

Geoteknikk

Fv. 705 Bjørgmyra-Frigården
Regulering av ny gang- og sykkelveg
Geoteknisk vurderingsrapport

FV 705 hp 1, meter 2962, Stjørdal kommune

Ressursavdelingen

Vd1449A-GEOT-R02-
rev01





Statens vegvesen

Region midt

Ressursavdelingen

Berg- og geoteknikkseksjonen

Postadr. Postboks 2525

6404 MOLDE

Telefon 22073000

www.vegvesen.no



Oppdragsrapport

Nr. Vd1449A-GEOT-R02-rev01

Labsysnr. 4170266

Geoteknikk

Fv. 705 Bjørgmyra-Frigården

Regulering av ny gang- og sykkelveg

Geoteknisk vurderingsrapport

UTM-sone	Euref89 Ø-N	Oppdragsgiver:	Antall sider:
33	296841 - 7039488	Plan og Prosjektering v/ Jorunn By	24
Kommune nr.	Kommune	Dato:	Antall vedlegg:
5035	Stjørdal	2019-12-20	12
		Utarbeidet av (navn, sign.)	Antall tegninger:
		Lars Andreas Solås	24
Prosjektnummer	Oppdragsnummer	Seksjonsleder (navn, sign.)	Kontrollert
406262	Vd1449A	Per Olav Berg	Rikke, Andrews
Sammendrag			

Etter oppdrag fra Plan og Prosjektering v/ Jorunn By har Berg- og geoteknikkseksjonen i Region midt utført grunnundersøkelser og foretatt geotekniske vurderinger for Bjørgmyra-Frigården.

Det er planlagt bygging av litt over 3,2 km med 4 meter bred gang- og sykkelveg (GS-veg) like øst for, og langs med Fv. 705. Tiltaket er konvensjonelt og innebærer fyllinger oppimot 4,5 m høyde og stort sett lave skjæringer, hvor selve terrenginngrepet er lite.

GS-vegen går igjennom/like ved fire kjente kvikkleiresoner og krever derfor ekstra oppmerksomhet. Terrenget rundt er over tid formet av nærliggende bekker/elver, og flere steder går GS-veg på topp av ravedaler.

Det er i denne rapporten utført de geotekniske vurderinger og beregninger som kreves for reguleringsplan.

Tiltakene er gjennomførbare som planlagt, men det kreves bl.a. erosjonssikring langs tre strekninger ved elva Fugla samt en fylling av lette masser.

Dette er beskrevet nærmere i rapporten, og det er en forutsetning at rapporten leses i sin helhet.

Før bygging kreves det at det lages en geoteknisk rapport med detaljprosjektering av ulike tiltak samt kan fange opp eventuelle endringer i vegmodeller eller terreng. Siden vi krysser flere kvikkleiresoner, med lav stabilitet for deler av området, er dette ekstra viktig. Spesielle hensyn er beskrevet i kapittel 5 videre arbeider.

Dette er en revidert rapport (rev-01) etter utvidet sidemannskontroll.

Emneord

GS-veg, kvikkleire, ravineterreng, bekk, erosjonssikring

GEOTEKNISK KATEGORI/KONSEKVENNS-/PÅLITELIGHETSKLASSE

Geoteknisk kategori	Konsekvens-/pålitelighetsklasse	Konsekvens-klasse	Beskrivelse
Geoteknisk kategori 1 ← CC1/RC1	☐	CC1	liten konsekvens i form av tap av menneskeliv, og små eller uvesentlige økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser
Geoteknisk kategori 2 ← CC2/RC2	☒	CC2	Middels stor konsekvens i form av tap av menneskeliv, betydelige økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser
Geoteknisk kategori 3 ← CC3/RC3 ev RC4	☐	CC3	Stor konsekvens i form av tap av menneskeliv, eller svært store økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser

Kategori/konsekvensklasse er fastsatt av			
	Enhet/navn	Signatur	Dato
Geoteknisk prosjekterende	Berg- og geoteknikkseksjonen v/ Lars Andreas Solås		
Oppdragsgiver	Plan og prosjektering v/ Jorunn By		

Kommentarer til valg av geoteknisk kategori/konsekvensklasse/pålitelighetsklasse	
Det er planlagt bygging av litt over 3,2 km med 4 m bred gang- og sykkelveg (GS-veg) like øst for, og langs med Fv. 705. Tiltaket er konvensjonelt og innebærer fyllinger oppimot 4,5 m høyde og stort sett lave skjæringer, hvor selve terrenginngrepet er lite. Området ligger under marin grense og GS-vegen går igjennom/like ved fire kjente kvikkleiresoner. Grunnundersøkelsene viser stort sett av tørrskorpeleire over leire/kvikkleire. Det er på bakgrunn av dette valgt CC/RC2 (samt vurdering av områdestabilitet). Som en ekstra trygghet er rapporten sendt til utvidet kollegakontroll.	

PROSJEKTERINGSKONTROLL

	Enhet/Navn	Signatur	Dato
Grunnleggende kontroll (B)	Berg- og geoteknikkseksjonen v/ Lars Andreas Solås	Lars Andreas Solås Digitalt signert av Lars Andreas Solås Dato: 2019.12.20 13:55:31 +01'00'	2019-12-20
Kollegakontroll (N)	Berg- og geoteknikkseksjonen v/ Rikke Bryntesen	Rikke N Bryntesen Digitalt signert av Rikke N Bryntesen Dato: 2019.12.23 15:47:45 +01'00'	2019-12-23
Utvidet kollega-kontroll (U)	Geo og lab v/ Andrews Omari	Andrews Omari	2019-12-20
Uavhengig kontroll (U)			

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	4
1 INNLEDNING/ORIENTERING	5
2 TIDLIGERE UNDERSØKELSER	5
3 MARK- OG LABORATORIEUNDERSØKELSER	6
4 GRUNN- OG FUNDAMENTERINGSFORHOLD	7
4.1 Geoteknisk kategori og tiltaksklasse	7
4.2 Område nr. 1, profil 0 - 550 (kvikkleireområde)	9
4.2.1 Grunnforhold	9
4.2.2 Valg av geotekniske parametere	9
4.2.3 Stabilitetsforhold	10
4.2.4 Setningsforhold	13
4.3 Område nr. 2, profil 550-1150 (kvikkleireområde)	14
4.3.1 Grunnforhold	14
4.3.2 Valg av geotekniske parametere	14
4.3.3 Stabilitetsforhold	15
4.3.4 Setningsforhold	16
4.4 Område nr. 3, profil 1150-1800	17
4.4.1 Grunnforhold	17
4.4.2 Valg av geotekniske parametere	17
4.4.3 Stabilitetsforhold	18
4.4.4 Setningsforhold	19
4.5 Område nr. 4, profil 1800-3250	20
4.5.1 Grunnforhold	20
4.5.2 Valg av geotekniske parametere	21
4.5.3 Stabilitetsforhold	21
4.5.4 Setningsforhold	22
5 VIDERE ARBEIDER	23
6 HMS - FORHOLD	23
7 REFERANSER	23

VEDLEGGSOVERSIKT

Bilag	
1A	Tegningsforklaring (for geotekniske kart og profiler)
2	Oversiktskart 1:50 000
3	Borpunktoversikt
4	Resultater fra rutineundersøkelser
5	Kvartærgeologisk kart (NGU)
6	Kvikkleirekart (NVE)
7	Treaks, tolket
8	Ødometer, tolket
9	CPTU, tolket
10	Teknisk beregning
11	Stabilitetsberegninger
12	Setningsberegninger

Tegning	Målestokk
V01	Plankart, oversikt
V02	Plankart, profil 0-580
V03	Plankart, profil 600-1180
V04	Plankart, profil 1200-1790
V05	Plankart, profil 1820-2400
V06	Plankart, profil 2460-3280
V10	Tverrprofil, profil 45
V11	Tverrprofil, profil 105
V12	Tverrprofil, profil 220
V13	Tverrprofil, profil 350
V14	Tverrprofil, profil 430
V15	Tverrprofil, profil 550
V16	Lengdeprofil, profil A
V17	Lengdeprofil, profil B
V18	Lengdeprofil, profil C
V19	Tverrprofil, profil 1310
V20	Tverrprofil, profil 1370
V21	Lengdeprofil, profil D
V22	Tverrprofil, profil 1455
V23	Tverrprofil, profil 1480
V24	Tverrprofil, profil 1510
V25	Tverrprofil, profil 1860
V26	Lengdeprofil, profil E
V27	Lengdeprofil, profil F
V28	Lengdeprofil, profil G

1 INNLEDNING/ORIENTERING

Etter oppdrag fra Plan og Prosjektering v/ Jorunn By har Berg- og geoteknikkseksjonen i Region midt utført grunnundersøkelser og foretatt geotekniske vurderinger for Bjørgmyra-Frigården.

Det er planlagt bygging av litt over 3,2 km med 4 m bred gang- og sykkelveg (GS-veg) like øst for, og langs med Fv. 705. Tiltaket er konvensjonelt og innebærer fyllinger oppimot 4,5 m høyde og stort sett lave skjæringer, hvor selve terrenginngrepet er lite.

Kartdata fra NVE (2019) viser at GS-vegen går igjennom/like ved fire kjente kvikkleiresoner (se bilag 6 for kvikkleirekart) og krever derfor ekstra oppmerksomhet. Terrengtet rundt er over tid formet av nærliggende bekker/elver, og flere steder går GS-veg på topp av ravinedaler.

Kvikkleire er tolket utfra sonderinger og CPTU med støtte av modell for detektering av kvikkleire. Der det er prøvetaking bekreftes/avkreftes evt. kvikkleire. For enkelhets skyld omtales all sprøbruddsmateriale som kvikkleire i rapporten.

På plankart er borpunkt med påvist kvikkleire og antatt kvikkleire markert med farger. Borpunkt «uten farge» er vurdert som ikke-kvikk, men uten prøvetakning kan en ikke være helt sikker.

Det er i denne rapporten utført de geotekniske vurderinger og beregninger som kreves for reguleringsplan. Det er valgt ut kritiske, representative profil. Disse profilene er tatt ut ifra der terreng, byggetiltak og grunnforhold tilsier at det er mest kritisk mht. stabilitet. Merk at hele planområdet er vurdert, og at disse utvalgte profilene er dekkende.

En oppsummering av grunnlag for de tekniske beregningene finnes i bilag 10.

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

2 TIDLIGERE UNDERSØKELSER

Det er fra tidligere utført grunnundersøkelser i regi av Asplan Viak (rapportnr. VD1449A_610992-13. GEOT -1) for dette prosjektet. Disse grunnundersøkelsene er tatt med i vår rapport på oversiktskartet, men kun relevante boringer i profilene er tegnet ut. For samtlige sonderinger vises det til VD1449A_610992-13. GEOT -1.

Rapportnr.	Rapportnavn	Utarbeidet av	Dato
G-302A-R01	R. 705 Hell-Vinsmyr, parsell Fuggelbekk-Jullum	Statens vegvesen	1974
Vd-1104A	Rv.705 Undergang Malvikkryss	Statens vegvesen	1994
82033-1	Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred, kartbladet Stjørdal.	NGI	1998

82033-2	Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred, kartbladet Stjørdal.	NGI	1989
20001008-21	Evaluerings av risiko for kvikkleireskred, Stjørdal kommune.	NGI	2005

Det er ikke benyttet data fra disse rapportene, men henvises ellers til disse rapportene for eventuell ytterligere gjennomgang av resultatene fra disse undersøkelsene.

3 MARK- OG LABORATORIEUNDERSØKELSER

Grunnundersøkelsene omfatter i alt 4 totalsonderinger, 27 dreietrykksonderinger og 16 trykksonderinger (CPTU) samt opptak av 12 uforstyrrede prøveserier. Undersøkelsene er utført i perioden mellom 26.03.2019 og 08.04.2019.

Fra tidligere er det i alt utført 37 dreietrykksonderinger og 1 trykksondering (CPTU) samt tatt opp 10 representative prøveserier.

Alle boringer er innmålt med GPS som normalt gir nøyaktigheter for xyz-koordinatene innenfor ± 10 cm. Koordinatene er oppgitt i UTM sone 32 og høydesystem NN2000.

En samlet oversikt over plassering, bordybder og data for identifisering av de forskjellige boringene framgår av bilag 3.

Plasseringen av alle borpunkt er vist på plankartene i tegning V02 til V06.

De opptatte prøveseriene er analysert ved vårt laboratorium i Trondheim med hensyn til korngradering og vanninnhold for alle, samt styrkeegenskaper for de uforstyrrede prøvene.

Resultatene fra sonderingene og laboratorieanalysene av prøveseriene framgår av de aktuelle tverr- og lengdeprofilene i tegning V10 til V28.

I tillegg er også resultatene fra de rutinemessige laboratorieanalysene av prøveseriene vist i bilag 4.

Det er benyttet SVV-utviklet regneark (SVV, 2019) til tolkning av CPTU og resultatene er framlagt i bilag 9.

4 GRUNN- OG FUNDAMENTERINGSFORHOLD

4.1 Geoteknisk kategori og tiltaksklasse

I henhold til NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner er konsekvens-/pålitelighetsklasse (CC/RC) satt til klasse 2.

Dette begrunnes med at selve tiltaket, byggingen av GS-veg, har liten/ingen påvirkning på bruddkonsekvens da lokalstabiliteten er god og områdestabiliteten forverres minimalt.

I henhold til NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016 Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering – Del 1: Almenne regler og Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging skal det benyttes geoteknisk kategori 3 for prosjektet der det er påtruffet kvikkleire, mens resterende del benyttes geoteknisk kategori 2.

Kontrollklasse er satt til normalkontroll, som inkluderer egen- og kollegakontroll. I tillegg skal det være en utvidet kontroll fra en annen Region.

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

For profil 0-1150 (område 1 og 2 i rapporten) er det påtruffet kvikkleire, samt lokalt ved profil 1400, mens for resterende del er det ikke påvist kvikkleire (merk at dette utelukker ikke kvikkleire i grunnen).

Dette gir noe ulike krav til regelverk, og en oppsummering følger under.

Kvikkleire og gjeldende regelverk

Der det er påtruffet kvikkleire/sprøbruddsmateriale er det for planarbeidet lagt til grunn Håndbok V220 (SVV, 2018) og Veileder nr. 7-2014 Sikkerhet mot kvikkleireskred (NVE, 2014).

I henhold til veileder kan det være mulighet for områdeskred der terrenget ligger med helning brattere enn 1:20 og større skråningshøyde enn 5 meter.

Dette gir krav til videre utredning av områdestabilitet for flere strekninger langs GS-vegen. De fire kvikkleiresonene tiltaket går igjennom/ i nærhet av er «613 Bjørgmyran», «614 Bjørgum», «615 Leren» og «617 Leira». Disse har alle faregrad lav og konsekvens alvorlig med varierende risikoklasse 2 til 3.

I tillegg er det gjort en vurdering av behov for reduksjon av skjærfasthet for CPTU-korrelasjoner basert på høykvalitetsprøver.

Grense mellom lokal- og områdestabilitet

Det er for profilene utført beregninger med ulike glideflater. Definisjon av glideflatene mht. område- eller lokalstabilitet er vurdert utfra spenningsendring langs glideflaten.

Det er fra NVE (2016) gjort en faglig vurdering for grense mellom lokal- og områdestabilitet og hva som gjelder for spenningsendring. Det er da anbefalt en grense der tiltaket har 5% forverring eller mer som lokalstabilitet, og <5% som områdestabilitet.

Det er ikke utført beregninger for dette i rapporten og grensesetting er basert på skjønn.

Vurdering av lokalstabilitet

Fra HåndbokV220, kapittel 4.5.3 «Kvikkleire (sprøbruddsmateriale)», vises det til at sprøbruddoppførsel hensyn tas ved bruddmekanisme sprøtt, kontraktant brudd ($\gamma_m \geq 1,5$).

Dette innebærer at tolkingsmetoder fra høykvalitetsprøver vil kunne benyttes direkte og uten reduksjon av skjærfastheten.

Vurdering av områdestabilitet

I NIFS-rapport «Workshop om sikkerhetsfilosofi» (NVE, 2015) er det beskrevet korrigering for sprøbruddsoppførsel dersom tiltak fører til betydelige spenningsendringer.

For områdestabilitet med kun naturlig skråning, uten noen særlig grad av spenningsendring, bør det ikke korrigeres for sprøbruddoppførsel.

Valg av tiltakskategori (områdestabilitet)

Valg av tiltakskategori er basert på om tiltaket, altså GS-vegen, bidrar til lavere områdestabilitet.

For de fleste strekninger har fyllingene ingen eller minimal forverring av områdestabiliteten. Det er da valgt tiltakskategori K1.

Men mellom profil 1050-1150 (beregningsprofil A og B) vil fyllingen *forverre* områdestabiliteten og tiltaket plasseres i tiltakskategori K2.

Kvikkleiresonen har lav faregrad før utbygging. Dette gir krav om $\gamma_m \geq 1,4$ eller at områdestabiliteten ikke skal forverres, samt at erosjon som kan gi negativ påvirkning på stabiliteten i tiltaksområdet skal stoppes ved erosjonssikring.

Selv om områdestabiliteten *forverres* er det valgt å unngå fullstendig utredning av sonen. Dette begrunnes med at beregningsgrunnlaget her er godt samtidig som det er valgt å benytte lette masser som gir en minimal forverring av stabiliteten.

I tillegg, som en ekstra trygghet, sendes rapporten på utvidet kollegakontroll.

For både K1 og K2 gjelder det at erosjon som kan gi negativ påvirkning på stabiliteten i tiltaksområdet skal stoppes ved erosjonssikring.

Det er lagt opp til erosjonssikring ved profil 100-120, profil 290-330 og profil 420-490.

Resterende strekning langs elven er enten erosjonssikret, ingen tegn til pågående erosjon eller at mindre erosjon i foten ikke vil svekke stabiliteten.

Tabellen under oppsummerer krav til prosjektering:

Profil	Påvist kvikkleire	Bruddmekanisme	Krav til lokalstabilitet	Krav til områdestabilitet
0-1150	Ja	Sprøtt, kontraktant	$\gamma_m \geq 1,5^1$	$\gamma_m \geq 1,4$ eller ikke forverring, evt. erosjonssikring
1150-3250	Nei ²	Nøytralt brudd	$\gamma_m \geq 1,4^1$	-

¹ Gjelder både totalspenningsanalyse (s_u) og effektivspenningsanalyse ($a\phi$).

² Det er påtruffet antatt kvikkleire lokalt ved profil 1400.

4.2 Område nr. 1, profil 0 - 550 (kvikkleireområde)

Oversiktskart: V01, V02

Tverrprofil: V10-V15

Gang- og sykkelvegen er planlagt øst for Fv. 705 med mindre fyllinger (opptil ca. 1 m høyde) og løsmasseskjæringer opptil 2,5 m høyde.

Mot vest snirkler elva Fugla seg med varierende avstand til planlagt tiltak. På det nærmeste er den 50 meter unna. Terrenget er typisk ett relativt flatt platå ut fra vegen, før det går lokalt brattere mot elva (på det bratteste 1:2,4 for profil 220). Ellers er det en jevn helning fra vegen, da typisk mellom 1:4 og 1:7, og lokalt brattere helt nede med bekken.

4.2.1 Grunnforhold

Fra kvartærgeologisk kart avleses det tykk havavsetning, i all hovedsak leire.

Det er utført flere grunnboringer langs strekningen og på det dypeste er det boret 26,1 meter uten å møte fjell.

Det øverste laget er tørrskorpeleire som har en mektighet på opptil 5 meter over 1-10 meter leire, før det går over i kvikkleire. Flere sonderinger er stoppet i lag tolket som kvikkleire. På det meste er det boret 14 meter i antatt kvikkleire (borpunkt 1).

For borpunkt 1, 3, 7,8 og AV-01 viser tolkning fra CPTU antatt topp kvikkleirelag mellom kote +13,6 og +17,7. For borpunkt 31 er det utført CPTU, og der er kvikkleira tolket fra kote -3. Det kan tyde på at dette er ett ytterpunkt.

Generelt kan det se ut som mektigheten av kvikkleirelaget avtar mot elvedalen og Fugla. I tillegg ligger kvikkleira dypere under terreng ved økende profilnummer.

Leira er middels fast til fast, mens kvikkleira er bløt til middels fast. Kvikkleira har typisk omrørt skjærstyrke på 0,1, men det er funnet sprøbrudd med omrørt på 1,6 i ett punkt.

Leira har i hovedsak plastisitet på rundt 13, er middels sensitiv (S_t fra 9-13) og vanninnhold fra 27-42 %.

Kvikkleira har i hovedsak plastisitet på rundt 5, er meget sensitiv (S_t fra 100-493) og vanninnhold rundt 30%.

4.2.2 Valg av geotekniske parametere

I våre stabilitetsberegninger for dette området har vi valgt å benytte følgende parametere:

Lag	Tyngdetetthet γ (kN/m ³)	Udrenert skjærstyrke s_u (kPa)	Attraksjon a (kPa)	Friksjons- vinkel ϕ (°)	Merknad
Vegfylling (steinmasser)	19	-	6	40	Erfaringsverdi HbV220, komprimert
Tørrskorpeleire	20	-	0	30	Erfaringsverdi HbV220
Leire	19,5	Su-profil	10	28	Su-profil fra CPTU Aphi tolket fra trecks og CPTU

Kvikkleire	19,5	Su-profil	8	27	Su-profil fra CPTU Aphi tolket fra treks og CPTU
------------	------	-----------	---	----	--

Grunnvannstanden er antatt å ligge anslagsvis 1 meter under terrengoverflaten og være hydrostatisk utfra målinger. Det er målt poretrykk på 3 og 8 meters dybde i borpunkt 3. Resultater fra målingene vises i beregningsbilaget.

4.2.3 Stabilitetsforhold

Det er utført stabilitetsberegninger for antatt representative, kritiske profil utfra grunnforhold, veg-geometri og terreng. Resultater for de ulike profilene er oppsummert i tabellene under.

Ved våre beregninger for profil 45 har vi oppnådd følgende materialfaktorer, γ_m :

Tilstand	Bilag	Beregningsmetode	Materialfaktor γ_m	Merknad
Ferdig GS-veg	11.1	Beast, aphi Rtan	2,11	Områdestabilitet
		Beast, ADP Rtan	1,45	
		Beast, ADP Plane optimize	1,42	

Ved våre beregninger for profil 105 har vi oppnådd følgende materialfaktorer, γ_m :

Tilstand	Bilag	Beregningsmetode	Materialfaktor γ_m	Merknad
Ferdig GS-veg	11.2	Beast, ADP Rtan	1,40	Områdestabilitet ned mot bekkedalen. $\gamma_m < 1,4$
		Beast, ADP Plane optimize	1,33	
		Beast, aphi Plane	2,38	
Skråning ned mot bekken		Beast, aphi Rtan	1,11	Omtrent 50 meter fra GS-veg, gjelder lokalt for bekkedalen. $\gamma_m < 1,0$
		Beast, ADP Rtan	0,95	

Ved våre beregninger for profil 430 har vi oppnådd følgende materialfaktorer, γ_m :

Tilstand	Bilag	Beregningsmetode	Materialfaktor γ_m	Merknad
Eksisterende situasjon	11.3.1	Beast, ADP Rtan	1,11	Områdestabilitet.
Ferdig GS-veg, skjæring	11.3.2	Beast, aphi Rtan	1,46	Områdestabilitet.
		Beast, ADP Rtan	1,12	Områdestabilitet.

For profil 45 viser beregninger for områdestabiliteten $\gamma_m \geq 1,4$, i tillegg vil tiltaket gi ingen eller minimal forverring slik at det er ok uten ytterligere tiltak. Lokalt mot elva er det slakt og derav god sikkerhet mot utglidning.

Ved profil 105 er beregnet områdestabilitet $\gamma_m < 1,4$, samt at det lokalt ned mot elva er veldig lav stabilitet ($\gamma_m < 1,0$). En eventuell utglidning ved elva vil gå i kvikkleirmasser, og derav ha mulighet for å utløse bakoverrettet skredforløp som kan nå GS-vegen.

Da GS-vegen i seg selv har liten tilleggslast, samt at det er lange glideplan ned mot elva, er områdestabiliteten vurdert som ikke forverret. Men det er ett betinget krav om at det skal sikres mot aktiv erosjon, og med såpass lav lokalstabilitet ned mot elva, må det erosjonssikres slik at kravene til sikkerhet for GS-vegen er ivaretatt.

I profil 430 er beregnet områdestabilitet, $\gamma_m < 1,4$, og kravet blir da ikke forverring samt at eventuell pågående erosjon som kan påvirke stabiliteten må sikres.

Det er derfor utført beregninger før og etter bygging av GS-veg og de viser at områdestabiliteten ikke er forverret.

Merk at beregningen er utført i ett profil hvor det er skjæring, mens deler av GS-vegen er planlagt på mindre fylling. Totalt sett, mot den lange glideflata, er beregningsprofilen ansett som godt nok for å begrunne at det ikke blir forverring av dagens situasjon.

Erosjonssikring av Fugla, profil 100-120, profil 290-330 og profil 420-490

Under befaring ble det avdekket at det var noe pågående erosjon ved elvebredden.

Dette er i foten av de kritiske profilene, slik at det må erosjonssikres for å sikre at stabiliteten ikke forverres.

Stabiliteten er stedvis veldig lav ned mot elva, og her er det snakk om å grave i foten av skråninga for å etablere erosjonssikring. Dette vil i utgangspunktet kunne forverre stabiliteten noe som kan være spesielt kritisk med tanke på at vi er i ett kvikkleireområde. Det må derfor påregnes at dette utføres seksjonsvis og med fortløpende oppfølging av geotekniker under byggearbeidene.

Merk at detaljutforming av erosjonssikring må planlegges på byggeplan.

Det er i plankart V02 avgrenset område for erosjonssikring omtrentlig fra profil 100-120, profil 290-330 og profil 420 til 490. Dette skal være tilstrekkelig for å sikre at kritisk område for vår GS-veg ikke forverres.

Merk at for profil 100-120 er ikke hele svingen avmerket, dette er fordi en større del allerede er erosjonssikret (se bilder under). Det gjøres i tillegg oppmerksom på at i yttersving omtrent ved profil 150 er det etablert erosjonssikring.

Langs yttersving ved profil 290-330 er det lagt opp til erosjonssikring. Ved langstrekket (sett ved stigende profilnr.) er det eksisterende erosjonssikring. Dette vil da være avgrensning for tiltaket, og vises i bilder under. Merk at overgang til eksisterende erosjonssikring er en omtrentlig vurdering, og det anbefales å gjøre innmåling på byggeplan.

Ved profil 420-490 ikke er tatt helt ned til brua, dette er fordi det allerede er erosjonssikret der.

Bilde) *Profil 100-120*. Deler av yttersving er allerede erosjonssikret, men resterende område er ikke sikret og viser tegn på aktiv erosjon i fot av skråninga.



Bilde) *Profil 290-330* Yttersving er ikke erosjonssikret og viser tegn på aktiv erosjon. Deler av langstrekket er erosjonssikret, og vil være avgrensning for planlagte tiltak.



Bilde) *Profil 420-490*. Til venstre vises aktuelt område for erosjonssikring, mens til høyre vises tegn på aktiv erosjon i fot av skråninga.



4.2.4 Setningsforhold

Det er ingen større fyllinger slik at setninger ikke vil være ett problem.

4.3 Område nr. 2, profil 550-1150 (kvikkleireområde)

Oversiktskart: V01, V03

Lengdeprofil: V16, V17

I starten, fram til profil 800 er terrenget langs vegen ganske flatt, før det går over i mer kupert ravineterreng.

Gang- sykkelvegen bygges på mindre fylling (< 1 m) stort sett hele strekningen, men mellom profil 1050 og 1150 er det fyllingshøyde opptil 4,5 m. Her heller terrenget omtrent 1:11.

4.3.1 Grunnforhold

Fra kvartærgeologisk kart avleses det tykk havavsetning, i all hovedsak leire.

Det er utført flere grunnboringer langs vegbanen, og det er på det dypeste boret 23,8 meter uten å treffe fjell (bp. AV-09).

Mot øst, der terrenget faller, er det truffet antatt fjell ved 12,2-23,5 m alt etter hvor en er i skråningen.

Løsmassene består av tørrskorpeleire med mektighet på 1-2 m over noen meter med leire, før det ved 5-10 m dybde går over i kvikkleire. Det er tolket kvikkleire-mektighet på rundt 10 meter for de fleste sonderinger. Under kvikkleira er det leire over antatt fjell.

Leira er middels fast til fast, mens kvikkleira er bløt til middels fast. Det er kun tatt ett prøvepunkt for området.

Det ikke-sensitive leirlaget har målt plastisitet på 12, er middels sensitiv ($S_t = 12$) og vanninnhold fra 32-35 %.

Kvikkleira har fra ett prøvepunkt målt plastisitet på 11, meget sensitiv ($S_t = 52$) og vanninnhold like over 30%. Konus i kvikkleira viser omrørt skjærstyrke på 0,4.

4.3.2 Valg av geotekniske parametere

I våre stabilitetsberegninger for dette området har vi valgt å benytte følgende parametere:

Lag	Tyngdetetthet γ (kN/m ³)	Udrenert skjærstyrke s_u (kPa)	Attraksjon a (kPa)	Friksjons- vinkel ϕ (°)	Merknad
Vegfylling (steinmasser)	19	-	6	40	Erfaringsverdi HbV220, komprimert
Lette fyllmasser	4	-	0	40	HbN200
Tørrskorpeleire	20	-	0	30	Erfaringsverdi HbV220
Leire	19,5	Su-profil	10	28	Su-profil fra CPTU Aphi tolket fra treks og CPTU
Kvikkleire	19,5	Su-profil	8	27	Su-profil fra CPTU Aphi tolket fra treks og CPTU

Grunnvannstanden er antatt å ligge anslagsvis 1 meter under terrengoverflaten og være hydrostatisk.

4.3.3 Stabilitetsforhold

Det er utført stabilitetsberegninger for antatt representative, kritiske profil utfra grunnforhold, veg-geometri og terreng. Resultater for de ulike profilene er oppsummert i tabellene under.

Ved våre beregninger for profil A har vi oppnådd følgende materialfaktorer, γ_m :

Tilstand	Bilag	Beregningsmetode	Materialfaktor γ_m	Merknad
Eksisterende situasjon	11.4.1	Beast, ADP Rtan	1,94	Områdestabilitet
		Beast, ADP Plane optimize	2,37	
Ferdig GS-veg, steinfylling	11.4.2	Beast, ADP Rtan	1,66	Områdestabilitet
		Beast, ADP Plane optimize	2,25	
Ferdig GS-veg, lette masser	11.4.3	Beast, ADP Rtan	1,66 1,81	Lokalstabilitet Områdestabilitet
		Beast, ADP Plane optimize	2,30	Områdestabilitet

Ved våre beregninger for profil B har vi oppnådd følgende materialfaktorer, γ_m :

Tilstand	Bilag	Beregningsmetode	Materialfaktor γ_m	Merknad
Eksisterende situasjon	11.5.1	Beast, ADP Rtan	2,07	Områdestabilitet
Ferdig GS-veg, lette masser	11.5.2	Beast, ADP Rtan	2,03	Områdestabilitet

Det er sett på oppbygging av fylling med stein eller lette masser. Der er i beregninger med lette masser lagt inn overbygning på 0,7 meter, samt 0,5 m sidefylling av pukk.

Lokalstabiliteten for ferdig bygd GS-veg med lette masser er innenfor kravene ($\gamma_m \geq 1,5$).

For områdestabiliteten blir det en forverring av eksisterende situasjon da vi belaster området med fylling på topp av skråningen. Dette gjelder både for beregningsprofil A og B og er uavhengig av fyllingsmateriale.

Det er derfor gjort en vurdering av hvilken grad områdestabiliteten forverres, og for lette masser er det relativt lite, spesielt sett oppimot at vi har stabilitet godt over kravet.

Det kan derfor begrunnes med at det er greit å bruke prinsippet med ikke forverring og at det er ok å bygge med lette masser.

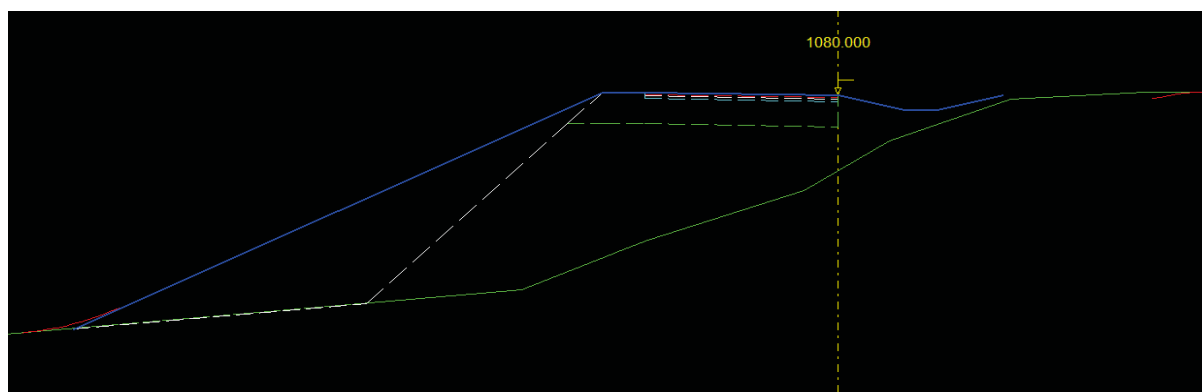
Tabell for %-vis forverring utfra ulike tiltak i profil A og B.

Beregningsprofil	Tiltak	Beregningsmetode	Forverring	Merknad
A	Steinfylling	Rtan	14,4 %	Lette masser har betydelig lavere forverring enn tilsvarende steinfylling, derfor markert grønt
		Plane optimize	5 %	
	Lette masser	Rtan	6,7 %	
		Plane optimize	3 %	
B	Lette masser	Rtan	2 %	

Merk at for steinfylling er fortsatt materialfaktor godt over kravet (med utredning av sonen, $\gamma_m \geq 1,4$). Det kan argumenteres med at med de grunnundersøkelser vi har og så god stabilitet, at det er ok å bygge med vegfylling uten å utrede sonen. Dette kan være en mulig besparelse, og må eventuelt tas opp med Vegdirektoratet på byggeplan.

4.3.4 Setningsforhold

Mellom profil 1050 og 1150 skal det legges en fylling med helning 1:2 og høyde opptil 4,5 meter. Fyllingen legges utpå eksisterende vegfylling med skråningshelning mellom 1:2,5 og 1:4, mens det er slakt i bunn. Se eksempel i bildet under.



Det er beregnet setninger med ulike fyllingshøyder for å se på setninger langs, og på tvers av GS-vegen. Fyllingen er antatt 0,7 m overbygning, resterende del lette masser.

Leira er overkonsolidert og fra ødometer i bp. AV-12 er det funnet p_c lik 220 kPa ved 9,5 m dybde. Tabellen under med parametere, er for tørrskorpeleire antatte verdier mens for leira er det tatt utgangspunkt i ødometerprøven.

I våre setningsberegninger for dette området har vi valgt å benytte følgende parametere:

Lag	Dybde (m)	M_{OC} [MPa]	m	C_{VOC} (m ² /år)	C_{VNC}^3 (m ² /år)
Tørrskorpeleire	0-3	20	20	40	15
(Kvikk)Leire	3- 20	6	16,5	40	15

³Ødometerresultater for C_v var vanskelig å tolke. C_{VNC} er tolket fra erfaringsparametere.

Under leira ligger det hellende fjell med et antatt tynt lag av friksjonsmasser av morene over. Det er antatt grunnvann 1 meter under terreng og to-veis drenering.

Beregning av setninger i undergrunnen:

Profilnr. (m)	Maks høyde fylling (m)	Setninger ⁴ (cm)	Omtrentlig setningsforløp
1050	1,5	2-4	40% etter 1 år, 90 % etter 7 år
1075	3,9	4-6	
1085	4,5	4-6	
1095	4	4-6	
1105	3,4	3-5	
1120	3	3-5	
1140	1,2	2-4	
1150	0	0	

⁴Setning er oppgitt for maks høyde. I og med at fyllingen har ulik høyde på tvers vil setningene variere for hvert enkelt profil. For totale setninger overkant fylling må det legges til ca. 1-2 % av fyllingshøyden.

Langs fyllingen vil setningene være jevnt fordelt og akseptable.

På tvers av gangbanen, i profil 1080, er det beregnet ett tverrfallsavvik på rundt 1 % (etter alle setninger er ferdige) som er akseptabelt.

Det anbefales uansett å legge ut fyllingen så tidlig som mulig, slik at mest mulig av setningene er unnagjort før avretting og asfaltering.

4.4 Område nr. 3, profil 1150-1800

Oversiktskart: V01, V04
Tverrprofil: V19, V20, V22-V24
Lengdeprofil: V18, V21

Området består av kupert ravineterreng, hvor terrenget hovedsakelig faller vest for GS-vegen, mens det stiger mot øst. Gang- sykkelvegen går både i skjæringer og på fylling.

Stort sett er det mindre terrenginngrep, mens mellom profil 1400 og 1600 vil det være fyllingshøyde opptil 4,5 m.

Mot øst heller terrenget i kritisk profil omtrent 1:8 (brattere for vegfyllinga, omtrent 1:2), mens mot vest er det en helning på opptil 1:5.

4.4.1 Grunnforhold

Fra kvartærgeologisk kart avleses det tykk havavsetning, i all hovedsak leire.

Det er utført flere grunnboringer langs strekket og dybden til antatt fjell varierer typisk fra 5 til 12 meter.

Løsmassene består av tørrskorpeleire med mektighet fra 1-4 meter over leire (deretter antatt fjell).

Det kan antas ett tynt kvikkleirelag rundt 10 m dybde for enkelt sonderinger ved profil 1400.

Som en konservativ tolkning er dette tatt med i tilhørende beregningsprofil. Merk at uten prøvetakning kan det ikke utelukkes at det er kvikkleire.

Leira er middels fast til fast, plastisitet på rundt 11, er middels sensitiv (S_t fra 7-10) og vanninnhold fra 26-31 %.

For kvikkleira er det ikke tatt noen prøver, men data fra CPTU viser at den er fast.

4.4.2 Valg av geotekniske parametere

I våre stabilitetsberegninger for dette området har vi valgt å benytte følgende parametere:

Lag	Tyngdetetthet γ (kN/m ³)	Udrenert skjærstyrke s_u (kPa)	Attraksjon a (kPa)	Friksjons- vinkel ϕ (°)	Merknad
Vegfylling (steinmasser)	19	-	6	40	Erfaringsverdi HbV220, komprimert
Tørrskorpeleire	20	-	0	30	Erfaringsverdi HbV220
Leire	19,5	Su-profil	10	28	Su-profil fra CPTU Aphi tolket fra treaks og CPTU

Kvikkleire	19,5	Su-profil	8	27	Su-profil fra CPTU Aphi tolket fra treaks og CPTU
Fast lag (friksjonsmasser)	10	-	3,9	38	Erfaringsverdi HbV220

Grunnvannstanden er antatt å ligge anslagsvis 1 meter under terrengoverflaten og være hydrostatisk.

4.4.3 Stabilitetsforhold

Det er utført stabilitetsberegninger for antatt representativt, kritisk profil utfra grunnforhold, veg-geometri og terreng. Resultater for de ulike profilene er oppsummert i tabellen under.

Ved våre beregninger for profil 1370 har vi oppnådd følgende materialfaktorer, γ_m :

Tilstand	Bilag	Beregningsmetode	Materialfaktor γ_m	Merknad
Ferdig GS-veg	11.6	Beast, aphi Rtan	1,71	Lokalt for skjæring. Ikke tatt med plastring.
		Beast, ADP Plane optimize	2,48	Lokalveg på topp av skråning

Ved våre beregninger for profil D har vi oppnådd følgende materialfaktorer, γ_m :

Tilstand	Bilag	Beregningsmetode	Materialfaktor γ_m	Merknad
Ferdig GS-veg	11.7	Beast, aphi Rtan Plane optimize	1,79	
			1,72	
		Beast, ADP Rtan Plane optimize	1,65	Lokalstabilitet Områdestabilitet
			1,62	

I prinsippet er tiltaket i profil D en forverring av dagens situasjon, men stabiliteten er god og det er ett tynt lag med kvikkleire som har liten påvirkning på området rundt. Derfor er det lagt til grunn at både lokal- og områdestabilitet for profil D er innenfor kravene (hhv. $\gamma_m \geq 1,4$ og $\gamma_m \geq 1,5$).

Mellom profil 1200 og 1400 er det planlagt skjæring på opptil 4 m med helning 1:2.

Der profilet er høyest, ved profil 1310, går skjæring i kant med antatt fjell.

Det er utført en beregning der løsmasseskjæring er like over 3 m høy, ved profil 1370. Den viser stabilitet godt over kravet.

Håndbok N200 anbefaler at skråningshelning 1:2 i leire bygges med spesielle overflatetiltak.

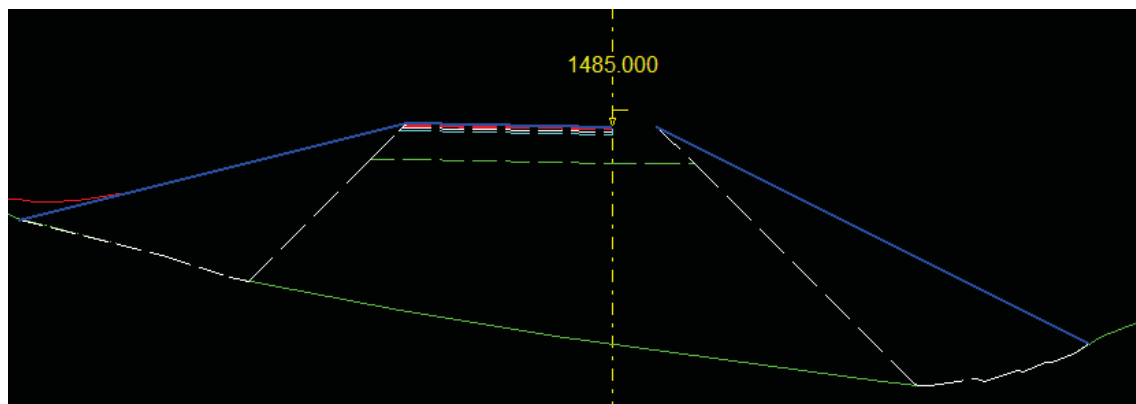
Med tanke på eventuell erosjon, og at skjæringa ligger med høyere terreng bak, skal det legges opp til plastring langs profil 1200-1400.

Resterende skjæringer er lave og avsluttes mot slakt terreng. Med faste forhold og tilsåing er det tilstrekkelig.

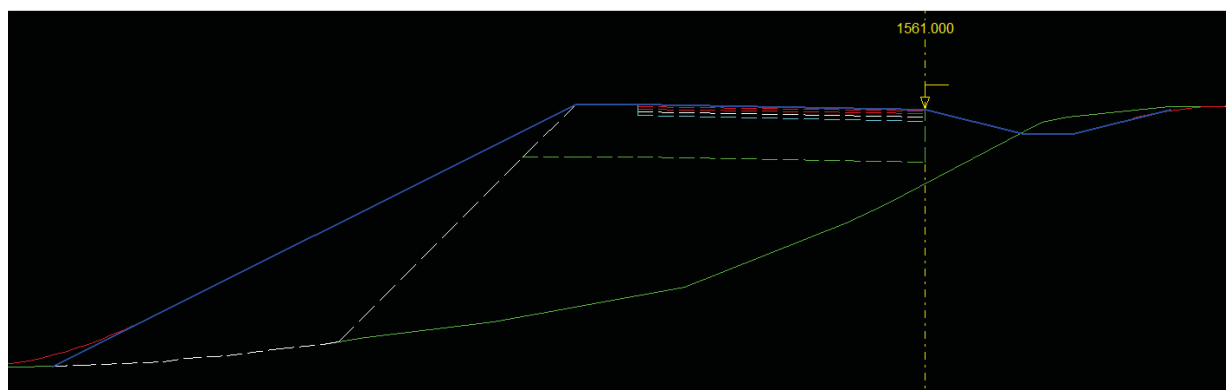
Mellom profil 1400-1500 vil det være fylling på opptil 4,2 meter. Det kan fra sondering se noe bløtt ut i toppen, samt er det påvist humusinnhold på 5,5% fra en prøve 2,3 meter under terreng. Det bør i byggeplan vurderes om det bør masseutskiftes noe under fyllinga. Det anbefales som minimum å masseutskifte underkant fyllingstaa (sett mot Fv. 705).

4.4.4 Setningsforhold

Mellom profil 1400 og 1500 skal det legges en fylling med helning 1:4 på innsiden og 1:2 mot Fv. 705, med høyde opptil 4,2 meter. Fyllingen legges i ett søk som heller rundt 1:5-1:6 mot vest/Fv. 705. Se eksempel i bildet under.



Mellom profil 1500 og 1600 legges det fylling med helning 1:2 og høyde opptil 2,6 m. Den vil ligge på skrått sideterreng (litt over 1:2 og slakere mot bunn) fra Fv. 705 som vist i bildet under.



Beregninger gjelder fyllingshøyde på 4 meter som ett overslag for profil 1400-1500, samt fyllingshøyde på 2,6 m for profil 1500-1600.

Leira er overkonsolidert og fra CPTU i bp. AV-22 er det tolket p_c' lik 200 kPa ved terrengoverflaten. Tabellen under med parametere, er for tørrskorpeleire antatte verdier, mens for leira er det tatt utgangspunkt i CPTU-en. C_v er antatt fra erfaringsverdier.

I våre setningsberegninger for dette området har vi valgt å benytte følgende parametere:

Lag	Dybde (m)	M_{OC} [MPa]	m	C_{vOC} (m ² /år)	C_{vNC} (m ² /år)
Tørrskorpeleire	0-2	20	20	20	15
Leire	2-5 / 2-10 ⁵	6	16,5	20	15

⁵Samme materialparametere, men noe ulike dybde på leirlag for hhv. Profil 1400-1550 og 1500-1600.

Under leira ligger det hellende fjell med et antatt tynt lag av friksjonsmasser av morene over. Det er antatt grunnvann 1 meter under terreng og to-veis drenering.

Beregning av setninger i undergrunnen:

Profilnr. (m)	Maks høyde fylling (m)	Setninger ⁶ (cm)	Omtrentlig setningsforløp
1485	4	3-5	90 % etter ca. 3 mnd.
1550	2,6	4-6	90 % etter ca. 4 mnd.

⁶Setning er oppgitt for maks høyde. I og med at fyllingen har ulik høyde på tvers vil setningene variere for hvert enkelt profil. For totale setninger overkant fylling må det legges til ca. 1% av fyllingshøyden.

Setningene er små, og vil forekommer relativt raskt, men fylling bør uansett legges ut så tidlig som mulig før avretting og asfaltering.

4.5 Område nr. 4, profil 1800-3250

Oversiktskart: V01, V05, V06

Tverrprofil: V23-V25

Lengdeprofil: V26-V28

Fram til omtrent profil 2050 faller terrenget med ca. 1:4 mot vest, mens mot øst er det flatt omtrent 50 meter «ut», før terrenget faller ca. 1:6.

Fra 2050 til 2600 stiger terrenget parallelt med Fv. 705, og er relativt «flatt» i østlig og vestlig retning (i nærhet av tiltaket). Det er noen små, dypere daler og andre terrengvariasjoner men ikke noe relevant for planlagt GS-veg.

Fra ca. profil 2600 til 2850 heller terrenget 1:11 og slakere mot øst, deretter er det flatt fram til prosjektets ende.

Gang- sykkelvegen går både i skjæringer og på fylling, med stort sett mindre terrenginngrep. Mellom profil 2000 og 2080 og profil 2550-2730 er det høyere fylling med helning 1:2 og høyde opptil 3,6 meter.

4.5.1 Grunnforhold

Fra kvartærgeologisk kart avleses det tykk havavsetning, i all hovedsak leire. Mot slutten av strekningen er det områder med breelvavsetning samt torv og myr.

Det er utført flere grunnboringer i området og dybde til antatt fjell varierer fra 4 til 25 meter. Langs GS-vegen varierer løsmassetykkelsen fra ca. 10 til 20 meter.

Øverste laget er tørrskorpeleire som har en mektighet på 1-2 meter før det går over i leire.

Fram til profil 2350 avslutter leirlaget ved antatt berg, mens fra profil 2350 til 3250 er det tolket antatt friksjonsmasser med mektighet opptil 10 meter underkant leirlaget.

Det er ikke tatt noen prøver eller CPTU som viser kvikkleire, men det kan ikke utelukkes at det kan forekomme kvikk/sensitiv leire i området.

AV-37 og AV-38 viser ved 2,5-3 m dybde ett 4-5 m mektig lag med lav/avtagende sonderingsmotstand. Om det skulle være kvikkleire har uansett lite betydning for prosjekteringen, men nevnes allikevel.

Prøver av leira viser at den er middels fast til fast, har en plastisitet på rundt 13, er middels sensitiv (S_t fra 7-12) og vanninnhold fra 25-30 %.

4.5.2 Valg av geotekniske parametere

I våre stabilitetsberegninger for dette området har vi valgt å benytte følgende parametere:

Lag	Tyngdetetthet γ (kN/m ³)	Udrenert skjærstyrke s_u (kPa)	Attraksjon a (kPa)	Friksjonsvinkel ϕ (°)	Merknad
Vegfylling (steinmasser)	19	-	6	40	Erfaringsverdi HbV220, komprimert
Tørrskorpeleire	20	-	0	30	Erfaringsverdi HbV220
Leire	19,5	Su-profil	10	28	Su-profil fra CPTU Aphi tolket fra treks og CPTU

Grunnvannstanden er antatt å ligge anslagsvis 1 meter under terrengoverflaten og være hydrostatisk.

4.5.3 Stabilitetsforhold

Det er utført stabilitetsberegninger for antatt representativt, kritisk profil utfra grunnforhold, veg-geometri og terreng. Resultater for de ulike profilene er oppsummert i tabellen under.

Ved våre beregninger for profil E har vi oppnådd følgende materialfaktorer, γ_m :

Tilstand	Bilag	Beregningsmetode	Materialfaktor γ_m	Merknad
Ferdig GS-veg	11.8	Beast, aphi Rtan	1,42	Lange glideplan uten større pålastning, områdestabilitet. Lokalstabilitet vil ha høyere materialfaktor.
		Beast, ADP Rtan	1,41	

Ved våre beregninger for profil F har vi oppnådd følgende materialfaktorer, γ_m :

Tilstand	Bilag	Beregningsmetode	Materialfaktor γ_m	Merknad
Ferdig GS-veg	11.9	Beast, aphi Rtan	1,42	Lokalstabilitet
		Beast, su Rtan Plane optimize	1,37 1,92	Lokalstabilitet, $\gamma_m \approx 1,4$ Langt glideplan uten større pålastning, for å ha en følelse av stabiliteten

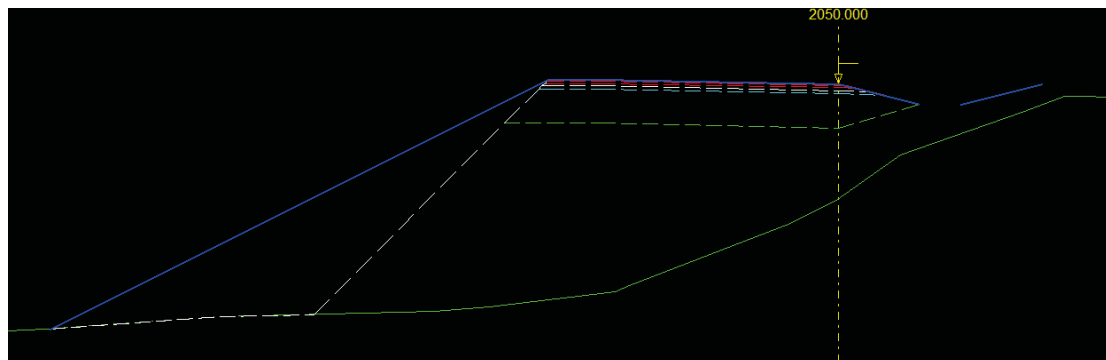
Lokalstabiliteten for ferdig bygd GS-veg i profil E og F er innenfor kravene ($\gamma_m \geq 1,4$).

Fra profil 1900 til 1940 er det lagt opp til en mur, denne må detaljprosjekteres på byggeplan.

4.5.4 Setningsforhold

Mellom profil 2000 og 2080 blir det fylling med helning 1:2 og høyde opptil 3,6 meter, og for profil 2550-2730 fylling med helning 1:2 og høyde opptil 3,2 m.

Begge fyllingene legges utpå eksisterende vegfylling hvor skråningshelning typisk ligger mellom 1:2 og 1:2,5 mens det er slakt i bunn. Se eksempel i bildet under.



Leira er overkonsolidert og fra ødometer i bp. AV-29 er p_c' tolket til 440 kPa ved terrengoverflaten. Tabellen under med parametere, er for tørrskorpeleire antatte verdier mens for leira er det tatt utgangspunkt i ødometerprøven. Ve behov er C_v antatt fra erfaringsverdier.

For profil 2550-2730 har øverste leirlag noe reduserte verdier pga. bløtere lag.

I våre setningsberegninger for profil 2000-2080 har vi valgt å benytte følgende parametere:

Lag	Dybde (m)	M_{OC} [MPa]	m	C_{vOC} (m ² /år)	C_{vNC} (m ² /år)
Tørrskorpeleire	0-2,5	20	20	20	15
Leire	2,5-19	15	20	60	10

I våre setningsberegninger for profil 2550-2730 har vi valgt å benytte følgende parametere:

Lag	Dybde (m)	M_{OC} [MPa]	m	C_{vOC} (m ² /år)	C_{vNC} (m ² /år)
Tørrskorpeleire	0-1	20	20	20	15
Leire	1-4	5	15	15	10
Sand, silt	4-14	50	100	150	100
Leire	14-22	15	20	60	10

Under leira ligger det hellende fjell med et antatt tynt lag av friksjonsmasser av morene over. Det er antatt grunnvann 1 meter under terreng og to-veis drenering.

Beregning av setninger i undergrunnen:

Profilnr. (m)	Maks høyde fylling (m)	Setninger ⁶ (cm)	Omtrentlig setningsforløp
2050	3,6	4-6	Ca. 80% etter 1 år
2650	3,2	5-7	Ca. 90% etter 6 mnd

⁶Setning er oppgitt for maks høyde. I og med at fyllingen har ulik høyde på tvers vil setningene variere for hvert enkelt profil. For totale setninger overkant fylling må det legges til ca. 1% av fyllingshøyden.

Setningene er ikke store, men det anbefales uansett å legge ut fyllingen så tidlig som mulig slik at mest mulig av setningene er unnagjort før avretting og asfaltering.

5 VIDERE ARBEIDER

-Utførelse og oppbygging av erosjonssikring i Fugla, like nedom profil 100-120, profil 290-330 og profil 420-500, må detaljprosjekteres på byggeplan.

Skråningene har (kritisk) lav stabilitet, og graving i skråningsfoten må påregnes utført seksjonsvis for å utføre arbeider på en sikker måte.

Det må vurderes behov for supplerende grunnundersøkelser, f.eks. bør det vurderes å ta prøver i hull AV-01 og 31 i profil 105 for å kartlegge kvikkleire godt.

-For profil A og B er det lagt opp til lette fyllmasser. Det kan være en mulig besparelse å begrunne med at det er god nok sikkerhet å benytte steinmasser. Dette kan avklares opp mot Vegdirektoratet på byggeplan.

-Langs profil 1200-1400 ligger skjæringa med høyere terreng bak, og med tanke på eventuell erosjon skal det legges opp til plastring. Denne må beskrives på byggeplan.

-Fra profil 1900 til 1940 er det lagt opp til en mur, denne må detaljprosjekteres på byggeplan.

- Skjæringsmasser vil bestå av tørrskorpeleire, og kan brukes til kvalitetsfylling gitt at det legges ut og komprimeres iht. Håndbok V221.

-Det er veldig viktig at både rigg og deponi (både permanent og mellomager) planlegges for i byggeplan. Dette siden store deler av prosjektet går i kvikkleiresoner hvor det har stor konsekvens ved eventuelle overbelastninger og skred.

I tillegg skal det lages kartgrunnlag som tydelig viser begrensning for mellomager av masser.

-Det må kvalitetssikres gjennom byggeplan at det jobbes med nyeste grunnlag, både når det gjelder veg- og terrengmodell.

6 HMS - FORHOLD

HMS skal utredes på byggeplan hvor det gjelder risiko i forbindelse med arbeider ved planområdet.

7 REFERANSER

NGI (1988): Rapportnr. 82033-1, Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred, kartbladet Stjørdal.

NGI (1989): Rapport 82033-2, Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred, kartbladet Stjørdal.

NGI (2005): Rapport nr. 20001008-21, Evaluering av risiko for kvikkleireskred, Stjørdal kommune.

Statens vegvesen (1974): Rapportnr. G-302A-1, RV. 705 Hell-Vinsmyr, parsell Fuggelbekk-Jullum

Statens vegvesen (1994): Vd-1104A, RV.705 Undergang Malvikkryss. Stjørdal kommune. Grunnundersøkelser for byggeplan

NGI (2010): En kort oppsummering av NGI's bruk av CPTU i praktisk prosjektering. CPTU-seminar Vegdirektoratet 26. April 2010. Utarbeidet av Kjell Karlsrud

NGU (2019): Kwartærgeologisk kart, www.NGU.no

NVE (2015): Workshop om sikkerhetsfilosofi. Naturfareprosjektet (NIFS): Delprosjekt 6 Kvikkleire

NVE (2016): Sikkerhetsfilosofi for vurdering av områdestabilitet i naturlige skråninger. Naturfareprosjektet (NIFS): Delprosjekt 6 Kvikkleire

NVE (2016): R.8.2016. Grense mellom lokal- og områdestabilitet, Naturfareprosjektet (NIFS): Delprosjekt 6 Kvikkleire

NVE (2019): Kvikkleirekart, www.atlas.nve.no

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

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

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

Statens vegvesen (2019): Egenutviklet regneark for tolkning av CPTU, versjon v.2019.01.

Statens vegvesen (2018): Håndbok N200 Vegbygging

Statens vegvesen (2016): Håndbok R210 Laboratorieundersøkelser

Statens vegvesen (1997): Håndbok R211 Feltundersøkelser

Statens vegvesen (2018): Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging

Statens vegvesen (2012): Håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger

Statens vegvesen (2010): Håndbok V222 Geoteknisk felthåndbok – Råd og metodebeskrivelser

Statens vegvesen (1992): Håndbok V223 Geoteknisk opptegning.

Trimble (2019): Novapoint GeoSuite Settlement. Version 16.1.3.0

Trimble (2019): Novapoint GeoSuite Stability. Version 16.1.3.0

12th Panamerican Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (2003): Recommended Practice for Soft Ground Site Characterization (SHANSEP). Av Charles C. Ladd og Don, J. DeGroot, 10. april 2003.