



Vedlegg 2 til Fagrappport geoteknikk - Utredning av sikkerhet mot kvikkleire- skred – Område 4.2-1, Bakkevann

E18 Tvedestrand – Bamble. Detaljreguleringsplan.

Oppdragsnr:	100411
Oppdragsnavn:	E18 Tvedestrand – Bamble. Detaljreguleringsplan.
Dokument nr.:	Vedlegg 2 til NV38E18TB-GTK-RAP-0001
Filnavn	Fagrapport geoteknikk - kvikkleireutredning_Vedlegg 2.pdf

Revisjonsoversikt

Revisjon	Dato	Revisjon gjelder	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av
0.1	11.06.21	Uavhengig kvalitetssikring	BRBU	KRTS	KALA

Innhold

1	Sammendrag.....	4
2	Om dette vedlegget.....	5
3	Grunnlag og metodikk.....	6
4	Oversikt over området.....	7
5	Terreng og grunnforhold.....	8
5.1	Området nord for ny planlagt sidevei.....	9
5.2	Området langs eksisterende E18 og Bakkevannet.....	9
6	Aktuelle skredmekanismer, avgrensning av aktsomhetsområder.....	11
7	Sikkerhetskrav.....	14
8	Kritisk snitt og materialparametere.....	15
9	Stabilitetsvurderinger.....	16
10	Stabiliserende tiltak.....	17
11	Konklusjon.....	18
12	Vedleggs- og tegningsliste.....	19
13	Referanser.....	20

1 Sammendrag

Det er utført vurdering av sikkerhet mot kvikkleireskred for område 4.2-1 ved Bakkevannet. Utredning er basert på terrengforhold, befaring og tilgjengelige grunnundersøkelser.

Det er opptegnet to aktsomhetsområder. Tiltaket i forbindelse med etablering av ny adkomstvei nord for eksisterende E18 er vurdert å være i tiltakskategori K1. Det er vurdert at planlagte tiltak vil forverre stabiliteten i skråningen og stabiliserende tiltak vil derfor være nødvendig.

2 Om dette vedlegget

Dette vedlegget inngår i «*Fagrapport Geoteknikk - Utredning av sikkerhet mot kvikkleire-skred,*» og omhandler vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging i henhold til prosedyren gitt i NVE-veileder 1/2019, ref. [1], for RIG-område 4.2-1 som ligger i varslingsområdet ved Bakkevannet.

Eksisterende E18 skal omreguleres til fylkesvei i området. En mindre sidevei med tilkobling til eksisterende E18 etter omregulering til fylkesvei er planlagt.

3 Grunnlag og metodikk

Det henvises til hovedrapport for beskrivelse av gjeldende regelverk, veiledninger og metodikk som er benyttet for utredning av områdestabilitet.

Tabell 3-1 viser oversikt over tilgjengelige grunnundersøkelser for området. I forbindelse med detaljreguleringsplan er det utført befaring for kartlegging av berg i dagen og erosjonsforhold i skråninger ved bekkeløp og innsjøer. Informasjon fra befaring er benyttet som beskrevet i hovedrapporten.

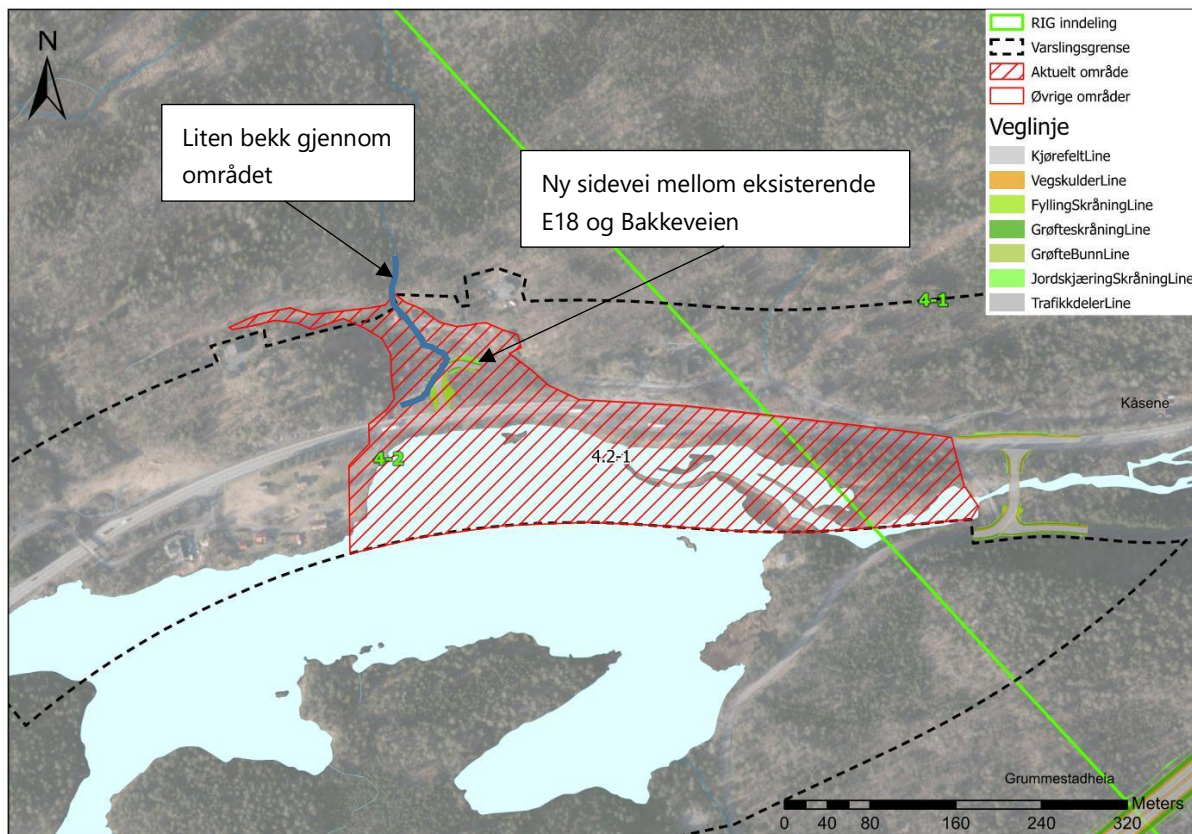
Tabell 3-1: Oversikt over rapporter med tilgjengelige grunnundersøkelser.

Bedrift	Rapportnavn	År	Oppdragsnr.	Omfang (relevant for området)	Kilde
Statens Vegvesen	E18 Rugtvedt-Dørdal, undersøkelser i Bakkevann, Datarapport	2014	Hd-1119A	15 totalsonderinger 4 prøveserier 3 vingeforsøk	[2]
Statens Vegvesen	E18 Rugtvedt-Dørdal, Bakkevann – Innledende geotekniske vurderinger	2015	Hd-1125A	Geoteknisk vurdering	[3]
Statens Vegvesen	Grunnundersøkelser E18, Parsell Sprang Bro – Sundbø, Bamble kommune	1965	47 – H62	Dreieboringer Prøveserier	[4]
COWI for Nye Veier	Datarapport - grunnundersøkelser	2021	A203403	Totalsonderinger	[5]

Området er i sin helhet under marin grense. Det er ikke kartlagt kvikkleiresoner i området.

4 Oversikt over området

Området ligger langs Bakkevannet jf. Figur 4-1. Eksisterende E18 går gjennom området fra øst mot vest. Eneste nye planlagte tiltak er ny sidevei, som etableres mellom eksisterende E18 og Bakkeveien som vist på figur. Det nye planlagte tiltaket er vurdert å være i tiltakskategori K1.

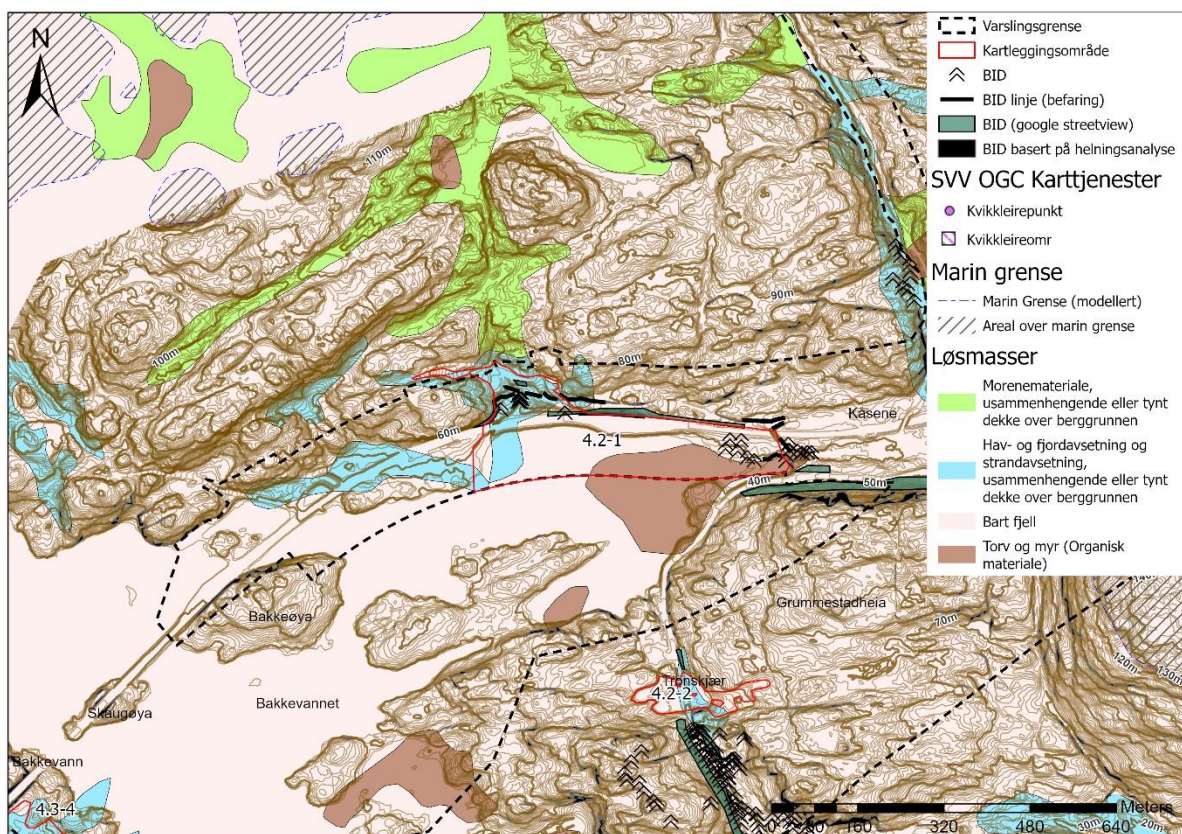


Figur 4-1: Oversiktskart over område 4.2-1 ved Bakkevannet.

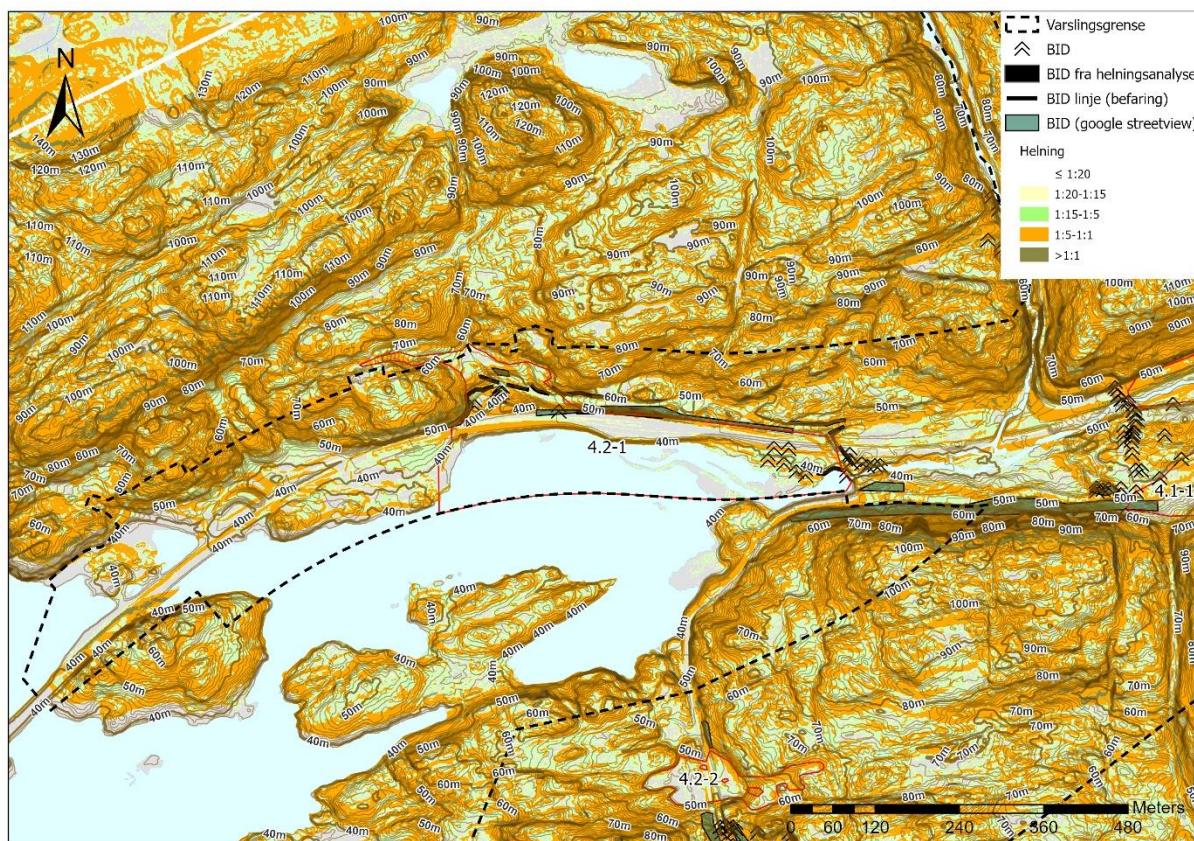
5 Terreng og grunnforhold

Området ved Bakkevannet ligger under marin grense. Kvartærgeologisk kart på Figur 5-1 indikerer at løsmasser i område mellom fjell består av tynt dekke med marine avleiringer og torvmasser.

Helningsanalyse på Figur 5-2 viser at helning flere steder er brattere enn 1:20. Skråningshøyde er større enn 5 m i store deler av området.



Figur 5-1: Kvartærgeologisk kart fra NGU over område 4.2-1.



Figur 5-2: Helningskart basert på kartdata fra høydedata.no.

5.1 Området nord for ny planlagt sidevei

Området nord og nordvest for ny planlagt vei er karakterisert av synlig berg i dagen. Det kan likevel ikke avvises at det kan treffes større mektighet av leire i området. Mulig aktsomhetsområde kan derfor ikke avvises her. Nye planlagte tiltak vil ikke forverre stabiliteten i dette området da den nye delen vil bli etablert på berg i dagen i nordlig ende. Bekkeløpet som går rett gjennom området er på befaring funnet å ligge i berg uten indikasjoner på erosjon.

Siden det nye planlagte tiltaket ikke forverrer stabiliteten og det ikke er tegn på erosjon i bekkeløpet, gjøres det ikke en opptegning av den nordlige delen og området vurderes ikke videre i dette prosjektet.

5.2 Området langs eksisterende E18 og Bakkevannet

Området langs Bakkevannet er dominert av eksisterende E18. Sjøbunn i Bakkevannet ligger grunt, og vanddybde forventes maksimalt å være 1,5 m inntil 20 m fra land. Grunnundersøkelser i Bakkevannet viser torv til mellom 4-5,5 m dybde, deretter

påtreffes bløt kvikkleire og sensitiv silt over faste masser/berg. Fra veibane til fyllingsfot (overgang til sjøbunn) ved eksisterende E18 er høydeforskjellen mellom 5-6 m. Det er derfor risiko for kvikkleireskred i området.

Langs eksisterende E18 ved planlagt ny sidevei går det en kløft fylt med stor mektighet av bløte leiremasser i sjøen, se Figur 6-1 og Figur 6-2. Dybden til berg er funnet opp til 22 m.

Eksisterende E18 er i [4] beskrevet å skulle utføres ved massefortrengning og sprengning i fot av fylling, noe som SVV bekrefter trolig er utført. Kvaliteten av denne massefortrengning er ved planlagt ny adkomstvei undersøkt i [2] og [3], hvor det i [3] angis at dagens fylling ser ut til å være stabil, noe som kan tyde på at massefortrengning var vellykket. Det er i [2] likevel funnet indikasjoner på at det kan være bløte lag av leire som går inn under fyllingsfot. Derfor er det utført fire nye totalsonderinger (borepunkt 42034, 42035, 42036 og 42037) i veiskulder mot Bakkevannet, jf. [5]. Totalsonderingene indikerer at det ikke treffes sprengstein i overgang til fjell. Massene under sprengsteinsfylling varierer i tykkelse fra ca. 1 m til 3 m. På bakgrunn av informasjon fra boreformann om problemer med høy stangfriksjon, kan massene under sprengsteinsfylling fra utførte totalsonderinger ikke avvises å være kvikkleire eller sprøbruddmateriale.

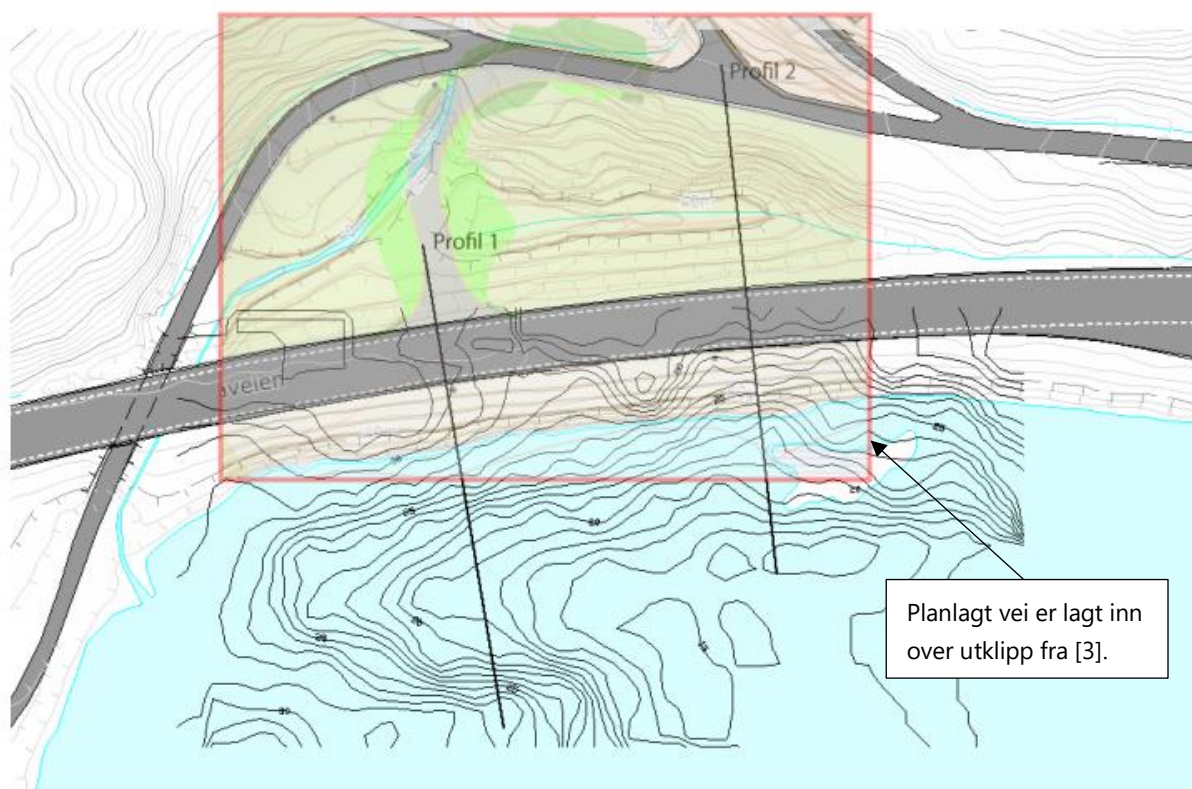
For området hvor ny vei planlegges (nord for eksisterende E18) er det i eksisterende grunnundersøkelser beskrevet at berg treffes i ca. 1-1,5 m dybde. Disse masser er vurdert ikke å være kvikke avleiringer.

Faktisk utførelse av eksisterende E18 i vestlige ende ved Bakkeøy er ikke kjent og vurderes ikke da det ikke er planlagt tiltak/fysiske endringer i dette området.

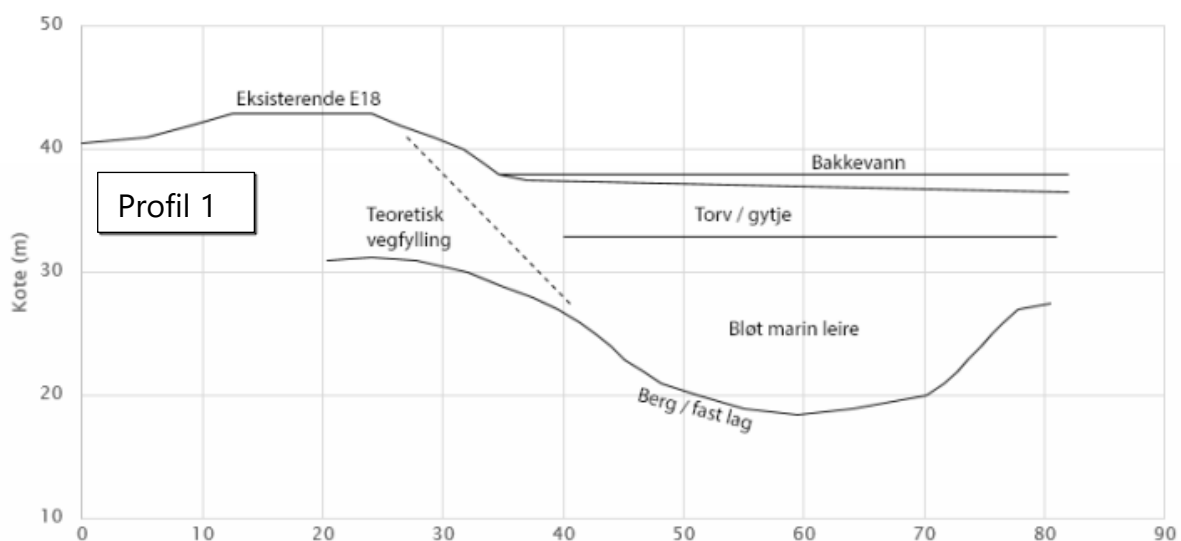
6 Aktuelle skredmekanismer, avgrensning av aktsomhetsområder

Utklipp fra [3] er vist på Figur 6-1 og Figur 6-2. På Figur 6-1 vises kurvelinjer for bergkote, basert på grunnundersøkelser i [4]. Ut fra disse linjer er snitt tegnet opp som angitt på Figur 6-2. Det er vurdert at profilangivelse på plan og snitt i [3] er byttet rundt. I nedenstående er profilnummer angitt slik det skal være korrekt.

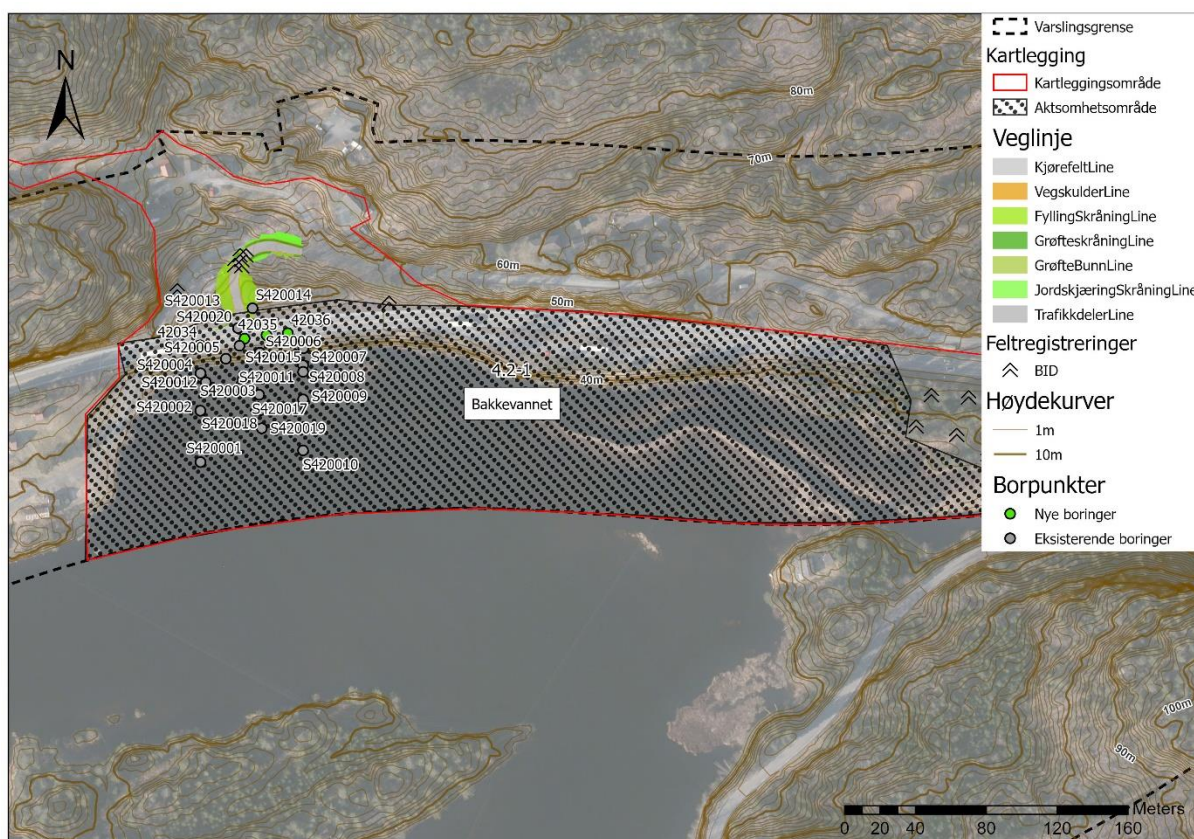
Dybde til berg er som tidligere beskrevet kontrollert ved 4 totalsonderinger i veiskulder mot Bakkevannet. Boringene viser at berg i boringene ved tilkobling ligger omtrent 2 m høyere enn forutsatt i [3]. Nytt vurdert snitt i Profil 1 er tegnet opp jf. Vedlegg 11, Tegning 4.2-1-A01. Basert på Vedlegg 11, Tegning 4.2-1-A01 vurderes det mest sannsynlig at et skred vil skje enten som rotasjonsskred eller flakskred. Aktsomhetsområdet for kvikkleireskred forventes derfor avgrenset i bakkant av eksisterende fylling. Vurdert aktsomhetsområde mot Bakkevannet er vist på Figur 6-3. Utstrekning av aktsomhetsområdet er kun vurdert innenfor varslingsgrensen.



Figur 6-1: Forenklede høydekurver over dybde til berg/fastemasser vurdert i [3] utfra grunnundersøkelser i [4].



Figur 6-2: Tverrsnitt av dagens E18 der ny planlagt sidevei etableres. Ref. [3]. Teoretisk veifylling er ikke bekreftet.



Figur 6-3: Vurdert aktsomhetsområde, Bakkevannet, ved Bakkevannet.

Vest for aktsomhetsområdet, Bakkevannet ved Bakkeøy, er det registrert et aktsomhetsområde som angitt på Figur 6-4. Det er ikke planlagt tiltak i området, men området reguleres for omregulering av E18 til fylkesvei. Det er kun utført en

avgrensning av aktsomhetsområdet. Hvis det planlegges tiltak i området, må en mere detaljert vurdering i henhold til NVE veileder 1/2019 utføres.



Figur 6-4: Vurdert aktsomhetsområde, Bakkeøy, ved Bakkevannet.

7 Sikkerhetskrav

Tiltaket for ny adkomstvei vurderes å være i tiltakskategori K1. Hvis tiltaket ikke forverre stabiliteten, er krav til sikkerhet oppfylt. Dersom stabiliteten forverres av tiltaket, er sikkerhetskrav:

- $F_{c\phi} = 1,25$ (Sikkerhetskrav)
- $F_{cu} = 1,40 \cdot f_s = 1,61$ (Sikkerhetskrav)

Utover krav til sikkerhet for områdestabilitet må lokalstabiliteten i både midlertidig og permanent situasjon for den nye fyllingen sikres.

8 Kritisk snitt og materialparametere

Stabilitetsberegning er vist i Vedlegg 11, Tegning V4.2-1-A02.

Udrenert skjærstyrke for kvikkleiren er vurdert utfra vingeforsøk i borepunkt A2-ving fra [2]. Tolkning jf. Vedlegg 10, Figur 4.2-1-1 viser udrenert direkte skjærstyrke på omtrent 10 kPa for hele laget med kvikkleire. Udrenert skjærstyrke for kvikkleiren under eksisterende veifylling er vurdert er basert på normalkonsolidert tilstand ved bruk av SHANSEP-verdier. Valgte parametere er vist i Tabell 8-1.

Last på veifylling for eksisterende E18 er i henhold til krav i SVVs håndbok N200, [6], på 15 kPa korrigert med lastfaktor på 1,3. Last på ny adkomstvei er vurdert til halvparten av 15 kPa, korrigert med lastfaktor på 1,3.

Bakkevannet er regulert. Laveste regulerte vannstand er på kote +35,7. Konservativt er det valgt å plassere grunnvannsnivå på sjøbunn i beregningen. Grunnvannsnivå er vurdert å øke til eksisterende terreng bak fylling for eksisterende E18 som angitt på beregning.

Tabell 8-1: Tolkede materialparametere.

Lag	Tyngdetetthet γ/γ' [kN/m ³]	Udrenert skjærfasthet c_{uA} [kPa]	Friksjonsvinkel φ [°]	Kohesjon c' [kPa]
Sprengsteinsfylling	19,0/9,0	-	38	3,9
Antatt kvikkleire*	16,5/6,5	NC-leire, $0,25 \cdot \sigma'_{v0}$	-	-
Torv	16,5/6,5	-	20	0

* A/D/P = 1,00/0,63/0,35

9 Stabilitetsvurderinger

Stabilitetsvurdering i dagens situasjon for udrenert tilstand, vist på Vedlegg 11, Tegning 4.2-1-A02, indikerer at et eventuelt flakskred vil ha lavere stabilitet enn dagens sikkerhetskrav. Påkjenning fra nytt tiltak på bakside av fylling for eks. E18 må forventes å forverre stabiliteten. Det må derfor gjøres tiltak som stabiliserer fyllingen mot Bakkevannet.

10 Stabiliserende tiltak

Det nye planlagte tiltaket forventes å forverre stabiliteten. Det må derfor gjøres stabiliserende tiltak i en utstrekning som både sikrer at

- det ikke skjer forverring av stabiliteten, og at
- planlagte tiltak ikke påvirkes av sideveis utbredelse fra skred.

Mulig tiltak kan være delvis masseutskiftning med lette masser til et nivå som sikrer, at det ikke skjer forverring av stabiliteten. Alternativt kan det oppnås tilstrekkelig sikkerhet ved masseutskiftning til berg eller jet-grouting av leiren under eks. fylling.

Stabiliteten av området i utførselsfasen må ikke forverres. Det må i detaljprosjekteringen sikres at lokalstabiliteten overholdes for de planlagte tiltakene.

11 Konklusjon

Aktsomhetsområder er vurdert på bakgrunn av befarings, grunnundersøkelser og stabilitetsberegninger. Der er funnet at ny adkomstvei vil forverre stabiliteten i området dersom fylling for denne utføres med f.eks. sprengstein. Stabiliserende tiltak må utføres for å sikre ikke forverring eller nødvendig sikkerhetsnivå. Det må i detaljprosjekteringen sikres at krav til områdestabilitet og lokalstabiliteten er ivaretatt før anleggsarbeider startes opp.

Det er krav til intern kvalitetssikring av dette vedlegg.

12 Vedleggs- og tegningsliste

Vedlegg nr.	Type	Navn	Beskrivelse
10	Figur	4.2-1-1	Tolkning av vingeforsøk i borpunkt A2-ving fra [2].
11	Tegning	V4.2-1-01	Plantegning område 4.2-1
11	Tegning	V4.2-1-A01	Snitt A-A område 4.2-1 Kritisk snitt, antatt lagdeling og vurdering av skredmekanisme
11	Tegning	V4.2-1-A02	Snitt A-A område 4.2-1 Stabilitetsberegning Dagens situasjon, Udrenert beregning

13 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] Statens Vegvesen, «E18 Rugtvedt - Dørdal, Undersøkelser i Bakkevann, Datarapport,» Statens Vegvesen, Oppdragsnr. Hd-1119A, Rapport nr. 201008596-780, 2014.
- [3] Statens Vegvesen, «E18 Rugtvedt - Dørdal, Bakkevann - innledende geotekniske vurderinger,» Statens Vegvesen, Oppdragsnr. Hd-1125A, Rapport nr. 2010018596-901, 2015.
- [4] Statens Vegvesen, «Grunnundersøkelser for motorvei E18, parsell Sprang bro - Sundbø, Bamble kommune,» Statens Vegvesen, Oppdragsnr. Hd-47-H62, 1965.
- [5] COWI AS, «Datarapport - grunnundersøkelser,» Nye Veier, 2021.
- [6] Statens Vegvesen, «Håndbok N200: Vegbygging,» 2018.