

## Utredning av skredfare i bratt terreng

---

E6 Skogheim-Fossum, uten tunneler (planid: 2024 001)  
Fagrapport

PlanID: 2024 001

Dokument ID: NV50E6BV-GEO-RAP-0002

### Revisjonsoversikt

Revisjon	Dato	Revisjon gjelder	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av
00	20.03.2024		IVPN/LIDO/SVRTRH	ILIS/SVRTRH	LONTRH

### Forord

Joint Venture Skanska Syltern (JV) skal bygge ny E6 Berkåk - Vindåsliene, på vegne av Nye Veier. Strekningen fra Skogheim til Fossum er omfattet av en egen reguleringsplan, med planID. 2020 001, vedtatt i 2022.

I den anledning optimaliseres veganlegget. Det er avdekket stort potensial for besparelser, noe som innebærer at gjeldende reguleringsplan (planID:2020001) må endres.

Rambøll og Henning Larsen Arkitekter bistår som rådgivere i prosjektet og har ansvar for bidraget med å utarbeide forslaget til ny reguleringsplan med plannavn E6 Skogheim – Fossum, uten tunneler, planID 2024 001. Dette skjer i tett dialog med ledelsen i JV og Nye Veier.

## Sammendrag

Skredfaren er vurdert i henhold til krav om sikkerhet gitt i SVV håndbok N200. Farevurderingen er utført med dagens terreng-, klima- og skogforhold, og eventuelle endring av disse forhold kan gi behov for nye skredfarevurderinger. Akseptabel restrisiko for skred avhenger av ÅDT, og for E6BV gjelder at årlig samlet skredsannsynlighet på veg per km er lik eller mindre enn 1/300. Det er i rapporten vurdert fare for jordskred, snøskred, sørpeskred, steinsprang, steinskred og flomskred.

Terrenget er bratt og krevende, spesielt med tanke på at eksisterende E6 skal være trafikkert under anleggsdriften. Planområdet er delt inn i 2 sektorer i rapporten der sektor 1 er i Vindåsliene, mens sektor 2 er et bratt område nærmere Solberg steinbrudd (konferer rapport).

I sektor 1 er det vurdert at for dagens situasjon er skredsannsynligheten større enn 1/300 for jordskred mot planlagt vei og det er nødvendig med tiltak.

Tiltakene som må utføres er geotekniske vurderinger av stabiliteten av løsmassene i terreng og de nye løsmasseskjæringene som etableres, både i anleggs- og permanentfasen. Fjerning av skog kan øke sannsynligheten for utløsning av jordskred og erosjon i løsmasse kan føre til remobilisering av store blokker i bratt terreng. Det må lages en anleggsgjennomføringsplan der skoguttaket blir synliggjort og tatt med i vurderingen av tiltakene som må utføres i anleggs- og permanentfasen. Det må gjøres prosjektering for vannhåndtering i anleggsfasen og hensiktsmessig håndtering av drenering for ferdig veganlegg. Endring i avrenning vil kreve videre beregning og dimensjonering av stikkrenner og kulverter. Det anbefales å revegetere de avskoete områdene.

I sektor 2 er det vurdert at skredsannsynligheten er større enn 1/300 for snøskred og steinsprang mot planlagt vei. Det er nødvendig med tiltak. Sikringstiltak kan redusere den nominelle årlige sannsynlighet til akseptabelt nivå. Tiltak for å redusere risiko er å redusere løsningsannsynlighet for steinsprang ved å installere bolter. I tillegg må en barriere som f.eks. et fanggjerde eller skredvoll etableres for å redusere rekkevidden av både steinsprang og snøskred.

Det er nødvendig med videre befaringer og feltarbeid for detaljplanlegging av tiltak i byggeplanfasen og byggefasen.

Nye Veier AS  
Sluppenvegen 17B  
7037 Trondheim  
Tlf.: +47 479 72 727  
[www.nyeveier.no](http://www.nyeveier.no)

Organisasjonsnummer: 915 488 099

Nye Veier AS  
Side 3

<b>SAMMENDRAG .....</b>	<b>3</b>
<b>1 INNLEDNING .....</b>	<b>6</b>
1.1 BAKGRUNN FOR PROSJEKTET .....	6
1.2 BESKRIVELSE AV ENDRINGSTILTAKENE .....	6
1.3 SUPPLERENDE KARTLEGGINGER .....	7
1.4 KONSEKVENSER AV ENDRINGSFORSLAGET .....	7
<b>2 BAKGRUNN .....</b>	<b>8</b>
<b>3 MYNDIGHETSKRAV .....</b>	<b>9</b>
<b>4 ENHETSSTREKNINGER, AKTSOMHETSSONER OG TIDLIGERE HENDELSER.....</b>	<b>10</b>
<b>5 SKREDTYPER I BRATT TERRENG .....</b>	<b>12</b>
<b>6 METODOLOGI OG GRUNNLAGSDATA .....</b>	<b>13</b>
6.1 HØYDEMODELLER, SKYGGEKART OG HELNINGSKART.....	13
6.2 TOPOGRAFI, VEGETASJON, OG KLIMAFORHOLD.....	14
6.3 FELTBEFARING.....	14
6.4 MODELLERING AV SNØSKRED.....	14
6.5 MODELLERING AV STEINSPRANG .....	15
<b>7 OMRÅDEBESKRIVELSE .....</b>	<b>15</b>
<b>8 TIDLIGERE KARTLEGGINGER .....</b>	<b>17</b>
<b>9 KLIMAANALYSE .....</b>	<b>18</b>
<b>10 VURDERING AV SKREDFAREN .....</b>	<b>19</b>
10.1 SEKTOR 1 (PROFILNUMMER 34200-35100) .....	20
10.1.1 Snøskred .....	20
10.1.2 Jordskred.....	23
10.1.3 Flomskred.....	24
10.1.4 Sørpeskred.....	26
10.2 SEKTOR 2 (PROFILNUMMER 32600) .....	26
10.2.1 Snøskred .....	26
10.2.2 Steinsprang.....	28
10.2.3 Steinskred.....	30
10.2.4 Jordskred.....	30
10.2.5 Flomskred .....	32
10.2.6 Sørpeskred.....	32
10.3 SAMLET SKREDFARE PER ENHETER 1 KM.....	32
10.4 ANBEFALINGER FOR REDUSERING AV RISIKO.....	33
10.4.1 Sektor 1.....	33
10.4.2 Sektor 2.....	34
<b>11 VIDERE ARBEIDER .....</b>	<b>35</b>

**12 REFERANSER ..... 35**

# 1 Innledning

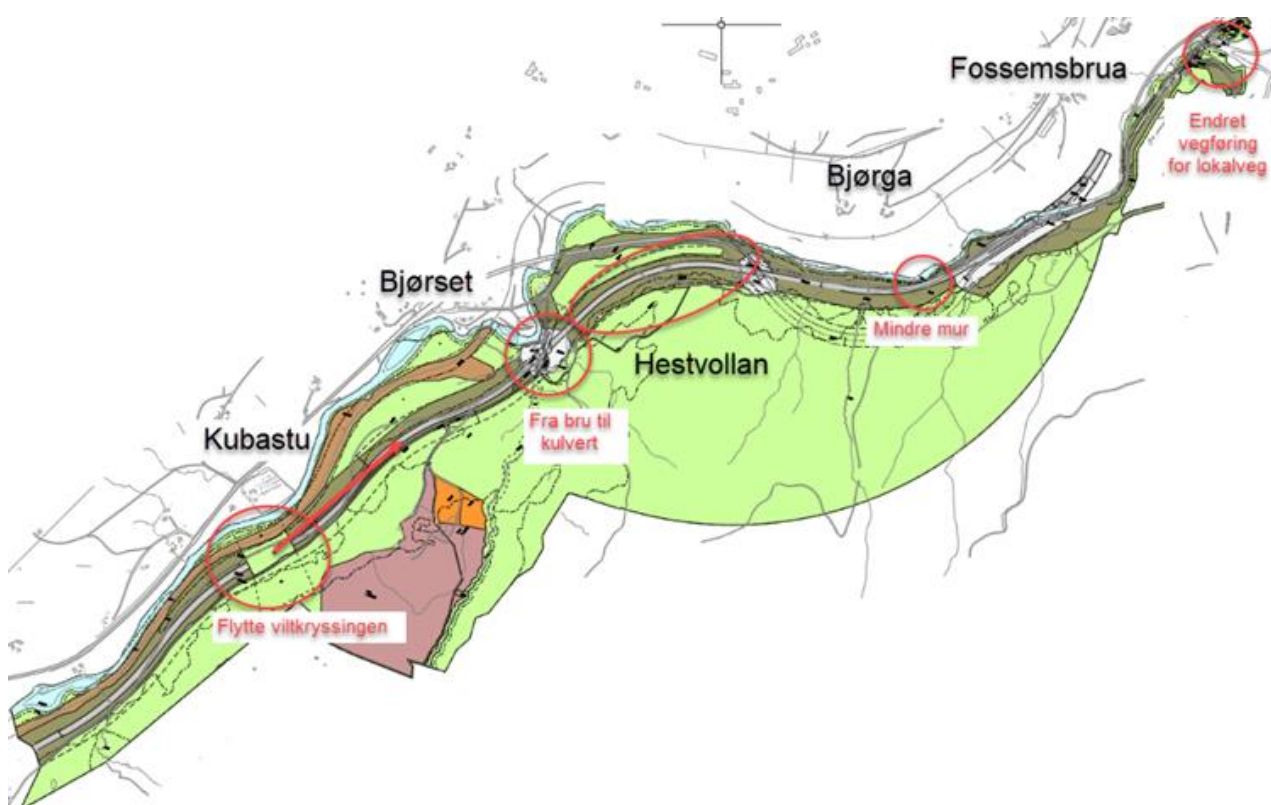
## 1.1 Bakgrunn for prosjektet

JV Skanska Syltern og Nye Veier innledet høsten 2023 en optimaliseringsfase for prosjektet E6 Berkåk-Vindåsliene. I fasen skal partene sammen optimalisere prosjektet med tanke på klima, miljø og kostreduksjon. I optimaliseringsfasen har det vist seg at det er store potensialer til forbedring på disse forholdene, dette medfører justert linjeføring i forhold til gjeldende reguleringsplan (planID: 2020 001).

På grunn av forslag til nye løsninger må det utarbeides en ny reguleringsplan med plannavn E6 Skogheim – Fossum, uten tunneler (planID 2024 001) som erstatter gjeldende reguleringsplan for Skogheim – Fossum (planID 2020 001), vedtatt i 2022.

## 1.2 Beskrivelse av endringstiltakene

Forslag til endringstiltak framkommer av figur 1.



**Figur 1** Endring av elementer i reguleringsområdet.

Omreguleringen vil berøre forhold/endringer som listet opp under:

- Smidigere linjeføring for ny 4-felts E6,  
Veganlegget blir liggende lavere i terrenget, og med noe krappere horisontalkurvatur. Ny løsning vil gjenbruke mer av dagens E6 enn tidligere planlagt, samt at lokalvegen i Vindåsliene ikke

bygges i tunnel, men som en parallell til ny E6 i dagen. Konsekvensen av dette er mindre utslag for skjæringer og fyllinger, og mindre arealbruk til samferdselsformål.

- Kubastu viltovergang – flytting av viltovergang

I ny løsning blir plassering av viltovergang ca. 500 meter lengre nord enn hva som er foreslått i gjeldende plan fra 2022. Dette fører også til noe omlegging av lokalveg. Ledegjerde er vist mellom elva og jernbanen.

Ny plassering foreslås i et område med større avstand til jernbanen og i et mindre sidebratt terreng. Overgangens lengde øker fordi lokalvegen også føres over viltovergangen. E6 senkes gjennom området.

- Hestvollbrua – Bjørset – kulvert i stedet for bruløsning

I ny løsning foreslås det å senke E6 i terrenget for å bedre massebalanse og terrenginngrep. På denne måten blir kryssingen mer aktuell i form av kulvert og løsning for bekk, samt mulig småviltkryssing i kulvertløsningen, til erstatning for regulert bru over lokalveg- og bekkekryssing på Bjørset.

- Omlegging av E6 ved Hestvollan

I ny løsning foreslås E6 med en annen horisontalkurvatur og parallelført lokalveg i dagen, i stedet for i tunnel.

Endringen vil i hovedsak ligge innenfor samferdselsformål. Unntaket er at det går noe av LNF-arealet nord for regulert E6 som må brukes til vegformål, mens langt mer areal avsatt til vegformål, sør for ny veglinje, ikke blir berørt av vegformål.

- Mindre støttemur mot Ila

I ny løsning foreslås kortere støttemur sammenlignet med forslaget i gjeldende plan, noe som gir mindre inngrep i Ila. Årsaken til at muren og tiltaket nede ved elven er mindre nå, sammenlignet med gjeldende plan fra 2022, er fordi man har senket E6-linja og samtidig ligger nærmere eksisterende veg enn sist. Dette er mulig pga. fylkesvegen krysser over E6 med en overgangsbru istedenfor en tunnelportal under E6.

- Området ved Fossem bru

Gjeldende reguleringsplan (planID:2020 001) legger opp til at lokalveg går på store fyllinger gjennom området. I foreslått ny løsning vil fylkesvegen senkes og føres over Fossems bru, med nytt dekke og nye brukar. Det blir ingen nye konstruksjoner/pilarer i elva. Det legges opp til at lokalvegen reguleres med bredde 7,5 meter.

Avkjøringen mot Vagnillgrenda flyttes noe nærmere dagens avkjøring, enn det som ligger i regulert løsning.

### 1.3 Supplerende kartlegginger

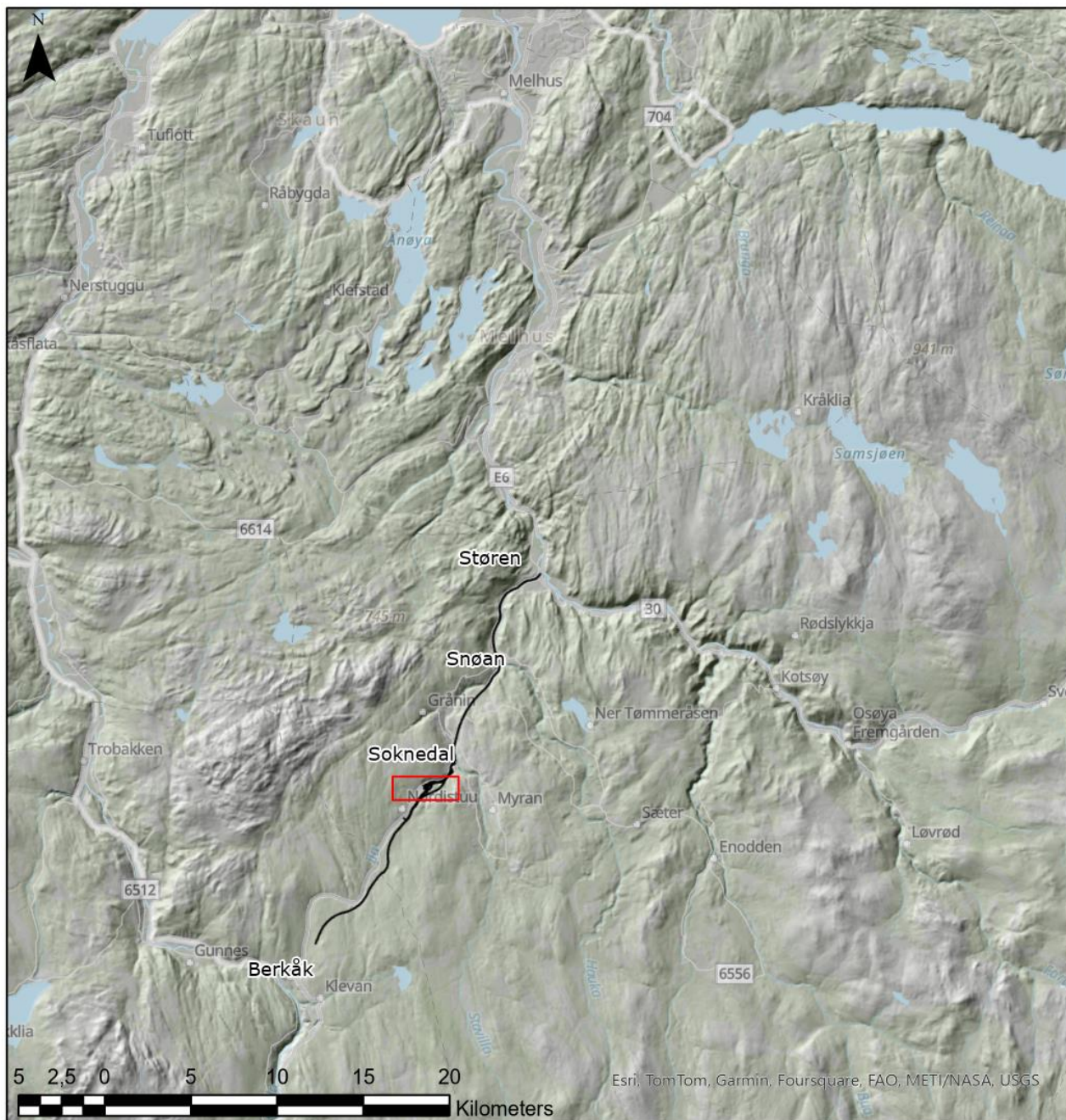
Rambøll har utført supplerende kartlegging og modellering, for å avklare skredfare i planområdet.

### 1.4 Konsekvenser av endringsforslaget

Noe endret linjeføring har ført til noen endrede forutsetninger som er ivaretatt i denne oppdaterte vurderingen.

## 2 Bakgrunn

I forbindelse med reguleringsplan av ny firefelts E6 på strekningen Ulsberg - Vindåsliene har Rambøll vurdert i 2022 at en strekning på cirka 200 meter i planområdet trenger videre utredning av snøskredfare pga. bratt terreng og skogshogst. Det ble også vurdert et annet område som er utsatt for steinsprangfare. Plassering av Området 7 er vist i Figur 2.



Figur 2. Oversikt kart. Planlagt E6 Berkåk Vindåsliene er vist med svart linja og området 7 med rød rektangel.



Aktsomhetskart for snøskred viser at skråningen ved profilnummer 32600 til 32700 (sektor 1, se Figur 4) er innenfor et område for snøskred. Kartet er generert fra en grov terrengeanalyse der lokale forhold ikke er tatt hensyn, hvor verken sannsynligheten eller gjentaksintervallet for skred er gitt. Det er i denne rapporten gjort en vurdering av fare for snøskred.

Rambøll har tidligere vurdert at skogdekke i sektor 2 (se Figur 4) var tett nok til å hindre utløsning av snøskred. Skogen har i senere tid blitt fjernet, og området er derfor vurdert på nytt nå i denne rapporten.

Rambølls rapport fra 2022 påpekte også en sone med fare for steinsprang for sektor 2 som også utredes videre i denne rapporten.

Hensikten med rapporten er å avdekke om det er behov for sikringstiltak mot snøskred eller steinsprang.

### 3 Myndighetskrav

Kravene til sikkerhet mot skred på veg er gitt i håndbok N200 (SVV, 2022), og kan sees i Figur 3. Sikkerhetskrav for skred på veg angir hvilken sannsynlighet for skred på veg (restrisiko) som aksepteres. Håndbok N200 er hjemlet i forskrift til veglovens §13, og inneholder tekniske standardkrav for vegbygging på offentlig vegnett. Kravene for sikkerhet mot skred er Statens vegvesens fortolkning av sikkerhetskravene i TEK17, som gjelder for bygninger og bebyggelse etter byggeteknisk forskrift til plan- og bygningsloven.

Valget av sikkerhetsnivå i tabell 1.7-1 tar utgangspunkt i samlet årlig skredsannsynlighet per km veg (enhetsstrekning) og dimensjonerende trafikkmengde. Forventet trafikkmengder i 2027 er 8660 (Rambøll, 2022).

Tabell 1.7–1 – Sikkerhetskrav for skredsannsynlighet på veg.

Dimensjonerende trafikkmengde	Samlet skredsannsynlighet per km og år
< 500	1/20
500 - 3999	1/50
4000 - 5999	1/100
6000-11 999	1/300
≥ 12 000	1/1000

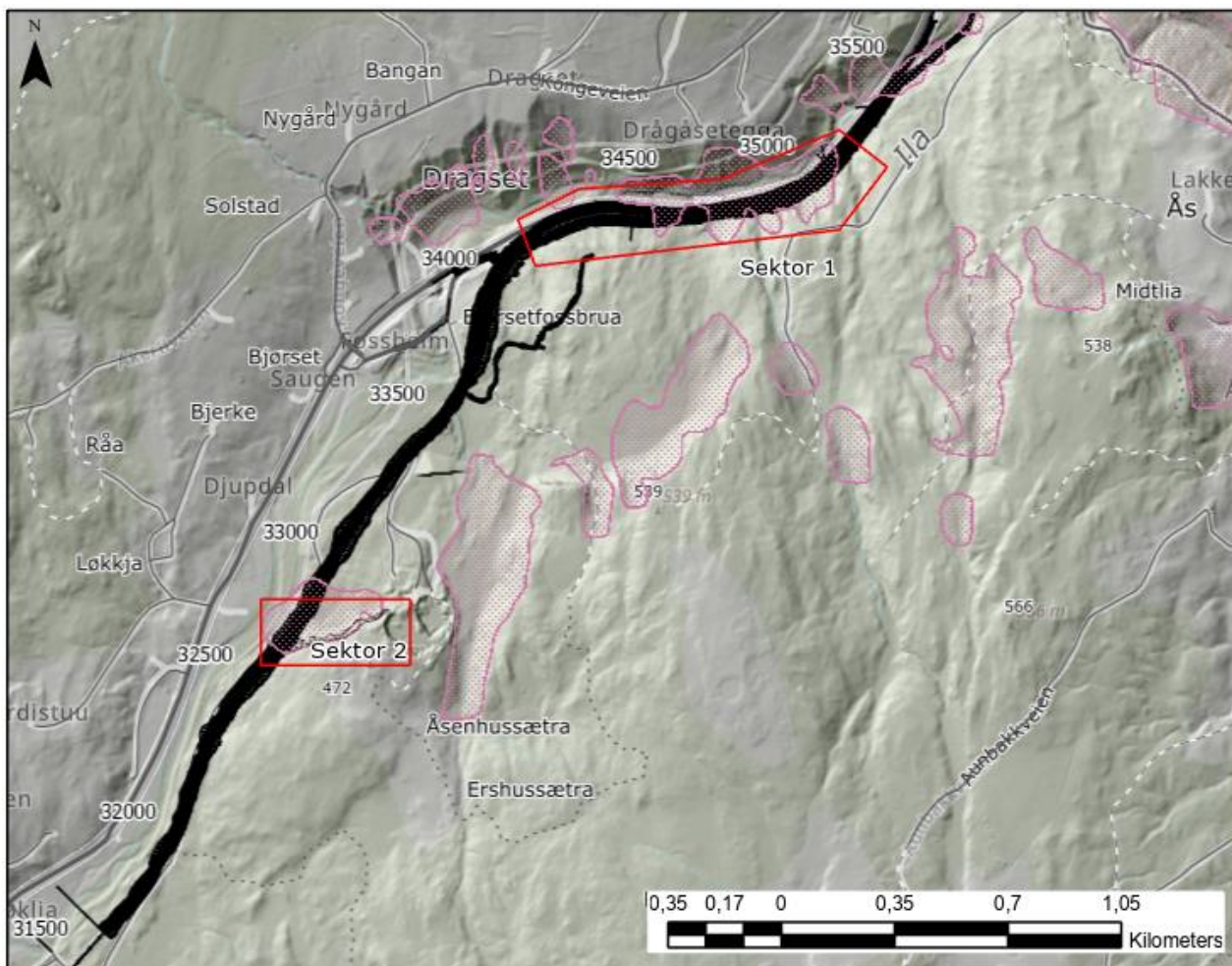
Figur 3. Krav til sikkerhet mot skred på vei fra Håndbok N200 2022.

Det står i N200 at «skred ned på veg fra naturlig sideterreng skal ikke ha større sannsynlighet enn det som er gitt i Tabell 1.7–1. Skredfaren utredes og sikkerhetstiltak planlegges ut fra sikkerhetskravene» og at «Sikkerhetsnivået for skred på veg angir hvilken sannsynlighet for skred på veg (restrisiko) som aksepteres. Kravene i Tabell 1.7–1 er en tilpasning av sikkerhetskravene i byggeteknisk forskrift (TEK 17), og gjelder for strekninger hvor trafikken normalt er i flyt. For områder hvor det tilrettelegges for stans, som oppstillingsplasser, rasteplasser mv, gjelder sikkerhetskravene i byggeteknisk forskrift (TEK17).»

#### 4 Enhetsstrekninger, aktsomhetssoner og tidligere hendelser

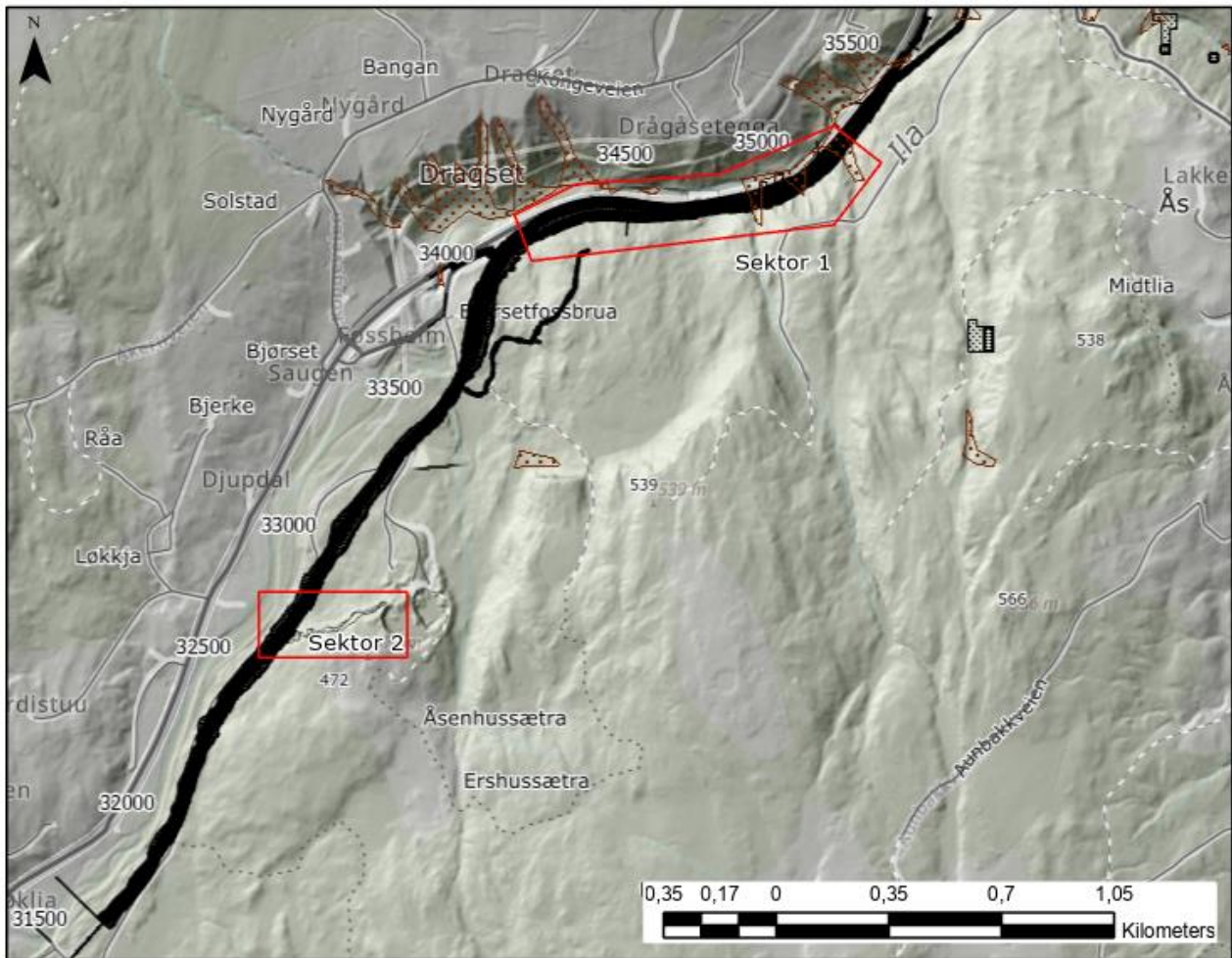
Landsdekkende aktsomhetskart viser potensielle løsne- og utløpsområder for skred, uten å angi løsnestannsynlighet. Veilinje og områder hvor det er generert aktsomhetssoner for snøskred (uten skog; [NVE Aktsomhetskart snøskred](#)) er vist i Figur 4.

Som nevnt i kapittel 2 kan det også være områder som er skredutsatt, men som ikke er markert som en aktsomhetszone. Dette gjelder for steinsprangfare ved Sektor 2, vist Figur 4.



Figur 4. Oversiktskart over planlagt veitrase (svart) og aktsomhetssoner for snøskred uten skog (lilla polygoner med prikker).

Veilinje og områder hvor det er generert aktsomhetssoner for jord- og flomskred er vist i Figur 5.

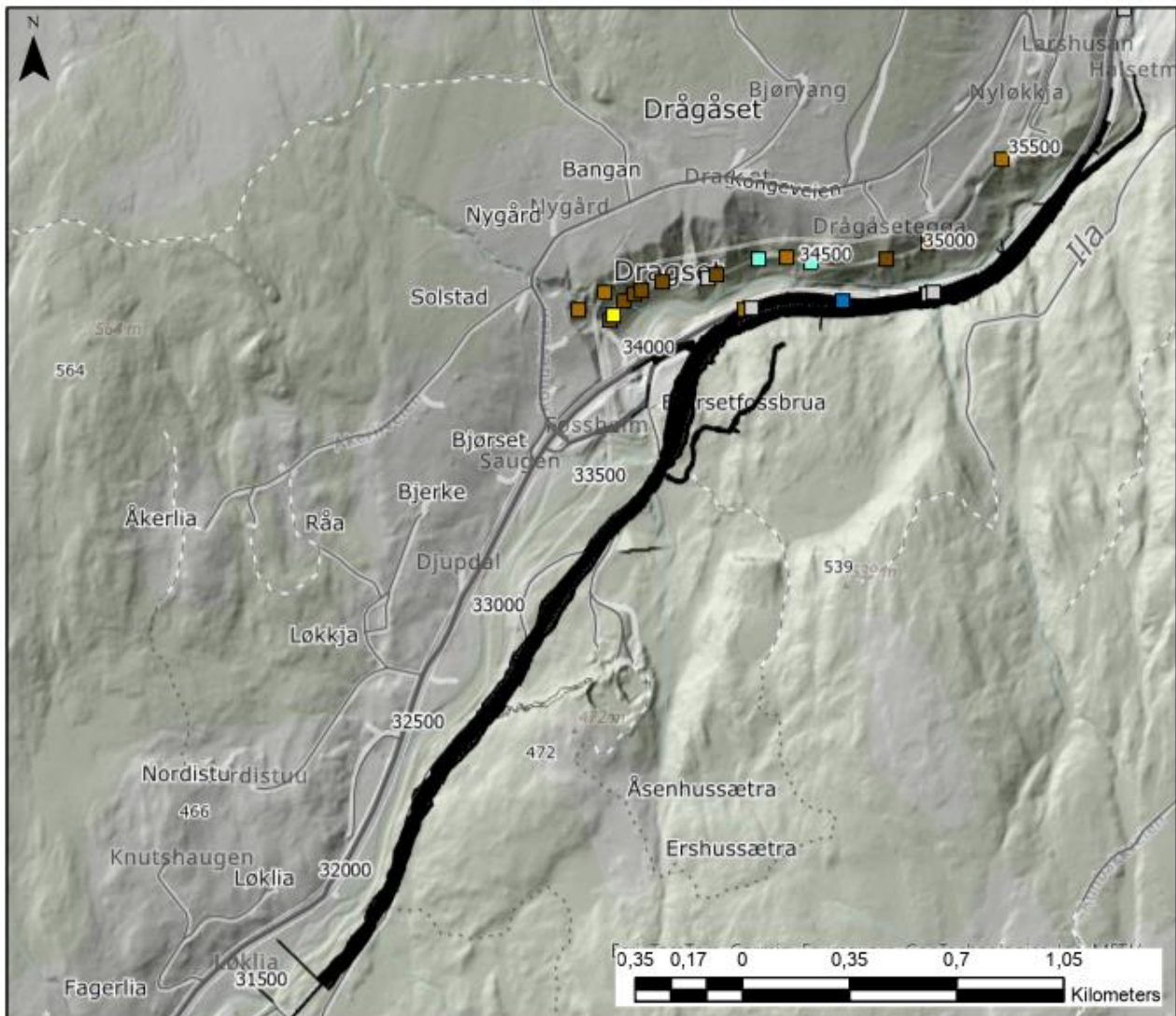


**Figur 5. Oversiktskart over planlagt veitrase (svart), aktsomhetssoner for jord- og flomskred (brune polygoner med prikker), og aktsomhetssoner for steinsprang (svarte polygoner med prikker).**

Det er registrert 7 skredhendelser på E6 i den nasjonale databasen (Tabell 1; Figur 6). Mest av dem er steinspranghendelser, et isnedfall og et jordskred. Hendelser er avløst fra bergskjæring langs E6.

**Tabell 1. Skredhendelser registrert i den nasjonale databasen langs den eksisterende E6 i planområdet.**

Skredtype	Skred tidspunkt	Kommentar
Jordskred	26.04.2019	Jord/løsmasse på EV. 6 løsnet fra vegskjæring 0-50m over veg. Anslått skredvolum: <10m <sup>3</sup> . Blokkert veglengde: Kun i grøft.
Steinsprang	21.08.2019	Stein på EV. 6 løsnet fra vegskjæring 0-50m over veg. Anslått skredvolum: <10m <sup>3</sup> . Blokkert veglengde: Kun i grøft
Steinsprang	02.11.2016	Ingen beskrivelse
Steinskred,uspesifisert	01.08.2007	Ingen beskrivelse
Isnedfall, uspesifisert	05.05.2008	Ingen beskrivelse
Steinsprang	16.09.2021	Stein på EV6 løsnet fra vegskjæring 0-5m. Anslått skredvolum på veg: <10m <sup>3</sup> . Blokkert veglengde: Kun i grøft.
Steinsprang	29.04.2016	Stein på ev. 6 løsnet fra fjell/dalside 0-50m over veg. anslått skredvolum: <10m <sup>3</sup> . blokkert veglengde: kun i grøft. tidspunkt for skredhendelsen kan være usikkert.



**Figur 6. Kart med registrert skredhendelser i planområdet.**

Basert på helningskart og kart for aktsomhetsområder, er skredutsatte områder undersøkt nærmere.

## 5 Skredtyper i bratt terreng

**Steinskred og steinsprang:** Defineres som hurtig fall fra en bratt skråning (vanligvis brattere en 45°) med steile sprekker og overheng. Det er mange likhetstrekk mellom steinsprang og steinskred (både form og bevegelse), men steinsprang har mindre volum enn steinskred. Steinskred brukes om hendelser der steinmassene oppnår et volum fra noen hundre til flere hundretusen kubikkmeter. I et steinskred blir blokkene knust opp i mindre deler langs utløpsområdet. Sekundæreffekter av steinskred kan bli oppdemming av bekke- og elveløp og flodbølger hvis skredet går ut i en fjord eller en innsjø. Steinsprang har mindre volum (inntil noen hundre kubikkmeter), hvor en eller et fåtall steinblokker løsner og faller ned. Vanlige årsaker til utfall er vann og frostsprengning, og forekommer ofte i den mest nedbørrike perioden eller i tine-fryse sesongen.

**Snøskred:** Snøskred utløses vanligvis der terrenghelningen er mellom 27° og 55°. Det er to hovedtyper av snøskred: Løssnøskred (oppstår i bratte fjellsider, og starter med en lokal utglidning) og flaskred (en større del av snødekket løsner som et flak). Hastighet av snøskred er høy (inntil 100 m/s). Tett skogdekning kan hindre utløsning av snøskred. Ved kanter og rygger i terrenget kan det dannes snøskavler (på grunn av vind), hvor en kollaps av en snøskavl kan utløse et skred i et relativt stabilt snødekke. Sekundæreffekter av snøskred som utløses i bratte skråninger kan være et kraftig trykk/vind som i kombinasjon med snøpartikler/ispartikler kan potensielt føre til ødeleggelser/skade ved at for eksempel trær og stolper blir knekt, knust og gjøre ødeleggelser på byggverk. Ved åpent vann/sjø kan utløpet til et snøskred og sekundæreffekter fra et snøskred få et lengre utløpsområde og føre til skade på etableringer i vannet/sjø (eksempel akvakulturanlegg). Dette skjedde blant annet i 2018 og 2021 på Stjernøya i Alta kommune (Troms og Finnmark fylke).

**Sørpeskred:** Utløses i slake partier hvor snøen har et høyt vanninnhold (vannmettet snø), f.eks ved ei myr eller i bekkedaler, og oppstår ofte under intens snøsmelting eller regnvær. Sørpeskred har høyere tetthet enn snøskred. I utløpet kan skredet ta med seg tynt løsmassedekke, og steinblokker fra skråningen nedenfor. Sørpeskred utløses ofte i myrområder eller i bratte kløfter og raviner i høye fjellskrenter. Et våtsnøskred kan utvikles til et sørpeskred, og et sørpeskred kan gå over til f.eks. et flomskred. Størrelse på utløpsområdet er avhengig av størrelse og form på utløsningsområdet, terrengforhold, snømengder, vanninnhold, teksturen og strukturen til snøpakken. Størrelsen kan variere fra noen få kvadratmeter til mange kvadratkilometer.

**Jordskred:** Utløses vanligvis i dalsider brattere enn 25° og starter ofte med en utglidning av vannmettet jordsmonn/løsmasser. Jordskred kan også utløses i elveskråninger ved undergraving av skråningsfoten. Jord- og flomskred kan ha et utløp som både er kanalisert og ukanalisert, dette er avhenger av løsmassetykkelsen. En ganske typisk morfologi av jordskred er leveer (rygger parallelt med skredbane). Jordskredavsetninger er tungeformet i utløpsområdet. Gjentakelse av hendelser i et område resulterer i en skredvifte. De ukanaliserte jordskredene er ofte smal i starten av skredet, og blir gradvis bredere når jordskredet beveger seg nedover.

**Flomskred:** Flomskred er et hurtig og vannrikt skred som oppstår langs elver, bekker og raviner. Vannmassene kan transportere store mengder løsmasser, med større blokker og vegetasjon. I likhet med jordskred kan også flomskred danne leveer parallelt med skredbanen. Gjentakelse av flomskredhendelser i et område resulterer i en skredvifte. Forskjellen mellom jord- og flomskred er vanninnholdet (større i flomskred enn i jordskred). Jord- og flomskred kan utløses der det er mye vann, ofte i nedbørrike perioder eller under kraftig snøsmelting. Når et jord- og flomskred når slake skråninger og vannet renner ut av skredet, reduseres hastigheten og skredet bremses opp.

## 6 Metodologi og grunnlagsdata

### 6.1 Høydemodeller, skyggekart og helningskart

En terrengmodell er en representasjon av overflaten som er benyttet til blant annet kartlegging av potensielle løseområder for snøskred og steinspranghendelser, samt modellering av potensielle utløpsområder. I kombinasjon med ArcGIS pro er det også produsert skygge- og helningskart. Terrengmodellen som er brukt i forbindelse med denne rapporten er fra prosjektet E6 Soknedal 5pkt 2021 med veldig høy oppløsning på 0,25 m.

Potensielle løснеområder for snøskred har en helning på 27-55°. For steinsprang har potensielle løснеområder en helning på 45-90°.

## 6.2 Topografi, vegetasjon, og klimaforhold

Topografiforholdene er analysert til å gjelde for potensielle skredhendelser. Løснеområder for snøskred er kartlagt ut ifra observasjoner av skålformasjoner, områder som ligger i le av vind, eller jevnt terreng. Det er større sannsynlighet for utløsning av de fleste skredtypene ved konkave terrengformasjoner, enn ved konvekse former. Orientering til skråningen er også tatt hensyn til siden dette også påvirker skredforholdene. En skråning med sørlig orientering blir mer oppvarmet av sola enn en nordvendt skråning.

Vegetasjon og kronedekning er også analysert, pga. dette kan spille en vesentlig rolle for utløsning og utløpsområdet til både snøskred og steinsprang. Tett kronedekning kan blant annet hindre snødekkets oppbygning og hindre utløsning av snøskred (kronedekning på mellom 50-80%). Vegetasjon i utløpsområdet kan bidra til å bremse snøskred. Skog i løsnakeområde for steinsprang kan øke løsnesannsynligheten pga. effekten av rotsprengning og rotvelt. Tett skog av tilstrekkelig stammetykkelse kan bidra til å redusere energi og utstrekning på steinsprangblokker.

Klimadata, hentet fra [AV-Klima \(nve-av-klima.azurewebsites.net\)](https://nve-av-klima.azurewebsites.net), gir viktig informasjon til å vurdere om sannsynligheten for utløsning av snøskred. Kombinert med topografi og data om vindretning kan det også angi mulig volum på snøskredhendelser.

## 6.3 Feltbefaring

Feltbefaringen ble utført av ingeniørgeolog Linn Døvle, seniørgeolog Ivanna Penna, og senior ingeniørgeolog Stein Vegar Rødseth, den 07. februar 2024. Det var cirka -20 grader og sol. Feltbefaringen ble utført til fots og ved bruk av drone (se registreringskart i vedlegg). Observasjonene fra feltbefaring i 2024 supplerer observasjonene utført i 2020 (Rambøll, 2020).

## 6.4 Modellering av snøskred

Løsnakeområdene for snøskred er inntegnet i deler av skråningen med terrenghelning mellom 27-55° som har passende terrengruhet, form og orientering.

RAMMS::Avalanche er brukt til modellering av snøskred. Bruddkanthøyde er satt etter informasjon fra klimaanalysen og feltbefaring. En korleksjon av bruddhøyden ble gjort med tanke på den potensielle effekten av vind som fører til akkumulering eller erosjon av nysnø (snødrift).

**Tabell 2. Input parameterne brukt for modellering av snøskred.**

Oppløsning terrengmodell (m)	Tetthet (kg/m <sup>3</sup> )	Bruddkanthøyde (m)	Løsnakeområde	Xi	My
2	300	1.2	Blokk simulering	«Default” parameterne (Automatikk prosedyre)	Default” parameterne (Automatikk prosedyre)

Skoggrensen er satt opp til 1000 og 500 moh. (justert til norske forhold). Stopp-momentum er satt til 5%.

## 6.5 Modellering av steinsprang

Løsneområdene for steinsprang er inntegnet i deler av skråningen hvor terrenghelningen er over 45°.

RAMMS::Rockfall er brukt til modellering av steinsprang. Blokkstørrelse som ble brukt er vurdert etter feltobservasjoner. Parameterne brukt i modellering er vist i Tabell 3.

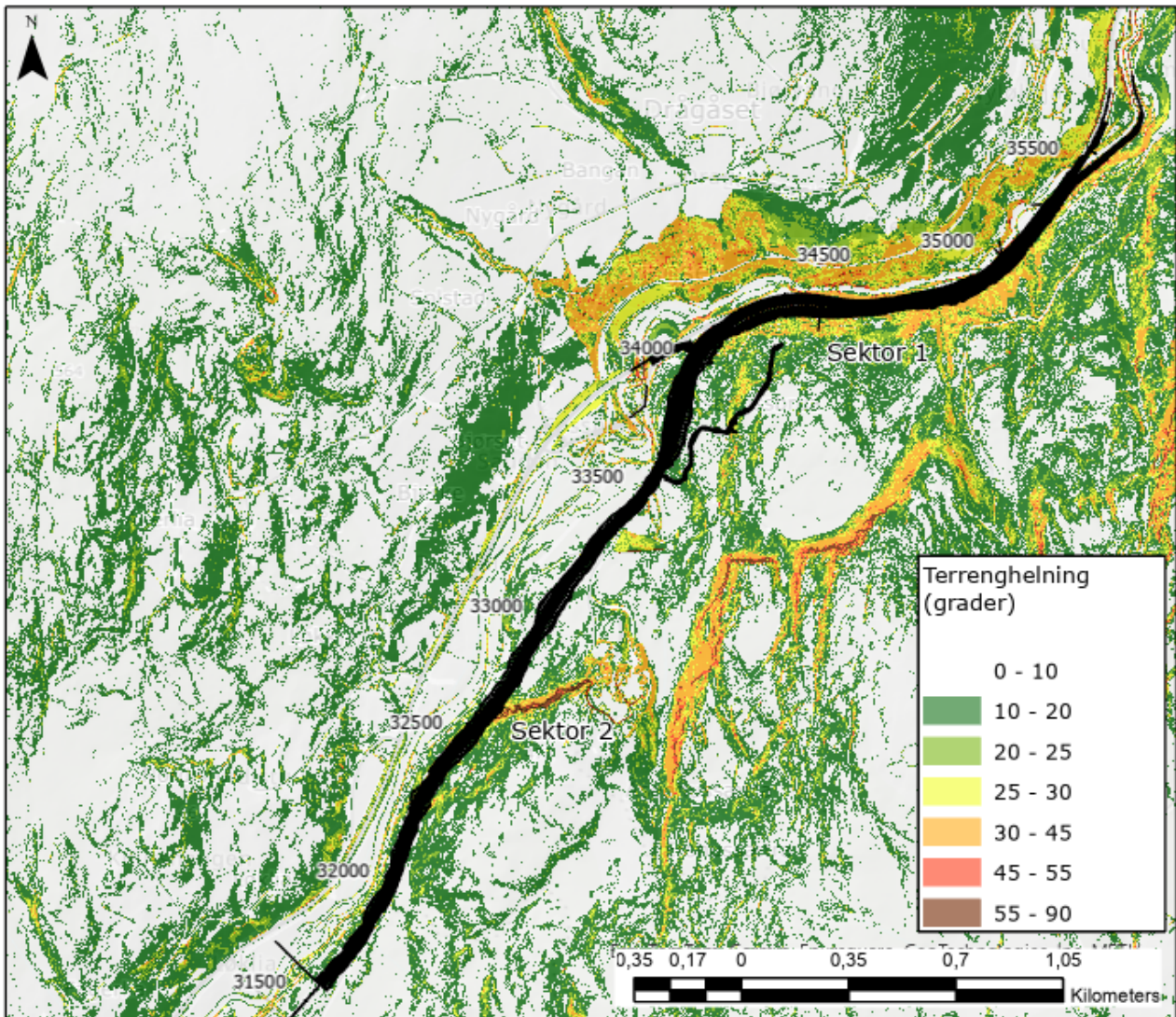
**Tabell 3. Input parameterne brukt for modellering av steinsprang.**

Oppløsning terrengmodell (m)	Tetthet (kg/m <sup>3</sup> )	Blokkstørrelse (m <sup>3</sup> )	Blokkform	Terreng
1-2	2700	2	Equant 1.5	Medium hard

## 7 Områdebeskrivelse

Planområdet ligger i Midtre Gauldal kommune (Trøndelag fylke), nær grense med Rennebu kommune. Ifølge NGUs berggrunnskart består berggrunnen i området av fyllitt. Løsmassekart fra NGU indikerer at området består av morenemateriale. Mektigheten til morenemateriale kan ifølge NGUs kart variere fra tynt (0,5 m) til tykk (flere meter).

I sektor 1 er nedre og øvre del av skråningen generelt slakere enn 25°, men har små områder med helning mellom 25° - 45° og enkelte områder brattere enn 45°. I sektor 2 har toppen av skråningen slak helning, og videre er det et klippområde der helning er over 45°. I foten av skråningen er det dekket av løsmasser/urmasser med helning mellom 30°-40° (Figur 7).



**Figur 7. Terrenghelningen i området 7.**

LiDAR-basert skogdata fra NIBIO (SR16-datasettet) viser at skråningen i kartleggingsområdet er delvis til tett dekket med skog (Figur 8). Skogen er klassifisert som produktiv og er dominert av gran og furu. Kronedekningen varierer fra 10% til ca. 100% (Figur 8 og Figur 9).





**Figur 8. Dronebilde. Utsikt over et område med relativt tett skogdekk.**



**Figur 9. Dronebilde. Utsikt over et område med lavere skogdekk.**

## **8 Tidligere kartlegginger**

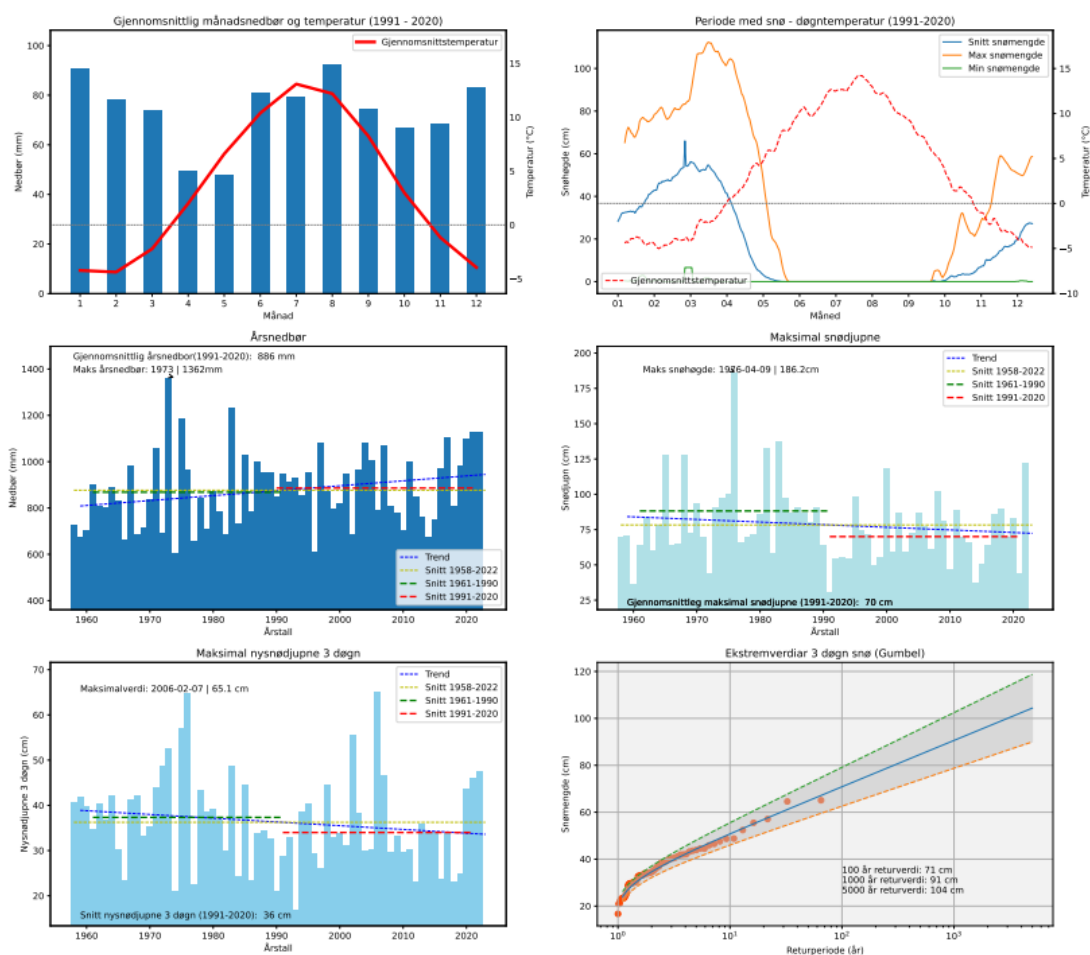
I forbindelse med tidligere reguleringsplan av E6 har Rambøll vurdert steinsprangfare i området (2022).

## 9 Klimaanalyse

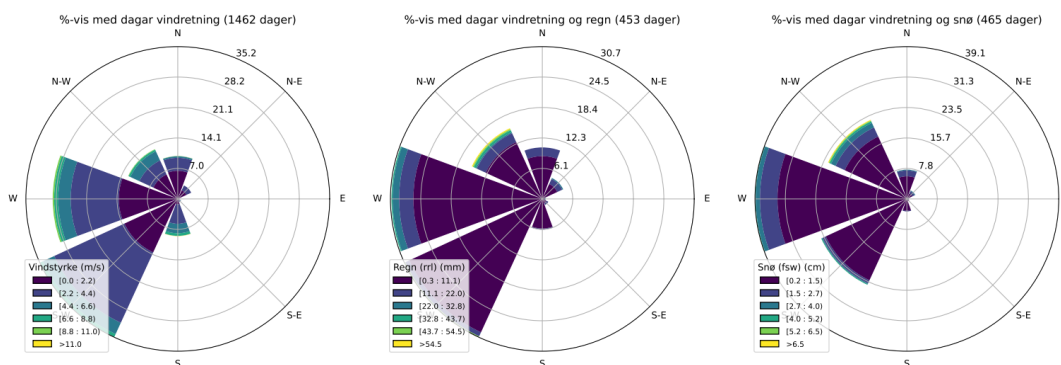
Klimaanalysen er utført ved bruk av NVEs AV-Klima ([AV-Klima \(nve-av-klima.azurewebsites.net\)](http://nve-av-klima.azurewebsites.net)). Punktet hvor klimadata er hentet ut fra har følgende koordinater: Nord: 6986536.88 – Øst: 255024.77.

Figur 10 viser at gjennomsnittstemperaturen er under 0° fra november til mars. Området har en gjennomsnittlig årsnedbør på ca. 886 mm i perioden 1991-2020, med en maksimal årsnedbør på 1362 mm målt i 1973. De laveste nedbørsverdiene, på omtrent 50 mm, er registrert mellom april og mai. Den gjennomsnittlige maksimale snødybden er 70 cm. Siden 1960, har den maksimale snødybden hatt en negativ trend. Ekstremverdier av maksimal 3-døgns snømengde med returperioder på 100 og 1000 år er beregnet til 71 cm og 91 cm. Dominerende vindretningene er fra V og SV (Figur 11).

### Klimaoversikt for Vindåsliin (407 moh.)



Figur 10. Klimadata er hentet fra NVE verktøyet AV-klima. (kilde: [AV-Klima \(nve-av-klima.azurewebsites.net\)](http://nve-av-klima.azurewebsites.net)).

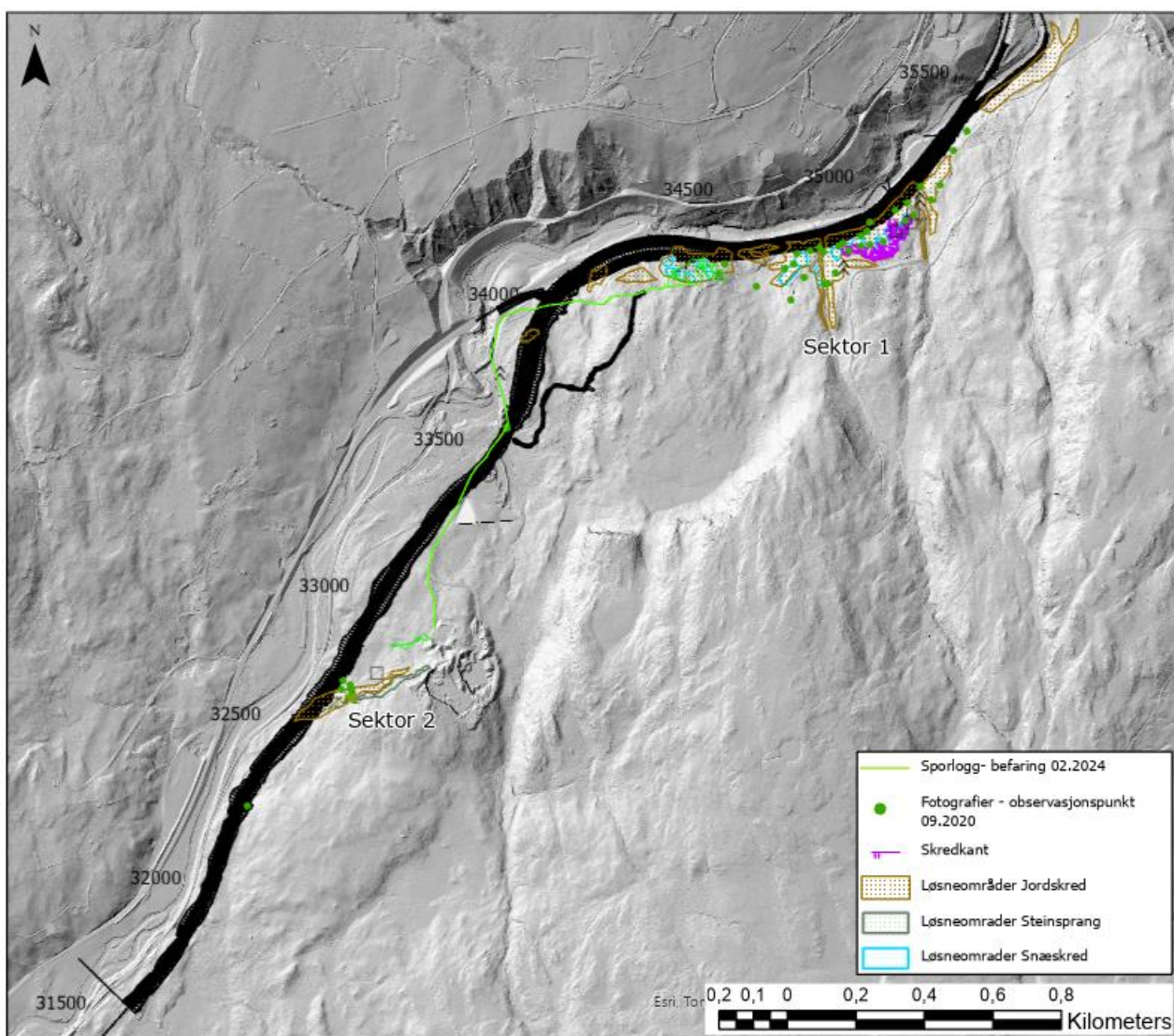


**Figur 11. Vindroser. Generell vindretning (venstre), vindretning med regn (midt) og vindretning med snø (høyre).**

Klimaendringene for gjennomsnittlig årstemperatur i Sør-Trøndelag er beregnet å øke med cirka 4,0 °C. Temperaturøkningen blir trolig større i indre strøk enn i kystområdene. Årsnedbøren i Sør-Trøndelag er beregnet å øke med cirka 20 %. Det er forventet at episoder med kraftig nedbør øker vesentlig både i intensitet og hyppighet i alle årstider. Nedbørmengden for døgn med kraftig nedbør forventes å øke med ca. 20 %. Det beregnes en betydelig reduksjon i snømengdene og antall dager med snø, med opptil 2–3 måneder kortere snø sesong.

## 10 Vurdering av skredfare

Skredfarevurdering for planområdet er fokusert i to sektorer langs planlagt veilinje, der hvor aktsomhetskart og feltbefaring viste som relevante områder (se Figur 4). I sektor 1 er området dekket av løsmasser (unntatt bergskjæring langs eksisterende E6). Derfor er snøskred, flomskred og jordskred fare utredet, og ikke fare for steinsprang. I sektor 2 er det utredet fare for snøskred og steinsprang.



**Figur 12. Registreringskart for området 7.**

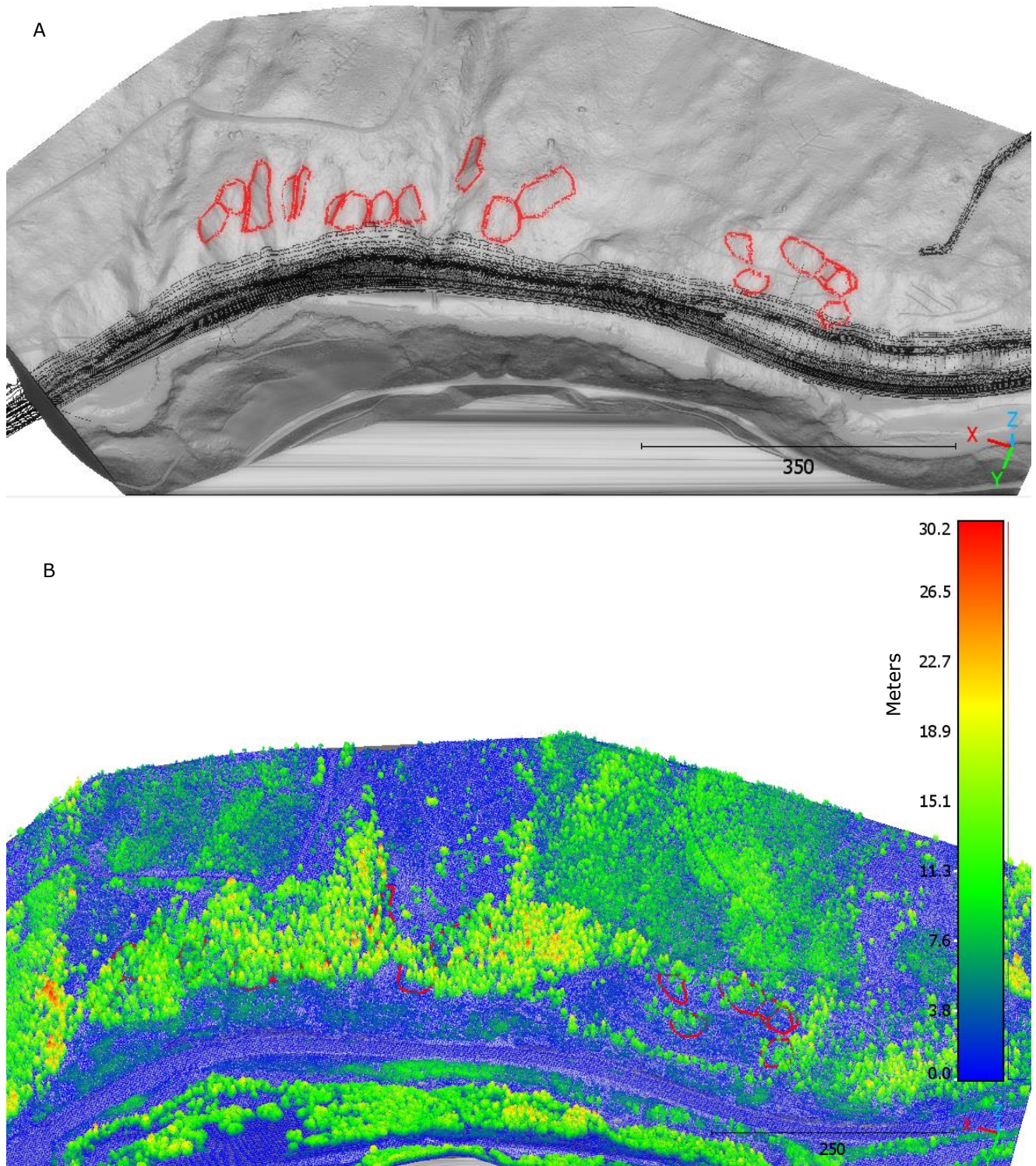
## **10.1 Sektor 1 (profilnummer 34200-35100)**

### **10.1.1 Snøskred**

Det ikke er registrert snøskredhendelser og det ble ikke observert noen spor etter snøskred under feltbefaringen i sektor 1. Klimadata viser derimot at den gjennomsnittlige maksimale snødybden i perioden 1991-2010 er beregnet til 70 cm, som i kombinasjon med passende terrengforhold betyr i teorien at snøskred kan forekomme. Dette stemmer med observasjoner fra feltbefaring, hvor snødybden i skråningen var mellom 50-70 cm.

Analyse av terrenghelning og terrengform viser at det kun er noen deler av skråningen som har passende helning for utvikling av snøskred. De fleste av disse områdene har et lite areal (mellom 250-1750 m<sup>2</sup>)

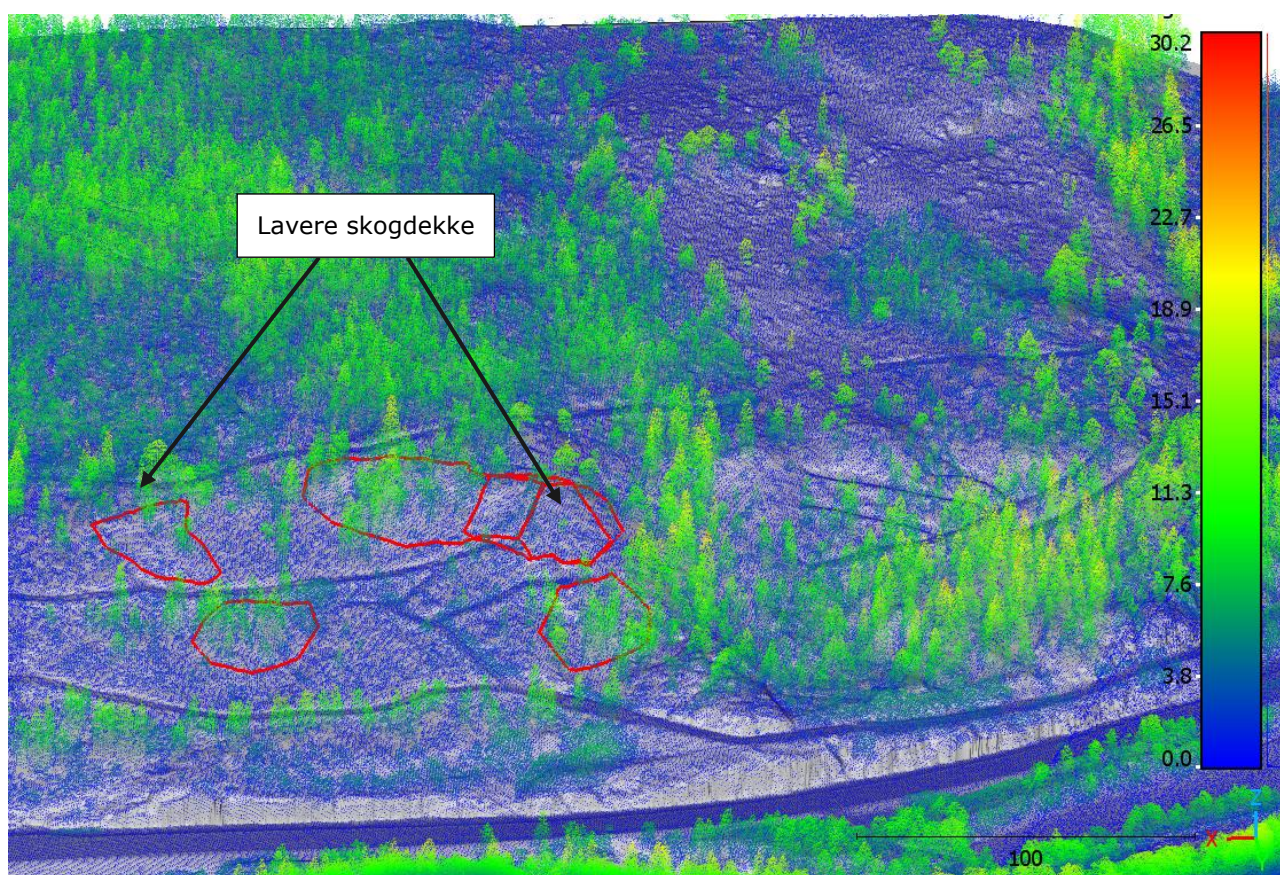
med helning mellom 27°- 45° og ligger i konkavt terreng (skålformasjon i bakskrenter av tidligere jordskred). De har relativt lav fallhøyde og ligger mellom 20-50 m over den eksisterende E6 (Figur 13).



**Figur 13. A) 3D modell av terrenget mot sør i kartleggingsområdet. Potensielle utløsningsområder er markert med røde polygoner. B) Punktsky modell i 3D av skogdekke i området. Høyde til trærne er indikert.**

Som vist i Figur 13, er fjellsiden stor sett kledd med skog, hovedsakelig grantrær med små innslag av furu- og løvtrær. Kronedekningen er hovedsakelig over 60% i flere av de kartlagte potensielle løснеområdene. For disse områdene er skogen tett med trestammer som er større enn 15 cm, hvor trærne er minst dobbelt så høye som snødybden for 1000 år returverdi. Skogen vurderes derfor som god nok til å ankre fast de forvente snødybdene. Det vurderes at det kun er mulig med mindre utglidninger av snø. Skogen vil begrense rekkevidden til utglidninger av snø..

I to løsneområder (Figur 13) er skogdekke mellom 20-40%. Selv om dette er ikke høyt nok til å hindre utløsning av snøskred, kan skogen i noe grad redusere løsnesannsynlighet og størrelse av utløsningsområdet. I tillegg er det skog i utløpsområdet som vil bidra til å bremse skredmasser.



**Figur 14. Punktsky modell i 3D av skogdekke. Områder med moderate til lavt skogdekke er vist.**

Med tanke på terrenghelning og størrelse til de kartlagte løsneområdene, vurderes det at med dagens vegetasjonsforhold er den nominelle årlige sannsynlighet lavere enn 1/300, og derfor har planlagt ny E6 i sektor 1 tilstrekkelig sikkerhet mot snøskred etter sikkerhetskravene i SVV håndbok N200. Dersom skogen tas bort i løsneområdene vil den årlige sannsynlighet øke, og det må ved en slik situasjon vurderes om det er behov for å etablere risikoreduserende tiltak. På generelt grunnlag anbefales det å bevare skogen.

### 10.1.2 Jordskred

Jordskred er vurdert som aktuell prosess i området. En stor del av skråningen med løsmasse har helning brattere enn  $25^\circ$ , og i skyggekart det observeres spor etter tidligere hendelser rundt strekning 35000 (vist i Figur 12 og Figur 16). En jordskredhendelse er registrert i den nasjonale databasen, men dette er utløst fra toppen av bergskjæring.

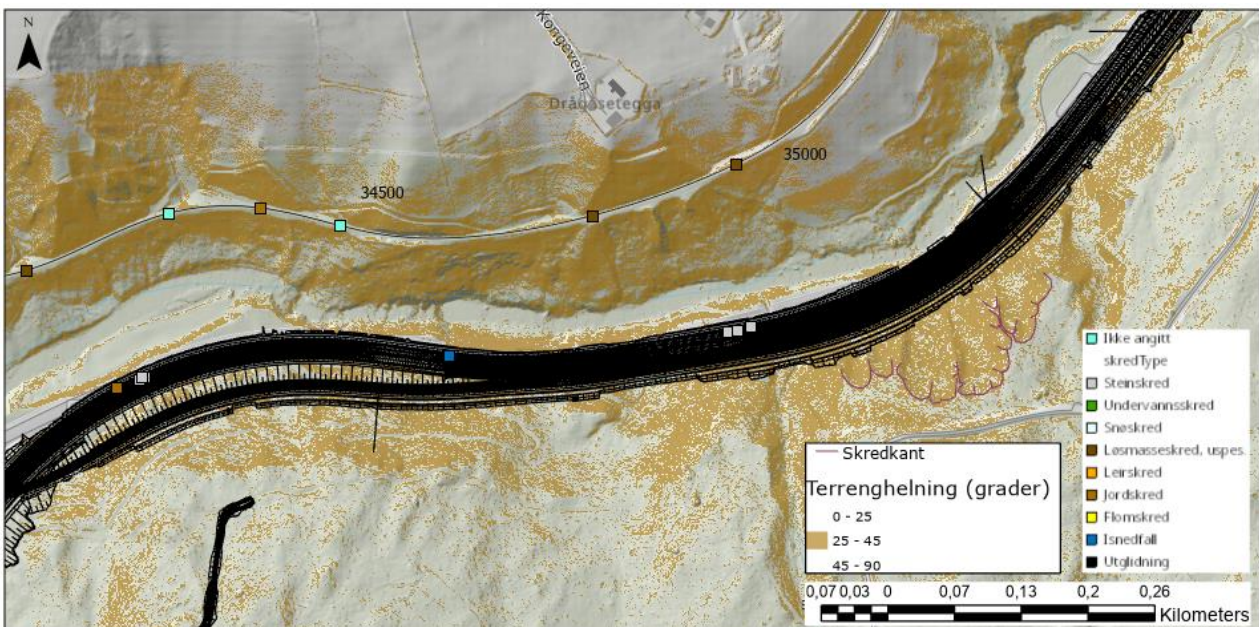
Skredkanter av tidligere hendelser ligger i morenemateriale. Skredkantene (med konkave form) er veldig bratte/skarpe, og det kan tyde på at erosjon ennå ikke har pågått lenge og rundet av kantene. Årsaken til disse hendelser kan ha vært erosjon i foten av skråningen av elva i dalbunnen på et ukjent tidspunkt, men før veien ble bygd, siden veien nå ligger mellom skråningen og elva. Det er ikke observert avsetningen av disse hendelser i dalbunnen da de sannsynligvis har blitt erodert bort av elva.

I feltbefaring utført i 2020, det ble observert lite sig og erosjon i løsmasser, vurdert ut fra at trærne er rette og relativt gamle (trestammene av barskog har generelt diameter over 15 cm).



Figur 15. Vegetasjon i skråningen. Bilde fra 2020.

I 2016 har Sweco observert en mindre utglidning i overflatemassene. På grunn av observasjon av tidligere hendelser i området og i den nordlige del av dalen, bratthet av terreng med løsmasse, at det i borehull fra grunnundersøkelser som beskriver nærværet av et løst topplag over hardt morenemateriale (NV50E6BV-GTK-RAP-0001 Geoteknikk, Rambøll, 2024), vurderer vi at forholdene ligger til rette for at der det er tynt løst løsmassedekke over fast morenemateriale kan bygge seg opp kritisk poretrykksnivå og jordskred utløses. Det vurderes at for dagens situasjon er den nominelle årlige sannsynligheten for at jordskred med skadepotensiale skal nå den planlagte E6 større enn 1/300. Det må gjøres en geoteknisk vurdering av stabiliteten av løsmassene i terreng og de nye løsmasseskjæringene som etableres, både i anleggs- og permanentfasen. Det må gjøres prosjektering for vannhåndtering både i anleggsfasen og hensiktsmessig håndtering av drenering for ferdig veganlegg. Fjerning av skog kan øke sannsynligheten for utløsning av jordskred. Erosjon i løsmasse kan føre til remobilisering av store blokker i bratt terreng. Det må lages en anleggsgjennomføringsplan der skoguttaket blir synliggjort og tatt med i vurderingen av tiltakene som må utføres i anleggs- og permanentfasen.



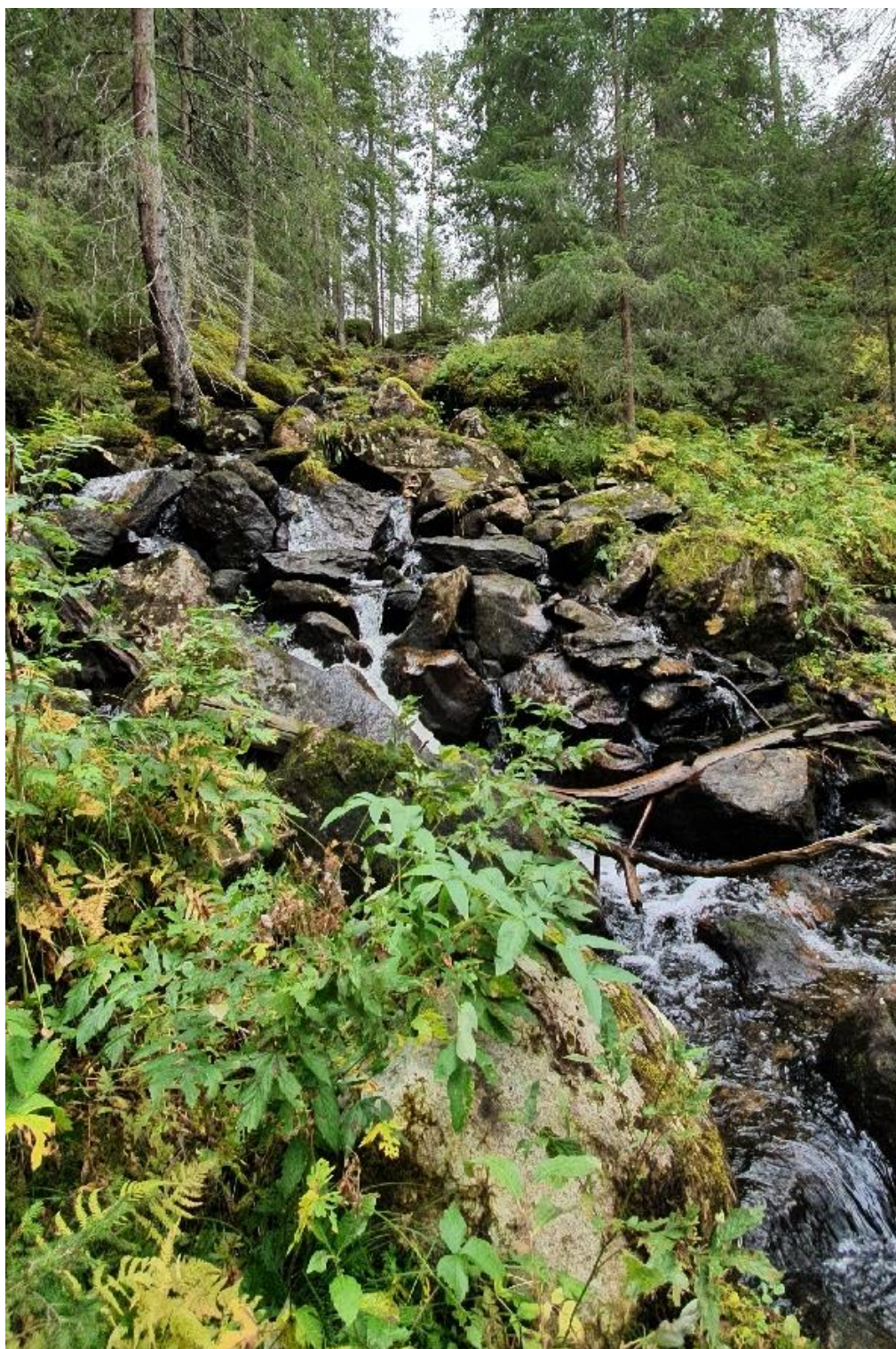
Figur 16. Skyggerelieff kart med områder hvor helning i løsmasse er mellom 25-45°.

### 10.1.3 Flomskred

I planområdet, finnes det to bekker (Vindåslibekken og en som ligger cirka 350 øst av dette) med profiler brattere enn 15° rundt strekning 35000.

I noen sektorer er det observert berg i dagen på bunnen eller større blokker fra morene materiale, men det finnes også løsmasser tilgjengelig for erosjon og transport i fjellsiden i nedbørsrike perioder og i snøsmeltesesongen.





**Figur 17. Terrengebilde av Vindåslibekken cirka 75 m sør av den planlagt E6.**

I den nasjonale databasen er det ikke registrert flomskredhendelser i området. Det er ikke observert skredvifte i distal del av bekkene, eller andre tegn av flomskredhendelser. Det vurderes at med dagens situasjon er den nominelle årlige sannsynligheten for at flomskred med skadepotensiale som kan nå den

planlagte E6 lavere enn 1/300 og derfor er lovkrav oppfylt. Endring i skogdekk, avrenning, og profiler av bekken kan økes sannsynligheten. Det må dimensjoneres kulvert og stikkrenner iht. anbefalinger fra ingeniørgeolog/geolog og hydrolog, og tilstrekkelig vedlikehold av kulverten.

#### **10.1.4 Sørpeskred**

Det er ingen tidligere sørpeskredhendelser registrert i den nasjonale databasen, men på grunn av terrengforhold, vannveger og snømengde i øvre del av skråningen, vurderes det at sørpeskred er en aktuell prosess. På grunn av tett skog og ingen historikk med tidligere hendelser, vurderes det at for dagens situasjon er den nominelle årlige sannsynligheten for at sørpeskred med skadepotensiale nå den planlagt E6 lavere enn 1/300 og derfor er lovkrav oppfylt.

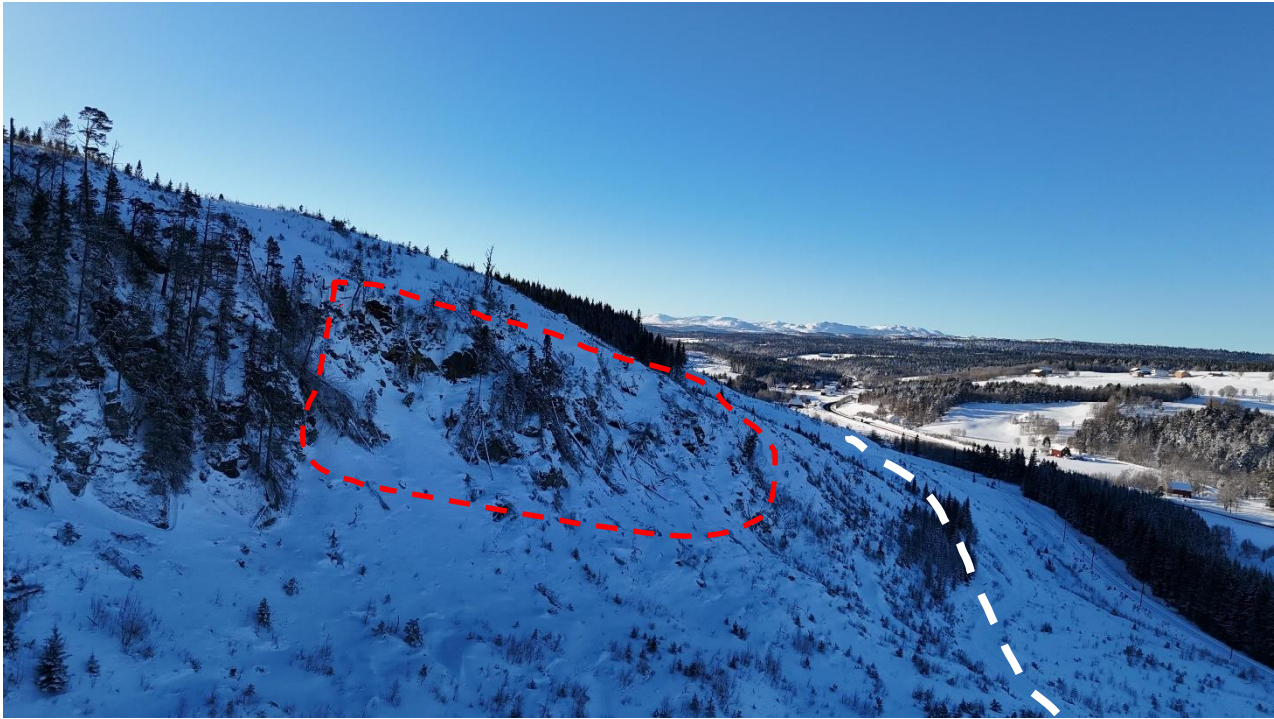
### **10.2 Sektor 2 (profilnummer 32600)**

#### **10.2.1 Snøskred**

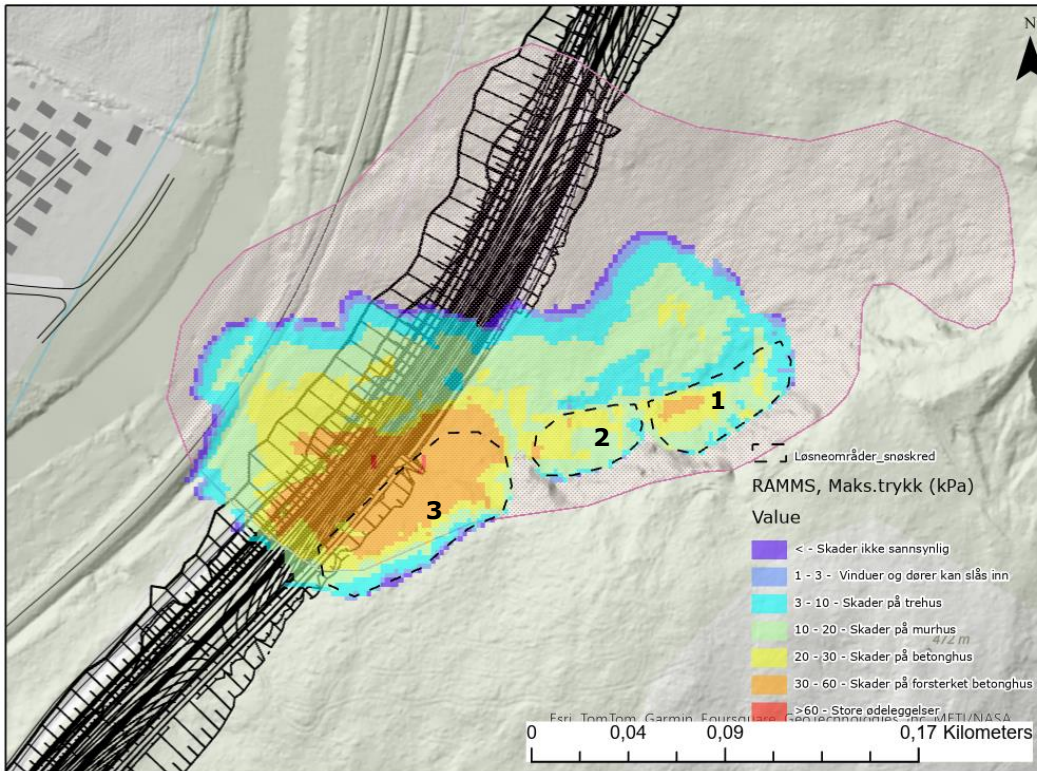
I sektor 2 er det flere deler av skråningen med passende helning for utløsning av snøskred. Analyse av historiske ortofotoer (norgebilder.no) og satellitt bilder (fra Google Earth) viser at det er utført skogshogst etter 2016 (eksakt dato er ukjent). Resultatet er at det kun er en liten del av skråningen som er dekket av grantrær (Figur 18).

Det ble det kartlagt 3 potensielle løснеområder med helning 27°-55°. Områdene har et areal mellom 1100 og 3277 m<sup>2</sup> og har en fallhøyde opp til 30 meter. Løsneområdene ligger i le av vind fra V-SV, og det vurderes som sannsynlig at det kan utløses snøskred fra området. Det er utført numerisk modellering med snødybde på 1,2 meter for å analysere sannsynlig utløpslengde. Resultat fra modelleringen viser at snøskredhendelser kan ha utløpslengde opp til 135 meter, og det vurderes som sannsynlig at skredmasser fra løснеområde 2 og 3 når fram til ny veitrase for E6 (Figur 18 og Figur 19). Utløpslengden er betydelig mindre enn generert aktsomhetsområde for snøskred uten skog.

Vurderinger av klima og terrengforhold tilsier at snøskred kan forekomme fra de kartlagte løснеområdene, og det vurderes at nominell årlig sannsynlighet for snøskred mot ny E6 er større enn 1/300. Strekningen har ikke tilfredsstillende sikkerhet mot snøskred iht. krav i N200, og må derfor gjøres risikoreduserende sikringstiltak mot snøskred fra løснеområdet 2 og 3 (Figur 19).



Figur 18. Utsikt mot SV for sektor 2. Omtrent plassering av løснеområde nummer 3 er markert med rød stiplet linje og planlagt E6 med hvit stiplet linje.



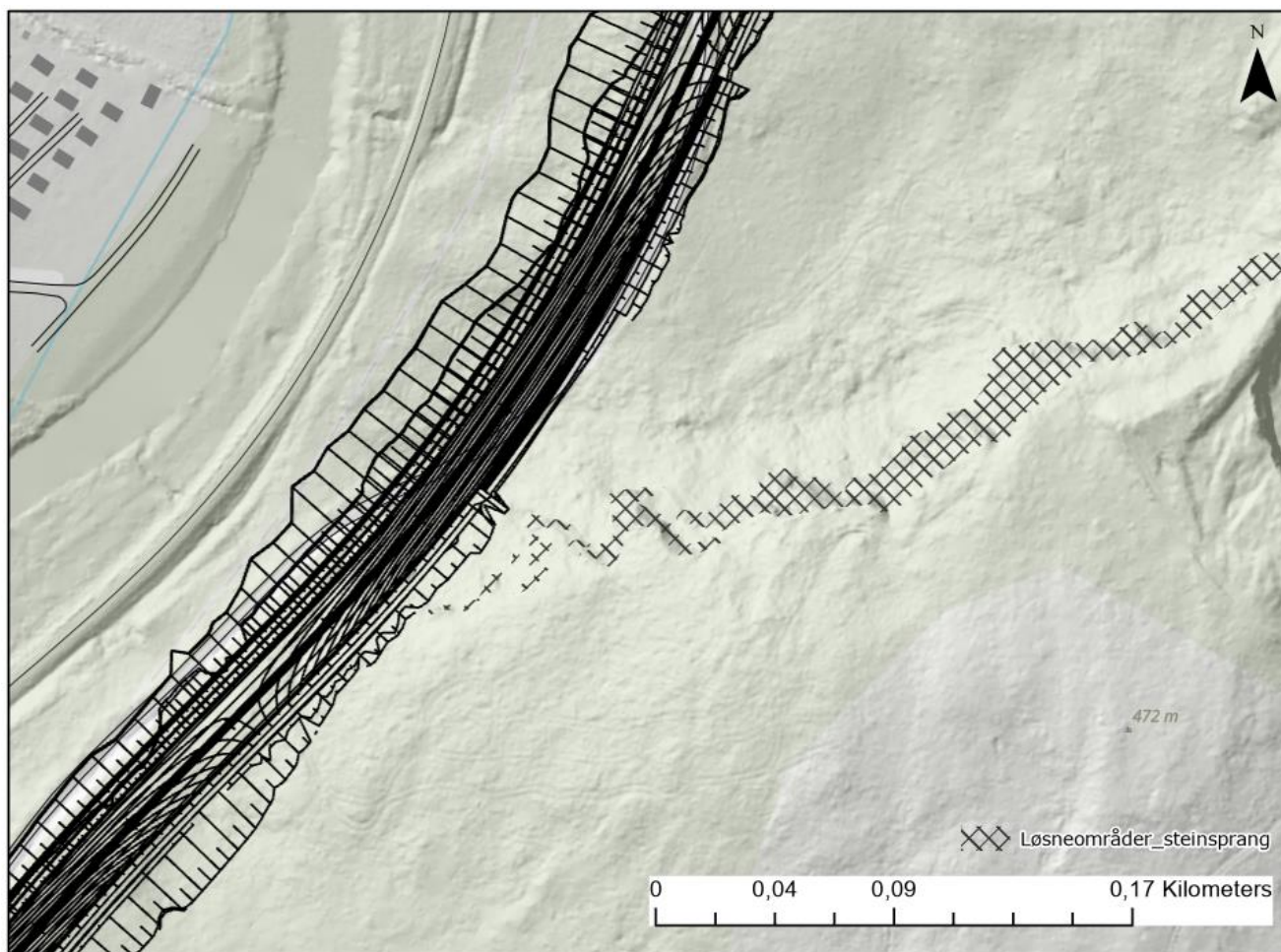
Figur 19. Resultat fra numerisk modellering for potensielle snøskredhendelser i sektor 2. Aktsomhetszone for snøskred uten skog er vist som polygon med lilla prikker.

## 10.2.2 Steinsprang

### 10.2.2.1 Vurdering av løsneområder og løsnesannsynlighet

Sektor 2 er ikke dekket av aktsomhetskart for steinsprang. Dette er fordi aktsomhetssoner fra 2009 er ikke basert på felt observasjoner, men er generert fra en grov terrengmodell med 25 m x 25 m oppløsning. Det ble derimot observert flere områder med berg i dagen og passende helning for utløsning av steinsprang, da Rambøll var på befaring i september 2020 i forbindelse med reguleringsplan. På bakgrunn av dette er det vurdert at steinsprang er en aktuell prosess i påvirkningsområdet og utredes derfor videre.

Figur 20 viser at løsneområdene strekker seg med NØ-SV retning i en skråning som er vendt mot nord. Feltobservasjoner viser generelt høy oppsprekkingsgrad. Det er hverken registrert noen steinspranghendelser ved sektor 2 i den nasjonale databasen eller observert tegn til steinspranghendelser ved sammenligning av historisk bilder. Det ligger derimot steinblokker ved foten av skråningen, hvor noe er delvis begravd. I flere deler av skråningen finnes det avløste blokker (Figur 21), og det vurderes derfor at løsnesannsynlighet er større enn 1/300.



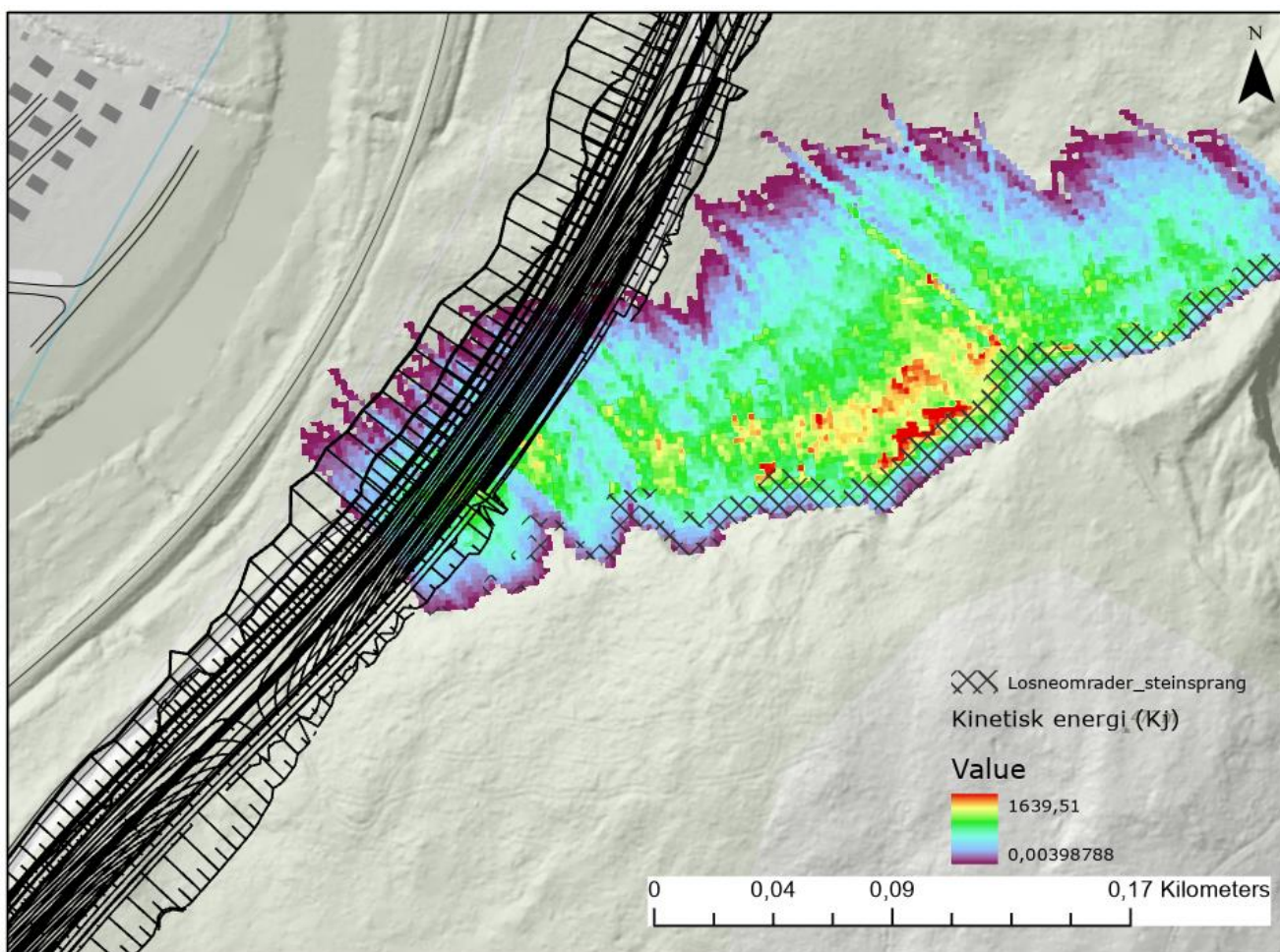
Figur 20. Klippeområde i sektor 2 (32700). Løsneområder for steinsprang er vist.



**Figur 21. Feltbilder fra befaringen som ble utført september 2020. Det ble observert oppsprukket berg og avløst blokker med omtrent volum på 1- 2m<sup>3</sup> (Kilde: Rambøll).**

#### **10.2.2.2 Numerisk modellering av steinsprang hendelser**

For utredning av sannsynlige utløp av steinsprang er det tatt utgangspunkt i observasjoner fra befarings og resultater av numerisk modellering utført ved bruk av RAMMS::Rockfall. Resultatene viser at steinsprang kan nå planlagt E6 langs en strekning på ca. 120 meter, i sørlige del av sektor 2. Kinetisk energi til blokker som kan nå planlagt vegtrase er hovedsakelig mindre enn 1000 kJ (Figur 22).



**Figur 22. Resultater av numerisk modellering for steinspranghendelser med dagens terreng forhold.**

Det vurderes at nominelle årlige sannsynligheten for steinsprang er derfor større enn 1/300 over en strekning på ca. 120 meter i sørlige del av sektor 2. Det er ikke tilfredsstillende sikkerhet mot steinsprang iht. krav i N200, og det må derfor etableres risikoreduserende sikringstiltak mot steinsprang for å tilfredsstille disse kravene.

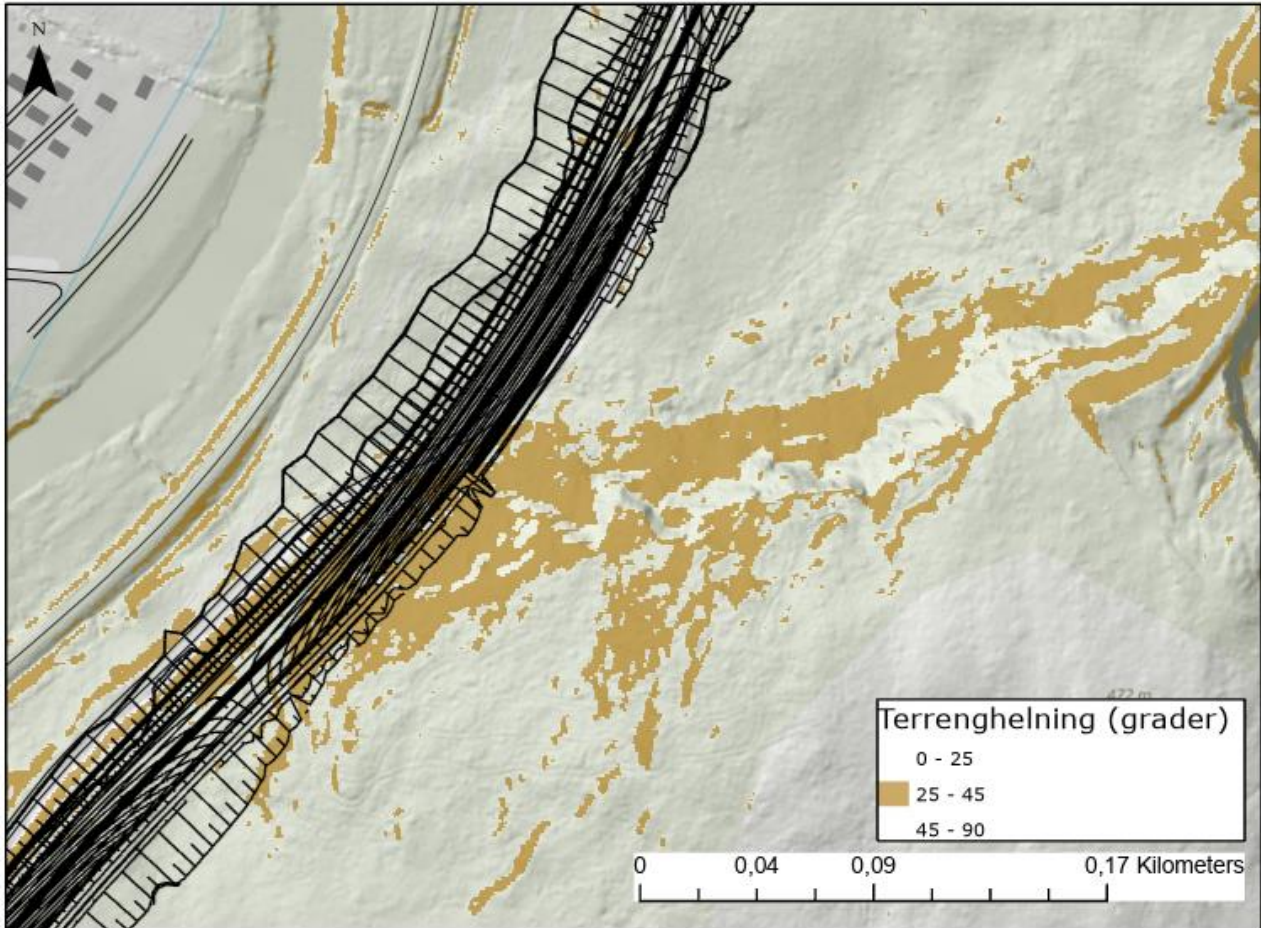
### 10.2.3 Steinskred

I analysen med detaljert terrengmodell er det ikke oppdaget tegn til ustabile fjellpartier som kan utvikles til et steinskred. Det er ikke registrert ustabile fjellparti i NGUs database for området. Sannsynligheten for steinskred er derfor vurdert som liten, og lavere enn sikkerhetskravene iht N200.

### 10.2.4 Jordskred

I sektor 2, er jordskred vurdert som aktuell prosess. Stor del av skråningen med løsmasse har helning brattere enn 25° (Figur 23). Men i skyggekart det observeres ingen spor etter tidligere hendelser, og ingen jordskredhendelser er registrert i den nasjonale databasen. Der hvor helning er passende for utvikling av jordskred, er løsmassene i hovedsak steinsprangavsetninger med lavt finstoffinnhold (Figur

24), noe som gir liten sannsynlighet for at det utvikles høyt poretrykk. Det vurderes at den nominelle årlige sannsynligheten for jordskred i sektor 2 derfor er lavere enn 1/300 og er derfor lovkrav oppfylt.



Figur 23. Skyggerelieff kart med områder hvor helning i løsmasse er mellom 25-45°.



**Figur 24. Drone bilde av skråningen i sektor 2 (kilde: Rambøll, 2020), og terrengbilder som viser steinsprangavsetninger.**

#### **10.2.5 Flomskred**

Det finnes ingen bekken i sektor 2. Flomskred er vurdert som ikke aktuell prosess i området og derfor utredes ikke videre.

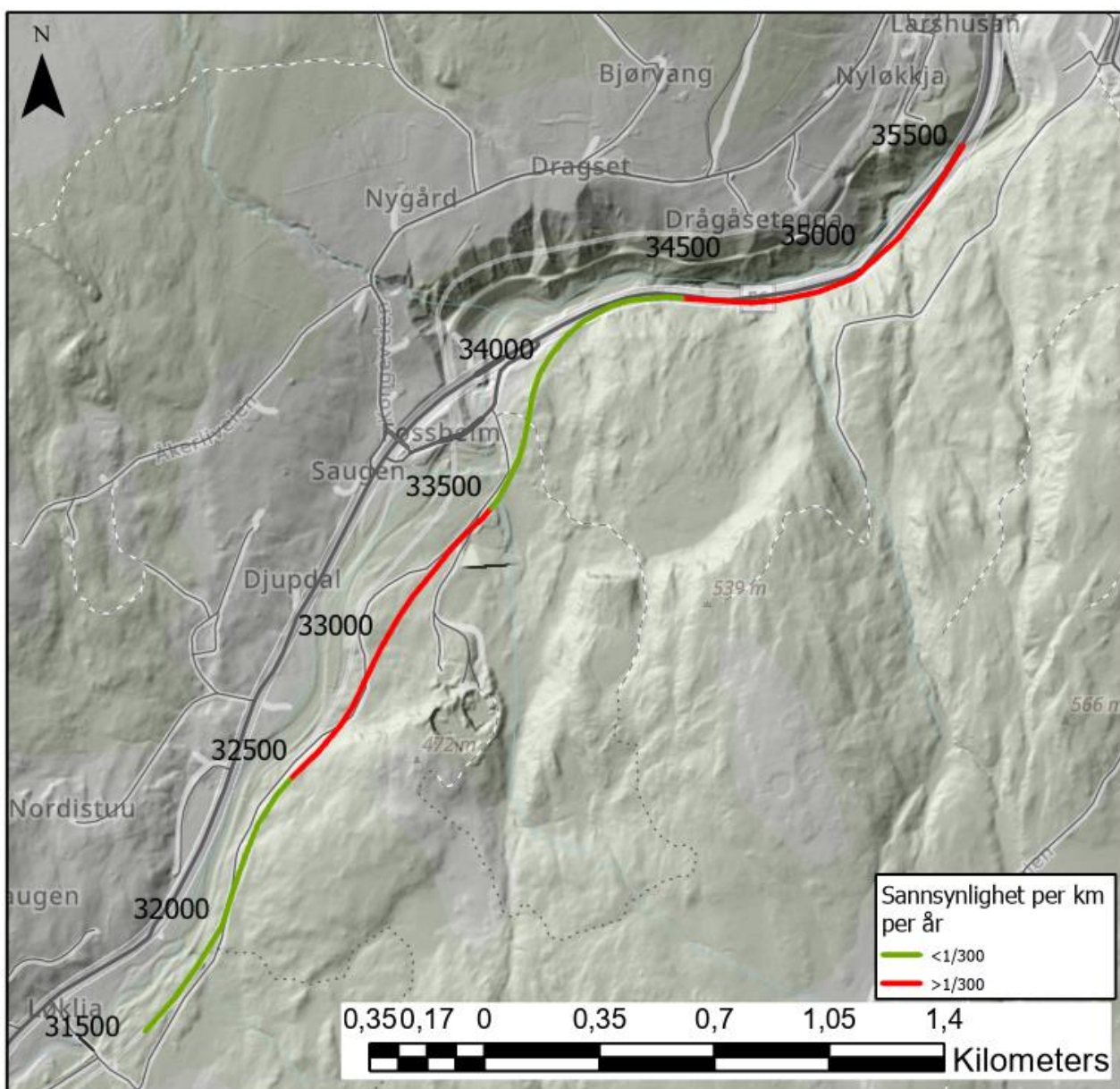
#### **10.2.6 Sørpeskred**

Det er ingen tidligere sørpeskredhendelser registrert i den nasjonale databasen, men på grunn av terrengforhold, vannveger og snømengde i øvre del av skråningen, vurderes det at sørpeskred er en aktuell prosess. På grunn av tett skog og ingen historikk med tidligere hendelser, vurderes det at for dagens situasjon er den nominelle årlige sannsynligheten for at sørpeskred med skadepotensiale nå den planlagt E6 lavere enn 1/300 og derfor er lovkrav oppfylt.

#### **10.3 Samlet skredfare per enheter 1 km**

Jordskred, steinsprang og snøskred er de mest relevante problemstillingene i reguleringsplansområdet. Resultatet av vår totalvurdering er presentert i Figur 25. Siden vurdering er per strekning av en kilometer er ligger en stor del av den planlagt veien med sannsynlighet over 1/300, men sannsynligheten er større i kortere områder.





Figur 25. Resultat av skredfarevurdering for området 7.

#### 10.4 Anbefalinger for redusering av risiko

Det må påregnes sikringstiltak for å redusere skredsannsynligheten til et akseptabelt nivå.

##### 10.4.1 Sektor 1

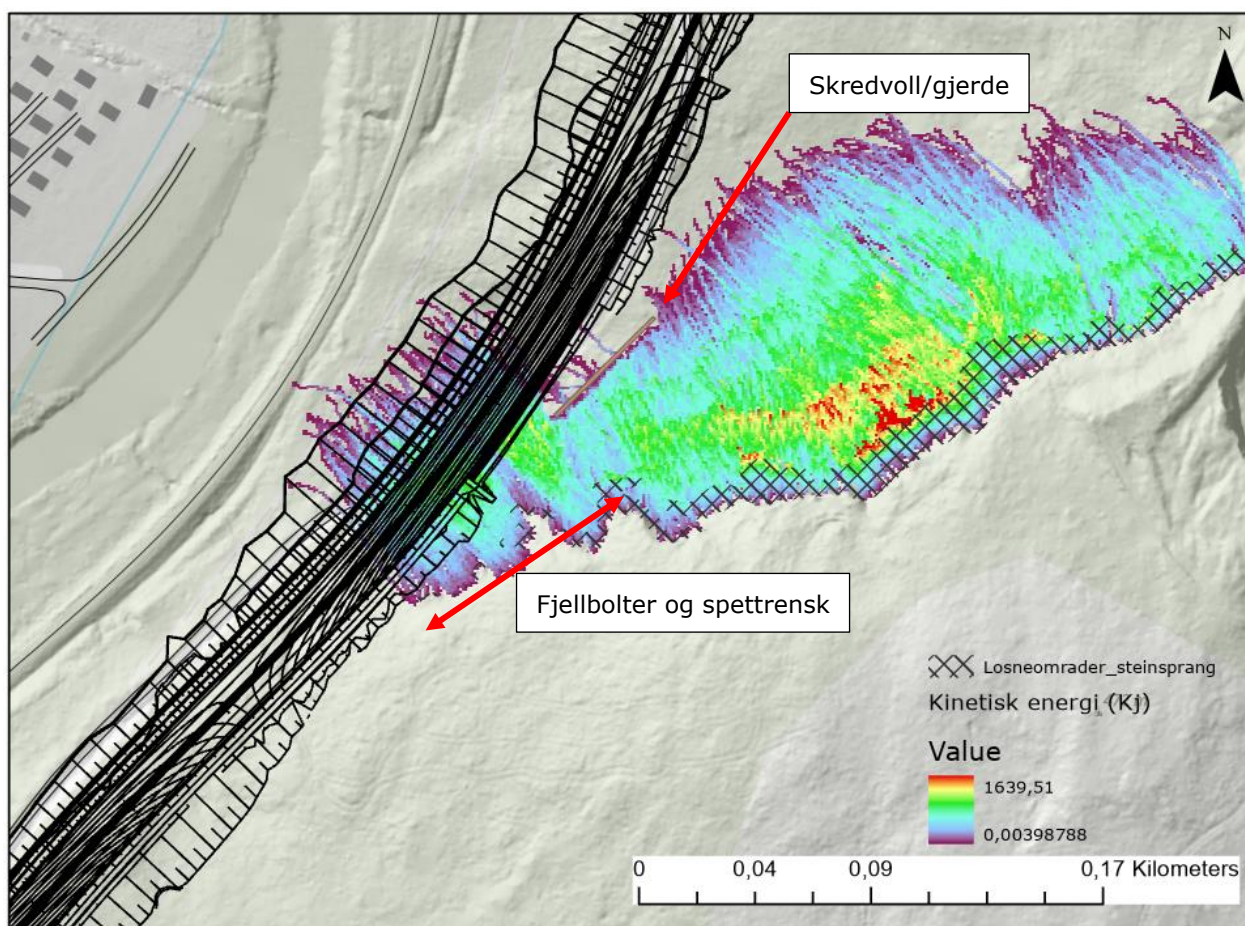
Det må gjøres en geoteknisk vurdering av stabiliteten av løsmassene i terreng og de nye løsmasseskjæringene som etableres, både i anleggs- og permanentfasen. Det må gjøres prosjektering for vannhåndtering både i anleggsfasen og hensiktsmessig håndtering av drenering for ferdig veganlegg. Endring i avrenning vil kreve videre beregning og dimensjonering av stikkrenner og kulverter. Det må lages en anleggsgjennomføringsplan der skoguttaket blir synliggjort og tatt med i vurderingen av tiltakene som må utføres i anleggs- og permanentfasen. Det anbefales å revegetere de avskogete områdene.

## 10.4.2 Sektor 2

I dette kapittelet er det foreslått sikringstiltak for å redusere faren for skred til lavere enn 1/300, for å møte kravene til skredsikkerhet gitt i N200. Endelig tiltak kan avvike fra det som er foreslått her, siden metoder er avhengig av bl.a. tilkomstmuligheter og stedlige forhold som avdekkes i anleggsfasen. Detaljervisning av tiltak må gjøres av geolog/ingeniørgeolog i samarbeid med sikringsentreprenøren når arbeidene kommer til utførelse.

**Fjellbolter og spettrensk:** Mulig tiltak for å redusere risiko er å redusere løsnensannsynlighet for steinsprang ved å installere bolter. Moderate størrelse og mindre avløste blokker kan renskes manuelt ned med spett. Dette er spesielt aktuelt i den sørlige del av sektor 2 (Figur 26).

**Skredvoll/fanggjerde:** En annen mulig løsning er å stanse steinsprangblokker i utløpsområdet med en barriere, f.eks. steinspranggjerde eller skredvoll. Dette er et mulig sikringstiltak i en del av området. Med tanke på dette er det utført en ny modellering hvor det er lagt inn en 3 m høy barriere ved å modifisere opprinnelig terrengmodell. Resultatene viser at barrieren vil stanse de fleste blokkene ved en steinspranghendelse (Figur 26) og kan derfor redusere risiko til et akseptabelt nivå. Det må vurderes muligheten for å bygge skredvoll med lokale materialer (Figur 26).



**Figur 26. Resultat fra numerisk modellering av steinsprang med en 3 m høy barriere i nedre del av skråningen.**

**Rensk av trær:** Selv om man skal bevare trær som står i det aktuelle området, kan det bli nødvendig å fjerne noe trær for å unngå rotsprengning og utrasing av spesielt utsatte blokker. Geolog/ingeniørgeologen kan anvisse dette når arbeidene kommer til utførelse.

## 11 Videre arbeider

- Identifisering av kritiske områder angående vannhåndtering.
- Kartlegging av planlagt skoguttak i anleggsfasen og vurdering av konsekvenser for nødvendige tiltak.
- Videre befaringer og feltarbeid for detaljplanlegging av nødvendige tiltak i byggeplanfasen og byggefasen.
- Endring i avrenning vil kreve videre beregning og dimensjonering av stikkrenner og kulverter.

## 12 Referanser

NGU (2023). Løsmasser – nasjonal løsmassedatabase. Hentet fra [http://geo.ngu.no/kart/losmasse\\_mobil/](http://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/)

NGU (2023). Berggrunn – Nasjonal berggrunnsdatabase. Hentet fra [http://geo.ngu.no/kart/berggrunn\\_mobil/](http://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/)

NIBIO (Norsk Institutt for Bioøkonomi), 2019. Markfuktighetsklasser. <https://wms.nibio.no/cgi-bin/markfuktighetskart?> Hentet 01.2024.

NVE, «Veileder for utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng - utredning av skredfare i reguleringsplan og byggesak,» 2020.

Rambøll AS, 2022. Ingeniørgeologisk rapport for reguleringsplan for E6 Skogheim – Fossum, p. 82.

Statens Vegvesen, 2022. N200 Vegbygging. N200:2022. Hentet fra [N200:2022 | Viewer \(vegvesen.no\)](https://vegvesen.no/N200:2022)

Sweco, 2016. E6 Ulsberg-Vindåsliene, Ingeniørgeologisk rapport til reguleringsplan – Vindåslitunnelen.

Vi bygger **gode** veier **raskt** og **smart**