



E6 Gyllan – Kvål

Fagrapport geoteknikk

20.03 | 23

Områdestabilitet Gyllan – Hovin

Oppdragsnummer:	5207617
Oppdragsnavn:	Detaljregulering E6 Gyllan – Kvål
Dokumentnummer:	NV50E6GK-GTK-RAP-0006
Dokumentnavn:	Fagrapport geoteknikk, områdestabilitet Gyllan – Hovin

Versjonsoversikt

Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av
01	20.03.2023	Til gjennomgang Nye Veier	Oeyhoe	KnuKje	JHSve

SAMMENDRAG

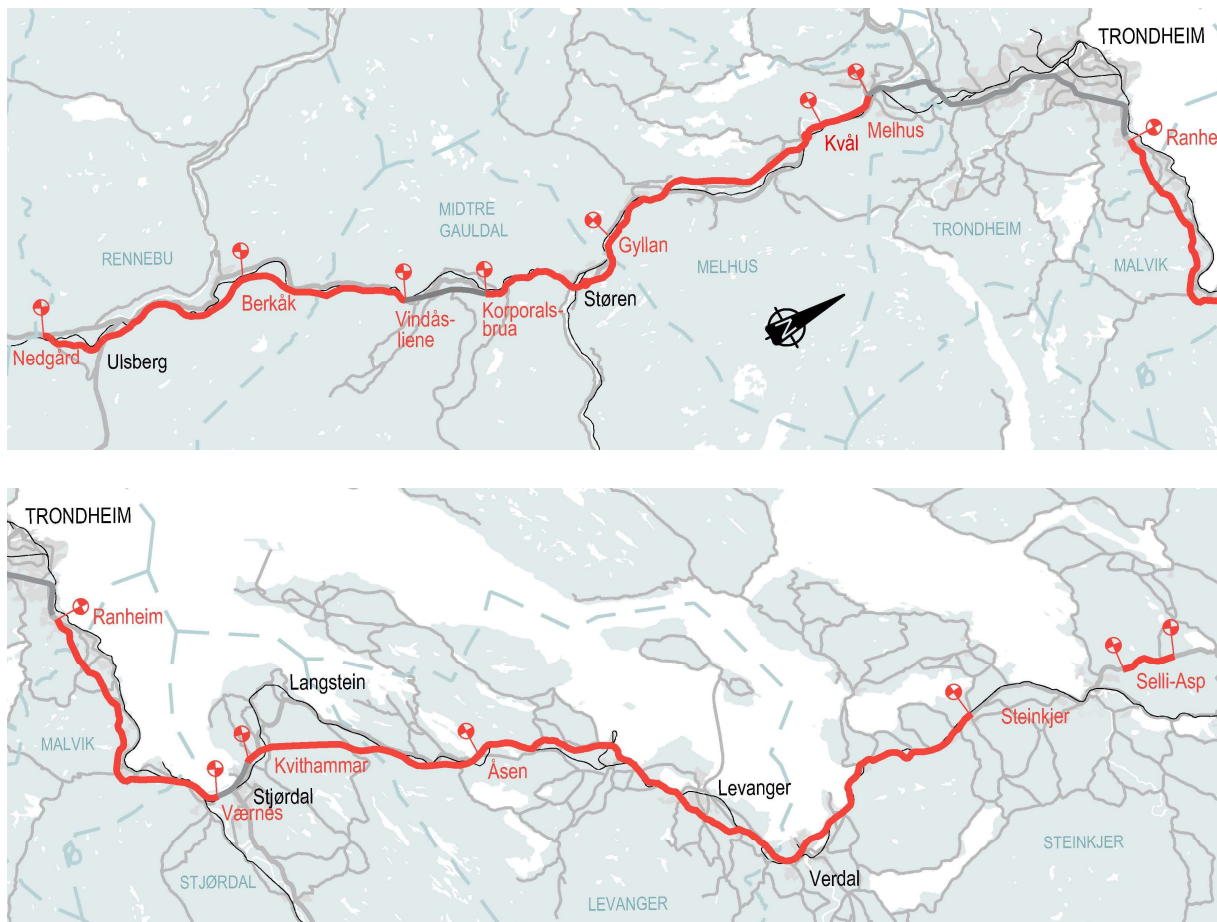
Rapporten omhandler områdestabilitet for 3 faresoner for kvikkleire fra Gyllan og til Fosskrysset. Alle 3 faresonene ender opp med konsekvensklasse alvorlig. Gyllan har faregrad lav og risikoklasse 3, Vollabygda har faregrad middels og risikoklasse 3, mens Foss sør har faregrad lav og risikoklasse 2. Stabilitetsberegninger viser at stabilitet av vei og naturlig terreng vil ivaretas i prosjektet i forhold til nødvendige krav til geoteknisk stabilitet i kvikkleireområder.

INNHold

1	INNLEDNING	4
1.1	Bakgrunn	4
1.2	Planprosess for detaljregulering med konsekvensutredning for E6 Gyllan – Kvål.....	5
1.3	Områdevurdering kvikkleire.....	5
2	PROSEDYRE UTREDNING AV FARESONER	6
3	FORUTSETNINGER.....	7
3.1	Prosjektets formål og mål	7
3.2	Styrende dokumenter	7
3.3	Tiltakskategori.....	7
3.4	Krav til sikkerhet	7
3.5	Laster	8
4	SONEUTREDNING GYLLAN	9
4.1	Kritiske skråninger og løsneområdet	9
4.2	Befaring	10
4.3	Grunnundersøkelser	11
4.4	Klassifisering av faresoner	13
4.5	Dokumentasjon av sikkerhet	14
5	SONEUTREDNING VOLLAGRENDA	16
5.1	Kritiske skråninger og løsneområdet	16
5.2	Befaring	17
5.3	Grunnundersøkelser	18
5.4	Klassifisering av faresoner	20
5.5	Dokumentasjon av sikkerhet	21
6	SONEUTREDNING FOSS SØR.....	23
6.1	Kritiske skråninger og løsneområdet	23
6.2	Befaring	23
6.3	Grunnundersøkelser	25
6.4	Klassifisering av faresoner	26
6.5	Dokumentasjon av sikkerhet	28
7	REFERANSER.....	30

1 INNLEDNING

Nye Veier har ca. 175 km ny E6 i sin portefølje i Trøndelag. Målet til Nye Veier er å bedre trafiksikkerheten, forkorte reisetiden og styrke vekst og utvikling i landsdelen. E6 Gyllan – Kvål inngår som en del av denne store oppgraderingen av E6 gjennom Trøndelag fra Nedgård i sør (Rennebu kommune) til Asp i nord (Steinkjer kommune), som vist i Figur 1-1.



Figur 1-1 Nye Veiers portefølje i Trøndelag (Illustrasjon: Nye Veier)

1.1 Bakgrunn

E6 er hovedveien i Norge mellom nord og sør. Veien er hovedtransportåren for godstrafikk til og fra, samt gjennom Trøndelag. E6 er dessuten den viktigste persontrafikkåren for regionen. E6 Gyllan – Kvål er ca. 17 km lang og ligger i sin helhet i Melhus kommune. På strekningen er det tofelts vei med randbebyggelse gjennom tettstedene Ler og Lundamo. Årsdøgnetrafikken (ÅDT) for strekningen i 2020 var mellom 8 600 og 11 400 kjøretøy. Strekninger med redusert hastighet og blandet trafikk kombinert med begrensa muligheter for forbikjøring reduserer fremkommeligheten. I perioden 2011–2020 er det registrert 34 ulykker på strekningen, hvorav åtte er påkjøring bakfra, ti er møteulykker og 12 er utforkjøringer. To personer har mistet livet og tre personer har blitt hardt skadde.

1.2 Planprosess for detaljregulering med konsekvensutredning for E6 Gyllan – Kvål

Nye Veier startet en ny planprosess i 2020 med bakgrunn i et ønske om å øke den samfunnsøkonomiske lønnsomheten, redusere kostnader, minimere jordbruksbeslag og redusere belastning på ytre miljø sammenlignet med gjeldende plan.

Det er i perioden 2021–2022 utarbeidet konsekvensutredning for flere alternativer på strekningen. Dimensjoneringsklasse H3, og fartsgrense 110 km/t lå til grunn for utredningen. En mulighetsstudie for fartsgrense 100 km/t inngikk også i beslutningsgrunnlaget for valg av trasé. Melhus kommune vedtok 25. oktober 2022 at alternativ 1.1A og 2.1 skulle legges til grunn for utarbeidelse av reguleringsplan på strekningen, se Figur 1-2.



Figur 1-2 Oversiktskart der alternativ som er lagt til grunn for planforslaget er vist med rød linje. Andre utredede alternativ er vist med lysere farge (Illustrasjon: Nye Veier).

Planforslaget ligger hovedsakelig i samme trasé som gjeldende plan. De største endringene er følgende:

- Løsning og plassering av Fosskrysset.
- Løsningen på Røskaft der man unngår omlegging av jernbane og brusøyler i elv.
- Kryss på Losen/Ler er tatt ut.
- Løsningen ivaretar sikkerhet mot skred og flom bedre enn gjeldende plan.
- På deler av strekningen har E6 en høyere standard og høyere dimensjonerende fart.

1.3 Områdevurdering kvikkleire.

Denne rapporten inneholder vurderinger for områdestabilitet kvikkleire på strekningen Gyllan – Fosskrysset. Her er det 3 faresoner for kvikkleire. Faresoner for områdeskred for kvikkleire skal utredes som en del av grunnlaget for reguleringsplan for veiprojektet. To av disse sonene, Vollagrenda og Foss Sør, er soner som har vært utredet i forrige reguleringsplan, rapport 416981-RIG-RAP-002 [1], men som ikke er registrert i NVEs kartgrunnlag over faresoner for kvikkleire. For den 3. sonen, Gyllan, har Statens vegvesen registrert områder med sprøbruddsmateriale i Norsk database for grunnundersøkelser (NADAG). Disse vises i NVEs kartgrunnlag, men ikke som klassifiserte faresoner. Området tilfredsstiller terrengkriterier for faresone kvikkleire.

2 PROSEDYRE UTREDNING AV FARESONER

Dette dokumentet følger prosedyre i NVE veileder 1/2019 [2], og oppdatert fare- og konsekvensevaluering i [3]. Punkt 1-3 gjelder påvisning og avgrensning av aktsomhetsområder, mens de videre punktene gjelder utredning av faresoner.

Tiltakskategori, punkt 4 i Tabell 2-1, er felles for alle sonene. Fordi dette er en del av et større veiprosjekt, er det gjort detaljerte grunnundersøkelser på en lang strekning og grunnlaget for valg av geotekniske designparametere ligger i fagrapport geoteknikk [4]. Her inngår også stabilitetsberegninger knyttet til de enkelte sonene.

Innmelding av soner gjøres først når uavhengig kontroll er utført for rapportene som omhandler geoteknisk prosjektering i prosjektet. Dette er en kontroll både av system, metodikk og parametervalg for stabilitetsberegninger.

Tabell 2-1: Prosedyre fra NVEs veileder 1/2019, kap. 3.2, med kommentarer relatert til E6 Gyllan – Kvål (Kilde: Norconsult).

Punkt	Krav	Kommentar
1	<i>Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området</i>	Det finnes registrerte kvikkleiresoner på motsatt side av Gaula, sonene Hovin og Teigen er nærmeste soner.
2	<i>Avgrens områder med mulig marin leire</i>	Hele elvesletta og nedre del av dalsiden i denne delen av Gauldalen ligger under marin grense.
3	<i>Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred</i>	Områder med påvist sprøbruddmateriale/kvikkleire og med 5 m høydeforskjell er vurdert.
4	<i>Bestem tiltakskategori</i>	Samme tiltakskategori for alle sonene, tiltakskategori K4 er valgt ut fra at dette er en nasjonal hovedvei.
5	<i>Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løснеområde</i>	Grunnundersøkelser fra flere faser og alternative veiløsninger.
6	<i>Befaring</i>	Flere fag har vurdert elvekanten og bilder er vedlagt. Terrenget er godt definert ut fra høydemodell på land og i elv.
7	<i>Gjennomfør grunnundersøkelser</i>	Grunnundersøkelser er i stor grad utført for å sikre til stabilitet av veianlegget.
8	<i>Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løсне- og utløpsområder</i>	Alle sonene ligger i kantområder mot Gaula. Rotasjon eller flakskred er mulig etter erosjon i elvekant.
9	<i>Klassifiser faresoner</i>	Tabeller med klassifisering følger i videre kapitler
10	<i>Dokumentér tilfredsstillende sikkerhet</i>	Enkelte profiler er gitt i videre kapitler om sonene.
11	<i>Meld inn faresoner og grunnundersøkelser</i>	Soner meldes inn etter endelig uavhengig kvalitetskontroll foreligger.

3 FORUTSETNINGER

3.1 Prosjektets formål og mål

Formålet med planarbeidet er å skaffe et formelt grunnlag for erverv av grunn og bygging av ny E6 som en firefelts motorvei. Løsningene skal bidra til å oppnå målene i Nasjonal transportplan 2022–2030 [5], gjengitt i **Feil! Fant ikke referansekilden..**



Figur 3-1 Målene for transportsektoren fra Nasjonal transportplan (Illustrasjon: Nasjonal transportplan [5]).

3.2 Styrende dokumenter

- NVEs kvikkleireveileder 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» [2].
- NVE ekstern rapport 9/2020 [3]

3.3 Tiltakskategori

Tiltakskategori bestemmes ut ifra konsekvens for tiltaket ved skred. Det er angitt tiltakskategorier for ulike typer tiltak i tabell 3.2 i kvikkleireveilederen [6]. I denne tabellen står det ikke spesifikt hvilken kategori denne type veiprojekt skal plasseres i. Dette tiltaket er et veiprojekt for en trafikkert, nasjonal hovedferdselsåre i et område med påvist kvikkleire, noe som er vurdert plassert i tiltakskategori K4.

3.4 Krav til sikkerhet

3.4.1 Stabilitet

Kravene i NVE sin kvikkleireveileder [2] for tiltakskategori K4 er som følger:

Dersom tiltaket forverrer stabiliteten, kreves det absolutt sikkerhetsfaktor $F_{CU} \geq 1,40 \cdot f_s$ for totalspenningsanalyse, der f_s = sprøhetsforholdet på 1,15, og $F_{C\phi} \geq 1,25$ for effektivspenningsanalyse.

For tiltak som ikke forverrer stabiliteten faller sprøhetsforholdet bort, og kravet er $F_{CU} \geq 1,40$ og $F_{C\phi} \geq 1,25$. Ved lavere sikkerhet må F_{CU} og $F_{C\phi}$ forbedres prosentvis i henhold til tabell 3.3 i kvikkleireveilederen [6].

Prosentvis forbedring kan bare oppnås ved bruk av topografiske endringer og/ eller bruk av lette masser.

I de fleste beregningssnitt vil krav til lokalstabilitet for veiltaket, etter Statens vegvesens regelverk, være gjeldende. Dette er omtalt i geoteknisk fagrapport for strekningen Gyllan – Homyrkamtunnelen S [4].

3.4.2 Klassifisering av faresone

Faresoner klassifiseres med en faregrad og skadekonsekvens som vist i tabell 1 og tabell 2 i NVEs Ekstern rapport Nr. 9/2020 [3].

3.5 Laster

Det utredes for at det skal bygges ny vei. Ny vei vil ha 4 felt, ligge høyere på grunn av flomfare og til dels nærmere elva enn dagens vei. Laster mot eventuelle kritiske snitt på veien øker.

For geotekniske stabilitetsberegninger regnes det med trafikklast (karakteristisk last) på 15 kPa jevnt fordelt over veiens planeringsbredde med veiskulder hvis ugunstig, (0 hvis lasten har gunstig virkning). For gang- og sykkelveier benyttes en jevnt fordelt last på 10 kPa. Det henvises til håndbok N200, krav 1.70 og 1.71 [7].

4.2 Befaring

Området er befart opp gjennom prosjektperioden, både for vannmiljø, plan og geoteknikk. Figur 4-2 viser grov gammel forbygning fra øvre enden av faresonen. Figur 4-3 viser parti oppstrøms faresonen. Forbygningen her er opprinnelig fra 1935 og er minst vedlikeholdt én gang (1956). Forbygningen og overgang til vegetasjon ser ut til å være stabil, men her har elva en yttersving i øvre del av sonen og elvebunnen bør her sjekkes. Veien vil her gå tett på elva (samme sted som dagens vei) og erosjon av forbygningens fot eller eventuell blottlagt leire kan være kritisk både for eksisterende og ny vei.



Figur 4-2 Forbygd elvebredd sett fra helt i øvre ende av faresonen og nedstrøms. (Foto: Norconsult 17.09.2021)



Figur 4-3 Gaula oppstrøms faresone Gyllan. Forbygningen viser grov plastring. (Foto: Norconsult 17.09.2021)

4.3 Grunnundersøkelser

Grunnundersøkelser er gjort i hovedsak utført i 2 faser. Første fase er fra ca. 2015–2017 og er merket med MC2-xx (Multiconsult [1]). Supplerende boringer fra dette prosjektet er utført i 2020–2022 og er merket NO2-xx (Norconsult) [8]. Det er begrenset med prøvetaking og det er få boringer med sikker påvisning av kvikkleire. I beregninger er leire tolket konservativt som kvikkleire. Sonderinger i dette området viser stedvis betydelig større mektighet av kvikkleire enn for de 2 andre sonene. Se tolket lagdeling og boring i kapittel 0 Dokumentasjon av sikkerhet.

4.3.1 Aktuelle skredmekanismer og utløpsområder.

Aktuell skredmekanisme er at en får et rotasjonsbrudd i foten forårsaket av lokal erosjon og deretter retrogressivt brudd. Det er små høydeforskjeller og boringene viser stor variasjon i grunnundersøkelser, deler av området har flere tynne lag med kvikkleire, mens andre viser stor mektighet. Multiconsult [1] har beskrevet flakskred som skredprosess. Det er så si flatt innover elvesletta og egentlig ikke noe flak som aktiviseres. Svake lag ligger trolig omtrent i samme dyp. Samtidig skal en ikke utelukke skredmekanismer når en ikke har sikker påvisning av sprøbruddsmateriale.

Elva er utløpsområde, se Figur 4-4. Her vil leire i brudd forflytte seg først i skred og så ved videre erosjon. Elva vil blakkes til sjøen.



Figur 4-4 Utløpsområde Vollagrenda (Kilde: Norconsult).

4.4 Klassifisering av faresoner

Tabell 4-1 viser faregradvurderinger med faregrad lav.

Tabell 4-1 Faregradsvurdering Gyllan (Kilde Norconsult)

Fareberegning					
Faktor	Beskrivelse	Faregrad	Score	Vekt	Poeng
Skredaktivitet	Ingen tegn til skredaktivitet i henhold til NVE-atlas og kart med skyggerelieff fra høydedata.	Ingen	0	1	0
Skråningshøyde (m)	Total høydeforskjell fra øverst i sonen i sør (ca. kote +59) og i relevant profil uti elva (ca. kote +48) er 11 meter.	<15	0	2	0
Forkonsolidering	Prøver på samme elveslette viser OCR>2.	>2	0	2	0
Poretrykk overtrykk	Det er ikke utført poretrykksmålinger. Området ligger langs elva. Indre deler kan ha mating av grunnvann under fra bergsprekker. Poretrykket settes i denne sammenheng til hydrostatisk.	Hydrostatisk	0	3	0
Poretrykk undertrykk		Hydrostatisk		-3	
Kvikkleiremektighet	Største mektighet er trolig i sør, her et det mulig kvikkleire fra kote 52 til kote 37; 16 meter. Det vil si at kvikkleire ligger dypt under skråningsfoten (bunn elv) på ca. 48 meter. Kvikkleiremektighet skal regnes over elvebunn, her mer enn 1/H.	H/2-H/4	2	2	4
Sensitivitet	Høyeste målte sensitivitet er:	30-100	2	1	2
Erosjon	Erosjon er ikke kartlagt i detalj, men det kan være blottlagt leire i fot av elvemel.	Liten	1	3	3
Inngrep forbedring		Ingen	0	-3	0
Inngrep forverring	Over tid er det tatt ut grus i Gaula, det antas noe forverring som følge av senking.	Noe	2	3	6
Total poengsum					15
Prosent av maks					29 %
Faregrad					Lav
Sist oppdatert	07.02.2023				

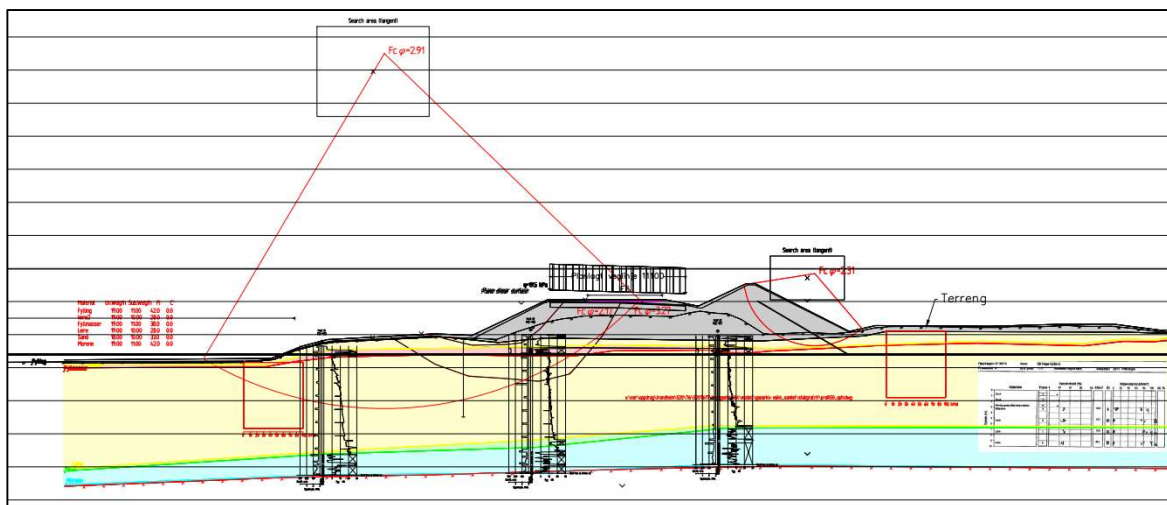
Tabell 4-2 viser beregninger av skadegrad, med konsekvensklasse alvorlig og risikoklasse 3.

Tabell 4-2 Evaluering av skadekonsekvens Gyllan (Kilde: Norconsult).

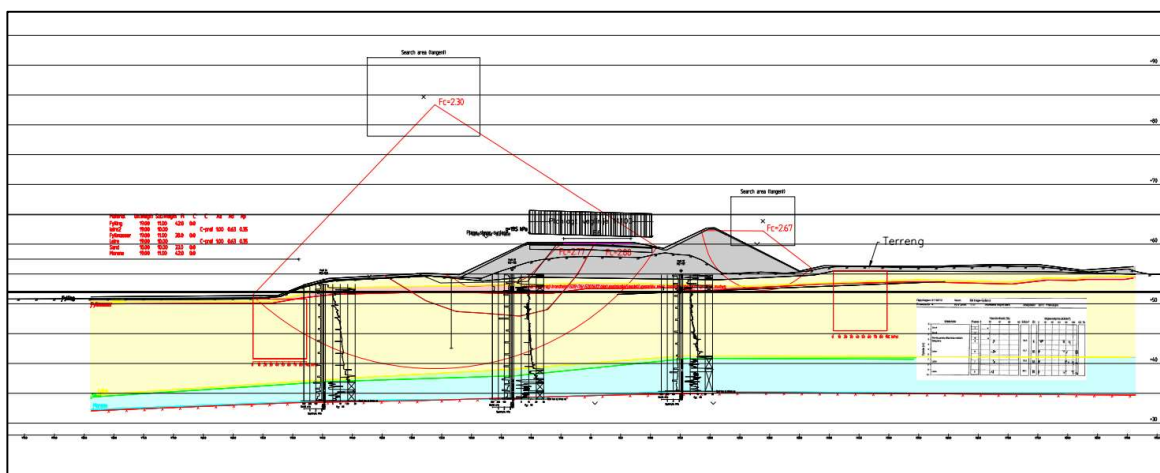
Konsekvensberegning					
Faktor	Beskrivelse	Konsekvens	Score	Vekt	Poeng
Boligheter	6 eneboliger	Spredt <5	2	4	8
Næringsbygg, personer	6 driftsbygninger	<10	1	3	3
Annen bebyggelse, verdi	Ingen	Ingen	0	1	0
Vei, ÅDT	Ny E6 gjennom faresone	>5000	3	2	6
Toglinje, bruk	Ingen	Ingen	0	2	0
Kraftnett	1 ledningslinje til ett hus	Lokal	0	1	0
Oppdemning og flodbølge	Oppdemning har miljøkonsekvens. Et brudd vil neppe demme opp mer 200-års flom, sannsynlig lavere enn elvesletta, slik at en får utvasking av materiale ganske fort. Det er ikke en kvasshylla oppdemning og brudd som her er scenariet	Liten	1	2	2
Total poengsum					19
Prosent av maks	07.02.2023				37 %
					Alvorlig
Risiko	1095.73				
Risikoklasse	3				

4.5 Dokumentasjon av sikkerhet

Stabilitet og dokumentasjon av sonene gjelder både for dagens situasjon og ny situasjon. I og med at veien heves forventes det at ny situasjon kan forverre stabiliteten, og i ny situasjon vil krav til sikkerhet øke. Tegning V701 (effektivspenningsanalyse) og V702 (totalspenningsanalyse) er her vist i vedlegg. Utsnitt av beregningene er gitt i Figur 4-5 og Figur 4-6 ved profil 50. Figurene viser at prosjekterte tiltak ivaretar nødvendig sikkerhet med hensyn på geoteknisk stabilitet.



Figur 4-5 Effektivspenningsberegning ved profil 50 ved Gyllan. Gult er leire, rosa sand, blått morene/grus og grått er fyllmasser. $F_{cphi} = 2.91$ (Kilde: Norconsult)



Figur 4-6 Totalspenningsberegning ved profil 50 ved Gyllan. Gult er leire, rosa sand, blått morene/grus og grått er fyllmasser. Her er det benyttet lette masser for å oppnå $F_c > 1.61$, $F_c = 2.3$. (Kilde: Norconsult)

5.2 Befaring

Området er befart og elvekanten fotografert gjennom prosjektperioden, både for vannmiljø, plan og geoteknikk.. Figur 5-2 og Figur 5-3 viser eksisterende forbygning av til dels stor stein mot Vollagrenda. På motsatt side av elva ligger det ei ør rett ut for Hovin jernbanestasjon. Figur 5-3 viser berget som stikker ut i elva på vestbredden og som gjør at elva her ledes mot motsatt bredd, det vil si mot Vollagrenda. Forbygningen her er opprinnelig fra 1935 og er minst vedlikeholdt en gang (i 1956). Forbygningen og overgang vegetasjon ser ut til å være stabil, men ettersom elva går på her, må det undersøkes om forbygningsfot er stabil eller om det ligger leire tett på elvebunnen. Ny vei vil her gå tett på elva (på samme sted som dagens vei) og erosjon kan være kritisk både for eksisterende og ny vei.



Figur 5-2 Faresone Vollagrenda sett nedstrøms Gaula. Hovin jernbanestasjon ligger innenfor øra på motsatt side. (Foto: Norconsult)



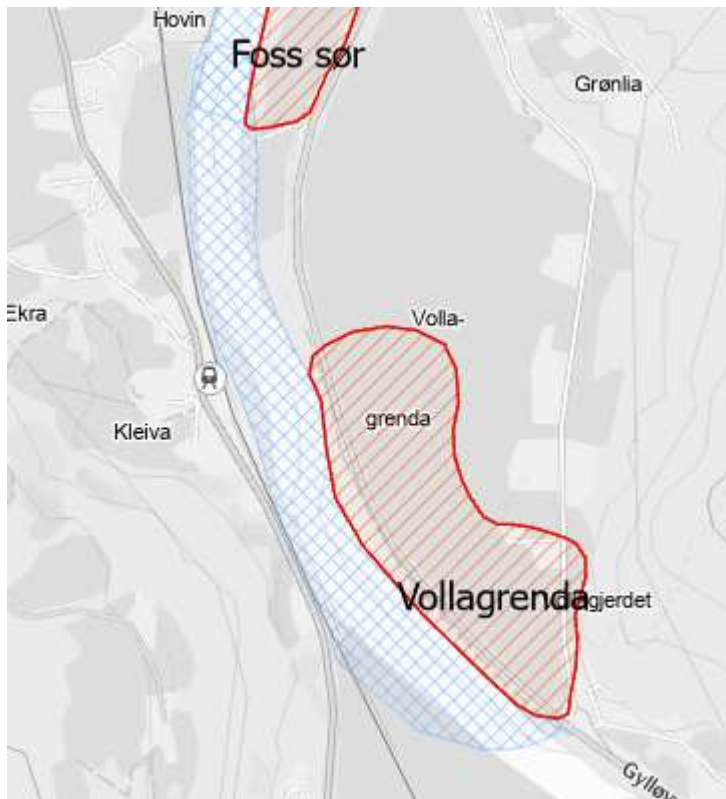
Figur 5-3 Gaula sett oppstrøms med Vollagrenda til venstre. Oppstrøms motsatt bredd ser en at det stikker ut berg som styrer elva over mot østsiden med Vollagrenda.

5.3 Grunnundersøkelser

Grunnundersøkelser er i hovedsak utført i 2 faser. Første fase er fra ca. 2015–2017 og er merket med MC2-xx (Multiconsult, [1]). Supplerende boringer for dette prosjektet er utført i 2020–2022 og er merket NO2-xx (Norconsult) [8]. Det er ikke boret på utsiden av veien mot elva som kan bekrefte eller avkrefte kvikkleire ut under elv. Aktuell boring og beregningsprofil inngår i kapittel **Feil! Fant ikke referanseilden**. Dokumentasjon av sikkerhet.

5.3.1 Aktuelle skredmekanismer og utløpsområder.

Aktuell skredmekanisme er at en får et rotasjonsbrudd i foten av skråningen forårsaket av lokal erosjon og deretter retrogressivt brudd. Det er små høydeforskjeller og boringene viser stor variasjon i grunnforhold, deler av området har flere tynne lag med kvikkleire. Multiconsult [1] har beskrevet flakskred som skredprosess. Det er så si flatt innover på elvesletta og egentlig ikke noe flak som aktiviseres. Svake lag ligger trolig omtrent i samme dyp. Samtidig skal en ikke utelukke skredmekanismer når en ikke har sikker påvisning av sprøbruddsmateriale.



Figur 5-4 Utløpsområde Vollagrenda. Utløpsområde fra sone Vollabygda kommer dessuten inn fra sør mot Foss sør. (Kilde: Norconsult)

5.4 Klassifisering av faresoner

Tabell 5-1 viser faregradsberegninger med resulterende faregrad, middels. Tabell 5-2 viser beregnet skadekonsekvens med resulterende konsekvensklasse og risikoklasse. Sonen klassifiseres med middels faregrad og konsekvensklasse alvorlig til risikoklasse 3.

Tabell 5-1 Faregradsvurdering Vollagrenda (Kilde: Norconsult)

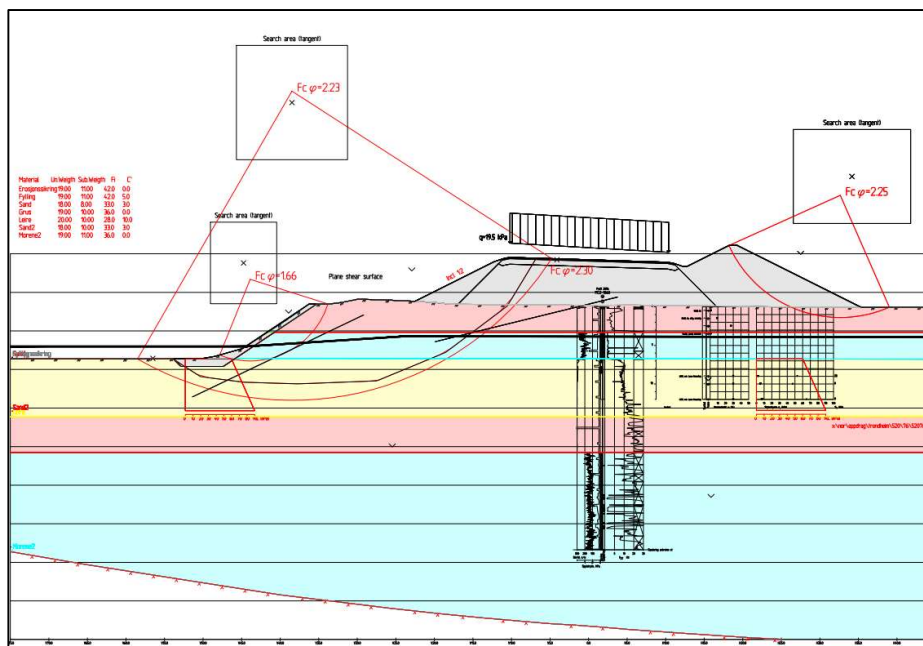
Fareberegning					
Faktor	Beskrivelse	Faregrad	Score	Vekt	Poeng
Skredaktivitet	Ingen tegn til skredaktivitet i henhold til NVE-atlas og kart med skyggerelieff fra høydedata	Ingen	0	1	0
Skråningshøyde (m)	Total høydeforskjell fra øverst i sonen i sør (ca kote +59) og i relevant profil ut i elva (ca kote+ 47) er 12 m.	15-20	1	2	2
Forkonsolidering	Både ødometerforsøk og CPTU-sonderinger indikerer at leira er overkonsolidert med OCR>2	>2	0	2	0
Pore-overtrykk	Poretrykksmålerene viser tilnærmet svakt lavere poretrykk i dybden i forhold til hydrostatisk poretrykk. Poretrykket settes i denne sammenheng til hydrostatisk	Hydrostatisk	0	3	0
Pore-undertrykk		Hydrostatisk	0	-3	0
Kvikkleiremektighet	Mektighet av kvikkleire er ca 10m, og det meste ligger dypt	H/2-H/4	2	2	4
Sensitivitet	Høyeste målte sensitivitet i området er St> 100	>100	3	1	3
Erosjon	Bunnersjon er ikke kartlagt i detalj, men det må påregnes at det kan være blottlagt leire i fot av elvemel.	Liten	1	3	3
Inngrep forbedring		Ingen	0	-3	0
Inngrep forverring	Over tid er det tatt ut grus i Gaula, det antas noe forverring, elva kan ha senket seg.	Noe	2	3	6
Total poengsum					18
Prosent av maks					35 %
Faregrad					Middels
Sist oppdatert	07.02.2023				

Tabell 5-2 Evaluering av skadekonsekvens Vollabygda (Kilde: Norconsult).

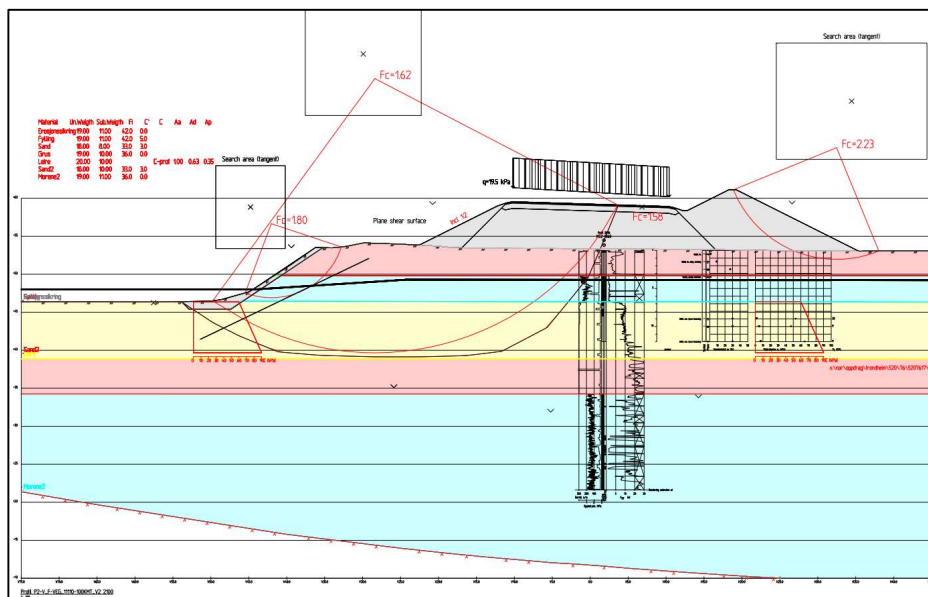
Konsekvensberegning					
Faktor	Beskrivelse	Konsekvens	Score	Vekt	Poeng
Boligenheter	2 eneboliger	Spredt <5	1	4	4
Næringsbygg, personer	1 næringsbygg. Dette er bygget på selve tiltaksområdet	<10	1	3	3
Annen bebyggelse, verdi	Ingen	Ingen	0	1	0
Vei, ÅDT	Ny E6 gjennom faresone	>5000	3	2	6
Toglinje, bruk	Ingen	Ingen	0	2	0
Kraftnett	1 ledningslinje til ett hus	Lokal	0	1	0
Oppdemning og flodbølge	Oppdemming har miljøkonsekvens. Et brudd vil neppe demme opp mer enn en 200-års flom, sannsynlig lavere enn elvesletta, slik at en får utvasking av materiale ganske fort. Det er ikke en Kvasshylla oppdemning og brudd som her er scenariet	Liten	1	2	2
Total poengsum					15
Prosent av maks	07.02.2023				29 %
Konsekvensklasse					Alvorlig
Risiko					1038.06
Risikoklasse					3

5.5 Dokumentasjon av sikkerhet

Stabilitet og dokumentasjon av sonene både for dagens situasjon og ny situasjon. I og med at veien heves forventes det at ny situasjon kan forverre stabiliteten og i den nye situasjonen vil krav til sikkerhet øke. Tegning V703 (effektivspenningsanalyse) og V707 (totalspenningsanalyse) er her vist i vedlegg. Utsnitt av beregningene er gitt i Figur 5-5 og i Figur 5-6 som viser at prosjekterte tiltak ivaretar nødvendig sikkerhet med hensyn på geoteknisk stabilitet. Det bør bores på yttersiden av vei for sikker påvisning av leire mot elv.



Figur 5-5 Effektivspenningsberegning ved profil 2100 ved Vollagrenda. Gult er leire, rosa sand, blått morene/grus og grått er fyllmasser (Kilde Norconsult).



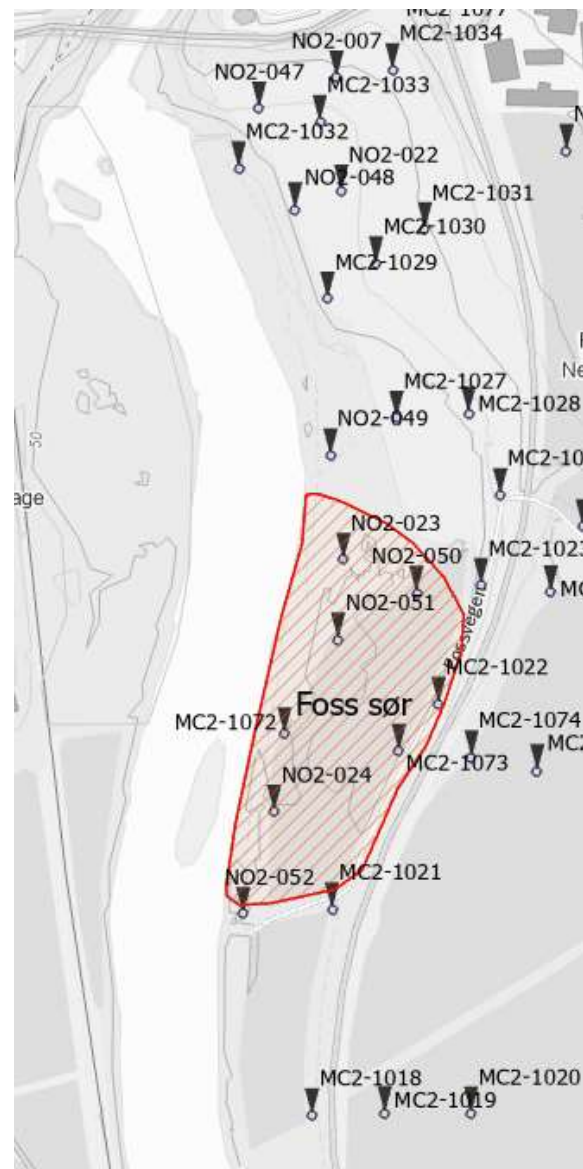
Figur 5-6 Totalspenningsberegning ved profil 2100 ved Vollagrenda. Gult er leire, rosa sand, blått morene/grus og grått er fyllmasser (Kilde: Norconsult).

6 SONEUTREDNING FOSS SØR

Sonen Foss sør er langt på vei utredet i vedlegg til Multiconsults geotekniske prosjekteringsrapport [1]. Veiplanen er noe endret og det er utført nye stabilitetsberegninger.

6.1 Kritiske skråninger og løснеområdet

Utbredelse av sonen er vurdert ut fra totalsonderinger og enkelte prøveserier. Hele sonen vurderes å være potensielt løснеområde. Det er skråning ut mot elva som er kritisk. Erosjon er vurdert å være en kritisk faktor for sonen, se Figur 6-1 etter at ny vei er bygd. De flatere områdene langs elva er i stor grad innenfor 200-års flomsone. Ny vei skal ligge flomsikkert og vil bli hevet sammenlignet med dagens vei. Ny vei vil da være en del av kritisk last og snitt ut mot elva. Beregninger er gitt i kapittel 6.5 Dokumentasjon av sikkerhet.



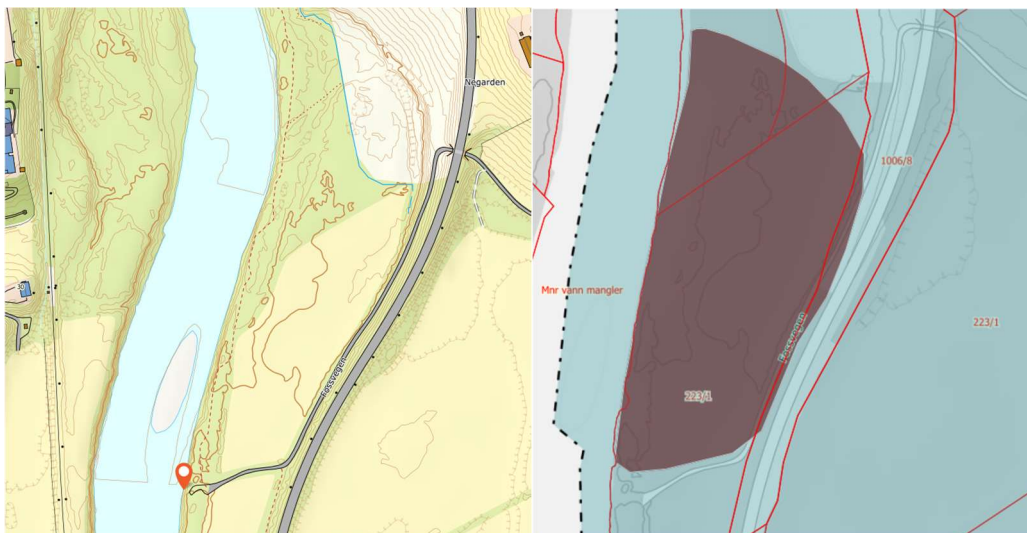
Figur 6-1 Løsneområde Foss sør. Kritisk skråning er langs hele strekningen mot elva (Kilde: Norconsult)

6.2 Befaring

Området er befart opp gjennom prosjektperioden, både for vannmiljø, plan og geoteknikk. Figur 6-2 viser et foto av elvekanten der det ligger grov ør og vegetasjonsbelte ut i elva. Terrengmodell er nøye studert både på land og i elva. Påfølgende Figur 6-3 viser lokalisering av foto til venstre og med kvikkleiresonen til høyre.



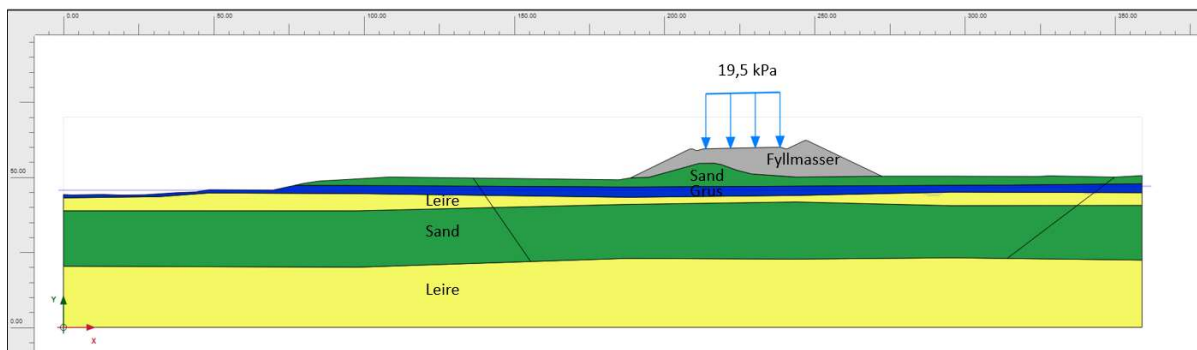
Figur 6-2 Elvekant fra nordre ende av faresone Foss sør og mot sving før Gaulfossen. Ingen tegn til erosjon, her er det ei ør som ofte stikker opp som en holme midt i elva. (Foto: Norconsult)



Figur 6-3 Lokalisering av foto, kvikkleiresone til høyre. (Kilde: t.v. Norgeskart.no og t.h. Norconsult)

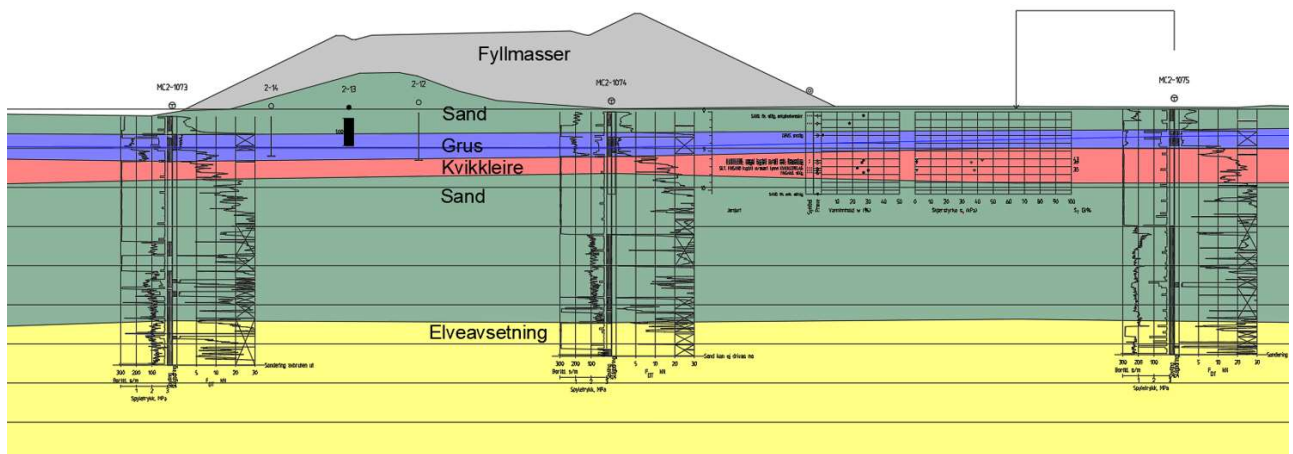
6.3 Grunnundersøkelser

Grunnundersøkelser er i hovedsak utført i 2 faser. Første fase fra ca. 2015–2017 og merket med MC2-xx (Multiconsult), og siste fase i perioden 2020–2022 merket NO2-xx (Norconsult). Grunnundersøkelsene er dokumentert i geoteknisk datarapport [8]. Figur 6-4 viser ny situasjon med flomsikker vei.



Figur 6-4 Profil fra elva til ny veifylling (Kilde: Norconsult).

Figur 6-5 viser grunnboringer og tolkning av prøvene. Det er analysert prøver tatt i boringen i borpunktet MC2-1075. Her er det 4-5 m kvikkleire. Det er ikke prøvetatt under vei og videre ut mot elva. Tolket lag kvikkleire er her noe tynnere og det er usikkerhet hvorvidt dette er kvikkleire. Det er lave høydeforskjeller ut mot elva og dagens situasjon er tilfredsstillende.



Figur 6-5 Tolket lagdeling for et profil ca. midt i sonen mot elva for ny situasjon (Kilde: Norconsult).

6.3.1 Aktuelle skredmekanismer og utløpsområder.

Aktuell skredmekanisme er at en får et rotasjonsbrudd i foten av skråningen forårsaket av lokal erosjon og deretter retrogresivt brudd. Det er små høydeforskjeller og boringene viser stor variasjon i grunnundersøkelser, der deler av området har flere tynne lag med kvikkleire. Multiconsult [1] har beskrevet flakskred som skredprosess. Det er så si flatt innover på

elvesletta og egentlig ikke noe flak som kan aktiviseres. Svake lag ligger trolig omtrent i samme dybde. Samtidig skal en ikke utelukke skredmekanismer når en ikke har sikker påvisning av sprøbruddsmateriale. Figur 6-6 viser antatt utløpssone for et potensielt kvikkleireskred.



Figur 6-6 Utløpsområde Foss sør er antatt at går ned i Gaulfossen. Utløpsområde fra sone Vollabygda kommer dessuten inn fra sør mot Foss sør. (Kilde: Norconsult)

6.4 Klassifisering av faresoner

Tabell 6-1 Faregradsvurdering Foss sør. viser faregradsvurdering med resultat faregrad lav. Tabell 6-2 Evaluering av skadekonsekvens Foss sør. viser evaluering av skadekonsekvens med resultatet konsekvensklasse alvorlig, og risikoklasse 2. Konsekvensklassen er alvorlig fordi et skred forventes å gå inn til E6 og E6 vil da måtte stenges inntil nedsiden er stabilisert og sikret.

Tabell 6-1 Faregradsvurdering Foss sør.

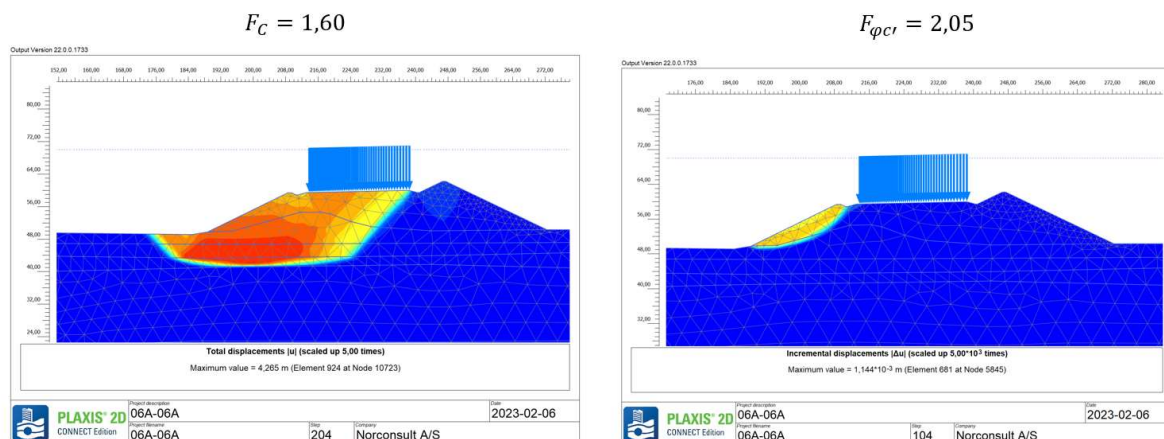
Fareberegning					
Faktor	Beskrivelse	Faregrad	Score	Vekt	Poeng
Skredaktivitet	Ingen kjent skredaktivitet nær sonen på østsiden av elva	Noe	2	1	2
Skråningshøyde (m)	Total høydeforskjell fra øverst i sonen i sør (ca kote +52) og i relevant profil ute i elva (ca kote +42) er ca 8 m.	<15	0	2	0
Forkonsolidering	Både ødometerforsøk og CPTU-sonderinger indikerer at leira er overkonsolidert med OCR>2	>2	0	2	0
Poretrykk overtrykk	Poretrykksmålerene viser tilnærmet svakt lavere poretrykk i dybden i forhold til hydrostatisk poretrykk. Poretrykket settes i denne sammenheng til hydrostatisk	Hydrostatisk	0	3	0
Poretrykk undertrykk		Hydrostatisk	0	-3	0
Kvikkleiremektighet	Mektighet ca 4 m (det skal ikke blandes inn at en hever terrenget med vei)	H/2-H/4	2	2	4
Sensitivitet	Høyeste målte sensitivitet er > 100	>100	3	1	3
Erosjon	Erosjon er ikke kartlagt i detalj, foto viser at her er bevakst og grov ør langt ut fra land.	Liten	1	3	3
Inngrep forbedring		Ingen	0	-3	0
Inngrep forverring	Over tid er det tatt ut grus i Gaula, men det er ikke synlig her ned mot Gaulfossen der det ligger grov ør	Liten	1	3	3
Total poengsum					15
Prosent av maks					29 %
Faregrad					Lav
Sist oppdatert	07.02.2023				

Tabell 6-2 Evaluering av skadekonsekvens Foss sør.

Konsekvensberegning					
Faktor	Beskrivelse	Konsekvens	Score	Vekt	Poeng
Boligheter	ingen	Ingen	0	4	0
Næringsbygg, personer	ingen	Ingen	0	3	0
Annen bebyggelse, verdi	Ingen	Ingen	0	1	0
Vei, ÅDT	Kun en landbruksvei i følge soneavgrensning, men E6 vil måtte stenges	>5000	3	2	6
Toglinje, bruk	Ingen	Ingen	0	2	0
Kraftnett	ingen	Lokal	0	1	0
Oppdemning og flodbølge	Oppdemming har miljøkonsekvens. Et brudd vil neppe demme opp mer enn en 200-års flom, sannsynlig lavere enn elvesletta, slik at en får utvasking av materiale ganske fort. Det er ikke en Kvasshylla oppdemming og brudd som her er scenariet	Liten	1	2	2
Total poengsum					8
Prosent av maks	07.02.2023				16 %
Konsekvensklasse					Alvorlig
Risiko					461.36
Risikoklasse					2

6.5 Dokumentasjon av sikkerhet

I og med at veien heves forventes det at ny situasjon kan forverre stabiliteten i området og i den nye situasjonen vil krav til sikkerhet øke. Stabilitet er beregnet for ny situasjon (og den er tilfredsstillende, se **Feil! Fant ikke referanseilden..** Veien ligger i god avstand og påvirker ikke stabiliteten i elvebrinken. Lokalstabilitet av vei vil bli i varetatt.



Figur 6-7 Beregnet profil ca. midt i sonen for ny situasjon. Udrenert analyse til venstre, drenert til høyre. Sikkerheten er tilfredsstillende. Her vil en kunne justere fylling med bruk av lette masser, slik at en ender opp med $F_c=1.61$. (Kilde: Norconsult)

7 REFERANSER

- [1] Multiconsult AS, «416981-RIG-RAP-002 - Geoteknisk vurdering E6 Gyllan-Røskift,» 2015.
- [2] Norges Vassdrags- og Energidirektorat (NVE), «Veileder nr. 1/2019: Sikkerhet mot kvikkleireskred,» 2020.
- [3] NVE, «"Ekstern rapport Nr. 9/2020. Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred",» NVE, 2020.
- [4] N. AS, «NV50E6GK-GTK-RAP-0005 Fagrapport Geoteknikk,» 2022.
- [5] Regjeringen, «Nasjonal transportplan,» 2020-2021. [Internett]. Available: <https://www.regjeringen.no/contentassets/fab417af0b8e4b5694591450f7dc6969/no/pdfs/stm202020210020000dddpdfs.pdf>.
- [6] NVE, «Sikkerhet mot kvikkleireskred,» *NVE-veileder Nr. 1/2019*, p. 83, 2020.
- [7] Statens vegvesen, Vegnormal N200 - Vegbyggin, 2022-11-01.
- [8] Norconsult AS, «NV50E6GK-GET-RAP-002 Datarapport. Geotekniske grunnundersøkelser. Gyllan-Kvål,» 2022.
- [9] Norconsult, «Grunnundersøkelsene er dokumentert i geoteknisk datarapport, rapport nummer NV50E6GK-GTK-RAP-0002.».