



# Geoteknikk

FV310 Nykirke-Søndre Vegge G/S-veg  
Geoteknisk data- og vurderingsrapport

Horten kommune

Ressursavdelingen

Zd-326A





**Statens vegvesen**

# Oppdragsrapport

Nr. Zd-326A

Labsysnr. 2190007

## Geoteknikk

FV310 Nykirke-Søndre Vegge G/S-veg  
Geoteknisk data- og vurderingsrapport

### Region sør

Ressursavdelingen

Vegteknisk

Postadr. Postboks 723 Stoa

4808 ARENDAL

Telefon 22073000

[www.vegvesen.no](http://www.vegvesen.no)

UTM-sone	Euref89 Ø-N	Oppdragsgiver:	Antall sider:
33	238860 - 6597561	Plan og prosjektering Vestfold v/ Øyvind Søfteland	32
Kommune nr.	Kommune	Dato:	Antall vedlegg:
0701	Horten	2020-03-13	8
		Utarbeidet av (navn, sign.)	Antall tegninger:
		Mario Wagner Weise	55
Prosjektnummer	Oppdragsnummer	Seksjonsleder (navn, sign.)	Kontrollert
207746	Zd-326A	Ragnar Gjermundrød	Olav Henneseid
Sammendrag			

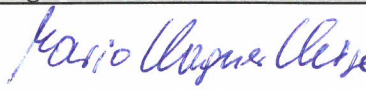
Dette er en data- og vurderingsrapport som viser utførte grunnundersøkelser og målinger og vurderer planlagte tiltak for prosjektet FV310 Nykirke-Søndre Vegge G/S-veg langs den tradisjonelle strekningen og alternativvarianter og utfører i løpet av året 2019. Det er i tillegg vist tidligere utførte grunnundersøkelser i oversiktstegningene til orientering. Rapporten viser også resultater fra rutinemessige laboratorieforsøk og spesialforsøk på opptatte prøveserier. Det er installert og målt poretrykksmålere i fire forskjellige lokasjoner på forskjellige nivå. Det er påvist mye kvikkleire og sprøbruddmateriale i prosjektområdet. Det er krav på utredning etter NVE veileder 7/2014. Utredningene kunne innfri kravene på områdestabilitet under visse forutsetninger. Det ble utført flere stabilitetsanalyser. Vurderingene viser stort sett at de planlagte tiltakene kan utføres uten avbøtende tiltak under visse forutsetninger.

Emneord

data- og vurderingsrapport, grunnundersøkelser, totalsondering, cptu, poretrykksmåling, kvikkleire, sprøbruddmateriale, stabilitetsvurderinger

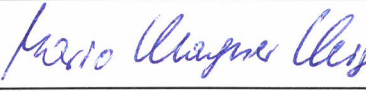
**GEOTEKNISK KATEGORI/KONSEKVENSKLASSE**

Geoteknisk kategori	Konsekvens-/ pålitelighetsklasse		Konsekvens- klasse	Beskrivelse
Geoteknisk kategori 1	CC1/RC1	<input type="checkbox"/>	CC1	<b>Liten</b> konsekvens i form av tap av menneskeliv, og <b>små eller uvesentlige</b> økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser
Geoteknisk kategori 2	CC2/RC2	<input checked="" type="checkbox"/>	CC2	<b>Middels</b> stor konsekvens i form av tap av menneskeliv, <b>betydelige</b> økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser
Geoteknisk kategori 3	CC3/RC3 ev RC4	<input type="checkbox"/>	CC3	<b>Stor</b> konsekvens i form av tap av menneskeliv, eller <b>svært store</b> økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser

Kategori/konsekvensklasse er fastsatt av			
	Enhet/navn	Signatur	Dato
Geoteknisk prosjekterende	Mario Wagner Weise (SVV sør tidl./nå Viken FK)		2020-03-13
Oppdragsgiver	Plan og prosjektering Vestfold ved Øyvind Søfteland (SVV sør tidl./nå VTFK)		

Kommentarer til valg av geoteknisk kategori/konsekvensklasse (pålitelighetsklasse)
<p>Prosjektet skal krysse en allerede registrert kvikkleiresone i vest og det er også registrert kvikkleire gjennom grunnundersøkelser utført for dette prosjektet. Tiltakene som er planlagt er relativt lite og de skal påvirke ikke områdestabiliteten negativt. Det er påvist sprøbruddmateriale og kvikkleire i deler av prosjektet, men grunnforholdene kan karakteriseres som homogene og oversiktlige. Det er utført omfattende grunnundersøkelser og feltundersøkelser. Og i tillegg er det utført stabilitetsforbedrende tiltak tidligere ved Nykirke (lukking av bekk, oppfylling av bekkedalen, motfylling til tidligere omlagt fylkesveg og oppfylling av raviner. Derfor ansees forsvarlig med geoteknisk kategori 2. Det er derfor valgt å benytte geoteknisk kategori 2 langs hele strekningen med løsmasser.</p>

**PROSJEKTKONTROLL**

	Enhet/Navn	Signatur	Dato
Grunnleggende kontroll	Mario Wagner Weise		2020-03-13
Kollegakontroll			
Utvidet kontroll			
Uavhengig kontroll			
Godkjent			

Kontrollklasse	Kontrollform					
	Prosjektering			Utførelse		
	Grunnleggende kontroll	Kollega-kontroll	Uavh. eller utvidet kontroll	Basis kontroll	Intern systematisk kontroll	Uavhengig kontroll
B (begrenset)	kreves	kreves ikke	kreves ikke	kreves	kreves ikke	kreves ikke
N (normal)	kreves	kreves	kreves ikke	kreves	kreves	kreves ikke
U (utvidet)	kreves	kreves	kreves	kreves	kreves	kreves

## INNHALDSFORTEGNELSE

INNHALDSFORTEGNELSE .....	3
VEDLEGGSOVERSIKT .....	3
1 INNLEDNING/ORIENTERING .....	5
2 TIDLIGERE UNDERSØKELSER .....	5
3 MARK- OG LABORATORIEUNDERSØKELSER.....	6
4 GRUNN- OG FUNDAMENTERINGSFORHOLD .....	7
4.1 Geoteknisk klassifisering.....	7
4.2 Generelt .....	8
4.3 Løsmasser og skredfare .....	8
4.4 Stabilitetsvurdering.....	12
4.5 Profil ca. 0000 - 0280 .....	18
4.5.1 Grunnforhold.....	18
4.5.2 Stabilitetsforhold .....	19
4.5.3 Fundamenteringsforhold .....	20
4.6 Profil ca. 0280 - 0970 .....	20
4.6.1 Grunnforhold.....	20
4.6.2 Stabilitetsforhold .....	22
4.6.3 Fundamenteringsforhold .....	23
4.7 Profil ca. 0970 - 1820 .....	23
4.7.1 Grunnforhold.....	23
4.7.2 Stabilitetsforhold .....	25
4.7.3 Fundamenteringsforhold .....	25
4.8 Profil ca. 1820 - 2850 .....	26
4.8.1 Grunnforhold.....	26
4.8.2 Stabilitetsforhold .....	27
4.8.3 Fundamenteringsforhold .....	28
4.9 Alternativ variant langs Skaaneveien / Kopstadveien / Fv670 Hellandveien .....	28
4.9.1 Grunnforhold.....	29
4.9.2 Stabilitetsforhold .....	29
4.9.3 Fundamenteringsforhold .....	29
5 VIDERE ARBEIDER .....	30
6 REFERANSER .....	31

## VEDLEGGSOVERSIKT

Bilag 1A:	Tegningsforklaring (for geotekniske kart og profiler)
Bilag 2:	Oversiktskart i målestokk 1:50 000 i (A4 format)
Bilag 3:	Borpunktoversikt (nye boringer 2019, tidligere gu fra 1968)
Bilag 4:	Labundersøkelser
Bilag 5:	Tolkning trykksonderinger (kontrollskjemaer og forskjellige tolkningsregneark)
Bilag 6:	Poretrykksmålinger
Bilag 7:	NVE atlas Naturfarekart, NGU løsmassekart
Bilag 8:	Stabilitetsberegninger

Tegninger

Tegn.		Målestokk	Format
V00:	Oversiktsplan alle tegninger V01-V10		A3
V01:	Oversiktstegning / Profil 0000-0410 /	1:1000	A3
V02:	Oversiktstegning / Profil 0370-0630 /	1:1000	A3
V03:	Oversiktstegning / Profil 0630-1010 /	1:1000	A3
V04:	Oversiktstegning / Profil 1040-1330 /	1:1000	A3
V05:	Oversiktstegning / Profil 1330-1830 /	1:1000	A3
V06:	Oversiktstegning / Profil 1830-2240 /	1:1000	A3
V07:	Oversiktstegning / Profil 2240-2640 /	1:1000	A3
V08:	Oversiktstegning / Profil 2640-2850 /	1:1000	A3
V09:	Oversiktstegning /	1:1000	A3
V10:	Oversiktstegning /	1:1000	A3
V11:	tidligere ravinlandskap før omlegging av tidligere Rv310		A3
V12:	Enkeltboringer borprofiler 01, 02, 03 /	1:200	A3
V13:	Enkeltboringer borprofiler 04, 05, 06, 07 /	1:200	A3
V14:	Enkeltboringer borprofiler 08, 09, 10, 15 /	1:200	A3
V15:	Enkeltboringer borprofiler 11, 12, 13, 15 /	1:200	A3
V16:	Enkeltboringer borprofiler 16, 41, 41 /	1:200	A3
V17:	Enkeltboringer borprofiler 16, 20, 21, 22 /	1:200	A3
V18:	Enkeltboringer borprofiler 23, 24, 25, 26 /	1:200	A3
V19:	Enkeltboringer borprofiler 27, 28, 32, 32A, 32B, E33 /	1:200	A3
V20:	Enkeltboringer borprofiler 29, 30, 31, 32C /	1:200	A3
V21:	Enkeltboringer borprofiler 59, 56, 34, 59, 60, 61, 62 /	1:200	A3
V22:	Enkeltboringer borprofiler 35, 36, 46, 47 /	1:200	A3
V23:	Enkeltboringer borprofiler 37, 40, 45 /	1:200	A3
V24:	Enkeltboringer borprofiler 38, 39, 43, 44 /	1:200	A3
V25:	Enkeltboringer borprofiler 14A, 48, 49, 50, 51, 52 /	1:200	A3
V26:	Tverrprofil profil 0034 ved bh 01, 02, 03 /	1:200	A3
V27:	Tverrprofil profil 0094 ved bh 04, 06, 07 /	1:200	A3
V28:	Tverrprofil profil 0214 ved bh 05, 08 /	1:200	A3
V29:	Tverrprofil profil 0294 ved bh 13, 15 /	1:200	A3
V30:	Tverrprofil profil 0334 ved bh 12 /	1:200	A3
V31:	Tverrprofil profil 0354 ved bh 11, 12 /	1:200	A3
V32:	Tverrprofil profil 0454 ved bh 20 /	1:200	A3
V33:	Tverrprofil profil 0574 ved bh 21, 22 /	1:200	A3
V34:	Tverrprofil profil 0694 ved bh 23 /	1:200	A3
V35:	Tverrprofil profil 0794 ved bh 24 /	1:200	A3
V36:	Tverrprofil profil 0874 ved bh 25 /	1:200	A3
V37:	Tverrprofil profil 0934 ved bh 26 /	1:200	A3
V38:	Tverrprofil profil 1134 ved bh 27, 32A /	1:200	A3
V39:	Tverrprofil profil 1174 ved bh 28 /	1:200	A3
V40:	Tverrprofil profil 1234 ved bh 32 /	1:200	A3
V41:	Tverrprofil profil 1294 ved bh 32B /	1:200	A3
V42:	Tverrprofil profil 1314/1334 ved bh 29, 32C /	1:200	A3
V43:	Tverrprofil profil 1394 ved bh 30 /	1:200	A3
V44:	Tverrprofil profil 1494/1514 ved bh 31 /	1:200	A3
V45:	Tverrprofil profil 1574 ved bh 55 /	1:200	A3
V46:	Tverrprofil profil 1594 ved bh 56, 61 /	1:200	A3

V47: Tverrprofil profil 1694 ved bh 34 /	1:200	A3
V48: Tverrprofil profil 1754 ved bh 59 /	1:200	A3
V49: Tverrprofil profil 1814 ved bh 60 /	1:200	A3
V50: Tverrprofil profil 1914 ved bh 35, 47 /	1:200	A3
V51: Tverrprofil profil 2194 ved bh 36, 46 /	1:200	A3
V52: Tverrprofil profil 2354 ved bh 37, 45 /	1:200	A3
V53: Tverrprofil profil 2654 ved bh 38, 44 /	1:200	A3
V54: Tverrprofil profil 2734 ved bh 43 /	1:200	A3
V55: Tverrprofil profil 2794/2814 ved bh 39 /	1:200	A3

Oversiktstegningene vises både som vanlig oversiktstegning og som en redigert tegning med kartlegging av punktene med kvikkleire og sprøbruddmateriale.

## 1 INNLEDNING/ORIENTERING

Etter oppdrag fra Statens vegvesen Reg. sør, Plan og prosjektering Vestfold /v Øyvind Søfteland har Vegteknisk seksjon i Statens vegvesen Reg. sør foretatt grunnundersøkelser og foretatt geotekniske vurderinger for reguleringsplanen i forbindelse med prosjektet FV310 Nykirke – Søndre Vegge i Horten kommune for en ny G/S-veg.

Denne rapporten omhandler datarapportering og geotekniske vurderinger av grunnforholdene og gir forslag til geotekniske tiltak samt forslag til supplering av grunnundersøkelsene.

Denne rapporten tar for seg også vurderinger av områdestabilitet og stabilitetsvurderinger.

Bilag 2 viser et oversiktskart i målestokk 1:50.000 for prosjektområdet.

## 2 TIDLIGERE UNDERSØKELSER

Det er fra tidligere utført noen relevante grunnundersøkelser i prosjektområdet:

- Zd-53A-Statens vegvesen Vestfold, Grunnundersøkelser RV310 Kopstad-Nykirke Gang og sykkelvei, 1985
- Z-109-Veglaboratoriet, Grunnundersøkelser for omlegging av RV310, Parsell Solhøyden-Kopstad, 1968
- NGI rapport 960023-1, Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred, kartbladet Horten, 1998
- NGI rapport 960023-2, Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred, Borerresultater, kartbladet Horten, 1998

- NGI rapport 20001008-59, Program for økt sikkerhet mot leireskred, evaluering av risiko for kvikkleireskred, Horten kommune, 2006

Alle tidligere utførte grunnundersøkelser fra rapporten Z-109 som har betydning for våre nye vurderinger er tatt med i betraktning (89 lokasjoner med dreieboringer, 8 vingeboringer, 4 prøveserier, vist i oversiktstegningene V01-02).

### **3 MARK- OG LABORATORIEUNDERSØKELSER**

De aktuelle grunnundersøkelsene omfatter i alt 61 totalsonderinger og 1 enkelsondering, 11 lokasjoner med trykksonderinger (CPTU), i 1 borhull grunnvannsmålinger med grunnvannsrør og 4 lokasjoner med poretrykkmålinger (O/U) samt opptak av prøver i 22 borhull hvorav 14 uforstyrrete prøveserier. Undersøkelsene er utført i perioden mellom 11.02.2019 og 25.11.2019. Tegningene V12 – V25 i rapporten presenterer totalsonderingene og trykksonderingene som enkeltsonderinger. Hvor det er utført trykksonderinger er det laget utskrifter totalsondering og trykksondering ved siden av hverandre.

Tegningene V26 – V55 i rapporten presenterer et stort antall tverrprofiler som grunnlag for senere vurdering.

Alle boringer er innmålt med GPS / Leica Geosystems CS15, CS20. Grunnrissystemet (x,y) er Euref 89 NTM-sone 10 og høydereferansesystemet (z) er NN2000. Dette er koordinatsystemet brukt av prosjektet.

En samlet oversikt over plassering, boreddybder og data for identifisering av de forskjellige boringene fremgår av bilag 3 Borpunktoversikt.

Plasseringen av alle borpunkt er vist på oversiktskartene, tegn. V00 – V10.

De opptatte prøveseriene er analyserte ved vårt laboratorium i Skien og ved Sentrallaboratoriet i Oslo med hensyn til korngradering, glødetap og vanninnhold for utvalgte dybder samt i tillegg også styrkeegenskaper for de uforstyrrete prøvene. Det er også utført spesialforsøk – ødometerforsøk og treksforsøk.

Det ble satt ut poretrykksmålere og delvis grunnvannsrør på prosjektområde i 4 forskjellige representative lokasjoner (ved bh01, 2 poretrykksmålere på nivået 7 m og 15 m / ved bh13, 1 poretrykkmåler på nivået 9 m / ved bh21, 1 poretrykkmåler på nivået 6 m og 1 grunnvannsrør på 3,5 m / ved bh37, 2 poretrykksmålere på nivået 5 m og 8 m under terreng, montert dato 05.02.-27.02.2019, avlesningene utført 30.04. / 07.11.2019)

Poretrykkmålingene (fra lokasjonene hvor det ble installert poretrykksmålere) er vist i bilag 6. Dessuten kunne grunnborene måle vannstand i åpent borhull i sammenheng med opptak av prøver etter ventetid (bh07, 11, 14a, 16, 21, 22, 26, 27, 35, 37, tidsrom 04.01.-26.03.2019). Vannstandene ble notert på borkort / i prosjektfil fra grunnundersøkelsen.

## **4 GRUNN- OG FUNDAMENTERINGSFORHOLD**

### **4.1 Geoteknisk klassifisering**

Geoteknisk prosjektering utføres med basis i Eurokodene, hvor de viktigste referansene er (for denne rapporten):

- NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 Eurokode: ”Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner”, (heretter kalt Eurokode 0)
- NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016 Eurokode 7: ”Geoteknisk prosjektering, Del 1: Allmenne regler” (heretter kalt Eurokode 7 - del 1)
- NS-EN 1997-2:2007+NA:2008 Eurokode 7: ”Geoteknisk prosjektering, Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver” (engelsk tekst).

I henhold til NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016 Eurokode 7: ”Geoteknisk prosjektering, Del 1: Allmenne regler” og NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 Eurokode, kalt 0: ”Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner” er konsekvens-/pålitelighetsklasse (CC/RC) satt til klasse 2. Dette medfører i henhold til håndbok N200 og Eurokode 7 - del 1 at det skal benyttes kategori 2 som geoteknisk kategori for dette prosjektet.

Det er påvist mye sprøbruddmateriale og kvikkleire i store deler av prosjektet, men grunnforholdene kan karakteriseres som homogene og oversiktlige. Det er utført omfattende grunnundersøkelser og feltundersøkelser. Og i tillegg er det utført stabilitetsforbedrende tiltak tidligere ved Nykirke (lukking av bekk, oppfylling av bekkedalen, motfylling til fylkesvegen og oppfylling av raviner. Derfor er det forsvarlig med geoteknisk kategori 2.

Eurokode 0 angir krav til prosjekteringskontroll basert på valgt prosjekteringskontrollklasse (PKK). For vegprosjekter skal prosjekteringskontrollklassen velges på bakgrunn av både pålitelighetsklassen (RC) og geoteknisk kategori i henhold til tabell 203.1 i håndbok N200.

Prosjekteringskontrollklasse-geoteknikk er satt til PKK2. Krav til kontroll er satt til intern systematisk kontroll (kollegakontroll).

Skjema for valg av geoteknisk kategori/konsekvensklasse/pålitelighetsklasse er vist på side 2 i rapporten.



Grunnundersøkelser viser at det finnes overveiende marine leirer og sprøbruddmateriale henholdsvis kvikkleire innenfor prosjektområdet. Bruddmekanisme er satt til Sprøtt, kontraktant brudd. For konsekvensklasse CC2-alvorlig er materialkoeffisienter,  $\gamma_M$ , satt til 1,5 for både effektivspenningsanalyser og for totalspenningsanalyser (tabeller 205.1 og 205.2 i håndbok N200).

Behov for utredning av områdestabilitet i terreng med kvikkleire eller sprøbruddmateriale er omtalt i TEK17 med tilhørende veiledninger. Omfanget av utredning, kvalitetssikring og sikkerhetsnivå er gitt i NVE veileder nr. 7/2014, basert på en klassifisering i tiltakskategorier. Det er valgt tiltakskategori K1.

## **4.2 Generelt**

Landskapet mellom Nykirke og Søndre Vegge er karakterisert av overgangssonen mellom leirslettelandskap, ravinelandskap og høydedrag av rombeporfyr i midten. Landskapet er preget av store jordbruksflater og et lett bølgende terreng. Flere små skogkledde åsrygger og åkerholmer med gårdsbebyggelse deler opp landskapet. I nord avgrenses området av skog og stiger mot klippene ved kysten. Ved Nykirke heller leiresletten flat mot nord, ved Søndre Vegge er det flat helning mot sør. Bekkedragene har kantvegetasjon. Hvor det er utbredt faresone for kvikkleireskred, er det plata som gjennomskjæres av flere bekkeraviner og høydeforskjellen er ca. 10 – 20 m.

De største løsmassemektighetene med marin leire er påvist i bh41 med 22,8 m i vest og i bh40 med 19,6 m i øst av prosjektområdet.

## **4.3 Løsmasser og skredfare**

I henhold til NVEs veileder 7/2014 Sikkerhet mot kvikkleireskred må det der det er funnet sprøbruddmateriale / kvikkleire avklares en tiltakskategori og områdestabiliteten må vurderes. Det er påvist sprøbruddmateriale og kvikkleire i prosjektområdet. I henhold til veilederen og TEK17, kap. 7-3 med veiledning plasseres dette prosjektet i tiltakskategori K1. Det henvises til veilederen for beskrivelse av tiltakskategori. SVV-HB V220 midlertidig 2018 gir også forslag til valg av tiltakskategori for vegprosjekter i tabell 0-2.

Punktene i kvikkleireveilederen skal gjennomgås som svarer på, hvor er det fare for kvikkleireskred (prosedyre for utredning av aktsomhetsområder og faresoner). Utredningen er utført i tilslutning til (orientering) kvikkleireveilederen og tar ikke for seg å være en fullstendig utredning og opptegning av faresonen på oppdrag:

Avklar hvor nøyaktig utredningen skal være

Utredningen utføres på reguleringsplannivå. Tiltaket faller under tiltakskategori K1 som gjelder for områder med begrensede tiltak og med lite personopphold, ingen påvirkning på områdestabiliteten, f.eks. trafikksikkerhetstiltak som G/S-veger, over- og underganger og tiltak i forbindelse med anlegg av midtdeler og lignende, private og kommunale veger, mindre massedeponier og lokale VA-anlegg. Tiltaket skal ikke påvirke områdestabiliteten negativt. Generelt sett er det ikke tilfelle. Den planlagte G/S-vegen skal ligge i skjæring (virker som en avlastning) eller på lav fylling på tidligere utført fylling langs ravedalen. Utredningene har ikke vist negativ påvirkning av stabiliteten i Nykirke området, hvor det er krav for videre utredning mht. terrengkriteriene og hvor det er allerede definert faresone for kvikkleireskred. Men det er funnet enkelte tilfeller under utredningen, hvor det kan være negativ påvirkning, hvis anbefalingene ikke følges, f.eks. bygges grøft langs planlagt G/S-veg og dermed forkortes glideflaten, eller hvis ikke unngås massedeponering i dette delområdet. Derfor er det valgt å utrede stabiliteten mht. tiltaksklasse K2 og faregrad lav og middels på sikkerhets skyld (byggverk nevnt under kategori K1 når tiltaket vil påvirke områdestabiliteten negativt dersom det ikke gjennomføres stabiliserende tiltak utenom selve tiltaket).

Det må oppnås en sikkerhetsfaktor  $F \geq 1,4$  eller en forbedring dersom  $F < 1,4$  for kvikkleiresoner med faregrad lav og middels, eller ikke forverring (tiltak som oppveier den negative påvirkningen etter kommentarer til kravene i veileder 7/2014, kap. 5.2 uten å gjennomføre fullstendig utredning av områdestabilitet).

Undersøk om hele eller deler av området ligger under marin grense

Hele området ligger under marin grense som er ca. 190 moh. i dette området (bilag 7).

Avgrens områder med marine avsetninger

Hele planområdet består ifølge NGUs løsmassekart overveiende av tykk havavsetning, i mindre grad av tynn hav-/strandavsetning, strandavsetning og bart fjell rombeporfyr med stedvis tynt dekke. Utførte grunnundersøkelser viser også at store deler av området består av marine avsetninger (vedlegg 7).

Undersøk om det finnes kartlagte faresoner for kvikkleireskred i området

Planområdet ligger delvis innenfor kartlagt kvikkleiresone 1192 Nøklegård Nedre ved Nykirke. I øst ved Søndre Vegge er det ingen soner i umiddelbar nærhet.

### Avgrens aktsomhetsområder til terreng som tilsier mulig fare for områdeskred

Aktsomhetsområdet er i første omgang avgrenset til områder med marine avsetninger og jevnt hellende terreng brattere enn 1:20 og total skråningshøyde > ca. 5 m / i platåterreng høydeforskjeller på 5 m og mer inkl. dybde til elvebunn/fot marbakke. Den maksimale bakovergripende skredutbredelsen er 20 x skråningshøyden.

Etter terrengeanalyse er området ved Nykirke, hvor det er tidligere definert kvikkleirefaresone (helning inntil 1:7, H inntil 14 m), og ved Frebergsvik naturreservatet mot bh26 (helning inntil 1:8, H inntil 10 m) vurdert som aktsomhetsområder.

Området med marine avsetninger ved Søndre Vegge (helning inntil 1:27, H inntil 5 - 8 m) blir ikke område for videre utredning.

Aktsomhetsområdet i vest har blitt videre utredet og gjengis derfor ikke her. Kartleggingen av forekomst kvikkleire og sprøbruddmateriale (påvist og indikasjon) er vist i tegningene V01-V10 (borhull er avmerket med rød sirkel pluss informasjon til dybden av kvikke masser og/eller sprøbruddmasser).

### Gjennomføring av befaring og grunnundersøkelser/vurdering av grunnlag

Henvisning til tilgjengelige grunnundersøkelser er gitt i kap. 2 og 3 i rapporten. Grunnforholdene er nærmere beskrevet videre ned i rapporten. Prosjektområdet er dekket av et stort antall og mangfold av grunnundersøkelser. Det ble utført befaringer 08.10.2018, 15.08.2019 og 12.02.2020 (oppstartbefaring, grunnforhold langs strekningen, grunnforhold sidearealene, mulighet for supplerende grunnundersøkelser alternativstrekninger og langs fjellryggen hvor det ble kartlagt urmasser, erosjonsforhold langs bekkene).

Aktiv erosjon er kartlagt langs bekkebreddene av bekken ved Nykirke ned mot Frebergsviken, hvor bekken fosser ut av kvikkleirefaresonen Nøklegård Nedre i nord (nord for oversiktstegning V02). Der viser NVE atlas naturfarekartet aktsomhetsområde for flom med flomhøyde 2-3 m (bilag 7). Oppstrøms mot fylkesvegen er det allerede utført avbøtende tiltak som lukking av kloakkbekken mellom Nykirke og kloakkrenseanlegget, motfylling av omlagt fylkesveg samt oppfylling av raviner omkring renseanlegget.

Langs bekkene i ravinerestene mellom Nykirke og Skåne og langs bekken i Frebergsviken naturreservat er det ikke påvist aktiv erosjon gjennom befaringen. Men i alle tilfeller kunne det kartlegges grensen av leireutbredelsen hvor det er fjell i dagen langs bekkebreddene.

### Avgrens løsneområder nøyaktig

For å avgrense løsneområdet benyttes terrengkriteriet at helningen er brattere enn 1:15 og et skred kan gripe bakover 15 x skråningshøyden i områder med sprøbruddmateriale / kvikkleire.

Ved faresonen Nøklegård Nedre kunne løsneområdet avgrenses nord for fylkesvegen etter terrengkriteriene, men tas med som kartlagt, opptegnet og vist i NVE atlas.

Ved kryssområde Frebergsviken naturreservat / fylkesveg mot bh26 kunne løsneområdet avgrenses sør for krysset fylkesvegen / Skaanevegen.

### Vurder og avgrens sannsynlige utløpsområder for skredmasser

Utløps- / Avsetningsområdet for eventuelle skredmasser kunne en tenke seg å gå gjennom bekkedalene ned mot Frebergsviken og utenfor foten av skråningen til høyderyggen (fjell) og videre ut hvor plataet vifter mot sjøen og kanskje videre på fjordbunnen. Utløpsområdet defineres ifølge veilederen som områder der skredmassene har en slik mektighet, konsistens og/eller kraft at de kan utgjøre fare for vesentlig skade på byggverk og/eller fare for menneskeliv. Siden det er spredt bebyggelse kunne skredmassene utgjøre noen skade for mennesker, der de passeres eller avsettes (spredt bebyggelse på begge sider av viken, i vest ser ut som fritidsbolig, i øst som bolig). Det er ikke enda vurdert og avgrenset et utløpsområde for denne kjente faresonen og den potensielle faresonen.

Sekundæreffekt i form av oppdemming ansees ikke som noe problem da skredmassene har fri bane mot fjordbunnen. Flodbølge som følge av et skred vurderes som reelt. Sannsynligheten for eller størrelsen på en flodbølge er ikke videre vurdert i denne utredningen.

### Avgrens og faregradsklassifiser faresoner

En punktvis tolkning av sonderinger og prøveserier samt kartlegging av dybden hvor det er utbredt sprøbruddmateriale og kvikkleire viser tegningene V01 - 10. I bilag 7 er hele faresonen Nøklegård Nedre vist. Skravuren markerer løsneområdet som også er faresonen. En potensiell faresone ved Frebergsviken naturreservat / kryssområde fylkesvegen / Skanneveien er ikke enda vurdert eller avgrenset.

Den kjente faresonen 1192 Nøklegård Nedre (utløsningsområde) er allerede faregradsklassifisert: faregrad lav, konsekvens alvorlig, risikoklasse 3.

I henhold til ny grunnundersøkelse ble faregradsklassifiseringen revurdert på overslag. Fikk bekreftet faregrad lav. Konekvensklasse kunne egentlig revurderes til middels mot fremtiden (f.eks. den gamle toglinjen planlegges nedlagt for dobbeltspor Nykirke – Barkåker på Vestfoldbanen).

For potensiell faresone ved naturreservatet er det også utført en kort vurdering på overslag: fikk resultatet faregrad lav og konsekvensklasse middels.

#### 4.4 Stabilitetsvurdering

Beregningene er utført i programmet GeoSuite Stability med beregningsmetode Beast 2003. Beregningsmetoden er basert på grenselikevekt, og anvender en versjon av lamellemetoden som tilfredsstillende både kraft- og momentlikevekt. Programmet søker selv etter kritisk sirkulærsylindrisk glideflate for definerte variasjonsområder av sirkelsentrum. Det er også mulig å definere egne glideflater i programmet, noe som er undersøkt i dette tilfellet også. Det er bare tatt med 3D-effekt i beregningene i et enkelt tilfelle hvor det er fylling innenfor ravine.

Beregningene er utført med:

- Udrenert totalspenningsanalyse med anisotrop jordmodell (ADP-analyse)
- Drenert effektivspenningsanalyse ( $\alpha\phi$ -analyse)

Beregningene er utført for dagens situasjon og i henhold til planlagt tiltak. (Beregninger for anleggsfasen og endelig situasjon anbefales å utføre i detaljprosjekteringen.)

Beliggenhet av de antatte kritiske snittene er vist på tegningene V01-10, og tolkete lagdelinger er vist på tegningene (beregningssnitt) i bilag 8. Snittene ansees som representative for å vurdere områdestabiliteten og lokalstabiliteten. De kritiske snittene er lagt vinkelrett på kotene. Grunnundersøkelsene viser relativt homogene grunnforhold.

Det er et lag med tørrskorpeleire og/eller fyllmasser som øverste lag over marin leire som innebærer ofte sprøbruddmateriale og kvikkleire til berg, med delvis et tynt lag friksjonsmasser på bergoverflaten.

Tabell 1 viser benyttede designparametere. For begrunnelse av designparametere henvises det til laboratorieundersøkelsene i bilag 4, tolkningene trykksonderinger i bilag 5 og erfaringsverdier.

Materiale	Tyngdetetthet, $\gamma$ , kN/m <sup>3</sup>	Friksjonsvinkel, $\Phi$ , °	Attraksjon, $a$ , kPa	Udrenert skjærfasthet, $c_u$ , kPa
Fylling, tung, f.eks. sprengstein	19	42	0	
Tørrskorpeleire/fyllm.	19	30 (35)	0	
Leire, ofte sprbm/kvikk	19,5	20 (26 tilbakeb.)	0	Designprofil fra CPTu
Friksjonsmasser	19	35	5	

Det er benyttet en jevnt fordelt trafikklaster over hele vegbredden på 15 kPa / 10 kPa for gang- og sykkelvegger og lastfaktor 1,3 iht. Eurokode 7 og SVV-HB N200.

Det er ikke medtatt noen jevnt fordelt terrenglast.

Grunnvannstanden og poretrykket som ble tatt med i beregningene etter skjønn baserer seg på målingene og avlesningene i løpet av grunnundersøkelsen.

Det ble satt ut poretrykksmålere og delvis grunnvannsrør på prosjektområde i 4 forskjellige representative lokasjoner (ved bh01, 2 poretrykksmålere på nivået 7 m og 15 m / ved bh13, 1 poretrykksmåler på nivået 9 m / ved bh21, 1 poretrykksmåler på nivået 6 m og 1 grunnvannsrør på 3,5 m / ved bh37, 2 poretrykksmålere på nivået 5 m og 8 m under terreng, montert dato 05.02.-27.02.2019, avlesningene utført 30.04. / 07.11.2019).

Poretrykkmålingene (fra lokasjonene hvor det ble installert poretrykksmålere) er vist i bilag 6.

Det er registrert oppbygging av noe poreovertrykk mot dybden. Man ser effekten av den tørre sommeren og perioden med mye mer nedbør etter sommeren 2019. Derfor ble det utført en siste avlesningsrunde 07.11.2019.

Dessuten kunne grunnborene måle vannstand i åpent borhull i sammenheng med opptak av prøver etter ventetid (bh07, 11, 14a, 16, 21, 22, 26, 27, 35, 37, tidsrom 04.01.-26.03.2019).

Vannstandene ble notert på borkort / i prosjektfil fra grunnundersøkelsen.

Tabell 2 viser ovennevnte grunnvannsmålinger.

Borhull	Grunnvannspeil, m under terr	Dato, kommentar
01	4,3	27.02.2019
07	1	26.02.2019
11	2,5	19.02.2019
13	2	27.02.2019
14a	1,9	26.03.2019
16	1,5	18.02.2019
21	1,5	26.02.2019
22	1,5	20.02.2019
26	3,1	13.02.2019
27	1,5	13.02.2019
35	2,1	06.02.2019
37	1,6	04.01.2019

Det er vurdert at alle skredtyper kan oppstå og derfor er det undersøkt både dype sirkulære glideflater, sammensatte glideflater og retrogressivt skred med initialscred.

Tolkningene av udrenert skjærfasthet med anbefalt kurve, friksjonsvinkel, modul, OCR, prekonsolideringen, bæreevnefaktorer og jordklassifisering basert på CPTU er gjort både fra en spissmotstands- og en poretrykksbasert tilnærming vha. SVVs egenutviklet regneark (tolkningsregneark versjon 2019-02). Tolkningsskjemaer og kontrollskjemaer er vist i bilag 5. Tolkningene av udrenert skjærfasthet for dette prosjektet ansees som konservative tolkninger. Det er benyttet 15% reduksjon av aktiv skjærfasthet i kvikkleire og sprøbruddmateriale (ble allerede trukket under opptegning av anbefalt kurve).

Det er utført stabilitetsberegninger i 8 profiler langs strekningen. Stabilitetsberegningene er utført både ved totalspenningsanalyse – ADP (udrenert korttidstilstand) og effektivspenningsanalyse (drenert langtidstilstand). Beregningsresultatene for dagens situasjon og mht. planlagt tiltak er presentert som beregningssnitt i bilag 8 Stabilitetsberegninger og som oversikt av resultatene i tabell 3:

Beregning ved profil	Sikkerhetsfaktor $F_c$ , udrenert	Sikkerhetsfaktor $F_{c\phi_i}$ , drenert	Kommentar
0040	1,50		Dagens situasjon
0040		2,05	Dagens situasjon
0040	1,67		Med tiltak G/S-v i skjæring, helning 1:2
0100	1,30		Med tiltak grøft, glidesnitt nedenfor
0100	1,64		Med tiltak grøft, glidesnitt ovenfor
0220	1,71		Dagens situasjon
0220		2,23	Dagens situasjon
0220	1,83 1,51 (glidesnitt nær overflaten ovenfor)		Med tiltak G/S-v i skjæring, helning 1:2

0220	2,04		Med tiltak G/S-v i skjæring, helning 1:2
0335	1,68 1,48 (uten 3D-effekt)		Dagens situasjon, med 3D-sidefriksjon 0,03 i ravine
0335		1,83	Dagens situasjon
0335	1,70 1,40 (uten 3D-effekt)		Med tiltak G/S-v på fylling tung, helning 1:3 med 3D-sidefriksjon 0,03 i ravine
0335	1,62 1,34 (uten 3D-effekt)		Med tiltak G/S-v på fylling tung, helning 1:1 med 3D-sidefriksjon 0,03 i ravine
0550	2,45		Dagens situasjon, mot sørøst
0550		2,64	Dagens situasjon, mot sørøst
0550	2,90		Med tiltak G/S-v på fylling tung, helning 1:3, mot sørøst
0550	6,4		Dagens situasjon mot ravine, mot nordvest
0550		1,01 (Phi=27°, tilbakejustert) 0,72 (Phi=20°)	Dagens situasjon mot ravine, mot nordvest
0925	1,31		Dagens situasjon, mot nordvest, mot naturreservatet, egendefinert glideflate global,



			leirelaget antatt gjennomgående, med 3D-sidefriksjon 0,03
0925	1,18 0,99 (uten 3D-effekt)		Dagens situasjon, mot nordvest, mot naturreservatet, glideflate sirk., leirelaget antatt gjennomgående, med 3D-sidefriksjon 0,03
0925		1,50 1,43 (uten 3D-effekt)	Dagens situasjon, mot nordvest, mot naturreservatet, glideflate sirk., leirelaget antatt gjennomgående, med 3D-sidefriksjon 0,03
0925		2,03	Dagens situasjon, mot nordvest, mot naturreservatet, glideflate egendefinert global, leirelaget antatt gjennomgående, med 3D-sidefriksjon 0,03
1915	1,55		Dagens situasjon, mot sør
1915		2,03	Dagens situasjon, mot sør
1915	2,05		Med tiltak G/S-v på fylling tung, helning 1:3, mot sør

1915	1,69		Med tiltak G/S-v på fylling tung, helning 1:1, glideflate sirk., mot sør
1915	2,05		Med tiltak G/S-v på fylling tung, helning 1:1, glideflate egendef., mot sør
2355	1,59		Dagens situasjon, mot sør
2355		1,55	Dagens situasjon, mot sør
2355	1,53		Med tiltak G/S-v på fylling tung, helning 1:3, glideflate sirk., mot sør
2355	1,50		Med tiltak G/S-v på fylling tung, helning 1:1, glideflate sirk., mot sør
2355	1,52		Med tiltak G/S-v på fylling tung, helning 1:1, glideflate egendef., mot sør

For hver eneste beregningsprofil er beregningene alltid utført med forskjellige variasjoner / typer glidesnitt, i henhold til dimensjon fra lokal til global, og fra sirkulære til egendefinerte sammensatte glideflater. Hovedsakelig er det presentert glidesnittet for laveste sikkerhetsfaktor. I enkelte tilfeller er det valgt å ta med effekten av sidefriksjon i beregningen, tenker forsvarlig i ravineområder. Resultatene uten sidefriksjon ble også vist.

I området fra prof 0925 ved bh26 (påvist sprøbruddmateriale og kvikkleire) mot Frebergsviken naturreservatet syntes opprinnelig stabiliteten er ikke tilfredsstillende. Det er valgt representativ styrkeprofil fra et annet sted med sprøbruddmateriale og kvikkleire med nesten samme lagdeling, og valgt å tegne opp en teoretisk leireprofil gjennomgående mot naturreservatet. Imidlertid er det

**Region Sør - Ressursavdelingen – Vegteknisk seksjon**

ny kunnskap fra nylig utført befarings 12.02.2020. Bergoverflaten dukker opp og det er kartlagt bart fjell i nærheten av fylkesvegen langs bekken som renner langs søkket mot Frebergsviken, som gjør at leirelaget kiler ut ikke så langt unna fylkesvegen (ca.45 m). Også er tiltaket lite i dette området og derfor den drenerte beregningen ansees som dimensjonerende. Det forventes ingen stabilitetsproblemer.

For profil 0550 mot nordvest (mot ravinedalen) er det beregnet tilstrekkelig stabilitet ved initialskred / erosjon (styrkeprofil fra bh16). Der ble ikke påvist sprøbruddmateriale eller kvikkleire. Den drenerte beregningen til denne lokasjonen viste opprinnelig sikkerhetsfaktor  $F=0,72$  med  $\Phi=20^\circ$ . Dette kan ansees som en konservativ antakelse. Tilbakejustert på  $\Phi=27^\circ$  for leirelaget (mer realistisk) som er ikke sprøbruddmateriale eller kvikkleire kunne nå sikkerhetsfaktor  $F=1,01$ , som er karakteristisk for ravineskrånninger.

Konklusjonen er at stabilitetsberegningene viser tilfredsstillende stabilitet for dagens situasjon og terreng og planlagt tiltak både for totalspenningsanalyse og effektivspennings (kravene iht. Eurokode, SVV-HB V220 og N200  $F \geq 1,5$  / iht. TEK17, NVE veileder 7/2014  $F \geq 1,4$  eller ikke forverring).

Det eneste unntak er hvor det er beregnet med grøft (f.eks. for V/A-ledninger) langs G/S-vegen. I den tilfellen ble det bare påvist sikkerhetsfaktor  $F = 1,30$  ved profil 0100 ved Nykirke for udrenert analyse som er ikke tilfredsstillende (glideflaten nedenfor som går gjennom grøften). Den tilfellen bør unngås, krever stabiliserende tiltak. I dette området ville det bety mulig blottlegging og graving i kvikkleire / sprøbruddmateriale i anleggsfasen, noe som kan forårsake ras og skred. Dessuten er det vanskelig å håndtere omrørte masser mht. massetransport.

#### **4.5 Profil ca. 0000 - 0280**

Oversiktskart:           tegn. V01

Boringer hull:           01 – 10, 13, 15, 17, 41, 42, 50/ tegn. V12 – 16, 25 / tegn. V26 – 28

##### **4.5.1 Grunnforhold**

Gå- og sykkelvegen er planlagt i løsmasseskjæring med maksimal ca. 4 m høyde i begynnelsen, sørvest. Skjæringshøyden avtar mot nordøst. Skjæringshelningen er tegnet med 1:2.

Øverste lag utenfor veikroppen er tørrskorpeleire på ca. 2m mektighet, dessuten noen antatte fyllmasser på ca. 2 – 4 m mektighet nord for fylkesvegen fra motfylling til tidligere omlagt fylkesveg.

Hovedlaget under er et homogent lag med marin leire / tykk havavsetning som siltig leire – leire etter korngraderingene. Laboratorieundersøkelsene viser fast leire i toppen, under overveiende utbredt middelsfast og i bunnen bløtt leire, med udrenert skjærstyrke mellom mer enn 60 kPa øverst og ca. 20 kPa i bunnen, og en omrørt skjærstyrke mellom 9 kPa øverst og 0,1 kPa i bunnen. Vanninnholdet er påvist på mellom ca. 25 – 35 %. Konus og enaksiale trykkforsøk viser lite variasjon i udrenert skjærfasthet. Verdier kan brukes med trygghet. Det er stort sett sensitive masser med sprøbruddmateriale øverst og kvikkleire under. Kvikkleirelaget rekker ned mot bergoverflaten med et tynt lag faste friksjonsmasser på. Bergoverflaten er påvist i 6,2 – 23,4 m dybde. De tykke leiremassene er karakterisert i hovedsak som OC-leire, mot dybden NC-leire. Flyte- og utrullingsforsøk gir en  $I_p$  (plastisitetsindeksen) er på mellom 11 – 6%, som tilsier middels plastisk til overveiende lite plastisk leire. Plastisitetsindeksen avtar mot dybden.

Leiras sensitivitet  $St$  er på 8 – 236 og stiger mot dybden (middels –  $\geq 5$  m dybde meget sensitiv). Det er utført forskjellige spesialforsøk, ødometerforsøk og treaksforsøk (bh01). Spenningsmodulen  $Moc$  er på ca. 7 MPa / lille modulen  $m$  på 21 i 5,4 m dybde og  $Moc$  er på 3 MPa / lille modulen  $m$  på 23 i 10,3 m dybde. Maks udrenert skjærfasthet er undersøkt på 49 kPa / mobilisert friksjonsvinkel på 33° i 8,4 m dybde. Det henvises til bilag 4 og 5. Plottet tolkning av aktiv udrenert skjærfasthet viser også laboratorieresultatene. CPTU-tolkningene viser udrenert skjærstyrke tatt ut for tøyninger 1 – 2 %.

Totalsonderingene gir indikasjon for et veldig tynt lag med faste friksjonsmasser på bergoverflaten på ca. 20 cm.

Ved bh01 plassert ved vegprofil 0034, er poretrykket målt med 2 piezometere med spissdybder i 7 og 15 m under terreng (bilag 6). Den dypeste måleren viser maks. ca. 140 kPa poretrykk og dermed et potensielt grunnvannsnivå tilsvarende maks. 1 m under terreng. Den grunneste måleren viser maks. ca. 50 kPa poretrykk og dermed et potensielt grunnvannsnivå tilsvarende maks. 2 m under terreng. Grunnvannet ble først påtruffet under grunnboringsarbeidet mer enn 4 m dypt. Det blir synlig oppbygging av poreovertrykk ca. 27 kPa mot dybden.

#### **4.5.2 Stabilitetsforhold**

Den gå- og sykkelvegen er planlagt i maks ca. 4 m høy skjæring og er tegnet med helning 1:2, som er største tillatt helning for leire med skråningshøyde til 10 m etter SVV-HB V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger. Skråningen må sikres med sikringstiltak mot overflateerosjon og overflateutglidning (erosjonsfarlige masser). Figur 3-1-9 i V221 gir forskjellige sikringstiltak.

G/S-vegen er planlagt sør for fylkesvegen og planlegges generelt i samme nivå som kjørevegen. På strekningen med påvist sprøbruddmateriale og kvikkleire viser stabilitetsberegninger og – vurderinger tilfredsstillende sikkerhet mot utglidning. På strekningen er beregnet stabilitet helt på grensen til kravet. Det er derfor viktig at eventuelle nye linjusteringer i det skrånende terrenget må kontrolleres av geotekniker. Der vegen er planlagt i skjæring vil gravearbeidene ikke komme i kontakt med de sensitive massene, men disse ligger tett (inntil ca. 0,5 m) under traubrunnen, i hvert fall i sørvest av avsnittet hvor det er tegnet tverrprofiler ved prof 0034 og 0094. Profilen langs, hvor skråningshøyden blir lavere f.eks. ved prof 0214, ligger toppen av sensitive masser bare litt dypere. Antakelsen, at gravearbeidene skal ikke komme i kontakt med de sensitive massene, gjelder bare for antatt traubunn som opptegnet. Hvis det graves dypere, f.eks. grøft, blir det graving i sensitive masser som blir omrørt og flyttende. Massene er vanskelig å håndtere og det er fare for ras og områdeskred (stabiliteten er ikke tilfredsstillende, beregnet sikkerhetsfaktor for lav), behov for omfattende stabiliserende tiltak, som må prosjekteres. Den planlagte skråningen skal ligge hvor det er utbredt tørrskorpeleire, faste og middelsfaste leiremasser. Det kan være en løsning å heve veglinjen for planlagt G/S-veg som kan påvirke stabilitetsforholdene og må undersøkes og kontrolleres av geotekniker.

### **4.5.3 Fundamenteringsforhold**

Den gå- og sykkelvegen er planlagt i skjæring og traubunn / planum skal ligge i middels fast leire. Telefarlighetsklassen er gjennomgående T4. Sensitive masser er påvist tett under traubunnen. Graving i sensitive masser må unngås uten omfattende stabiliserende tiltak.

Det er anbefalt å separere og erosjonssikre undergrunnsmaterialer fra vegoverbygningen med geotekstil / fiberduk.

## **4.6 Profil ca. 0280 - 0970**

Oversiktskart:           tegn. V01-V03

Boringer hull:         11 - 13, 16, 20 - 26/ tegn. V15 – 18 / tegn. V29 – 37

### **4.6.1 Grunnforhold**

Gå- og sykkelvegen er hovedsakelig planlagt på fylling med inntil ca. 3 m høyde. Fyllingshøyden varierer med nevneverdige høyder ved ca. prof 0334 / ca. 3 m, ved ca. prof 0550 / ca. 1,8 m, ca. prof 0920 / ca. 1,2 m, planlagt veg kan også ligge nesten i terrengnivå i det avsnittet. Fyllingshelningen er tegnet med 1:3 og 1:1 som alternativ.

Øverste lag utenfor veikroppen er tørrskorpeleire på ca. 2m mektighet, dessuten noen antatte fyllmasser som leirig siltig sandige masser på ca. 2 – 4 m mektighet nord og sør for fylkesvegen fra tidligere utført oppfylling av raviner (bh 12, 21, 22).

Hovedlaget under er et homogent lag med marin leire / tykk havavsetning som siltig leire – leire etter korngraderingene. Laboratorieundersøkelsene viser fast leire i toppen, under overveiende utbredt middelsfast og i bunnen mot grensen til bløtt leire, bløtt bare en gang i bh26 10,3 m dybd, med udrenert skjærstyrke mellom mer enn 70 -  $\geq$ 100 kPa øverst og ca. 28 - 40 kPa i bunnen, og en omrørt skjærstyrke mellom 24 kPa øverst og 0,1 kPa i bunnen. Vanninnholdet er påvist på mellom ca. 20 – 40 %. Konus og enaksiale trykkforsøk viser lite variasjon i udrenert skjærfasthet. Verdier kan brukes med trygghet. Det er stort sett sensitive masser med sprøbruddmateriale øverst og delvis kvikkleire under, som er utbredt omtrent til profil 600 og omkring bh26 ved profil 935. Sprøbruddmaterialet eller kvikkleirelaget rekker ned mot bergoverflaten med et tynt lag faste friksjonsmasser på. Bergoverflaten er påvist i 6,2 – 12,2 m dybde. De tykke leiremassene er karakterisert i hovedsak som OC-leire, mot dybden NC-leire. Flyte- og utrullingsforsøk gir en  $I_p$  (plastisitetsindeksen) er på mellom 16 – 7%, som tilsier overveiende middels plastisk til lite plastisk leire. Plastisitetsindeksen er rel. like gjennom profilene.

Leiras sensitivitet  $St$  er på 4 – 219 og stiger mot dybden (lite - middels –  $\geq$  5,5 m dybde meget sensitiv).

Som unntak er det påvist grunt fjell i bh25 omtrent ved profil 0865, hvor bergoverflaten er påvist på nivået av traubunnen.

Det er utført forskjellige spesialforsøk, ødometerforsøk og treaksforsøk (bh11, 21, 22). Spenningsmodulen  $Moc$  er på ca. 8 - 9 MPa / lille modulen  $m$  på 20 - 25 i 4,5 m dybde og  $Moc$  er på 8 MPa / lille modulen  $m$  på 21 i 7,5 m dybde. Maks udrenert skjærfasthet er undersøkt på 35 - 47 kPa / mobilisert friksjonsvinkel på 30 - 34° i 5,4 - 8,4 m dybde. Det henvises til bilag 4 og 5. Plottet tolkning av aktiv udrenert skjærfasthet viser også laboratorieresultatene. CPTU-tolkningene viser udrenert skjærstyrke tatt ut for tøyninger 1 – 2 %.

Totalsonderingene gir delvis indikasjon for et veldig tynt lag med faste friksjonsmasser på bergoverflaten på ca. 10 - 30 cm.

Ved bh13 plassert ved ca. vegprofil 0310, er poretrykket målt med 1 piezometer med spissdybde i 9 m under terreng (bilag 6). Måleren viser maks. 97 kPa poretrykk og dermed et potensielt grunnvannsnivå tilsvarende maks. 0,7 m over terreng.

Ved bh21 plassert ved ca. vegprofil 0580, er poretrykket målt med 2 piezometere, et grunnvannsrør til 3,5 m dybde en poretrykksmåler med spissdybde i 6 m under terreng (bilag 6). I grunnvannsrøret ble vannspeilet målt maks 1 m under terreng. Poretrykksmåleren i 6 m dybde

viser maks. 62 kPa poretrykk og dermed et potensielt grunnvannsnivå tilsvarende maks. 0,2 m over terreng.

Grunnvannet ble først påtruffet under grunnboringsarbeidet mer enn 2 m dypt. Det blir synlig oppbygging av poreovertrykk ca. 10 - 27 kPa mot dybden.

#### **4.6.2 Stabilitetsforhold**

Gå- og sykkelvegen er hovedsakelig planlagt på fylling med inntil ca. 3 m høyde. Fyllingshøyden varierer med nevneverdige høyder ved ca. prof 0334 / ca. 3 m, ved ca. prof 0550 / ca. 1,8 m, ca. prof 0920 / ca. 1,2 m, planlagt veg kan også ligge nesten i terrengnivå i det avsnittet. Fyllingshelningen er tegnet med 1:3 og 1:1 som alternativ. Største tillatt helning for sprengstein med skråningshøyde er 1:1,25 etter SVV-HB V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger ved lagvis utlegging og egnet form og størrelse av stein. Overflaten av steinfyllinger på land kan mettes med jord og tilsåes, selv ved skråningshelninger 1:1,25.

Største tillatt skråningshelning for fyllinger av leire er 1:2 inntil 5 m høyde. Skråningen må sikres med sikringstiltak mot overflateerosjon og overflateutglidning (erosjonsfarlige masser). Figur 3-1-9 i V221 gir forskjellige sikringstiltak.

G/S-vegen er planlagt sør for fylkesvegen og planlegges generelt i samme høydenivå som kjørevegen.

På strekningen med påvist sprøbruddmateriale og kvikkleire viser stabilitetsberegninger og – vurderinger tilfredsstillende sikkerhet mot utglidning (s.o.) for fylling av tunge masser. Beregnet sikkerhetskoeffisient er synes bedre for fyllinger med helning 1:3, for brattere helninger av fyllingsmassene synes verre. På strekningen langs ravinefyllingen omkring profil 0335 er beregnet stabilitet helt på grensen til kravet, hvis en kan effekten av sidefriksjonen ikke ansees som rimelig. Men, sidefriksjon ansees forsvarlig. Det er derfor viktig at eventuelle nye linjusteringer (senke veglinjen) i terrenget ellers kanskje bruk av delvis lette masser vurderes og må kontrolleres av geotekniker i videre planleggingsfaser.

Stabilitetsforholdene omkring bh26 / profil 0925 ble allerede diskutert i forhold til veldig konservative antakelser mht. lagdelingen, beliggenheten av bergoverflaten, mektigheten av leirelaget (kunnskap fra befaringen 12.02.2020) og parametere. Det ansees som lite sannsynlig, at det kan oppstå stabilitetsproblemer.

Det er viktig med rensk av matjord og vegetasjon. Gravearbeidene (f.eks. grøft, rør) skal sannsynligvis ikke komme i kontakt med de sensitive massene. Disse er påvist minimum 4,5 – 5 m under terrengoverflaten i tidligere ravineområdene.

De planlagte fyllingene skal ligge på utbredt tørrskorpeleire, faste og middelsfaste leiremasser.

### **4.6.3 Fundamenteringsforhold**

Den gå- og sykkelvegen er planlagt på fylling og fyllingsplanum skal ligge på tørrskorpe / fast leire. Telefarlighetsklassen av undergrunnsmassene er gjennomgående T4. Sensitive masser er påvist overveiende 4,5 – 5 m under terrenget. Graving i sensitive masser må unngås uten omfattende stabiliserende tiltak.

Det er anbefalt å separere og erosjonssikre undergrunnsmaterialer fra vegfyllingen med geotekstil / fiberduk.

Det forventes ingen store setningsproblemer. Som grovt overslag er totalsetningene for tunge fyllinger ved profilene 0334 og 0574 i ravineområdene beregnet  $\delta_{tot} = 28 \text{ cm} / 18 \text{ cm}$  (iht. påvist lagdeling, inkl. egensetninger i fyllmassene, modulene tatt fra ødometerforsøk, tilleggsbelastning i forhold til fyllingshøyde tunge masser 2 – 3 m, iht. HB V220, kap.7). Det anbefales å legge ut fyllmasser tidlig.

## **4.7 Profil ca. 0970 - 1820**

Oversiktskart:           tegn. V03 - 05

Boringer hull:           27 – 34, 55 – 62 / tegn. V19 – 21 / tegn. V38 – 49

### **4.7.1 Grunnforhold**

Gå- og sykkelvegen er planlagt delvis i bergskjæring og delvis i løsmasseskjæring eller på løsmasser / overveiende friksjonsmasser / fyllmasser / enkelte forekomster med siltig sandig leirig materiale. Bergskjæring, som er pregende for avsnittet (saksbehandlet i ingeniørgeologisk rapport), er tegnet med maksimal ca. 14 m høyde omtrent ved profil 1220 / bh32. Noen steder ligger planum nesten i terrengnivå. Planum kan ligge i overgangen fra bergoverflaten til friksjonsmasser fra dagens vegfylling. Bergforløpet vurderes etter skjønn i forhold til tverrprofilene ellers med supplerende grunnundersøkelser / sonderinger i videre planfaser.

Hvor det er utbredt løsmasser er øverste lag påvist som sandig grusige masser / fyllmasser på ca. 1 – 7 m mektighet, dessuten lokale forekomster av finkornige masser med siltig sandig leire i bh27 fra ca. 1,5 – 5 m (på innsiden), sandig leirig i bh 32A fra ca. 5,5 – 7 m (på utsiden), grusig sandig leirig materiale i bh 29 fra ca. 1 – 2 m (på innsiden).



Vanninnholdene er påvist på mellom ca. 15 – 23 % Massene vurderes ikke som sensitive. I forhold til vanninnholdene og kurveforløpene av totalsonderinger er det indikasjon for faste til middels faste masser med lite fuktighet.

Det ble bare registrert et grunnvannsspeil i åpent borhull under borearbeidene i bh27 på 1,5 m under terreng. Det handler seg om lokalt sjiktvann på lagdelt grunn av lokalt finkornige masser. I et større område mellom ca. prof 1500 – 1800 er det utført supplerende grunnundersøkelser i siste tidsperiode av grunnundersøkelsen til prosjektet (tgn. V05, totalsonderinger 55 – 56, 59 – 62). Problemstillingen var at det ble registrert utbredelsen av blokkmasser under befaringen, antas urmasser, i skråningen på innsiden av vegen ca. mellom profil 1570 – 1600. Terrenget ser ut som en renne eller senkning / et søkk. Blokkmassene ligger i underkant av fjellskrenten opp mot en fritidsbolig. I toppen av skråningen ser man oppsprukket, blokkforvitret fjell. Under grunnundersøkelsen observerte grunnborene også fjell og slapp de opprinnelig planlagte sonderingene 57 og 58 oppe på plataået i skråningstoppen.

Formålet med supplerende grunnundersøkelser i dette området var å avsløre finere løsmasser under de synlige blokkmassene, som kanskje er rasfarlige masser og mobiliseres oftest fra skråninger brattere enn 25-30° på grunn av økt poretrykk, eller rasfarlige sensitive masser. Berg er påtruffet i 4,1 m dybde i bh55 og i 5,7 m dybde i bh56 med sikker bergpåvisning. Det er boret med slagboring, spyling og økt rotasjon. Totalsonderingskurvene gir indikasjon for grove friksjonsmasser, antatt stein, blokk. Ingenting tyder på finkornige løsmasser.

Dessuten er det flere registreringer: Berg er påtruffet i 0,7 m dybde i bh34, i 1,5 m dybde i bh59, i 5,4 m dybde i bh60, i 1,8 m dybde i bh61 og i 1,2 m dybde i bh62 under faste friksjonsmasser / grove masser, som måtte ofte bores med slagboring, spyling og/eller økt rotasjon (overveiende med sikker bergpåvisning). Sonderingene 34, 59 og 60 er boret langs skråningstoppen på innsiden av vegen, 61 og 62 på utsiden nord for fylkesvegen. Nord for fylkesvegen utvikler seg en senkning eller dal ned mot Frebergsviken, som skulle også undersøkes på rasfarlige masser. Det ble ikke påvist rasfarlige masser.

I tillegg er det utført registreringer av bart berg under befaringen i sammenheng av forberedelsen supplerende grunnundersøkelser. Formålet var å sjekke skråningshelningene i tverrprofilene mellom profil 1570 og 1815, som ble tilsendt fra vegplanleggeren.

Profil 1470 viser typisk bergskjæring. Her er det kartlagt bart fjell i vest av blokkmassene, skjæring kan sannsynligvis utformes som tegnet.

Profil 1586 viser tegnet typisk bergskjæring. Her er det påvist blokkmasser / urmasser (s.o.), skjæring kan ikke utformes som tegnet bergskjæring. Maks tillatt helning i urmasser er 1:1,25

(HB V221). Alternativet er at blokkmassene fjernes midlertidig og en forstøtningsmur med gjenoprettelse av tidligere skråning bak muren / oppstramming av skråningen.

Profil 1620 viser typisk bergskjæring. Her er det kartlagt bart fjell øst for blokkmassene, skjæring kan sannsynligvis utformes som tegnet.

Profilene 1735 - 1800 viser 3 forskjellige skjæringshelninger, typisk bergskjæring og løsmasseskjæring 1:2 og 1:1,5. Her er det kartlagt bart fjell eller påvist grunt berg, skjæringene kan sannsynligvis utformes som tegnet som lave bergskjæring. Hvis noen faste løsmasser gjenstår i skråningstoppen, må de slakes ned.

Profil 1815 kan utformes som tegnet, her er det fast lagrede løsmasser.

Unntatt urområdet på resterende strekning kan skråningene utformes som tegnet i dette avsnittet i forhold til grunnundersøkelsen og feltobservasjonene.

#### **4.7.2 Stabilitetsforhold**

G/S-vegen er planlagt øst hhv. sør for fylkesvegen på innsiden og planlegges generelt i samme nivå som kjørevegen.

Det vurderes å ikke være stabilitetsproblemer ved planlagte løsmasseskjæring. Bergskjæringene vurderes i ingeniørgeologisk rapport.

Det vurderes å ikke være stabilitetsproblemer i skråningsområdene vest hhv. nord for fylkesvegen på utsiden. Det ble bare registrert lokalt sjiktvann på lagdeling med innslag av finkornige masser i bh27. Men der er det ingen planlagt tiltak av betydelse. På resterende strekning i dette avsnittet er det ikke registrert grunnvann eller masser med høyt vanninnhold. Det er lite sannsynlig med oppbygging av poreovertrykk under sprengningsarbeid.

#### **4.7.3 Fundamenteringsforhold**

Gå- og sykkelvegen er planlagt delvis i bergskjæring og delvis i løsmasseskjæring eller på løsmasser / overveiende friksjonsmasser / fyllmasser. Noen steder ligger planum nesten i terrengnivå. Planum kan ligge i overgangen fra bergoverflaten til friksjonsmasser fra dagens vegfylling. Bergforløpet vurderes etter skjønn i forhold til tverrprofilene ellers med supplerende grunnundersøkelser / sonderinger i videre planfaser.

Det forventes ingen setningsproblemer. Det er sannsynlig med T1 – T2 materialer i undergrunnen av vegoverbygningen etter SVV-rapport nr. 338 Frostsikring av norske veger 2013. Anbefalt telefarlighetsklasse er T2.

Det ble registrert en rast lav støttemur ved bh31 i tidsrommet med grunnboringsarbeidene. Årsaken kan ikke ligge i dårlig byggegrunn, viser tverrprofilene omkring profil 1500 (tgn. 44). Det er registrert grunt berg og faste friksjonsmasser som øverste lag. Det måtte ikke være problemer med bæreevnen. Sannsynligvis er årsaken dårlig fundamentering, drenering og/eller frostsikring.

#### **4.8 Profil ca. 1820 - 2850**

Oversiktskart:           tegn. V05-V08

Boringer hull:           35 - 40, 43 - 45/ tegn. V22 – 24 / tegn. V50 – 55

##### **4.8.1 Grunnforhold**

Gå- og sykkelvegen er hovedsakelig planlagt på fylling med inntil ca. 3 m høyde. Fyllingshøyden varierer med nevneverdige høyder ved ca. prof 1914 ved bh35 / ca. 3 m, ved ca. prof 2196 ved bh36 / ca. 2,5 m, ca. prof 2394 ved bh37 / ca. 2,3 m, ca. prof 2694 ved bh38 / ca. 2 m, planlagt veg kan også ligge nesten i terrengnivå eller i veldig lav skjæring i slutten av det avsnittet. Fyllingshelningen er tegnet med 1:3 og 1:1 som alternativ.

Øverste lag utenfor veikroppen er tørrskorpeleire på ca. 1,8 – 2,5 m mektighet. Humuslaget i toppen kan ha mektighet på 0,1 (f.eks. bh38), 0,7 m (bh36) – 1 m (bh37 grusig sandig siltige masser med humus).

Hovedlaget under er et homogent lag med marin leire / tykk havavsetning som overveiende leire - siltig leire etter korngraderingene. Laboratorieundersøkelsene viser fast leire i toppen, under overveiende utbredt middelsfast og i bunnen sjelden mot grensen til bløtt leire, med udrenert skjærstyrke mellom mer enn 70 - 90 kPa øverst og ca. 15 - 40 kPa i bunnen, og en omrørt skjærstyrke mellom 15 - 87 kPa øverst og 0,1 – 2,1 kPa i bunnen. Vanninnholdet er påvist på mellom ca. 22 – 43 % i leiremasser, 47 % i humuslaget i toppen av bh36. Konus og enaksiale trykkforsøk viser lite variasjon i udrenert skjærfasthet. Verdiene kan brukes med trygghet. Det er stort sett sensitive masser med sprøbruddmateriale øverst og delvis kvikkleire under. Sprøbruddmaterialet eller kvikkleirelaget rekker ned mot bergoverflaten i bh 37 og 38. Totalsonderingskurvene indikerer et tynt lag faste friksjonsmasser (0,7 – 0,8 m mektig) på bergoverflaten i bh35 og 38. Bergoverflaten er påvist i 3,4 – 12,2 m dybde. De tykke leiremassene er karakterisert i hovedsak som OC-leire, mot dybden NC-leire. Flyte- og utrullingsforsøk gir en  $I_p$  (plastisitetsindeksen) er på mellom 6 – 20%, som tilsier overveiende lite til middels plastisk leire.

Leiras sensitivitet  $St$  er på 7 – 262 og stiger mot dybden (lite - middels –  $\geq 5$  - 7 m dybde meget sensitiv).

Som unntak er det påvist rel. grunt fjell i bh39 omtrent ved profil 2800, hvor bergoverflaten er påvist i 3,4 m dybde. I slutten av avsnittet er det utbredt bart berg.

Det er utført forskjellige spesialforsøk, ødometerforsøk og treaksforsøk (bh35, 37). Spenningsmodulen  $Moc$  er på ca. 3,5 – 5,5 MPa / lille modulen  $m$  på 15 - 20 i 3,5 – 3,6 m dybde og  $Moc$  er på 6 MPa / lille modulen  $m$  på 18 - 20 i 4,2 m dybde. Maks udrenert skjærfasthet er undersøkt på 27 - 43 kPa i 4,5 – 7,3 m dybde / mobilisert friksjonsvinkel på 34 - 38° i 4,5 – 7,4 m dybde. Det henvises til bilag 4 og 5. Plottet tolkning av aktiv udrenert skjærfasthet viser også laboratorieresultatene. CPTU-tolkningene viser udrenert skjærstyrke tatt ut for tøyninger 1 – 2 %.

Totalsonderingene gir delvis indikasjon for et veldig tynt lag med faste friksjonsmasser på bergoverflaten på ca. 40 - 70 cm (bh35, 38).

Ved bh37 plassert ved vegprofil 2394, er poretrykket målt med 2 piezometere med spissdybder i 5 og 8 m under terreng (bilag 6). Den dypeste måleren viser maks. ca. 80 kPa poretrykk og dermed et potensielt grunnvannsnivå tilsvarende i terrengnivå. Den grunneste måleren viser maks. ca. 48 kPa poretrykk og dermed et potensielt grunnvannsnivå tilsvarende maks. 0,2 m under terreng. Grunnvannet ble først påtruffet under grunnboringsarbeidet i 1,6 m dybde. Det blir synlig oppbygging av poreovertrykk ca. 14 - 16 kPa mot dybden.

#### **4.8.2 Stabilitetsforhold**

Gå- og sykkelvegen er hovedsakelig planlagt på fylling med inntil ca. 3 m høyde. Fyllingshøyden varierer med nevneverdige høyder ved ca. prof 1914 ved bh35 / ca. 3 m, ved ca. prof 2196 ved bh36 / ca. 2,5 m, ca. prof 2394 ved bh37 / ca. 2,3 m, ca. prof 2694 ved bh38 / ca. 2 m, planlagt veg kan også ligge nesten i terrengnivå eller i veldig lav skjæring i slutten av det avsnittet. Fyllingshelningen er tegnet med 1:3 og 1:1 som alternativ. Største tillatt helning for sprengstein med skråningshøyde er 1:1,25 etter SVV-HB V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger ved lagvis utlegging og egnet form og størrelse av stein. Overflaten av steinfyllinger på land kan mettes med jord og tilsåes, selv ved skråningshelninger 1:1,25.

Største tillatt skråningshelning for fyllinger av leire er 1:2 inntil 5 m høyde. Skråningen må sikres med sikringstiltak mot overflateerosjon og overflateutglidning (erosjonsfarlige masser). Figur 3-1-9 i V221 gir forskjellige sikringstiltak.

G/S-vegen er planlagt sør for fylkesvegen (alternativ variant nord for fylkesvegen) og planlegges generelt i samme høydenivå som kjørevegen.

På strekningen med påvist sprøbruddmateriale og kvikkleire viser stabilitetsberegninger og – vurderinger tilfredsstillende sikkerhet mot utglidning (s.o.) for fylling av tunge masser. Beregnet sikkerhetskoeffisient er synes bedre for fyllinger med helning 1:3, for brattere helninger av fyllingsmassene synes verre. På strekningen omkring profil 2355 ved bh37 er beregnet stabilitet helt på grensen til kravet. Det er derfor viktig at eventuelle nye linjusteringer (senke veglinjen) i terrenget ellers kanskje bruk av delvis lette masser vurderes og må kontrolleres av geotekniker i videre planleggingsfaser.

Det er viktig med rensk av matjord og vegetasjon. Gravearbeidene (f.eks. grøft, rør) skal sannsynligvis ikke komme i kontakt med de sensitive massene. Disse er påvist minimum 3 – 4,5 m under terrengoverflaten.

De planlagte fyllingene skal ligge på utbredt tørrskorpeleire, faste og middelsfaste leiremasser.

#### **4.8.3 Fundamenteringsforhold**

Den gå- og sykkelvegen er planlagt på fylling og fyllingsplanum skal ligge på tørrskorpe / fast leire. Telefarlighetsklassen av undergrunnsmassene er gjennomgående T4. Sensitive masser er påvist overveiende 3 – 12 m under terrenget. Graving i sensitive masser må unngås uten omfattende stabiliserende tiltak.

Det er anbefalt å separere og erosjonssikre undergrunnsmaterialer fra vegfyllingen med geotekstil / fiberduk.

Det forventes ingen store setningsproblemer. Som grovt overslag er totalsetningene for tunge fyllinger langs avsnittet beregnet  $\delta_{tot} = 18 - 21$  cm (iht. påvist lagdeling, inkl. egensetninger i fyllmassene, Modulene tatt fra ødometerforsøk, tilleggsbelastning i forhold til fyllingshøyde tunge masser 2 – 3 m, iht. HB V220, kap.7). Det anbefales å legge ut fyllmasser tidlig.

### **4.9 Alternativ variant langs Skaaneveien / Kopstadveien / Fv670 Hellandveien**

Oversiktskart: tegn. V01, V09-V10

Boringer hull: 14A, 48 – 52 / tegn. V25

#### **4.9.1 Grunnforhold**

Gå- og sykkelvegen (alternativ variant) er hovedsakelig planlagt å ligge i terrengnivå eller delvis i skjæring med maks 4 m høyde i kryssområdet FV310 / FV670 (grov vurdering, ingen tegninger eller tverrprofiler).

Lagdelingen er vurdert i forhold til totalsonderingskurvene og tatte prøver i bh14A og 49. Øverste lag utenfor veikroppen er tørrskorpeleire på ca. 1 – 2 m mektighet.

Hovedlaget under er et homogent lag med marin leire / tykk havavsetning som overveiende leire - siltig leire. Totalsonderingskurvene viser fast leire i toppen, under overveiende utbredt middelsfast leire mot dybden. Vanninnholdet er påvist på mellom ca. 25 – 31 % i leiremasser ned til 4 m dybde. Totalsonderingskurvene indikerer et tynt lag faste friksjonsmasser (0,2 – 1,1 m mektig) på bergoverflaten i bh14A, 49, 51, 52 og 50. Bergoverflaten er påvist i 3,3 – 13,6 m dybde.

Totalsonderingene gir delvis indikasjon for utbredt sprøbruddmateriale / kvikkleire i bh14A (3,5 – 5 m), bh48 (3,5 – 5 m) og bh50 (5 – 13 m).

#### **4.9.2 Stabilitetsforhold**

Gå- og sykkelvegen (alternativ variant) er hovedsakelig planlagt å ligge i terrengnivå eller delvis i skjæring med maks 4 m høyde i kryssområdet FV310 / FV670 (grov vurdering, ingen tegninger eller tverrprofiler, her gjelder anbefalingene fra kap.4.5).

De planlagte fyllingene skal ligge på utbredt tørrskorpeleire, faste og middelsfaste leiremasser.

Det forventes ingen stabilitetsproblemer.

#### **4.9.3 Fundamenteringsforhold**

Den gå- og sykkelvegen er planlagt å ligge i terrengnivå ellers delvis i løsmasseskjæring og planum skal ligge på tørrskorpe / fast leire. Telefarlighetsklassen av undergrunnsmassene er sannsynligvis gjennomgående T4. Sensitive masser er delvis indikert overveiende 3,5 – 13 m under terrenget. Graving i sensitive masser må unngås uten omfattende stabiliserende tiltak.

Det er anbefalt å separere og erosjonssikre undergrunnsmaterialer fra vegfyllingen med geotekstil / fiberduk.

Det forventes ingen store setningsproblemer.

## 5 VIDERE ARBEIDER

Dersom det ikke kan påvises berg i dagen på hele strekningen, hvor det planlegges bergskjæring, må det foretas grunnundersøkelser for kartlegging av bergforløpet som grunnlag for utforming av skjæringsprofilen og eventuelt behov for geotekniske tiltak. Det anbefales å videreføre kartlegging og påvisning av bergblotninger ved prosjekterende geotekniker eller geolog i videre saksbehandlingen. Det kan også vurderes supplerende grunnundersøkelser for å avklare bergforløpet.

Ved alle fyllinger i tverrhellende terreng med helling 1:3 eller brattere må det vurderes bruk av fortanning og etablering av stabil fyllingsfot.

Fjerning av vegetasjonsdekke samt bløte topplag må foretas under alle fyllinger, uavhengig av totalstabiliteten av fyllingen.

Det er i denne rapporten gjort anbefalinger om noen supplerende grunnundersøkelser, men prosjekterende geotekniker i byggeplanfasen må selvstendig vurdere behov for, og omfang av supplerende grunnundersøkelser.

Det anbefales på det sterkeste å fortsette med grunnvannsmålingene og poretrykksmålingene. Det er allerede behov for en runde med avlesninger akkurat nå (siste gang i november 2019) for å få med utslaget av flere perioder med mye nedbør i løpet av året 2019 og 2020.

Det må tas en gjennomgang for å vurdere hvor gir mening og hvor det er nødvendig å planlegge supplerende grunnundersøkelser i forhold til områdestabiliteten. Opprinnelig inneholdt borplanen til denne rapporten 2 totalsonderinger til med nr. 18 og 19. Bh 18 var planlagt i nord av oversiktstegning V01, bh19 var opprinnelig planlagt i nordvest-hjørnet av oversiktstegning V02 direkte ved bekkebredden. Boringene ble ikke utført, grunnborene fikk ikke adgang. Lokasjonene kunne være interessant mht. utbredelsen av sensitive masser. Også kan vurderes supplerende grunnundersøkelser til bh26 ved Frebergsviken naturreservatet for å undersøke bergforløpet, mektigheten og egenskapene av leirelaget.

Brukbarhet av skjæringsmasser til vegfylling skal vurderes nærmere. I henhold til HB V221 kapittel 2.2 skulle leiremassene oppfylle følgende egenskaper: skjærfastheten bør være over 50 kPa for uomrørt og over 10 kPa for omrørt tilstand, vanninnhold mindre enn 30 %, kornfordeling

av leire i henhold til HB V221 kapittel 2.2.2.1 (side 215, fig. 2-2-1 Erfaringsområde for kornfordeling av leire til vegfyllinger).

Det er beskrevet at viktigst ved bedømmelsen er vanninnhold og korngradering (mange undersøkte prøver oppfyller kravene til vanninnhold og korngradering, også mht. styrkeverdiene.

Det anbefales å undersøke skjærtøyninger under fyllingene med avansert geoteknisk programvare med endelig element metode i videre prosjekteringen. Dessuten anbefales å undersøke setninger nøye og vurdere f.eks. geotekniske tiltak.

## 6 REFERANSER

**Standard Norge.** (2016). Eurokode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner. NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016. Oslo: Standard Norge

**Standard Norge.** (2016). Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering - Del 1: Allmenne regler. NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016 . Oslo: Standard Norge

**Standard Norge** (2008). Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering, Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver. NS-EN 1997-2:2007+NA:2008. Oslo: Standard Norge.

**Statens vegvesen** (2016): Laboratorieundersøkelser. Håndbok R210

**Statens vegvesen** (2018): Feltundersøkelser. Håndbok R211

**Statens vegvesen** (2014, midlert. 2018): Geoteknikk i vegbygging. Håndbok V220

**Statens vegvesen** (2018): Vegbygging. Håndbok N200

**Statens vegvesen** (2014): Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger. Håndbok V221

**Statens vegvesen** (2014): Tegningsgrunnlag / Geoteknisk opptegning. Håndbok R700 / V223

**Statens vegvesen** (1985): Zd-53A-Statens vegvesen Vestfold, Grunnundersøkelser RV310 Kopstad-Nykirke Gang og sykkelvei, 1985

**Statens vegvesen** (1968): Z-109-Veglaboratoriet, Grunnundersøkelser for omlegging av RV310, Parsell Solhøyden-Kopstad, 1968

**NGI** rapport 960023-1, Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred, kartbladet Horten, 1998



**NGI** rapport 960023-2, Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred, Boreresultater, kartbladet Horten, 1998

**NGI** rapport 20001008-59, Program for økt sikkerhet mot leireskred, evaluering av risiko for kvikkleireskred, Horten kommune, 2006

**Naturfareprosjekt Delprosjekt 6 Kvikkleire** (2014): Valg av karakteristisk CuA-profil basert på felt- og laboratorieundersøkelser

**NVE Norges Vassdrags- og Energidirektorat.** (2014). Sikkerhet mot kvikkleireskred - Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper. (NVE veileder nr. 7/2014). Oslo: NVE

**DIBK Direktoratet for Byggkvalitet.** Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning. Kapittel 7 Sikkerhet mot naturpåkjenninger. § 7-3. Sikkerhet mot skred