



# Geoteknikk – Innledende områdestabilitetsvurdering

18.10 | 22

---

E18 Arendal -Grimstad Forprosjekt

Nye Veier AS | Kjøita 6  
4630 Kristiansand  
nyeveier.no

Oppdragsnr:	A234538
Oppdragsnavn:	E18 Arendal-Grimstad. Forprosjekt
Dokument nr.:	NV42E18AG-GEO-RAP-0002
Filnavn	RAP_E18AG_Fagrappport-Geoteknikk_Innl.områdestabilitet

## Revisjonsoversikt

Revisjon	Dato	Revisjon gjelder	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av
01	30.06.2022		RUNN	MDMR	KDLA
02	04.10.2022	Kommentarer fra NV innarbeidet	RUNN	MDMR	KDLA
03	18.10.2022	Kommentarer fra NV innarbeidet	RUNN	MDMR	KDLA

## Forord

Denne fagrapporten er utarbeidet som en del av arbeidet med forprosjekt for E18 mellom Arendal og Grimstad. Veistrekningen går gjennom kommunene Arendal og Grimstad i Agder. Rapporten tar for seg temaet innledende områdestabilitetsvurdering.

Tiltakshaver og ansvarlig for utredningen er Nye Veier.

Hos Nye Veier leder Håkon Lohne arbeidet med forprosjekt. Kristian de Lange er prosjektleder hos COWI AS. Fagansvarlig for geoteknikk har vært Muhammad Adeel Mazhar. Rapporten er utarbeidet av Brian Bjerrum og Rasmus Underbjerg Nielsen.

Oktober 2022

## Innhold

Forord .....	3
1 Sammen drag .....	6
2 Innledning .....	7
2.1 Bakgrunn .....	7
2.2 Mål for prosjektet og planarbeidet .....	7
2.3 Kort beskrivelse av tiltaket .....	7
3 Grunnlagsdata .....	9
3.1 Laserscanning og verdioptimalisering .....	9
3.2 Grunnforhold .....	9
4 Regelverk og krav .....	10
4.1 Regelverk .....	10
4.2 Sikkerhetskrav .....	10
4.3 Nivå på kvalitetssikring .....	11
5 Grunnlag og metodikk for utredning .....	12
5.1 Topografi og kritisk helning .....	12
5.2 Grunnforhold .....	12
5.3 Avgrensning av eksisterende og nye løsne- og utløpsområder .....	16
5.4 Observasjoner av erosjon, tidligere skred og menneskelig aktivitet .....	16
6 Gjennomgang av vurderte områder .....	17
6.1 Aktsomhetsområde Rånakanalen .....	17
6.2 Aktsomhetsområde Solbergvann .....	18
6.3 Aktsomhetsområde 2.2 .....	19
6.4 Aktsomhetsområde 2.3 .....	20
6.5 Aktsomhetsområde 3.1 .....	21
6.6 Aktsomhetsområde 3.2 .....	22
6.7 Aktsomhetsområde 4.1 .....	23
6.8 Aktsomhetsområde 4.2 .....	24
6.9 Faresoner Rykeneveien og Sandstø .....	25
6.10 Faresoner Langevoll og Vesterveien .....	27
6.11 Aktsomhetsområde 7.1 .....	28
6.12 Faresone Bjønnum .....	29
6.13 Aktsomhetsområde 7.3 .....	30
6.14 Aktsomhetsområde Birketveit .....	31
6.15 Faresone Esketveitveien .....	32
6.16 Faresone Ribe nord .....	33
6.17 Faresoner Ribe og Ribe sør .....	34

6.18	Faresone Nerjordene .....	36
6.19	Faresoner Rønningen.....	37
6.20	Faresoner Kleppekjerr øst og Kleppekjerr vest .....	38
6.21	Faresone Temsekrysset.....	40
6.22	Faresone Bringsværmoen .....	42
6.23	Faresone Bringsværmyra .....	43
6.24	Faresone Spedalen.....	44
6.25	Faresone Holletjenn .....	45
6.26	Faresone Flådda øst, Flådda vest og Ugland .....	46
6.27	Faresoner Gjømle og Gjømle sør.....	49
6.28	Faresoner Dybedal øst og Dybedal vest.....	50
7	Videre arbeide.....	52
8	Konklusjon.....	53
9	Referanser .....	54
10	Vedlegg .....	56

## 1 Sammendrag

Denne rapporten inneholder en innledende gjennomgang av faresoner i de områdene der områdestabilitet må ivaretas i forbindelse med prosjektering av ny E18 firefelts motorvei mellom Arendal og Grimstad.

Utredningen er utført i henhold til prosedyre i NVE veileder 1/2019, [1]. I denne innledende vurdering er det fulgt stegene 1-5. På nåværende tidspunkt vurderes tiltaket å være i tiltakskategori K4 da størstedelen av prosjektet er firefelts motorvei med tilhørende sideveier.

Det er identifisert 34 aktsomhetsområder. Av disse er 26 faresoner registrert og avgrenset. I den enkelte faresone er det gjort vurdering av forventede stabiliserende tiltak for å sikre mot områdeskred.

Vurderingene gjort i denne rapporten er foreløpige avgrensninger. Faresonene kan ikke meldes inn til NVE uten at det gjøres en full utredning av sonene. Full utredning av faresonene må gjøres i forbindelse med detaljreguleringsplanen. Det kan være sidearealer for ny E18 som ikke er vurdert i denne fasen. Derfor må det, når mere detaljerte planer foreligger, gjøres en screening av alle sidearealer for å vurdere om det er faresoner innen planområdet som enda ikke er registrert.

## 2 Innledning

### 2.1 Bakgrunn

E18 Arendal – Grimstad inngår i kommunedelplanen for E18 Dørdal – Grimstad som ble vedtatt i de åtte berørte kommunene høsten 2019. Styret i Nye Veier har igangsatt forprosjekt for strekningen E18 Arendal – Grimstad. Veistrekningen som det skal utarbeides forprosjekt for går gjennom kommunene Arendal og Grimstad i Agder.

COWI har i 2020-21 gjennomført verdioptimalisering med bla. linjen som nå er gått videre til et forprosjekt. Resultatene av verdioptimaliseringen legges til grunn for dette forprosjektet som omfatter ca. 22 km med ny 4-felt motorveg fra Harebakken (Arendal) i øst til Morholt (Grimstad) i vest.



Figur 2-1: Utsnitt av utbyggingsområde E18 Sørøst.

### 2.2 Mål for prosjektet og planarbeidet

Målet med forprosjektet er det samme som i verdioptimaliseringen: Å finne løsninger som kan øke den samfunnsøkonomiske lønnsomheten i prosjektet, slik at veistrekningen kan prioriteres for utbygging. Ved beregning av samfunnsøkonomisk lønnsomhet i Nye Veiers prosjekter, vurderes blant annet

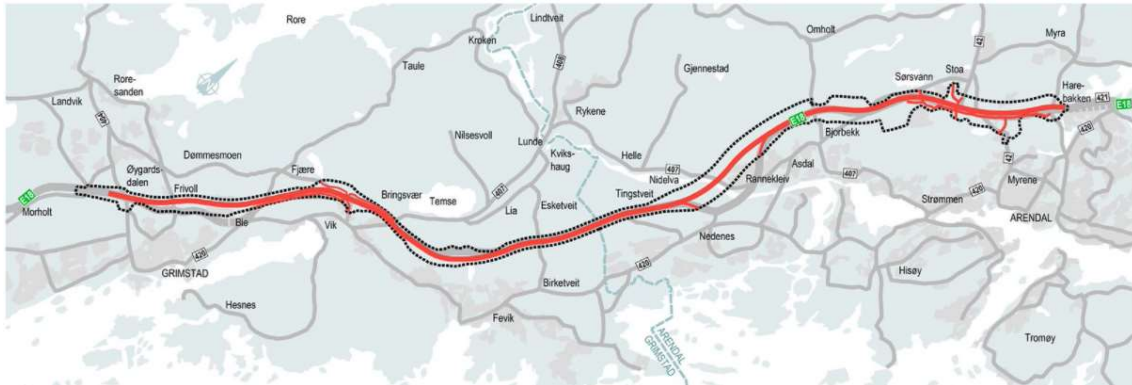
- › Trafikkmengde
- › Trafikksikkerhet
- › Reisetid
- › Rasfare
- › Klimagassutslipp

I tillegg vil selvsagt investeringskostnad være sentralt i vurderingen.

### 2.3 Kort beskrivelse av tiltaket

Forprosjekt for E18 Arendal – Grimstad gjelder ny firefelts motorvei fra Harebakken i Arendal kommune til Morholt i Grimstad kommune. Men prosjekteringen avsluttes ved Øygardsdalen i vest, og her skal den nye veien kobles til E18 Grimstad – Kristiansand som ble åpnet i august 2009. I Arendal skal den planlagte veien kobles til ny E18 Tvedestrand – Arendal som ble åpnet i desember 2019. Strekningen er på ca. 22 km, og planlegges for fartsgrense på 110/100 km/t.





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

I tiltaket inngår seks kryss på E18; Harebakken, Stoa, Rannekleiv og Nedenes i Arendal kommune og Gjømle og Spedalen i Grimstad kommune. I tillegg til veikryssene omfatter tiltaket tunneler og konstruksjoner for blant annet vann, myke trafikanter, friluftsliv og veier. Som en sentral del av, og forutsetning for arbeidet, inngår vurderinger knyttet til anleggsgjennomføring og prosjektutvikling.



## 3 Grunnlagsdata

### 3.1 Laserscanning og verdioptimalisering

Utgangspunktet for forprosjektet er arbeidet fra verdioptimaliseringen. I tillegg er det utført laserscanning av eksisterende veger for å treffe mer presist med linjeføring. Dette er viktig med tanke på gjenbruk av dagens E18.

### 3.2 Grunnforhold

I forbindelse med forprosjektfasen er det gjort grunnundersøkelser langs ny veitrase. Det er utarbeidet fagrapporter for geoteknikk og ingeniørgeologi. Ytterlige detaljer rundt problemstillinger knyttet til fundamentering og stedlige forhold sees i geoteknisk og ingeniørgeologisk fagrapport.

## 4 Regelverk og krav

### 4.1 Regelverk

Dokumenter listet nedenfor utgjør regelverket som ligger til grunn for prosjekteringen:

- PBL: Plan og bygningsloven av 27. juni 2008 nr. 71, ref. [2].
- TEK 17 §7-3: Sikkerhet mot naturpåkjenning, ref. [3].
- Statens Vegvesen (SVV), N200 Vegbygging, ref. [4].
- Standard Norge, NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner (Eurokode 0), ref. [5].
- Standard Norge, NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020: Geoteknisk prosjektering Del 1: Allmenne regler (Eurokode 7), ref. [6].
- NVE retningslinjer nr. 2/2011, Flaum- og skredfare i arealplaner, ref. [7]

Utredningen vil følge prosedyre angitt i:

- NVE veileder nr. 1/2019, Sikkerhet mot kvikkleireskred, ref. [1].
- NVE ekstern rapport nr. 9/2020, Oversiktskartlegging og klassifisering a faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred, ref. [8].

### 4.2 Sikkerhetskrav

Faresonen/faresonene som berører tiltak, må avgrenses og utredes. Krav til utredning gjelder også hvis tiltaket ligger i utløpsområde. Sikkerhetskrav for planlagte tiltak avhenger av tiltakskategorier og sonens faregrad.

For tiltak som forverrer dagens stabilitet kreves det absolutt sikkerhetsfaktor  $F_{cu} = 1,40 \cdot f_s$  og  $F_{c'\varphi} = 1,25$ , hvor  $f_s$  er sprøhetsforholdet som korrigerer for sprøbruddeffekt i de udrenerte beregningene. Faktor  $f_s$  er alltid lik 1,15.

For tiltak som ikke forverrer dagens stabilitet, kreves det absolutt sikkerhetsfaktor henholdsvis lik 1,4 og 1,25. Ved lavere sikkerhet må  $F_{cu}$  og  $F_{c'\varphi}$  økes prosentvis iht. Tabell 3.3 og Figur 3.3 i NVE veileder 1/2019.

Prosentvis forbedring kan kun oppnås ved topografiske endringer og/eller bruk av lette masser. Hvis områdestabiliteten sikres ved grunnforsterkning, kreves det sikkerhetsfaktor på  $F_{cu} = 1,40$  og  $F_{c'\varphi} = 1,25$  etter sikringstiltaket er utført.

Hvis kritisk skråning i faresonen ligger utenfor influensområdet til tiltaket, oppfylles krav til sikkerhet ved  $F_{c'\varphi} = 1,25$ , samt krav til robusthet ved  $F_{cu} = 1,20$ . Ved lavere sikkerhet må  $F_{cu}$  og  $F_{c'\varphi}$  økes prosentvis iht. Tabell 3.3 og Figur 3.3 i NVE veileder 1/2019.

Erosjon som kan utløse skred som kan ramme tiltaket, må forebygges med erosjonssikring.

Statens Vegvesens regelverk stiller imidlertid strengere krav enn NVE til stabilitet ved vurdering av fyllinger lokalt nær vei. F.eks. der hvor NVE kun stiller krav til drenert sikkerhet på minst  $F_{c'\varphi}=1,25$ , stiller Statens Vegvesen krav til sikkerhet på  $F_{c'\varphi}=1,6$  (for tiltak i konsekvensklasse CC3 og sprøtt brudd). Likeså er det ikke mulig å sikre stabiliteten av fyllinger lokalt nær vei med prosentvis forbedring. Statens Vegvesens strengere krav til sikkerhet må hensyntas ved vurdering av stabilitet.

#### 4.3 Nivå på kvalitetssikring

Denne utgaven av rapporten har gjennomgått intern kvalitetssikring. Tiltakskategori til planlagt tiltak og stedlige grunnforhold medfører at vurderingen må til uavhengig kvalitetssikring ved uavhengig foretak.

Krav om ansvarsrett ved byggesøknader for prosjektering, utførelse og kontroll er gitt i plan- og bygningsloven (pbl) og saksbehandlingsforskriften (SAK10). Krav til kvalitetssikring i NVE veileder 1/2019 erstatter ikke kravene i pbl og SAK10, men er gitt for å sikre tilstrekkelig faglig kvalitet på vurdering av områdestabilitet i forbindelse med arealplanlegging og byggesøknader. Kvalitetssikringen skal også sikre at alle relevante problemstillinger er håndtert og dokumentere at utredninger er i samsvar med denne veilederen. Gjennomført kvalitetssikring skal beskrives og dokumenteres.

## 5 Grunnlag og metodikk for utredning

### 5.1 Topografi og kritisk helning

#### 5.1.1 Grunnlag

Bratthetskart fra NVE er sammen med skyggerelieff og berg i dagen observasjoner anvendt til å vurdere kritiske løsmasseskrånninger. Skråningshøyder og helninger er analysert via høydedata.no. Alle snitt som er sjekket er markert i Vedlegg B med angivelse av skråningshøyde og helning.

Skyggerelieff er produsert i ArcGIS Pro med funksjonen *Hillshade* der det er anvendt digital terrengmodell (DTM) data som er lastet ned fra høydedata.no.

#### 5.1.2 Vurdering av aktsomhetsområder

Innledende er det gjort en vurdering av aktsomhetsområder. Avgrensningen av aktsomhetsområder er gjort i henhold til steg 1-3 i NVE veileder 1/2019.

Aktsomhetsområde er registrert dersom

- området ligger under den marine grense,
- det er ikke registrert berg i dagen,
- løsmassekart indikerer mulighet for marin leire,
- terrenghelninger brattere enn 1:20 registreres og skråningshøyde er høyere enn 5 m.

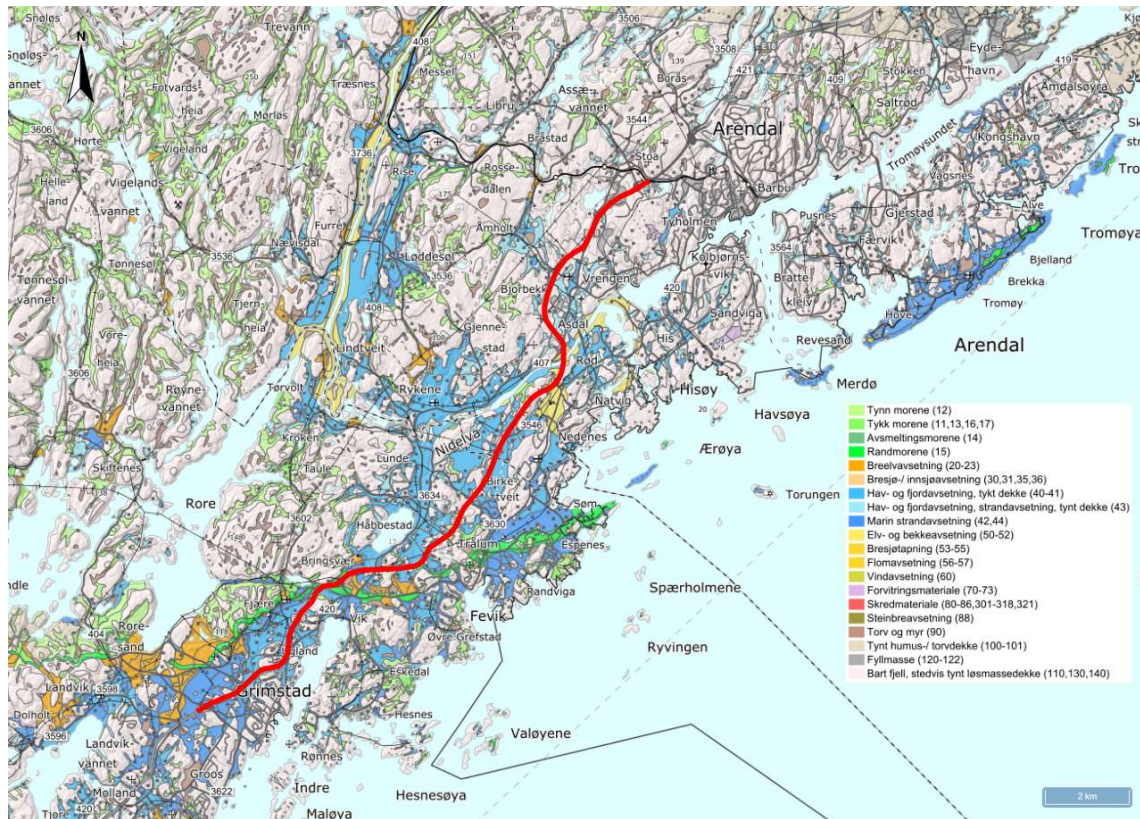
Dersom influensområdet til planlagte tiltak ligger innenfor et aktsomhetsområde vurderes aktsomhetsområdet videre i de etterfølgende steg 5.

### 5.2 Grunnforhold

#### 5.2.1 Marine grense, kvartærgeologisk kart

Hele E18 traseen ligger under marin grense bortsett fra der veien gå gjennom Grimstadporten. Her ligger berget på toppen av tunnelen over marin grense. Flere steder ligger veien rett ved kanten av den marine grensen.

Kvartærgeologisk løsmassekart viser at det på strekningen nord for Nidelva primært kan forventes å finne bart fjell/tynt dekke, viser til Figur 3. Sør for Nidelva finnes større områder med sammenhengende masser av hav- og fjordavsetning, samt marin strandavsetning. Rundt Bringsvær og området sør for Grimstadporten forventes breelvavsetning.



Figur 3 Løsmassekart fra NGU. Rød strek angir E18 traseen mellom Arendal og Grimstad.

### 5.2.2 Grunnundersøkelser

Det er utført omfattende grunnundersøkelser på et stort område og en generell beskrivelse er vanskelig. De samlede grunnundersøkelser består av gamle dreietrykksonderinger samt både tidligere og nye totalsonderinger, vingeboringer og prøveserier. Tabell 5-1 gir en oversikt over de eksisterende og utførte grunnundersøkelser, som legger til grunn for vurderingene gjort i kapittel 6.

Tolkning av totalsonderinger er gjort iht. NGF melding nr. 9 [9]. Tolkning av dreietrykksonderinger er gjort iht. NGF melding nr. 7 [10]. Tolkningen av hver borpunkt er angitt i Vedlegg A som én av følgende beskrivelser:

- Påvist sprøbruddmateriale
- Indikasjon sprøbruddmateriale
- Primært friksjonsmasser
- Primært leire
- Primært torv/myr

Dersom det vurderes at det innenfor kartlagte aktsomhetsområder ikke er risiko for sprøbruddmateriale er disse områdene ikke vurdert videre. Områder der det er

registrert risiko for/påvist sprøbruddmateriale er det gjort en videre vurdering av faresone i henhold til steg 5 i NVE veileder 1/2019.

Enkelte sonderinger har ikke angitt noen tolkning. Dette kan være fordi berg er påtruffet grunt, og det derfor er vanskelig å tolke de øverste få meter. Det er sannsynlig at det i disse tilfeller er tørrskorpeleire.

For at en sondering kan tolkes som *Påvist sprøbruddmateriale* må det baseres på prøveserier der den omrørte udrenerte skjærstyrke  $c_{ur} < 2 \text{ kPa}$ . Samme grense er anvendt for vingeboringer.

Det bemerkes at noen av totalsonderingene ikke er utført iht. NGF melding nr. 9. Eksempelvis er alle totalsonderinger med prefix *R-* utført med slagboring før spyling. Det må gjøres i omvendt rekkefølge med økt rotasjon som første steg. Et annet eksempel på fravikelse fra NGF meldingen er, at flere av totalsonderingene med prefix *2-U-* er utført med konstant spyling uten økt rotasjon. Dessuten er det feil i bergpåvisning. Det er med korrekt signatur angitt dybde til berg, men det er ikke boret 3 m inn berg med økt rotasjon, spyling og slag slått på samtidig.

Det er i denne fasen gjort grunnundersøkelser til forprosjekt for innledende vurderinger av faresoner. Det må i detaljreguleringsplanen vurderes og utføres supplerende grunnundersøkelser til full utredning av faresoner.

Tabell 5-1: Oversikt over eksisterende grunnundersøkelser i prosjektområdet.

Områder benyttet eller borpunkt nummer	Oppdragsnavn	Oppdragsgiver	Utførende bedrift	Rapport
1 til 158	Kommunedelplan for E18 Dørdal – Grimstad	Nye Veier	Rambøll Norge AS	Grunnundersøkelser – KU E18 Dørdal - Grimstad Datarapport for planområder E18 Arendal – Grimstad (Dok-D-017) [11]
1-xx 2-xxx 3-xx	Norges vassdrags- og energidirektorat, Kvikkleirekartlegging Arendal og Grimstad, Utlysingsområde 1	NVE	Rambøll Norge AS	Oppdrag nr.: 1350024435 Rapport nr. 1 [12]



Områder benyttet eller borpunkt nummer	Oppdragsnavn	Oppdragsgiver	Utførende bedrift	Rapport
Aktsomhetsområde 4.1	FV 372 Bjorbekk – Løddesøl. Geoteknikk undersøkelse	Statens Vegvesen	Statens Vegvesen, Veglaboratoriet	Oppdrag I-189 A [13]
Spedalen	E18 Vik-Bie (Sævelid), Orienterende grunnundersøkelser	Statens Vegvesen	Statens Vegvesen, Veglaboratoriet	Oppdrag I-153 [14]
Aktsomhetsområde 4.1 og 4.2 Nidelva nord	E18 Utenom Arendal, Parsell Sørsvann-Rannekleiv	Statens Vegvesen	Statens Vegvesen, Veglaboratoriet	Oppdrag I-159B [15]
Rykeneveien, Langevoll, Vesterveien	E18 Utenom Arendal, Nidelva-Nedenes	Statens Vegvesen	Statens Vegvesen, Veglaboratoriet	Oppdrag I-159 D [16]
Aktsomhetsområder 1.1, 2.1, 2.2, 3.1, 3.2	E18 Utenom Arendal, Arendal Kirkegård-Sørsvann	Statens Vegvesen	Statens Vegvesen, Veglaboratoriet	Oppdrag I-159A [17]
Langevoll Vesterveien	E18 Utenom Arendal, Alternative linjer ved Skeiegårdene	Vegdirektoratet	Vegdirektoratet, Veglaboratoriet	Oppdrag I-159E [18]
Flådda øst og vest Gjømle og Gjømle sør	E18 Temse-Bie, Sævelidåsen bru-Bie	Vegdirektoratet	Vegdirektoratet, Veglaboratoriet	Oppdrag I-235C [19]
Temsekrysset Bringsværmoen Bringsværmyra Spedalen	E18 Temse – Bie, Temse – Sævelidåsen bru	Vegdirektoratet	Vegdirektoratet, Veglaboratoriet	Oppdrag I-235A [20]
Sandstø	E18 Rannekleiv – Temse, grunnforhold ved Sandstø nedstrøms ny Nidelva bru	Statens Vegvesen	Statens Vegvesen, Veglaboratoriet	Oppdrag 58 [21]
Ribe Nerjordene	E18 Rannekleiv – Temse, delstrekninger mellom profil 3150 og profil 6610	Statens Vegvesen	Statens Vegvesen, Veglaboratoriet	Oppdrag 65 [22]
Dybedal	E18 Omlegging forbi Grimstad, Undergang ved profil 80610	Aust-Agder fylke	Statens Vegvesen, Veglaboratoriet	Oppdrag I97c [23]



### 5.2.3 Berg

Områder med berg er tegnet opp ved å ta utgangspunkt i bergobservasjoner og sammenstille disse med relieffkart. Der relieffkart indikerer berg i dagen er det ved hjelp av ortofoto, skråfoto, historiske fotos og/eller street view sjekket om dette er tilfellet. Dersom dette ikke kan verifiseres er området antatt å være løsmasser. I denne fasen er det for geoteknikk sin del ikke utført befarings med kartlegging av berg i dagen med tanke på utredning av faresoner. I detaljfasen må berg verifiseres i de markerte områder, samt der det ikke har vært mulig å identifisere berg i dagen.

### 5.2.4 Poretrykk

Vurdering av poretrykk er ikke inkludert i denne innledende utredning. I detaljreguleringsplanen må vurdering av poretrykksmålinger inkluderes i klassifisering av faresoner samt for vurdering av stabilitet i kritiske snitt.

## 5.3 Avgrensning av eksisterende og nye løsne- og utløpsområder

For kartlagte aktsomhetsområder der gjennomgang av grunnundersøkelser ikke kan utelukke risiko for områdeskred er det gjort en videre avgrensning av faresonen i henhold til steg 5 i NVE veileder 1/2019.

Kritiske skråninger er identifisert iht. metoden beskrevet i kapittel 5.1. Løsneområder er tegnet opp dersom skråningshøyden  $H > 5$  m og helningen på terreng er brattere end 1:15. Grensen av løsneområdet bakover fra skråningsfoten er konservativt bestemt av  $15 \times H$  eller sammentreff med registrert berg i dagen i henhold til steg 5 i NVE veileder 1/2019.

Lengden av utløpsområdet,  $L_u$ , er vurdert utfra om utløpet skjer i kanalisert eller åpent terreng:

- I kanalisert terreng:  $L_u = 3 \times$  lengden av løsneområdet.
- I åpent terreng:  $L_u = 1,5 \times$  lengden av løsneområdet.

Det henvises til Vedlegg C for oversikt over avgrensede faresoner i prosjektområdet.

## 5.4 Observasjoner av erosjon, tidligere skred og menneskelig aktivitet

Det er tidligere utført befarings av to omganger i april/mai 2017 og mai 2018 som beskrevet i [24] og [25].

Det er ikke utført befarings i denne fasen av prosjektet. Det må i neste fase gjøres befarings med tanke på å avdekke områder med berg i dagen, erosjonsforhold i vannløp, terrenginngrep og skred. Relevante områder nevnt i ovenstående to rapporter bør befares igjen for å sikre at det ikke har skjedd endringer siden siste befarings.

## 6 Gjennomgang av vurderte områder

De ulike aktsomhetsområdene og faresonene er beskrevet under i sitt eget avsnitt. Hvert avsnitt beskriver følgende punkter, men dersom et punkt ikke er relevant, er det utelatt:

- Eksisterende grunnundersøkelser
- Eksisterende faresone
- Topografi
- Løsne- og utløpsområde iht. beskrivelse i NVE veileder 1/2019
- Planlagt tiltak og eventuelle geotekniske utfordringer
- Stabiliserende tiltak

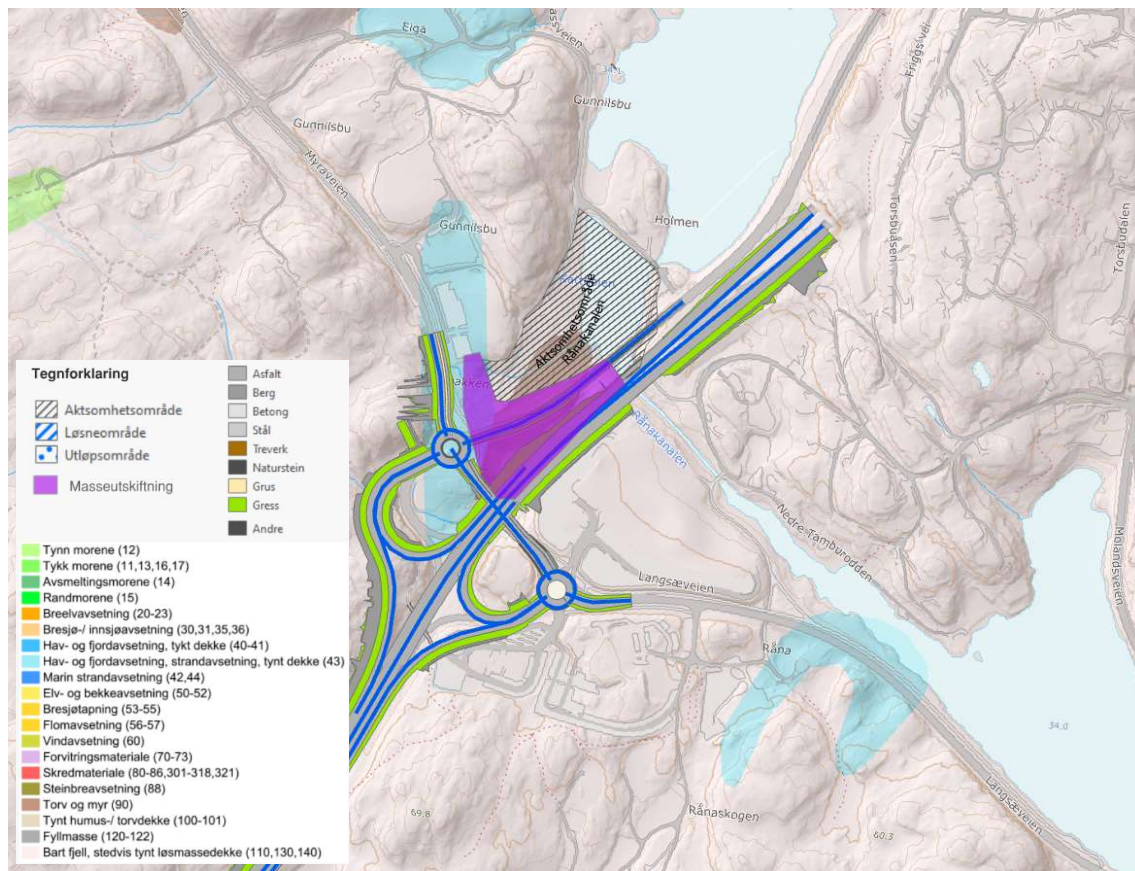
Foreløpig vurdering av/innspill til behov for supplerende GU og befarings

### 6.1 Aktsomhetsområde Rånakanalen

Nye tiltak i dette området er begrenset innen området der det enten er masseutskiftet for anlegg av eksisterende vei eller finnes berg i dagen. Informasjon om masseutskifting er beskrevet i [26].

Det er utført 2 nye boringer i dette området. I borhull 11001 plassert ved sjøbreen er det indikasjon på sprøbruddmateriale til ca. 1 m dybde og berg treffes i ca. 1,8 m dybde. I borhull 11002 ved bekken er det indikasjon på sprøbruddmateriale 2-6 m.u.t. men området er flatt. Alle eksisterende sonderinger på sørlig side av Rånakanalen gir indikasjon på sprøbruddmateriale.

Det planlagte tiltaket gir ikke risiko for å utløse områdeskred.



Figur 4 Aktsomhetsområde Rånakanalen.

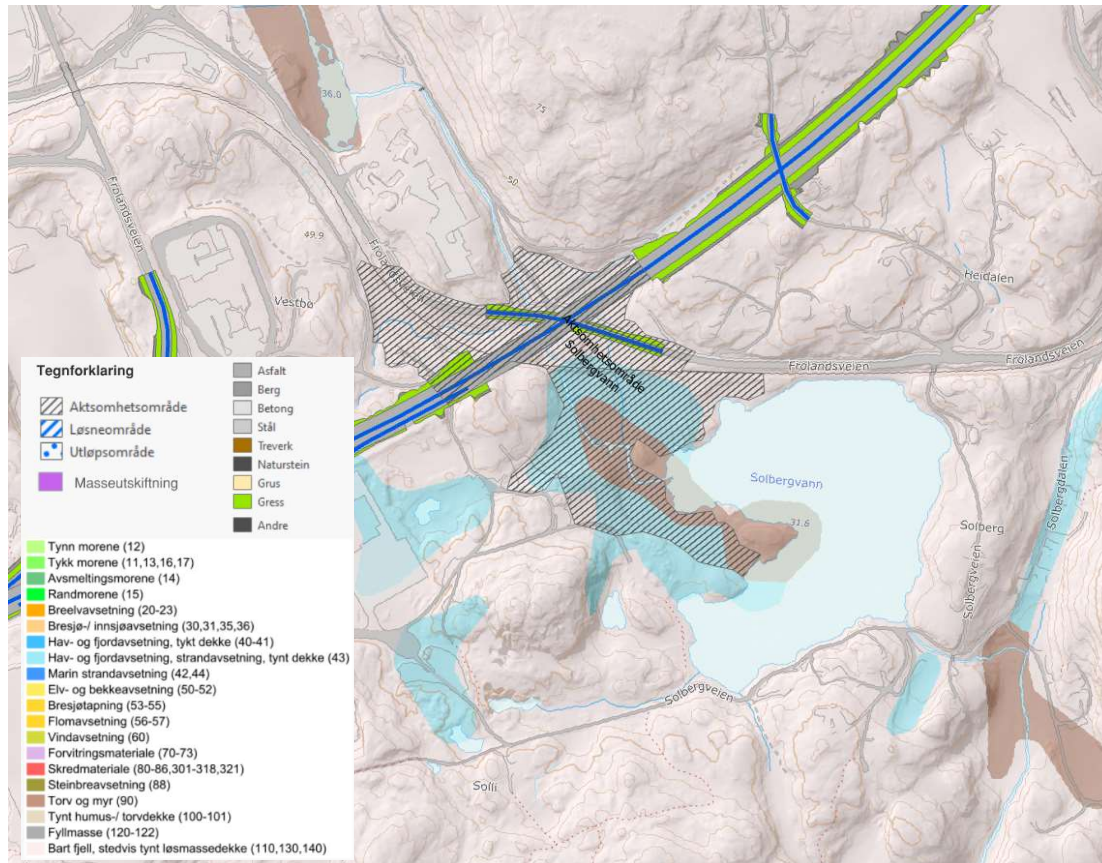
## 6.2 Aktsomhetsområde Solbergvann

Løsmassekart viser at veien ligger i område der det er grunt berg og berg i dagen flere steder. Rett øst for veien er det marine masser og torv/myr. Viser til Figur 5.

Terrenget ut mot sjøen Solbergvann er flatt, stedvis antatt berg i dagen. Eksisterende grunnundersøkelser rundt kryss mellom E18 og Frolandsveien gir indikasjon på sprøbruddmateriale. I 2 av 4 utførte grunnundersøkelser er det påvist sprøbruddmateriale. Til tross for de dårlige grunnforhold vurderes det at et skred ikke kan utløses i dette området fordi skråningshøyder og -helninger ikke tilsier dette.

Til gjengjeld er det utfordrende å vurdere risikoen for skred i sjøen, fordi det ikke finnes batymetri. For å vurdere om et undersjøisk skred kan påvirke tiltaket er det beregnet den minste dybden sjøen må være for at et eventuelt skred kan ramme veien. Avstanden fra tiltaket til sjøbredd er 180 m. Dette gir jf. [1] at dersom sjøen er 12 m dyp eller mere, er det risiko for at et undersjøisk skred kan påvirke tiltaket.

Dersom det på befaring observeres berg i dagen ut mot sjøen, kan det i neste fase vurderes om utstrekningen av et undersjøisk skred er begrenset av berg slik det ikke kan påvirke tiltaket.

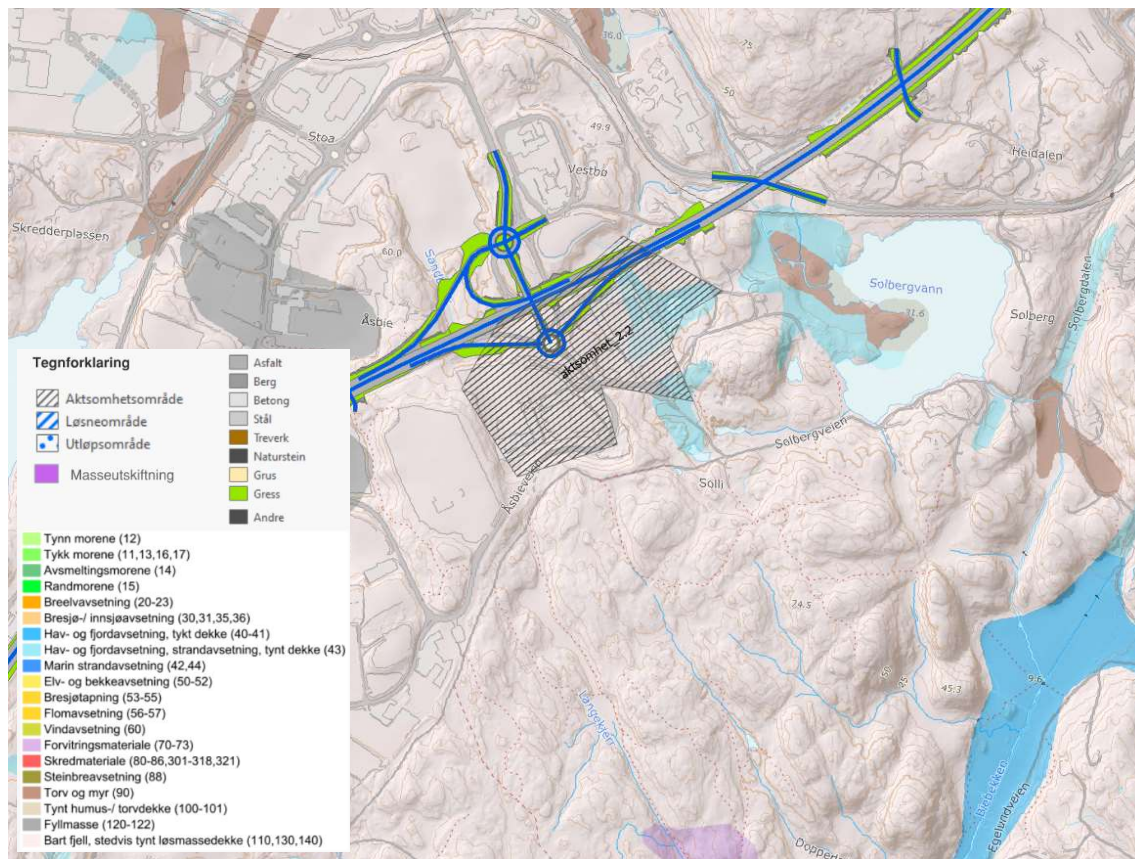


Figur 5 Aktsomhetsområde Solbergvann.

### 6.3 Aktsomhetsområde 2.2

Aktsomhetsområde 2.2 ses på Figur 6. I området viser løsmassekart bart fjell/tynt dekke. Derfor er det ikke gjort videre vurderinger for dette området.

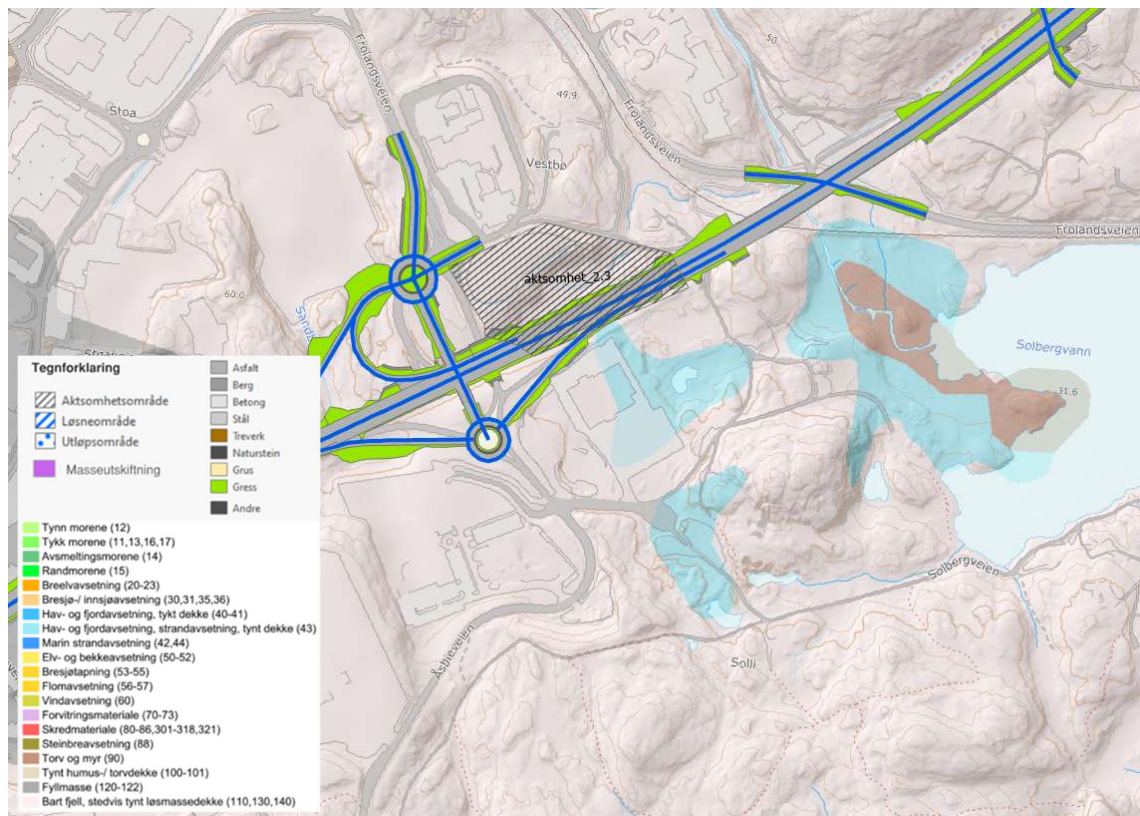




Figur 6 Aktsomhetsområde 2.2.

#### 6.4 Aktsomhetsområde 2.3

Aktsomhetsområde 2.3 ses på Figur 7. I området viser løsmassekart bart fjell/tynt dekke. Derfor er det ikke gjort videre vurderinger for dette området.

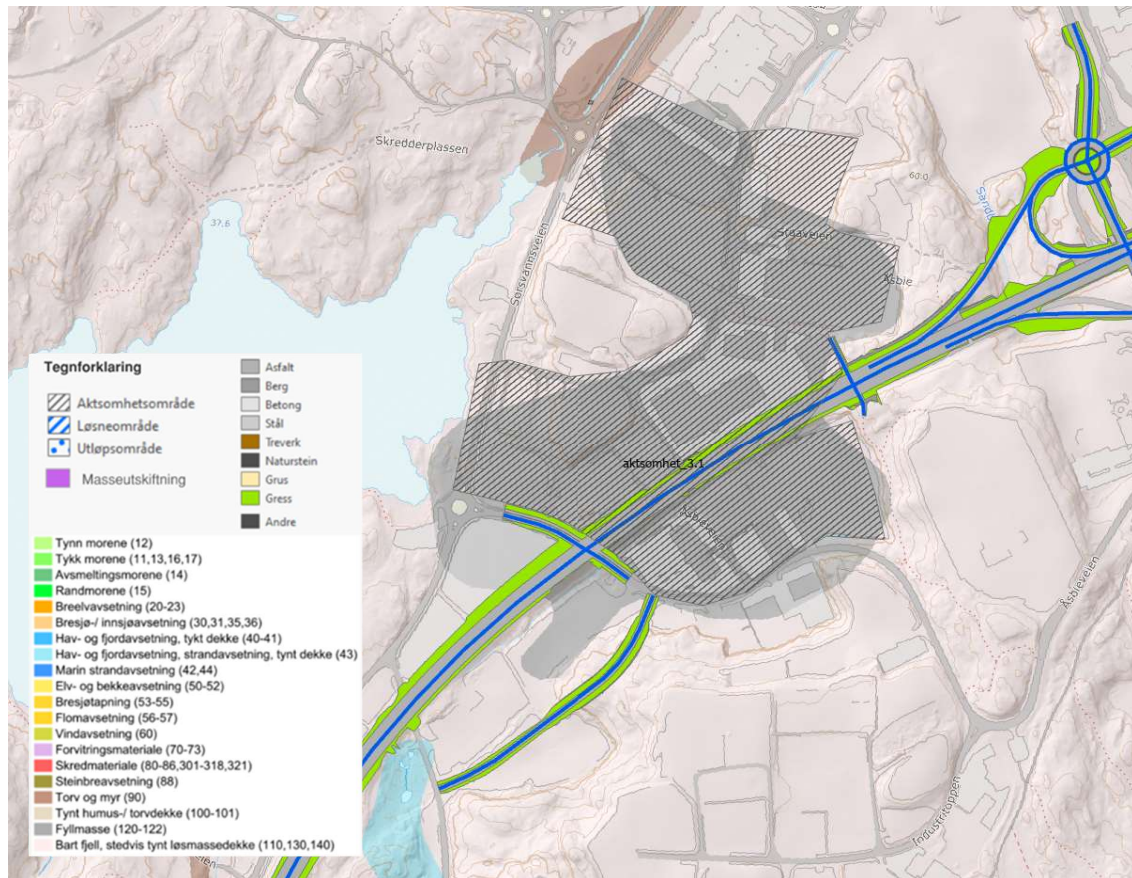


Figur 7 Aktsomhetsområde 2.3.

## 6.5 Aktsomhetsområde 3.1

Aktsomhetsområde 3.1 ses på Figur 8. Løsmassekart viser at det kan forventes å treffe fyllmasser. På bakgrunn av løsmassekartet som viser bart fjell/tynt dekke i nesten hele det store arealet omkring aktsomhetsområdet, forventes det at det er sannsynlig å treffe fjell under fyllmassene. Generelt er terrenget flatt med platåer til de enkelte tomtene. Av disse årsaker er det ikke gjort videre vurderinger for dette området.



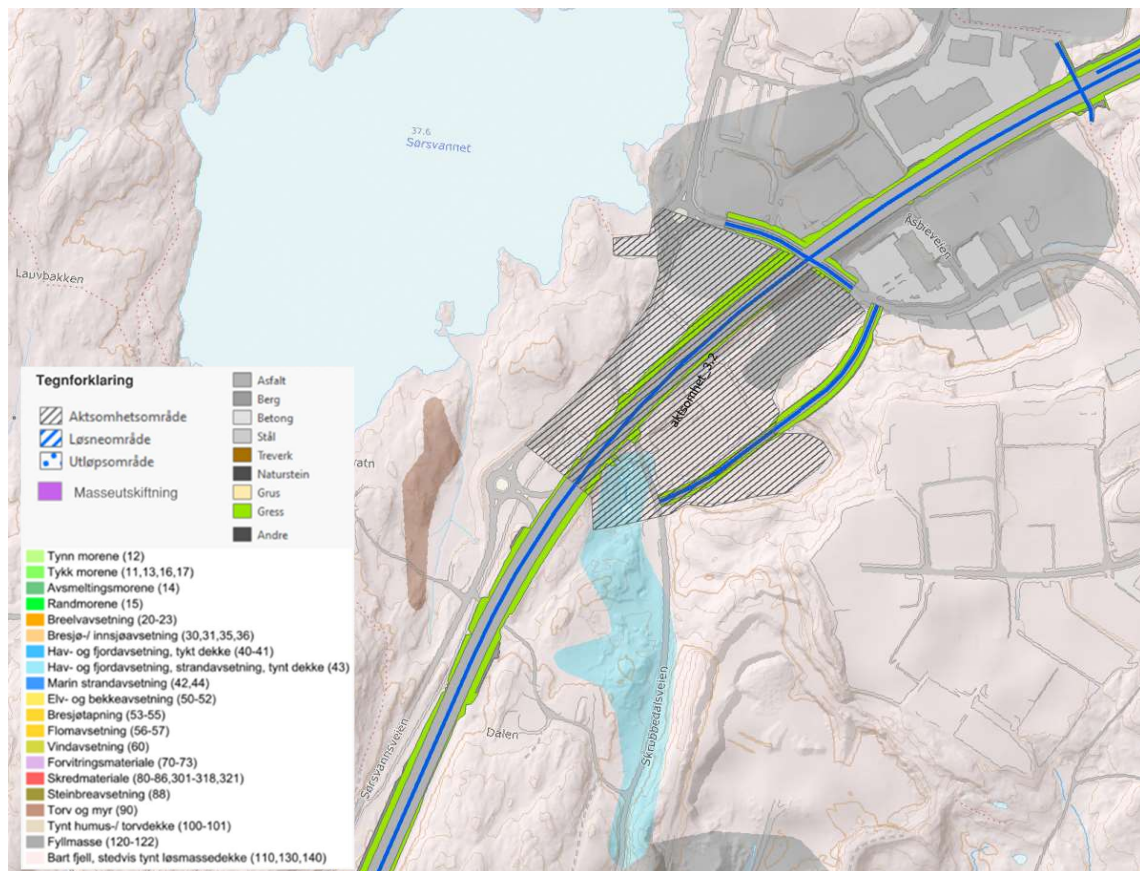


Figur 8 Aktsomhetsområde 3.1.

## 6.6 Aktsomhetsområde 3.2

Aktsomhetsområde 3.2 ses på Figur 9. Løsmassekart viser primært at det kan forventes bart fjell/tynt dekke. Derfor er det ikke gjort videre vurderinger for dette området.





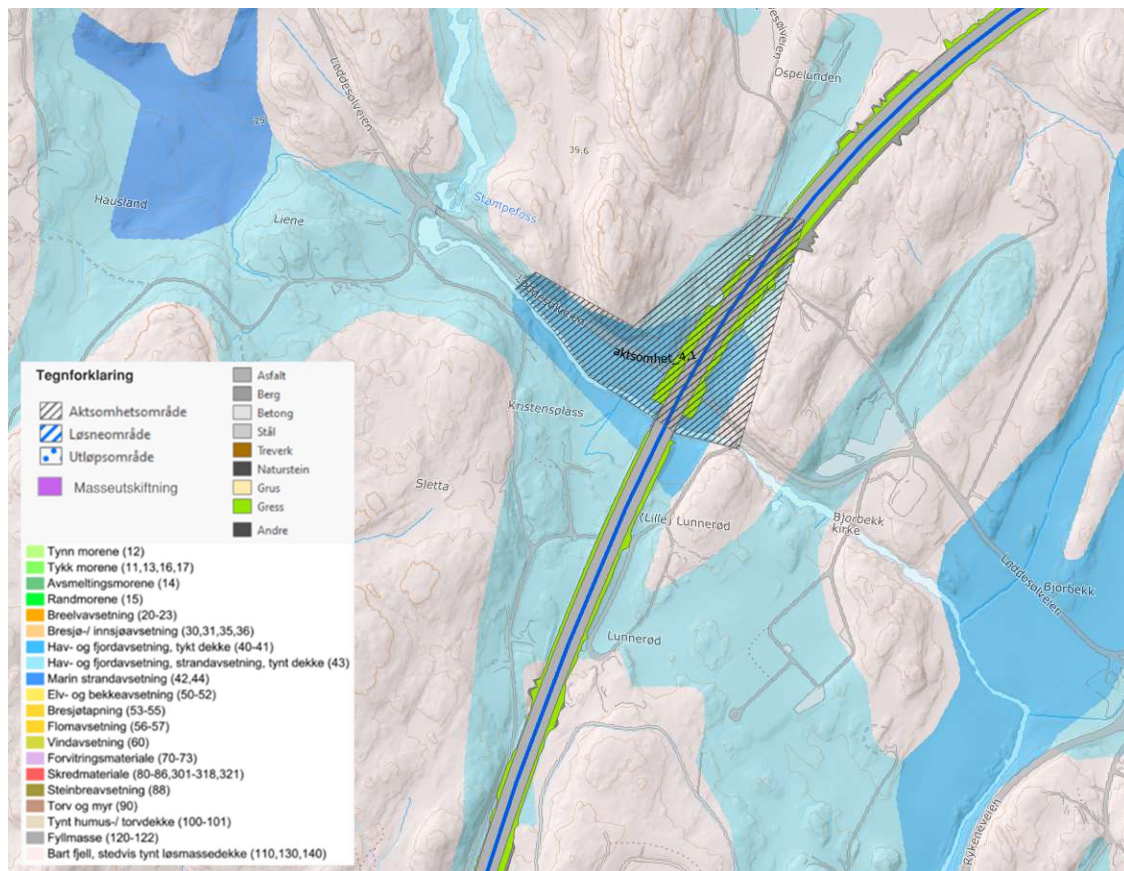
Figur 9 Aktsomhetsområde 3.2.

## 6.7 Aktsomhetsområde 4.1

Aktsomhetsområdet ses på Figur 10. Løsmassekart viser tykt dekke av hav- og fjordavsetning. Mot nordøst tynt dekke.

Det er påvist kvikkleire i borhull 13018 rett ved veifylling, som er 7 m høy og helning 1:2. Gamle enkelsonderinger og dreiesonderinger indikerer sprø og/eller sensitive masser. Skråningen oppover fra bekken har en høydeforskjell på kun ca. 3 m og det er derfor ikke noe som tilsier at et ras kan gå her.

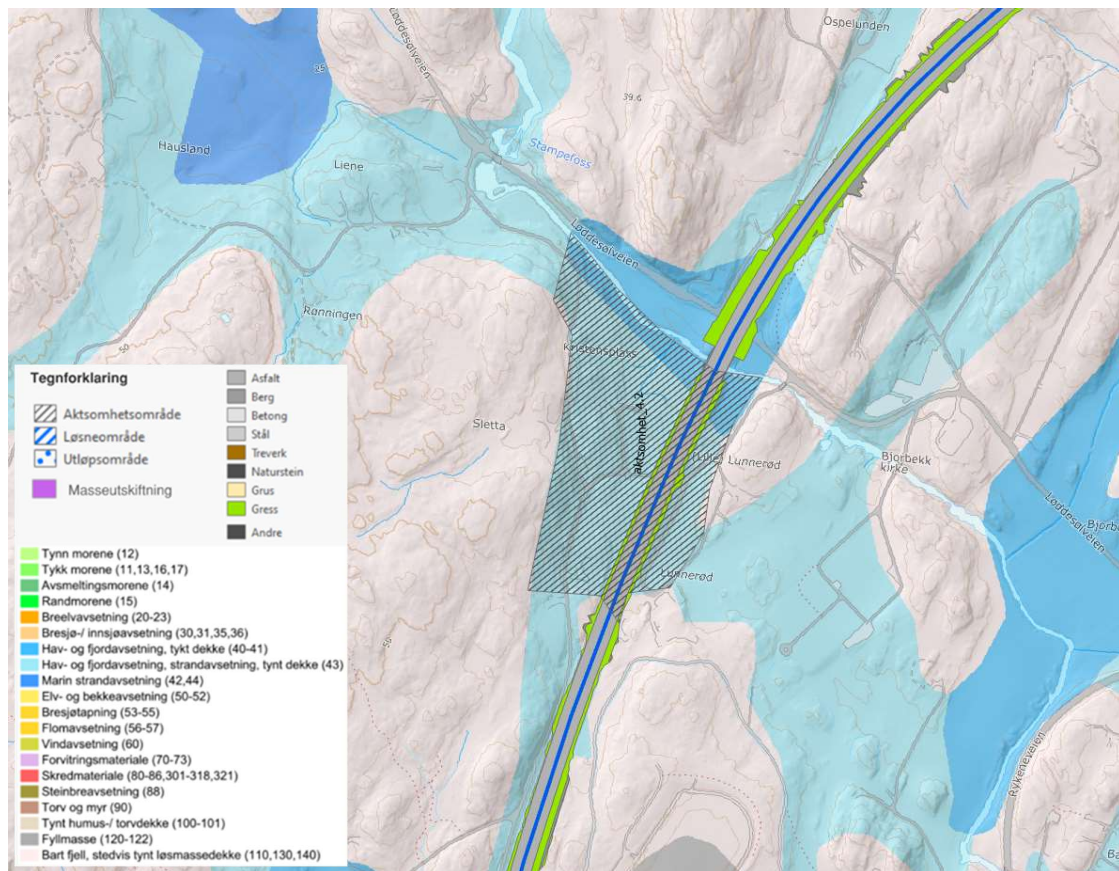
Det vurderes at det i neste fase må ivaretas lokalstabilitet av den høye veifyllingen, som er etablert der det finnes ca. 6 m kvikkleire fra bare 3 m dybde.



Figur 10 Aktsomhetsområde 4.1.

## 6.8 Aktsomhetsområde 4.2

Aktsomhetsområde 4.2 ses på Figur 11. Løsmassekart viser at det primært må forventes tynt dekke av hav- og fjordavsetninger. Ned mot bekken er det tykt dekke. Selv om terrenget tilsier at skred er mulig, viser grunnundersøkelser at det treffes friksjonsmasser og leire opp i skråningen. Det er derfor vurdert at det ikke er risiko for å starte et områdeskred i dette området.



Figur 11 Aktsomhetsområde 4.2.

## 6.9 Faresoner Rykeneveien og Sandstø

Løsmassekart indikerer elv- og bekkeavsetning i store deler av området. Inn imellom ligger områder med marine avsetninger.

Dreietrykksonderinger ut mot Nidelva indikerer sprøbruddmateriale fra 5 m.u.t. til 35 m.u.t. I en prøveserie tett ved Nidelva er det påvist kvikkleire fra 10 til 25 m.u.t.

Det er ikke noen tidligere kartlagte faresoner og det er ikke heller utført befaring.

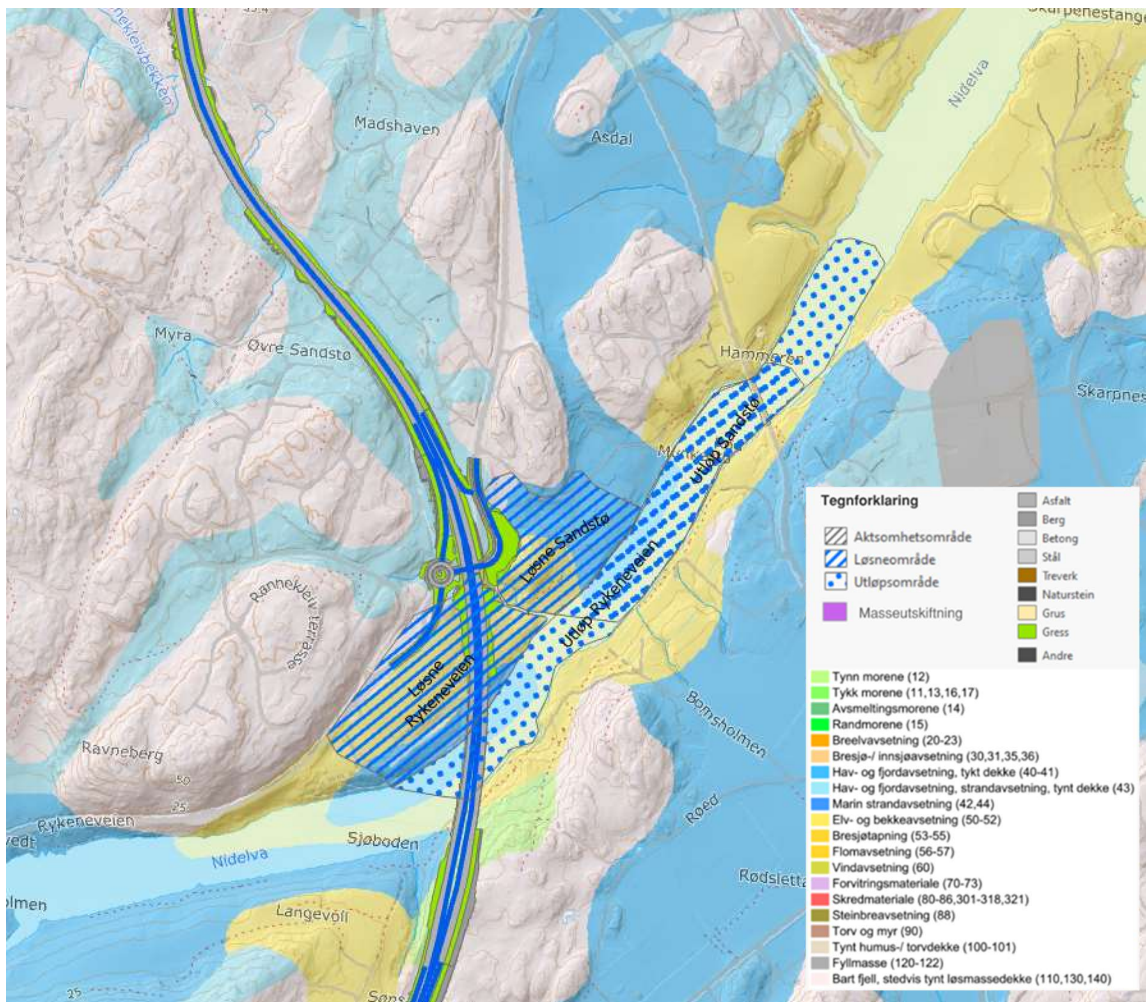
Terrenget på vestsiden av E18 er preget av store skråninger sørover ned mot E18 og Nidelva. I tillegg er det høye og bratte skråninger fra E18 ned mot bekken på østsiden av veien. På østsiden av denne bekken finnes også kritiske skråninger ned mot Nidelva.

På bakgrunn av topografien sammenstilt med grunnundersøkelsene, er det identifisert de to løsneområder med tilhørende utløpsområder som vist på Figur 12.



Det planlagte tiltak krever nye veifyllinger på 8-12 m høyde. Dette er en utfordring med de stedlige grunnforhold, som er preget av sprøbruddmateriale av stor mektighet. Stabiliserende tiltak kan forventes nødvendig. Dette kan for eksempel være motfylling i elva, bruk av fylling med lette masser eller grunnforsterkning med kalksementpeler. Kombinasjon av ovenstående tiltak kan være en mulighet.

Det må gjøres befaring for å vurdere erosjonsforholdene i bekken øst for Rykeneveien og E18. Grunnundersøkelser på vestsiden av E18 og rett sør for Rykeneveien kan redusere faresonenes utbredelse dersom det finnes grunt berg eller løsmasser som ikke har sprøbruddegenskaper. I tillegg må antatt fjell befares.



Figur 12 Løsneområdene Rykeneveien og Sandstø

## 6.10 Faresoner Langevoll og Vesterveien

Løsmassekart indikerer tykt dekke av hav- og fjordavsetninger samt elv- og bekkeavsetninger. Ut mot Nidelva angir totalsonderinger sprøbruddmateriale i usammenhengende lag av 1-2 m tykkelse. Sonderinger foretatt rundt bekken vest for E18 som har utløp i Nidelva og opp mot krysset med Vesterveien, indikerer stort sett alle sprøbruddmateriale i flere 10-talsmetere. Flere steder helt til fjell. I prøveserier og vingeboringer er det påvist sprøbruddmateriale.

Faresonen 2157 Skytterrullen som har faregradsklasse 3 høy, ref. [25]. Det er ikke gjort noen stabilitetsvurderinger.

I forbindelse med utredningen av faresonen 2157 Skytterrullen er det utført befaringsarbeid der det ble konstatert lite til ingen erosjon langs Nidelva og lite til aktiv erosjon i ravine og eksponert bløt leire, ref. [24].

Terrenget heller fra Langevoll ned mot Nidelva. Vest for veien ligger en bekk med utløp i Nidelva. Det er bratte skråninger på begge sider av bekken.

Generelt heller terrenget ned mot Nidelva fra krysset med Vesterveien. Rundt den nordlige side av tilkjørselen er det skråninger på 4-7 m høyde og forholdsvis bratte helninger vekk fra Nidelva.

I området mellom de to rundkjøringer på Vesterveien heller terrenget ned mot vannløpet.

To faresoner er identifisert som markert på Figur 13. Faresonen Langevoll har antatt utløp i kanalisert terreng. Faresonen Vesterveien har antatt utløp i åpent terreng.

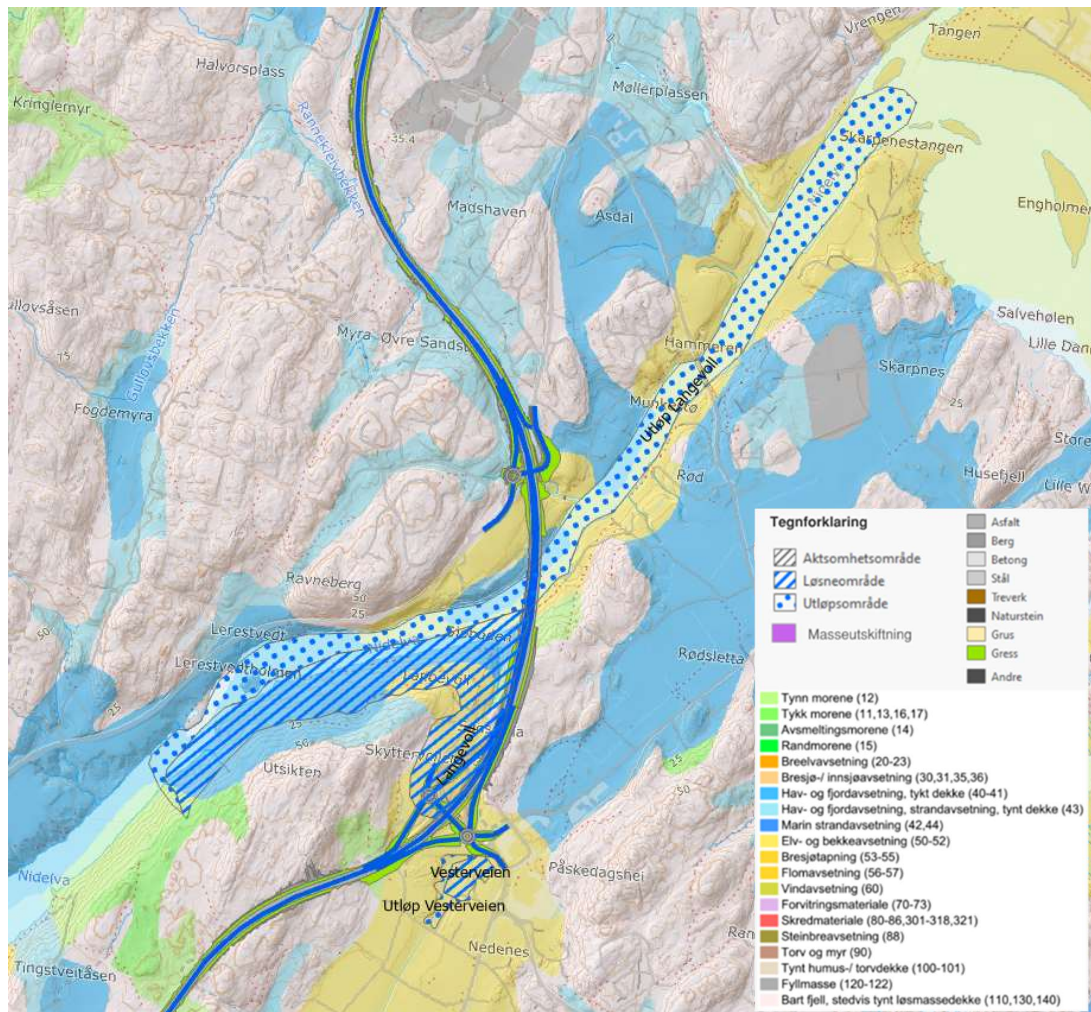
På østsiden av E18 rett sør for Nidelva må det lages bergskjæring med opptil 25 m høyde. Dette må forventes å gi vibrasjoner, som kan være kritiske i områda med sprøbruddsmasser.

Det bemerkes at det skal anlegges en ny veifylling på ca. 10 m høyde der Langevollveien krysser E18. I dette området er det påvist sprøbruddmateriale i flere enn 10 vingeprøver. Rundt krysset mellom E18, Langevollveien og Vesterveien skal det utføres veifyllinger på opptil ca. 6 m høyde, men disse er plassert i forholdsvis flatt terreng.

Det kan være nødvendig med kalksementstabilisering eller oppbygning av lettfyll. Alternativt kan det være en mulighet å anlegge motfylling i elva. Selv om stabiliteten kanskje ikke forverres ved etablering av fyllinger, kan det være behov for å forbedre stabiliteten av skråningen i dagens situasjon.

I neste fase må det vurderes om faresonen Langevoll skal fortsette på østsida av E18 langs Nidelva. Det er ikke gjort grunnundersøkelser i dette området, og dette betyr at den østlige avgrensningen av løseområdet Langevoll er usikker. Erosjonsforhold i elva

som kan påvirke områdestabilitet må kartlegges. Derfor må elva befares med tanke på å vurdere erosjonssikring. I tillegg må det på befaring vurderes om antatt fjell er korrekt.



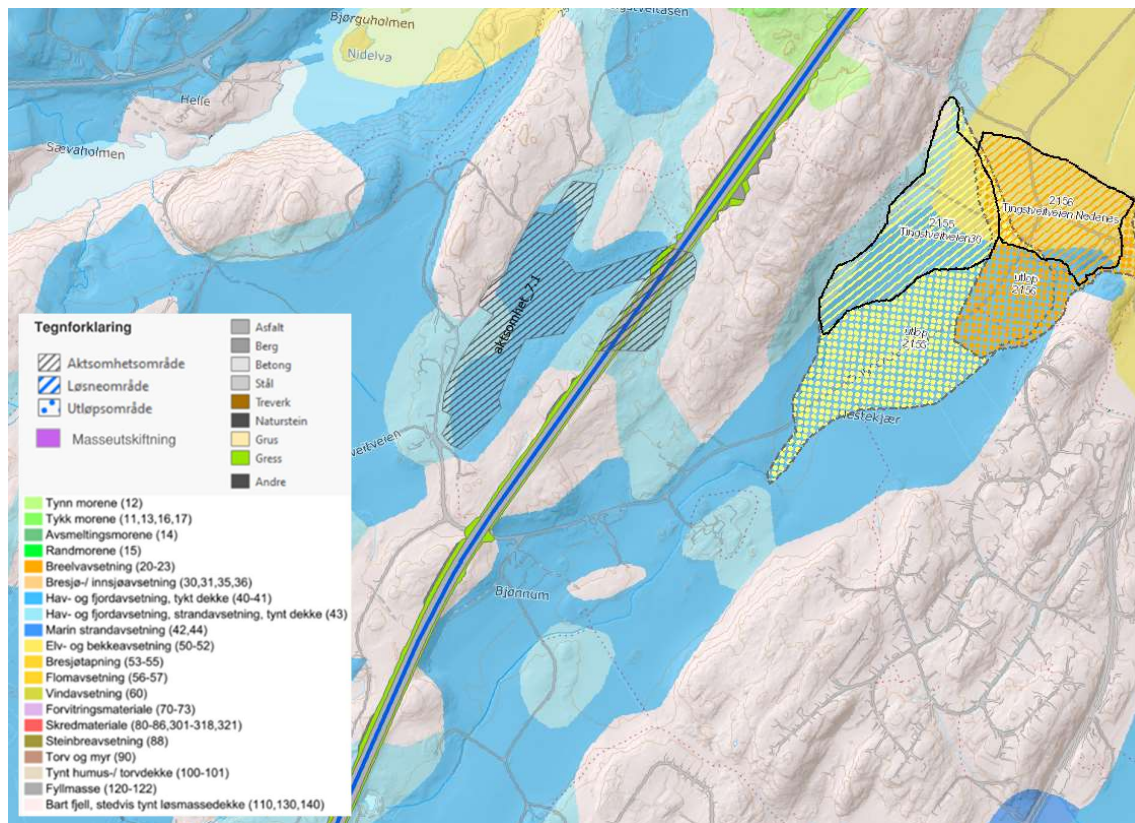
Figur 13 Løsneområder Langevoll og Vesterveien.

### 6.11 Aktsomhetsområde 7.1

Aktsomhetsområde 7.1 ses på Figur 14. Løsmassekart viser at det langs E18 traseen er tynt dekke av hav- og fjordavsetning. Vest for veien er det tykt dekke. Det er bare utført 2 totalsonderinger. Tynt dekke bekreftes i boring 22022. I boring 22023 er det 5 m til berg, men det er ikke utført vanlig bergpåvisning, idet spyling ikke er konstant i 3 m.

Det må gjøres befaring for å konstatere berg i dagen. Det er sannsynligvis bergskjæring. Bekken vest for veien må befares for å vurdere erosjonsforhold.





Figur 14 Aksomhetsområde 7.1. Øst for veien ses eksisterende faresoner.

## 6.12 Faresone Bjønnum

Løsmassekart viser at det øst for E18 kan forventes å treffe tykt dekke av hav- og fjordavsetning. Mot vest er det bart fjell, stedvis med tynt løsmassedekke.

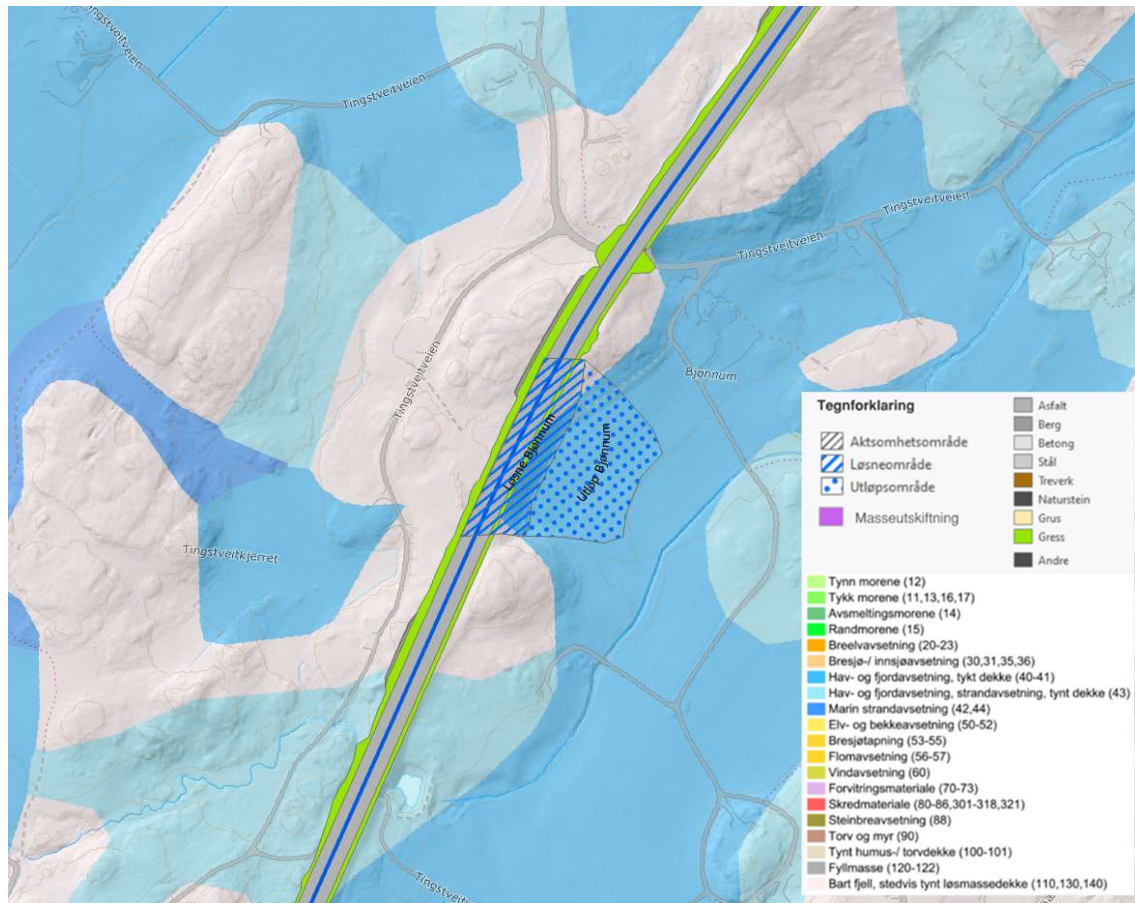
15 dreietrykksonderinger på østlig side av veien viser primært leire, men 3 av punktene gir indikasjon på sprøbruddmateriale. I borhull 1-333 er det tolket sprø 3-5 m.u.t. I borhull 1-335 er det tolket sprø 1,5-3 m.u.t. I borhull 1-338 er det tolket sprø 1-1,7 m.u.t., men boringen er stoppet i fast grunn i mindre enn 2 m dybde. I alt er det i 5 av sonderingene stoppet i fast grunn i mindre end 2 m dybde.

Veien ligger på toppen av en nesten 10 m høy skråning med helning 1:2. Bakover er terrenget forholdsvis flatt. Faresonen er tegnet opp på Figur 15, idet det er antatt utløp i åpent terreng.

Det forventes at det må utføres masseutskiftning. Alternativt kan det benyttes kalksementstabilisering eller lettfyll for å unngå masseutskiftning til stor dybde.



Det må i neste fase utføres totalsonderinger som kan påvise berg jf. NGF melding nr. 9. Der det *ikke* er grunt til berg må det tas prøveserier for å påvise om det finnes sprøbruddmateriale. På befaring må det også vurderes erosjonsforhold i bekken ved foten av veifyllingen.

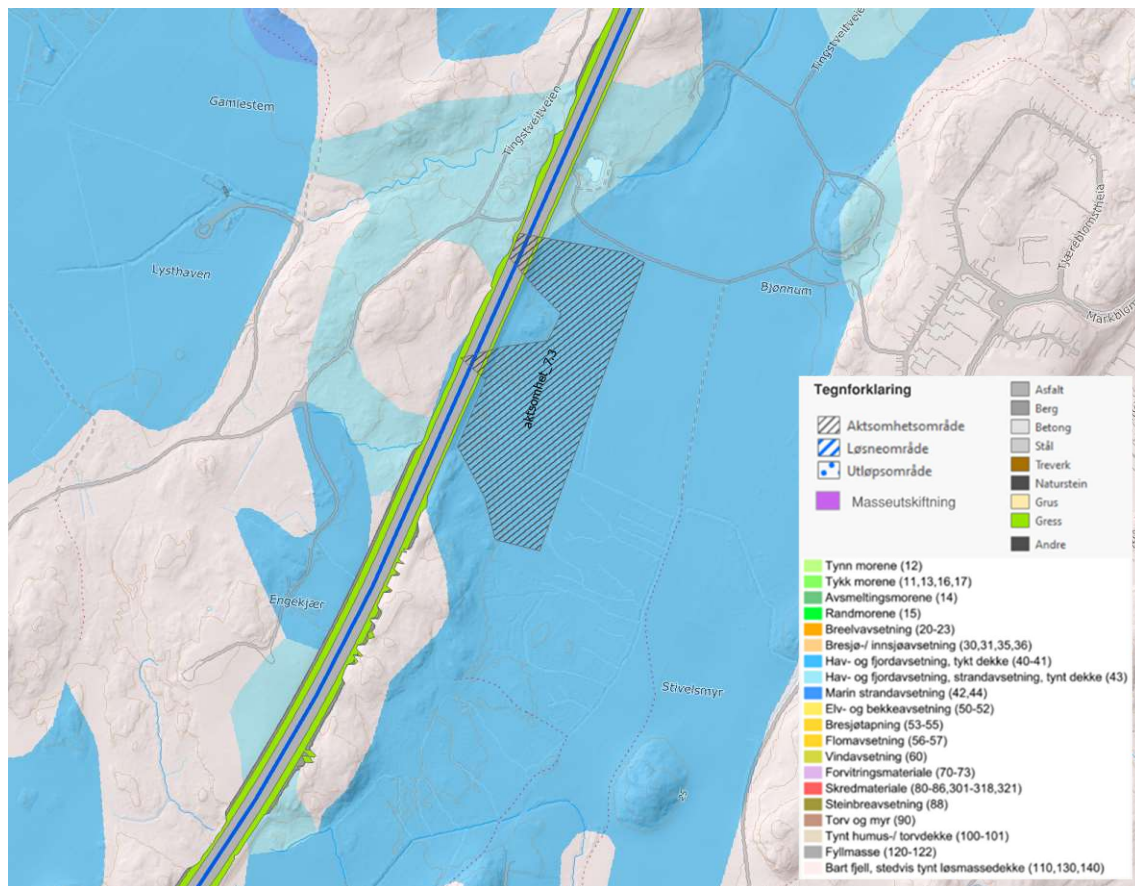


Figur 15 Faresone Bjønnum.

### 6.13 Aktsomhetsområde 7.3

Aktsomhetsområdet ses på Figur 16. Løsmassekart viser marine avleiringer i området. Dette bekreftes av grunnundersøkelser som for en stor del gir indikasjoner på sprøbruddmateriale.

Helningsanalysen viser at det ikke er skråninger over 5 m høyde. Derfor er det ikke identifisert løsnem- og utløpsområde.

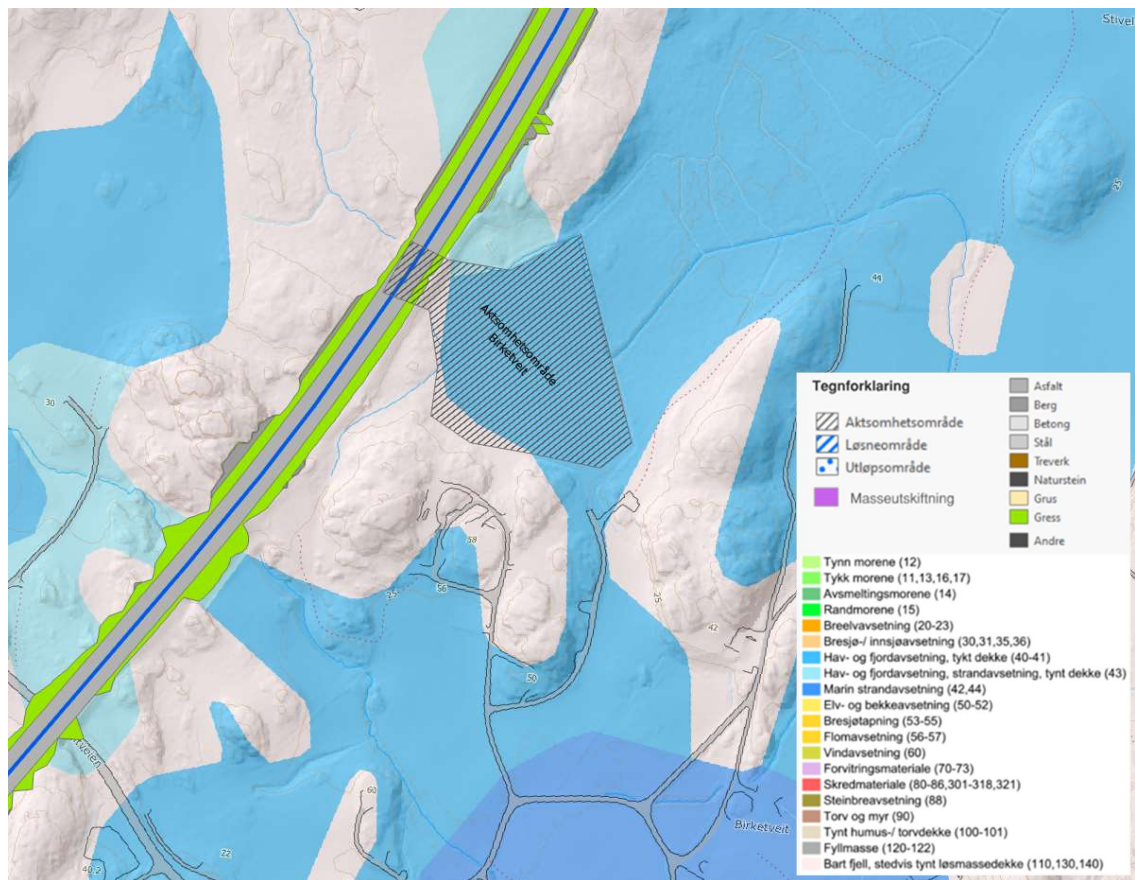


Figur 16 Aktsomhetsområde 7.3

#### 6.14 Aktsomhetsområde Birketveit

Løsmassekart viser at det i området i stor utstrekning er fjell, stedvis med tynt løsmassedekke. Mot nordøst viser det marine masser.

Grunnundersøkelser er bare tatt der løsmassekartet viser fjell. Det er tatt 9 dreietrykksonderinger og 8 av dem bekrefter at det er fast grunn i mindre enn 2 m dybde. Dreietrykksondering 1-U-19 treffer fast grunn i ca. 2 m dybde, men fra 0,8 til 1,9 m.u.t. er det indikasjon på sprøbruddmateriale. Løsmassedekke i området for tiltak vurderes mindre enn 2 m. I henhold til NVE veileder 1/2019 tilsier dette at det ikke er risiko for områdeskred.



Figur 17 Aktsomhetsområde Birketveit.

## 6.15 Faresone Esketveitveien

Løsmassekart viser at det øst for veien er tykt dekke av hav- og fjordavsetninger. Vest for veien, og trolig under veien, er det bare tynt dekke.

Det er ikke utført noen grunnundersøkelser i området. Det er heller ikke tidligere utført befarings, og det finnes ikke eksisterende faresoner.

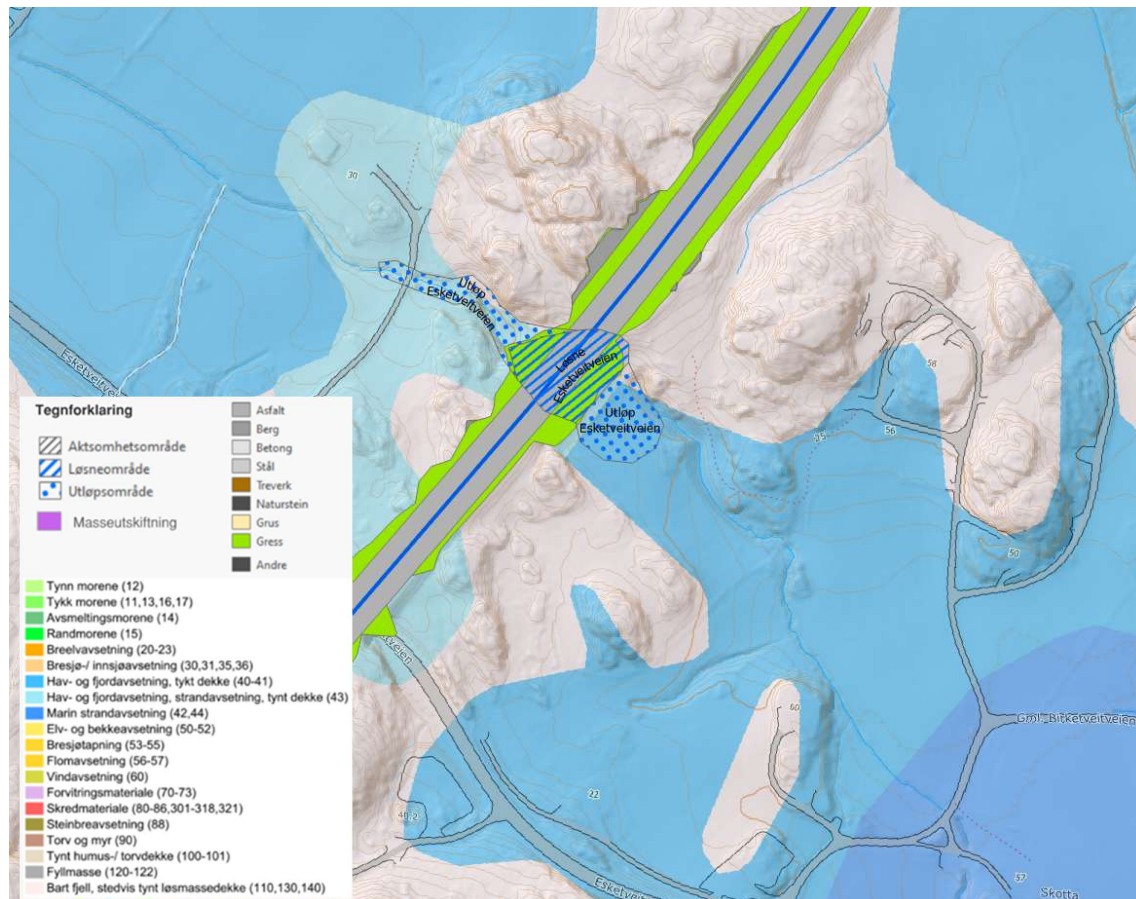
Det planlagte tiltaket krever store veifyllinger opptil 9 m høyde, som legges ut på marine masser jf. løsmassekartet.

Det vurderes at masseutskiftning er mest egnet som stabiliserende tiltak, men nye grunnundersøkelser må bekrefte dette. Alternativt kan det benyttes kalksementstabilisering eller fylling av lette masser.

Faresonen er vist på Figur 18. Utløp er antatt i kanalisert terreng mot vest og i åpent terreng mot øst.



Det må utføres supplerende grunnundersøkelser for å få viden om grunnforholdene utover det som løsmassekart kan gi. Bekkene på begge sider av veien må befares for å klarlegge erosjonsforholdene. I tillegg må antatt berg i dagen observeres.



Figur 18 Faresone Esketveitveien.

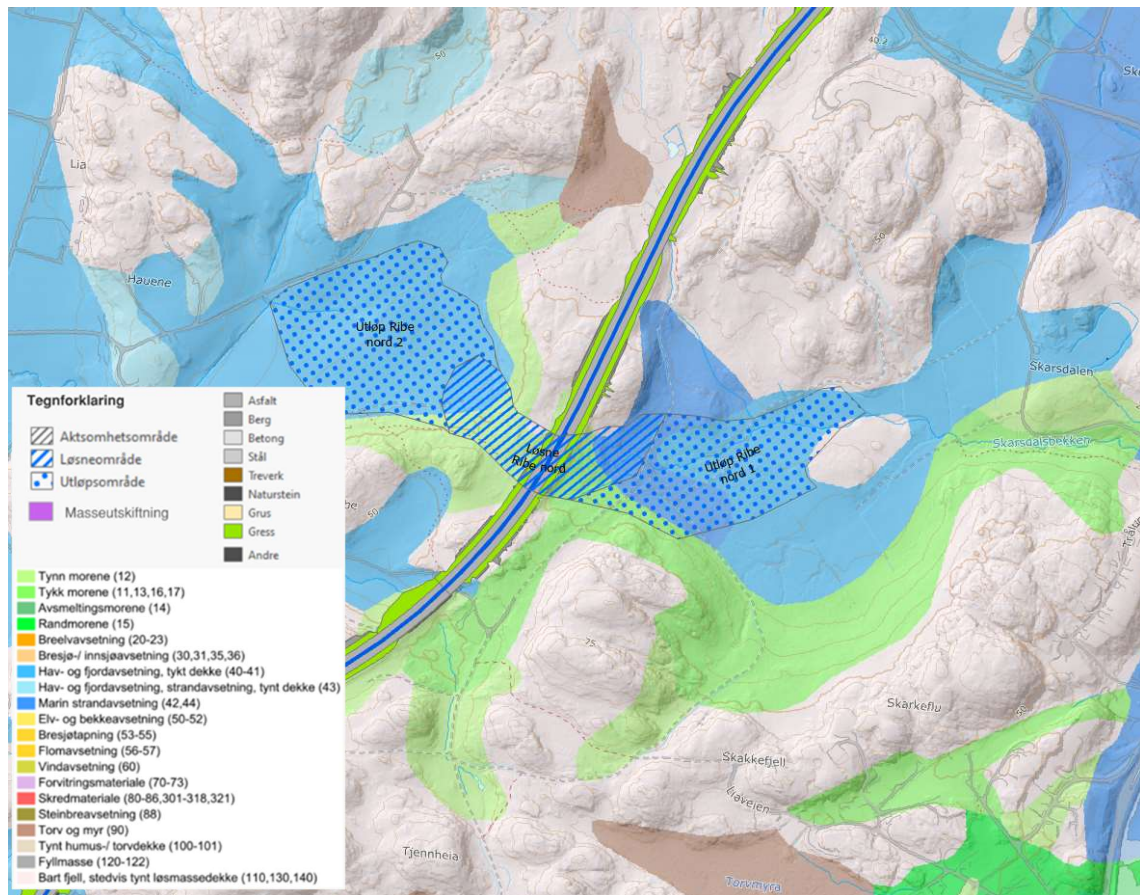
## 6.16 Faresone Ribe nord

Løsmassekart indikerer morene under veien, men på begge sider finnes marine masser.

Det er i 1998 utført åtte dreietrykksonderinger i området. Borpunktene er plassert i eksisterende vei. Alle punktene er stoppet mot fast grunn i 1,5 til 3 m dybde. Generelt viser sonderingene tørrskorpeleire, men i punkt 1-426 er det tolket et tynt lag der det kan være indikasjon på sprøbruddmateriale. Det er ikke utført befaring.

Basert på løsmassekart og eksisterende grunnundersøkelser, er det ikke mulig å friskmelde faresonen. For å friskmelde faresonen vurderes det nødvendig å gjøre befaring for å bekrefte berg i dagen, samt utføre supplerende boringer slik utbredelsen av de marine masser kan avgrens presist. I tillegg må bekken øst for veien befares med tanke på å utrede erosjonsforhold. På nåværende tidspunkt vurderes

masseutskiftning å være best egnet for sikring mot områdeskred i faresonen. Tiltak må verifiseres når supplerende GU foreligger.



Figur 19 Ribe nord

## 6.17 Faresoner Ribe og Ribe sør

Løsmassekart indikerer at det under veien kan forventes tykk morene. 14 dreietrykksonderinger og 2 totalsonderinger viser løsmasser av varierende art. Både primært friksjonsmasser og primært leire. I tillegg er det også indikasjoner på sprøbruddmasser. Det er ikke utført befaring.

Det finnes eksisterende faresone 2137 Temseveien i nærheten med faregradsklasse 2 – middels [25]. Det er observert erosjon i dreneringsgrøft og bekk med eksponert leire. Boligejer i husnr. 49 melder om tidligere skredhendelser i ravinen samt flytende leire ved graving. Faresonen er ikke befart på nytt [24].

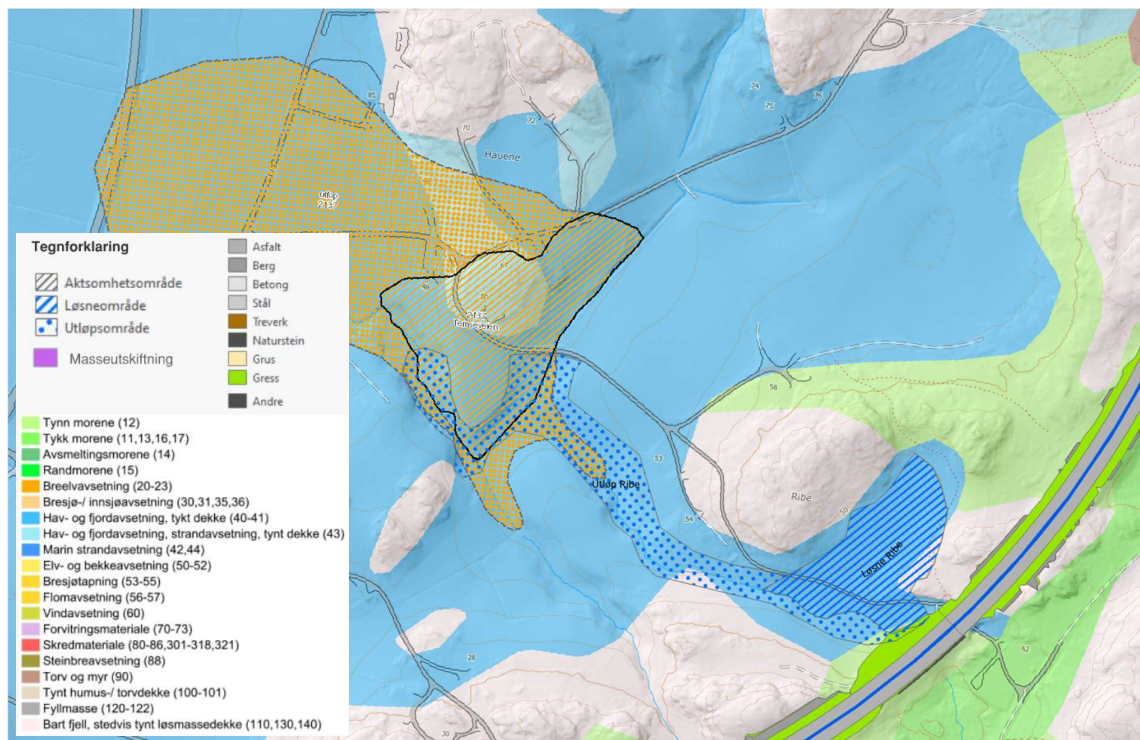
Topografien er komplisert ravineterreng med høye og bratte skråninger. Det er identifisert to løsnemråder som har sammenfallende utløpsområder. Dessuten grenser løsnemrådet Ribe sør opp til det eksisterende løsnemråde Temseveien og



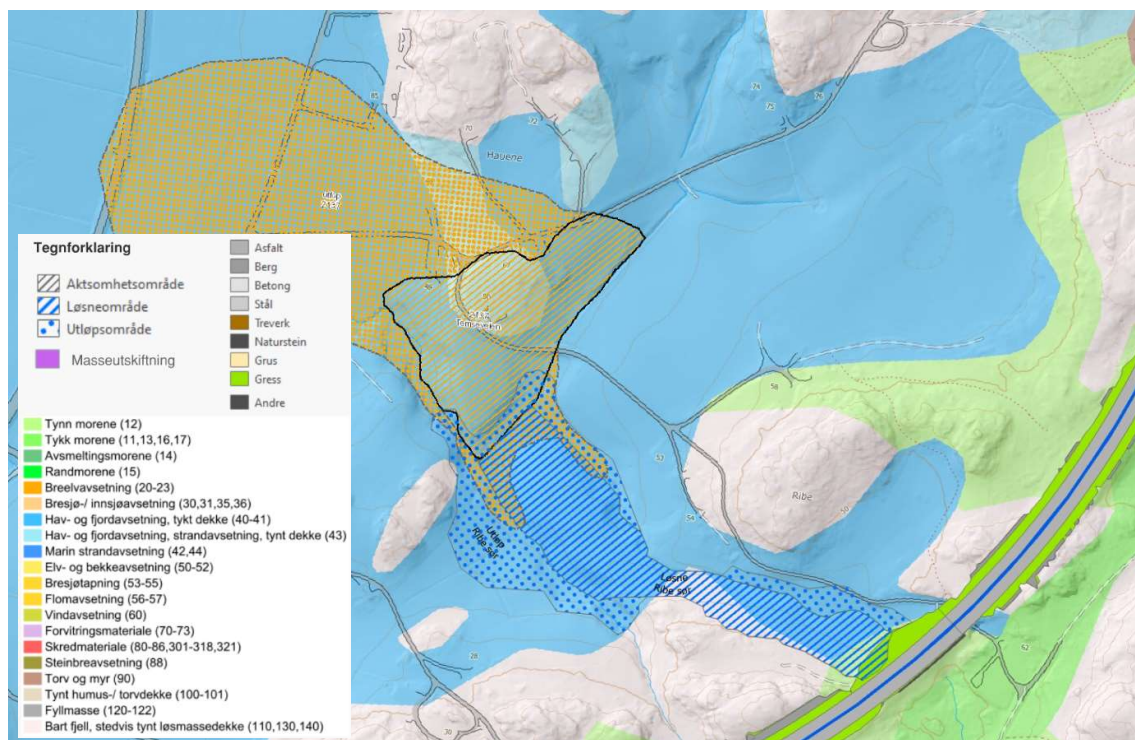
deres utløpsområder er også sammenfallende. Begge nye løsneområder er antatt å løpe ut i kanalisert terreng rundt ravinedalen. Eksisterende og nye faresoner er vist på Figur 20 og Figur 21 for henholdsvis faresone Ribe og Ribe sør.

Det planlagte tiltak krever opptil 10 m veifylling, som skal legges ut på området der det er indentifisert de to løsneområder Ribe og Ribe sør. På sørsiden av løsneområdet Ribe sør må det utføres 18 m høy bergskjæring. Sprengning ifm. dette kan være kritisk for løsneområdet. Stabiliserende tiltak forventes å være masseutskiftning. Alternativt kan det utføres kalksementpeler eller fylling kan bygges opp av lettfyll. Utløp forventes å skje mot nord og sikring av faresonen utenfor tiltaksområdet forventes ikke nødvendig.

Det må gjøres befaring for å klarlegge erosjonsforhold i bekkene rundt ravinedalen samt konstatere berg i dagen.



Figur 20 Faresone Ribe vist sammen med eksisterende faresone Temseveien.



Figur 21 Faresone Ribbe sør vist sammen med eksisterende faresone Temseveien.

## 6.18 Faresone Nerjordene

Løsmassekart viser at E18 ligger delvis på marin avsetning og delvis på fjell/tynt dekke. Vest for veistrekingen er det tykt dekke av hav- og fjordavsetning i stor utstrekning.

Det er foretatt en del dreietrykksonderinger i området. De er i hovedsaken plassert langs bekken mot vest. I tillegg er det utført en gruppe sonderinger der løsmassekartet indikerer marine masser under veien. I de fleste borpunkter treffes indikasjoner på sprøbruddmasser. Inn imellom treffes leire. I fire av punktene treffes friksjonsmasser.

Det er ingen eksisterende faresone i området og det er ikke gjort befarings.

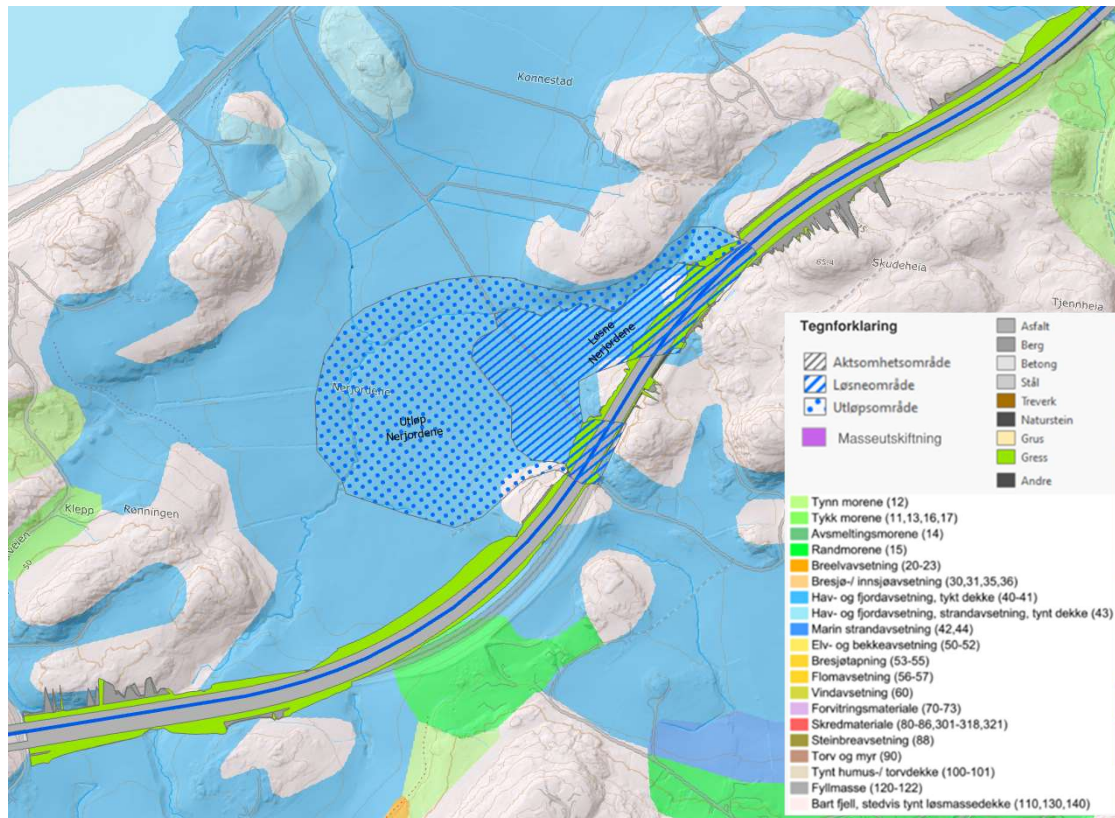
Terrenget heller fra veien mot vest til bekken og mot sørvest ut i åpent terreng. Mot øst er det primært bergskjæring. Det har gitt anledning til å tegne opp faresonen som vist på Figur 22. Det er antatt utløp i kanalisert terreng for den delen av løsneområdet som ligger langs bekken. For den resterende delen av løsneområdet, er det antatt utløp i åpent terreng.

Det planlagte tiltaket krever 11,5 m høye veifyllinger som må legges ut på identifisert løsneområde. I tillegg skal det utføres 24 m høy bergskjæring på østsiden av veien. Dette kan gi vibrasjoner rett ved siden av løsneområdet og dette kan være kritisk og starte et



ras. Det forventes at det stabiliserende tiltak kan være masseutskiftning av de bløte massene under veien til ca. 3-4 m dybde.

Det må gjøres befarings for å klarlegge om berg i dagen er som antatt. Også bekken vest for veien må befares for å vurdere om den er utsatt for erosjon.



Figur 22 Faresone Nerjordene.

## 6.19 Faresoner Rønningen

Løsmassekartet viser at det kan forventes store sammenhengende områder med tykt dekke av hav- og fjordavsetning. Midt i området viser løsmassekartet en større lomme av tykk morene.

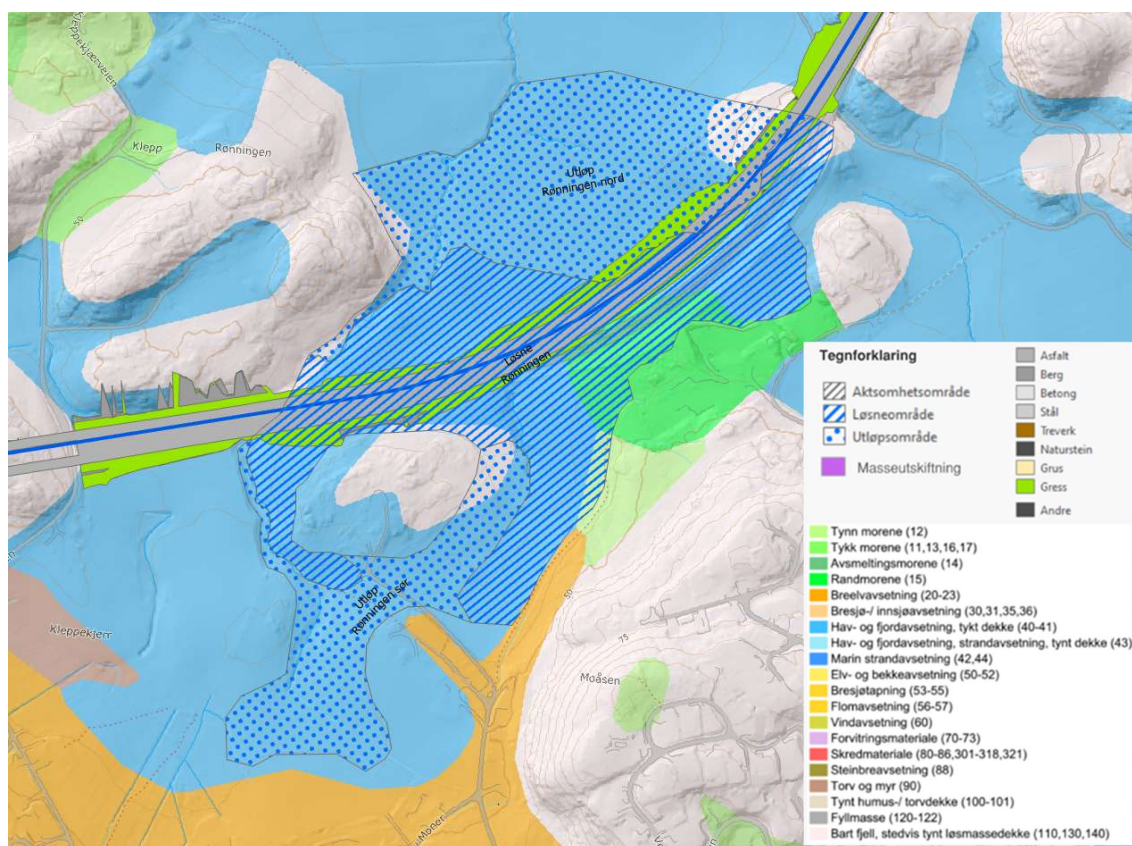
Det er ca. 100 eksisterende dreietrykksonderinger. Størstedelen gir indikasjoner på sprøbruddmateriale. Eksempelvis kan det fremheves sonderingene 2-U-261 og 2-U-262 viser meget bløt respons i full dybde til ca. 20 m dybde. Derutover kan det også fremheves sondering 2-U-264 som gir tydelig indikasjon på kvikkleire fra 10-24 m.u.t. Det samme gjelder for 2-U-265 fra 2-9 m.u.t.

Det er ingen eksisterende faresone i området og det er ikke gjort befarings.

Topografien på hhv. den nordlige og den sørlige side av veien er forskjellig fra hverandre. På den nordlige side er det primært jevnt hellende terreng nordover med fjell som naturlig grense i vest. På den sørlige side av veien, er terrenget mere komplisert og preget av raviner og fjell. Det betyr at det er antatt utløp i åpent terreng nord for veien og utløp i kanalisert terreng (blandet med litt åpent terreng) sør for veien.

Gjennomføring av E18 krever fyllinger lagt ut på identifisert løsneområde både nord og sør for veien i opptil 10 m høyde. Bergskjæring er også nødvendig og dette kan gi vibrasjoner som er kritiske for områdestabiliteten. Det vurderes at det må kalksementstabiliseres under veien. I enkelte områder der det er grunt til berg og faste masser, kan masseutskiftning benyttes.

Det er behov for å dra på befaring for å vurdere om forutsetningene av berg i dagen er korrekte. Det må også kartlegges om det er erosjon i bekkene – både på nordsiden av veien i åpent terreng, og på sørsiden i ravinert terreng.



Figur 23 Faresone Rønningen.

## 6.20 Faresoner Kleppekjerr øst og Kleppekjerr vest

Løsmassekart indikerer tykt dekke av hav- og fjordavsetning omkranset av brelvavsetninger mot sør. Mot nord finnes fjell.

Eksisterende dreietrykksonderinger viser indikasjoner på sprøbruddmateriale rund Kleppebekken rett ved veien. Utførte totalsonderinger gir også indikasjoner på sprøbruddmateriale lengere sør for veien. Det bemerkes at noen av dreietrykksonderingene ser ut til ikke å måle nedpressingskraften der den overstiger 20 kN.

Det er ingen eksisterende faresone i området og det er ikke gjort befarings.

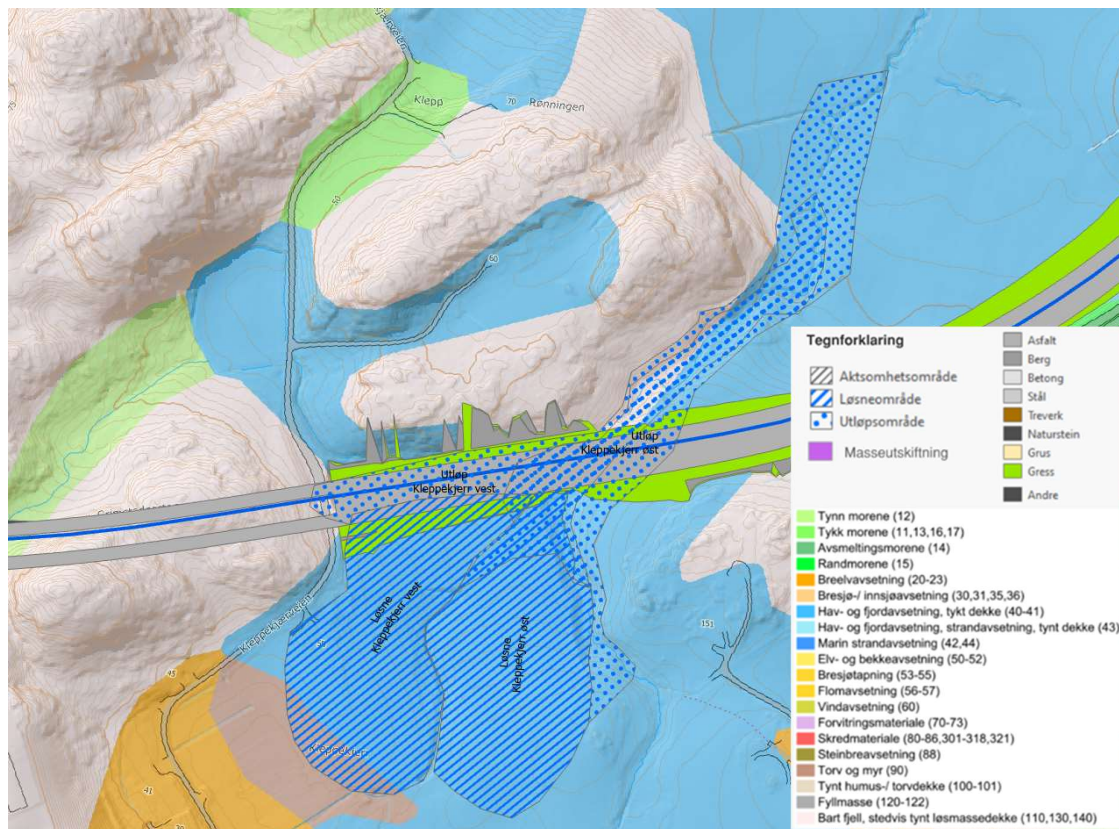
Topografien er preget av raviner på sørsiden av veien der de to løsneområder er. På den nordlige side av veien er det også en ravine, men den stopper lengere mot nord og blir til en bekk i åpent terreng. Generelt er terrenget jevnt hellende fra området kleppekjerr i sør ned mot Nerjordene i nord.

Det er antatt at utløp fra begge løsneområder skjer ut på veien og i ravinedalene – dvs. i kanalisert terreng. Løsne- og utløpsområdene er vist på Figur 24.

Sprengning ifm. bergskjæring ved foten av løsneområdene kan gi anledning til å starte et områdeskred. De stabiliserende tiltak forventes å være motfylling ved behov.

I neste fase vil det være fornuftig å utføre supplerende grunnundersøkelser for å klarlegge om det er sprøbruddmateriale i løsneområdet Kleppekjerr vest. Derutover må vassdragene befares for å klarlegg erosjonsforholdene. I tillegg må antatt fjell befares.





Figur 24 Faresoner Kleppekjerr øst og Kleppekjerr vest.

## 6.21 Faresone Temsekrysset

Basert på løsmassekart kan det forventes å finne tykt dekke av hav- og fjordavsetninger i hele området.

De eksisterende grunnundersøkelser består av 79 dreietrykksonderinger, 14 totalsonderinger, 7 enkelsonderinger, 7 prøveserier og 12 vingeboringer. Nord for E18 traseen gir stort sett alle dreie- og totalsonderinger indikasjon på sprøbruddmateriale. Dette bekreftes av prøveserier og vingeboringer som alle påviser sprøbruddmasser.

Sør for E18 viser dreietrykksonderinger at det i hovedsaken treffes friksjonsmasser og leire, men enkelte av sonderingene viser indikasjon på sprøbruddmateriale. Det tyr på lokale lommer av sprøbruddmateriale.

For hovedfyllingen E18 er det i [27] anbefalt å skifte ut masser til fast bunn. Basert på tverrprofiler i denne rapporten er det tegnet opp det området der det kan forventes å være utført. Viser til Vedlegg D. De eksisterende grunnundersøkelser er utført før masseutskiftingen og det er derfor ikke grunnlag for å fastlegge om utskiftingen faktisk er utført og i så fald i hvor stor utstrekning. Dette må verifiseres i neste fase.

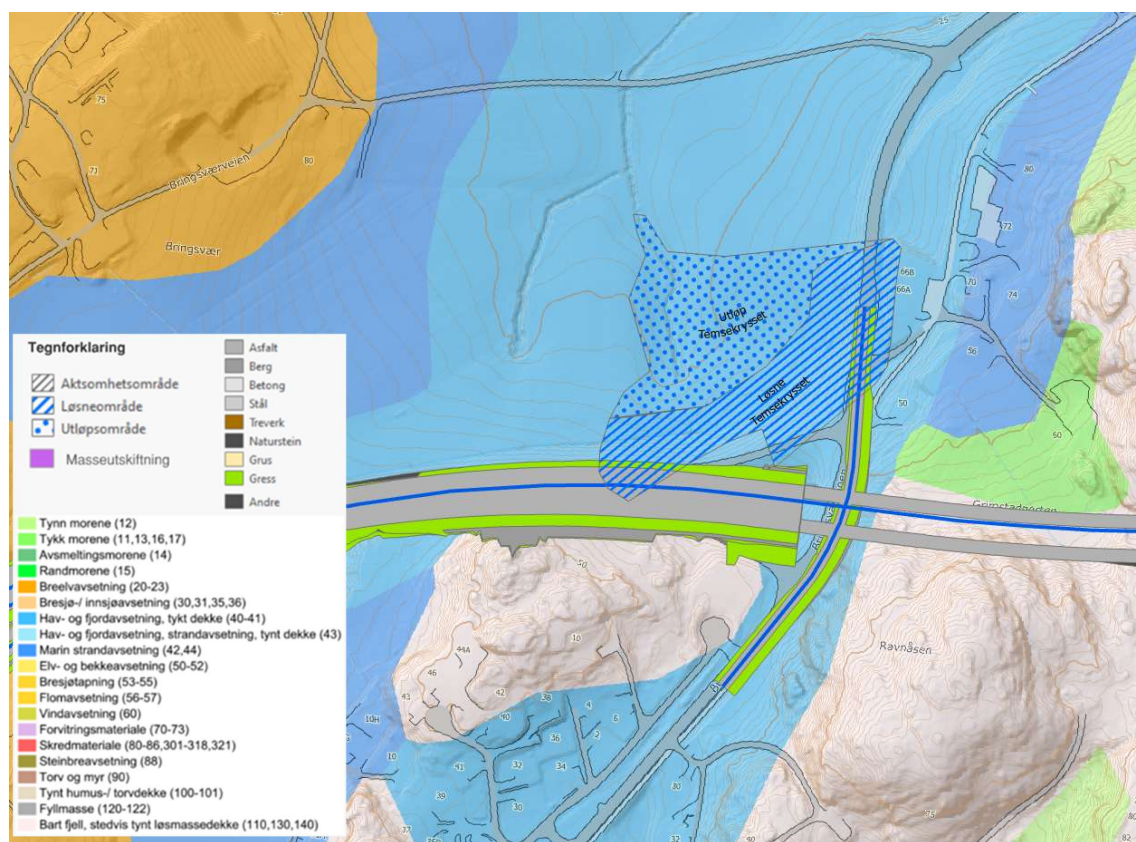


Det er ingen eksisterende faresone i området og det er ikke gjort befaring.

Fra krysset faller terrenget mot bekken i nordvest. Det er antatt utløp i åpent terreng. Dermed er det identifisert faresonen vist på Figur 25.

Det skal utføres bergskjæring på sørsiden av veien, og sprengning i forbindelse med dette samt i forbindelse med sprengning til tunnel kan gi vibrasjoner, som kan være kritiske for områdestabiliteten. Det forventes ikke at den nye veien vil forverre stabiliteten siden vårt tiltak er begrenset til sørsiden utenfor faresonen.

I området nordøst for Temsekrysset må det utføres supplerende grunnundersøkelser for å avkrefte at det finnes sprøbruddmasser. I området er det høyder og helninger, som tilsier skred, men ut fra relieffkart er det vurdert å være grunt til fjell. Det må også gjøres befaring for å verifisere antatt fjell og vurdere erosjon i bekkene.



Figur 25 Faresone Temsekrysset.

## 6.22 Faresone Bringsværmoen

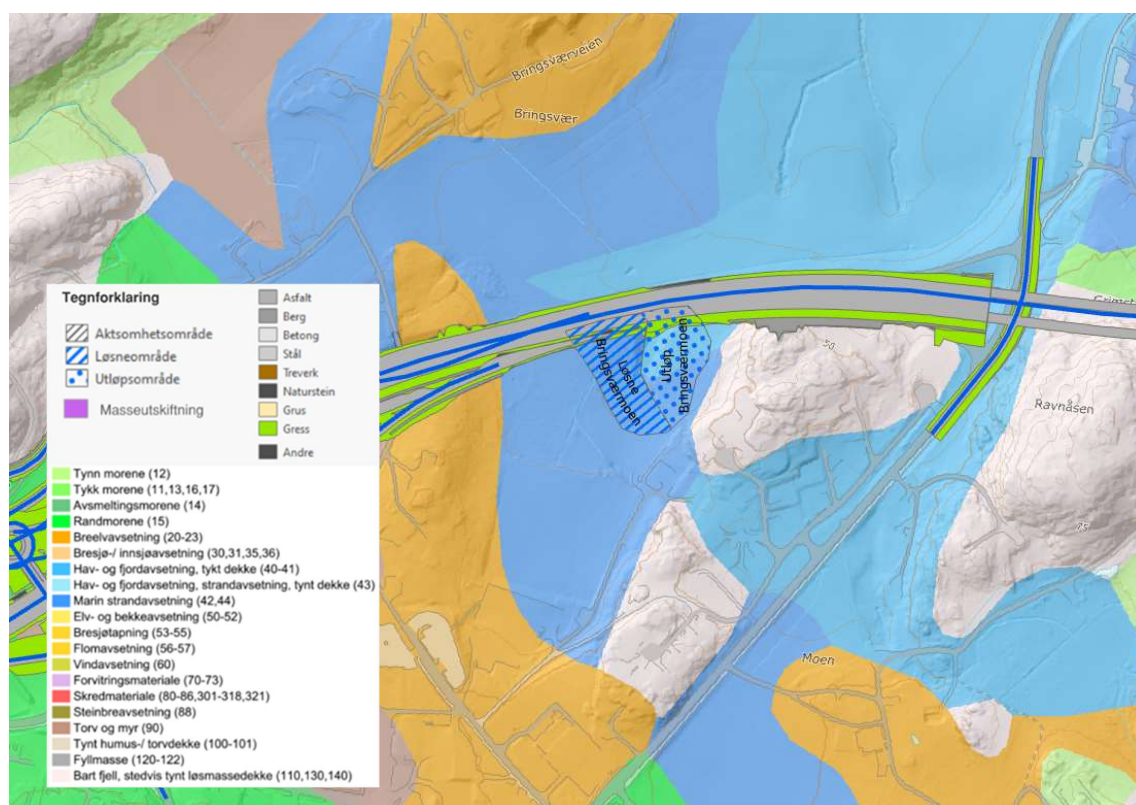
Løsmasser viser marine avleiringer, men 2 totalsonderinger angir primært friksjonsmasser. Det finnes kanskje sprøbruddmateriale fra 7-8 m dybde og noe sensitiv leire fra 37-40 m dybde i borehull 24044. I borehull 24043 er det indikasjon på sensitiv leire fra 42-25 m dybde.

Det er ikke tidligere utført befaring og det er ikke registret eksisterende faresone.

Skråningene er akkurat høyere enn 5 m og veldig bratte med helninger på ca. 1:2. Faresonen er vist på Figur 26 idet utløp er antatt i åpent terreng.

For å få viten om utbredelsen av sprøbruddmasser må det utføres supplerende totalsonderinger med prøveserier i løsneområdet. Dersom de supplerende grunnundersøkelser viser samme tendens som i borehull 24044, forventes stabiliserende tiltak å være veifylling av lette masser slik at den sensitive leiren i dybden ikke blir påvirket.

Det må på befaring vurderes erosjonsforhold i bekkene i topp og bunn av skråningen.



Figur 26 Faresone Bringsværmoen.

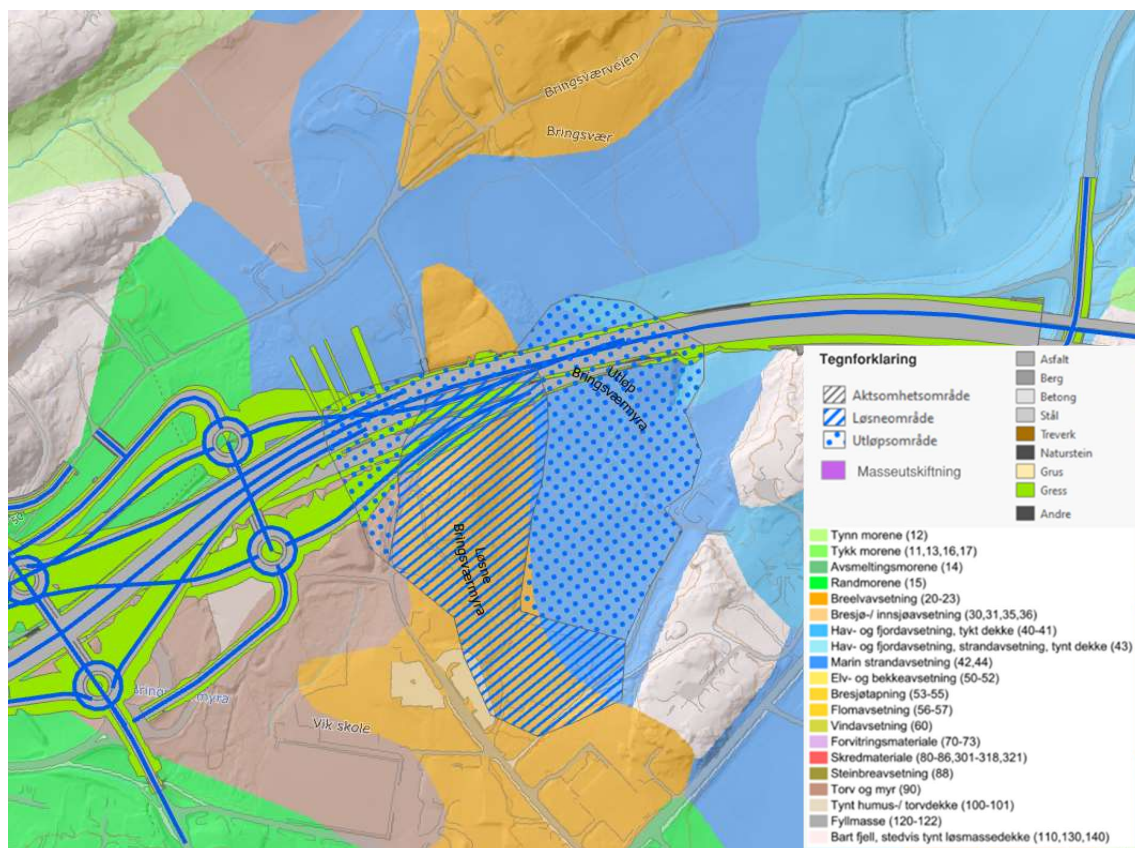
### 6.23 Faresone Bringsværmyra

Løsmassekart viser breelvavsetning i området. Det er mulig at det er underliggende marine avsetninger. Mot øst er det hav- og fjordavsetning. Mot vest er det torv og myr.

Det finnes ingen eksisterende grunnundersøkelser eller faresoner i området. Det er heller ikke befart.

Basert på løsmassekart og helningsanalysen er det identifisert løsne- og utløpsområde, som vist på Figur 27, idet det er antatt utløp i åpent terreng.

Det trenger å bli utført supplerende grunnundersøkelser slik løsmasser under breelvavsetningene kan avdekkes. Om det ikke finnes indikasjoner på sprøbruddmateriale kan faresonen friskmeldes. Det må på befaring verifiseres antatt fjell samt vurderes erosjon i bekker og vassdrag. Eventuelle stabiliserende tiltak avhenger av hva som de supplerende grunnundersøkelsene viser.



Figur 27 Faresone Bringsværmyra.



## 6.24 Faresone Spedalen

Løsmassekart indikerer randmorene i den nordlige delen av området og marine avsetninger i den sørlige delen.

I området der løsmassekart viser randmorene, gir noen av de eksisterende grunnundersøkelser små indikasjoner på sprøbruddmateriale. Dreietrykksondering NV2-35 er stoppet i 0,5 m dybde mot stein. Det er risiko for at de marine avsetninger går inn under randmorenen. Dette må sjekkes opp med supplerende totalsondering. NV2-110 er en dreietrykksondering med to tynne lag på ca. 10 cm som nesten ingen motstand har. Sonderingen stopper mot stein i 1,5 m dybde. NV-110T er en totalsondering i samme punkt, og denne viser at underliggende leire kan være sensitiv fra 2-4 m.u.t.

Grunnundersøkelsene i området der løsmassekart viser marine avsetninger gir også indikasjoner på sprøbruddmateriale. I tillegg er det påvist sprøbruddmateriale i punkt NV2-38.

Det er kartlagt eksisterende faresone 2136 - Spedalen i lav faregradsklasse og alvorlig konsekvensklasse. Det er ikke gjort noen stabilitetsberegninger.

I forbindelse med fastleggelse av den eksisterende faresone er det gjort befarings i Sævelibekken og konstatert lite til noe erosjon i den delen av bekken som er tett på E18 [24]. I bekken ut for borpunkt NV2-38 og ned mot J. M. Uglands vei er erosjon ikke vurdert til tross for at det er markert et punkt med erosjon i leire. I to punkter er det observert berg i dagen.

Det er konstruert en mur i gammel skredgrop for å forbedre stabiliteten.

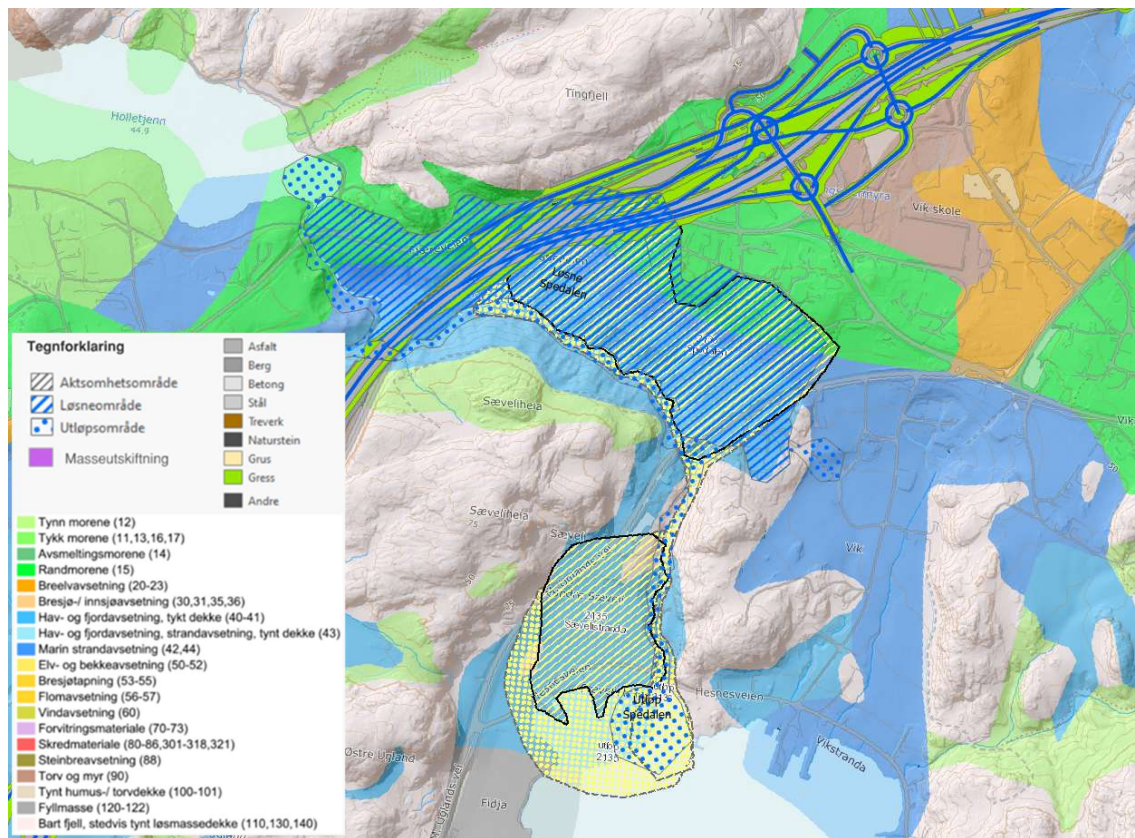
Topografien er preget av ravedalen rundt Sævelibekken. På sørsiden av bekken er det berg i dagen rundt Sæveliheia. På nordsiden av bekken er det både jevnt hellende terreng fra E18 ned mot bekken og platåterreng lengere mot øst.

Løsneområdet er utvidet ift. hva som er tegnet opp i den eksisterende faresonen. Det betyr at den identifiserte sonen strekker seg til Holletjenn mot vest som vist på Figur 28. Løsneområdet er primært antatt som kanalisert terreng, men kanalen løper ut i sjø (Holletjenn og Vikkilen) eller åpent terreng (øst for Vestre Vik).

Det planlagte tiltak krever 7,5 m veifylling ut i løsneområde. Det forventes at det som stabiliserende tiltak kan etableres kalksementpeler.

For å finne ut om det er sprøbruddmateriale under randmorenen er det nødvendig å utføre supplerende totalsondering rundt borpunkt NV2-35. Derutover må erosjonsforholdene avklares i de deler av bekken som ikke er allerede er avklart.





Figur 28 Faresone spedalen vist sammen med de eksisterende faresonene Spedalen og Sævelistranda.

## 6.25 Faresone Holletjenn

Løsmassekart viser randmorene i stor utstrekning mot sjøen Holletjenn. Mot veien indikeres marine avsetninger. A

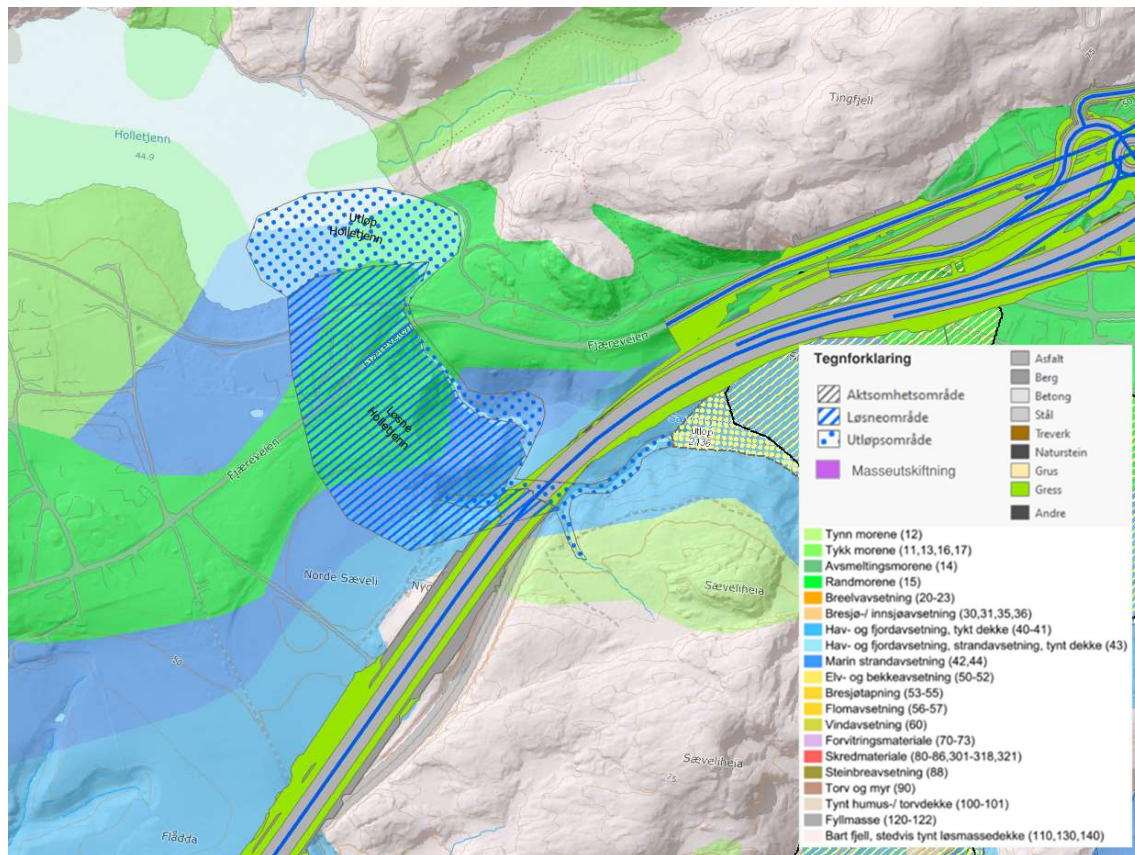
Det haves 2 dreietrykksonderinger. De viser begge noe sensitiv leire i 2-3 m dybde, kanskje det er sprø. I NV2-34 er det dessuten et ca. 0,5 m tykt lag i 8 m dybde, som indikerer sprøbruddmateriale.

Det er ingen eksisterende faresone i området og det er ikke gjort befaring.

Terrenget er ravinert med høye og bratte helninger ned mot bekken. For den delen av løsnedområdet som vender mot sjøen løper skredmassene ut i sjø (åpent terreng). De øvrige skredmasser løper i kanalisert terreng rundt ravinedalen. Faresonen er vist på Figur 29. Det må på befaring vurderes erosjonsforhold i bekken.

I det planlagte tiltaket skal det anlegges 5,7 m veifylling i området der det er identifisert løsnedområde. Stabiliserende tiltak forventes å være kalksementpeler.

I neste fase kan det vurderes å utføre supplerende totalsonderinger, evt. med opptak av prøveserier. Dette kan gjøre det mulig å innsnevre faresonen dersom det ikke treffes sprøbrudmasser.



Figur 29 Faresone Holletjenn.

## 6.26 Faresone Flådda øst, Flådda vest og Ugland

Løsmassekart viser store sammenhengende områder med tykt dekke av hav- og fjordavsetning.

De eksisterende grunnundersøkelser er konsentrert langs E18 traseen og gir veldig mange indikasjoner på sprøbruddmateriale i mektigheter opptil 20 m. Det finnes ikke grunnundersøkelser rundt ravineterrenget.

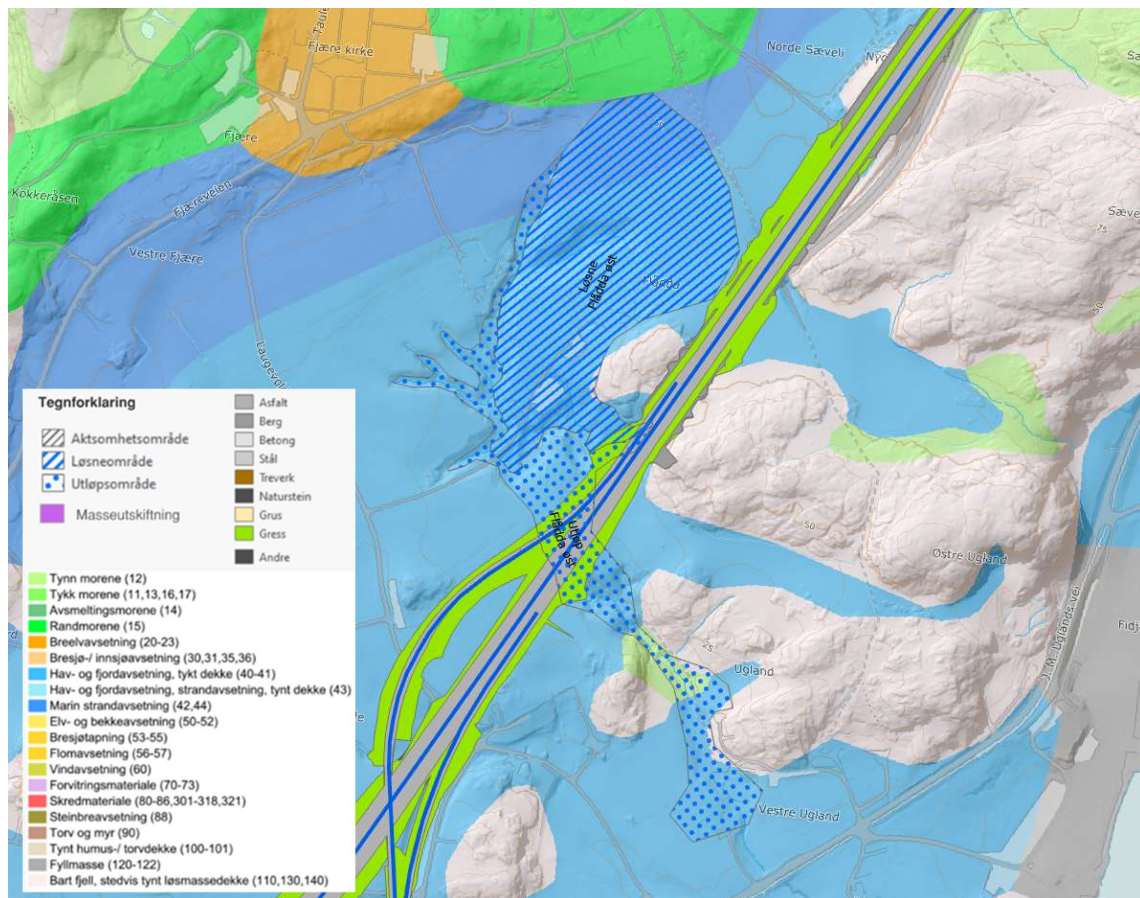
Det er ingen eksisterende faresone og det er ikke utført befaringsarbeid.

Terrenget er mye ravinert – spesielt nord for E18. Videre mot sør til J. M. Uglands vei åpner terrenget mere opp. Fordi terrenget er så ravinert skjer utløp av skredmassene naturligvis i kanalisert terreng. For alle tre faresoner strekker utløpet seg til det åpne terrenget før J. M. Uglands vei. De tre faresoner ses på Figur 30, Figur 31 og Figur 32.

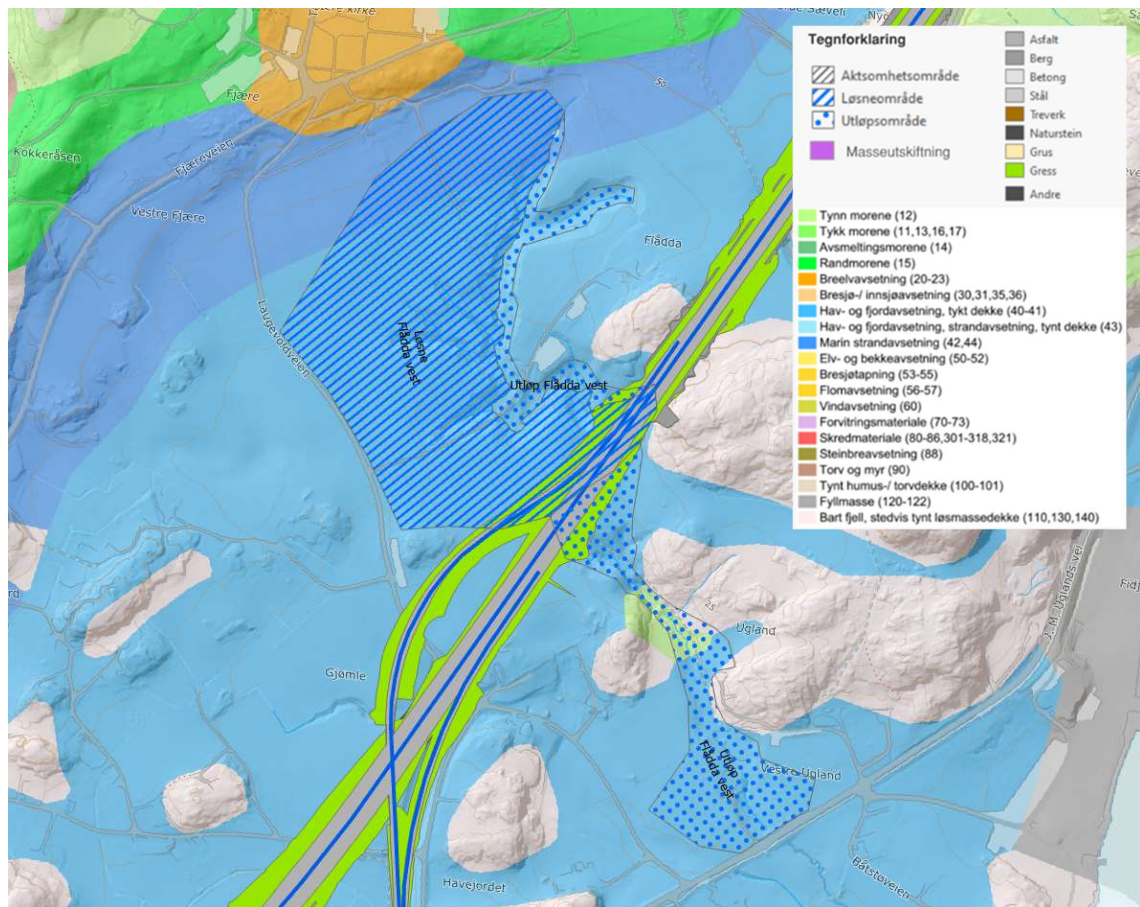


Tiltaket krever store veifyllinger ut i løснеområde. I tillegg skal det utføres litt bergskjæring som kan gi kritiske vibrasjoner og være kritisk for områdestabiliteten. Det forventes at den mest sannsynlige type av stabiliserende tiltak er kalksementpeler. Dette kan eventuelt kombineres med motfylling i bunn av skråningene.

Det må utføres supplerende grunnundersøkelser rundt ravinedalen nord for E18 for å avdekke omfanget av sprøbruddmateriale. Det må også gjøres befaring av bekkene for å klarlegge erosjonsforholdene. I tillegg må antatt fjell beføres.

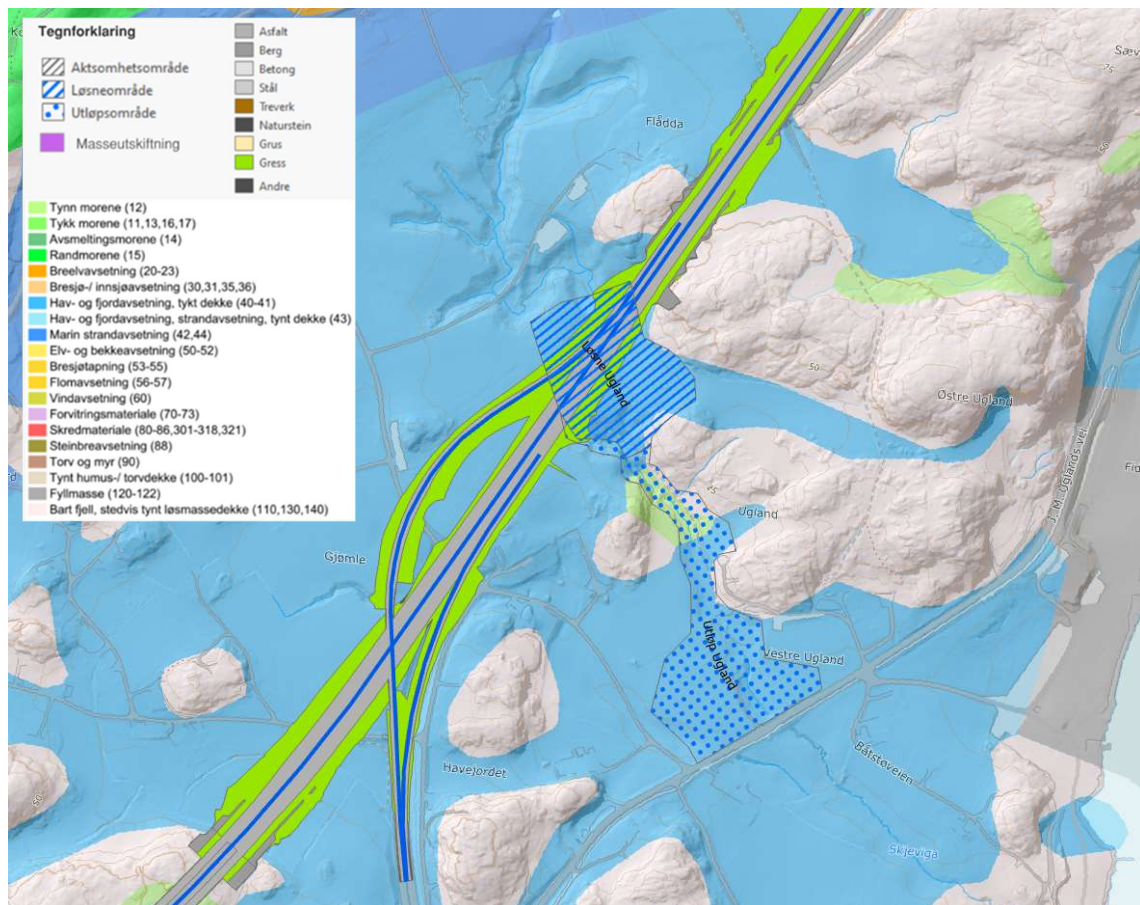


Figur 30 faresone Flådda øst.



Figur 31 Faresone Flådda vest.





Figur 32 Faresone Ugland.

## 6.27 Faresoner Gjømle og Gjømle sør

Løsmassekart viser store sammenhengende områder med tykt dekke av hav- og fjordavsetning.

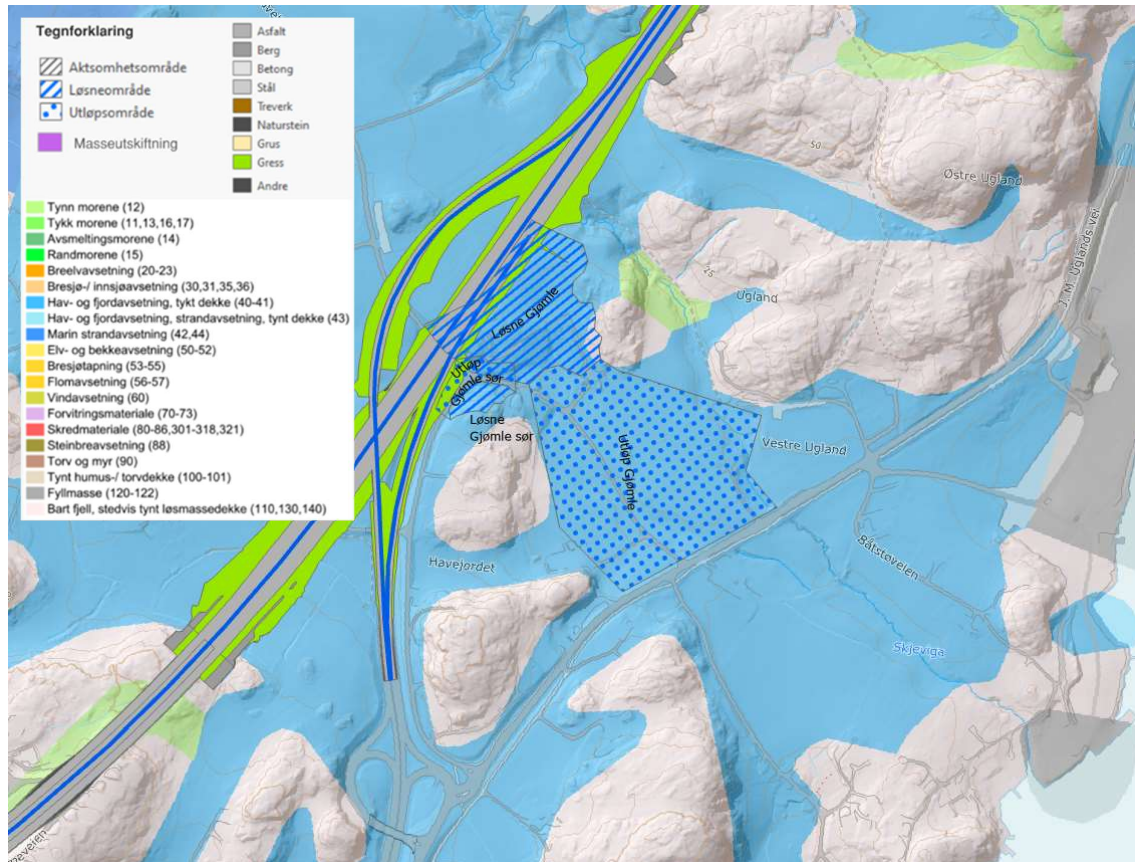
Det er utført 6 totalsonderinger som alle gir indikasjoner på sprøbruddmasser i mektigheter fra 1 til 8 m.

Det er ikke kartlagt eksisterende faresone og det er ikke utført befarig.

Overordnet sett er terrenghelningen egentlig forholdsvis slak (helning 1:11) men det er stor høydeforskjell på mere enn 12 m. Det planlagte tiltaket krever veifyllinger lagt ut i løsneområdet; noe som gir risiko for å starte et skred.

På Figur 33 er løsne- og utløpsområde vist idet det er antatt utløp i åpent terreng. Stabiliserende tiltak forventes å være kalksementpeler.

På befaring må det observeres om antatt fjell er korrekt. I tillegg må vassdrag på vestsiden av veien vurderes med tanke på om det er risiko for erosjon.



Figur 33 Faresoner Gjømle og Gjømle sør.

## 6.28 Faresoner Dybedal øst og Dybedal vest

Løsmassekart viser at det kan forventes å treffe tykt dekke av hav- og fjordavsetning i hele området.

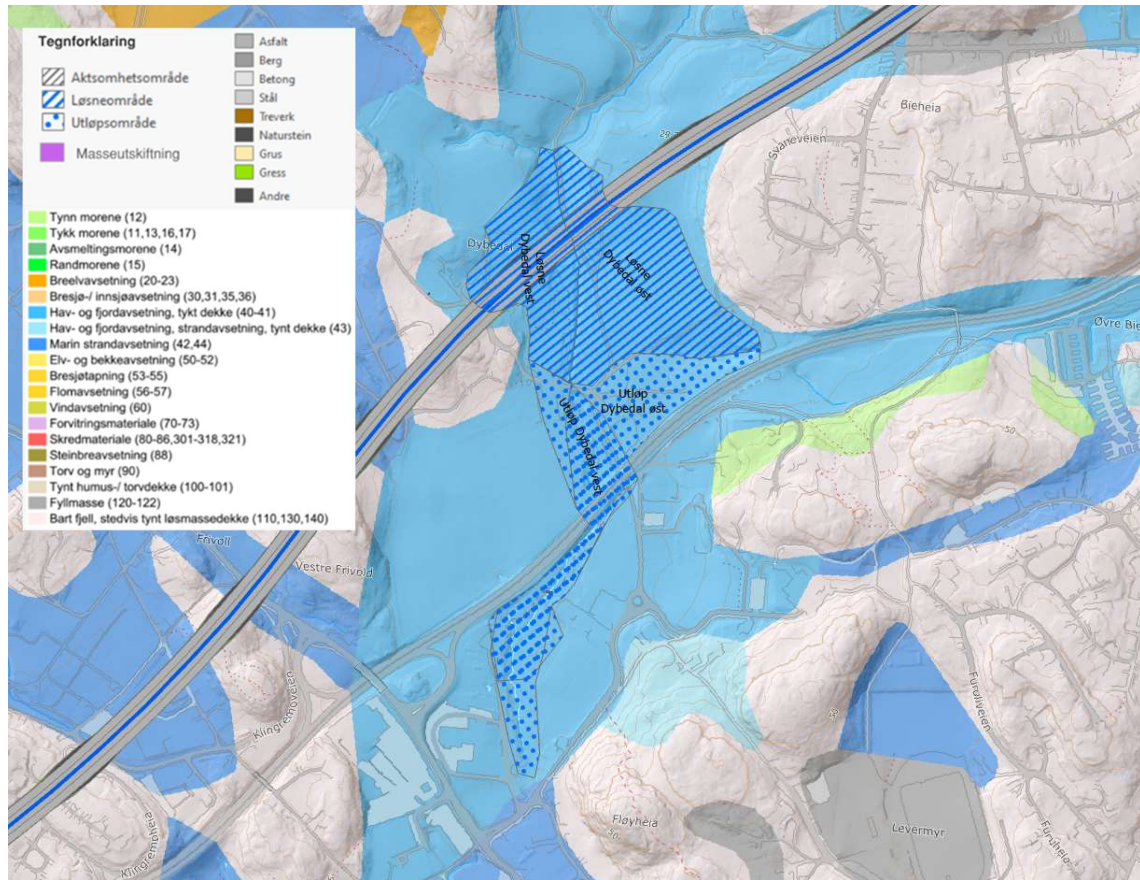
Det er utført over 30 grunnundersøkelser. I de fleste av dem er det tolket indikasjoner på sprøbruddmateriale i mere enn 10 m fra ca. 2 m dybde.

Traseen for E18 går rett igjennom ravinedalen der det er bratte skråninger som tilsier at et skred kan oppstå. Bekken i ravinedalen skiller de to løsneområder, men de har omtrent samme utløpsområde i delvis kanalisert terreng mot sør. Stabiliserende tiltak forventes å være kalksementpeler som eventuelt kan kombineres med motfylling.

Det er ingen eksisterende faresone og det er ikke tidligere utført befaring.



Det må i neste fase vurderes erosjonsforhold i bekken på befaring og kontrollere at berg i dagen er som forutsatt.



Figur 34 Faresoner Dybedal øst og Dybedal vest.

## 7 Videre arbeide

Det må i detaljreguleringsplanen utarbeides en full utredning av alle faresoner som kan påvirke tiltak for ny E18 med tilhørende sidearealer. Det kan være sidearealer for ny E18 som ikke er vurdert i denne fasen. Derfor må det, når mere detaljerte planer foreligger, gjøres en screening av alle sidearealer for å vurdere om det er faresoner innen planområdet som enda ikke er registrert.

Full utredning inkluderer i tillegg til denne rapporten:

- Befaring av faresonene med tanke på erosjon i vassdrag, berg i dagen, terrenginngrep og skred i området.
- Vurdering og utførelse av supplerende grunnundersøkelser.
- Vurdering av aktuelle skredmekanismer og avgrensning av løсне- og utløpsområde.
- Klassifisering av faresoner.
- Dokumentasjon av dagens og permanent sikkerhet. Dette inkluderer også vurdering av eventuelle stabiliserende tiltak.
- Innmeldelse av grunnundersøkelser til NADAG og faresoner til NVE.

I tillegg må det gjøres konsekvensutredning av alle stabiliserende tiltak. Dette inkluderer beskrivelse av hvordan miljøet og landskapet påvirkes. Både naturtyper på stedet og geologisk- og biologisk mangfold må ivaretas.

Tiltak i vassdrag for å sikre områdestabiliteten må vurderes etter vannressursloven. I tillegg må eventuelle endringer av erosjonsforhold i vannløp vurderes og ivaretas. Dersom tiltak i vassdrag kan medføre risiko for områdeskred nedstrøms elver og vannløp utenfor planområde må det gjøres kartlegging av risiko for områdeskred der endringer kan forekomme.



## 8 Konklusjon

I den innledende utredning av områdestabilitet av prosjektet ble det identifisert 34 aktsomhetsområder. Basert på den innledende avgrensning ble det vurdert 26 faresoner der utstrekning av løsne- og utløpsområde er vurdert utfra konservative betraktninger.

På nåværende tidspunkt vurderes tiltaket å være i tiltakskategori K4 da størstedelen av prosjektet er firefelts motorvei med tilhørende sideveier.

I tillegg til den innledende avgrensning av faresoner er det for hver faresone vurdert hvilke stabiliserende tiltak som forventes å være nødvendig/best egnet. Det må i detaljreguleringsplanen vurderes og utføres supplerende grunnundersøkelser til full utredning av hver faresone i henhold til NVE veileder 1/2019, samt utføres nødvendige stabilitetsvurderinger.

Vurderingene gjort i denne rapporten er foreløpige avgrensninger. Faresonene kan ikke meldes inn til NVE uten at det gjøres en full utredning av sonene.

Erosjonsforhold i vassdrag er ikke kartlagt i denne fasen. Erosjon er svært kritisk for områdestabiliteten om må tillegges særlig oppmerksomhet i neste fase. Dette gjelder især området ved Nidelva i og utenfor planområde.

## 9 Referanser

- [1] Norges vassdrags- og energidirektorat, «NVE veileder 1/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred,» Norges vassdrags- og energidirektorat, 2019.
- [2] Kommunal- og moderniseringsdepartementet, Plan og bygningsloven - pbl, 2008.
- [3] Direktoratet for byggkvalitet, «Byggteknisk forskrift (TEK17),» Direktoratet for byggkvalitet, 2021.
- [4] Statens vegvesen (SVV), «Vegnormal N200, Vegbygging,» 2021.
- [5] Standard Norge, «Eurocode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner, NS-EN 1990:2002+2005+NA:2016,» Norsk Standard, 2016.
- [6] Standard Norge, «Eurocode 7: Geoteknisk prosjektering- Del 1: Allmenne regler, NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016,» Norsk Standard, 2016.
- [7] Norges vassdrags- og energidirektorat, «Retningslinjer nr. 2/2011, Flaum- og skredfare i arealplanar,» Norges vassdrags- og energidirektorat, 2011.
- [8] Norges vassdrags- og energidirektorat, «NVE ekstern rapport nr. 9/2020, Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred,» Norges vassdrags- og energidirektorat, 2020.
- [9] Norsk Geoteknisk Forening, NGF, «Veiledning for utførelse av totalsondering,» NGF, Rev. nr. 1, 2018.
- [10] Norsk Geoteknisk Forening, NGF, «Veiledning for utførelse av dreitrykksondering,» NGF, Rev. 1, 1989.
- [11] Rambøll AS, «Grunnundersøkelser - KU, E18 Dørdal - Grimstad, Datarapport for planområder, E18 Arendal Grimstad,» Nye Veier, 2019.
- [12] Rambøll Norge AS, «Norges vassdrags- og energidirektorat, Kvikkleirekartlegging Arendal og Grimstad, Utlysningsområde 1, Oppdrag nr.: 1350024435, Rapport nr. 1,» Rambøll Norge AS, 2018.
- [13] Statens Vegvesen, Veglaboratoriet, «Fv 372 Bjorbekk-Løddesøl. Parsell Bjorbekk-Stampefoss. Geoteknisk undersøkelse. Oppdrag I-189A rapp 1,» Statens Vegvesen, 1979.
- [14] Statens Vegvesen, , «E18 Vik-Bie (Sævelid), Orienterende grunnundersøkelser, Oppdrag I-153A rapp. 1,» Statens Vegvesen, 1979.
- [15] Statens Vegvesen, Veglaboratoriet, «E18 Utenom Arendal. Parsell Sørsvann v Rannekleiv. Oppdrag I-159B rapp. 1,» Statens Vegvesen, 1976.
- [16] Statens Vegvesen, Veglaboratoriet, «E18 Utenom Arendal. Nidelva-Nedenes. Oppdrag I-159D rapp. 1,» Statens Vegvesen, 1976.
- [17] Statens Vegvesen, Veglaboratoriet, «E18 Utenom Arendal. Arendal Kirkegård-Sørsvann. Oppdrag I-159A rapp. 1,» Statens Vegvesen, 1974.

- [18] Vegdirektoratet, Veglaboratoriet, «E18 Utenom Arendal. Alternative linjer ved Skeiegårdene. Oppdrag I-159E rapp. 1,» Vegdirektoratet, 1988.
- [19] Vegdirektoratet, Veglaboratoriet, «E18 Temse-Bie. Temse-Sævelidåsen bru. Oppdrag I-235C rapp. 1,» Vegdirektoratet, 1987.
- [20] Vegdirektoratet, Veglaboratoriet, «E18 Temse-Bie. Temse-Sævelidåsen bru. Oppdrag I-235A rapp. 1,» Vegdirektoratet, 1987.
- [21] Statens Vegvesen, Aust-Agder vegkontor, «E18 Rannekleiv – Temse, grunnforhold ved Sandstø nedstrøms ny Nidelva bru,» Statens Vegvesen, 1998.
- [22] Statens Vegvesen, Aust-Agder vegkontor, «E18 Rannekleiv – Temse, delstrekninger mellom profil 3150 og profil 6610,» Statens Vegvesen, 1998.
- [23] Statens Vegvesen, Veglaboratoriet, «E18 Omlegging forbi Grimstad, Undergang ved profil 80610,» Statens Vegvesen, 1973.
- [24] Norges Geotekniske Institut, NGI, «Oversiktskartlegging av kvikkleire, Arendal og Grimstad - dokumentnr. 20160839-03-R,» NGI, 2018.
- [25] Norges vassdrags- og energidirektorat, NVE, «Ekstern rapport nr 6-2018 Regional kvikkleirekartlegging,» NVE, 2018.
- [26] Sweco Norge AS, «E18 Tvedestrand-Arendal, Grunnundersøkelser Longumvann/Harebakken,» SVV, 2012.
- [27] Veglaboratoriet (SVV), «E18 Rannekleiv-Temse, Temsekrysset, oppdrag I-159F, rapport nr. 4,» SVV, 1997.

## 10 Vedlegg

- A Tolkning av grunnundersøkelser
- B Helningsanalyse
- C Faresoner og aktsomhetsområder
- D Eksisterende masseutskiptning - Temsekrysset