



# Fagrapport Geoteknikk - Utredning av sikkerhet mot kvikkleireskred

E18 Tvedestrand – Bamble. Detaljreguleringsplan.

Oppdragsnr:	100411
Oppdragsnavn:	E18 Tvedestrand – Bamble. Detaljreguleringsplan.
Dokument nr.:	NV38E18TB-GTK-RAP-0001
Filnavn	Fagrapport geoteknikk - kvikkleireutredning.pdf

## Revisjonsoversikt

Revisjon	Dato	Revisjon gjelder	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av
0.1	12.03.21	Uavhengig kvalitetssikring	BRBU	KRTS	KALA
0.2	11.06.21	Justering etter UAK	BRBU	KRTS	KALA

## Forord

Denne rapporten er utarbeidet som en del av arbeidet med detaljreguleringsplan for E18 mellom Tvedestrand og Bamble. Veistrekningen går gjennom kommunene Bamble og Kragerø i Vestfold og Telemark, og kommunene Gjerstad, Vegårshei, Risør og Tvedestrand i Agder. Rapporten tar for seg temaet sikkerhet mot kvikkleireskred.

Tiltakshaver og ansvarlig for utredningen er Nye Veier.

Hos Nye Veier leder Stian Blindheim arbeidet med detaljreguleringsplanen. Kristian de Lange er prosjektleder hos COWI AS. Fagansvarlige for geoteknikk er Andreas Elkjær Riis, Kristian Lange Rasmussen og Thomas Bjørhusdal. Rapporten er utarbeidet av Brian Bjerrum.

Juni2021  
Rugtvedt

## Innhold

Forord .....	3
1 Sammenheng.....	5
1.1 Faresoner hvor planlagte tiltak ligger innenfor .....	5
1.2 Aktsomhetsområder registrert i varslingsområdet.....	5
2 Innledning .....	6
2.1 Bakgrunn .....	6
2.2 Mål for prosjektet og planarbeidet.....	6
2.3 Kort beskrivelse av tiltaket.....	7
3 Om denne rapporten .....	8
4 Regelverk, veiledninger og krav.....	13
5 Grunnlag og metodikk .....	14
5.1 Vedlegg 1 – Innledende vurdering og avgrensning av aktsomhetsområder for kvikkleireskred .	14
5.2 Vedlegg 2 til 9 - Utredning av faresoner .....	17
5.3 Vedlegg 10 – Parametervedlegg .....	17
5.4 Vedlegg 11 – Tegningsvedlegg.....	17
5.5 Vedlegg 12 – Klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko.....	17
6 Oppsummering av aktsomhetsområder og faresoner .....	18
6.1 Aktsomhetsområder vurdert i utredningen.....	18
6.2 Faresoner vurdert i utredningen .....	19
7 Konklusjon .....	27
8 Vedleggsliste.....	28
9 Referanser .....	29

## 1 Sammenheng

COWI AS har på oppdrag fra Nyer Veier i forbindelse med detaljreguleringsplanen for E18 Tvedestrand – Bamble, utført utredning av sikkerhet mot kvikkleireskred i henhold til NVE-veileder 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» [1]. Utredningen omfatter kartanalyser av terreng og løsmasser, befaring i felt, grunnundersøkelser og fastsettelse av aktsomhets- eller faresoner med tilhørende klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko. I tilfeller hvor tiltak ligger innenfor faresone for kvikkleireskred, er det utført stabilitetsvurderinger og vurdert eventuelle nødvendige sikringstiltak. I tilfeller hvor planlagt tiltak ikke ligger innenfor et aktsomhetsområde, er området med risiko for kvikkleireskred kun angitt som et aktsomhetsområde. Dersom det i neste planfase planlegges tiltak i aktsomhetsområdene, må videre utredning av fare i disse områdene gjennomføres før tiltak igangsettes.

Faresoner og aktsomhetsområder som er identifisert i denne rapporten innenfor varslingsområdet, må angis som hensynssoner i plankart til detaljreguleringsplanen. Det må i detaljreguleringsplanen tilknyttes relevante bestemmelser for hensynssonene.

Alle tiltak og utbygging av veianlegg inklusiv nødvendige stabiliserende tiltak for sikring mot kvikkleireskred må detaljprosjekteres i henhold til gjeldende krav og regelverk. Det vises til Fagrapport geoteknikk for mer informasjon, ref. [2]. Detaljprosjekteringen skal inkludere plan for gjennomføring og krav til utførelseskontroll.

### 1.1 Faresoner hvor planlagte tiltak ligger innenfor

Basert på vurderinger som er gjort under utredning av sikkerhet mot kvikkleireskred, er 13 faresoner registrert. Planlagte tiltak ligger innenfor faresonene, og det er derfor gjort en full utredning i henhold til NVE-veileder 1/2019. En oversikt over sonenes tiltakskategori samt faregrad-, konsekvens-, risikoklasse og eventuelle nødvendige sikringstiltak finnes i Avsnitt 6.2.

Det må i forbindelse med detaljprosjekteringen av E18 Tvedestrand – Bamble sikres at krav og planlagte tiltak er i samsvar med utførte vurderinger i denne rapporten. Hvis ikke dette er tilfellet, må det utføres nye utredninger i henhold til NVE-veileder 1/2019.

### 1.2 Aktsomhetsområder registrert i varslingsområdet

I tillegg til faresonene er det registrert 30 aktsomhetsområder innenfor varslingsområdet, hvor det ikke er fastlagt tiltak i forbindelse med utbygging av E18 Tvedestrand – Bamble på nåværende tidspunkt. Disse sonene er enda ikke klassifisert og utredet, kun identifisert og avgrenset. Dersom det planlegges tiltak i disse områdene, må det gjøres en full utredning i henhold til NVE-veileder 1/2019 før anleggsstart.

## 2 Innledning

### 2.1 Bakgrunn

E18 Tvedestrand – Bamble inngår i kommunedelplanen for E18 Dørdal – Grimstad som ble vedtatt i de åtte berørte kommunene høsten 2019. Styret i Nye Veier har prioritert strekningen E18 Tvedestrand – Bamble for regulering og utbygging. Veistrekningen som skal reguleres går gjennom kommunene Bamble og Kragerø i Vestfold og Telemark, og kommunene Gjerstad, Vegårshei, Risør og Tvedestrand i Agder.

E18 i Norge er del av en internasjonal europavei som begynner i Craigavon i Nord-Irland og ender i St. Petersburg i Russland. I europaveinettet har E18 dermed retning fra vest mot øst. I Norge har E18 hatt motsatt retning, fra Ørje ved riksgrensen mot Sverige, til Kristiansand hvor den møter E39 og fergeforbindelse mot Europa.

I forbindelse med regionsreformen som ble innført i Norge 1. januar 2020, ble det bestemt at E18 i Norge skal snus slik at veien følger samme retning som den gjør internasjonalt. For reguleringsprosjektet har snuoperasjonen blitt iverksatt i løpet av høsten 2020. Prosjektet E18 Dørdal – Grimstad har retning øst mot vest. I oppstarten av detaljreguleringsplanarbeidet for E18 mellom Tvedestrand og Bamble ble retning og navn fra kommunedelplanarbeidet videreført i planprogram for regulering av E18 Dørdal – Tvedestrand. I planbeskrivelse og fagrapporter beskrives derfor prosjektet i retning fra Bamble mot Tvedestrand, selv om prosjektnavnet har fått motsatt retning og blitt til E18 Tvedestrand – Bamble.



Figur 2-1: Utsnitt av utbyggingsområde E18 Sørøst.

### 2.2 Mål for prosjektet og planarbeidet

Målene for detaljreguleringsplanarbeidet tar utgangspunkt i målene for kommunedelplanen, og er utarbeidet av Nye Veier i samråd med styret i interkommunalt plansamarbeid, IKP.

#### Samfunns mål

- Planprosjekt E18 Dørdal - Grimstad skal bidra til at de sektorpolitiske målene i NTP 2022-2033 nås.
- Planprosjekt E18 Dørdal – Grimstad skal skape et transportsystem som er sikkert og fremmer verdiskaping i regionen ved å binde sammen bo- og arbeidsmarkedet.

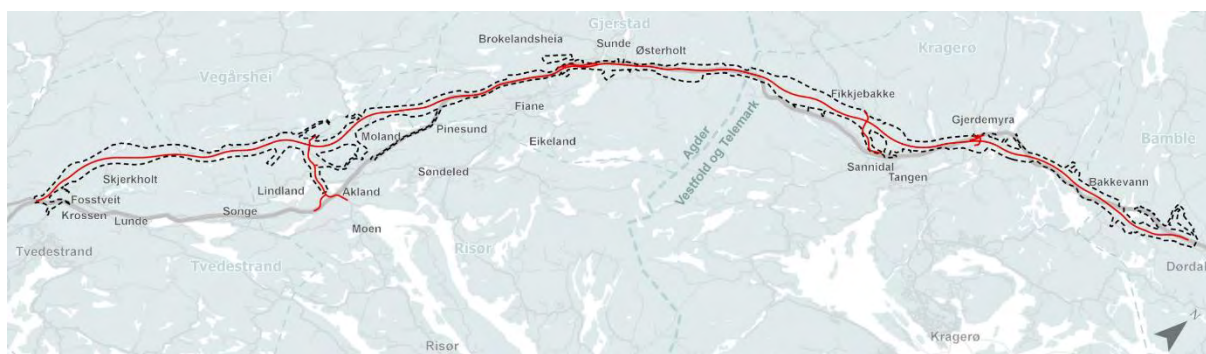
- Planprosjekt E18 Dørdal – Grimstad skal legge til rette for at det nye transportsystemet for strekningen E18 Dørdal – Grimstad blir samfunnsøkonomisk lønnsomt.

### Effektmål

- Økt verdiskapning i regionen, gjennom økt mobilitet i berørte bo- og arbeidsmarkeder, med minimum 15 % av investeringskostnadene fra åpningsåret i forhold til Nullveinettet.
- Et transportsystem som samlet sett, bedrer trafikksikkerheten med minst 11 færre skadde og drepte per år i forhold til Nullveinettet i åpningsåret.
- Bærekraftsertifisering ved bruk av Ceequal.
- Et transportsystem som samlet sett forbedrer framkommeligheten i berørte bo- og arbeidsmarkeder, og legger til rette for økt kollektivtrafikk.
- Et transportsystem som ikke øker negative ringvirkninger for trafikksikkerhet og framkommeligheten på øvrig veinett.
- Mer enn 12 minutters reduksjon i reisetid på ny E18 mellom Dørdal og Tvedestrand.

### 2.3 Kort beskrivelse av tiltaket

Detaljregulering for E18 Tvedestrand – Bamble gjelder ny firefelts motorvei fra Dørdal i Bamble kommune til Rødmyr i Tvedestrand kommune. I sør skal den nye veien kobles til ny E18 Tvedestrand – Arendal som ble åpnet 2. juli 2019. I Bamble skal den planlagte veien kobles til ny E18 Rugtvedt – Dørdal som ble åpnet 2. desember 2019. Strekningen er på ca. 54 km, og det planlegges for fartsgrense på 110 km/t.



Figur 2-2: Strekningen E18 Tvedestrand - Bamble. Kartet viser grensen for varsel om oppstart av planarbeidet.

I tiltaket inngår fire kryss på E18; Gjerdemyra og Fikkjebakke i Kragerø kommune, Brokelandsheia i Gjerstad kommune og Risørkrysset i Risør kommune. I tillegg til veikryssene omfatter tiltaket konstruksjoner for blant annet kryssende vilt, vann, myke trafikanter, friluftsliv og veier.

Som en del av planarbeidet inngår vurderinger knyttet til anleggsgjennomføring med tilhørende masseforvaltning, og det er konsekvensutredet og anbefalt arealer for masselagring som en del av tiltaket.

### 3 Om denne rapporten

Denne geotekniske rapporten går gjennom vurdering av sikkerhet mot kvikkleireskred for områder innenfor varslingsområdet. Statens Vegvesen håndbok N200 stiller krav til at det må utføres vurdering av områdestabilitet i henhold til NVEs veileder for sikkerhet mot kvikkleireskred, 7/2014, ref. [3]. I desember 2020 kom NVE ut med en ny veileder for sikkerhet mot kvikkleireskred, 1/2019 ref. [1], som benyttes i denne rapporten.

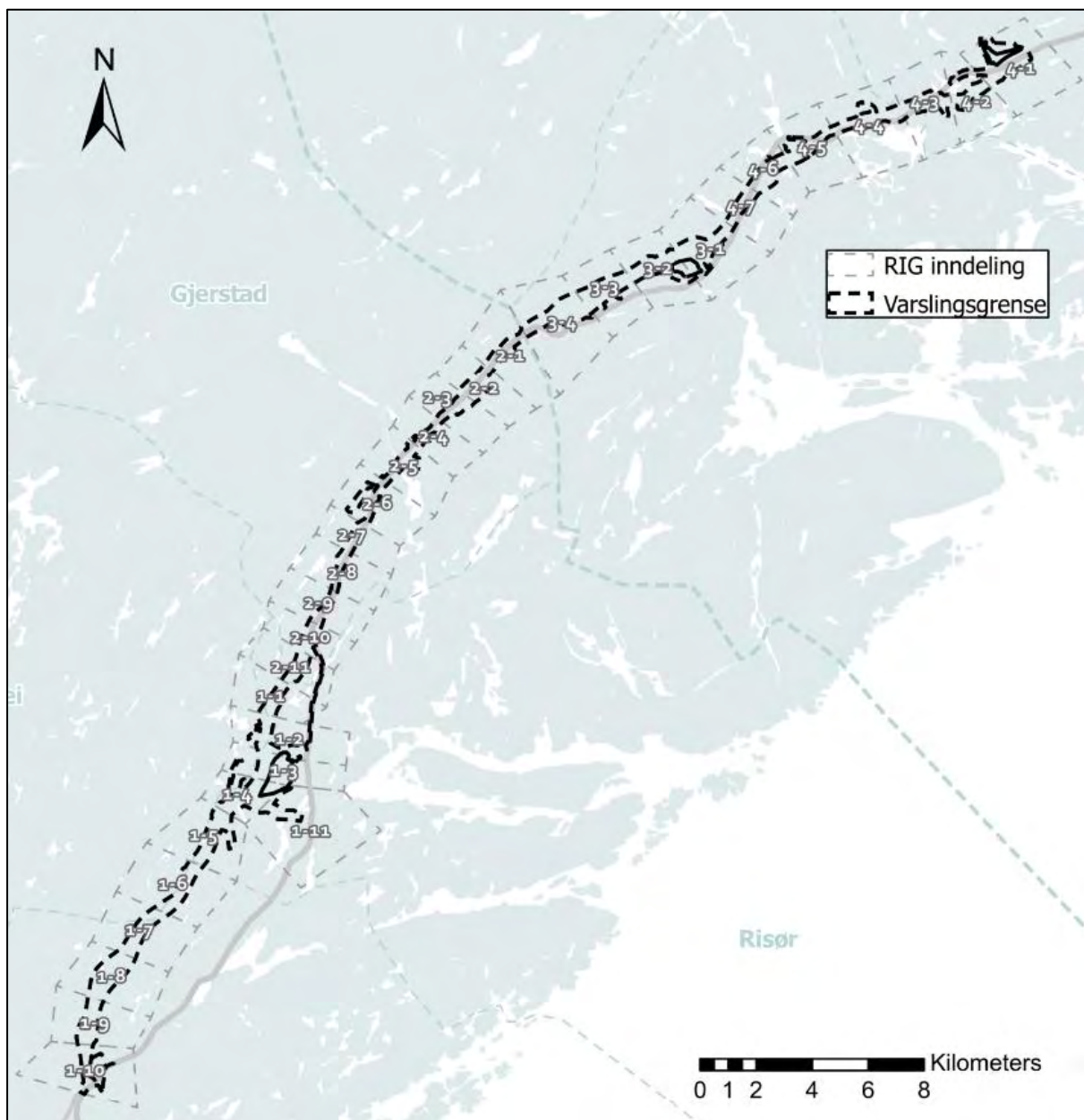
Strekningen for ny E18 er navngitt etter en geoteknisk inndeling (RIG-inndeling) av strekningen. RIG-inndelingen er vist i Figur 3-1. Det er gjort en innledende kartanalyse i og omkring planområdet med kvartærgeologiske kart og marin grense for å lokalisere områder med risiko for sprøbruddmateriale (marine avsetninger). På bakgrunn av kartanalysen er det truffet 75 aktuelle områder. Disse områdene er navngitt etter RIG-inndelingen med tilhørende løpenummer. For eksempel er område 2.2-3, tredje område i RIG-område 2.2.

Rapporten presenterer identifiserte aktsomhetsområder og faresoner innenfor varslingsområdet. Alle aktsomhetsområder og faresoner som ligger innenfor planområdet, må tegnes inn i plankart som hensynssoner med tilhørende bestemmelser.

En nærmere beskrivelse av metodikken som er benyttet for utredning av de enkelte områdene, er beskrevet i avsnitt 5. Utredning av de enkelte områdene presenteres i separate vedlegg til denne rapporten.

Oppbygningen av denne rapport med tilhørende vedlegg tar utgangspunkt i Vedlegg 1 fra NVE-veileder 1/2019. Grunnet omfang av områder for vurdering av områdestabiliteten er utredningen delt opp i vedlegg til denne rapporten. For å gi overblikk over hvilke emner som er inkludert under det enkelte avsnitt i denne rapporten samt vedleggene, er det i Tabell 3-1 laget en sammenstilling med Vedlegg 1 i NVE-veileder 1/2019.





Figur 3-1: Oversiktskart som viser den geotekniske inndelingen (RIG-inndeling) av varslingsområdet.

Tabell 3-1: Sammenstilling av anbefalt rapportoppbygning i Vedlegg 1 i NVE-Veileder 1/2019 med rapportoppbygning i denne rapporten, ref. [1].

Tittel	Innhold	NVE 1/2019	Tilsvarende avsnitt i denne rapporten og vedleggene
Sammendrag	-	-	«Sammendrag»  (I rapporten og vedleggene)
Innledning	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bakgrunn for prosjektet (hva planen eller søknaden gjelder)</li> <li>Tiltakskategorier som planen eller søknaden omfatter</li> <li>Hvilke steg i prosedyren i NVE 1/2019 som er aktuelle</li> </ul>	Kap. 3.4 Kap. 3.2 Kap. 3.3	«Innledning»  (I rapporten)
Regelverk og krav	<ul style="list-style-type: none"> <li>Relevante regelverk for prosjektet, f.eks: <ul style="list-style-type: none"> <li>Plan og bygningsloven, pbl § 28-1</li> <li>Sikkerhet mot naturpåkjenninger, TEK17 § 7-3</li> <li>Konstruksjonssikkerhet, TEK17 §10-2</li> <li>Byggesaksforskriften</li> <li>Veiledninger og standarder</li> </ul> </li> <li>Sikkerhetskrav for planlagte tiltak avhengig av tiltakskategorier og sonens faregrad</li> <li>Nivå på kvalitetssikring</li> </ul>	Kap. 1 Kap. 3.3	«Regelverk og Krav»  (I rapporten)
Grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og potensielt løснеområde	<ul style="list-style-type: none"> <li>Topografi</li> <li>Kvartærgeologisk kart og marin grense</li> <li>Grunnforhold</li> <li>Oppsummering av tidligere utførte grunnundersøkelser (med referanser)</li> <li>Identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løснеområde</li> <li>Opptegning av potensielt størst mulig løснеområde</li> <li>eller</li> </ul>	Kap. 4.2	Fem første punkter beskrevet i «Terreng og grunnforhold»  (i vedleggene)  6. punkt beskrevet i «Aktuell skredmekanisme, avgrensning av faresonen»  (i vedleggene)

Tittel	Innhold	NVE 1/2019	Tilsvarende avsnitt i denne rapporten og vedleggene
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Beskrivelse av ev. eksisterende, kartlagt kvikkleiresone (avgrensning og klassifisering).</li> </ul>		7. punkt er ikke aktuelt da det ikke er truffet eksisterende faresoner.
Befaring	<ul style="list-style-type: none"> <li>Oppsummering av feltbefaringer inkl. vurdering av erosjon og hvor ev. erosjon bør sikres (ev. mer utfyllende i eget notat eller vedlegg)</li> </ul>	Kap. 4.3	Innledende beskrivelse i Avsnitt 5 «Grunnlag og metodikk» i rapporten. Heretter benyttes befaring i «Terreng og grunnforhold» i vedleggene.
Grunnundersøkelser	<ul style="list-style-type: none"> <li>Borplan</li> <li>Oppsummering av utførte grunnundersøkelser for prosjektet</li> <li>Kvalitet på grunnundersøkelser</li> </ul>	Kap. 4.4 Kap. 7	Inkludert i «Terreng og grunnforhold»  (i vedleggene)
Aktuelle skredmekanismer og avgrensning av faresone	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aktuelle skredmekanismer</li> <li>Løsneområde</li> <li>Utløpsområde</li> </ul>	Kap. 4.5 Kap. 4.6	«Aktuell skredmekanisme, avgrensning av faresonen»  (i vedleggene)
Klassifisering av faresone	<ul style="list-style-type: none"> <li>Klassifisering av ny sone eller reklassifisering av eksisterende iht. NVE rapport 9/2020</li> </ul>	Kap. 4.7	«Klassifisering av faresonen og sikkerhetskrav»  (i vedleggene)
Kritiske snitt og materialparametere	<ul style="list-style-type: none"> <li>Opptegning av kritiske snitt</li> <li>Lagdelling og beliggenhet av sprøbruddmateriale</li> <li>Laster</li> <li>Grunnvannstand og poretrykksforhold</li> <li>Tolkning av konsolideringsforhold</li> <li>Tolkning av skjærfasthet</li> </ul>	Kap. 4.8 Kap. 5	«Kritiske snitt og materialparametere»  (i vedleggene)
Stabilitetsvurderinger	<ul style="list-style-type: none"> <li>Stabilitetsberegninger av dagens sikkerhet og vurdering av disse (drenert og udrenert)</li> <li>Vurdering av sikringsbehov for ny bebyggelse og for eksisterende bebyggelse dersom aktuelt.</li> </ul>	Kap. 4.8 Kap. 5	«Stabilitetsvurderinger»  (i vedleggene)

Tittel	Innhold	NVE 1/2019	Tilsvarende avsnitt i denne rapporten og vedleggene
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stabilitetsberegninger etter ev. sikringstiltak</li> <li>• Volumoverslag av ev. sikringstiltak</li> </ul>		
Stabiliserende tiltak	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anbefalte stabiliserende tiltak for å øke stabiliteten og hindre erosjon</li> <li>• Miljø- og landskapspåvirkning</li> <li>• Hensyn ved anleggsdrift – faseplaner mv</li> <li>• Prosjektering, kontroll og oppfølging av tiltak</li> </ul>	Kap. 6	«Stabiliserende Tiltak»  (i vedleggene)
Konklusjon	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nødvendige tiltak for å sikre iht. regelverket</li> <li>• Videre arbeid, inkl. kvalitetssikring</li> <li>• Ev. forslag til rekkefølgebestemmelser eller vilkår i plan/byggesak</li> </ul>	Kap. 3.4	«Konklusjon»  (i rapporten og vedleggene)
Referanser	-	-	Referanser (i rapporten og vedleggene)

Rapporten inngår som grunnlag for vurderinger gjort i ROS-analysen [4]. Økonomisk konsekvens er ikke tatt med i vurderinger i denne rapporten.

## 4 Regelverk, veiledninger og krav

Henvising til relevante regelverk og veiledninger som ligger til grunn for utredning av sikkerhet mot kvikkleireskred, er angitt i Fagrapport geoteknikk, ref. [2].

Til vurdering av tiltakskategori benyttes Tabell 3.1 i ref. [1] og Tabell 0-2 i ref. [5]. Generelt er tiltakskategori vurdert til K4 for områder med marine avsetninger i nærheten av planlagt motorveistrasé, men det kan være sideområder og sideveier som klassifiseres til lavere tiltakskategori. Der det er anvendt lavere tiltakskategori, er dette beskrevet i de enkelte vedleggene. Eksisterende veier innenfor varslingsområdet som er identifisert å få betydelig økning i trafikk pga. utbygging av ny E18, inkluderes i utredningen av sikkerhet mot kvikkleireskred. Økning i trafikk vil nevnes når relevant. Eksisterende veier innenfor varslingsområdet hvor det ikke er planlagt tiltak eller betydelig økt trafikkmengde, utredes ikke.

Sikkerhet i de kartlagte faresonene vurderes i de enkelte tilfellene i henhold til prinsipper gitt i NVE-veileder 1/2019. Det vil i de enkelte vedleggene beskrives sikkerhetskrav for de enkelte sonene.

Sprengning av berg i nærheten av kvikkleireområder må håndteres på en måte som ikke utløser kvikkleireskred. Valg og kontroll av grenseverdier for vibrasjoner fra sprengning må følge NS 8141-3:2014, ref. [6] og skal fastlegges som del av detaljprosjekteringen.

Det skal i tillegg til intern kvalitetssikring utføres uavhengig kvalitetssikring for faresoner som plasseres i tiltakskategori K3 eller K4, i henhold til NVE-veileder 1/2019. Faresoner vist i Tabell 4-1 er vurdert som K3 og/eller K4 og må til uavhengig kontroll. Intern kontroll er dokumentert på sjekklister tilpasset NVE-veileder 1/2019.

Tabell 4-1: Oversikt over faresoner med krav om uavhengig kvalitetssikring.

Sone	Tiltakskategori	RIG-område	Vedlegg
Sannidal 2	K4	3.1	4
Østerholt 1	K4	2.4	5
Bjørndalen	K4	2.5	5
Sundebru 3	K4	2.5	5
Sundebru 4	K4	2.5	5
Sundebru 5	K4	2.5	5
Sunde 1	K4	2.5	5
Sunde 2	K4	2.4	5
Sunde 3	K4	2.4	5
Eidkjerret	K4	1.11	7
Fosstveit 1	K4	1.10	8
Bjørnstad 1	K3	1.10	9

## 5 Grunnlag og metodikk

Utredningen av sikkerhet mot kvikkleireskred følger steg 1-11 i NVE-veileder 1/2019. Prosedyren kan grovt sett deles i to hoveddeler; del 1 som omfatter steg 1-3, for innledende vurderinger og avgrensning av aktsomhetsområder for områdeskredfare, og del 2 som omfatter steg 4-11, for utredning av faresoner med tilhørende dokumentasjon.

Rapporten er bygget opp med tilhørende vedlegg. Innhold i de enkelte vedlegg presenteres i det etterfølgende.

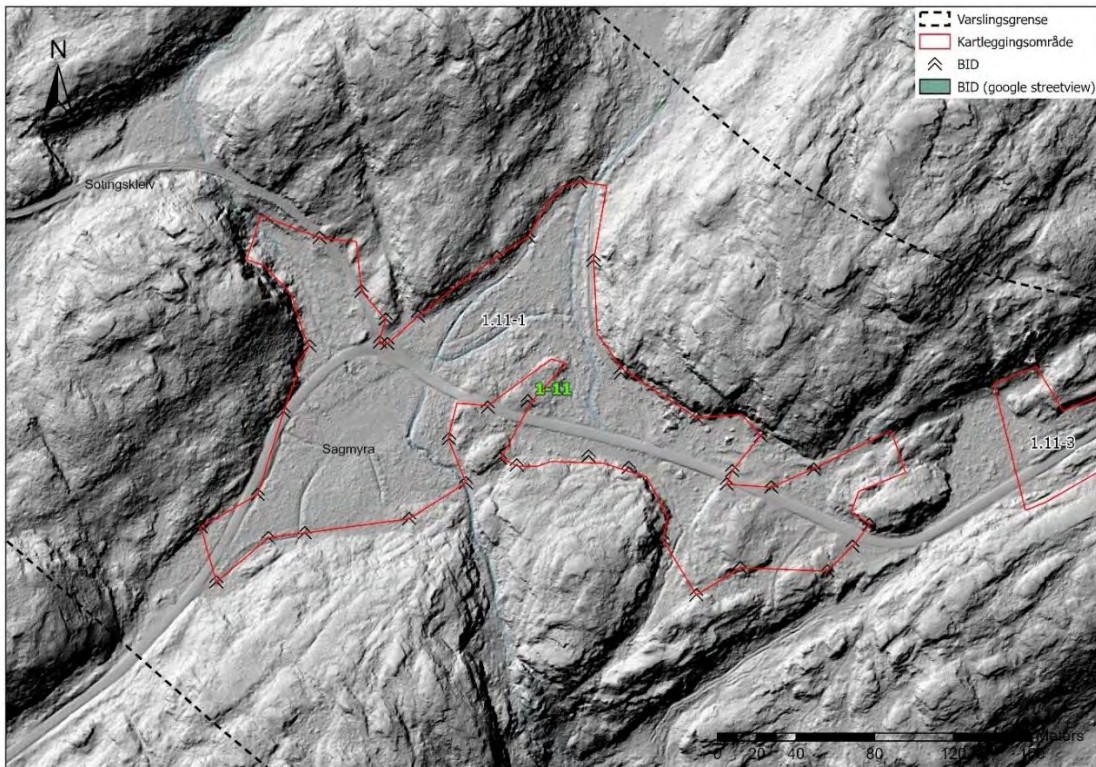
### 5.1 Vedlegg 1 – Innledende vurdering og avgrensning av aktsomhetsområder for kvikkleireskred

Vedlegg 1 inkluderer områder som kan avsluttes etter del 1 i NVE-veilederen, med unntak av der befarings og/eller grunnundersøkelser er vurdert tilstrekkelig til å utelukke at nye planlagte tiltak ligger innenfor et aktsomhetsområde.

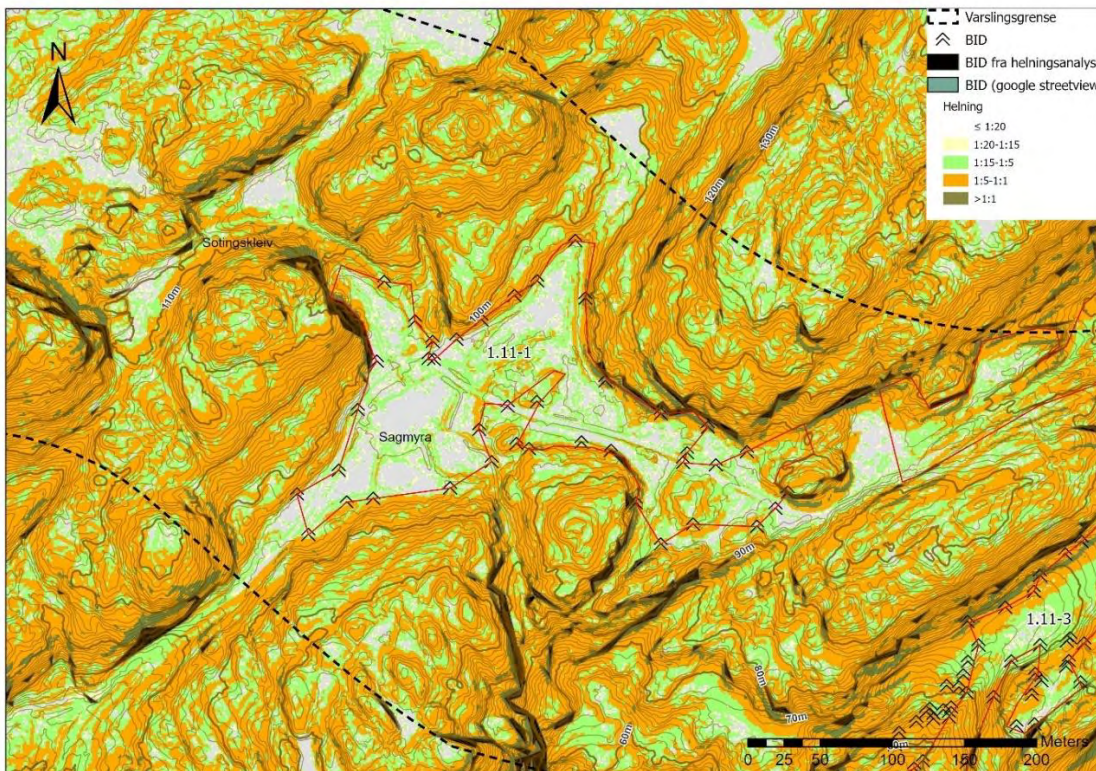
Først er det gjort en grov, systematisk inndeling av områder ved hjelp av kvartærgeologiske kart og kart for marin grense fra NGU [7]. På bakgrunn av dette er det kommet frem 75 områder med risiko for sprøbruddmasser.

Berg i dagen (BID) er registrert fra befaringer og Google Street View, samt områder som via helningsanalyse (GIS terrengeanalyse) viser terrenghelning brattere enn 1:1. Disse registreringer er vurdert sammen med kvartærgeologisk kart, luftfoto og skyggerelieffkart. I Figur 5-1 ses opptegning av antatt BID på skyggerelieff kart med rød polygon.

Helningsanalyse er brukt sammen med skyggerelieffkart til å avgrense områdene ytterligere og vurdere om det er fare for kvikkleireskred. Figur 5-2 viser eksempler på helningskart fra GIS-analyse brukt i dette prosjektet. I GIS-analysen er det benyttet digital terrengemodell, DTM 1, lastet ned fra høydedata.no. Ved analyse er helningsintervaller valgt som angitt i figur.



Figur 5-1: Eksempel på et skyggerelieffkart, brukt til tolkning av berg i dagen i kombinasjon med observasjoner fra befarings, Google Street View m.m.



Figur 5-2: Eksempel på helningskart brukt til å avgrense aktsomhetsområder og avdekke kritiske snitt.

Videre benyttes følgende vurderingskriterier til å angi begrensningen av mulige aktsomhetsområder:

- Aktsomhetsområdet vurderes ikke å ligge høyere i terrenget enn en sondering som ikke gir indikasjoner på sprøbruddmateriale. Avgrensning av aktsomhetsområder mellom borepunkter forsøkes holdt på et jevnt kotenivå og legges konservativt helt opp mot utført sondering.
- I områder med hyppige observasjoner av berg i dagen og sondering som ikke gir indikasjoner på sprøbruddmateriale, angis det ikke aktsomhetsområder.
- Skråninger med skråningshøyde <5 m og/eller slakere skråningshelning enn 1:20 anses ikke som aktsomhetsområde.

Registrerte aktsomhetsområder er vurdert ut fra grove kriterier for løsne- og utløpsområde på henholdsvis 20 x skråningshøyde og 3 x løsneområde.

Hvis planlagte tiltak ligger innenfor et registrert aktsomhetsområde, gjøres videre vurdering i Vedlegg 2 – 9 og aktsomhetsområdet inkluderes ikke i Vedlegg 1. Planlagte tiltak hvor plassering og utforming i hovedtrekk er fastlagt i denne detaljreguleringsplan, er:

- Veitrase og fyllinger
- Kulverter og andre konstruksjoner
- Planlagte VA-tiltak
- Pilar for veibruer i vassdrag som vurderes ikke mulig å unngå

Der det ikke er planlagte tiltak innenfor et vurdert aktsomhetsområde, er det ikke gjort en full utredning av sikkerhet mot kvikkleireskred. Dersom området ligger innenfor regulert areal må det tegnes opp som hensynssone i plankartet med bestemmelse om videre utredning i henhold til NVE-veileder 1/2019. Dette er i tilfelle det på et senere tidspunkt planlegges tiltak. Dette vil være tiltak hvor plassering og nødvendigheten av tiltaket ikke er bestemt i denne planfasen, som f.eks.:

- Pilar i vassdrag som er mulig å unngå, men ikke kan utelukkes
- Arealer for nydyrking og omlegging av matjord
- Masselagring av overskuddsmasser
- Anleggsveier
- Riggområder

Aktsomhetsområdene som er vurdert etter konservative betraktninger til løsne- og utløpsområde, dokumenteres i Vedlegg 1. Hvis et aktsomhetsområde ligger utenfor varslingsområdet, vil dette aktsomhetsområdet ikke bli vurdert videre i dette prosjektet.

Ut fra ovenstående vurdering er 19 av 75 områder med risiko for sprøbruddmasser vurdert å ligge så langt unna planlagte tiltak og varslingsområdet, at de ikke er inkludert i dette



prosjektet. 44 områder er inkludert i Vedlegg 1, mens 12 områder er vurdert videre i Vedlegg 2-9.

## 5.2 Vedlegg 2 til 9 - Utredning av faresoner

Vedlegg 2-9 inkluderer de områdene registrert i arbeidet med Vedlegg 1, der det kreves full utredning av sikkerhet mot kvikkleireskred. Metodikken beskrevet for utredning i Vedlegg 1 er også benyttet for utredning av disse områdene.

Det gjøres en mer detaljert vurdering på utstrekning av løsne- og utløpsområde på bakgrunn av vurdering av sannsynlig skredmekanisme og terrengforhold ved bruk av metoden beskrevet i avsnitt 4.5 i NVE-veileder 1/2019. Dersom planlagt tiltak ikke ligger innenfor løsne- og utløpsområde, avsluttes utredning med angivelse av mer nøyaktig avgrenset aktsomhetsområde i vedlegget. Dersom planlagte tiltak ligger innenfor vurdert løsne- og utløpsområde, tegnes områdene opp og presenteres i de enkelte vedleggene som en faresone. Faresoner klassifiseres deretter ved faregrad-, konsekvens- og risikoklasse med utgangspunkt i metodikk i NVEs eksterne rapport 9/2020.

Stabilitetsberegning utføres i kritiske snitt i henhold til avsnitt 4.8 og 5 i NVE-veileder 1/2019. Sikkerhetsprinsipp beskrevet i avsnitt 3.3 i NVE-veileder 1/2019 benyttes. Om nødvendig beskrives mulige sikringstiltak for forbedring av sikkerhet. For tiltak i tiltakskategori K3 og K4 benyttes prosentvis forbedring i henhold til avsnitt 3.3.6 i NVE-veileder 1/2019, der det vurderes å være aktuelt. Til beregning av stabilitetsforhold benyttes grenselikevektsmetoden i GeoSuite Stability.

Når intern og eventuell uavhengig kvalitetssikring er utført, meldes aktuelle faresoner inn til NVEs kartdatabaser.

Faresoner og aktsomhetsområder innenfor plangrensen må tegnes inn i detaljreguleringsplanen som hensynssoner og tilføyes tilhørende bestemmelser.

## 5.3 Vedlegg 10 – Parametervedlegg

Vedlegg 10 presenterer benyttet metode for tolkning av felt- og laboratorieforsøk.

## 5.4 Vedlegg 11 – Tegningsvedlegg

Vedlegg 11 består av tegninger. Det inngår plantegninger med opptegning av borepunkter i områdene samt angivelse av kritiske snitt og beregningsprofiler.

## 5.5 Vedlegg 12 – Klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko

Vedlegg 12 inneholder klassifiseringer av faregrad, konsekvens og risiko for faresonene. Klassifiseringen er gjort i henhold til NVEs eksterne rapport 9/2020 «Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred.»

## 6 Oppsummering av aktsomhetsområder og faresoner

I dette avsnittet finnes en oversikt over aktsomhetsområder og faresoner. Det henvises til de enkelte vedleggene for utdypning om avgrensning av sonene.

### 6.1 Aktsomhetsområder vurdert i utredningen

Oversikt over hvilke identifiserte aktsomhetsområder som ligger innenfor varslingsområdet, er listet opp i Tabell 6-1. Oversiktskart over områdene og opptegnede aktsomhetsområder finnes i vedleggene.

Tabell 6-1: Oversikt over identifiserte aktsomhetsområder der det ikke er gjennomført fullstendig utredning for kvikkleireskred.

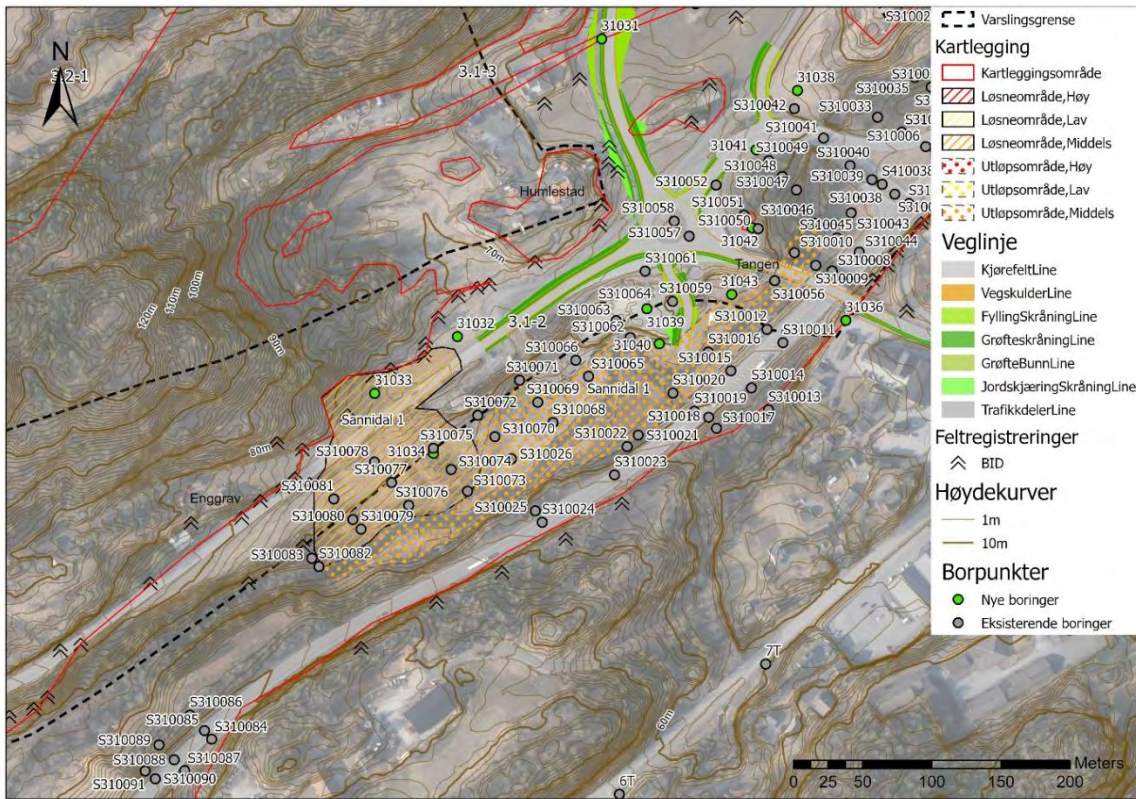
Sone	RIG-område	Vedlegg
Bakkevannet	4.2	1
Bakkeøy	4.2	2
Trondskjær	4.2	1
Skaugheia	4.3	1
Skogen	4.3	1
Auråen 1	4.4	1
Auråen 2	4.4	1
Vestre Hulldalstranda	4.4	1
Stidalen	4.4	1
Smørtangen	4.6	1
Holtane	4.7	1
Tyvannselva	4.7	1
Sandnes	2.4	1
Sannidal 3	3.1	4
Sannidal 4	3.2	4
Hegland	3.3	1
Østerholt 2	2.4	5
Østerholt 3	2.4	5
Sundebru 1	2.4	5
Sundebru 2	2.4	5
Bråtane	2.5	5
Brokelandsheia Nord	2.5	5
Modalen	1.2	1
Nordbråten	1.10	1
Fosstveit 3	1.10	8
Fosstveit 4	1.10	8
Bjørnstad 2	1.10	9
Bjørnstad 3	1.10	9
Bjørnstad 4	1.10	9
Modalsveien	1.10	9

## 6.2 Faresoner vurdert i utredningen

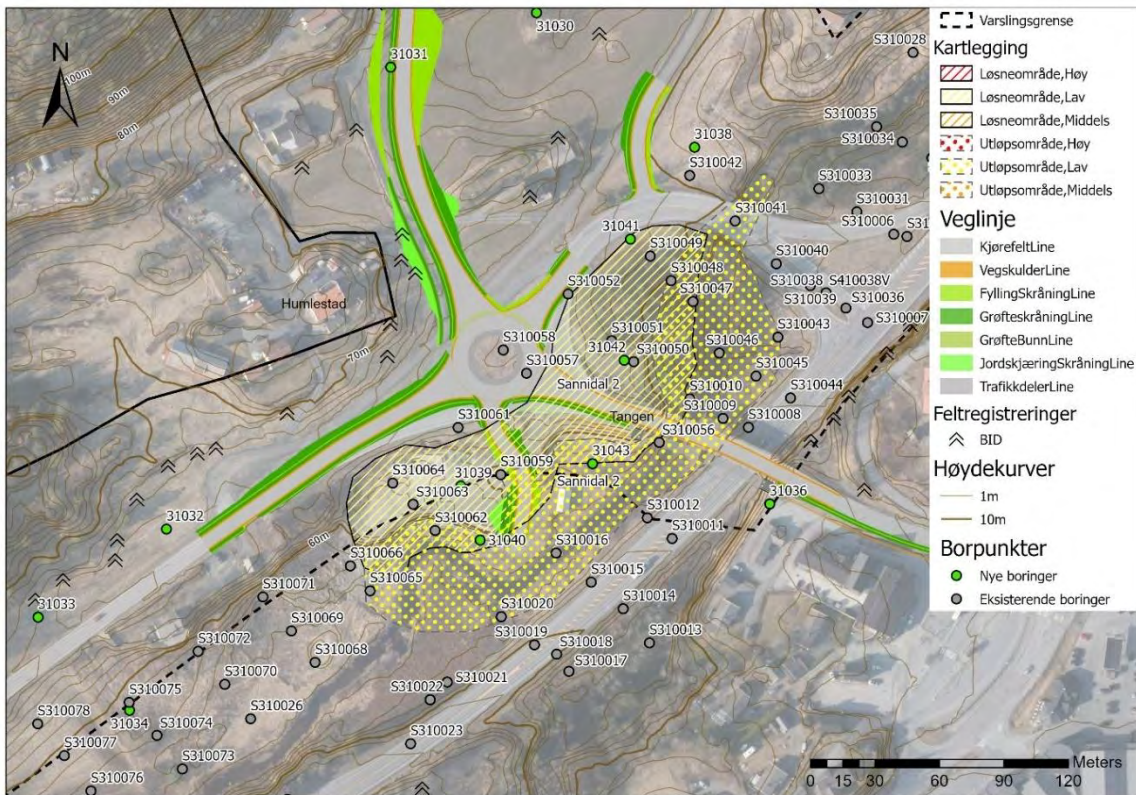
Oversikt over hvilke identifiserte faresoner som ligger innenfor varslingsområdet er listet opp i Tabell 6-2. Opptegning av faresonene ses i Figur 6-1 til Figur 6-13. For nærmere beskrivelse av utredning for den enkelte faresone, samt vurdert stabiliserende tiltak, henvises det til vedleggene.

Tabell 6-2: Oversikt over faresoner utredet i denne rapporten.

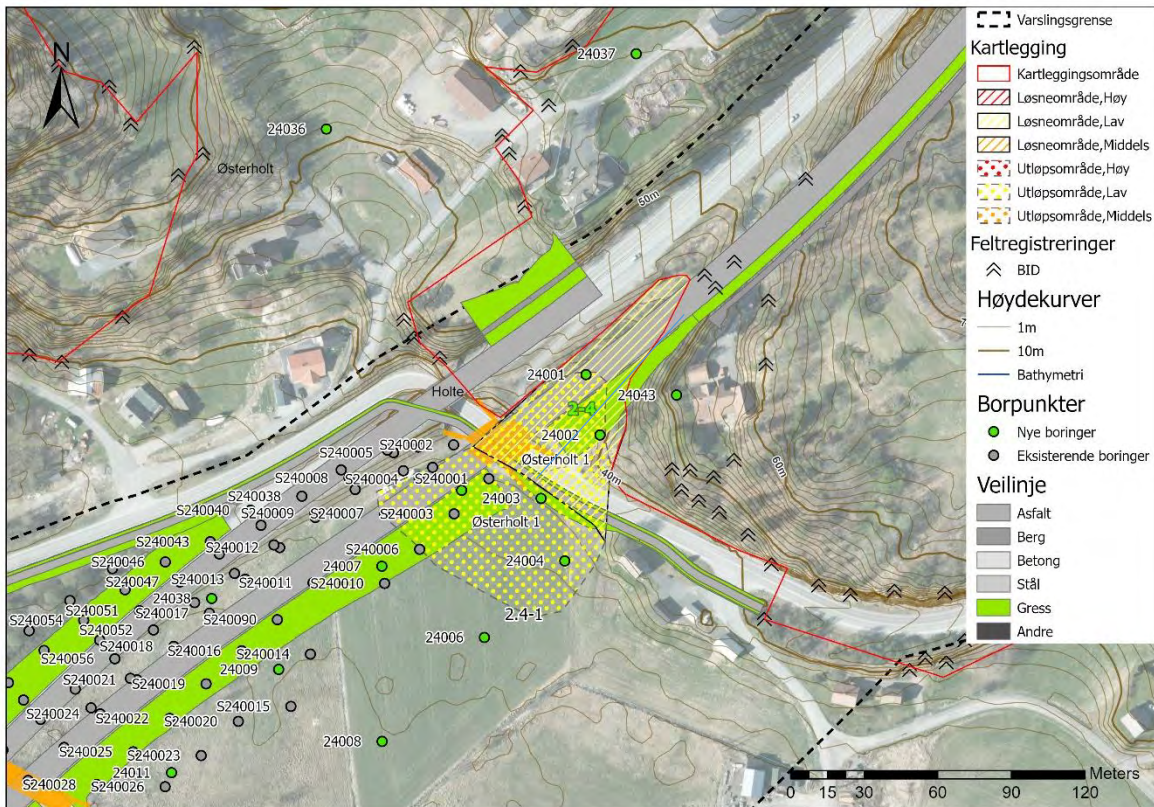
Sone	RIG-område	Vedlegg	Tiltaks-kategori	Faregrad	Konsekvens	Risiko	Nødvendige stabiliserende tiltak
Sannidal 1	3.1	4	K1	Middels	Alvorlig	2	Sprengsteinsfylling ved brufundament som barriere mot utløpsmasser
Sannidal 2	3.1	4	K4	Lav	Alvorlig	2	Stabilitet funnet ok i dagens situasjon
Østerholt 1	2.4	5	K4	Lav	Mindre alvorlig	1	Masseutskiftning til faste masser
Bjørndalen	2.5	5	K4	Lav	Alvorlig	3	Stabilitet funnet ok i dagens situasjon
Sundebru 3	2.5	5	K4	Lav	Alvorlig	2	Stabilitet funnet ok i dagens situasjon
Sundebru 4	2.5	5	K4	Lav	Alvorlig	2	Terrengregulering – slake utskråning til 1:3
Sundebru 5	2.5	5	K4	Lav	Alvorlig	2	Terrengregulering – slake utskråning til 1:3
Sunde 1	2.5	5	K4	Middels	Mindre alvorlig	2	Masseutskiftning til faste masser
Sunde 2	2.5	5	K4	Lav	Alvorlig	3	Graveskråning på 1:2
Sunde 3	2.5	5	K4	Lav	Mindre alvorlig	2	Stabilitet funnet ok i dagens situasjon
Eidkjerret	1.11	7	K4	Høy	Alvorlig	3	Masseutskiftning til faste masser
Fosstveit 1	1.10	8	K4	Middels	Alvorlig	3	Terrengregulering – slake utskråning til 1:5
Bjørnstad	1.10-2	9	K3	Lav	Mindre alvorlig	2	Masseutskiftning med lettfyll



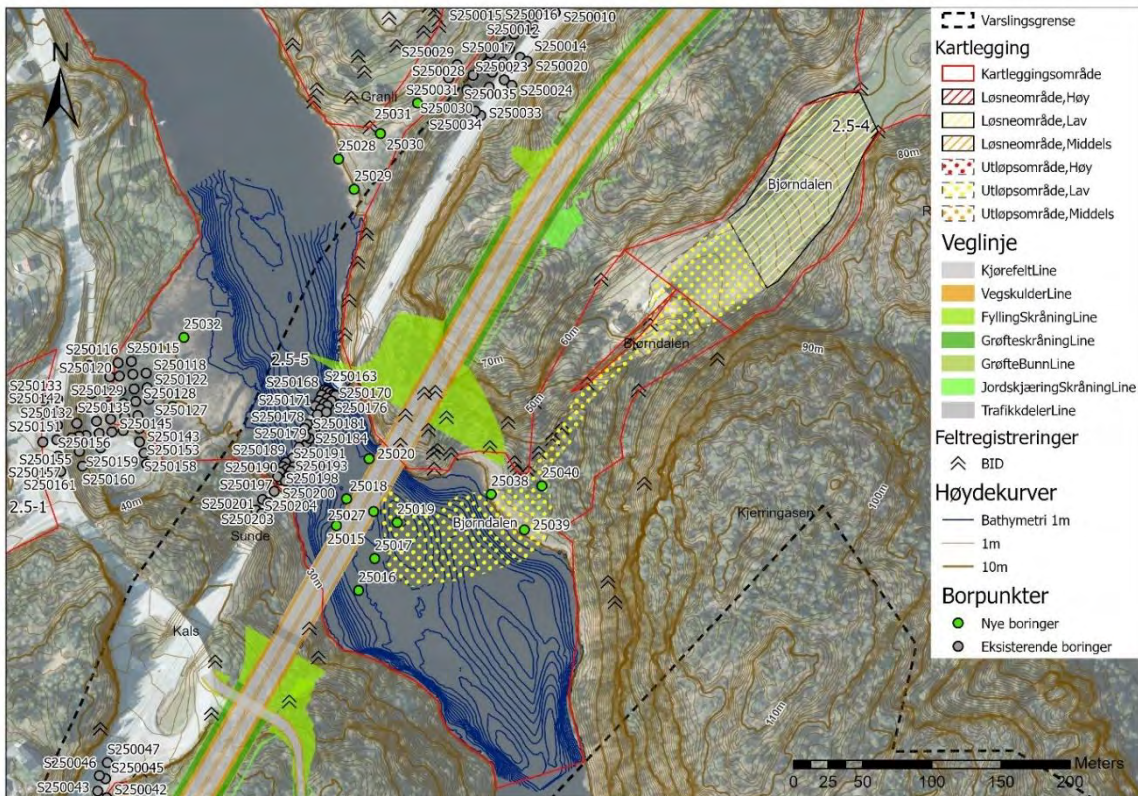
Figur 6-1: Opptegnet løsne- og utløpsområde for faresonen Sannidal 1.



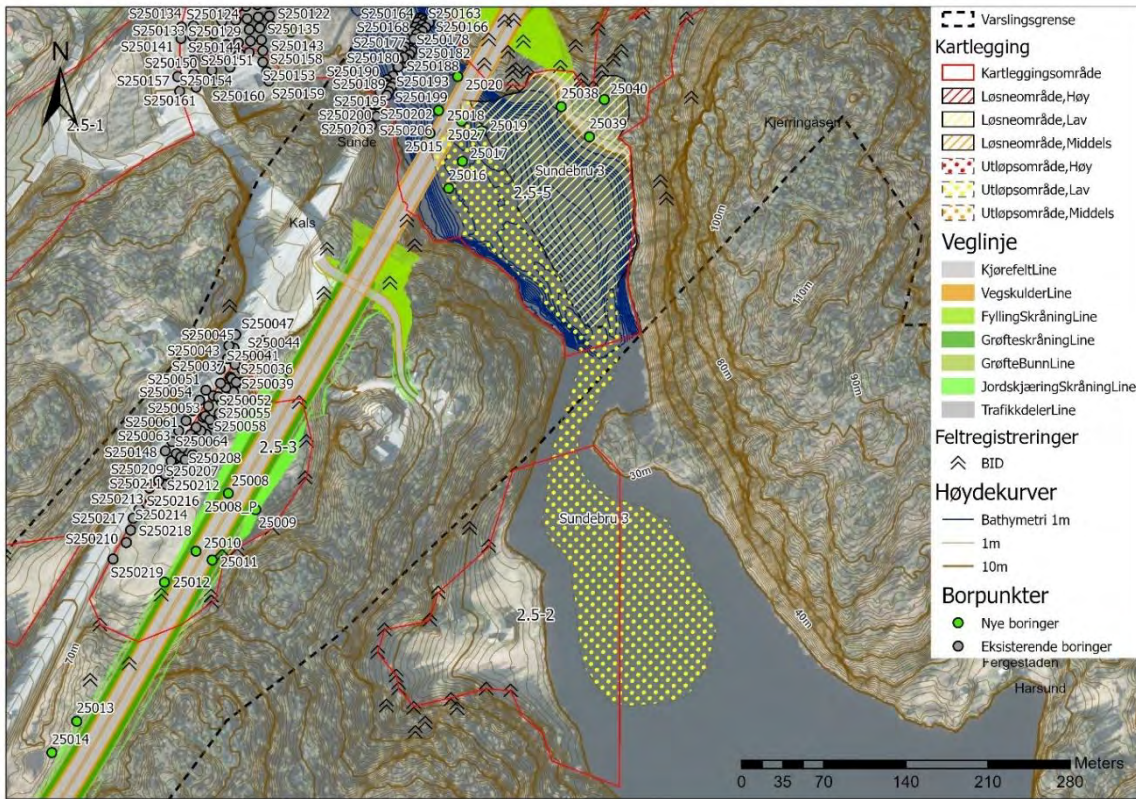
Figur 6-2: Opptegnet løsne- og utløpsområde for faresonen Sannidal 2.



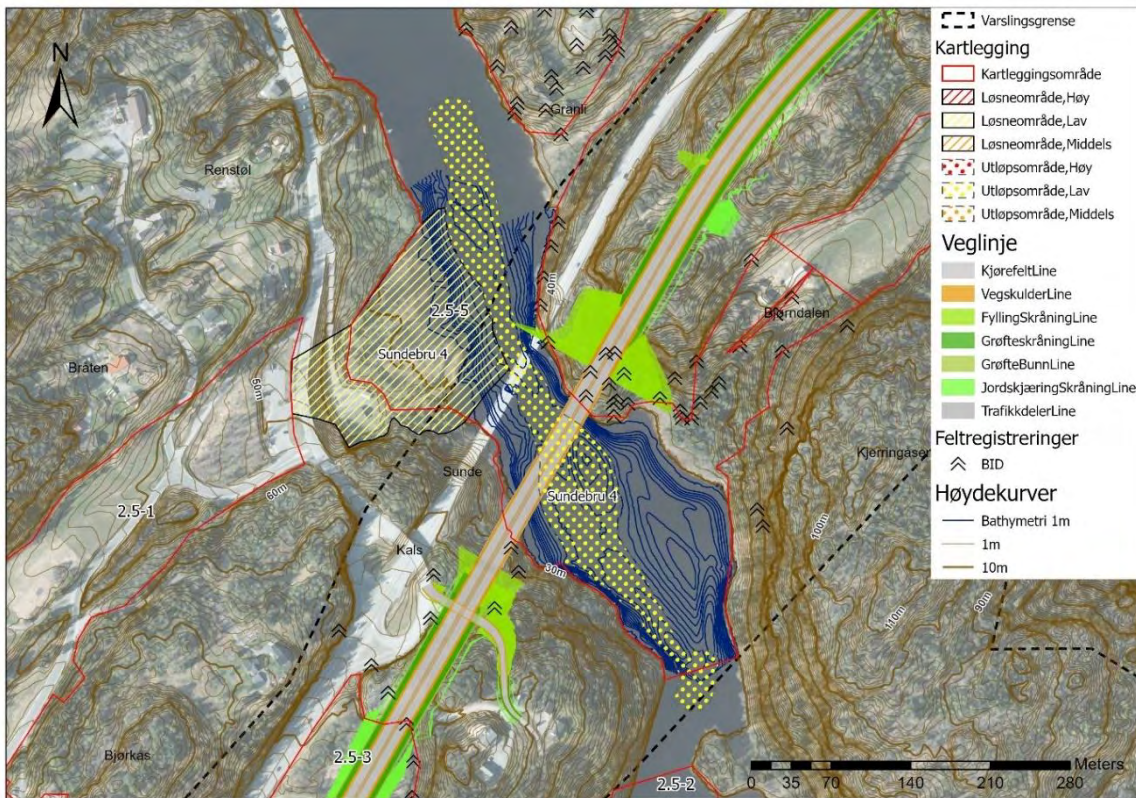
Figur 6-3: Opptegnet løsne- og utløpsområde for faresonen Østerholt 1.



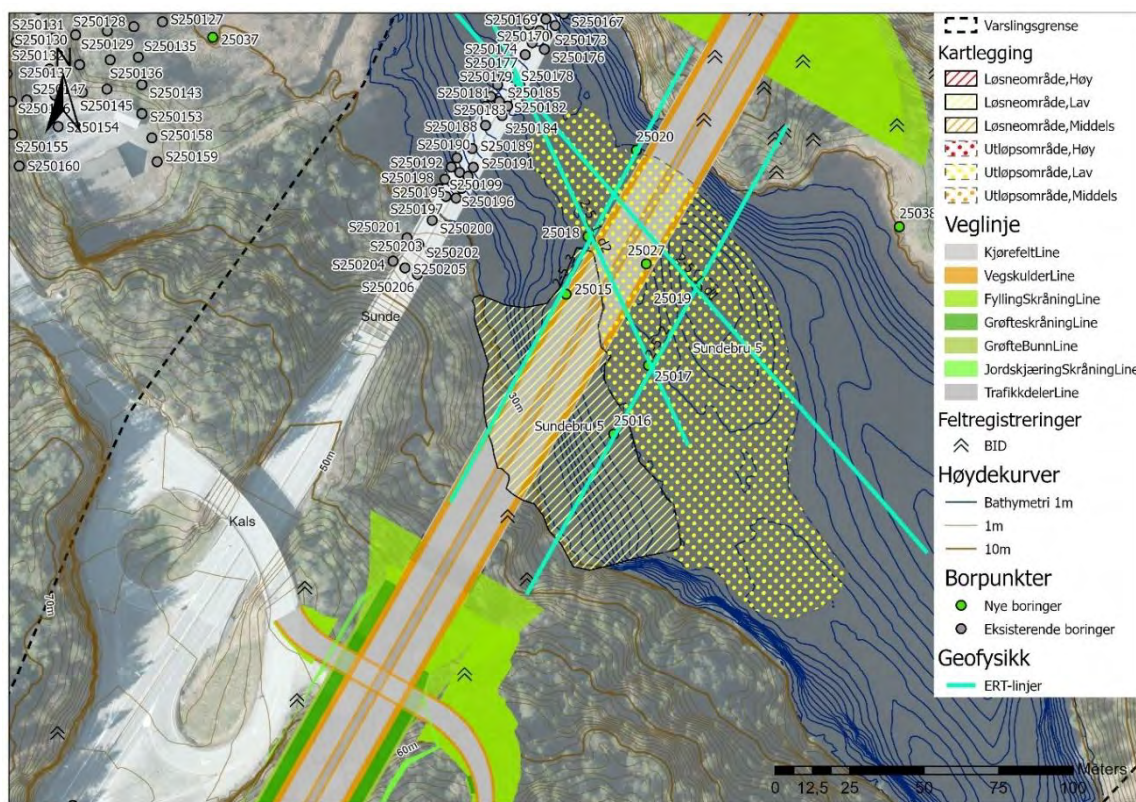
Figur 6-4: Opptegnet løsne- og utløpsområde for faresonen Bjørndalen.



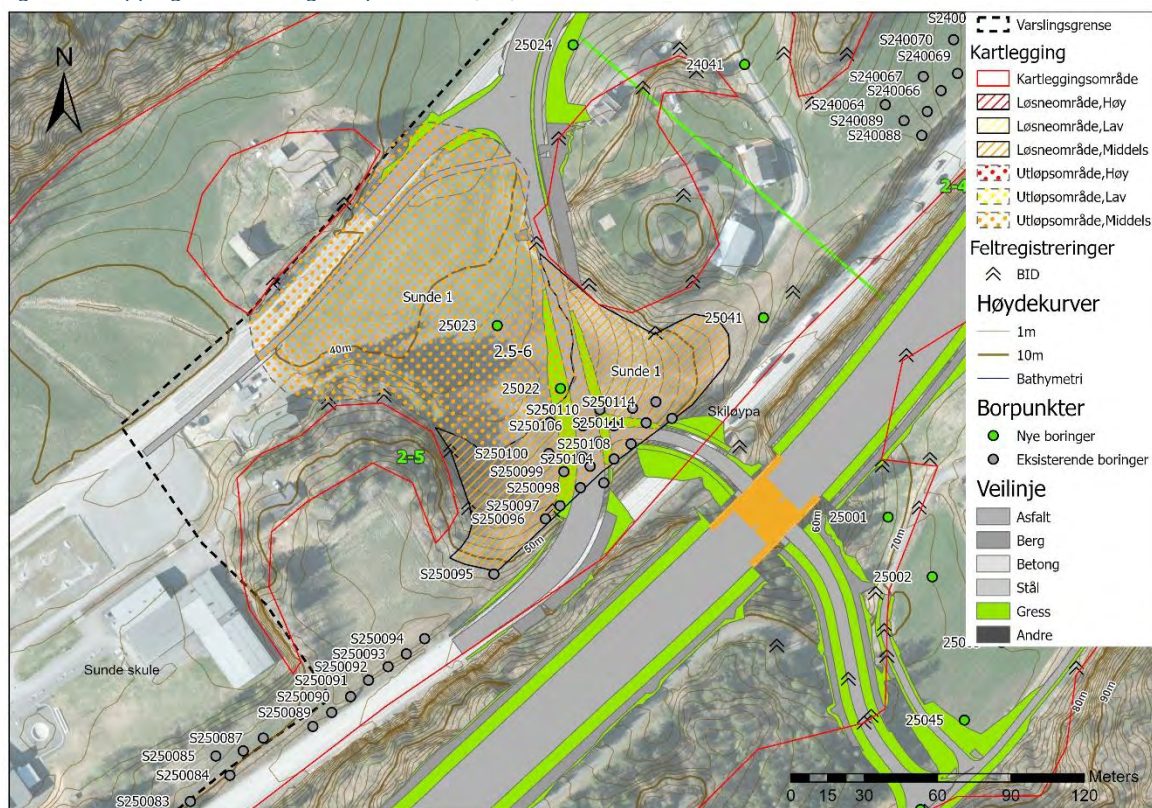
Figur 6-5: Opptegnet løsne- og utløpsområde for faresonen Sundebru 3.



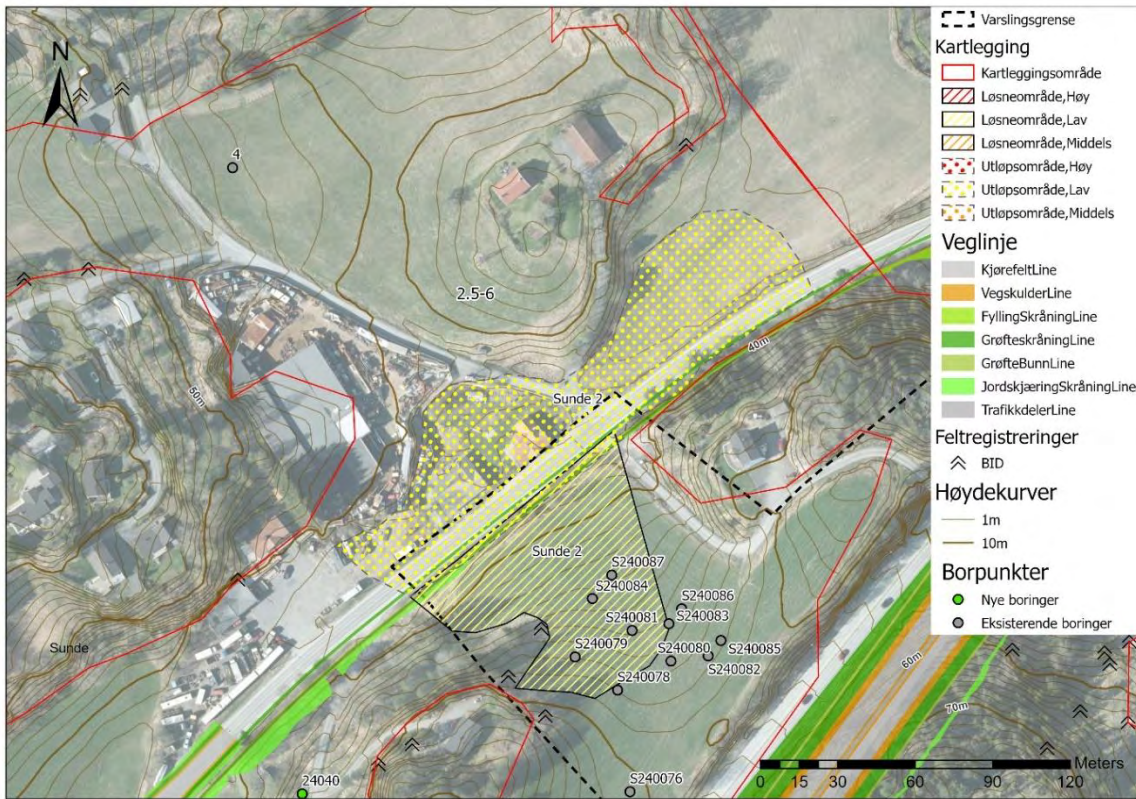
Figur 6-6: Opptegnet løsne- og utløpsområde for faresonen Sundebru 4.



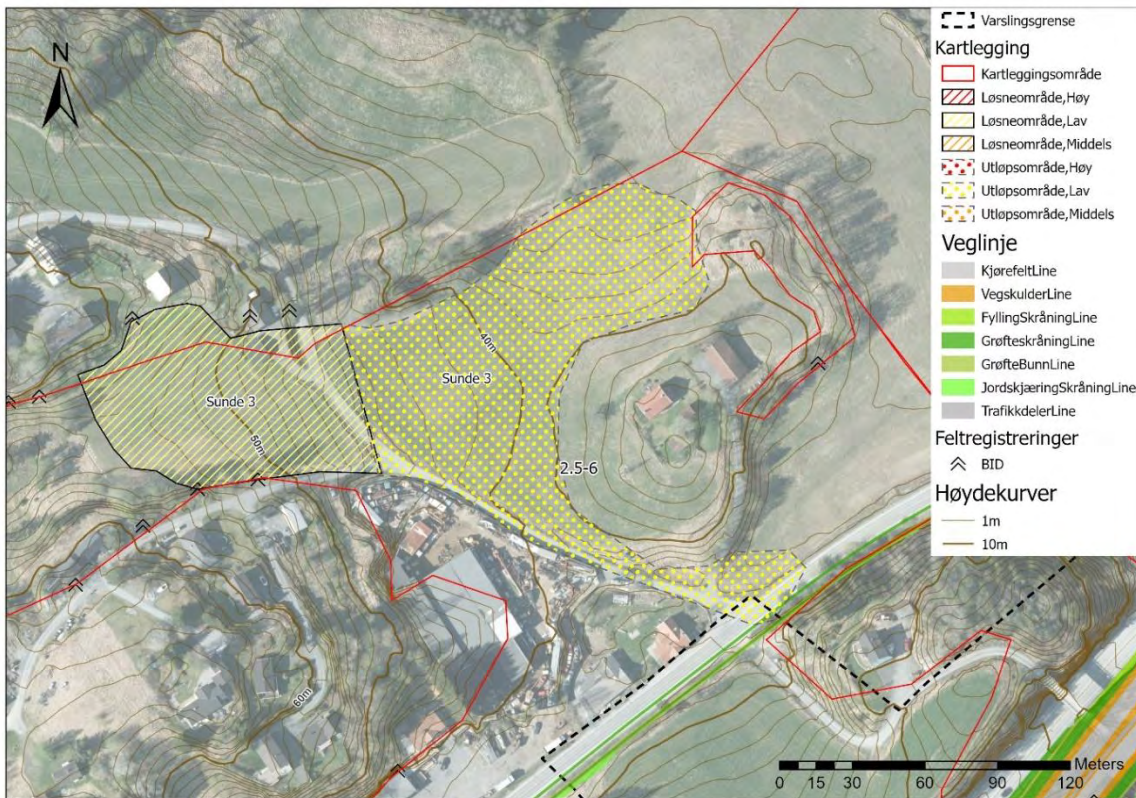
Figur 6-7: Opptegnet løsne- og utløpsområde for faresonen Sundebru 5.



Figur 6-8: Opptegnet løsne- og utløpsområde for faresonen Sunde 1.

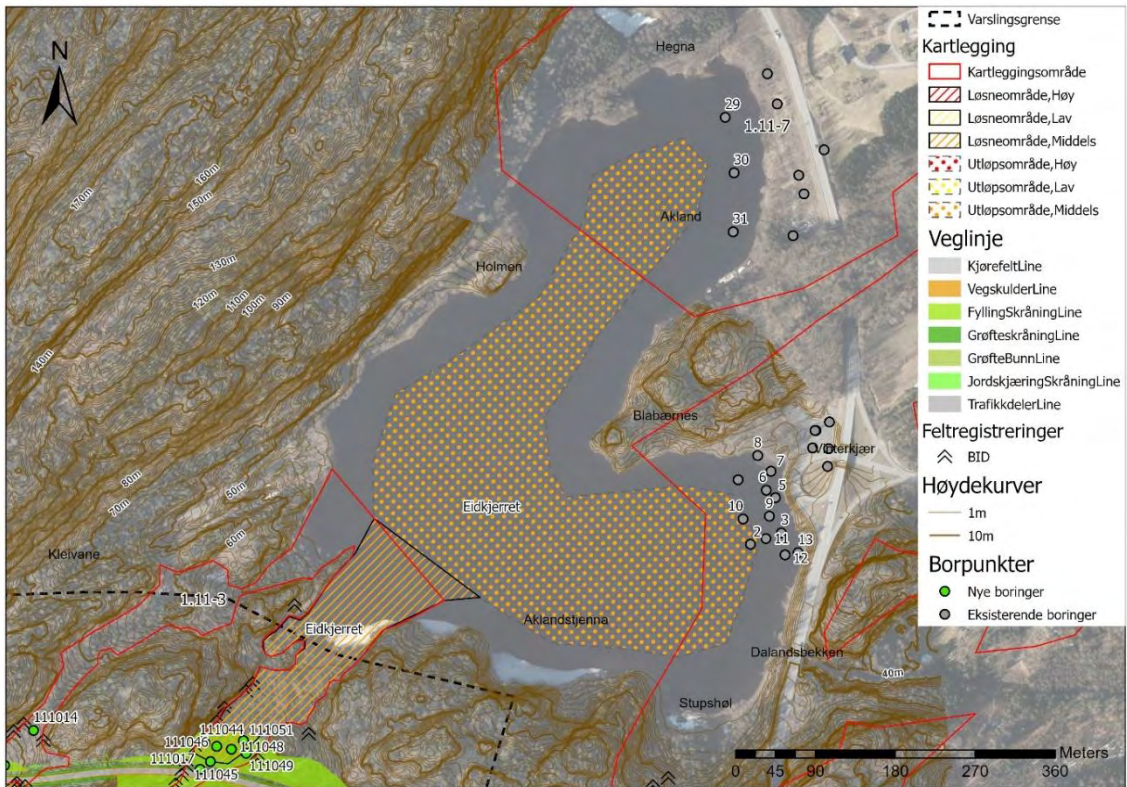


Figur 6-9: Opptegnet løsne- og utløpsområde for faresonen Sunde 2.

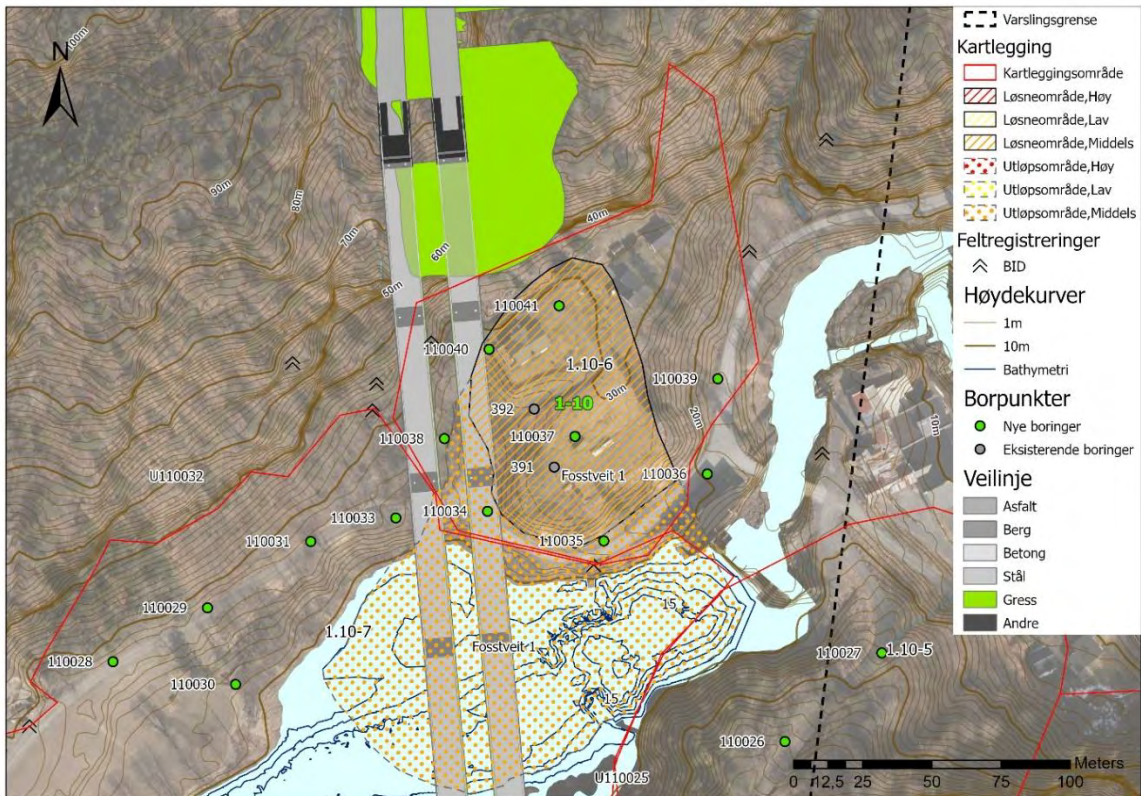


Figur 6-10: Opptegnet løsne- og utløpsområde for faresonen Sunde 3.

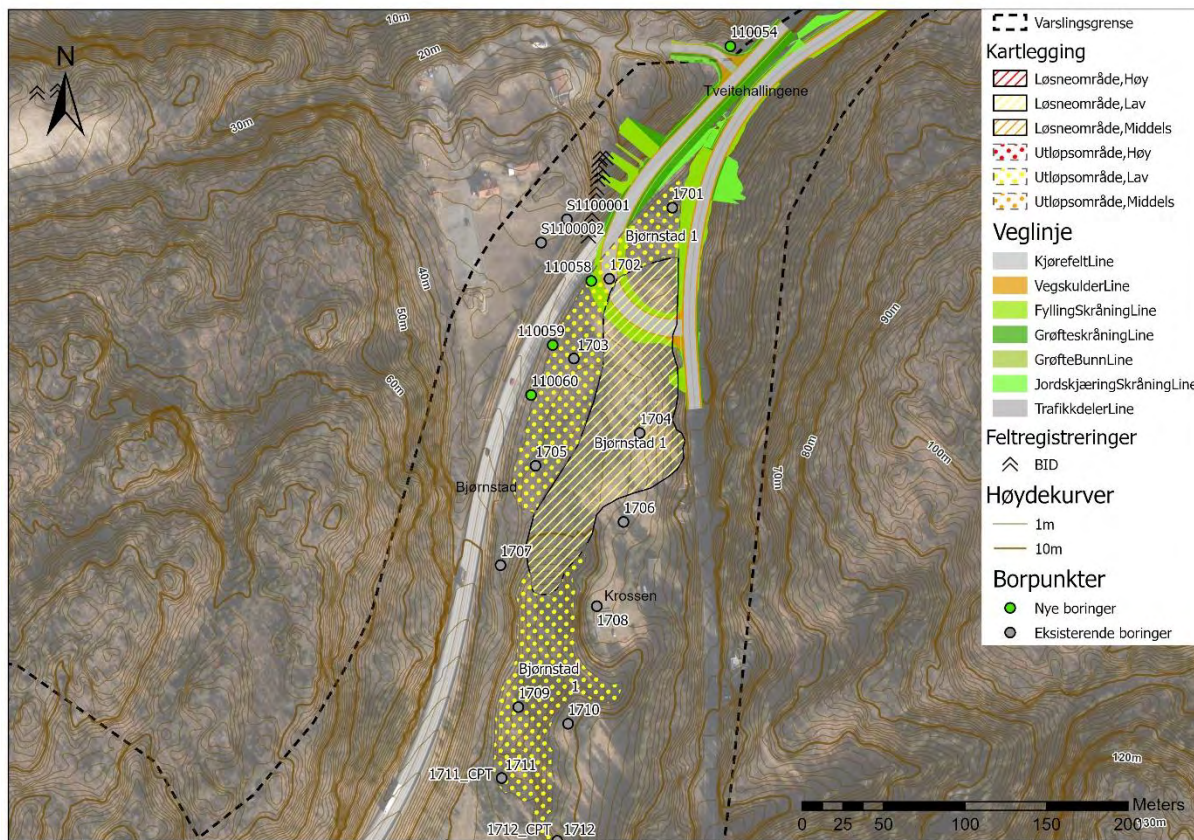




Figur 6-11: Opptegnet løsne- og utløpsområde for faresonen Eidskjerrøya.



Figur 6-12: Opptegnet løsne- og utløpsområde for faresonen Fosstveit 1.



Figur 6-13: Opptegnet løsne- og utløpsområde for faresonen Bjørnstad 1.

## 7 Konklusjon

Det er i forbindelse med utredning funnet 13 faresoner og 30 aktsomhetsområder innenfor varslingsområdet for ny E18 Tvedestrand-Bamble. Områdene er utredet i henhold til NVE-veileder 1/2019. Anbefalinger i denne rapporten må følges opp i detaljprosjektering og utførelse, og sikkerhet mot skred skal ivaretas i alle faser av utbyggingen.

Det er registrert faresoner hvor det er funnet nødvendig med sikringstiltak for sikring av permanent situasjon og anleggsarbeider mot kvikkleireskred. Sikringstiltak for å ivareta sikkerhet mot skred, jf. TEK17 med veiledning, må gjennomføres før igangsettelse av øvrige utbyggingsarbeider. Detaljprosjektering og bygging av alle konstruksjoner, veianlegg og sideområder må gjøres i henhold til gjeldende regelverk. Detaljprosjekteringen skal inkludere plan for gjennomføring og krav til utførelseskontroll. Ansvarlig geotekniker for detaljprosjekteringen pålegges ansvar for at det ovenstående følges.

Noen faresoner er vurdert til tiltakskategori K3 og K4 og må gjennomgå uavhengig kvalitetssikring i henhold til NVE-veileder 1/2019. Øvrige lokaliserte faresoner er vurdert til tiltakskategori K1, hvor intern systematisk egen- og sidemannskontroll er utført.

Registrerte faresoner meldes inn til NVEs kartdatabase sammen med utførte grunnundersøkelser.

## 8 Vedleggsliste

Vedlegg 1	Vedlegg 1 til Fagrapport geoteknikk – Utredning av sikkerhet mot kvikkleireskred
Vedlegg 2	Vedlegg 2 til Fagrapport geoteknikk – Utredning av sikkerhet mot kvikkleireskred – område 4.2-1, Bakkevann
Vedlegg 3	Utgått
Vedlegg 4	Vedlegg 4 til Fagrapport geoteknikk – Utredning av sikkerhet mot kvikkleireskred - område 3.1-2, Sannidal
Vedlegg 5	Vedlegg 5 til Fagrapport geoteknikk - Utredning av sikkerhet mot kvikkleireskred - Område 2.4-1, 2.5-1, 2.5-4, 2.5-5 og 2.5-6, Østerholt og Sundebru
Vedlegg 6	Utgått
Vedlegg 7	Vedlegg 7 til Fagrapport geoteknikk -Utredning av sikkerhet mot kvikkleireskred Område 1.11-3, Eidkjerret
Vedlegg 8	Vedlegg 8 til Fagrapport geoteknikk - Utredning av sikkerhet mot kvikkleireskred - Område 1.10-4, 1.10-6 og 1.10-7, Fosstveit
Vedlegg 9	Vedlegg 9 til Fagrapport geoteknikk - Utredning av sikkerhet mot kvikkleireskred Område 1.10-2, Bjørnstad og Fosstveit
Vedlegg 10	Vedlegg 10 til Fagrapport geoteknikk -utredning av sikkerhet mot kvikkleireskred - Parameterrapport
Vedlegg 11	Vedlegg 11 til Fagrapport geoteknikk - Utredning av sikkerhet mot kvikkleireskred – Plan-, snitt- og beregningstegninger
Vedlegg 12	Vedlegg 12 til Fagrapport geoteknikk -Utredning av sikkerhet mot kvikkleireskred – Klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko

## 9 Referanser

- [1] NVE, «Sikkerhet mot kvikkleireskred, Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper,» NVE, Veileder nr. 1/2019, ISSN. 1501-0678, 2019.
- [2] COWI AS, «Fagrappport geoteknikk. E18 Tvedestrand - Bamble. Detaljreguleringsplan,» Nye Veier, 2021.
- [3] NVE, «Sikkerhet mot kvikkleireskred, Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper,» NVE, Veileder nr. 7/2014, ISSN. 1501-0678, 2014.
- [4] COWI AS, «Fagrappport Risiko- og sårbarhetsanalyse. E18 Tvedestrand - Bamble. Detaljreguleringsplan,» Nye Veier, 2021.
- [5] Statens Vegvesen, «Håndbok V220: Geoteknikk i vegbygging,» 2018.
- [6] Norsk Standard, «Vibrasjoner og støt, Veiledende grenseverdier for bygge- og anleggs virksomhet, bergverk og trafikk Del 3: Virkning av vibrasjoner fra sprengning på utløsning av skred i kvikkleire,» Norsk Standard, Std.nr. NS 8141-3:2014, 2014.
- [7] Norges Geologiske undersøkelse, NGU, «Databasen for løsmasser,» Norges Geologiske undersøkelse, NGU, 2020. [Internett]. Available: [http://geo.ngu.no/kart/losmasse\\_mobil/](http://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/). [Funnet 2020].