

Til: Statens vegvesen
v/ Rolf Aasland
Kopi til:
Dato: 2018-01-09
Rev.nr. / Rev.dato: 1 / 2018-02-06
Dokumentnr.: 20170939-01-TN
Prosjekt: RV. 13 Trå - Kyrkjesvingen
Prosjektleder: Kristina Molland Edvardsen
Utarbeidet av: Kristina Molland Edvardsen
Kontrollert av: Vidar Gjelsvik

Uavhengig kontroll av rapport 30273-GEOT-1, rev. 1 Rv. 13 Kyrkjesvingen, Stabilitet dagens veg

Innhold

1	Innledning og konklusjon	2
2	Grunnlag	2
3	Kontroll	3
4	Referanser	4

Tabell

Tabell 1	Kontrolltabell. Å – Åpen, L – Lukket, TS – Teknisk spørsmål, K-kommentar	3
----------	--	---

Vedlegg

Vedlegg A	30273-GEOT-1, rev.1 med kommentarer fra NGI
-----------	---

Kontroll- og referanseside

1 Innledning og konklusjon

Geo- og skredseksjonen i Statens vegvesen har utført grunnundersøkelser og foretatt geotekniske vurderinger for Rv. 13 langs Granvinsvatnet fra Trå i nord til rett sør for Granvin kirke. Bakgrunnen for bestillingen er en utglidning av Rv. 13 ved Holve i 2016. Rapporten er ikke tilknyttet byggesak eller planarbeider, og er en ren faglig vurdering av stabilitetsforholdene i dagens situasjon.

NGI er engasjert av Statens vegvesen for å utføre en uavhengig kontroll av gjeldende rapport, tilsvarende en uavhengig kontroll av tiltak i geoteknisk kategori 3.

Vi er generelt enige i tolkningene og vurderingene i rapporten, og har kun noen kommentarer.

Vi støtter rapportens anbefaling om avlastning ved profil B8. Dette med bakgrunn i at beregningene tyder på at området er meget ømfintlig for selv små tilleggslaster. Her antas det at det har blitt utført planering- og fyllingsarbeider i en naturlig elveos i flere omganger. Dette har ført til en forverring av stabilitet fra opprinnelig situasjon. Videre ligger Granvin kirke i umiddelbar nærhet, og kan påvirkes av et eventuelt skred.

Videre anbefaler vi at det opprettes aktsomhetsområde for kvikkleire, da både terrengkriteriene og prøveseriene i leirlaget tilsier at et ev. skred vil få bakovergrepene utvikling tilsvarende skredet ved Holven. Ved å opprette et aktsomhetsområde vil NVEs veileder 7/2014 [1] gjelde for tiltak innenfor aktsomhetsområdet/utløpsområdet, og dette kan være med på å hindre uønskede tiltak i området.

NGI mottok den 26.01.2018 revidert utgave av rapporten, 30273-GEOT-1 rev. 2. I revisjonen er kommentarene som gitt i NGIs kontrollnotat hensyntatt, sammen med enkelte andre endringer/rettinger. Vi har en liten kommentar som er gitt i Tabell 1, utover dette er det ingen flere kommentarer. Endringene som er utført i rev.1 av dette kontrollnotatet er markert i kursiv.

2 Grunnlag

30273-GEOT-1, rev. 1 Rv. 13 Kyrkjesvingen, Stabilitet, dagens veg [2]

3 Kontroll

Generelt er vi enig i tolkningene og vurderingene i rapporten. Rapporten er god og oversiktlig, og etter det vi kan bedømme er det ingen større avvik eller mangler i rapporten.

I Tabell 1 er det gitt kommentarer som knyttes til markeringer i vedlegg A, som er en kopi av gjeldende rapport. Kommentarene har en av følgende status;

Å – Åpen: Svar ønskes/påkrevs

K – Kommentar: Ingen svar påkrevs

L – Lukket

TN- Teknisk spørsmål

Tabell 1 Kontrolltabell. Å – Åpen, L – Lukket, TS – Teknisk spørsmål, K-kommentar

Pkt.	Kommentar	Status
Kap.4 pkt. 1	<p>I rapporten er de sterkt humusholdige massene på bunn av Granvinvannet omtalt som <i>dynn</i>, og det er beskrevet at <i>dynn</i> er typisk innsjøsedimenter. Prøveseriene fra lab betegner disse massene som <i>torv</i>.</p> <p>I lagdelingen er betegnelsen <i>torv</i> benyttet på sterk humusholdige masser under fylling, altså på det laget som ikke er på sjøbunn.</p> <p>Vi stiller spørsmål ved bruken av begrepet "dynn" så lenge ingen av prøvene viser dette. Kan det gi et feil bilde av grunnforholdene?</p> <p><i>NGI 06.02.2018: Nyansert i rev. 2</i></p>	K / L
Kap. 5 pkt. 1	<p>NGI er enig i at et skred ofte utløses fra menneskelig aktivitet, og at et naturlig skred ikke kan utelukkes.</p> <p>Vi vil i tillegg kommentere at deler av utredningen ligger ved utosen til "Kyrkjeelvi", som gjelder bla. profil B7 og B8 der det er beregningsmessig lavest stabilitet. Mulighet for sedimentasjon og erosjon i utløpet bør kommenteres i forhold til naturlig endring av stabilitet over tid.</p> <p><i>NGI 06.02.2018: Presisert i rev. 2</i></p>	K / L
Kap. 7 Pkt. 1	<p>Udrenert beregning (ADP) i snitt B8 gir sikkerhetsfaktor 0,85.</p> <p>Slik vi ser det tyder dette på feil beregningsforutsetninger, men en eventuell endring av forutsetninger som f.eks. økning av fasthet eller hensyn til 3D- effekter, kan ikke nødvendigvis overføres til andre profiler.</p> <p><i>NGI 06.02.2018: Presisert i rev. 2</i></p>	K / L

Pkt.	Kommentar	Status
Kap.8.1 pkt. 1	<p>Anbefaling om avlastning ved snitt B8 støttes av NGI.</p> <p>På tegning V032 er det skissert et område som ikke må belastes med ytterligere utfylling, og avlastning av området anbefales.</p> <p>I kapittel 8 er det anbefalt å unngå oppfylling på flere steder langs strekningen. Det kan vurderes om hele strandsonen bør markeres for "ingen oppfylling".</p> <p><i>NGI 06.02.2018: Tegning V032 er endret i rev. 2</i></p>	K / L
Kap. 8.1 pkt. 2	<p>Ved boring 139 ligger vegen tett på topp skråning, som gjør at trafikklasten vil ha en større innvirkning på dette snittet enn for eksempel i snitt B8 – avlastning er foreslått også her, som NGI er enig i.</p> <p><i>NGI 06.02.2018: Ingen krav til endring.</i></p>	K / L
Kap. 8.3 pkt. 1	<p>Opprettelse av et aktsomhetsområde iht. NVE 7/2014 vil medføre at tiltak innenfor aktsomhetsområdet/løsneområdet må utføres i tråd med veilederen. NGI mener at et slikt aktsomhetsområde bør opprettes.</p> <p><i>NGI 06.02.2018: Kommentaren er begrunnet og skal følges opp.</i></p>	K / L
Kap. 7	<p><i>I kap. 7 står det skrevet "reell uendret fasthet", men skal det egentlig være "reell udrenert fasthet"?</i></p>	K

4 Referanser

- [1] NVE, «Veileder 72014. Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper,» 2014.
- [2] Statens vegvesen, «30273-GEOT-1, rev. 1 Rv. 13 Kyrkjesvingen, Stabilitet, dagens veg,» 2017.

Vedlegg A

30273-GEOT-1, REV.1 MED
KOMMENTARER FRA NGI



Geoteknikk

Rv. 13 Kyrkjesvingen
Stabilitet, dagens veg

RV 13 hp 12, meter 2800, Granvin kommune

Ressursavdelinga

30273-GEOT-1, rev.1





Statens vegvesen



Oppdragsrapport

Nr. 30273-GEOT-1, rev.1

Labsysnr.

Geoteknikk

Rv. 13 Kyrkjesvingen
Stabilitet, dagens veg

Utrekning av stabilitet for dagens veg, rv.13 Trå - Kyrkjesvingen.

Region vest

Ressursavdelinga

Geo- og skredseksjonen

Postadr. Postboks 43
6861 LEIKANGER
Telefon 22073000

www.vegvesen.no

UTM-sone	Euref89 Ø-N	Oppdragsgiver:	Antall sider:
33	47345 - 6741802	Plan og forvaltningsseksjonen Voss og Hardanger	21
Kommune nr.	Kommune	Dato:	Antall vedlegg:
1234	Granvin	2017-11-08	9
		Utarbeidet av (navn, sign.)	Antall tegninger:
		Rolf Aasland Rolf Aasland <small>Digitalt signert av Rolf Aasland [20:00:08] Aasland, Rolf@statens-vegvesen.no og skredseksjonen.ansatt@statensvegvesen.no 0192 Date: 2017.11.08 10:37:22 +01'00'</small>	32
Prosjektnummer	Oppdragsnummer	Seksjonsleder (navn, sign.)	Kontrollert
306063	30273	Stein Olav Njøs Stein Olav Njøs <small>Digitalt signert av Stein Olav Njøs [19:59:58] Stein, Olav Njøs, s-Resursavdelinga, geo-og skredseksjonen.ansatt@statensvegvesen.no 0192 Date: 2017.11.08 10:31:49 +01'00'</small>	Øystein Holstad
Sammendrag			Øystein Holstad <small>Digitalt signert av Øystein Holstad Date: 2017.11.08 10:20:01 +01'00'</small>

Etter oppdrag fra plan og forvaltningsseksjon Voss og Hardanger har geo- og skredseksjonen utført grunnundersøkelser og foretatt geotekniske vurderinger for rv.13 langs Granvinsvatnet. Undersøkelsene er foretatt fra Trå i nord til rett sør for Granvin kirke.

Det er i rapporten presentert resultater fra grunnundersøkelser utført av Vegvesenet i 2010 og 2017. Boringene viser svært bløte masser bestående av dynn(torv) over leire i Granvinsvatnet, under dette er det fast morene og berg. For tilnærmet hele streknin-gen strekker disse bløte lagene av torv og/eller leire seg også under riksvegen. Et stort flertall av prøvene med leire viser sprø-bruddsmateriale, og enkelte av prøvene klassifiseres som kvikkleire. Resultatet fra grunnundersøkelsene er benyttet for å beregne og vurdere stabiliteten av dagens veg.

Det er utført beregninger i fem beregningsprofiler, i hvert profil er det utført både udrenert (ADP) og drenert analyse (AFI). Basert på beregningene er det utført en vurdering av stabilitetsforholdene slik vegen ligger i dag.

Det er vurdert at vegen generelt ligger med akseptabel stabilitet for dagens situasjon, så lenge det ikke utføres noen form for arbeider som kan forverre stabiliteten.

I ett profil, sør for Granvin kirke er det funnet dårlig stabilitet, også for dagens situasjon. Det er i dette området en slette på ned-siden av vegen og opparbeidet en tørrmur ut mot vannkanten. Det er en svært bratt marbakke rett under foten av muren, den bratteste delen har en høyde rundt 25-30 meter. Det er ikke usannsynlig at en eventuell utglidning i denne skråningen kan bre seg bak til riksvegen. Det anbefales på det sterkeste at det ikke fylles ut nye masser på området. For å sikre området bør det utføres en avlastning ved at det graves bort masser. Et tiltak kan være å fjerne muren og reetablere denne lengre inne.

Emneord

Stabilitet, kvikkleire

INNHOLDSFORTEGNELSE

INNHOLDSFORTEGNELSE	2
VEDLEGGSOVERSIKT	3
1 INNLEDNING/ORIENTERING	4
2 TIDLIGERE UNDERSØKELSER	5
2.1 Holve	5
2.2 Kyrkjesvingen (Granvin kirke).....	5
3 MARK- OG LABORATORIEUNDERSØKELSER.....	7
4 GRUNNFORHOLD.....	8
4.1 Grunnforhold Trå.....	8
4.2 Grunnforhold i Granvinsvatnet ved Kyrkjesvingen	8
4.3 Grunnforhold under Rv.13 og ved Granvin kyrkje	9
5 Utredning.....	10
6 Parametervalg og beregninger.....	11
6.1 Beregningsprogram	11
6.2 Jord	11
6.3 Kvalitet treaksialforsøk og trykksondering.	12
6.4 Vannivå og grunnvann.....	13
7 Resultater.....	15
8 Diskusjon.....	16
8.1 Stabilitet dagens veg.....	16
8.1.1 Boring 101-104 (Holve – Kyrkjesvingen)	16
8.1.2 Profil B1-B4	16
8.1.3 Profil B5	16
8.1.4 Profil B6, B7 og B8.....	17
8.2 Samlet vurdering.....	18
8.3 Andre forhold og tidligere anbefalinger	18
9 Konklusjon	19
10 Bilder profil B8	20
REFERANSER	21

VEDLEGGSOVERSIKT

Bilag 1: Tegningsforklaring (for geotekniske kart og profiler)

Bilag 2: Oversiktskart i målestokk 1:50 000 (A4 format)

Tegn.		Målestokk	Format
V01:	Situasjonsplan nord	1:2000	A3
V02:	Situasjonsplan sør	1:2000	A3
V03-V012:	Tverrprofil 1-21	1:400	A3
V13-V20:	Profil B1-B8, lagdeling	1:500	A3
V21 B1	AFI-analyse	1:500	A3
V22 B1	ADP-analyse	1:500	A3
V23 B4	AFI-analyse (torv)	1:500	A3
V24 B4	AFI-analyse (leire)	1:500	A3
V25 B4	ADP-analyse	1:500	A3
V26 B5	AFI-analyse	1:500	A3
V27 B5	ADP-analyse	1:500	A3
V28 B7	AFI-analyse	1:500	A3
V29 B7	ADP-analyse	1:500	A3
V30 B8	AFI-analyse	1:500	A3
V31 B8	ADP-analyse	1:500	A3
V32	Område med anbefalt tiltak	1:500	A3

Bilag 3: Borpunktoversikt

Bilag 4: Prøveoversikt

Bilag 5: Opptegnet laboratorieresultater sylinderprøver (Multiconsult)

Bilag 6: 5173701 – Laboratorierapport. Granvinsvatnet Posisjon 106, datert 17.08.17

Bilag 7: Tolket c_u -profil CPTU

Bilag 8: Tolket treaksialforsøk

Bilag 9: Bilder 54 mm sylinderprøver

1 INNLEDNING/ORIENTERING

Etter oppdrag fra plan og forvaltningsseksjon Voss og Hardanger har geo- og skredseksjonen utført grunnundersøkelser og foretatt geotekniske vurderinger for rv.13 langs Granvinsvatnet. Undersøkelsene er foretatt fra Trå i nord til rett sør for Granvin kirke, området ved Granvin kirke er ofte referert til som Kyrkjesvingen.

Bestillingen fra plan og forvaltningsseksjonen Voss og Hardanger var å undersøke stabilitet for rv.13 i dagens situasjon fra Trå i nord til sør for Granvin kirke, med hovedfokus på riksvegen forbi kirken hvor det er kjent at det er vanskelige grunnforhold. Bakgrunnen for bestillingen er utglidningen ved Holve 27. april 2016. Utglidningen skjedde i forbindelse med bygging av Jobergstunnelen og en heving av rv.13 i dagsonen. En utredning utført av NGI kom til at vekten av utlagt vegfylling var tilstrekkelig til å påføre et grunnbrudd i underliggende leirmasser (NGI, 2017).

Foreliggende rapport var ønsket som et beslutningsgrunnlag for om det bør gjøres tiltak for å sikre rv.13 fra Trå til Kyrkjesvingen mot en utglidning i Granvinsvatnet. Det er kjent at det kan være dårlige grunnforhold langs hele Granvinsvatnet, også videre sør fra avsluttet utredning. Det ble i samråd med bestiller valgt å sette en grense rett sør for Granvin kirke for denne rapporten.

Det vises til tegning V01 og V02 for avgrensning av denne utredningen.

Bilag 2 viser et oversiktskart i målestokk 1:50 000 for området.

Rapporten er relativt stor, dette er grunnet at den inneholder både resultater fra grunnundersøkelser, geotekniske beregninger og vurderinger. Det er presentert resultater fra boringer både i 2010 og 2017.

Rapporten er ikke tilknyttet noe byggetiltak eller planarbeider, og er en ren faglig vurdering for stabilitetsforholdene for dagens veg. Rapporten er valgt underlagt kollegakontroll og uavhengigkontroll, tilsvarende at prosjektet var plassert i geoteknisk kategori 3. Det poengteres at grunnet vanskelige stabilitetsforhold, samt sprøbruddsmateriale og kvikkleire, bør prosjektering av eventuelle tiltak langs vegstrekningen legges i geoteknisk kategori 3 med både kollegakontroll og uavhengig kontroll. Eventuelle tiltak vil også være underlagt NVEs veileder 07-2014 sikkerhet mot kvikkleireskred.

Revisjon 1: Mindre revisjon og rettinger av rapporten før 3.partskontroll. Rev. 0 var datert 19.10.2017

2 TIDLIGERE UNDERSØKELSER

2.1 Holve

Det er utført en rekke undersøkelser og skrevet flere notater og rapporter før og etter utglidningen på Holve. Rapportene og notatene fra disse arbeidene er ikke listet opp i denne rapporten.

Arbeidene ved Jobergstunnelen og Holve er styrt av Vossapakko. I etterkant av utglidningen har Vossapakko blant annet fått vurdert stabilitet for dagens rv.13 til rundt 300 meter sør for skredgrova. Dette arbeidet er presentert i følgende notat:

- 30134-GEOT-4 Vegvesenet – Rv.13 Granvin - Utglidning ved Hollven - Vurdering av stabilitet av vegen sør for raspropa mellom profil 2800-3210, datert 28.04.2017.

Det funnet relativt godt stabilitet for dagens veg for denne strekningen, stabilitet ble regnet i fem snitt, med minste sikkerhetsfaktor 1,57-1,64 i disse snittene. Stabilitet ble regnet som ADP-analyse.

Utredningen for denne rapporten starter ved slutt av stabilitetsberegningene presentert i 30134-GEOT-4.

2.2 Kyrkjesvingen (Granvin kirke)

Det er tidligere utført grunnundersøker ved Granvin kirke. Vegvesenet har utført grunnboring både i 1980 og 2010. I forbindelse med undersøkelsene i 2010 ble det utført bunnkotekartlegging av DOFsubsea (2010). Resultat fra disse undersøkelsene er nyttet i denne rapporten. For den nordlige delen av utredningen er relevant data fra bunnkotekartlegging, utført i forbindelse med arbeidet på Holve, tatt med. Det er et lite område for denne utredningen, ved Trå, som ikke er dekt av bunnkotekartlegging.

I tillegg til boringer utført av Vegvesenet har Noteby utført noen grunnundersøkelser i 1991 (notat fra 1992) for vurdering av utvidelse av kirkegården ved Granvin kirke.

- Statens Vegvesen - Grunnundersøkelser - Granvinvatnet v/Granvin Kirke, datert 4.5.1980.
- Statens Vegvesen - Rv 13 Kyrkjesvingen, reguleringsplan. Vurdering av grunnundersøkelser, beregninger og resultater fra Granvinvatnet. Notat, datert 14.12.2010.
- Noteby – 36174, rapport nr 2. Utviding av kyrkjegard. Område II. Grunnundersøkelser stabilitetsvurderinger, datert 04. februar 1992

Grunnforholdene i vatnet er bløte masser over fastere morene og berg. Boringene og notatene fra 1980 og 2010 har litt ulik tolkning av de bløte massene. I rapporten fra 1980 er det beskrevet løst lagret dyann over fastere lag med sand og grus, i notatet fra 2010 er de bløte massene beskrevet som et sedimentlag av siltig leire. Tolking av trykksonderinger (CPTU) og prøvetaking i 2017 viser de at bløte sedimentene er dyann over siltig leire. Det vises for øvrig til kapittel 4 for en nærmere beskrivelse av grunnforholdene.

Boringene utført på land av Noteby, for vurdering av utvidelse av kirkegården mot nord, viser dybde til antatt berg/stopp i sondering varierende mellom 0,6 og 9,4 m. Prøvetaking i ett av hullene viser svært lagdelte masser, med tørrskorpeleire over hovedsakelig sand, silt og et tynt lag med bløt leire. Leiren er klassifisert som kvikk.

Boringene fra 1980 er kun enkle sonderinger. Mange av sonderingene er i de samme områdene som boringene i 2010 og 2017. Det tydelig at boringene i 1980 ikke har klart å identifisere leirelag. Det er derfor valgt ikke å ta med resultat fra boringene i 1980 videre i denne rapporten.

Det er ikke funnet rapporter eller notater med samlet opptegning av boreresultatene fra 2010. Boringene er funnet digitalt i arkivet og valgt presentert i denne rapporten. Totalsonderinger i serien 7 – 58 er fra 2010, til sammen er det funnet resultat fra 31 totalsonderinger. Innmålingene av punktene antas å være målt ved utførelse, men det kan være en usikkerhet i koordinat for borpunktene. Det er i notatet fra 2010 referert til opptak av 2 prøvesylindre ved hhv. dybde 5,25-5,69 m og 7-7,69 m i hull 14, klassifisert som siltig leire med c_u 10-12 kPa. Det er også skrevet at det var ønsket fem prøver totalt, men de andre prøvene ble mistet pga. meget bløte masser. Ytterligere resultater fra disse prøvene er dessverre ikke funnet i arkivet. Det mistenkes at det også kan mangle noen sonderinger fra land som ikke er funnet arkivet.

3 MARK- OG LABORATORIEUNDERSØKELSER

Grunnundersøkelsene i 2017 omfatter i alt 41 totalsonderinger, 11 trykksonderinger (CPTU), opptak av 39 representative (poseprøver boret med skovlbor), tilsammen 20 uforstyrrede prøver (54 mm) samt nedsetting av 2 piezometer. Undersøkelsene er utført i perioden 06.06.2017 til 28.06.2017. Feltundersøkelsene ble utført av Norconsult. Det er i enkelte punkt utført trykksonderinger og prøvetaking i totalsonderingspunkt fra 2010 i Granvinsvatnet.

Alle boringer er innmålt med GPS som normalt gir nøyaktigheter for xyz-koordinatene innenfor ± 10 cm.

En samlet oversikt over plassering, bordybder og data for identifisering av de forskjellige boringene framgår av bilag 3. Her er boringene fra 2010 inkludert.

Plasseringen av alle borpunkt er vist på oversiktstegningene, tegn. V01 til V02.

De opptatte representative prøveseriene er analyserte ved vårt laboratorium i Bergen. Grunnet kapasitetshensyn ble de uforstyrrede prøvene sendt til Multiconsult sitt laboratorium i Bergen, tre prøver ble sendt til Multiconsult i Oslo for å få utført treaksial- og ødometerforsøk. To av de uforstyrrede prøvene ble ved en feil med grunnborene til Molde, og ble derfor valgt analysert ved Norconsult sitt laboratorium i Molde. Det er utført rutineundersøkelser, samt en del supplerende forsøk som glødetap, von postindeks og plastisitetsindekser. I tillegg er det utført fire treaksialforsøk og to ødometerforsøk. Det er utført kornfordelingsanalyse på de representative prøvene samt noen av sylindreprøvene.

Alle prøver er vist med dybde, jordartsbeskrivelse samt delvis utfyllende informasjon fra visuell beskrivelse i profiltegningene V03-V31. Dette er gjort slik er det lettere å sammenligne prøvene med sonderinger og tolket lagdeling. I tegning V03-V12 er alle sonderingsresultatene presentert. Det er ikke forsøkt å tolke lagdeling i disse profilene. Labresultater er presentert som følger:

Representative prøver (poseprøver):

Vist i profil 1-21, med jordartsbetegnelse, kornfordeling, humus- og vanninnhold samt Von postindeks for torvprøvene.

Sylinderprøver (54 mm) – Multiconsult – bilag 5:

Tegn 010-16: Borprofil med resultater fra rutineundersøkelser

Tegn 060-061: Kornfordeling

Tegn 075.1-075.2 Ødometerforsøk

Tegn 090.1-93: Treaksialforsøk

Sylinderprøver (54 mm) – Norconsult – bilag 6:

5173701 - Laboratorierapport Granvinsvatnet Posisjon 106, datert 17.08.17

Det vises for øvrig til bilag 4 hvor alle prøvene med utførte undersøkelser er listet opp. Det er også satt opp forsøk på prøvetaking som resulterte i tomme sylindre.

Bilder av sylindreprøvene analysert av Norconsult ligger ved i rapporten deres. Bilder av de fleste sylindreprøvene fra Multiconsult er presentert i bilag 9. På grunn av stort antall er det valgt ikke å legge ved bilder fra poseprøvene i rapporten.

4 GRUNNFORHOLD

4.1 Grunnforhold Trå

For strekningen mellom stabilitetsberegningene i 30134-GEOT-4 og frem til Kyrkjesvingen er det boret i vegbanen eller i fot av vegfyllingen.

I boring 101-105 er det utført totalsonderinger. Disse tyder på et topplag på 1-4 meter som antas å være vegfylling og naturlig avsatt sand- og grusmasser. Basert på prøvetaking i Kyrkjesvingen vil det være naturlig å anta at det også er en del humus i massene.

Under topplaget er det i boring 101-103 masser med middels stor motstand med relativt stor variasjon i boringene. Boringene tolkes som lagdelte masser hovedsakelig av sand og grus, men med innslag både av silt og leire. Boringene går over til fastere masser på hhv. 6,5m, 9 m og 13 m i borpunkt 101, 102 og 103.

I borpunkt 104 og 105 har massene under topplaget noe mindre motstand, og det er boret med et jevnere forløp på motstanden. Boringen tolkes som at massene her i større grad består av silt og leire, men med antatt innslag av sand. Ved 11-14 meters dybde går disse boringene over til faste masser, morene eller sand- og grusmasser. Berg er funnet på 17,4-19,8 meters dybde.

4.2 Grunnforhold i Granvinsvatnet ved Kyrkjesvingen

Grunnforholdene i vatnet består av et topplag med dynn. Dette er sterkt humusholdige masser og typisk innsjøsedimenter. I prøveseriene er det benyttet betegnelsen torv på disse massene. I denne rapporten er materialet i hovedsak omtalt som dynn om det er på bunn av vatnet og torv om det er under fylling. Enkelte av prøvene inneholder betydelig mengde med trerester. Torvmassene er klassifisert som H4 eller H5 i von Post skala. Skalaen er H1-H10 – Hvor H1 er uomdannet torv og H10 er fullstendig omdannet.

Dynnlaget har en generell mektighet på rundt 5 meter, stedvis tynnere og ikke overraskende synes det å være mektigst ved bekkeutløpet sør for kirken. Under dynnlaget er det i de fleste punktene tolket et lag med siltig leire, det er også registrert sandsjikt i materialet. Leiren er bløt med lav skjærfasthet, og basert på skjærfastheten og tolkning av CPTU antas leiren å ha liten grad av overkonsolidering. Leiren er middels til meget sensitiv og lite plastisk. Enkelte av prøvene klassifiseres som kvikkleire, og de fleste prøvene klassifiseres som sprøbrudd materiale etter NVEs retningslinjer 7/2014. Innerst i bukten ligger dynnlaget stedvis rett på morenen uten noe leirlag. Se for eksempel profil B4 i tegning V016.

På grunn av at både dynn- og leirlaget er svært bløte er det nær nullmotstand i massene ved totalsondering. Dette medfører at det er vanskelig å finne lagdeling mellom lagene, og man har kun prøvetaking og trykksonderinger (CPTU) å støtte seg på for å finne lagdelingene i disse massene. Tolking av lagdeling mellom torv og leire er dermed heftet med en del usikkerhet.

De bløte massene har en mektighet på 3-22 meter i de utførte borpunktene, hovedtyngden av boringer viser mektighet av bløte masser mellom 7 og 15 meter.

Under de bløte massene viser totalsonderingene betydelig fastere masser. Dette antas å være morenemasser. Det er ikke forsøkt å ta opp prøver av massene. Eventuelle stabilitetsproblemer er knyttet til de bløte lagene over disse massene. Mektighet av morenelaget varierer fra 0 til rundt 10 meter.

Det er i de fleste punktene påtruffet antatt berg. De fleste boringene er avsluttet med noe begrenset dybde av kontrollboring i berg, dybde til berg kan derfor stedvis være tolket for grunt pga. avsluttet boring i blokk.

4.3 Grunnforhold under Rv.13 og ved Granvin kyrkje

Det bløte laget av leire eller torv strekker seg under vegbanen gjennom hele Kyrkjesvingen. Også morenelaget i bunn er tilstede i de fleste boringene på land. I motsetning til boringene i vannet er det på land et fastere lag øverst. Det antas at dette er delvis naturlig avsatte grus- og sandmasser (antatt elveavsatt) og delvis utfyllinger.

Prøvetaking viser grusig sandig materiale med en del humusinnhold i topplaget. Basert på sonderingene og obersvarsjoner i felt er det også tydelig at det stedvis er mye stein i disse massene, dette gjelder særlig oppfyllinger på utsiden av riksvegen. Det er uklare overganger mellom antatt elveavsatt grusig sandig materiale med humus til mer rene torvmasser.

Som for boringene i vannet er det også vanskelig å skille mellom torvmasser og leiremasser i sonderingene på land. I motsetning til boringene i vannet er det en del sonderingsmotstand i massene, men sondermotstanden er nesten identisk i de to typene med masser. Lagdeling er basert på trykksonderinger og prøvetaking, og er også for disse boringene heftet med usikkerheter.

På grunn av overlagering fra topplaget er leirmassene på land fastere enn i vatnet. Basert på rutineundersøkelser er leiren mellom bløt og middels fast. Leiren er som i vannet middels til meget senisitiv og klassifiseres som sprøbruddmateriale. Flere prøver er helt på grensen til å bli kategorisert som kvikkleire.

Berget stiger raskt og det er for eksempel synlig berg i dagen i fossen bak kirken og mot campingplassen. Boringene utført av Noteby for utvidelse av kirkegården mot nord viser dels liten dybde til antatt berg i flere av boringene. Oppover i terrenget med tynnere løsmassdekke vil dette ha en annen sammensetning enn den generelle beskrivelsen gitt over.

Som eksempel på grunnforhold under riksvegen på land vises det til punkt 127 plassert sentralt i området. Her er det ved prøvetaking funnet 4 meter med humusholdige grusig sandig materiale, dette er mest sannsynlig avsatt av elva. Videre i dybden er det 7 meter med torvmasser. Massene er sannsynligvis avsatt i et tidligere åpent vann-/myrområde. Massene går gradvis over til siltig leire, og fra 13 meter er det tatt opp en prøve av siltig leire med sandsjikt og noe humusinnhold. Trykksondering viser at leirelaget fortsetter til rundt 17-18 meters dybde. Under dette nivået går det gradvis over til fastere materiale som antas å være morenemasser.

Ved kirken er det boret to sonderingspunkter. Det ble ikke tatt opp prøver så lagdelingen er kun en tolkning av utførte sonderinger og derfor heftet med usikkerhet.

Punkt 136 ser ut som 9 meter med sandig grusig materiale, antatt med humus som funnet i andre prøver i nærheten. Under dette er det svært lite motstand fra 9 til 14 meters dybde. Mest sannsynlig er dette leirmasser (potensielt kvikkleire), men det kan også være torvmasser. Deretter er det påtruffet berg.

Punkt 137 viser rundt 6 meter det som antas å være sandig grusig materiale med humus. Deretter ser det ut som leire eller torvmasser til rundt 9 meters dybde, i beregningsprofilene er

laget tolket som torv. Fra rundt 9-10 meter antas det å være leire basert på formen på mostandskurven i totalsonderingen. Det antas videre at dette kan være kvikkleire (eller sprøbruddsmateriale). Fra 16 meter er det påtruffet harde morenemasser. Det er antydning av berg i bunn av denne sonderingen på 21,8 meter, men boring kan være avsluttet i blokk.

5 Utredning

Utredningen gir en beregnet sikkerhetsfaktor på hvor stabilt dagens veg ligger i valgte beregningsprofil. Dette gir grunnlag for å vurdere hvor robust veg ligger mot en utglidning.

Et skred utløses av en ytre faktor. Dette er ofte menneskelig aktivitet, som skredet ved Holve. For strekningen som nå utredes er det i utgangspunktet ikke planlagt noen tiltak, og det er ikke vanlig at en veg plutselig glir ut. Men man kan ikke utelukke naturlige ytre faktorer. Hendelse som ekstremnedbør kan for eksempel gi økt poretrykk i grunnen og forverre stabiliteten. Et initialskred i skråningen under vannet utløst av naturlige årsaker kan ikke utelukkes. Om veg ligger med svært dårlig stabilitet kan slike hendelser i verste fall medføre en utglidning. Derfor er det ønsket å finne ut stabiliteten for dagens veg.

Det poengteres at i masser som funnet her (kvikkleire og sprøbruddsmateriale) kan mindre skred og utglidninger utvikle seg til større skred. For eksempel kan mindre utglidninger som følge av en oppfylling få store konsekvenser. Kroneeksemplet i denne sammenhengen er Rissaskredet i 1978. Raset ved Holve er også et eksempel på et skred med retrogressiv bruddutvikling.

For bestemmelse av beregningsprofil er det tegnet opp åtte profiler i Kyrkjesvingen, B1-B8. Det er i disse profilene tolket lagdeling. Som nevnt i kap. 4. er grensen mellom dynn/torv og leire vanskelig å tolke, laggrensene er derfor heftet med noe usikkerheter i deler av profilene. Stedvis er tynnere lag av for eksempel sand sett bort fra i lagdelingene for å forenkle modellene. Basert på lagdeling, topografi og fordeling utover området er det valgt å beregne stabilitet for dagens veg i fem av snittene: B1, B4, B5, B7 og B8.

Det er utført to type beregninger i hvert snitt, AFI (drenert analyse) og ADP (udrenert analyse) beregninger. Drenert analyse er mest representativ for dagens situasjon, drenert analyse kalles også langtidsstabilitet. Ved en ytre belastning kan det oppstå udrenert situasjon i leiren, for eksempel en oppfylling (Holve). Det kan også oppstå en udrenert situasjon etter mindre initialbrudd (skred), for eksempel i skråningen ute i vannet. For vurdering av stabilitet av dagens veg er drenert stabilitet vektlagt mest, men det er bekymringsverdig om veg ligger med dårlig udrenert stabilitet selv om det ikke er planlagt noen fyllinger eller andre tiltak.

Der veg ligger med svært dårlig stabilitet bør det vurderes om det er tiltak som kan sikre vegen. Store deler av Kyrkjesvingen vil være en vanskelig strekning å sikre, og det er ikke en del av denne rapporten å skissere eventuelle større sikringstiltak for hele området.

For ett område på strekningen er det opplagt at det bør være forbud mot utfylling. Det er her også skissert tiltak for sikring. Se kapittel 8.

Det poengteres at for nye prosjekter er det klare fastsatte krav til minimum sikkerhetsfaktor i stabilitetsberegninger. For stabilitet i kvikkleire og sprøbruddsmateriale er kravet til sikkerhetsfaktor for lokalstabilitet, både for drenert og udrenert analyse, 1,50 – 1,60 etter håndbok V220. Det vil også være krav til sikkerhet som slår inn i andre byggesaker enn Vegvesenprosjektet, blant annet vises det til NVE retningslinjer for tiltak i kvikkleireområder

(NVE, 2014). Denne utredningen har en annen vinkling da det skal vurderes i hvilken grad dagens veg ligger med akseptabel stabilitet.

6 Parametervalg og beregninger

6.1 Beregningsprogram

Beregninger er utført i stabilitetsmodul i GeoSuite.

Det er lagt inn trafikklast på 13 kPa i beregningene etter håndbok V220.

6.2 Jord

Tabell 1: Jordparameter

Materiale	γ (kN/m ³)	ϕ (°)	c' (kPa)	c_u (kPa)
Grus, sand, silt, humus	18	35	1	-
Torv	13	27	4	-
Leire	19	29	3	C-profil
Morene	20	35	10	-

Grus, sand, silt og hums.

Materialparameter er basert på erfaringsverdier, samt håndbok V220 figur 2.39. Det er for enkelthetskyld ikke forsøkt å skille mellom grovere vegfylling og sand- /gruslag.

Torv

Romvekt er basert på sylindprøvene med torv i prosjektet. Styrkeparameter er basert på SGI (1988). Det er valgt å legge seg i nedre del av intervallet for friksjonsvinkel. Basert på at torven flere steder har liten overlaging, samt Von post skala på H-4 og H-5 (noe fiberstruktur) er det valgt å legge inn noe kohesjon i massene.

Leire

Romvekt er basert på sylindprøver med leire i prosjektet. Friksjonsvinkel og kohesjon er basert på tolket treaksialforsøk. Udrenert skjærfasthet er basert på en samtolkning av utførte treaksialforsøk, trykksonderinger og rutineforsøk. Det er lagt størst vekt på treaksialforsøk og trykksonderinger ved bestemmelse av skjærfasthetsprofil. Tolket c-profiler er vist i bilag 7. I diagrammene i bilag 7 er det plottet aktiv skjærfasthet. Fasthet fra rutineforsøk er valgt justert med ADP-forholdet for å representere en aktiv skjærfasthet.

Skjærfasthet fra trykksonderingene er tolket med et eget CPTu-regneark utviklet av Vegdirektoratet. Det er benyttet versjon 2017_02 av regnearket. Det er valgt benyttet korrelasjoner (N_{kt} , N_{ke} og $N_{\Delta u}$) presentert av Karlsrud et al. (2005) for tolkning av skjærfasthet. Bestemmelse av N-faktorer avhenger av sensitivitet, plastisitetsindeks, B_q og OCR. Felles for alle tolkningene er at sensitivitet satt til over 15 og plastisitetsindeks er satt lik 10 %. OCR er lagt inn manuelt basert ulike CPTu korrelasjoner og en tolkning av forventet overlaging i området. OCR er generelt lagt inn avtagende med dybden i alle sonderingene. Benyttet verdier for OCR ligger i intervallet 1,2-3,0. Leiren er generelt mager og gir noe begrenset poretrykkrepons i flere av trykksonderingene, det er derfor valgt å legge hovedvekt på tolkning mot spissmotstand (N_{kt} og delvis N_{ke}).

Stedvis er c-profil forlenget i dybden under avsluttet sonderinger med lik økning i c-profil som i den utførte trykksonderingen.

Noen plasser er det også lagt inn c_u -profil i beregningsprofilene hvor det ikke er trykksonderinger eller prøveserier. Her er c-profilene basert på SHANSHEP og antatt OCR eller en ren kopi av c-profilene tolket fra trykksonderingene. Det er notert under c-profilene i beregningsprofilene hva de er basert på.

Leiren er mager og har lav plastisitet. Det er benyttet ADP-forhold $c_{uD}/c_{uC}=0,63$ og $c_{uE}/c_{uC}=0,35$ i beregningene (NIFS, 2014).

Morene

Parameterne er valgt basert på erfaringsverdier.

Modellering

Det er kun leirelaget som er gitt en udrenert oppførelse i ADP-beregningene, de andre lagene er modellert drenert i begge analysemetodene.

6.3 Kvalitet treksialforsøk og trykksondering.

Kvalitet av treksialforsøkene er vurdert etter NGF melding 11 (NGF, 2013). Det er vurdert OCR 1-2 for alle prøvene. Jevnt over er prøve kvaliteten dårlig. Dette antas å være på grunn av sensitiv mager siltig leire som er vanskelig å ta gode prøver av, samt relativt lang transport av prøvene.

Det er valgt å benytte drenert parameter tolket fra forsøkene, men for udrenert skjærfasthet er designparameter støttet vel så mye på tolkning av trykksonderingene (CPTU).

Alle prøvene har dilatant eller plastiske bruddmekansime. Det er likevel naturlig å anta at oppførelsene kunne vært kontraktant om materialet var mindre prøveforstyrret.

Prøvene er forsøkt konsolidert til in-situ spenninger, men lagdelingene var ikke ferdig tolket når forsøkene ble kjørt. Prøvene er derfor generelt konsolidert noe høyere enn antatt in-situ spenninger. Om en tar utgangspunkt i lagdelingene vist i beregningsprofilene og en grunnvannstand på kote +24 (106 og 122) og +25 (133) er prøvene konsolidert 1-13 kPa over in-situ spenninger. Prøvene er konsolidert anisotrop med $K_0'=0,60-0,65$.

Tabell 2: Prøvekvalitet treksialforsøk

Borpunkt	Dybde	Type forsøk	$\Delta e/e_0$	Kvalitet
106	9,5	CAUa	0,073	Dårlig
122	7,45	CAUa	0,060	God til brukbar
122	12,4	CAUa	0,119	Veldig dårlig
133	11,35	CAUa	0,097	Dårlig

Kvalitet for trykksonderingene er vurdert basert på NGF melding nr.5. Generelt er det god anvendelsesklasse i forsøkene. Det er valgt ikke å utelate noen av forsøkene fra tolkning basert på anvendelsesklasse.

Enkelte trykksonderinger ble kjørt to ganger grunnet dårlig poretrykksrepons, det er i disse tilfellene presentert det siste forsøket.

Tabell 3: Utførte trykksonderinger, anvedelsesklasse og i hvilke beregningsprofil tolkningene er benyttet.

Borhull	Anvendelsesklasse (vurdert mot kPa)			Profil	Kommentar
	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk		
15	1	1	1	B5	
34	1	1	1	-	Kun torv
55	2	1	2	B1	
106	2	1	1	B1	
116	1	1	1	-	Sand/silt/humus
122	1	1	1	B4/B5	
127	1	1	1	-	
130	1	1	1	B8	
133	1	1	1	B8	
141	1	1	1	-	Dårlig poretrykkrepons
142	1	1	1	-	Stoppet i fast lag

Trykksonderinger i hull 34, 116 og 142 er ikke kjørt i leire og derfor ikke tatt med i tolkning av skjærfasthet.

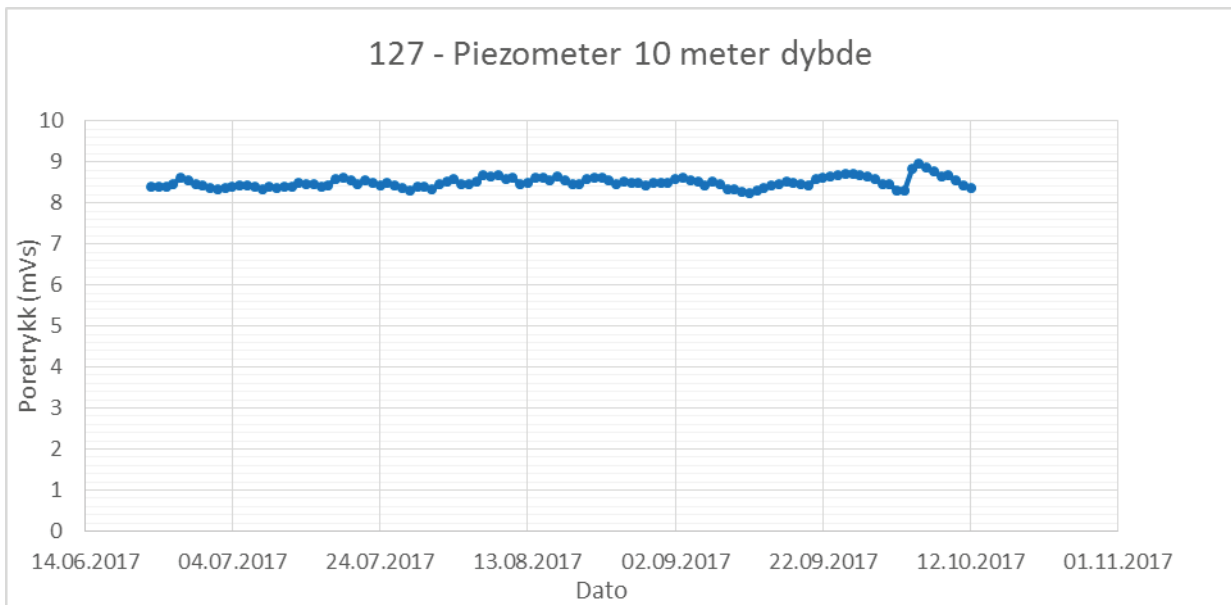
Trykksondering 127 har generelt høyere spissmotstand enn sondering 133, tolkning av profil 133 er derfor valgt for bestemmelse av c-profil i beregningsprofil B7 og B8.

Sondering 141 er et vanskelig forsøk å tolke, tilsynelatende er det dårlig poretrykksrespons i forsøket. Det er valgt ikke å benytte tolkning av forsøket i stabilitetsprofiler.

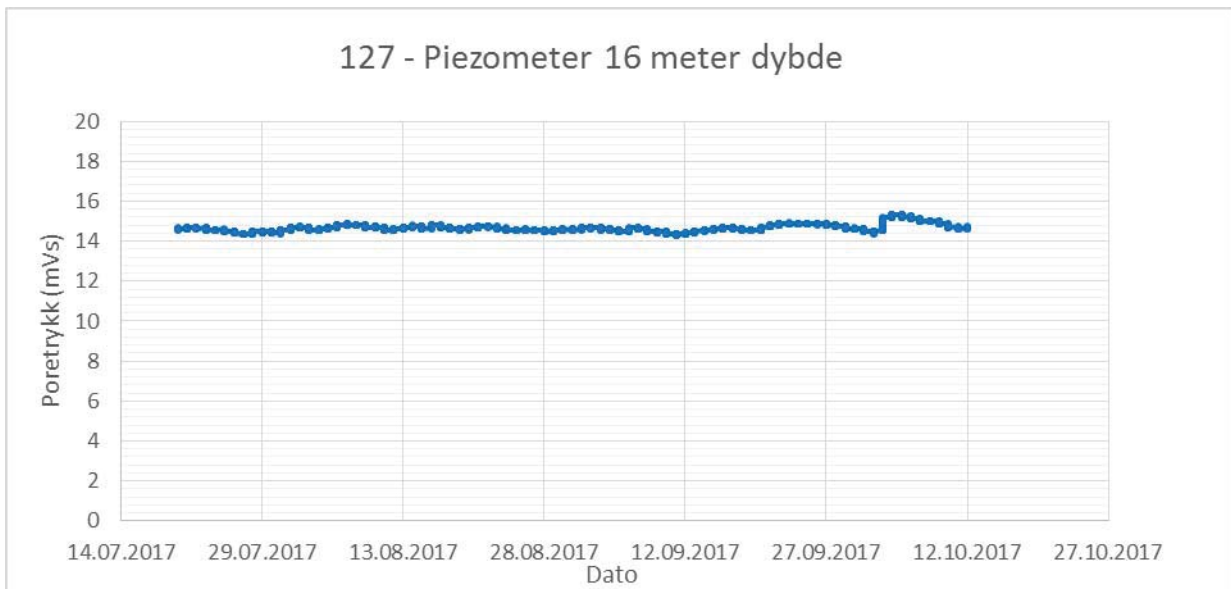
6.4 Vannivå og grunnvann

Det er ikke funnet data på vannivå i Granvinsvatnet. Vannet er ikke regulert og det antas at det er relativt begrenset variasjoner i vannivå. For tilbakeregning av skredet på Holve utført av NGI (2017) ble det benyttet kote +23,88 som ble målt dagen ved utglidningen. I denne rapporten er det valgt å legge vannkote på +23,5. Det poengteres at lav vannstand er konservativ i beregningene da dette gir mindre mothold på skråningsstabiliteten.

Det ble satt ned to piezometer med logging ved punkt 127. Den øverste måleren tyder på en grunnvannstand rundt 1,2-1,8 m under terreng i loggeperioden (antatt hydrostatisk poretrykk over målernivået). Poretrykksøkning i dybden mellom de to målerne i punkt 127 er funnet å være tilnærmet lik hydrostatisk. Det kan likevel ikke utelukkes at det er poreovertrykk i grunnen på grunn av tette lag og topografi. Grunnvannsnivå er valgt modellert svakt stigene oppover i terrenget, se beregningsprofilene. For å ta høyde for potensielt poreovertrykk er det i drenerte beregninger valgt å anta 110 % av hydrostatisk poretrykk med dybden fra og med topp leirlag.



Figur 1: Piezometer, dybde 10 meter.



Figur 2: Piezometer, dybde 16 meter.

7 Resultater

Grunnet stor usikkerhet rundt lagdeling i B4 er dette snittet beregnet med både torv- og leirlag under vegbanen.

Laveste beregnet sikkerhetsfaktor er vist i tabell 4. Det vises til kapittel 8 for diskusjon og vurdering av resultatene.

Sikkerhetsfaktor under 1,00 er teoretisk brudd.

Slik vegen ligger i dag er det drenert sikkerhetsfaktor (AFI) som er mest representativ, men udrenert sikkerhetsfaktor (ADP) kan ikke sees helt bort fra i vurderingene.

Tabell 4: Laveste beregnet sikkerhetsfaktor

Profil	Minste beregnet sikkerhetsfaktor	
	AFI (Langtid)	ADP (Udrenert)
B1	1,94	1,20
B4 – Leire	1,42	1,32
B4 – Torv	1,38	-
B5	1,63	1,09
B7	1,79	1,04
B8	1,23	0,85

Beregnet udrenert (ADP) sikkerhetsfaktor oppfyller ikke kravene til sikkerhetsfaktor i håndbok V220. Dette betyr at det basert på sikkerhetsfaktorer funnet i denne rapporten ikke kan utføres tiltak som kan medføre en udrenert situasjon. Sikkerhetsfaktor i drenerte analyser er også i enkelte snitt lavere enn kravet til sikkerhetsfaktor for nye prosjekter.

8 Diskusjon

8.1 Stabilitet dagens veg

8.1.1 Boring 101-104 (Holve – Kyrkjesvingen)

Ved boring 101 og 102 er det langgrunt og profilene antas å være mindre utsatt for utglidning enn profilene beregnet i 30134-GEOT-4. Profilene i 30134-GEOT-4 ble regnet med sikkerhetsfaktorer som ville blitt akseptert for en ny veg. Det vurderes at vegen på strekningen fra start utredning til boring 102 ligger med bedre stabilitet enn snittene i 30134-GEOT-4, og dermed vurderes stabilitet i dagens situasjon som god uten noen form for videre utredning.

Ved boring 103 er det fastere masser og det antas i utgangspunktet at vegen ligger med grei stabilitet. Dette er likevel det eneste området som ikke er dekt opp med bunnkotekartlegging. For en sikrere vurdering av strekket bør det utføres en kartlegging av bunnen på vatnet i dette området.

Ved boring 104 er det en stor landtunge lagt opp av elva. Boringen viser antatt siltig leire i fot av vegfyllingen. Det kan også være en del sand i massene. Det forventes at det kan være et siltig leirelag under hele området, og at et eventuelt brudd ut mot vatnet kan gripe bakover mot riksvegen. Området er sammenlignbart med det mest kritiske profilet i utredningen, B8. Men det er mindre bratt på sjøbunnen utenfor dette område, samt at mektighet av bløte masser er mindre enn under vegen i profil B8. Det antas at vegen ligg med grei stabilitet i området så lenge det ikke utføres tiltak som kan forverre situasjonen. Det er viktig at det ikke fylles ut masser på landtungen på nedsiden av vegen uten at grunnen i dette området eventuelt undersøkes nærmere.

8.1.2 Profil B1-B4

Profil B1 og B4 er vurdert som representative snitt for denne strekningen. Laveste sikkerhetsfaktor funnet er ved udrenert analyse (ADP) i B1 med sikkerhetsfaktor 1,20, Drenert analyse er lavest i B4, og ligger på 1,38-1,43.

Sikkerhetsfaktorene er lavere enn det som er kravet for en ny veg, men så lenge det ikke fylles ut i området eller utføres andre tiltak som kan forverre stabiliteten vurderes det som svært lite sannsynlig at det skjer en utglidning på denne strekningen.

8.1.3 Profil B5

Beregnet sikkerhetsfaktor for drenert situasjon er god, med laveste sikkerhetsfaktor 1,63. Dette er den mest representative analysen for situasjonen i dag.

For udrenert situasjon er det beregnet en lav sikkerhetsfaktor, 1,09. Volumet som er inkludert i denne bruddmekanismen er stort, og det skal mye til for å få en udrenert situasjon langs hele skjærflaten. Det kan også være at skjærfastheten i leiren i borpunkt 122 er tolket noe lavt da dette var en vanskelig trykksondering å tolke.

Når disse betryggende faktorene er nevnt tyder likevel en sikkerhetsfaktor på 1,09 fra udrenert analyse at man bør behandle området med varsomhet. Det bør ikke legges ut fyllinger som tilfører masser til området. Også andre prosjekter som kan gi poretrykksoppbygging eller omrøring av leira må utføres med stor forsiktig og vurderes nøye av kyndig fagpersonell. Dette kan for eksempel være boring/ramming av peler til berg, ramming av spunt, eller boring energibrønner gjennom de bløte lagene til berg.

8.1.4 Profil B6, B7 og B8

Profil B8 er vurdert som det mest kritiske av disse 3 snittene. Dette er også det mest kritiske snittet i utredningen.

Det er beregnet forholdsvis lav sikkerhetsfaktor mot brudd i drenert situasjon med faktor 1,23. For udrenert situasjon er det beregnet sikkerhetsfaktor 0,85 som er teoretisk brudd. Det vil si at skråningen sannsynligvis vil gå til brudd om det skulle oppstå en udrenert situasjon.


Det er en svært bratt marbakke rett utenfor foten på muren. Den bratteste delen har en høyde på rundt 25-30 meter, og det er også skråning videre utover. I profilet strekker torv og leirmassene seg bakover under riksvegen og videre bakover. Leiren er kvikkleire eller på grensen til kvikkleire (sprøbruddsmateriale). Et eventuelt brudd i den ytre delen av området mot Granvinsvatnet kan fort bre seg bakover ta med seg riksvegen.

Vi har i arbeidene med denne rapport ikke lagt mye arbeid i å finne historikken til området, men det er naturlig å anta at det er et naturlig elveos som har blitt fylt opp og planert ut. Ytterst er det murt opp en tørrmur, denne ser ut til å ha fått store setninger. En gjennomgang av tilgjengelige flyfoto fra 2006 til 2014 tyder også på at området har satt seg over lengre tid og at det kan være fylt på nye masser. Det ser ut som at det er den nordlige delen av området som har fått størst setninger. Se kapittel 10 for bilder av området.


Det er å forvente at et slikt område setter seg ved en utfylling og oppmuring av mur, da det er tykke lag med torv under oppfyllingen. Setningene kan ikke forventes å avta før om lang tid.

De pågående setningene ytterst i området er i seg selv ikke bekymringsverdig for riksvegen, men eventuell tilkjøring av nye masser for å opprettholde området vil være svært bekymringsverdig. Det er ikke usannsynlig at tilleggslast fra en eventuell ytterlige utfylling med steinmasser kan medføre et grunnbrudd i leirlaget under torven.

Det poengteres at opprinnelig torvmasser er vesentlig lettere en eventuelle tilførte steinmasser. Setningene vil sakte men sikkert komprimere torvmassene. Tilkjøring av nye steinmasser etterhvert som torvmassene presses sammen vil medføre en stadig større vekt på leirlaget. Det er sannsynlig at dette kan medføre et grunnbrudd.

Med tanke på stabiliteten av området og sikkerhet for rv. 13 må det ikke tilføres ytterlige masser på området. For å sikre området anbefales det at en del av massene ytterst fjernes slik at skråningen avlastes. Omfang, og beregnet effekt av tiltak bør utføres i et eget notat. 

Profil B6 og B7 er relativt like B8, men med noe slakere skråning i vannet samt mindre vekt på kanten av marbakken. Det er beregnet stabilitet i profil B7, drenert analyse viser god stabilitet. Udrenert viser svært lav stabilitet beregnet til 1,04, men dette er likevel en bedre sikkerhetsfaktor enn funnet i profil B8. Tilsvarende profil B5 er kritisk skjærflate for udrenert situasjon stor, og det skal mye til å få et slikt udrenert brudd. Men så lav udrenert sikkerhet viser at området må behandles varsomt, og at det ikke må gjøres tiltak som kan forverre stabiliteten.

Helt sør i området er det boret en sondering, totalsondering 139. Den viser vegfylling 0-1,5 m, deretter antatt lagdelte masser av sand, grus, humus, silt og mulig mindre lag med leire til rundt 10 meters dybde. Fra 10-12 meter tolkes sonderingen som leiremasser, deretter er det fastere masser før berg er funnet ved rundt 15 meters dybde. Det er ikke forsøkt regnet stabilitet i 

snittet, men basert på helning på sjøbunn og resten av utredningen forventes at området ligger med tilfredsstillende drenert stabilitet, men også her dårlig udrenert sikkerhetsfaktor.

8.2 Samlet vurdering

For nesten hele strekningen strekker det bløte sedimenter av siltig leire og/eller torvmasser under rv.13. Disse ligger under et lag med vegfylling og naturlig avsatt sandig og grusig materiale.

For hele strekningen må man være forsiktig å heve terrenget rundt vegen eller selve vegen da dette medfører en forverret stabilitetssituasjon. Fyllinger bør vurderes av personer med geoteknisk kompetanse. Generelt ligger vegbanen og området på utsiden av vegen med en beregnet udrenert stabilitet som tilsier at det ikke kan utføres oppfylling med nødvendig sikkerhet mot utglidninger. Stedvis gjelder dette også på oppsiden av riksvegen, for eksempel ved kirken.

Generelt er det vurdert at vegen stort sett ligger med akseptabel stabilitet for dagens situasjon om det ikke utføres noen form for arbeider som kan forverre stabiliteten.

Det er ett område som peker seg ut med det som vurderes som problematisk stabilitet, også for dagens situasjon. Dette gjelder den planerte sletten på utsiden av vegen på sørsiden av Granvin kirke, beregningsprofil B8. Her antas det at det har blitt utført planering- og fyllingsarbeider i en naturlig elveos i flere omganger. På utsiden er det høy og bratt marbakke, om denne går til brudd kan en utglidning raskt nå bak til riksvegen. Det bør umiddelbart sikres at det ikke legges ut mer masser på området, dette gjelder hele området. Det anbefales også at det vurderes tiltak for å forbedre sikkerheten mot utglidning. Dette kan for eksempel være fjerning av masser fra den ytterste delen av området for å avlaste grunnen, muren kan trekkes innover reetableres lengre inne på området. Aktuelt område er vist på tegning V32.

Slik området ligger i dag er det planert ut på tykke lag med torvmasser så det må forventes at det vil pågå store setninger selv uten tiltak. Det må også forventes at disse vil pågå over lang tid.

8.3 Andre forhold og tidligere anbefalinger

Det poengteres at forslaget om å fylle ut bukta ved Kyrkjesvingen med massefortregning ved sprenging, for veglinja som foreslått i rapporten fra 1980, frarådes på det sterkeste. Metoden kunne vært fornuftig om det kun var dynn over fast sand og grus som er tolket fra grunnboringene i den rapporten. Men grunnet sprøbruddsleire under dynnlaget, samt at dette strekker seg inn under vegen og delvis kirken, ville dette vært et svært uheldig valg av løsning.

I notat fra 2010 er det en generell anbefaling at det ikke bør fylles i bukta. Denne anbefalingen støttes også av denne utredningen, selv om det potensielt kan være mulig å starte med en motfylling i fot av marbakken og bygge seg opp fra denne. Men dette ville være krevende pga. stor dyp, store volum og mektige bløte lag på sjøbunn – samt at stabiliteten for området må ivaretas ved utførelse. Om et slikt alternativ skal vurderes må det påregnes omfattende supplerende undersøkelser og utredninger. Det kan ikke garanteres med dagens grunnlag at et slikt tiltak er gjennomførbart.

Det er nevnt i notat fra 2010 at en pelet bruløsning kan være en aktuell løsningen for å krysse bukta. Pelefundamenter dimensjoneres normalt ikke for å kunne motstå skred eller større sig i skråninger. Peler kan dermed ikke plasseres i skråninger med dårlig stabilitet eller der det er fare for at fundamentet kan bli truffet av et skred. Fundamentene kan kun plasseres der det er

beregnet sikkerhetsfaktor etter gjeldende regelverk. Det vil derfor være store begrensninger i hvor man kan plassere pelefundamenter for en bru om de naturlige skråningene ikke sikres først.

Eventuelle andre byggetiltak utover en anbefaling om avlastning ved profil B8 er ikke vurdert i denne rapporten.

Det er funnet sprøbruddsmateriale og kvikkleire under store deler av rv.13 i utredningsområdet. Det er i forbindelse med disse arbeidene ikke forsøkt å avgrense et aktsomhetsområde for kvikkleireskred etter NVE sine veileder 07-2014. En slik aktsomhetsområde ville strekt seg langs vatnet mer eller mindre for hele utredningsområdet. Aktsomhetsområdet ville blitt avgrenset oppover i terrenget enten mot berg i dagen eller fastere løsmasser. Granvin kirke ville høyst sannsynlig også blitt med innenfor en slik sone.

9 Konklusjon

For nesten hele strekningen er det bløte sedimenter av siltig leire og/eller torvmasser under rv.13. Disse ligger under et lag med vegfylling, samt et naturlig avsatt lag med sand og grus materiale, med en del humusinnhold. Det er vurdert at store deler av vegen ligger med akseptabel stabilitet for dagens situasjon, så lenge det ikke utføres noen form for arbeider som kan forverre stabiliteten.

For hele strekningen må man være forsiktig med å heve terrenget rundt vegen, eller selve vegen, da dette medfører en forverret stabilitetssituasjon. Fyllinger i området bør vurderes av personer med geoteknisk kompetanse. Generelt ligger vegbanen og området på utsiden med en beregnet udrenert stabilitet som tilsier at det ikke kan utføres oppfylling med nødvendig sikkerhet mot utglidninger. Dette gjelder stedvis også innsiden av vegbanen. Også andre arbeid som kan forverre stabiliteten bør unngås eller vurderes nøye av fagkyndig kompetanse.

For ett område sør i området er det særlig dårlige stabilitetsforhold. Det pågår setninger i området. Her må det umiddelbart påses at det ikke utføres ytterlige utfyllinger. Det bør søkes en løsning med å bedre stabiliteten ved å avlaste område. Dette kan for eksempel gjøres ved å grave bort muren og massene ytterst, for deretter å etablere en ny mur lengre inn. Det vises til tegning V032 for en avgrensning av området.

10 Bilder profil B8

Bilder av nordlige del av muren ytterst ved profil B8. Denne har fått stor setninger. Bildene er tatt ved befaring 31.05.2017 og 15.10.2017.



Figur 3: Bilder ved profil B8, tatt 15.10.2017 (øverste) og 31.05.2017 (nederste).

REFERANSER

Karlsrud et al. (2005). CPTU correlations for clays. Proceedings of the 16th international conference on soil mechanics and geotechnical engineering.

NIFS (2014). Rapport 14-2014. Naturfareprosjektet Dp. 6 Kvikkleire. En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer, datert 30.01.2014.

NGI (2017): Skredet ved Granvinvatnet. Utredning av skredteknisk årsak. dok.nr 20160646-01-R, datert 2017-03-23.

NGF (2010) Melding nr 5. Veiledning for utførelse av trykksondering. Norsk geoteknisk forening.

NGF (2013) Melding nr.11. Veiledning for prøvetaking, Norsk geoteknisk forening.

NVE (2014) Veileder 07-2014 Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper

DOFsubea (2010) Bunnkartlegging Granvinsvatnet, dokument nr. 600093-DSN-O15-10-0001-02, datert 11.06.2010.

SGI (1988) Torv– geotekniska egenskaper och byggmetoder, STATENS GEOTEKNISKA INSTITUT- Information 6, datert oktober 1988

Statens vegvesen (2014): Geoteknikk i vegbygging. Håndbok V220

Dokumentinformasjon/Document information		
Dokumenttittel/Document title Uavhengig kontroll		Dokumentnr./Document no. 20170939-01-TN
Dokumenttype/Type of document Teknisk notat / Technical note	Oppdragsgiver/Client Statens vegvesen	Dato/Date 2018-01-09
Rettigheter til dokumentet iht kontrakt/Proprietary rights to the document according to contract Oppdragsgiver / Client		Rev.nr. & dato/Rev.no. & date 1 / 2018-02-06
Distribusjon/Distribution BEGRENSET: Distribueres til oppdragsgiver og er tilgjengelig for NGIs ansatte / LIMITED: Distributed to client and available for NGI employees		
Emneord/Keywords Granvin, sprøbruddmateriale, torv		

Stedfesting/Geographical information	
Land, fylke/Country Norge, Hordaland	Havområde/Offshore area
Kommune/Municipality Granvin	Feltnavn/Field name
Sted/Location Granvin	Sted/Location
Kartblad/Map	Felt, blokknr./Field, Block No.
UTM-koordinater/UTM-coordinates Sone: 32 Øst: 375456 Nord: 6715773	Koordinater/Coordinates Projeksjon, datum: Øst: Nord:

Dokumentkontroll/Document control Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001					
Rev/Rev.	Revisjonsgrunnlag/Reason for revision	Egenkontroll av/ Self review by:	Sidemanns-kontroll av/ Colleague review by:	Uavhengig kontroll av/ Independent review by:	Tverrfaglig kontroll av/ Inter-disciplinary review by:
0	Originaldokument	2018-01-08 Kristina Molland Edvardsen	2018-01-09 Vidar Gjelsvik		
1	Gjennomgang av 30273-GEOT-1, rev. 2	2018-02-06 Kristina Molland Edvardsen	2018-02-06 Vidar Gjelsvik		

Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release	Dato/Date 6. februar 2018	Prosjektleder/Project Manager Kristina Molland Edvardsen
--	-------------------------------------	--

NGI (Norges Geotekniske Institutt) er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen ingeniørrelaterte geofag. Vi tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg, og hvordan jord og berg kan benyttes som byggegrunn og byggemateriale.

Vi arbeider i følgende markeder: Offshore energi – Bygg, anlegg og samferdsel – Naturfare – Miljøteknologi.

NGI er en privat næringsdrivende stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskap i Houston, Texas, USA og i Perth, Western Australia.

www.ngi.no

NGI (Norwegian Geotechnical Institute) is a leading international centre for research and consulting within the geosciences. NGI develops optimum solutions for society and offers expertise on the behaviour of soil, rock and snow and their interaction with the natural and built environment.

NGI works within the following sectors: Offshore energy – Building, Construction and Transportation – Natural Hazards – Environmental Engineering.

NGI is a private foundation with office and laboratory in Oslo, branch office in Trondheim and daughter companies in Houston, Texas, USA and in Perth, Western Australia

www.ngi.no

Ved elektronisk overføring kan ikke konfidensialiteten eller autentisiteten av dette dokumentet garanteres. Adressaten bør vurdere denne risikoen og ta fullt ansvar for bruk av dette dokumentet.

Dokumentet skal ikke benyttes i utdrag eller til andre formål enn det dokumentet omhandler. Dokumentet må ikke reproduseres eller leveres til tredjemann uten eiers samtykke. Dokumentet må ikke endres uten samtykke fra NGI.

Neither the confidentiality nor the integrity of this document can be guaranteed following electronic transmission. The addressee should consider this risk and take full responsibility for use of this document.

This document shall not be used in parts, or for other purposes than the document was prepared for. The document shall not be copied, in parts or in whole, or be given to a third party without the owner's consent. No changes to the document shall be made without consent from NGI.

