

Trondheim kommune

# ► Skredfarevurdering

Ny Nidelvsti

Trondheim kommune

Oppdragsnr.: **5184229** Dokumentnr.: **RA-INGGEO-01** Versjon: **J01** Dato: **2021-08-31**



**Oppdragsgiver:** Trondheim kommune  
**Oppdragsgivers kontaktperson:** Marius Winge Austeen  
**Rådgiver:** Norconsult AS, Klæbuveien 127 B, NO-7031 Trondheim  
**Oppdragsleder:** John Stephen Skjøstad  
**Fagansvarlig:** Gunne Håland  
**Andre nøkkelpersoner:** Maria Thonhaugen Raastad

J01	2021-08-31	For bruk	MARRAA	GUNHAA	JSS
<b>Versjon</b>	<b>Dato</b>	<b>Beskrivelse</b>	<b>Utarbeidet</b>	<b>Fagkontrollert</b>	<b>Godkjent</b>

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

## ► Sammen drag

Norconsult har på oppdrag fra Trondheim kommune gjennomført en skredfarevurdering av traséen for ny sti langs Nidelven. Stien starter ved Trongfossen og avsluttes ved Nedre Leirfossen. Planlagt trasé er hovedsakelig lagt langs eksisterende veier, stier og tråkk. Det er 12 områder av stien som ligger innenfor eller delvis innenfor NVE sine aktsomhetskart for jord- og flomskred, snøskred og steinsprang.

Det er ingen nasjonale regelverk med definerte krav til sikkerhet for turstier. Norconsult foreslår i dette tilfellet at risikoakseptkriteriene til Statens vegvesen (Håndbok N200) benyttes som utgangspunkt, men med noen modifikasjoner. Det foreslåes at turstien vurderes med utgangspunkt i nominell årlig sannsynlighet for skred på 1/20 per delstrekning på 100 meter.

På bakgrunn av befarings og gjennomgang av grunnlagsmateriale vurderes det at:

- 4 områder ikke har tilstrekkelig sikkerhet mot alle typer skred i henhold til største nominelle årlige sannsynlighet på 1/20. Dimensjonerende skredtype er steinsprang.
- Det anbefales å legge stien på vestsiden av elven på delstrekningen Trongfossen – Hyttfossen.
- Det anbefales å etablere sikringstiltak for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet ved de andre lokalitetene. Aktuelle tiltak omfatter etablering av New Jersey-steinmur, steinsprangnett og rensk.

## Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>5</b>
1.1	Bakgrunn og hensikt	5
1.2	Utførte undersøkelser	6
1.3	Gjeldende retningslinjer og styrende dokumenter	6
1.3.1	<i>Plan- og bygningsloven</i>	6
1.3.2	<i>Statens vegvesens risikoakseptkriterier for veg</i>	7
1.3.3	<i>Valg av risikoaksept/sikkerhetskrav for vurdert område</i>	7
1.4	Restrisiko for skred	8
1.5	Forutsetninger for skredfarevurderingen	8
1.6	Grunnlagsmateriale	8
1.7	Aktsomhetskart	8
<b>2</b>	<b>Skredfarevurdering</b>	<b>9</b>
2.1	Lokalitet 1: Trongfossen – Hyttfossen (øst)	10
2.1.1	<i>Anbefalte sikringstiltak</i>	12
2.2	Lokalitet 2: Hyttfossen – Springfossbrua	12
2.2.1	<i>Anbefalte sikringstiltak</i>	14
2.3	Lokalitet 3: Springfossbrua – Løkaunet kraftverk	16
2.3.1	<i>Anbefalte sikringstiltak</i>	18
2.4	Lokalitet 4: Løkaunet kraftverk – Svean bru	19
2.4.1	<i>Anbefalte sikringstiltak</i>	20
<b>3</b>	<b>Andre feltobservasjoner</b>	<b>21</b>
<b>4</b>	<b>Oppsummering</b>	<b>26</b>
<b>5</b>	<b>Referanser</b>	<b>27</b>
<b>6</b>	<b>Vedlegg</b>	<b>28</b>



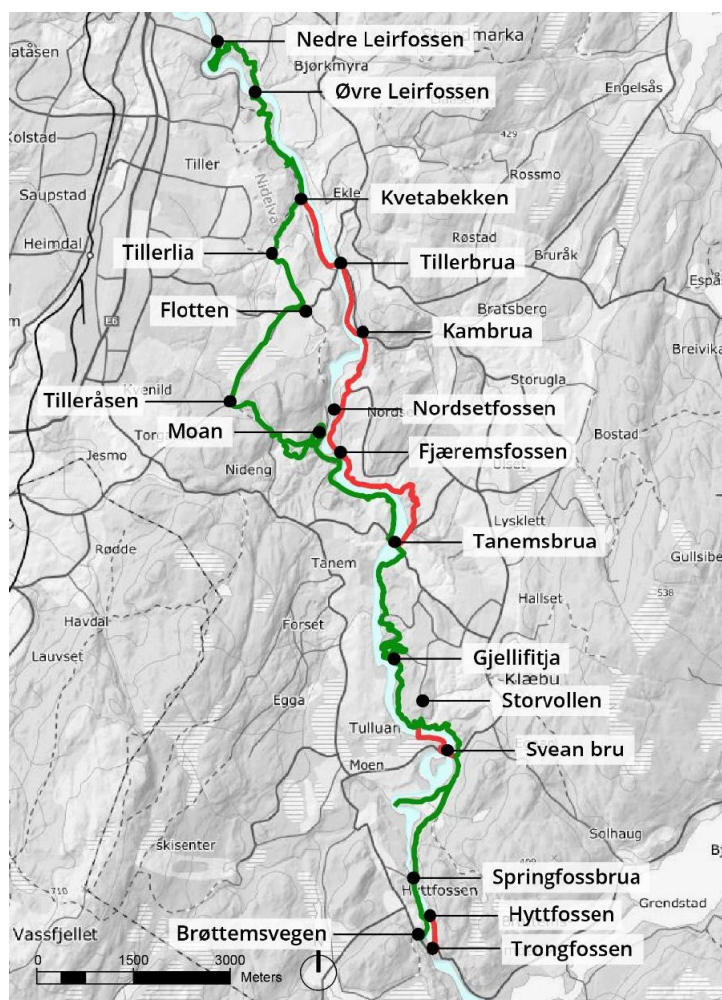
# 1 Innledning

## 1.1 Bakgrunn og hensikt

Norconsult har på oppdrag fra Trondheim kommune gjennomført en utredning av skredfare i forbindelse med reguleringsplan for ny sti langs Nidelven. Dette med utgangspunkt i revidert anbefaling av trasé fra september 2020 [1]. Hensikten med planen er å legge grunnlag for etablering av en ca. 22 km lang sammenhengende tursti med tilhørende parkeringsplasser og adkomster fra Nedre Leirfossen i Trondheim til Trongfossen i Klæbu. Planlagt trasé er i hovedsak lagt langs eksisterende grusveier, stier og tråkk. Det er tidligere gjennomført en risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS-analyse) der behov for vurdering av skredfare fra personell med geologisk kompetanse ble identifisert som nødvendig tiltak [2].

Hensikten med denne rapporten er å vurdere skredfare og eventuelle sikringstiltak for å oppnå akseptabel sikkerhet langs planlagt sti.

Kart over stitrasé som er utredet for skredfare i denne rapporten er vist i figur 1.



Figur 1: Oversiktskart som viser revidert anbefalt trasé for Nidelvstien. Alle deler av traséen (både rød og grønn) er befart med unntak av rød strekning mellom Nordsetfossen og Tanemsbrua.

## 1.2 Utførte undersøkelser

Det er utført feltkartlegging til fots langs hele den planlagte stitraséen (se figur 1), med unntak av delstrekningen Nordsetfossen – Tanemsbrua (østsiden av elva).

Feltarbeidet ble utført av ingeniørgeologene Gunne Håland og Maria Thonhaugen Raastad fordelt på to dager. Søndre del av strekningen fra Hyttfossen til Moan ble befart den 25.05.2021. Nordre del fra Moan til Nedre Leirfossen, samt strekningen Trongfossen – Hyttfossen ble befart den 28.06.2021. Det var sol og varmt vær ved begge befaringsdagene. Tilgjengelig kartgrunnlag ble studert i ArcGIS PRO i forkant av befaringen. Feltobservasjoner ble registrert ved hjelp av digitalt kartleggingsverktøy (Field Maps/Collector).

Under feltarbeidet ble det sett nærmere på potensielle løснеområder for skred, spor i terrenget etter skredaktivitet, sannsynligheten for nye skred, samt nødvendig sikringsomfang.

## 1.3 Gjeldende retningslinjer og styrende dokumenter

Det er ingen nasjonale regelverk med definerte krav til sikkerhet for turstier. Det er likevel flere retningslinjer som er relevante for turstier, som Plan- og bygningsloven (PBL) og Statens vegvesen sine risikoakseptkriterier for veg (håndbok N200).

### 1.3.1 Plan- og bygningsloven

Krav til sikkerhet som skal legges til grunn ved regulering og byggesak er gitt i plan- og bygningsloven § 28-1 og § 29-5 med tilhørende byggteknisk forskrift (TEK17) § 7-3 «Sikkerhet mot skred» [3]. I henhold til TEK17 skal byggverk og tilhørende uteareal plasseres, dimensjoneres eller sikres mot skred slik at krav til nominell årlig sannsynlighet ikke overskrider kravet til sikkerhetsklassen som tiltaket tilhører. Sikkerhetsklassene er definert i tabell 1. Nominell årlig sannsynlighet for skred er per definisjon i TEK17 vurdert ut fra en enhetsbredde på 30 meter. I henhold til § 1-3 i TEK17, med veiledning, er byggverk et samlebegrep og omfatter konstruksjoner, anlegg og bygninger. Anlegg kan tolkes som tursti.

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområder [3].

Sikkerhetsklasse for skred	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet
S1	Liten	1/100
S2	Middels	1/1000
S3	Stor	1/5000

Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) sine retningslinjer «Flom- og skredfare i arealplaner» beskriver hvordan skredfare bør utredes og innarbeides i arealplaner og hvordan aktsomhetskart og faresonekart kan brukes til å identifisere skredfareområder [4]. Til retningslinjene er veilederen (versjonsdato 12.11.2020) «Sikkerhet mot skred i bratt terreng. Utredning av skredfare i reguleringsplan og byggesak» tilknyttet. Denne gir anbefalinger til hvordan skredfare i bratt terreng bør kartlegges og vurderes på ulike plannivå etter PBL [5].

### 1.3.2 Statens vegvesens risikoakseptkriterier for veg

Statens vegvesen har utarbeidet akseptkriterier for skred i håndbok N200, se risikomatrix i figur 2 [6]. Akseptabel skredsannsynlighet er gitt per km og år, og konsekvensene er relatert til årsgjennsnittlig trafikkmengde (ÅDT). ÅDT er definert som gjennomsnittlig antall kjøretøy som passerer et punkt i døgnet i løpet av en periode på et år. Dette gjelder trafikk som er i flyt. Akseptkriteriene til Statens vegvesen vektlegger for eksempel ikke personskader da konsekvens av skred kun er knyttet opp til ÅDT. Sannsynlighet er gitt som årlig nominell sannsynlighet for skred per enhetsstrekning. Akseptkriteriene forutsetter også normal trafikkflyt gjennom skredområdet. For rasteplasser og lignende foreslås det at sikkerhetsbestemmelsene i TEK 17 følges ut fra grad av personopphold.

Dimensjonerende trafikkmengde	Samlet skredsannsynlighet per km og år
< 500	1/20
500 - 1499	1/50
1500 - 3999	1/50
4000 - 5999	1/100
6000-11999	1/300
≥ 12000	1/1000

Figur 2: Utklipp fra håndbok N200 [6] som viser sikkerhetskrav for skredsannsynlighet på veg. Trafikkmengde er gitt i årsgjennsnittlig trafikkmengde (ÅDT).

### 1.3.3 Valg av risikoaksept/sikkerhetskrav for vurdert område

Det er forutsatt at forventet bruk vil gi en dimensjonerende trafikkmengde (ÅDT) på mindre enn 500.

Verken Plan- og bygningsloven eller Statens vegvesen sine retningslinjer for skredfarevurderinger dekker turstier. Plan- og bygningsloven gjelder bygninger og tilhørende uteareal, og vil være gjeldende dersom det for eksempel bygges en overnattingshytte på veien. Da det ikke tilrettelegges for dette, samt at antall brukere av stien er relativt lav, vurderes det at Plan- og bygningslovens sikkerhetsklasser blir for strenge (tabell 1).

Norconsult anbefaler at akseptkriteriet til Statens vegvesen legges til grunn, men med noen modifikasjoner. Bruk av enhetsstrekning på én km vurderes til å være mindre egnet i dette tilfellet, da akseptkriteriene er tilpasset biltrafikk. Det foreslås at turstien vurderes med utgangspunkt i nominell årlig sannsynlighet for skred på 1/20 der lengde på delstrekning reduseres til 100 meter. Der det er lagt til rette for kortere personopphold i form av rasteplasser eller lignende, er det tatt utgangspunkt i nominell årlig sannsynlighet på 1/50.

Dette er noe mer konservativt enn Statens vegvesen sine retningslinjer. Valget begrunnes med at lavere hastighet for de reisende fører til lengre oppholdstid på hver lokasjon langs stien, samt at et skred sannsynligvis får større konsekvenser om det treffer en person på sykkel eller til fots sammenlignet med en person i et tyngre kjøretøy.

## 1.4 Restrisiko for skred

Regelverkets krav til største nominelle årlige sannsynlighet for skred medfører at maksimale utløpslengder for skred vil være lenger enn fastsatte faresonegrenser. I overensstemmelse med gjeldende regelverk vil det derfor være en restrisiko for skred utover en nominell årlig sannsynlighet på 1/20.

## 1.5 Forutsetninger for skredfarevurderingen

Denne skredfarevurderingen tar utgangspunkt i terreng-, klima- og vegetasjonsforholdene som er aktuelle på utredningstidspunktet. Skredfarevurderingen benytter metodikk, kunnskap og verktøy som da er tilgjengelig.

Ifølge NVEs veileder [5] kan det være behov for ny skredfarevurdering dersom forutsetningene endres. Eksempel på tilfeller som kan utløse behov for ny vurdering er blant annet nye skredhendelser, nye opplysninger om tidligere skredhendelser, endrede terrengforhold (eks. terrenginngrep), endrede vegetasjonsforhold (eks. vesentlig flatehogst), endrede hydrologiske forhold (eks. grøfter, skogsveier) eller tilgjengelig ny metodikk.

## 1.6 Grunnlagsmateriale

Følgende grunnlagsmateriale er benyttet i utarbeidelsen av denne skredfarevurderingen:

- Topografisk kart fra [www.norgeskart.no](http://www.norgeskart.no)
- Helningskart basert på høydemodell fra [www.hoydedata.no](http://www.hoydedata.no)
- Berggrunnskart (1:50 000) fra NGU [7]
- Kvartærgeologisk kart (1:50 000) fra NGU [8]
- Aktsomhetskart for snøskred, steinsprang og jord- og flomskred fra NVE [9]
- Oversikt over historiske skredhendelser fra NVE [9]
- Innhentet informasjon om skredhistorikk og utført bergsikring fra personell tilknyttet Statkrafts pågående prosjekt i området

## 1.7 Aktsomhetskart

NVE sine landsdekkende aktsomhetskart for steinsprang, snøskred, samt jord- og flomskred viser *potensielle* fareområder for skred. Aktsomhetskart gir ikke opplysninger om sannsynlighet eller hyppighet for skred. Aktsomhetskartene er utarbeidet ved hjelp av datamodeller som ut fra terrengdata og utvalgte parametere gjenkjenner områder som teoretisk kan være utsatt for disse skredtypene. Dette er grove kart som ikke tar hensyn til lokale forhold som blant annet klima, skog og mindre terrengformasjoner. Det er ikke utført systematisk befaring ved utarbeidelse av kartene. Oppløsningen på terrengmodellen som danner grunnlaget for kartene er grove (jord- og flomskred = 10 meter, steinsprang og snøskred = 25 m), og dette kan føre til at ikke alle løснеområder blir fanget opp. For eksempel vil skrenter lavere enn 25 meter falle utenfor. I områder der det eksisterer faresonekart erstatter disse aktsomhetskartene.

Deler av traséen for planlagt sti ligger innenfor NVEs aktsomhetskart for snøskred og steinsprang, samt jord- og flomskred. Dette omfatter 12 strekninger med varierende lengde. Områdene er vist i vedlegg 1, samt Norconsults ROS-analyse for detaljregulering [2].

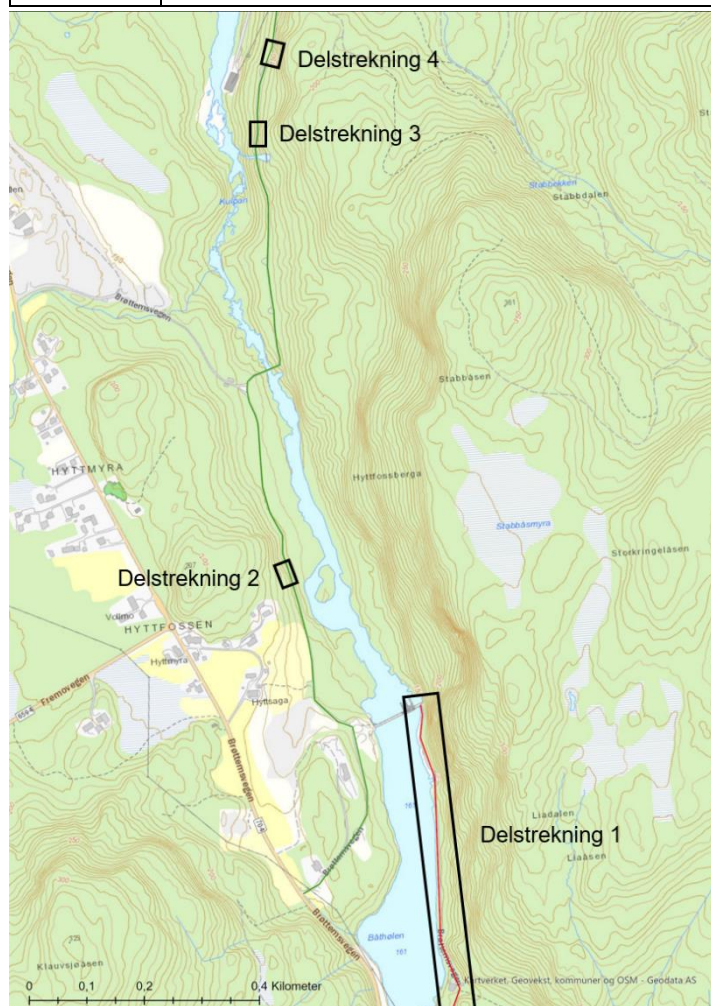


## 2 Skredfarevurdering

Etter gjennomgang av grunnlagsmateriale og utført feltkartlegging av planlagt stitrasé vurderes det at fire av områdene ikke har tilstrekkelig sikkerhet mot alle typer skred i henhold til største nominelle årlige sannsynlighet på 1/20. Disse er angitt i tabell 2 og vist på kartet i figur 3. Det vurderes at områdene for rasteplasser har tilstrekkelig sikkerhet mot alle typer skred i henhold til største årlige nominelle sannsynlighet på 1/50.

Tabell 2: Oversikt over lokaliteter med utilstrekkelig sikkerhet mot skred i henhold til nominell årlig sannsynlighet på 1/20.

Lokalitet	Delstrekning	Utstrekning	Skredtype
1	Trongfossen – Hyttfossen (øst)	500 meter	Steinsprang
2	Hyttfossen – Springfossbrua	30 meter	Steinsprang
3	Springfossbrua – Løkaunet kraftverk	40 meter	Steinsprang
4	Løkaunet kraftverk – Svean bru	25 meter	Steinsprang



Figur 3: Kart som viser delstrekningene med utilstrekkelig sikkerhet mot skred i henhold til nominell årlig sannsynlighet på 1/20.

Feltobservasjoner, vurdering av skredfare og anbefalte sikringstiltak ved hver lokalitet blir beskrevet i de neste delkapitlene.

## 2.1 Lokalitet 1: Trongfossen – Hyttfossen (øst)

For delstrekningen mellom Trongfossen og Hyttfossen går det ene alternativet på østsiden av elva. Stien følger grusveien som er etablert i tilknytning til kraftproduksjon i området. Terrenget over grusveien består av en 150 m høy fjellside med bratte berghammere (60–90°) stedvis med vegeterte hyllepartier. Mellom demningen og inntaket er fjellsidens nedre del eksponert og sammenhengende svært bratt (se figur 4). Partiet er ca. 50–70 m høyt, og det ligger urmasser langs foten. Fra inntaket og videre mot sør mot Hyttfossen blir terrenget noe slakere, men det opptrer fortsatt enkelte berghammere som delvis er skjult av vegetasjon. Avstanden fra hammerne til grusveien er noe større i dette området sammenlignet med partiet mellom inntak og demning.

I henhold til NVE sine aktsomhetskart ligger området både innenfor aktsomhetsområde for steinsprang og snøskred.

I henhold til NGU sine berggrunnskart er bergarten i området beskrevet som en sandstein, middels- til grovkornet og delvis konglomeratisk med enkelte lag av fyllitt, tyffitt og kalkstein. Dette samsvarer med Norconsults observasjoner på stedet.

Det observeres et glidelag parallelt med fjellsiden som kommer til uttrykk som store eksponerte svaflater i enkelte partier. En tverroppsprekking normalt på glideflatene er også til stede. Bergmassen fremstår tettere oppsprukket mot nord, men med mindre gjennomsettende/utholdende glideplan. Et stort parti mellom demningen og inntaket mangler støtte i foten og har delvis åpen sprekk mot glideflaten (se figur 5). Det er også registrert et parti over inntaket som potensielt kan slippe avløste blokker.

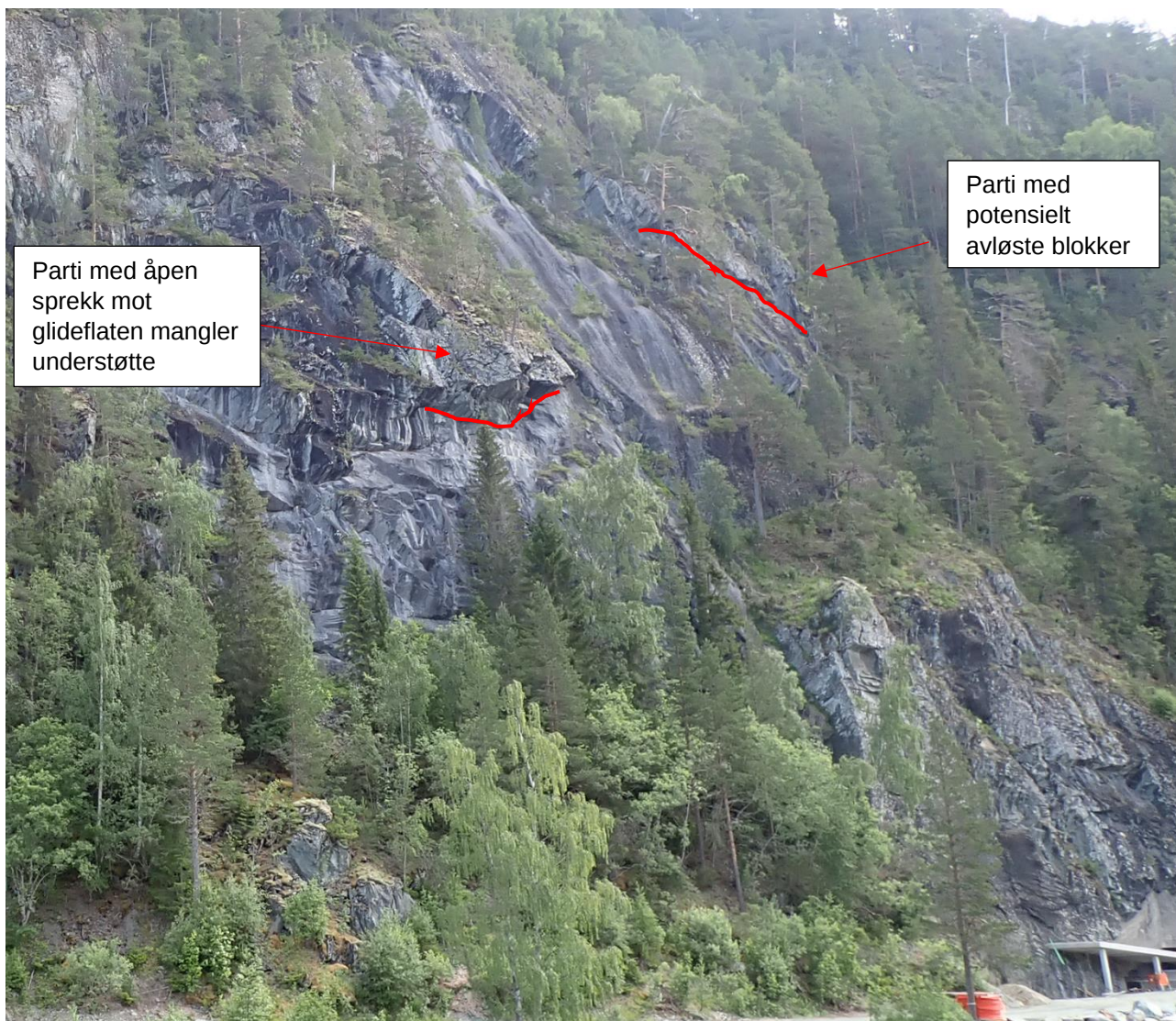
Det er innhentet informasjon om skredhistorikk og utført bergsikring fra personell tilknyttet Statkrafts pågående prosjekt i området. Norconsult har vært i kontakt med prosjektleder Stig Alsethaug og Håvard Engjom. Det opplyses om at det er utført omfattende sikringsarbeider i fjellsiden mellom demningen og inntaket (se figur 4). Dette innebærer blant annet at et stort ustabil parti over damfestet er rensket kontrollert ned. Ved inntaket er det etablert et betongoverbygg, samt at det gjennomføres overvåking av en stor blokk for å oppdage eventuelle bevegelser. I tillegg er det opplyst om at isnedfall er et problem i perioder med vekselvis frysing og tining.

Basert på Norconsult sine egne observasjoner i felt, samt opplysninger fra Statkraft, er det vurdert at sannsynligheten for skred er høyere enn 1/20 på denne strekningen. Dimensjonerende skredtype er steinsprang. På grunn av bergmassens ugunstige oppsprekking, samt kort avstand mellom grusveien og fjellsiden, vil både små og store nedfall ventelig kunne nå stien. Det er også forventet at isnedfall vil utgjøre en fare ved ferdsel på stien i fryse-/tineperioder. Det er vurdert at området har tilstrekkelig sikkerhet mot jord- og flomskred, snøskred og sørpeskred.



Figur 4: Bratt parti mellom demning og inntak der Statkraft har utført omfattende sikringstiltak.





Figur 5: Potensielt delvis avløste partier over inntaket.

### 2.1.1 Anbefalte sikringstiltak

Det er allerede utført omfattende sikringsarbeider langs strekningen uten at det er oppnådd tilstrekkelig sikkerhet mot skred. Ytterligere sikringstiltak vil kunne bedre situasjonen, men det vil fremdeles være en betydelig restrisiko etter utført sikring. På grunn av størrelsen på området som har behov for sikring, vil arbeidene bli svært kostbare. Det anbefales derfor at stien legges på vestsiden av elven langs denne strekningen.

## 2.2 Lokalitet 2: Hyttfossen – Springfossbrua

Lokaliteten ligger langs grusvei ca. 300 m nord for rasteplassen ved Hyttfossen. Området består av en 10–15 m høy og ca. 30 m lang bergskjæring med mye vegetasjon.

I henhold til NVE sine aktsomhetskart ligger området innenfor aktsomhetsområde for snøskred.



I henhold til NGU sine berggrunnskart er bergarten i området beskrevet som en basalt, delvis med svært godt utviklet putestruktur. Dette samsvarer med Norconsults observasjoner på stedet.

Skjæringen består av dels sterkt oppsprukket og overflateforvitret berg. Mye steinmateriale har løsnet og danner skråflater nedenfor skjæringen som stedvis brer seg ut på stien (se figur 6). Nedfallet som har nådd stien har størrelser på opp mot en knyttneve. Det observeres også større blokker i størrelsesorden 20/30/20 cm med utløp til grøft på innsiden av sti. Det kan være en mulighet at noen av disse blokkene har kommet helt ut på stien for så å ha blitt ryddet bort av turgåere. En del avløst materiale av tilsvarende størrelse ligger nær toppkant av skjæringen og er delvis dekket med mye vegetasjon (se figur 7). Toppkanten er for det meste svakt overhengende. Det opptrer et mulig skifrihetsplan med fall ca. 50–60° mot SØ, som tilsynelatende utgjør utglidningsplan for massene (se figur 7). Det er ikke registrert rennende vann i skjæringen, men bergflatene på nedre del er fuktige.

Tatt i betraktning at skråningen under skjæringen viser tegn til gjentatte utrasinger og nedfall mot sti vurderes sannsynligheten for nye nedfall med skadepotensiale høyere enn 1/20. Dimensjonerende skredtype er steinsprang. Sannsynligheten for utfall av større blokker er vurdert å være lavere enn 1/20. Det er vurdert at området har tilstrekkelig sikkerhet mot jord- og flomskred, snøskred og sørpeskred.



Figur 6: Overflateforvitret berg har rast ut og ligger delvis inne på stien.





Figur 7: Toppkanten av skjæringen er dekket med mye vegetasjon. Bergmassen viser tegn til oppsprekking langs et skifrihetsplan som tilsynelatende utgjør avløste partier langs en glideflate.

### 2.2.1 Anbefalte sikringstiltak

Det vil være nødvendig å gjøre tiltak for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet i henhold til kravet på 1/20.

Det mest aktuelle tiltaket for å sikre for smånedfall er å etablere en New Jersey-steinmur (høyde 80–100 cm) langs veiskulderen forbi området med utrast materiale (se figur 8). Blokkene må monteres slik at de henger sammen med hverandre. Fordelen med tiltaket er at det er en relativt billig løsning som er raskt å montere. Ulempen er at tiltaket vil kreve noe plassareal som gjør stien noe smalere.

Lengden på strekningen som må sikres er vurdert til å være ca. 30 m.



Figur 8. Jersey-blokk med dimensjonene 100cm x 60cm x 80cm.

For å unngå at stien blir smalere ved bruk av Jersey-blokk kan et annet alternativ være å sikre skråningen ved hjelp av et 30 m x 15 m wirenett som kler inn terrenget. Aktuelle maskebredder på nettet er 250 mm x 250 mm med wiretykkelser på Ø 8 mm. Slike nett benyttes vanligvis for å hindre ustabile urmasser eller store enkeltblokker å komme i bevegelse, slik som vist i figur 9. Nettet festes med fjellbolter og stag langs topp- og bunnkant ved endene. Dette tiltaket er også enkelt å montere, men vil trolig være noe dyrere enn Jersey-mur. Levetid for slike nett er begrenset og i dette tilfellet anslått til å være 30–50 år. Det er vurdert at sikring av større blokker ikke er nødvendig for å tilfredsstille en skredsannsynlighet på 1/20. Et wirenett vil også sikre disse partiene og dermed øke sikringsnivået ytterligere.





Figur 9. Eksempel på bruk av wirenett/stålringnett. Foto: K. Moen, Multiconsult AS

### 2.3 Lokalitet 3: Springfossbrua – Løkaunet kraftverk

Lokaliteten ligger like ovenfor Løkaunet kraftverk, langs grusvei ca. 20–50 m nord for kryssing av overløp. Området består av en 15–20 m høy og stedvis overhengende bergskjæring. Skjæringen er omtrent 40 m lang. Grusveien ligger inntil skjæringsfoten og er uten oppsamlingsgrøft. Skjæringen er tidligere rensket for berg og større vegetasjon langs toppkanten. Langs veiskulderen på vestsiden er terrenget svært bratt ned mot elva og området er gjerdet av med kjetting og betongblokker.

I henhold til NVE sine aktsomhetskart ligger området innenfor aktsomhetsområde for steinsprang og snøskred.

I henhold til NGU sine berggrunnskart er lokaliteten bestående dels av putebasalt og dels av kvartsskifer med meget tynne mellomlag av fyllitt. Basert på Norconsults observasjoner på stedet fremstår bergmassen svært knollete og har tydelig putestrukturer, og bergarten tolkes som en blanding av basalt og grønnstein.

Skjæringen er preget av utstikkende partier og overheng enkelte steder (se figur 10). Det er som tidligere omtalt foretatt vegetasjonsrensk og spettrensk av bergmassen, og mye materiale er tatt ned. Det gjenstår fremdeles en del materiale som utgjør potensielt smånedfall. Selv små nedfall vil kunne treffe personer direkte og medføre stor skade. Noe småvegetasjon har begynt å vokse til igjen på toppkant og i skjæringsveggen. Det er ikke observert svakhetsplan med fall ut av skjæringen, men mot skjæringsfoten opptrer et parti med noe svakere berg.



Det vurderes at sannsynligheten for nedfall er høyere enn 1/20. Dimensjonerende skredtype er steinsprang. Ut fra bergmassens knollete struktur (se figur 11) vil utfall ventelig være begrenset til relativt små blokker, men vil utgjøre en fare for personer som ferdes uten beskyttelse. Det er vurdert at området har tilstrekkelig sikkerhet mot jord- og flomskred, snøskred og sørpeskred.



Figur 10: Skjæring ved lokalitet 2. Overhengende parti over vei/sti. Skjæringen fremstår svært knollete og oppsprukket.





Figur 11: Bergmassen viser en tydelig knollete struktur som gir potensiale for smånedfall.

### **2.3.1      Anbefalte sikringstiltak**

Det vil være nødvendig å gjøre tiltak for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet i henhold til skredsannsynlighet på 1/20. Aktuelt sikringstiltak for skjæringen er å etablere steinsprangnett som dekker områdene med bergmasse som har høy oppsprekingsgrad. Overhengende partier av skjæringen bør også sikres med nett. Det kan benyttes samme nett som beskrevet med lokalitet 2.



## 2.4 Lokalitet 4: Løkaunet kraftverk – Svean bru

Lokaliteten ligger langs grusvei like nord for Løkaunet kraftverk. Området består av en dels naturlig, dels utsprengt skjæring med høyde på ca. 15–20 m. Langs toppkanten av skjæringen står mye vegetasjon, og det er ingen grøft mellom vei og skjæringsfot.

I henhold til NVE sine aktsomhetskart ligger området innenfor aktsomhetsområde for steinsprang og snøskred.

I henhold til NGU sin berggrunnskart er bergarten i området beskrevet som kvartsskifer med meget tynne mellomag av fyllitt.

Bergmassen i skjæringsveggen fremstår relativt massiv, med mye intakt berg og lite oppsprekking. Toppkanten og terrenget bakover er noe mer oppsprukket og vegetert med mye kraftige rotsystemer og mose (se figur 12). Bergmassen endrer karakter i nordre del, og opptrer her med tydelig lavere oppsprekkingsgrad enn i søndre del (se figur 13). Terrenget bak skjæringen er jevnt over svært bratt.

Det vurderes at sannsynligheten for nedfall er høyere enn 1/20 i sørlig ende av skjæringen. Dimensjonerende skredtype er steinsprang. Skjæringsveggen isolert sett vurderes ikke som spesielt utsatt for utfall, men terrenget over skjæringen er så bratt at det ikke kan utelukkes potensielt nedfall herfra som følge av rot- og/eller frostsprengning. Forholdene bedrer seg mot nord, slik at det i nordlig ende av skjæringen vurderes å være tilstrekkelig sikkerhet i henhold til skredsannsynlighet på 1/20. Det er vurdert at området i sin helhet har tilstrekkelig sikkerhet mot jord- og flomskred, snøskred og sørpeskred.



Figur 12: Sørlig del av skjæringen ved lokalitet 3 er noe oppsprukket og vegetert nær toppkanten. Terrenget bak skjæringen er også svært bratt.





Figur 13: Nordlig del av skjæringen ved lokalitet 3 er mer massiv og har mindre potensiale for nedfall ved rot-/frostsprenning.

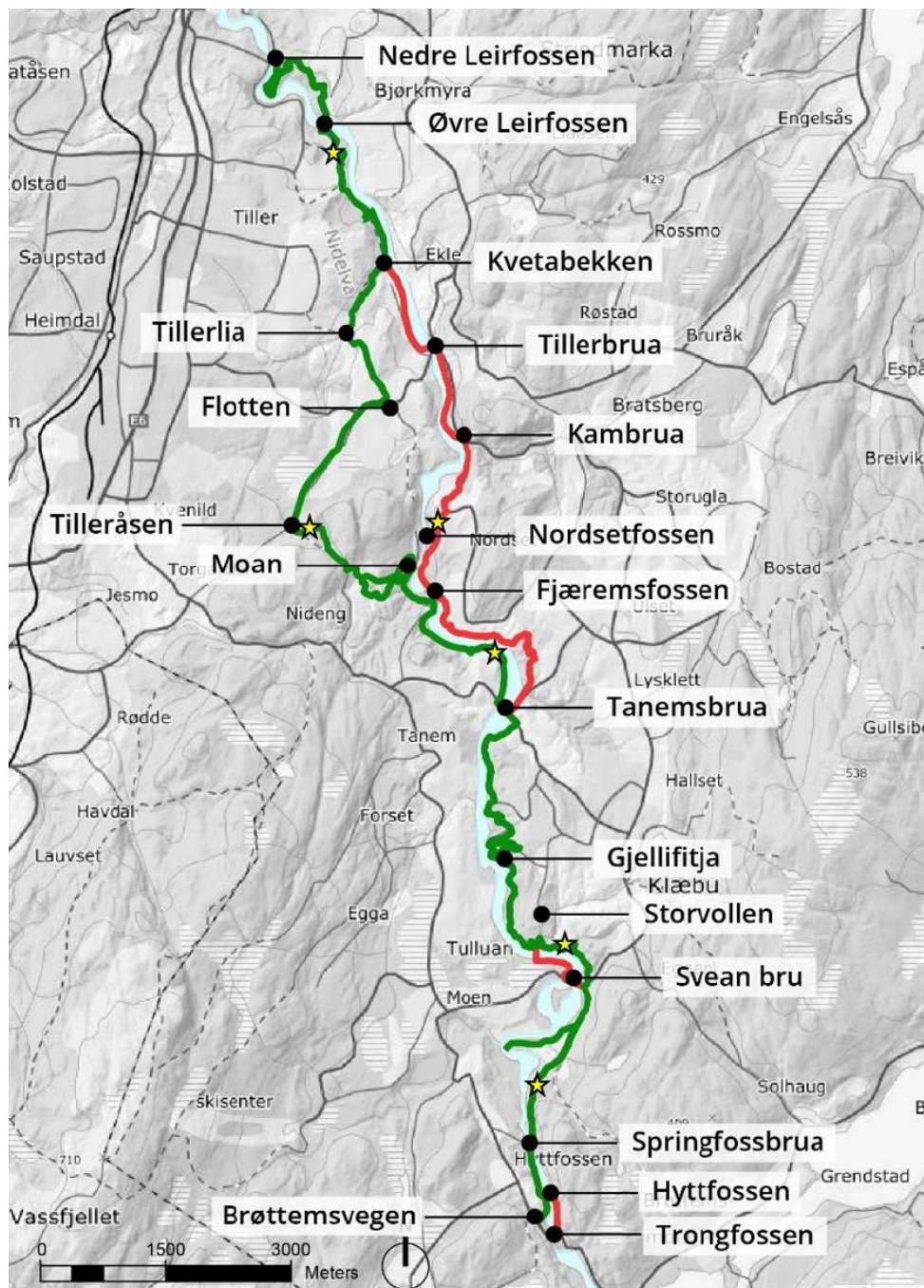
#### **2.4.1      **Anbefalte sikringstiltak****

Det vil være nødvendig å gjøre tiltak for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet i henhold til skredsannsynlighet på 1/20. Aktuelle sikringstiltak vil være rensk av skjæringen og den bratte skråningen over skjæringen fra tau og/eller lift. Det anbefales at vegetasjon i og på toppkant skjæring fjernes, samt at alle løse blokker tas ned ved spettrensk.



### 3 Andre feltobservasjoner

Under feltkartleggingen ble det gjort flere observasjoner av forhold relatert til skred og utglidninger i bratt terreng som bør påpekes. Observasjonene er vurdert å ikke utløse behov for sikringstiltak, men bemerkes med hensyn til involvering av andre fagfelt og tilpasning av stien i senere faser.



Figur 14: Kartskisse som markerer lokaliseringen (vist ved stjerne) av feltobservasjonene som er beskrevet under.



- Sør for Øvre Leirfossen:  
Grop i stitraséen tilsynelatende i forbindelse med drenering fra jordbruksareal. Ved kraftigere nedbørsperioder kan erosjonen tilta og gropa utvide seg slik at stien vil trekke seg et stykke inn på jordet. Det anbefales derfor å sikre god drenering ved dette punktet for å unngå videre erosjon.



Figur 15: Bilde av gropa i jordkanten der stitrasé er planlagt.

- Nordset:  
Åpent parti i skråningen tett på veien som er svært bratt, stedvis over 45°. Mulig gammelt jordskred, men ingen tegn til nyere aktivitet eller permanent vannvei. Det anbefales å ha kontroll på dreneringen inn i dette området.



- Tilleråsen/Grønli:  
Blokk på ca. én kubikk har glidd frem mot stien og ligger dels på jord. Blokka ligger trolig stabilt, men ved klatring og lignende kan det ikke utelukkes at blokken kan komme i bevegelse på nytt. Eventuelle tiltak kan være å flytte/velte blokka kontrollert med en minigraver for å sikre en stabil situasjon.



Figur 16: Bilde av blokka som har glidd frem mot stien.



- Nord for Tanemsbrua:

Det er observert to utglidninger på nedsiden av stitraséen. Bruddkanten er ca. 2 m dyp og skredgroppa er ca. 20–30 m bred. Utglidningene har gått fra platået der stien går og ned til elva. Det anslås en alder på minimum 20 år på skredene. Områdestabiliteten lokalt vurderes som tilfredsstillende, men det anbefales å legge stien et stykke unna elveskråningen i dette området.



Figur 17: Én av utglidningene ned mot elva nord for Tanemsbrua.



- Storvollen/Ner-Eidstu sør:

Det er mye leire i massene og det observeres sig i terrenget. Terrenghelningen er stedvis over 45°. Det anbefales å ikke legge stien slik at den lager bratte skjæringer i skråningen i dette området, da dette vil forverre stabiliteten.



Figur 18: Sig i skråningene ved Storvollen. Mye leir i løsmassene her.

- Nord for Springfossbrua:

Lokaliteten ligger langs grusvei 150 m sør for Statkrafts brakke- og anleggsområde til Løkaunet kraftverk. Området består av en ca. 30–40 m høy og 30 m lang naturlig skråning. Fra skråningen og frem til veien er det skredmateriale som ligger like på innsiden av veiskulderen i en strekning på 15 meter. Det finnes et par blokker i bergveggen som potensielt kan komme ned, men avstanden frem til sti/vei er relativt lang. Det er vurdert at dette område tilfredstiller kravet på 1/20, men etablering av en Jersey-mur kan vurderes.

## 4 Oppsummering

Norconsult har på oppdrag fra Trondheim kommune gjennomført en vurdering av skredfare langs planlagt trasé for ny Nidelvsti. På bakgrunn av utført kartlegging vurderes følgende:

- Deler av traséen for planlagt sti ligger innenfor NVEs aktsomhetskart for snøskred og steinsprang, samt jord- og flomskred. Dette omfatter 12 strekninger med varierende lengde. 4 av disse områder har ikke tilstrekkelig sikkerhet mot alle typer skred i henhold til største nominelle årlige sannsynlighet på 1/20. Dimensjonerende skredtype er steinsprang.
- Det anbefales å legge stien på vestsiden av elven på delstrekningen Trongfossen–Hyttfossen (lokalitet 1).
- Det anbefales å etablere sikringstiltak for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet ved de andre lokalitetene 2–4. Aktuelle tiltak omfatter etablering av New Jersey-steinmur, steinsprangnett og rensk.
- Andre feltobservasjoner relatert til skred og utglidninger i bratt terreng er omtalt slik at forholdene kan hensyntas ved involvering av andre fag i senere planfaser.

Norconsult kan bistå med prosjektering og kostnadsvurdering av aktuelle sikringstiltak dersom det skulle bli aktuelt.

## 5 Referanser

- [1] Norconsult, «Revidert anbefaling av trase for Nidelvstien,» datert 2020-09-02.
- [2] Norconsult, «Risiko- og sårbarhetsanalyse - detaljregulering Nidelvsti,» datert 2021-02-17.
- [3] Direktoratet for byggkvalitet, «Byggteknisk forskrift (TEK17) - Veiledning om tekniske krav til byggverk,» 2021. [Internett]. Available: <https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/7/7-3/>.
- [4] NVE, «Retningslinjer nr. 2 - 2011. Flom- og skredfare i arealplaner,» Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo, 2014.
- [5] NVE, «Veileder for utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng. Utredning av skredfare i reguleringsplan og byggesak,» 2021. [Internett]. Available: <https://www.nve.no/veileder-skredfareutredning-bratt-terreng/>.
- [6] Statens vegvesen, «Vegnormal N200 Vegbygging,» Vegdirektoratet, 2021.
- [7] A. Solli, T. Grenne, T. Slagstad og D. Roberts, «Berggrunnskart TRONDHEIM 1621 IV, 1:50 000, foreløpig utgave,» NGU, 2003.
- [8] A. J. Reite, «TRONDHEIM 1621 IV, kvartærgeologisk kart M 1:50 000,» NGU, 1986.
- [9] NVE, «NVE Atlas,» 2021. [Internett]. Available: <https://atlas.nve.no/>. [Funnet 21. mai 2021].

## 6 Vedlegg

Vedlegg 1 – Aktsomhetskart

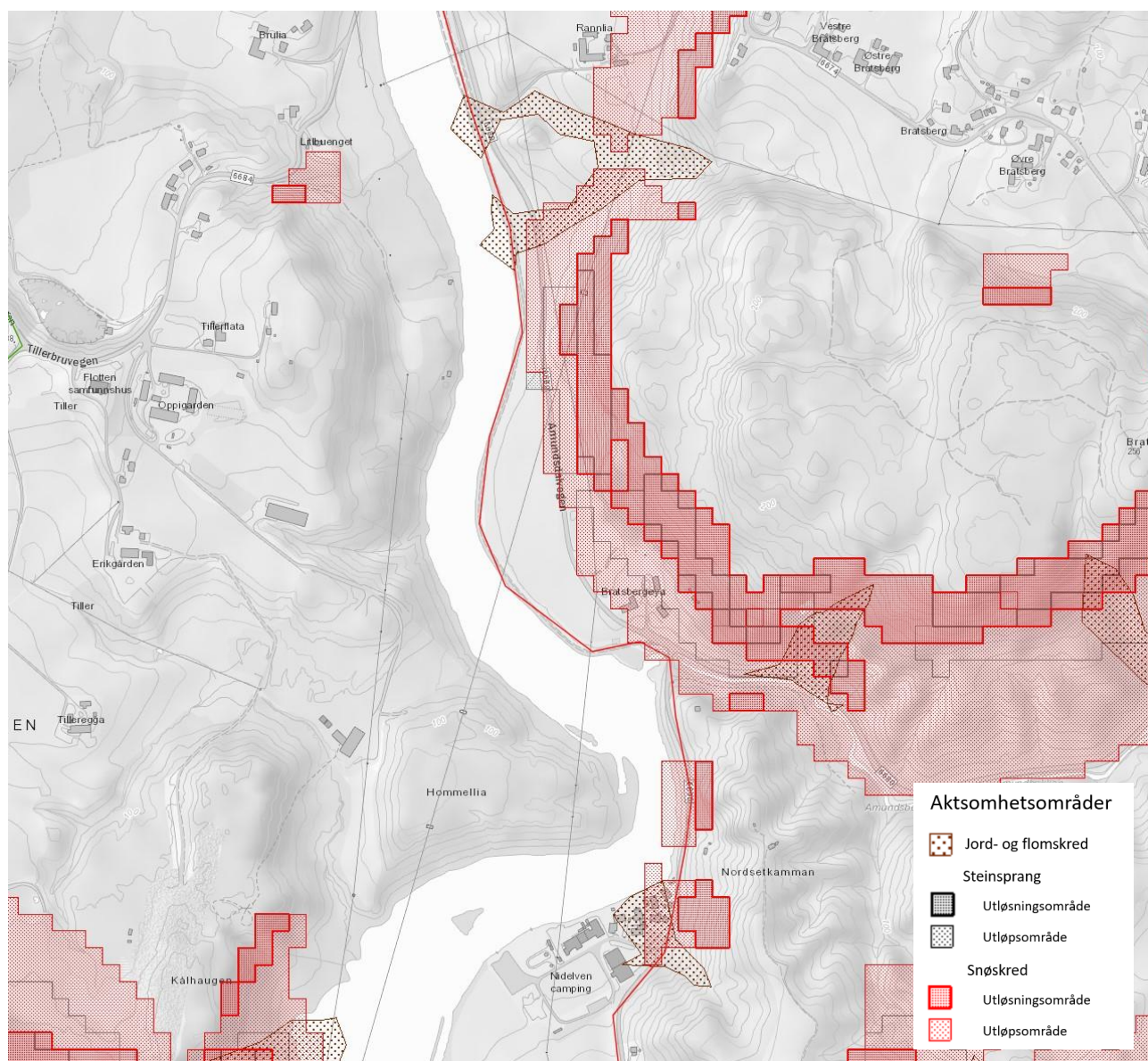
Vedlegg 2 – Generell beskrivelse av ulike skredtyper



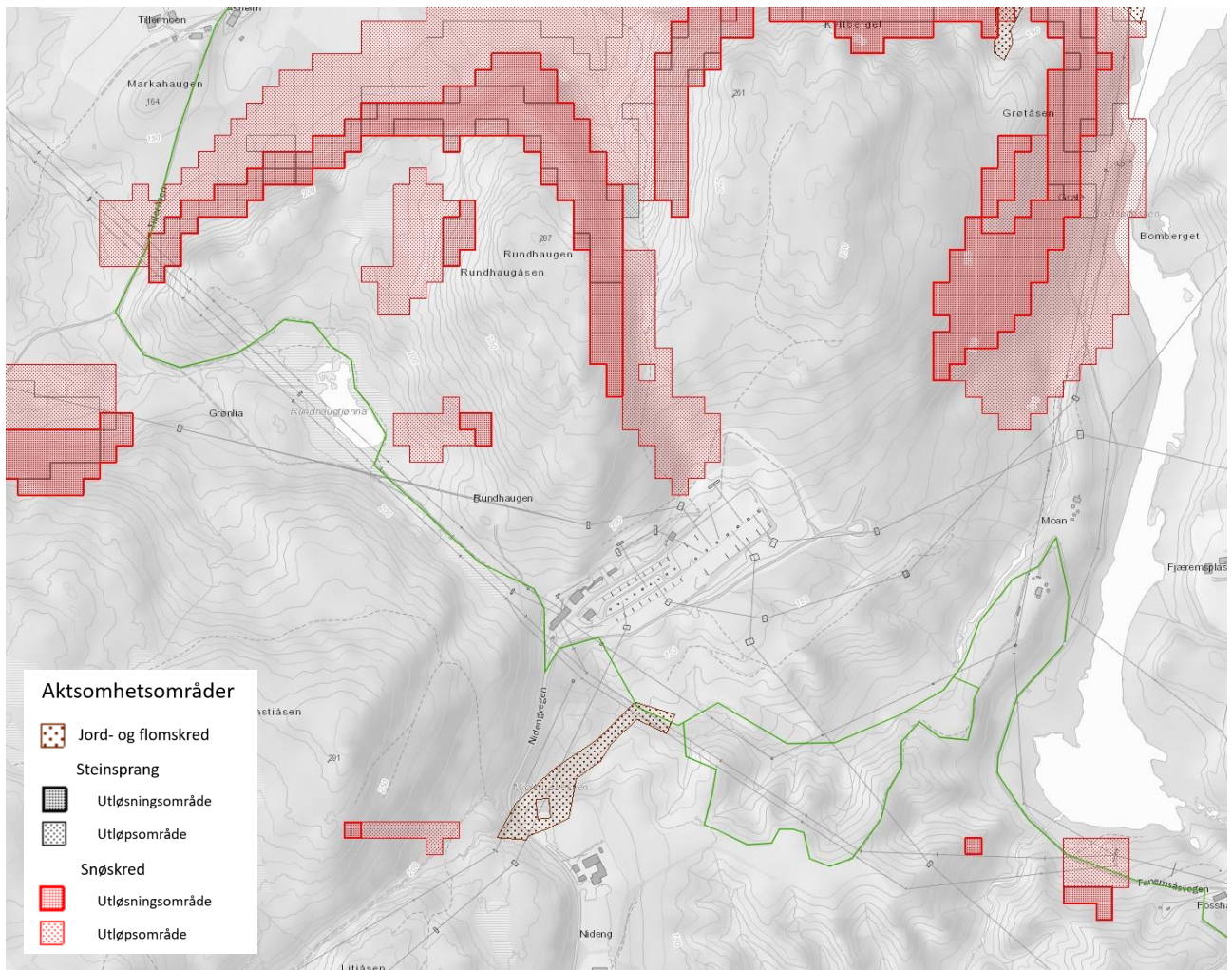
## ► Vedlegg 1 – Aktsomhetskart

### Aktsomhetskart over vurdert område

NVEs aktsomhetskart for aktuelle skredtyper er hentet fra NVE atlas (atlas.nve.no). Deler av turstien ligger innenfor aktsomhetskart for jord- og flomskred, snøskred og steinsprang. Disse strekningene er vist i figur 1–6. Figurene inkluderer aktsomhetsområder for alle nevnte skredtyper, og viser både utløsnings- og utløpsområde. Stien er vist med rød eller grønn farge og samsvarer med fargekodingen brukt i revidert anbefaling av trasé (se ref. [1] i denne rapporten).

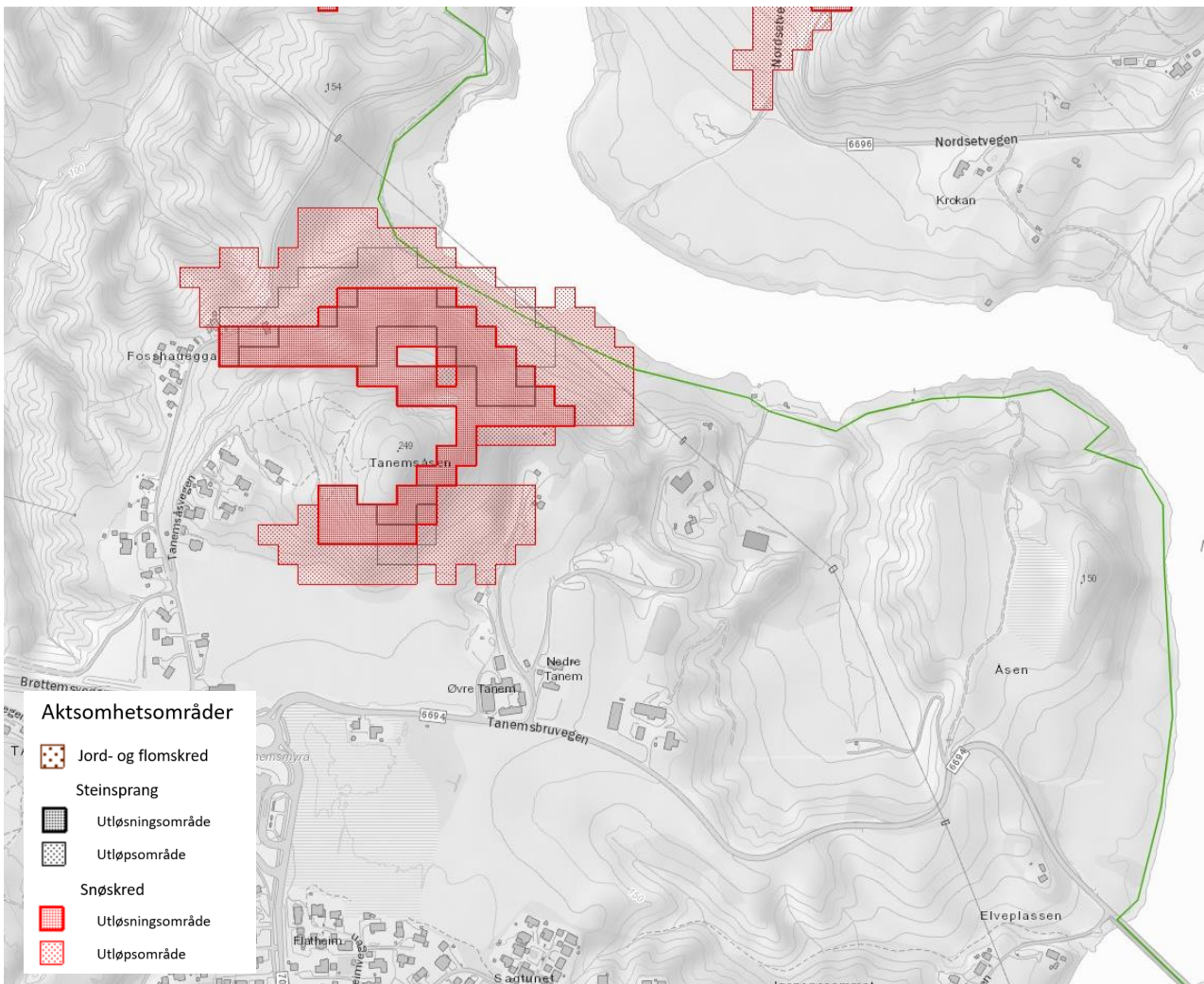


Figur 1: Aktsomhetsområder for strekningen Tillerbrua – Kambrua – Nordset (østre alternativ).

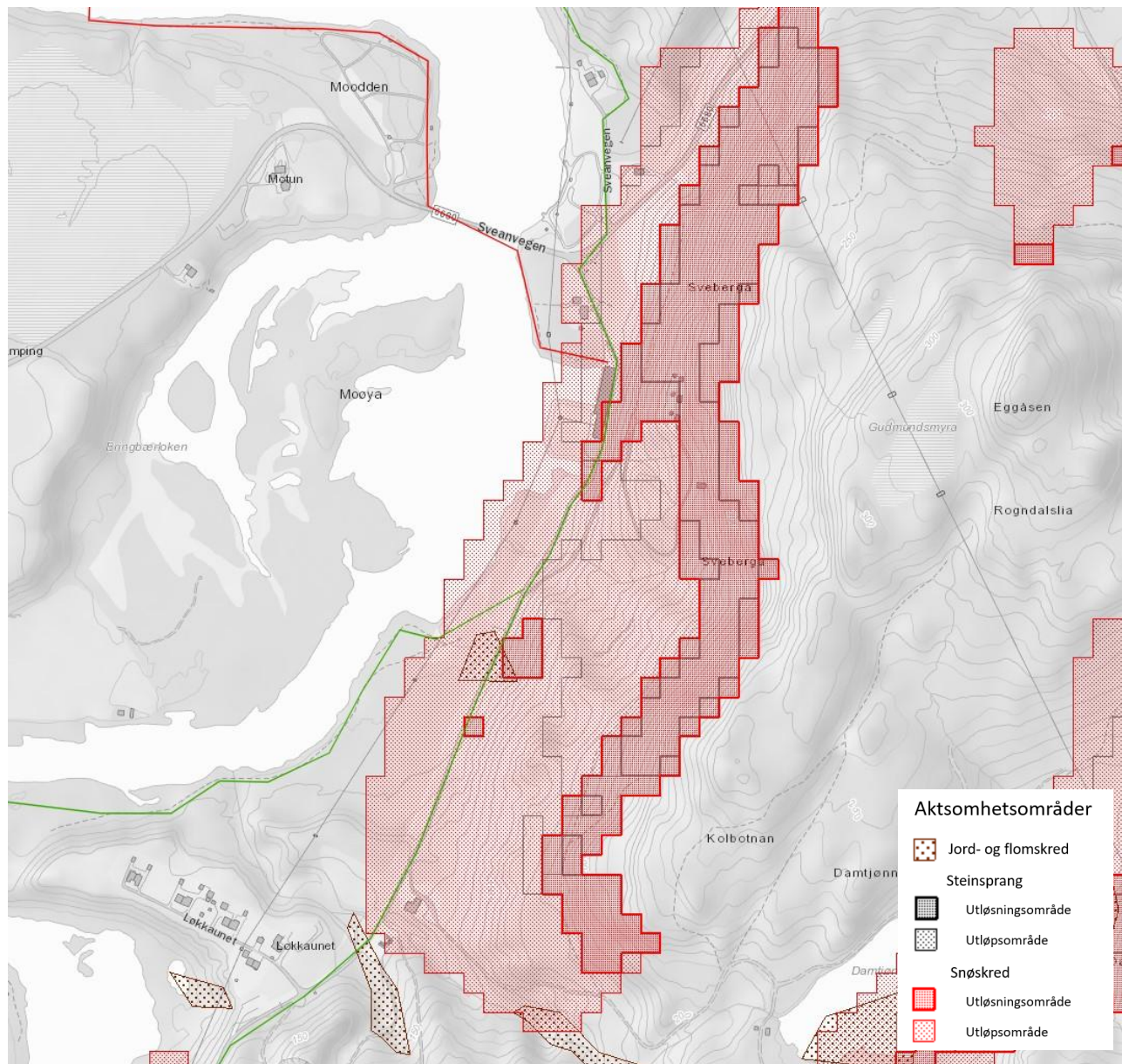


Figur 2: Aktsomhetsområder for strekningen Tilleråsen - Moan – Fjæremfossen (vestre alternativ).



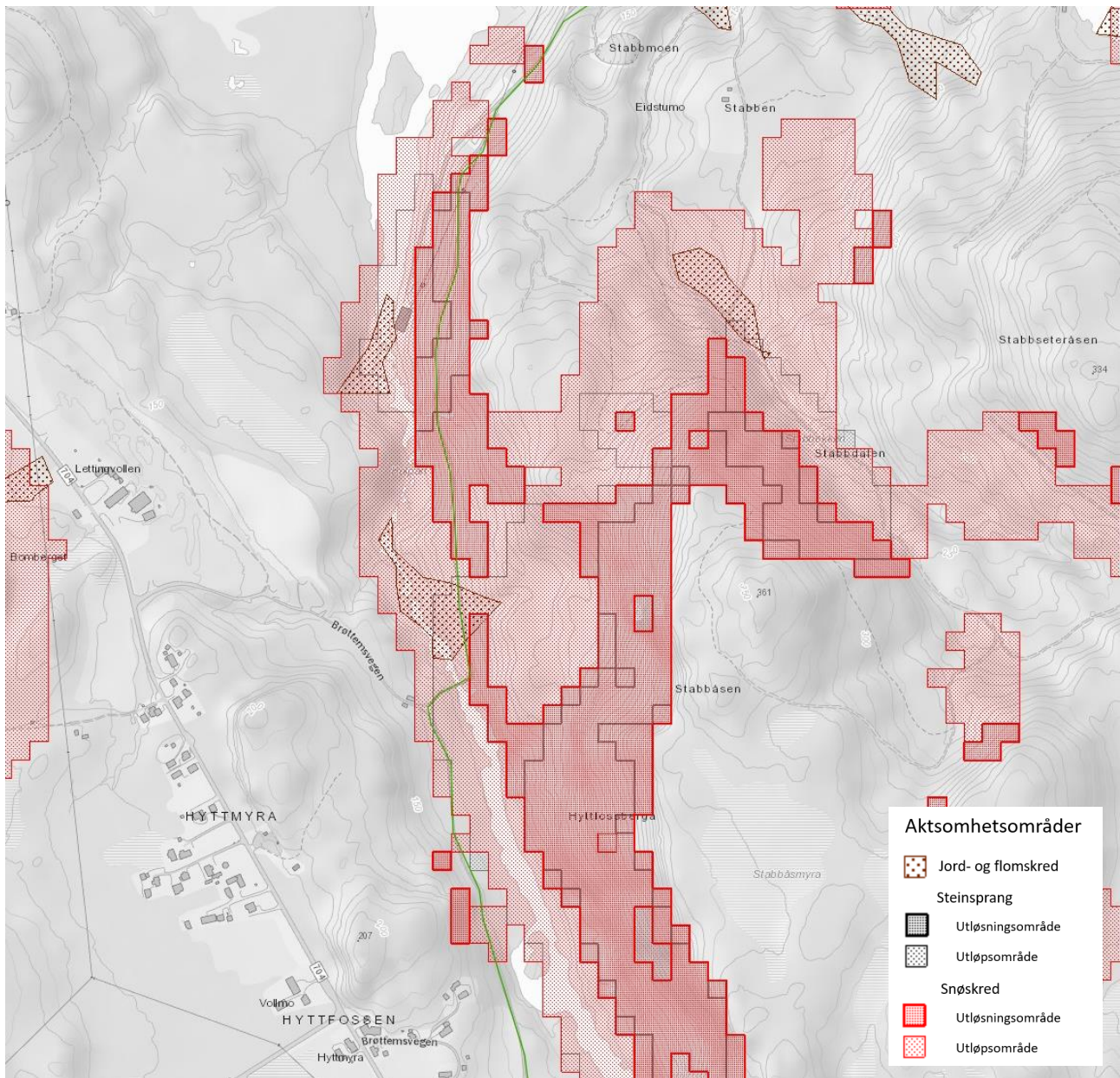


Figur 3: Aktsomhetsområder for strekningen Fjæremsfossen – Tanemsbrua (vestre alternativ).



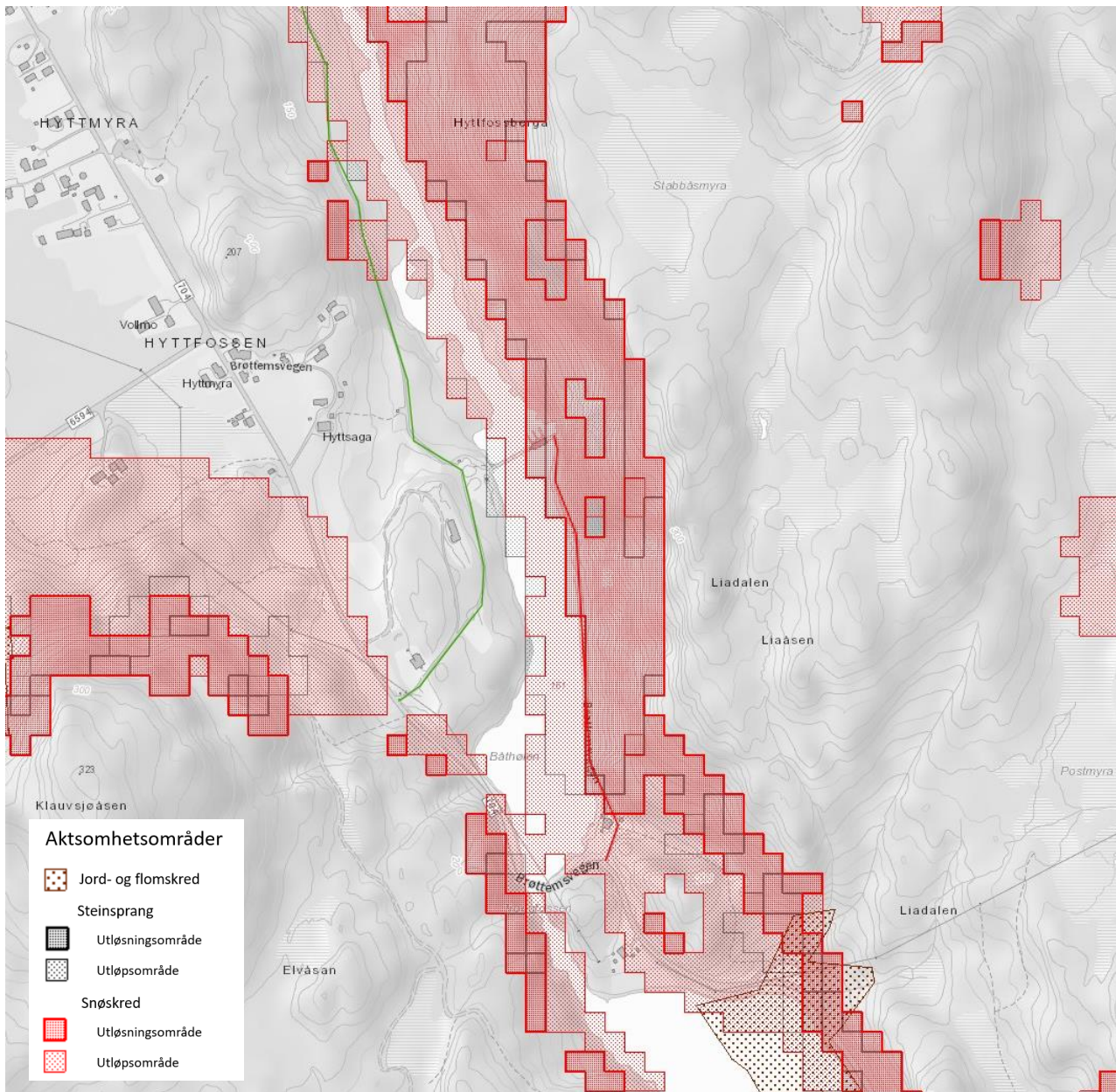
Figur 4: Aktsomhetsområder for strekningen Svean bru – Løkaunet.





Figur 5: Aktsomhetsområder for strekningen Løkaunet – Hyttfossen.





Figur 6: Aktsomhetsområder for strekningen Hyttfossen – Trongfossen (østre og vestre alternativ).

## ► Vedlegg 2 – Generell beskrivelse av ulike skredtyper

Under følger en kort beskrivelse av de ulike skredtypene. Se NVEs oppdaterte veileder [1] for ytterligere beskrivelse.

### Steinsprang og steinskred

Steinsprang og steinskred løsner vanligvis i fjellskråninger som er brattere enn 45° [1]. Stabiliteten i bergmassene påvirkes av blant annet bergartstype, oppsprekingsgrad, sprekkeforhold og foliasjon, vanntilgang og tilstedeværelse av trær og røtter (rotsprengning). Steinsprang består av enkeltblokker som beveger seg hovedsakelig uavhengig av hverandre, og det mest vesentlige energitapet skjer i kontakt med terrengoverflaten. Et steinskred er en massebevegelse av et større bergparti. Partiklene i steinskredet splittes oftest i mindre deler nedover skredbanen. Energien til et steinskred avtar ved støt mellom blokkene i skredet og ved kontakt med terrengunderlaget [1].

### Jordskred

*Jordskred* er utglidning av løsmasser i terreng brattere enn 20°. De starter med en plutselig utglidning, eller vedvarende sig i terrenget, i vannmettede løsmasser [1]. Røtter fra vegetasjon vil kunne bidra til at løsmassedekket får økt styrke, samtidig som det vil kunne øke permeabiliteten i jorden. Løsmassetype og tykkelse spiller også en viktig rolle, samt menneskelige inngrep som kan endre naturlige dreneringsveier for vann. Ifølge NVEs veileder er skog stabiliserende for jordskred siden røtter og vegetasjon reduserer faren for erosjon og utglidning. I tillegg bidrar skogen høyere opp i dreneringsfeltet til å dempe vannføringen ved intens nedbør [1]. De viktigste utløsningsfaktorene er oppbygging av vanntrykk som følge av langvarig nedbør, intense regnskylt og/eller sterk snøsmelting.

### Flomskred

*Flomskred* er hurtige vannrike skred som opptrer typisk langs bratte elver/bekkeløp, eller i raviner, hvor det er eroderbare løsmasser til stede. Oftest er helningen i løsneområdet mellom 25 – 45°, men kan også oppstå i slakere terreng helt ned mot 15° [1]. Flomskred opptrer også der det vanligvis ikke er permanent vannføring. Vannmassene kan rive løs og transportere store mengder løsmasser, større blokker, trær og annen vegetasjon i og langs løpet. I flomsituasjoner eller ved høy vannføring kan det oppstå erosjon langs bekkeløp som over tid kan føre til ustabile masser. Ifølge NVEs veileder er skog stabiliserende for flomskred siden røtter og vegetasjon reduserer faren for erosjon og utglidning. I tillegg bidrar skogen høyere opp i dreneringsfeltet til å dempe vannføringen ved intens nedbør [1].

### Snøskred

Snøskred løsner vanligvis der terrenget er mellom 25° - 55° bratt [1]. I slake skråninger (30° - 35°) må det komme 1-2 meter snø i løpet av tre døgn før det oppstår ustabile forhold. Forsenkninger som skålformasjoner, gjel og skar er vanlige terrengformasjoner der det kan løsne skred. Store flate områder/plataer over løsneområdene vil ofte bidra til økt akkumulering av snø inn i løsneområdene, noe som kan gi økt snøskredfare. Tett skog i fjellsiden vil ofte hindre utløsning av snøskred. Forutsetningen er at trærne er så høye at de ikke snør ned [2].

## Sørpeskred

For at et sørpeskred skal utløses kreves et snødekke av en viss tykkelse og en terrengformasjon som muliggjør en vannmetting av snødekket. Typiske løsneområder for sørpeskred er langs elve- og bekkeløp og andre større forsenkninger i terrenget med tilgang til vann i kombinasjon med terrengformasjoner som tillater akkumulasjon av snø. Sørpeskred kan løsne i slake partier (helt ned mot 5°) hvor det kan bli store vannansamlinger i snødekket. Erfaringer fra tidligere hendelser viser at snøskred som demmer opp en trang elvedal er en vanlig årsak til å få utløst sørpeskred. Når snøen er mettet med vann vil snødemningen fra snøskredet brytes som et sørpeskred. I slike tilfeller vil et sørpeskred kunne løses ut, selv om værforholdene ikke tilsier det. Sørpeskredene kan derfor forekomme i ulike terrengtyper og kan være vanskelig å forutsi. Sørpeskredene kan få lange utløp spesielt når de følger bekk – eller elveleier. Det er per i dag lite kunnskap på hvilken morfologisk og sedimentologisk signatur som kan knyttes til sørpeskred. Det er også mulig at sørpeskred kan være vanskelig å identifisere sikkert ut fra avsetninger alene siden skredene gjerne eroderer løsmasser langs løpet og kan ligne flomskred i avsetningsområdene [3].

## REFERANSER

- [1] NVE, «Sikkerhet mot skred i bratt terreng. Utredning av skredfare i reguleringsplan og byggesak.,» 2020. [Internett]. Available: <https://www.nve.no/skredfarekartlegging>.
- [2] NVE, «NVE-veileder nr.8-2014. Sikkerhet mot skred i bratt terreng. Kartlegging av skredfare i arealplanlegging og byggesak.,» Norges vassdrags og energidirektorat (NVE), Oslo, 2014b.
- [3] NGU, «Komplekse skredvifter: monitorering og karakterisering av skredavsetninger fra ulike prosesser. NGU rapport 2020.21.,» Norges geologiske undersøkelse (NGU), Trondheim, 2020.