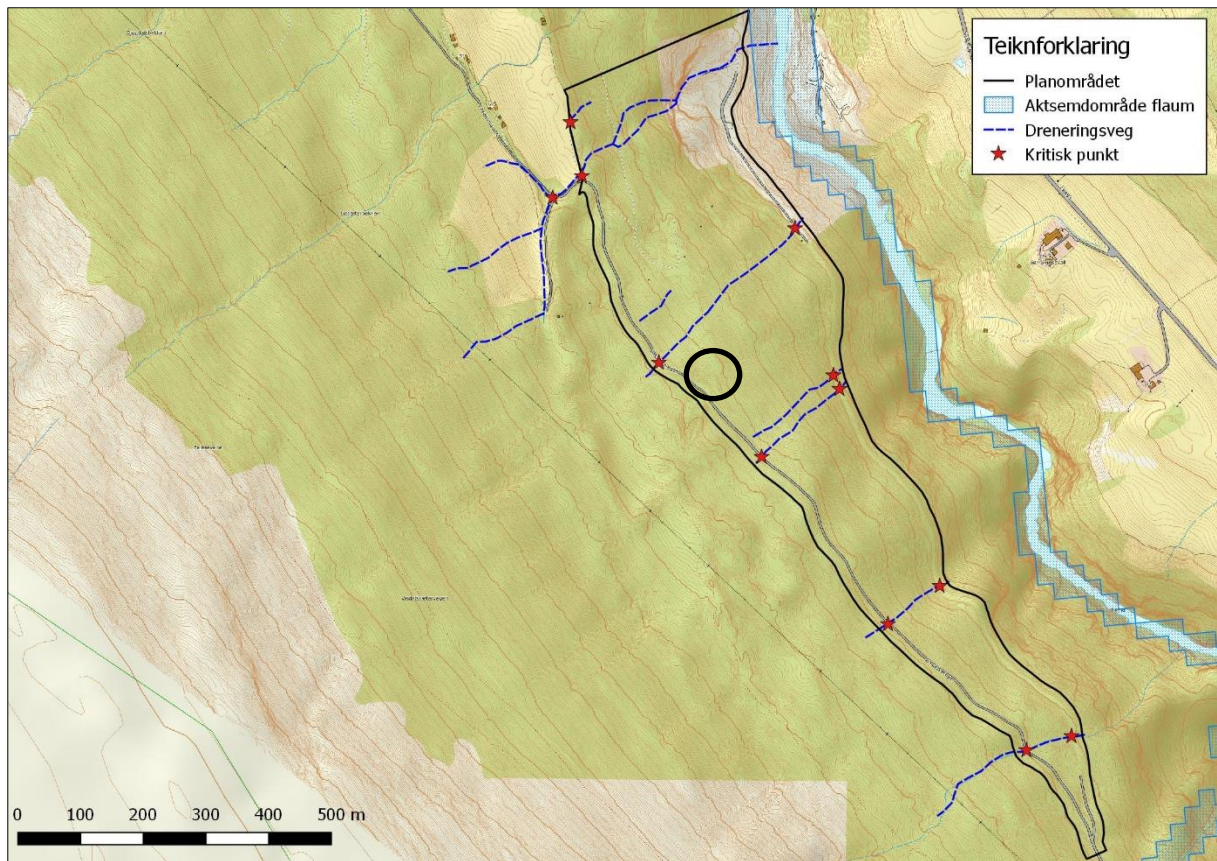
SGC har ikkje gjort flaumfarevurdering i det undersøkte området, men vil her ta med litt om flaumvassvegar og handtering av overvatn, basert på undersøkinga som er utført.

Aktsemdkartet for flaumfare til NVE m.fl. viser at det er modellert flaumfare langs elva Finna aust for planområdet, men ikkje i dreneringsvegane som renn gjennom planområdet (Figur 11), og dermed heller ikkje der pausebrakka skal setjast opp. Dette skuldast at dreneringsvegane i planområdet vert rekna som små, med avgrensa nedslagsfelt. På karta til Kartverket er det registrert ein dreneringsveg i nordre del av det planområdet og ein i sørlege del. Dreneringsvegen i sør er den som går i best definert kanal og som også kan fylgjast lengst oppover i fjellsida. I tillegg til dei to dreneringsvegane som er registrert på karta til Kartverket har vi, under synfaringa og ved hjelp av terrengmodell, også registrert fleire andre dreneringsvegar. Hovuddreneringa frå fjellsida ser ein ut i frå kart at går nord eller sør for planområdet i høvesvis Liasætherbekken og Nørdre Tverråi. Det viser at dreneringsvegane som er vist i Figur 11 har svært avgrensa nedslagsfelt og i realiteten berre drenerer overflatevatn. Det er ingen vatn eller myrområde i nedslagsfelta til desse dreneringsvegane.

Klimastatistikken viser at årnormalen for nedbør er 370 mm i året, noko som er svært lite. Likevel har det vist seg at det kan komma mykje nedbør på kort tid slik det gjorde i 2011 og 2013, og at dette kan føra til flaumar som forårsakar skader. Under desse nemnde flaumhendingane var det ikkje skader etter flaum verken i planområdet eller på Liasætervegen. Slike små dreneringsvegar vil ha kort responstid på nedbør.

Slik vi vurderer det er det ingen typiske aktsemdområde for flaum i planområdet. Dreneringa vil følgje dei kartlagde dreneringsvegane, sjølv under kraftige nedbørs-/flaumhendingar. På lik linje som med flaumskred, vil det ved dei kritiske punkta vera fare for at kulvertar går tette eller er underdimensjonerte. Slik terrenget er, gjer dette at vatnet då vil gå lettaste veg, enten langs vegen eller over vegen og ned i same løp på andre sida. Sidan det ikkje er eksisterande bygningar i planområdet vil potensielle flaumskadar difor avgrensa seg til utvasking av tilkomstvegar.

I området der pausebrakka skal plasserast er det ingen dreneringsvegar (sjå Figur 11), og ein vil difor heller ikkje ha problem med handtering av overvatn eller fare for flaum. Slik vi vurderer det vil det ikkje vera særlege utfordringar med handtering av overvatn andre stader i planområdet heller. Det vil uansett vera viktig at ein held gjennomføringar og dreneringsvegane opne.



Figur 11: Aktsemdkart for flaum, kartlagde dreneringsveggar og kritiske punkt. Plassering av pausebrakkka er vist med svart sirkel.

6. Anleggssikring med omsyn til naurrisiko

6.1 Vurdering

Skredfarevurderinga viste at det er fare for flaumskred langs enkelte av dreneringsvegane, snøskred i nordvestre del av planområdet og fare for steinsprang frå fjellskjeringane i skiferbrotet. Utanom nemnde flaumskredfare er det ikkje fare for andre typar skred frå området ovanfor skiferbrotet. Ingen av desse skredfaretypane treng føra til ekstra risiko med tanke på drift i skiferbrotet. Flaumskred vil kunne oppstå når det er svært kraftige nedbørsepisodar og faresonekartet (Figur 10) viser kvar desse skreda då kan gå. Styrer ein unna desse områda under slike kraftige nedbørshendingar er det dermed ikkje noko ekstra risiko. Det presiserast at faresonekartlegging etter TEK17 er for byggverk.

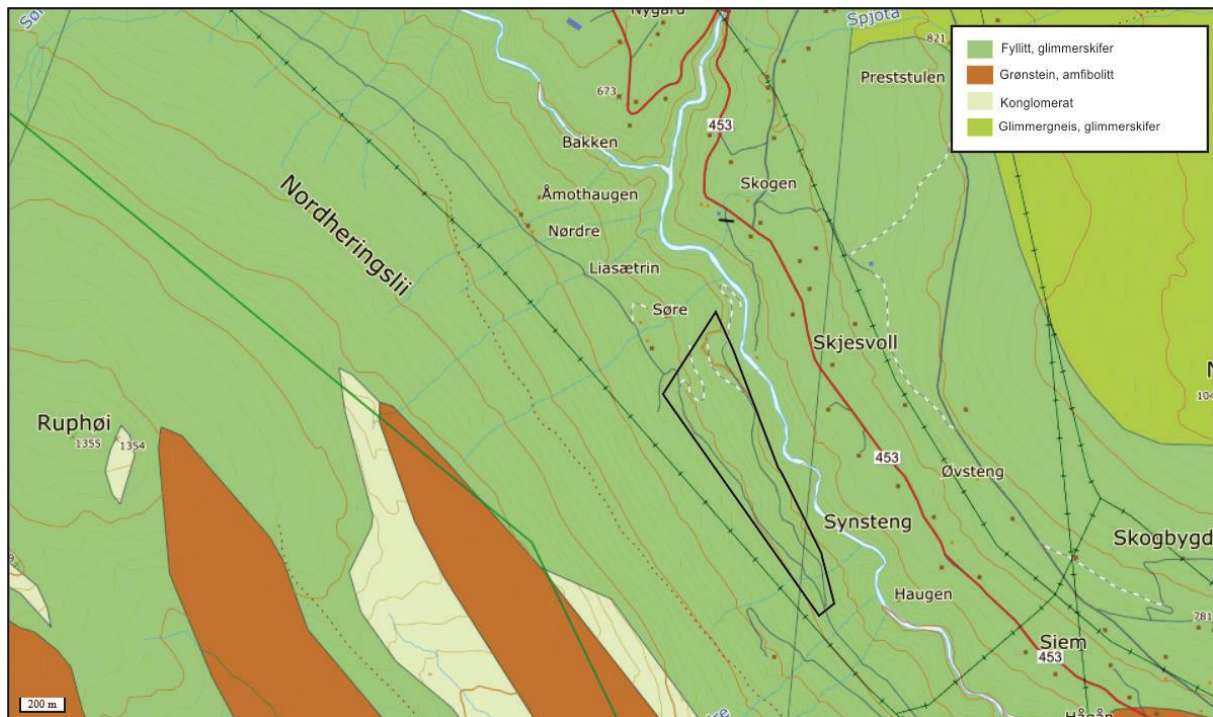
Når det gjeld steinsprang og utfall av blokker frå fjellskjeringane vil det alltid vera ein fare for det i eit aktivt skiferbrot. Så lenge driftselskap (Dovreskifer AS) føl prosedyrar for sikker drift, fører ikkje dette til ekstra risiko. Det vil vera driftsselskap som har ansvar for at skiferen vert henta ut på ein trygg måte.

7. Referansar

- Ref-1: SGC Rapport. *Skredfarevurdering ved skiferbrot i Nordheringslii, Vågå kommune*. Rapport 2018-07-103 datert 23.10.2018
- Ref-2: Norsk Klimaservicesenter, 2016: *Klimaprofil Sogn og Fjordane*
- Ref-3: SGC Rapport. *Skredfarevurdering for planlagd hyttefelt ved Lemonsjøen, Vågå kommune*. Rapport datert 11.07.2018
- Ref-4: NVE ekstern rapport nr 7/2018. *Skredfarekartlegging i Lom, Skjåk og Vågå kommuner*. Rapport utarbeidd av NGI.
- Ref-5: Derron, M. H. 2009: *Method for the susceptibility mapping of rock falls in Norway*. Technical report, Norges Geologiske Undersøkelse.
- Ref-6: Lied, K., Kristensen, K. 2003: *Snøskred. Håndbok om snøskred (Norsk utgave)*. Vett & Viten AS. Høvik.
- Ref-7 SGC Rapport: *Skredfarevurdering ved skiferbrot i Nordheringslii, Vågå kommune*. Rapport 2018-07-103B datert 12.03.2019

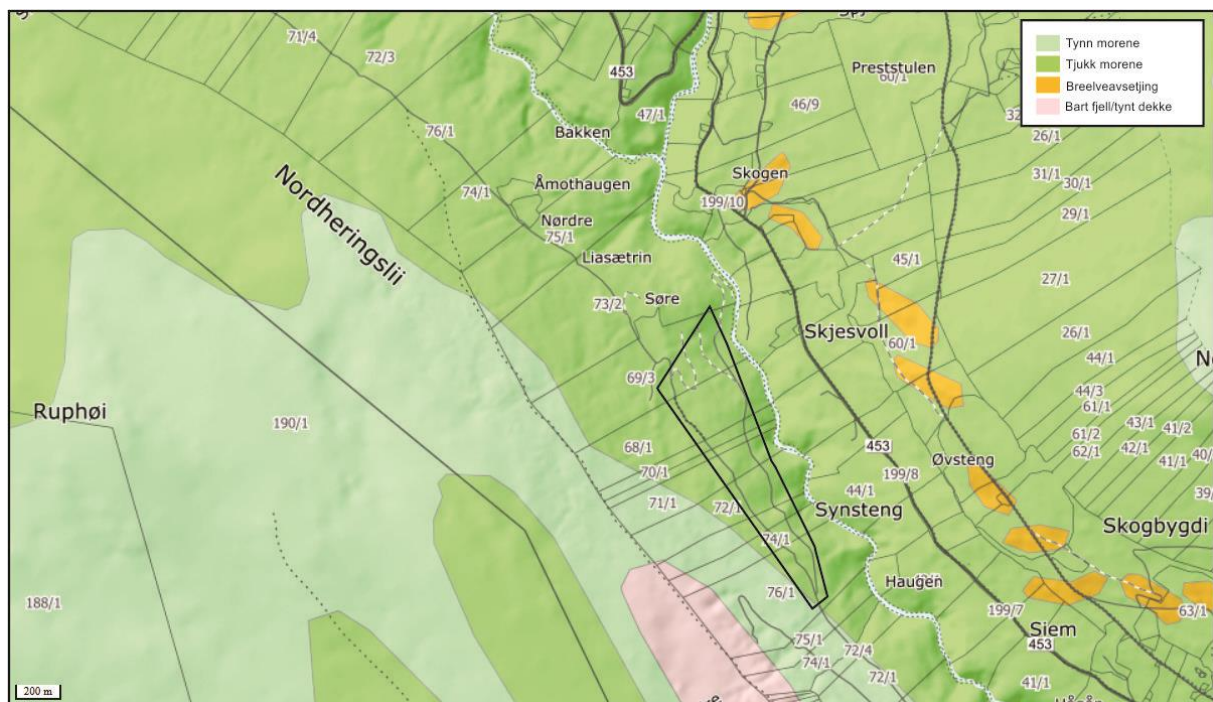
8. Vedlegg

8.1 Berggrunn



Figur 12: Berggrunnskart over planområdet og områda rundt. NGU har kartlagt berggrunnen i planområdet som fyllitt, glimmerskifer.

8.2 Lausmassekart



Figur 13: Lausmassekart for planområdet og områda rundt. Heile undersøkningsområdet er kartlagt som tjukk moreneavsetjing. Lengre opp i fjellsida er det kartlagt tynn moreneavsetjing. På motsett side av elva finn ein breelevavsetjingar som er ryggforma eskerar.

8.3 Vassveggar og kritiske punkt



Figur 14: Dei to dreneringsvegane som vert samla 50 m vest for nordlege del av planområdet har erodert seg ned i eit tynt lausmassedekke og delvis i fjellet under. Bilete tatt like ovanfor der bekken kryssar traktorvegen i planområdet.



Figur 15: Same bekken som i biletet over. Der den møter traktorvegen deler bekken seg og renn på kvar si side av ein liten rygg. Bekken vert samla igjen der den møter skiferbrotet. Delar av traktorvegen er vaska vekk.



Figur 16: Stikkrenna frå røyrt/grøft som kjem frå dyrka mark på Søre Liasætrin. Stikkrenna kjem ut i toppen av ei skråning med mellom 30-40° helling. Krittisk punkt nr 3.



Figur 17: Skråninga der stikkrenna har utløp. Ingen godt definert kanal i skråninga og vanskeleg å kartlegga dreneringsvegen vidare nedover. Der er eit tynt lausmassedekke i skråninga som viser at det er utvasking på grunn av vatnet, men ingen spor etter større utrasingar.

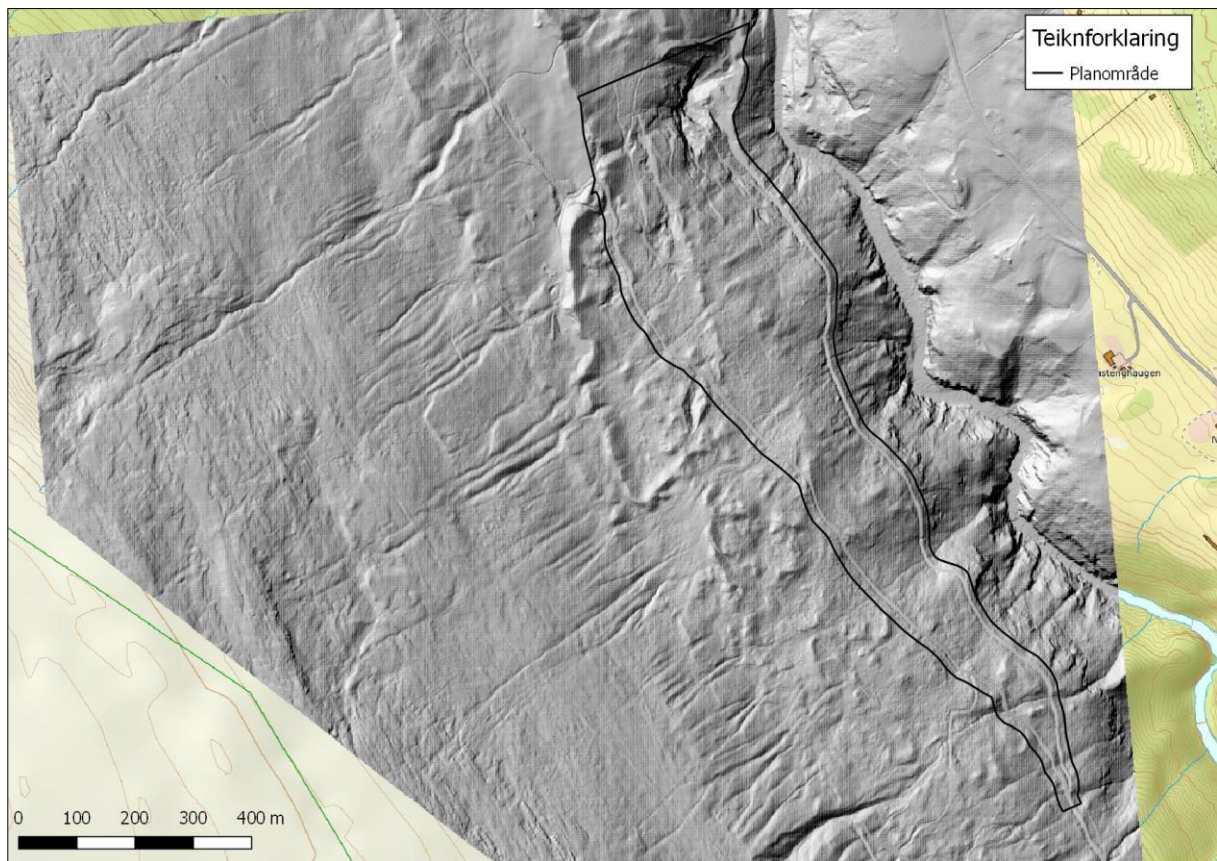


Figur 18: Kritisk punkt nr 1. Kulvert under Liasætervegen ved Søre Liasætrin.



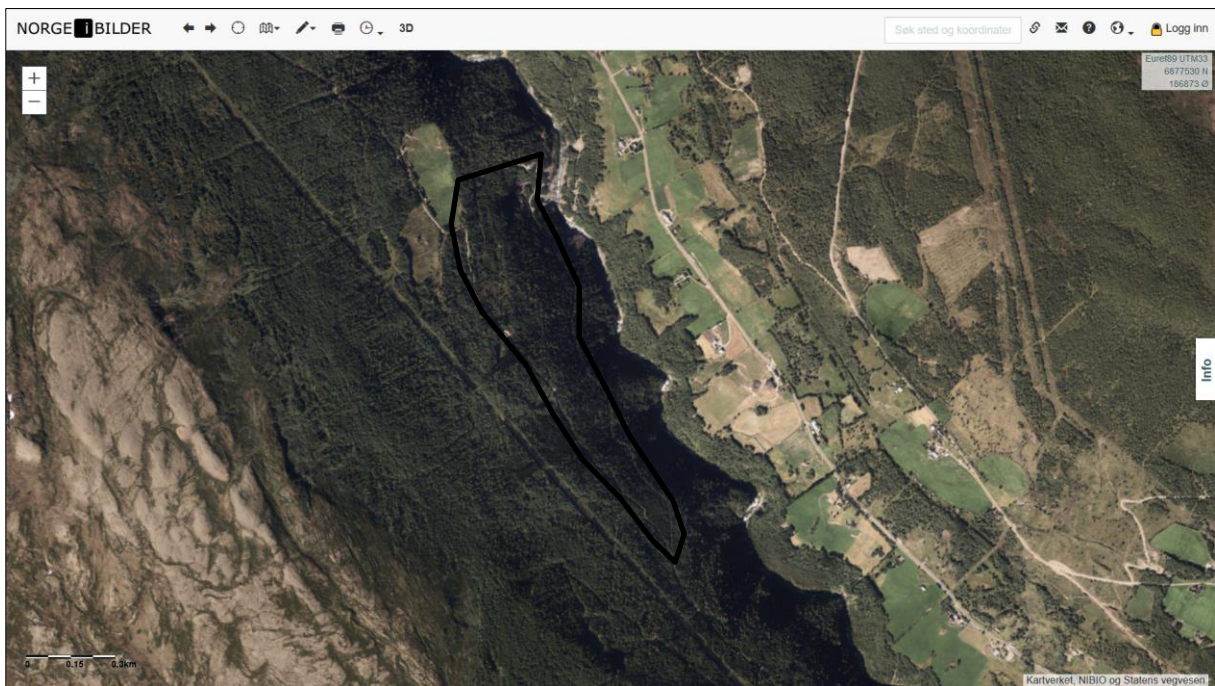
Figur 19: Kritisk punkt nr 2. Kulvert under sti/traktorveg ved sørlege ende av dyrka mark på Søre Liasætrin.

8.4 Skyggerelieffkart



Figur 20: Skyggerelieffkart over planområdet.

8.5 Vegetasjon



Figur 21: Flyfoto over planområdet og dalsida ovanfor. Utanom den dyrka marka er heile fjellsida dekket av vegetasjon opp til tregrensa på kring 950 m o.h. Ovanfor tregrensa er det ei skråning som har opp mot 45° helling. Ein kan sjå spor etter utrasing og/eller utvasking frå denne skråninga, men spora stoppar om lag 50-100 m inn i skogen.



Figur 22: Flyfoto frå 1964. Det er ikkje så stor skilnad på skogen i fjellsida. Den kan ha vorte noko tettare på grunn av lauvskog etter 1964. Tregrensa er kring 20 høgdemeter lægre enn i dag. Ein kan sjå same spora på skada skog, men dei går ikkje lenger ned i fjellsida, sjølv om tregrensa er lægre.

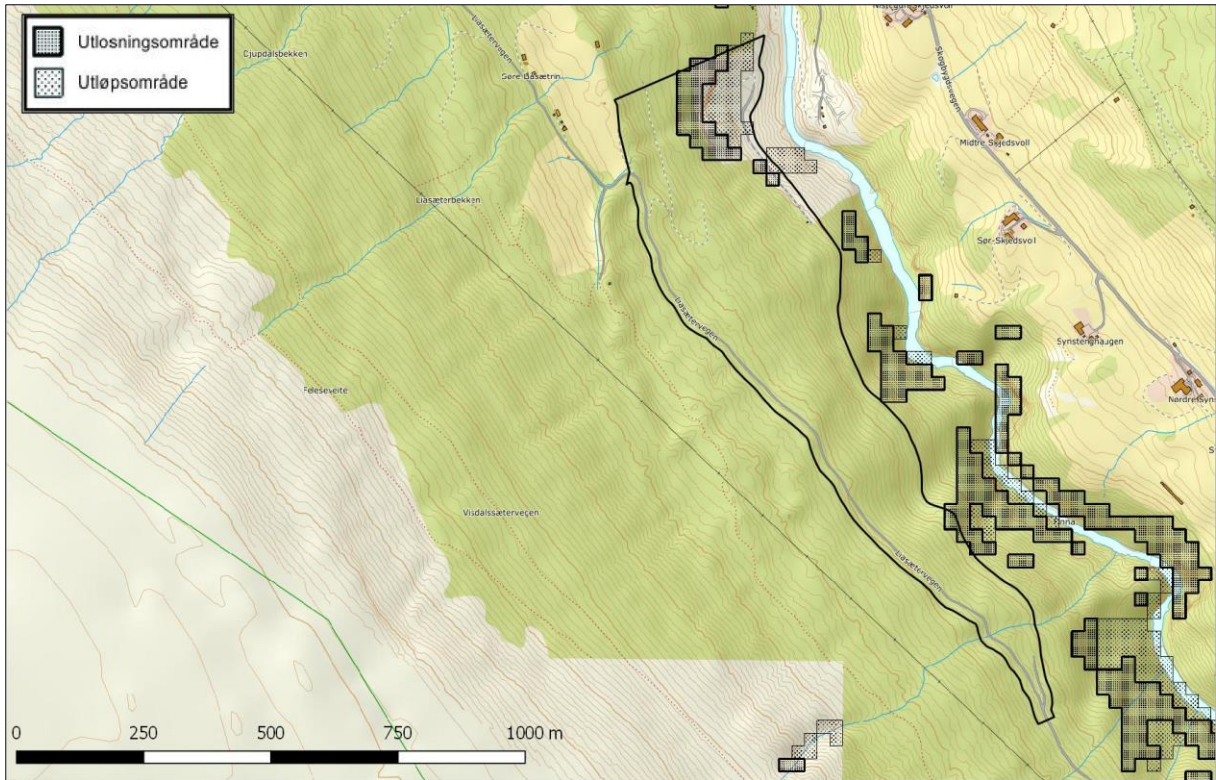


Figur 23: Bilete tatt frå nedsida av den dyrka marka og oppover fjellsida ovanfor planområdet. Fjellsida er dekkja av tett blandingsskog. Øvst i fjellsida kan ein skimta den bratte skråninga ovanfor tregrensa, som er potensielle losneområde for snøskred.

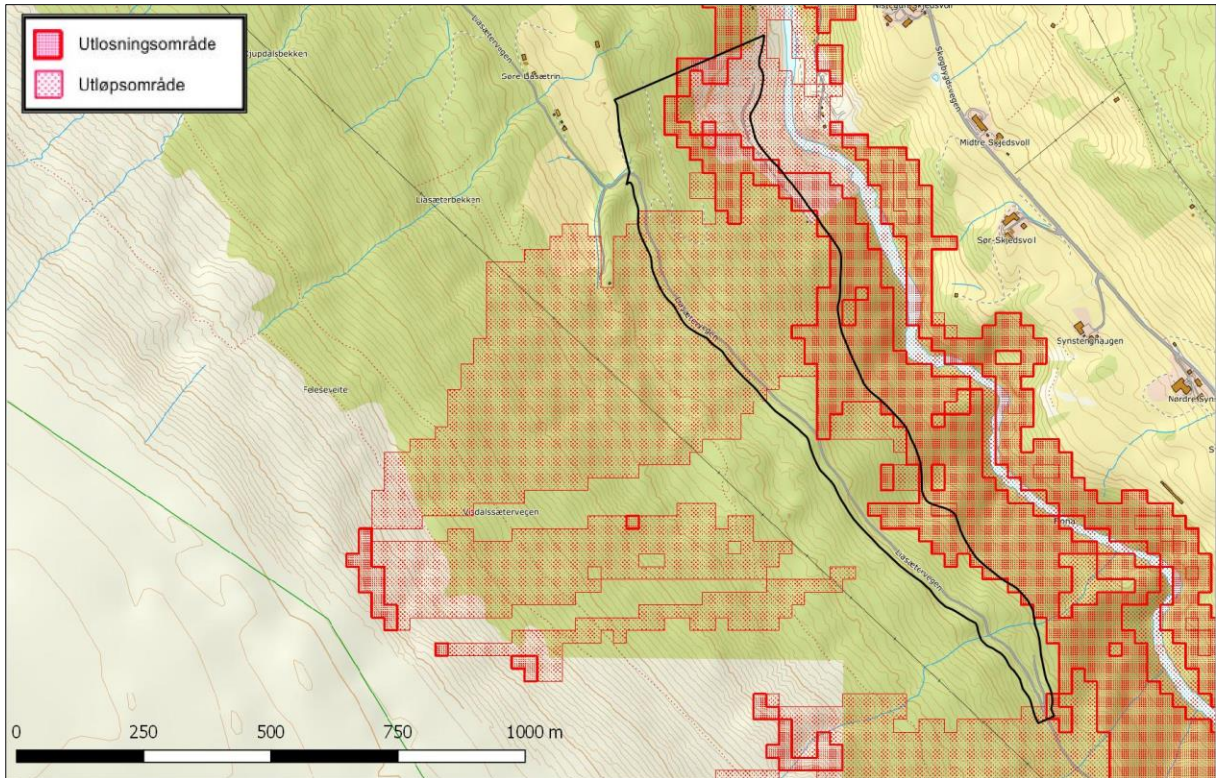
8.6 Aktsemdkart

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.

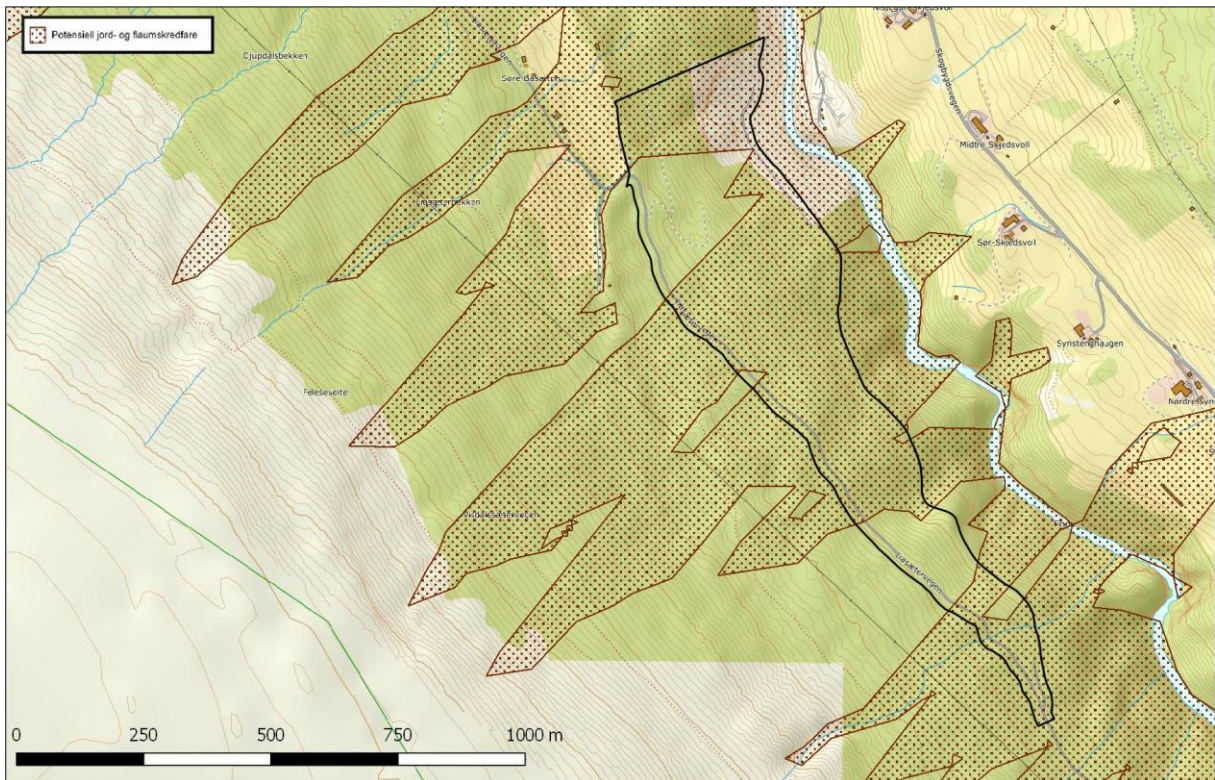
Aktsemdskarta for jord-/flaumskred, steinsprang og snøskred viser potensielle utløysingsområde (kjeldeområde) og utløpsområde (rekkevidda av potensielle skred). Karta er utarbeidd ved bruk av ein datamodell som identifiserer moglege utløysingsområde for steinsprang og snøskred ut frå hellinga på fjellsida. 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 skredtypene. Aktsemdskarta kan difor ikkje brukast direkte i reguleringsplanar eller i byggesaker for å avgjere om eit areal/område tilfredsstillar krav til tryggleik mot naturfarar, jmfør *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.



Figur 24: Aktsemdkart for steinsprang ved det undersøkte området. I planområdet er det fare for steinsprang frå dei bratte fjellsidene i skiferbrøtet. I fjellsida ovanfor er det ikkje område som er bratte nok til utløyising av steinsprang.

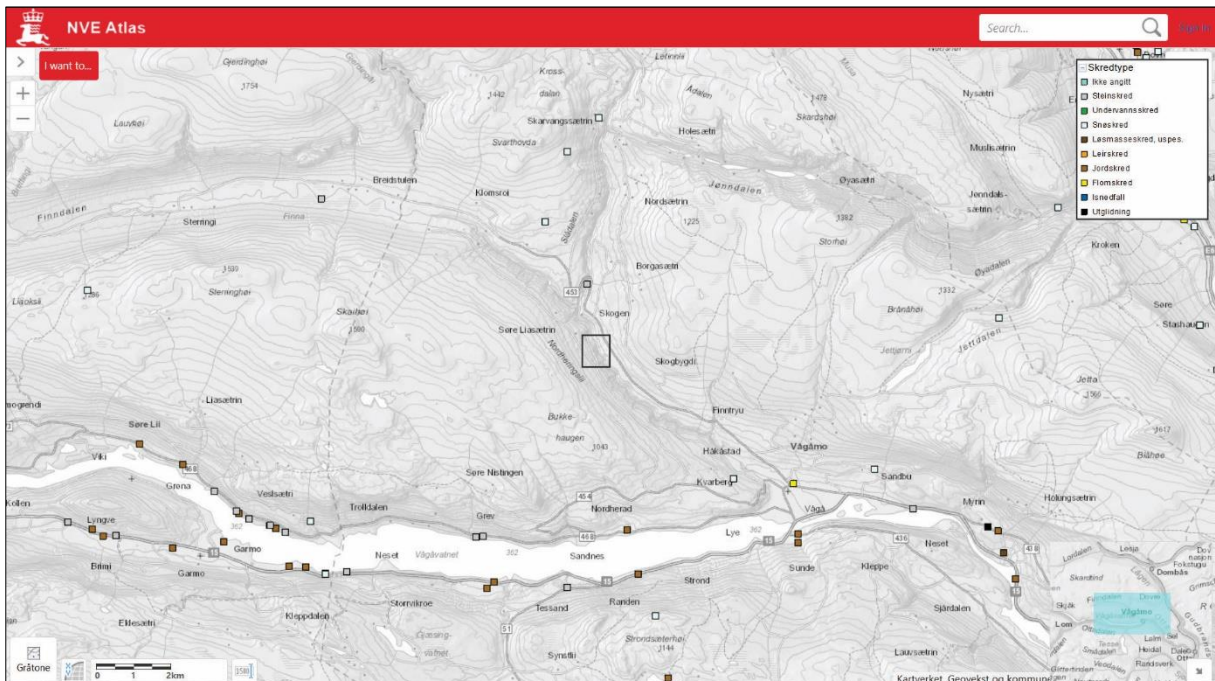


Figur 25: Aktsemdkart for snøskred ved det undersøkte området. I planområdet er det fare for snøskred frå dei bratte fjellsidene i skiferbrøtet. Det er i tillegg fare for snøskred frå nokre mindre og avgrensa bratte område øvst i fjellsida som er modellert til å nå ned i planområdet.



Figur 26: Aktsemdkart for jord- og flaumskred ved undersøkningsområdet. I fylgje kartet er det fare for denne typen skred langs dreneringsvegane/rennene som går nedover fjellsida og inn i planområdet.

8.7 Historiske skredhendingar



Figur 27: Registrerte skredhendingar i og rundt det undersøkte området (svart rektangel). Det er ikkje registrert skred frå fjellsida i Nordheringslii. Dei fleste registreringane er for skred som har gått ned på veg, og det er jordskred og steinsprang som dominerer. Det er likevel registrert enkelte snøskred andre stadar i Vågå kommune.



Figur 28: Jordras på motsett side av elva Finna i forhold til planområdet. Elva har grave seg ned i tjukke lausmassar, og det er ikkje uvanleg med utrasing langs den bratte elveskråninga. Planområdet startar ovanfor elveskråninga.

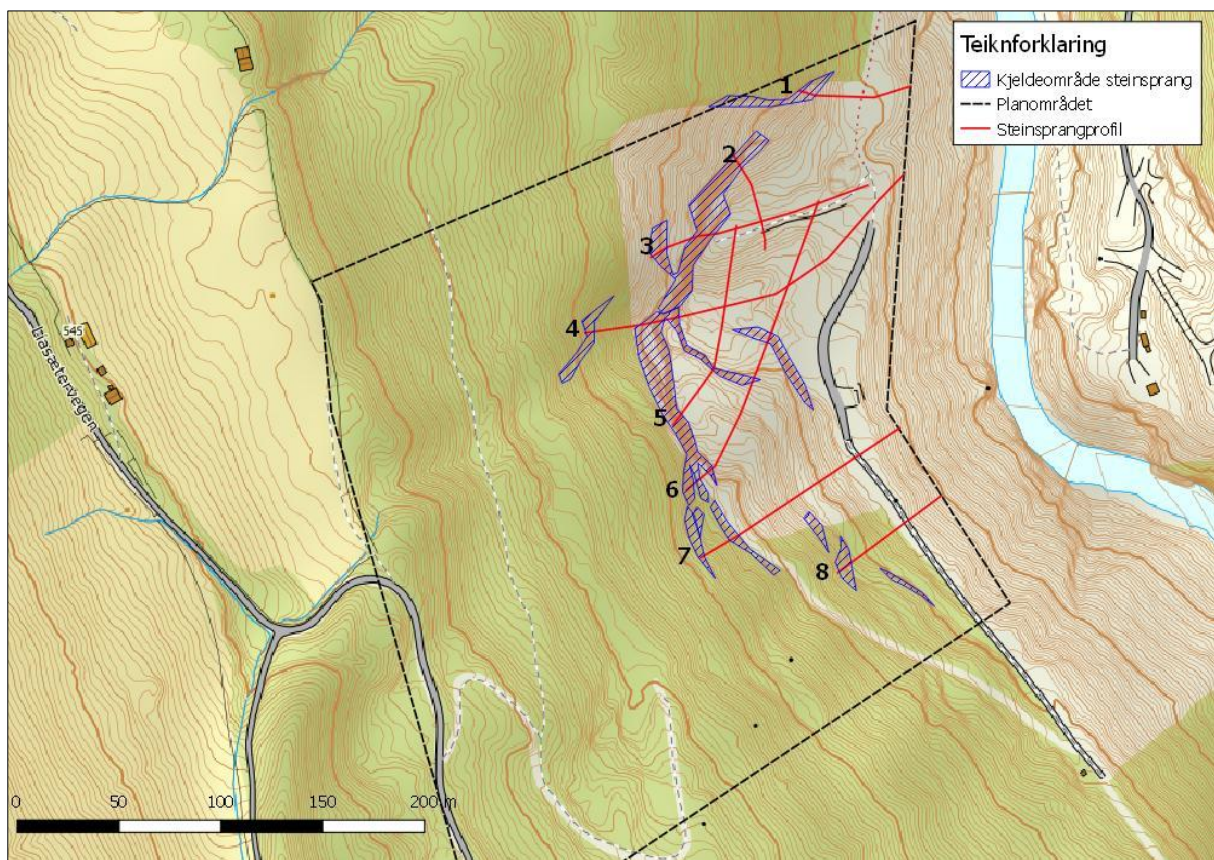
8.8 Resultat frå modellering

8.8.1 RocFall

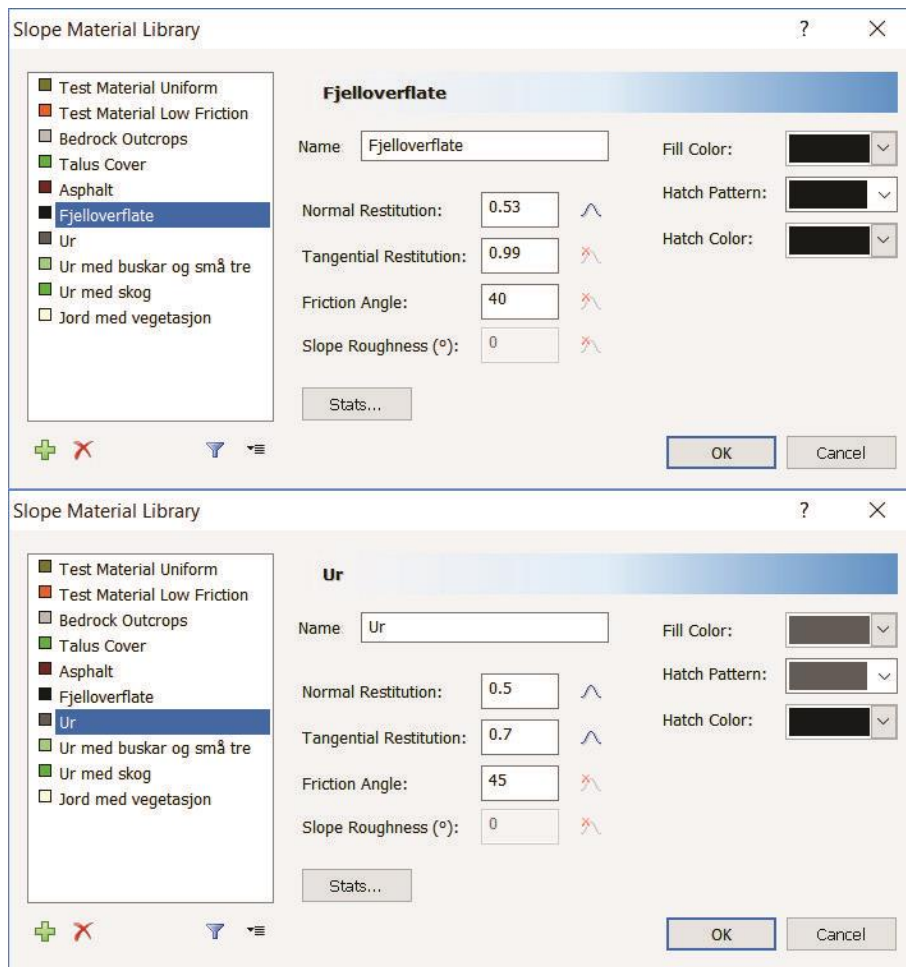
RocFall er eit digitalt todimensjonalt modelleringsverktøy for kalkulering av utløpsdistanse for steinsprang. Det er levert av det kanadiske føretaket Rocscience Inc. Energi, fart og spretthøgde vert her kalkulert for heile skredbana. RocFall tek òg omsyn til friksjonen til skredbana, som er avhengig 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 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 både «lump mass» og «rigid body» nytta. I dei fleste profila gav begge analysemetodane omtrent lik utløpsdistanse, men «lump mass» gav i nokre tilfeller lengre utløpsdistanse. Figurane nedanfor viser den metoden som gav lengst utløpsdistanse.

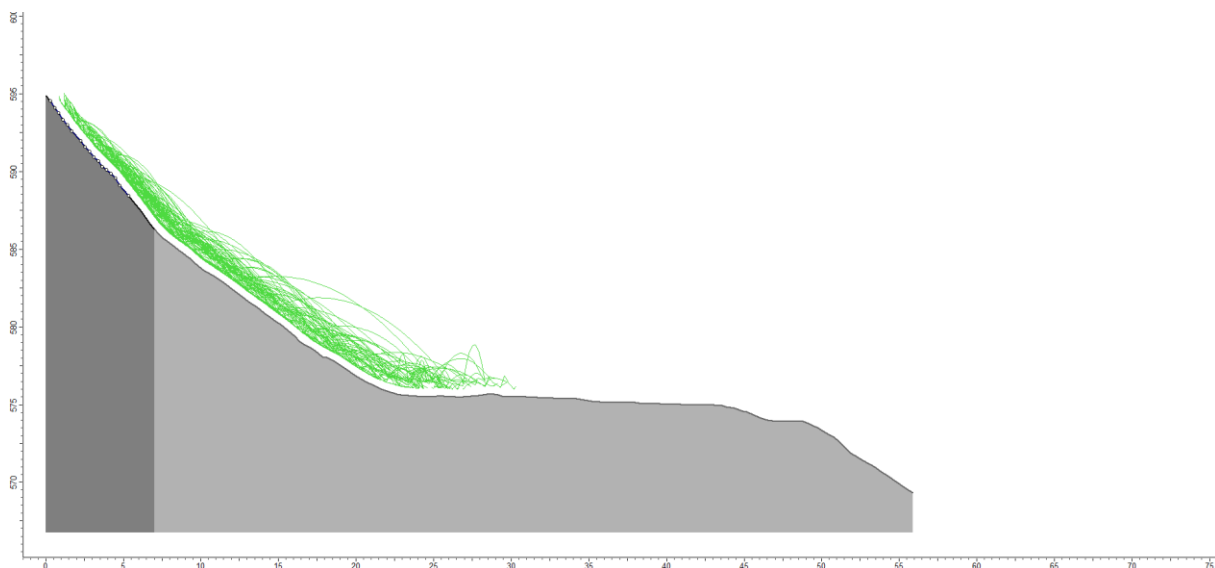
Det er gjort simulering langs 8 profil, og frå kvart av kjeldeområda er det simulert 100 steinsprang. Blokkene er sett til å vera 5000 kg og for «rigid body» er blokkforma superellipse 1:2, som passar best med blokkformene som er observert i felt. Kartgrunnlaget er henta Kartverket og består av terrengmodell med oppløysing 0.25 x 0.25 m. Som underlag har vi nytta to ulike sett med parametarar, fjelloverflate og ur og desse er vist i Figur 30.



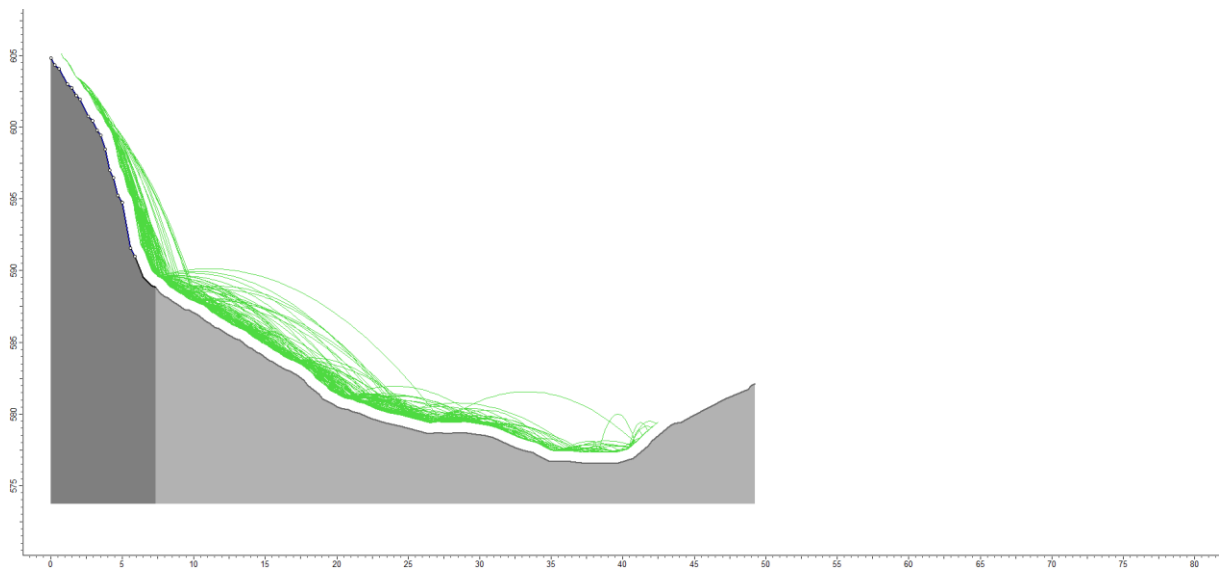
Figur 29: Plassering av dei 8 profila som det er gjort steinsprangsimuleringar langs. Figuren viser planområdet slik det var før utvidinga.



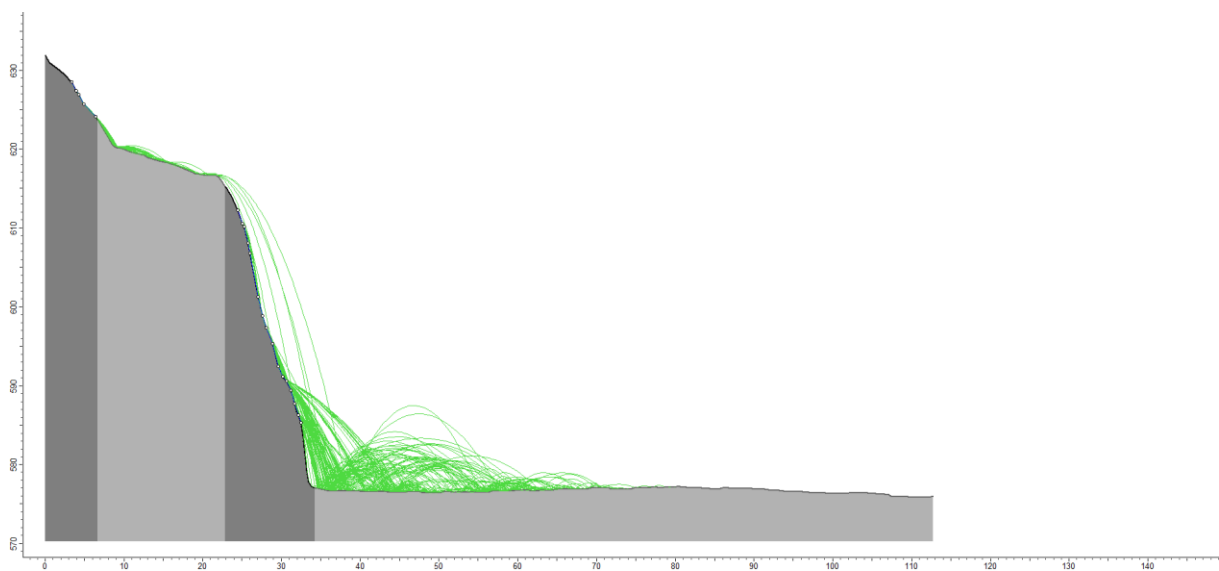
Figur 30: Parametrane som er nytta for dei ulike underlaga i modelleringane.



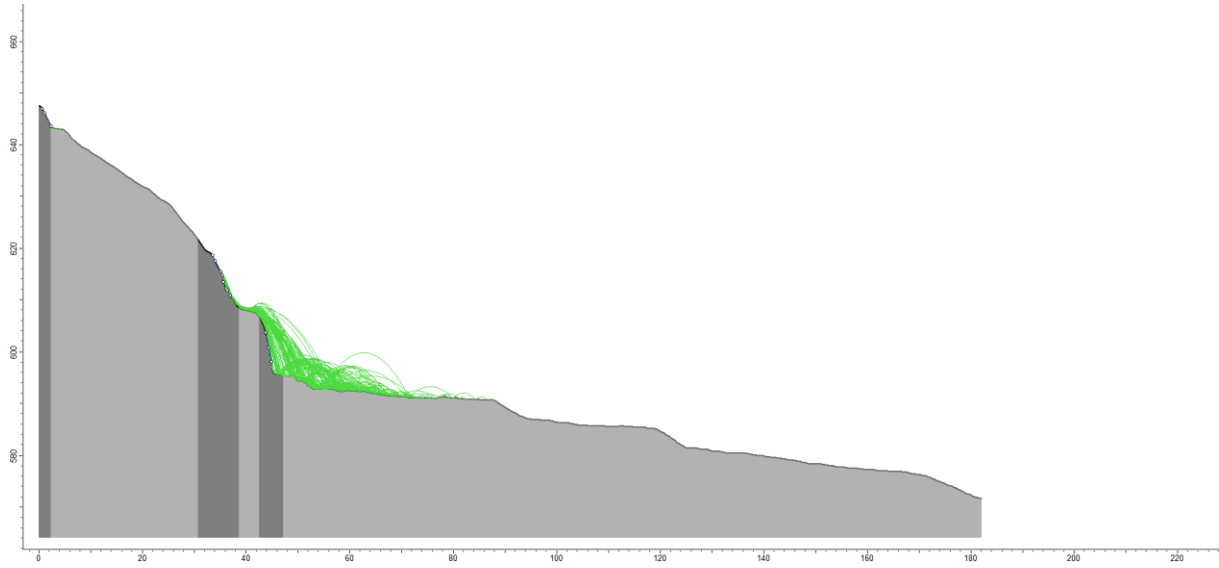
Figur 31: Resultat frå steinsprangsimulering langs profil 1. Her vart metoden rigid body nytta.



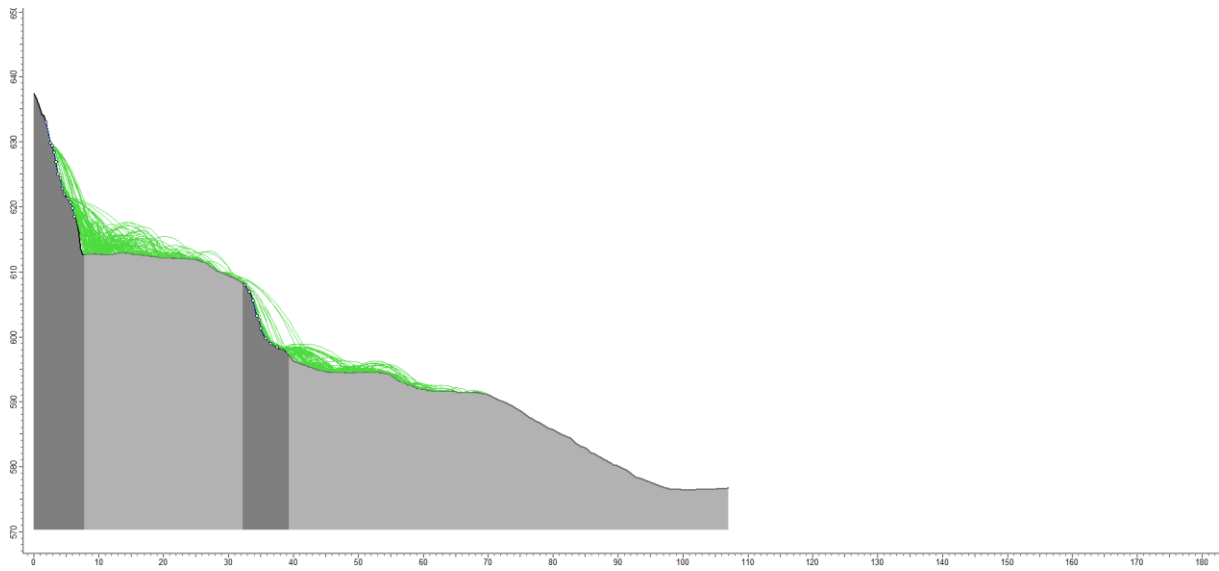
Figur 32: Resultat frå steinsprangsimulering langs profil 2. Her vart metoden rigid body nytta.



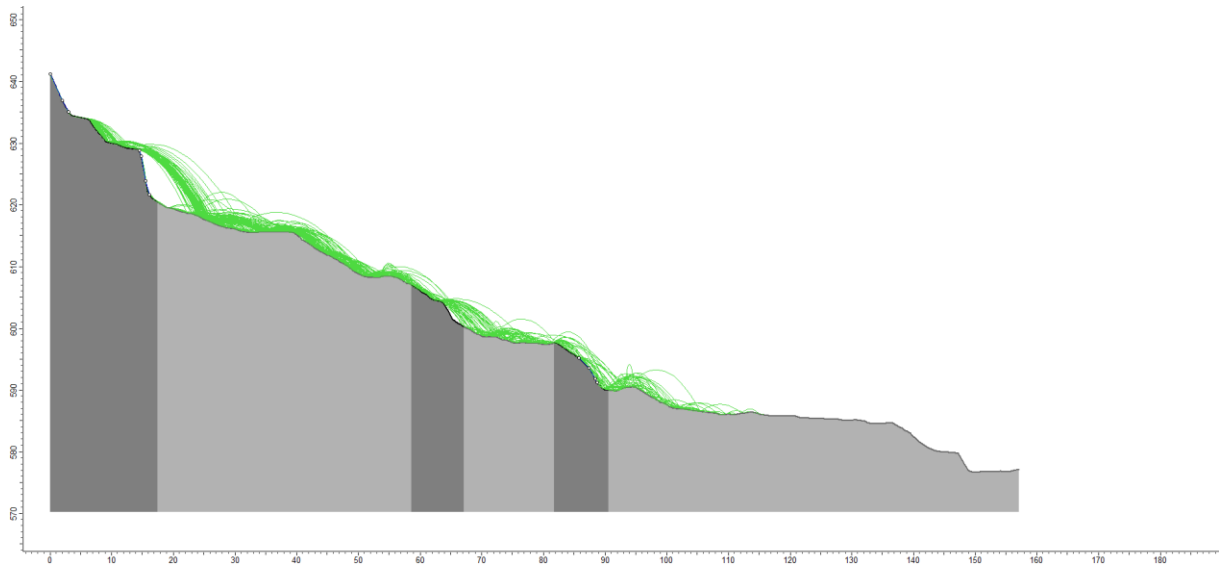
Figur 33: Resultat frå steinsprangsimulering langs profil 3. Her er metoden lump mass nytta.



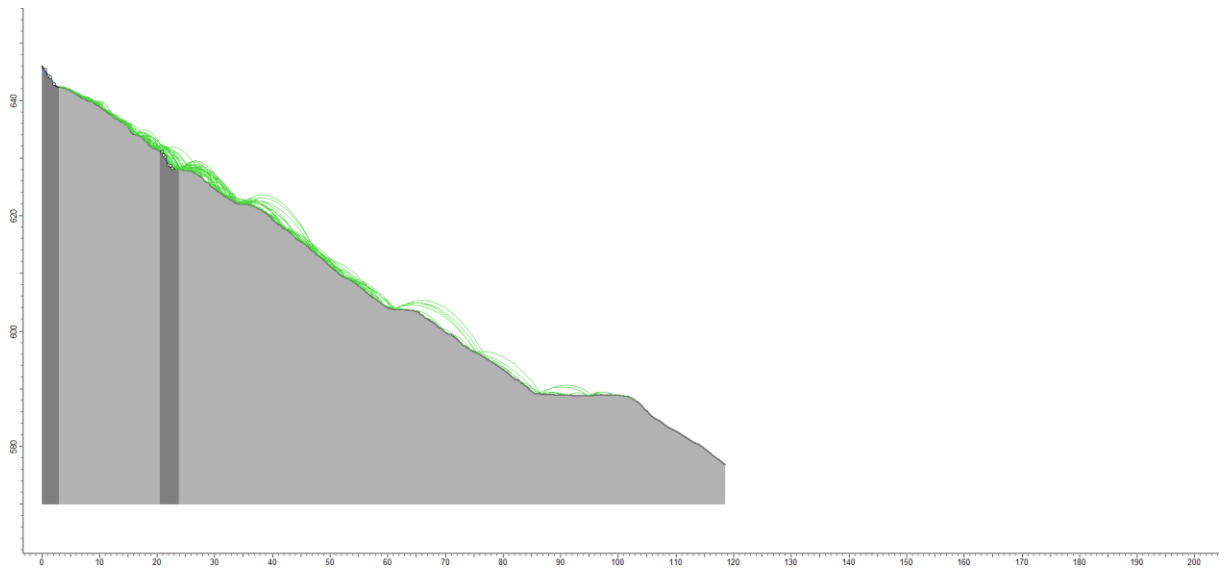
Figur 34: Resultat frå steinsprangsimulering langs profil 4. Her er metoden lump mass nytta.



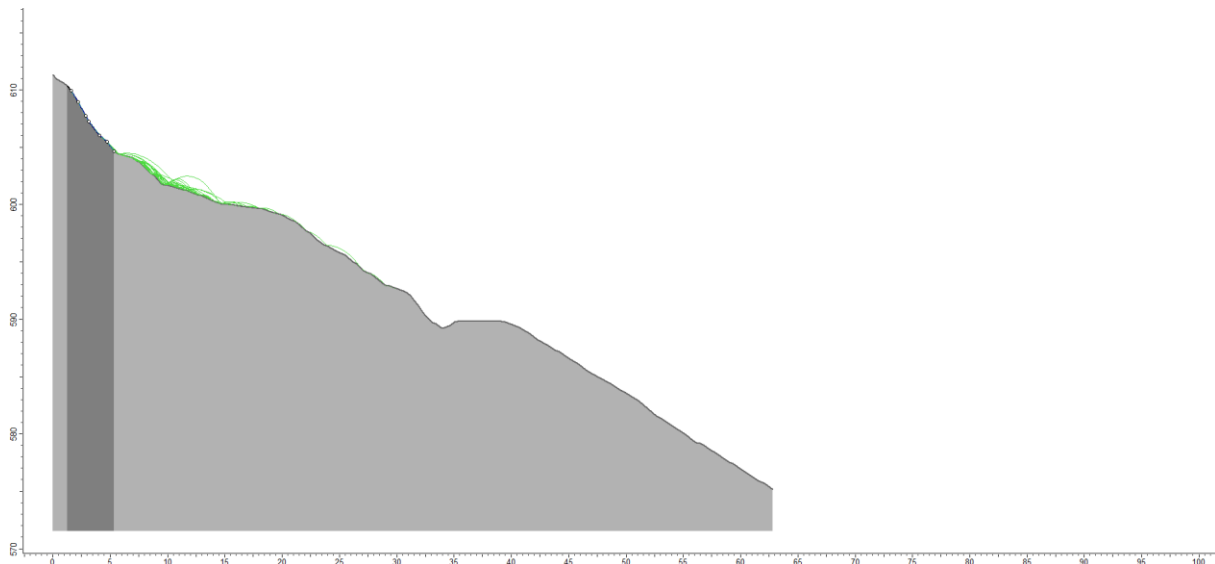
Figur 35: Resultat frå steinsprangsimulering langs profil 5. Her er metoden lump mass nytta.



Figur 36: Resultat frå steinsprangsimulering langs profil 6. Her er metoden lump mass nytta.



Figur 37: Resultat frå steinsprangsimulering langs profil 7. Her er metoden lump mass nytta.



Figur 38: Resultat frå steinsprangsimulering langs profil 8. Her er metoden lump mass nytta.

8.8.2 Alfa-beta

Alfa-beta-metoden er ein statistisk empirisk metode for å rekna utløpslengder til snøskred, steinsprang og jordskred. Metoden er basert på statistiske utløpsdistansar til stein- og snøskred over heile landet, i forhold til fallvinkelen ved utløysingspunktet og avsetjingspunktet (Ref-4). Eit potensielt utløysingspunkt, punkt A, vert plukka ut og skredbana vert skissert langs eit profil frå dette punktet (Figur 39). Langs dette profilet lokaliserer ein punktet der hellinga vert så låg at skred byrjar å tape vesentleg energi og avsetjast; 23° for steinsprang (Ref-4) og 10° for snøskred (Ref-6). Dette punktet kallast punkt B. Vinkelen *beta* (β) er definert som hellinga på linja AB. Vinkelen *alpha* (α) viser utløpsdistansen for skredet, og vert rekna ut frå beta ved hjelp av ein empirisk utarbeidd formel: $\alpha = m * \beta + n$, der m og n er empiriske koeffisientar. Rekkevidda for skredutløp er gjeve ved:

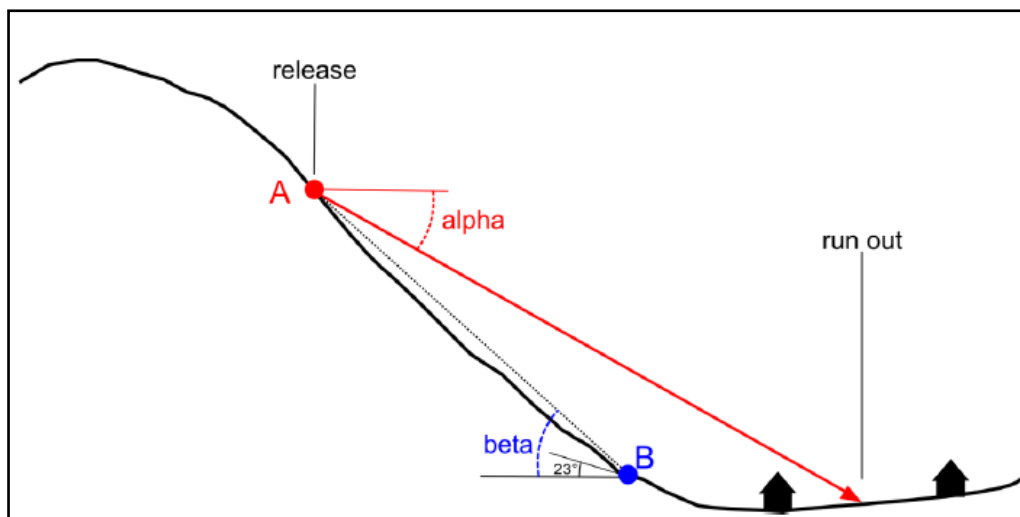
$$\text{For steinsprang:} \quad \alpha = 0,77\beta + 3,9^\circ$$

$$\text{For snøskred:} \quad \alpha = 0,96\beta - 1,4^\circ$$

$$\text{For jordskred} \quad \alpha = 0,96\beta - 4,0^\circ$$

β er vinkelen mellom utløpspunktet (A) og punktet der fallet vert mindre enn $23/10^\circ$ (pkt. B)

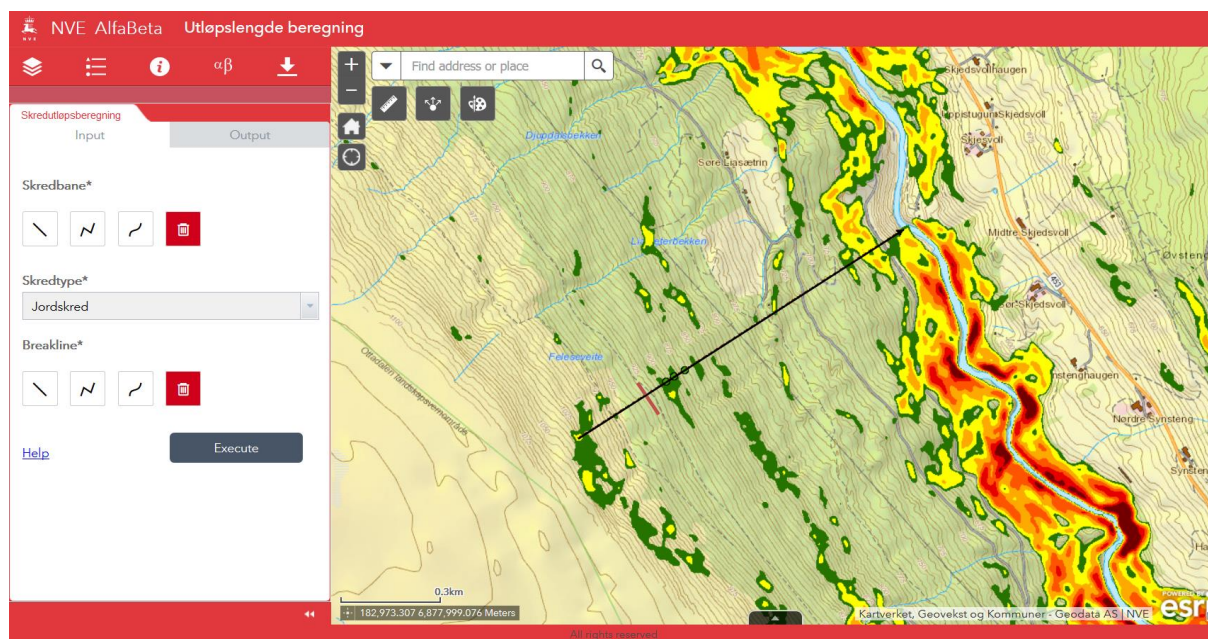
α er vinkelen mellom utløpspunktet (A) og maksimal rekkevidde for steinsprang



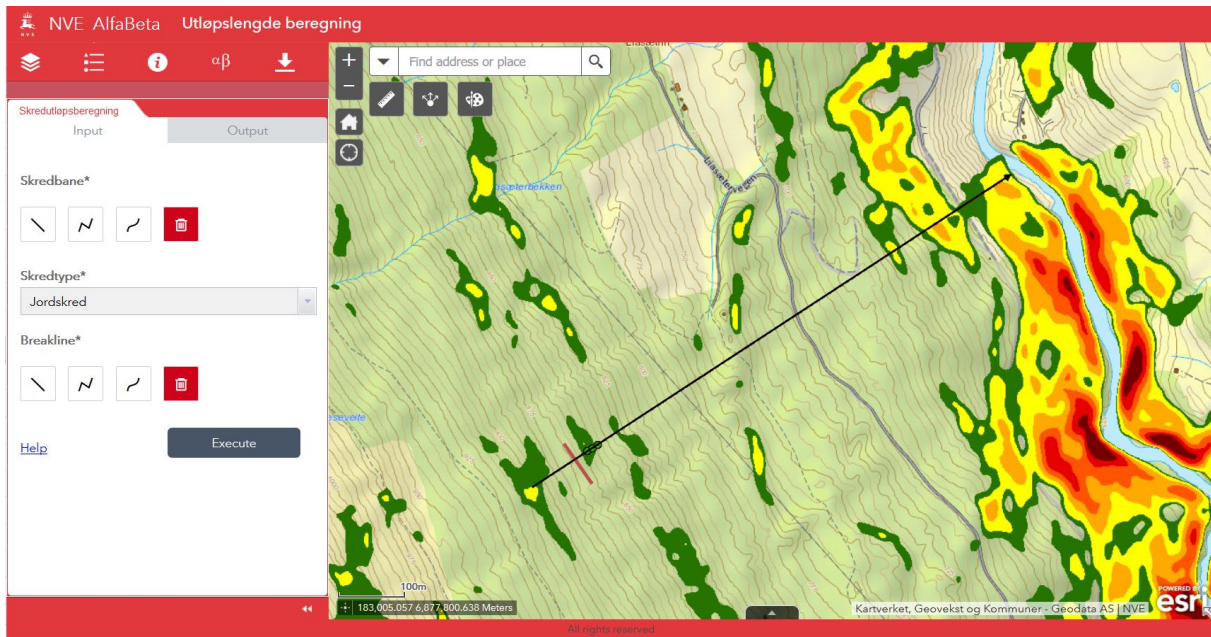
Figur 39: Prinsippet for alpha-beta-metoden. Eit potensielt utløysingspunkt (punkt A) vert plukka ut og skredbana vert skissert frå dette til skråninga når under ein gjeven vinkel for avsetjing (her 23° for steinsprang). Vinkelen beta målt mellom ei horisontal linje og linja AB. Vinkelen alpha viser utløpsdistansen for skredet, og vert deretter funnen v.h.a. ein empirisk utarbeidd formel: $\alpha = m * \beta - n$, der m og n er empiriske koeffisientar (Derron, 2009).

α -vinkelen ein får som resultat av alpha-beta-metoden har eit standardavvik (S) på 2,16° for steinsprang og 2,3° for snøskred. Ved å trekke frå eitt standardavvik frå α -vinkelen vert resultatet noko meir konservativt.

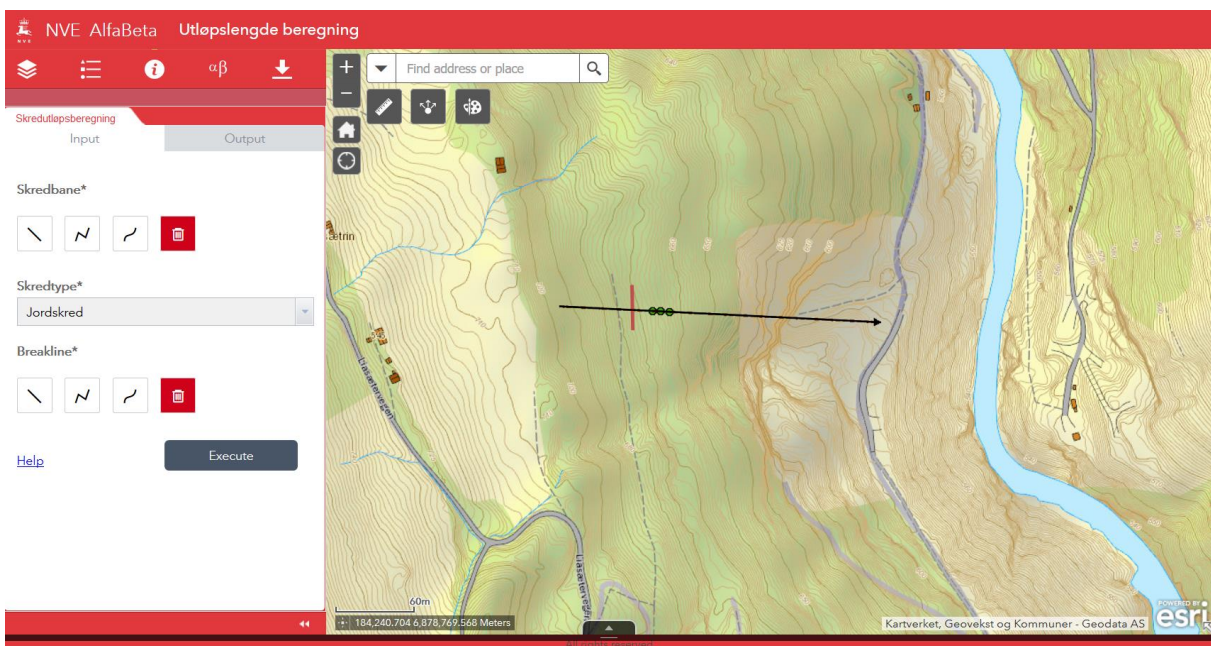
Vi har nytta oss av NVE si digitale alfa-beta-løysing og modellert utløpslengder for jordskred og snøskred (Figur 40 -Figur 43).



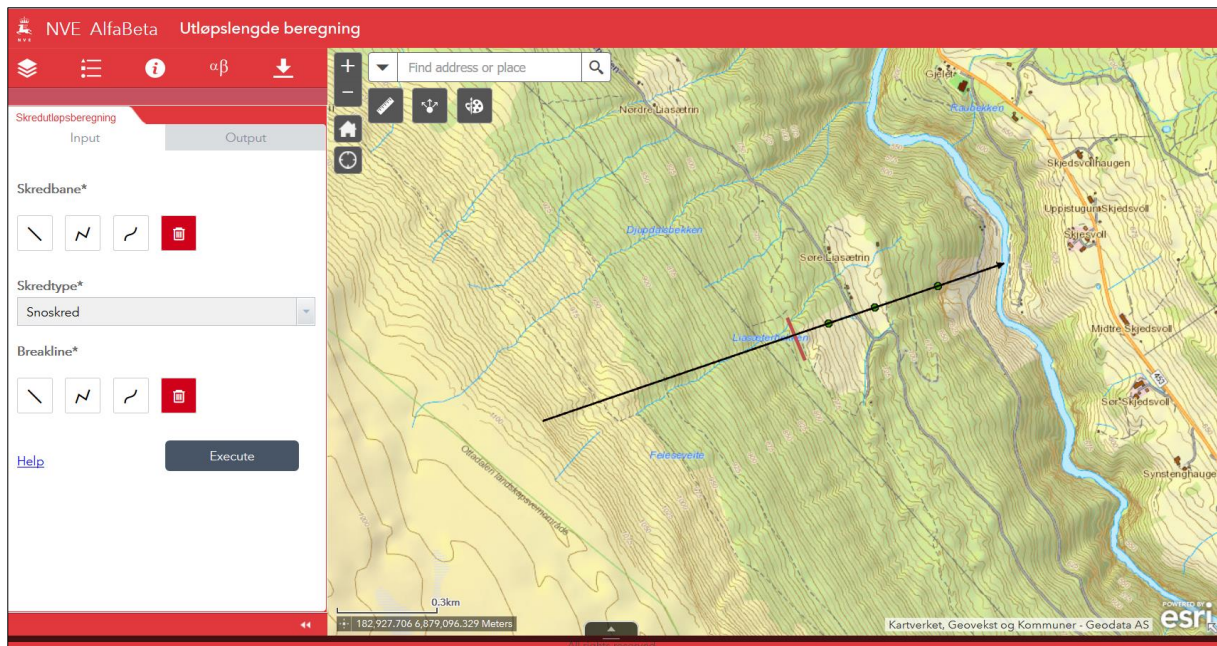
Figur 40: Alfa-beta-modellering av utløpslengde til jordskred frå eit potensielt losneområde i fjellsida ovanfor planområdet. Resultatet viser at utløpslengda ikkje vil nå ned til det planområdet.



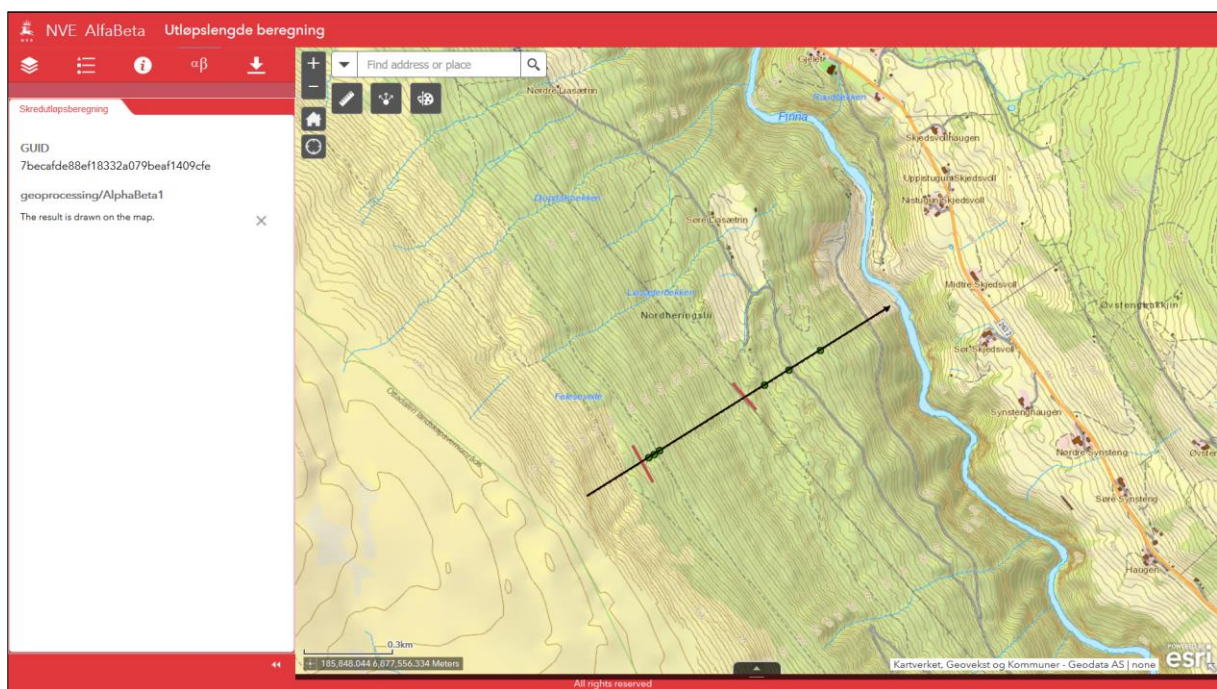
Figur 41: Alfa-beta-modellering av utløpslengde til jordskred frå eit potensielt losneområde i fjellsida ovanfor planområdet. Resultatet viser utløpslengda ikkje vil nå ned til planområdet.



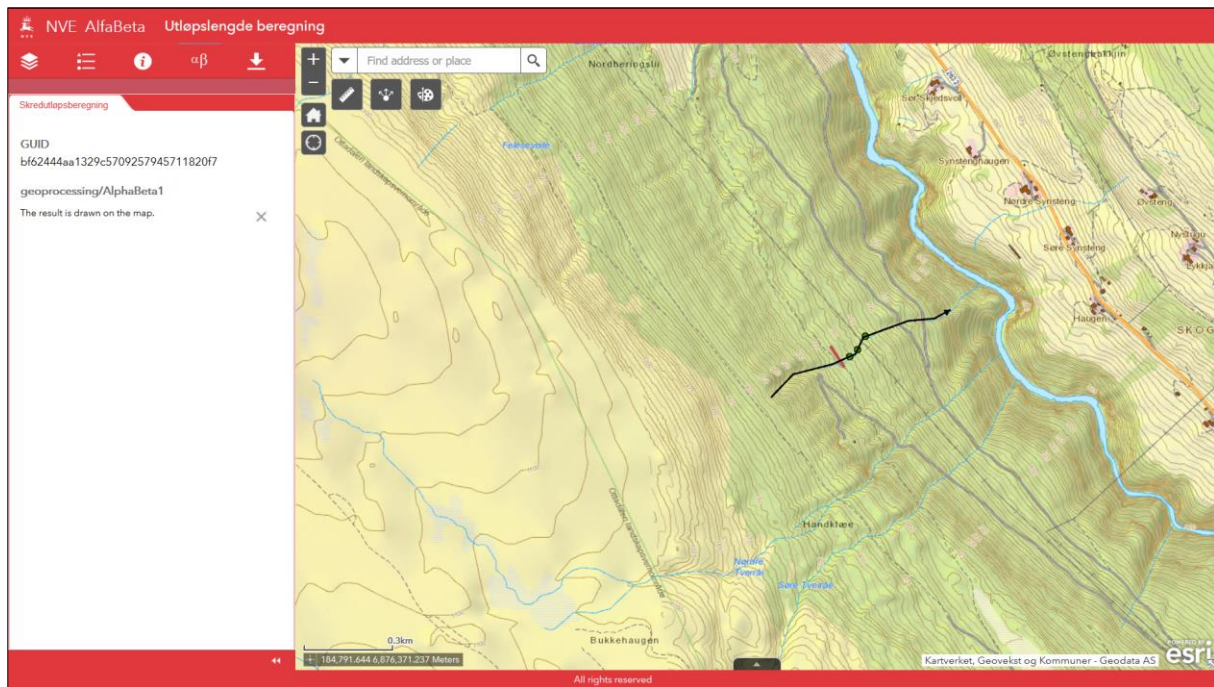
Figur 42: Alfa-beta-modellering av utløpslengde til jordskred frå eit potensielt losneområde i skråninga nordvest i planområdet. Resultatet viser at utløpslengda er kort og at jordskred herifrå ikkje når ned til nedre del av planområdet.



Figur 43: Alfa-beta-modellering av utløpslengde for snøskred frå eit potensielt losnepunkt øvst i fjellsida ovanfor tregrensa. Resultatet viser at utløpslengda er modellert til å inn i det kartlagde området når ein legg til eitt og to standardavvik.



Figur 44: Alfa-beta-modellering av utløpslengde for snøskred frå eit potensielt losnepunkt i fjellsida. Sidan hellinga i utløpsområdet varierer ein del er det vald to ulike betapunkt ($< 10^\circ$). Resultatet viser at for at snøskred skal nå inn i kartlagt område må ein velja eit lågt betapunkt og i tillegg leggja til to standardavvik.



Figur 45: Alfa-beta-modellering av utløpslengde for snøskred frå eit potensielt losnepunkt i bekkefaret ovanfor sørlege del av planområdet. Resultatet viser at utløpslengda ikkje vil nå inn i planområdet.

8.9 Skredtypar i bratt terreng

8.9.1 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° 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.

8.9.2 Steinsprang/steinskred

Når ei eller fleire steinblokker losnar og fell, sprett, rullar eller skli 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°, 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.

8.9.3 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 ryggjar 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.

8.9.4 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 ryggjar 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.

8.9.5 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 etterfølgt 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.

8.9.6 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.