



E6 Gyllan – Kvål

Fagrapport geoteknikk

31.08 | 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
02	31.08.2023	Oppdatert etter uavhengig kontroll	KnuKje	GunHen	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 *lav* 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. *Faregrad og risikoklasse vurderes lik både før og etter tiltak for alle 3 soner. Det pågår erosjon i elveløpet til Gaula, og det vurderes ikke mulig å redusere erosjonsfaren betraktelig uten svært inngripende tiltak. Erosjonssikring er nødvendig for tilfredsstillende erosjonssikring mot ny E6, men gir ikke utslag i faregradsevaluering av de tre sonene.*

Rapporten er kontrollert av uavhengig foretak, og revidert etter innspill i forbindelse med denne kontrollen – som kommer frem av revisjonstabell over. Endret og ny tekst i forbindelse med revisjonen er gitt kursiv tekst.

VEDLEGG 1

CPTU-tolkning, NO2-019 (6 sider)

TEGNINGSLISTE

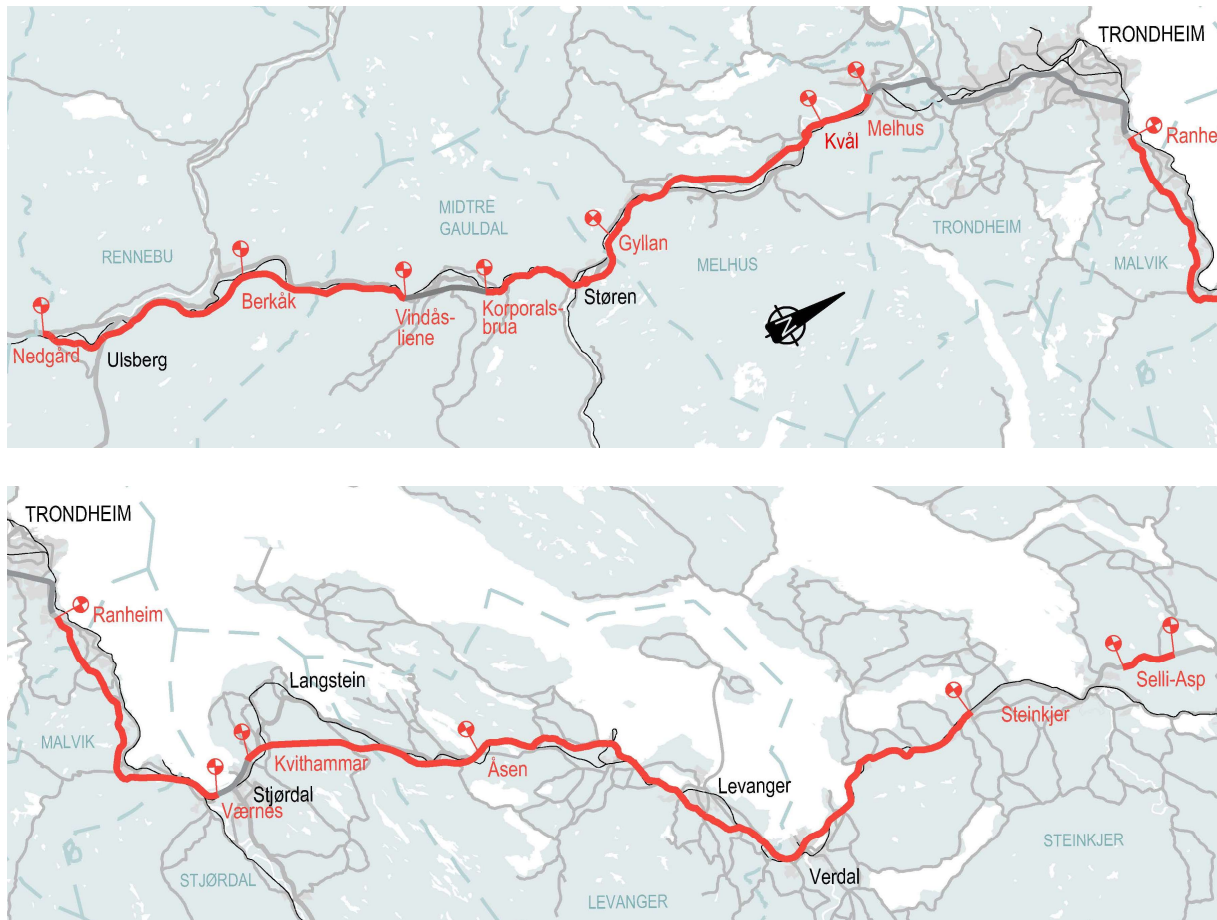
V051-V053, Plantegninger – utførte boringer, terrengtiltak og beregningsprofiler (3 sider)
V701-V706, Stabilitetsberegninger (6 sider)

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 løснеområdet	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 løснеområdet	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 løснеområdet	23
6.2	Befaring	23
6.3	Grunnundersøkelser	25
6.4	Klassifisering av faresoner	26
6.5	Dokumentasjon av sikkerhet	28
7	STABILITETSFORHOLD OG TILTAK	30
7.1	Erosjonsforhold.....	30
7.2	Beregningsmessig stabilitet.....	30
7.3	Tiltak	30
8	REFERANSER.....	33

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



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.

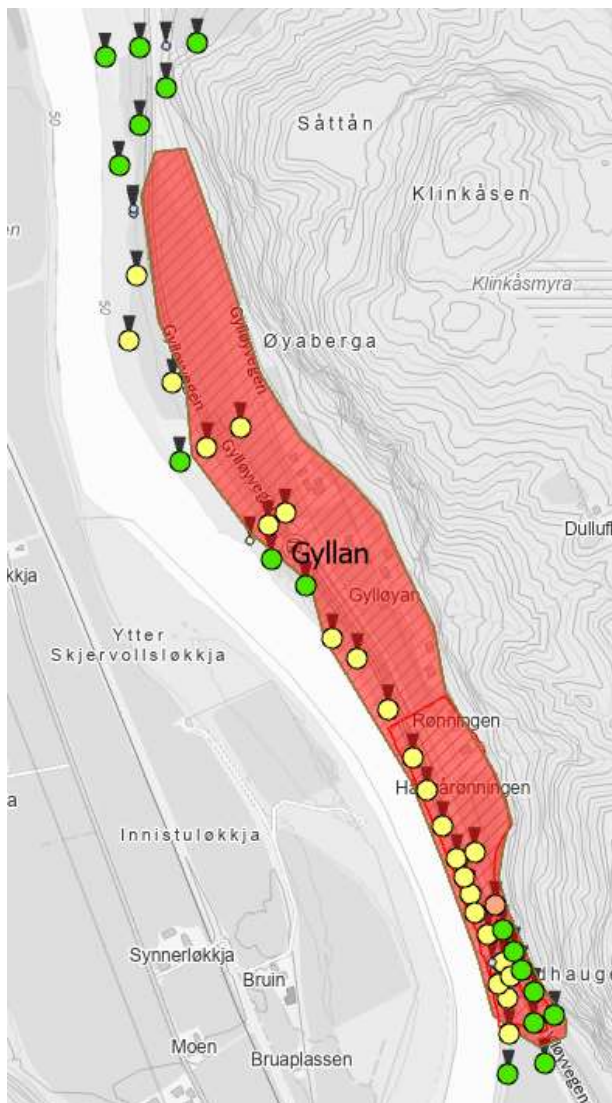
For geotekniske stabilitetsberegninger regnes det med trafikklaster (karakteristisk last) på 15 kPa jevnt fordelt over veiens planeringsbredde med veiskulder hvis ugunstig, (0 hvis lasten har gunstig virkning). For gang- og sykkelveier benyttes en jevnt fordelt last på 10 kPa. Det henvises til håndbok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

4 SONEUTREDNING GYLLAN

Statens vegvesen har lagt inn Gyllan som et område med påvist kvikkleire i NADAG. Sonen avviker ikke mye fra de to sonene Foss sør og Vollagrenda når det gjelder faregrad, men det er flere boliger her. Det er for dette prosjektet gjort beregninger i sonen.

Sørlig del av sonen er tidligere utredet av Multiconsult i forbindelse med tidligere reguleringsplan [8]. Dette området er ikke omfattet av planområdet til E6 Gyllan-Kvål, og vil være gjenstand for planarbeid og prosjektering på et senere tidspunkt.

4.1 Kritiske skråninger og løснеområdet



Figur 4-1 Løsneområde Gyllan. Kritisk skråning er langs hele strekningen mot elva. Gule punkter indikerer sprøbrudd fra totalsonderinger, grønne er tolket ikke-sprøbrudd. (Kilde: Norconsult)

Utbredelse av sonen er vurdert ut fra totalsonderinger og enkelte prøveserier. Hele sonen vurderes å være potensielt løsneområde, se Figur 4-1. Det er skråning ut mot elva som er kritisk. Erosjon er vurdert å være en kritisk faktor for sonen. De flatere områdene langs elva er i stor grad innenfor 200-års flomsone. Ny vei skal ligge flomsikkert og vil blir hevet. Ny vei vil da være en del av kritisk last og snitt ut mot elva. Beregninger er gitt i kapittel 4.5 Dokumentasjon av sikkerhet.

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 flere omganger:

- Fra ca. 1985 til 2009 av Statens vegvesen; merket med Gxxx [9].
- Fra ca. 2011 av Multiconsult; merket med M2-xxx [10].
- Fra ca. 2015–2017 av Multiconsult; merket med MC2-xx [1], og av Norconsult; merket N-xx [11].
- Supplerende boringer fra dette prosjektet er utført av Norconsult i 2020–2022 og er merket NO2-xx [12].

Fra tidligere er det påvist kvikkleire/sprøbruddsmateriale ved prøvetaking i flere posisjoner, og også indikasjon i flere sonderinger. Trykksonderinger er fra tidligere utført i tre posisjoner – alle i utførelsesklasse 1. Det er også gjort fire poretrykksmålinger i to posisjoner [8] [10].

Se tolket lagdeling og boring i kapittel 4.5 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).

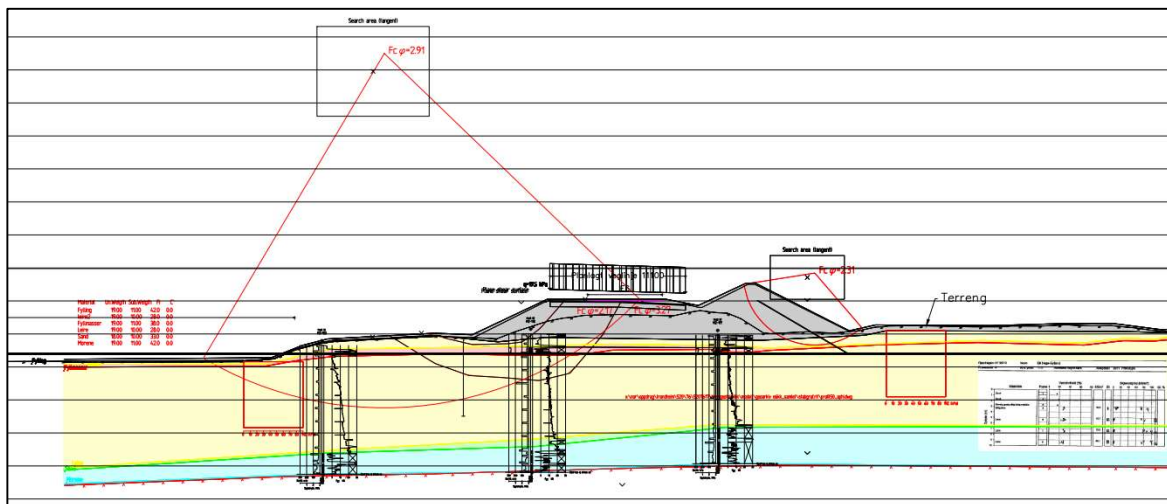
Konsekvensberegning					
Faktor	Beskrivelse	Konsekvens	Score	Vekt	Poeng
Boligheter	6 eneboliger	Spredt <5	2	4	8
Næringsbygg, personer	6 driftsbygninger	<10	1	3	3
Annen bebyggelse, verdi	Ingen	Ingen	0	1	0
Vei, ÅDT	Ny E6 gjennom faresone	>5000	3	2	6
Toglinje, bruk	Ingen	Ingen	0	2	0
Kraftnett	1 ledningslinje 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

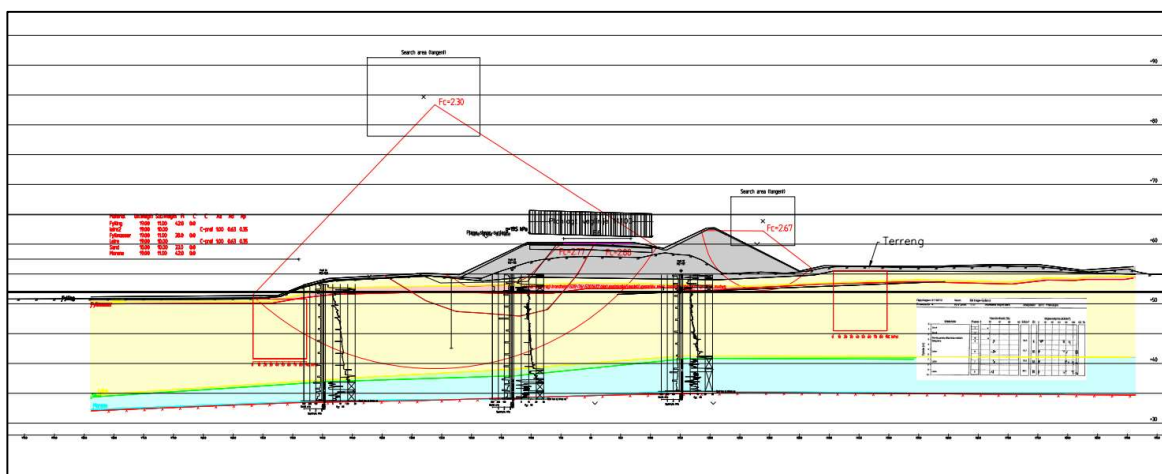
Stabilitet og dokumentasjon av sonene gjelder både for dagens situasjon og ny situasjon. I og med at veien heves forventes det at ny situasjon kan forverre stabiliteten, og i ny situasjon vil krav til sikkerhet øke. Tegning V701 (effektivspenningsanalyse) og V702 (totalspenningsanalyse) er her vist i 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. Leire er tolket konservativt som kvikkleire, *med skjærstyrke ut fra nærliggende rutinedata. Resultatene viser høy sikkerhet mot brudd, og bruk av rutinedata uten ytterligere grunnlag kan aksepteres ut fra dette.*

Det er fra tidligere utført beregninger i sørlig del av sonen [8] [13]. Sonderinger i dette området viser stedvis betydelig større mektighet av kvikkleire enn for de 2 andre sonene – da særlig i sørlig del.

Tegning V051b presenterer aktuelle tiltak og utførte grunnundersøkelser, basert på V051 fra geoteknisk fagrapport [4]. I tillegg vises aktuell veimodell med profilnummer, samsvarende med aktuell stabilitetsberegning. Plan- og tverrsnittstegninger er også presentert i datarapport for reguleringsplanen [12]. Sørlige deler av sonen, inklusive profil 50, ligger utenfor planområdet til E6 Gyllan-Kvål. Det ble i planarbeidene besluttet å flytte plangrenen noe mot nord. Sørlig del vil senere omfattes av planområdet for strekningen E6 Korporalsbrua-Gyllan. Disse planarbeidene utsatt, og det finnes ikke tilsvarende tegningsgrunnlag her. Eksisterende grunnundersøkelser for E6 Korporalsbru-Gyllan er presentert i en egen datarapport [14].



Figur 4-5 Effektivspenningsberegning ved profil 50 ved Gyllan. Gult er leire, rosa sand, blått morene/grus og grått er fyllmasser. $F_c\phi_i = 2.91$ (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 SONEUTREDNING VOLLAGRENDA

Vollagrenda er langt på vei utredet i vedlegg til Multiconsults geotekniske prosjekteringsrapport [4]. Veiplanen er noe endret, og det er utført nye stabilitetsberegninger.

5.1 Kritiske skråninger og løsneområdet

Utbredelse av sonen er vurdert ut fra totalsonderinger og enkelte prøveserier. Hele sonen vurderes å være potensielt løsneområde. Det er skråning ut mot elva som er kritisk. Erosjon er vurdert å være en kritisk faktor for sonen, se Figur 5-1. De flatere områdene langs elva er i stor grad innenfor 200-års flomsone. Ny vei skal ligge flomsikkert og vil bli hevet. Ny vei vil da være en del av kritisk last og snitt ut mot elva. Beregninger er gitt i kapittel 5.5 Dokumentasjon av sikkerhet.



Figur 5-1 Løsneområde Vollagrenda. Kritisk skråning er langs hele strekningen mot elva. Ny forhøyet veifylling gir ny last som kontrolleres. Beregningsprofil ligger nær MC-1060. (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 breidd, 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, [15]). Supplerende boringer for dette prosjektet er utført i 2020–2022 og er merket NO2-xx (Norconsult, [12]). 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 5.5 Dokumentasjon av sikkerhet.

I østre del av sonen er det utført poretrykksmåling med piezometer i punkt MC2-1057 [15], som gjengitt under. Det er utført trykksondering i NO2-019 nær MC2-1055 som det fra tidligere var utført treaksialforsøk og ødometerforsøk [15] [12]. En sammenstilling er gjort for CPTU-tolkning, som er presentert i vedlegg 1. Ut over dette henvises til siste og tidligere datarapport, samt fagrapport geoteknikk for den aktuelle veistrekningen, for ytterligere data. Trykksonderingen er av anvendelsesklasse 1 og treaksialforsøket akseptabelt. Det er ellers gjort prøvetaking og rutineforsøk i lab fra spredte borepunkter innenfor sonen. Se ellers tegning V052 for oversikt.

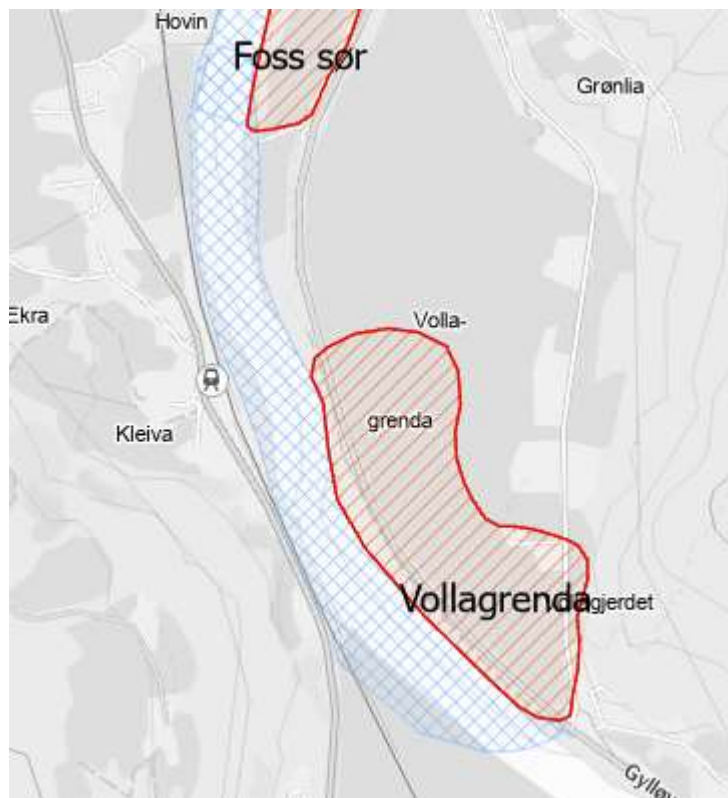
Tabell 5-1 Poretrykksmåling hentet fra tabell i geoteknisk fagrapport for strekningen Gyllan-Homyrkamtunnelen sør [4]

Borpunkt	Kote terreng	Spissdybde [m]	Avleste poretrykk [kPa]	Vannstand* [m]	Henvisning
1057-PZ	+ 58,5	7,0	29,0	+ 54,4	416746-RIG-RAP-001 [16]
		12,0	58,0	+ 52,3	

* forutsatt hydrostatisk poretrykksfordeling

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 flaskred 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 Volla-grenda. Utløpsområde fra sone Volla-grenda kommer dessuten inn fra sør mot Foss sør. (Kilde: Norconsult)

5.4 Klassifisering av faresoner

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

Tabell 5-2 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	0	2	0
Forkonsolidering	Både ødometerforsøk og CPTU-sonderinger indikerer at leira er overkonsolidert med OCR>2	>2	0	2	0
Pore-overtrykk	Poretrykksmålerne 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					16
Prosent av maks					31 %
Faregrad					Lav
Sist oppdatert	07.02.2023				

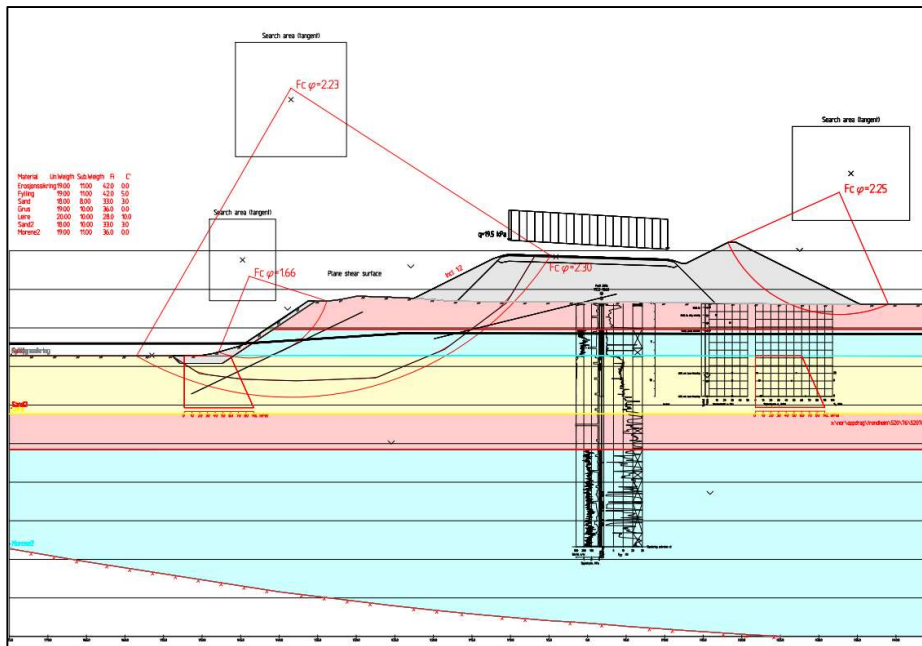
Tabell 5-3 Evaluering av skadekonsekvens Vollabygda (Kilde: Norconsult).

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	Oppdemning 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					1112,22
Risikoklasse					3

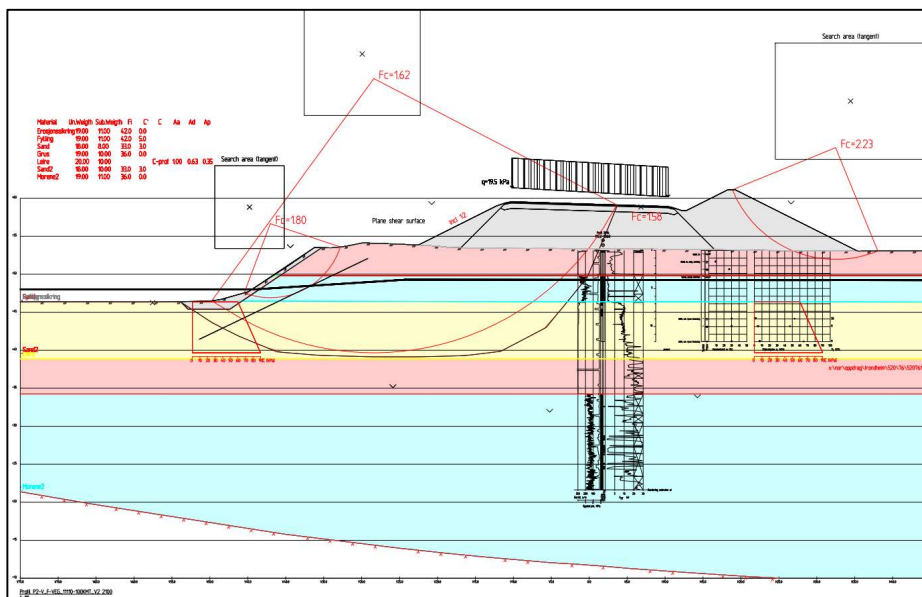
5.5 Dokumentasjon av sikkerhet

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.

Tegning V052b presenterer aktuelle tiltak og utførte grunnundersøkelser. Tegningen er hentet fra tegning V052 i geoteknisk fagrapport for denne delen av planområdet [4], og lagt til beregnet snitt. Tegningen omfatter også tiltak nødvendig for etablering av ny E6. I tillegg vises aktuell veimodell med profilnummer, samsvarende med aktuell stabilitetsberegning. Plan- og tverrsnittstegninger er også presentert i datarapport for reguleringsplanen [12].



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



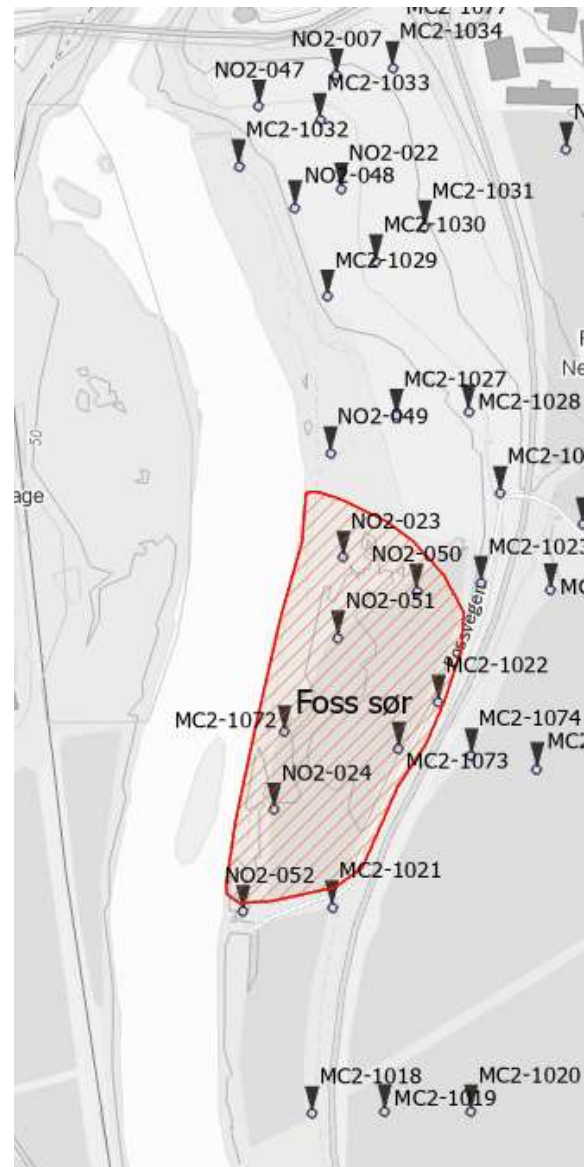
Figur 5-6 Totalspenningsberegning ved profil 2100 ved Vollagrenda. Gult er leire, rosa sand, blått morene/grus og grått er fyllmasser (Kilde: Norconsult).

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 Løснеområde 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.



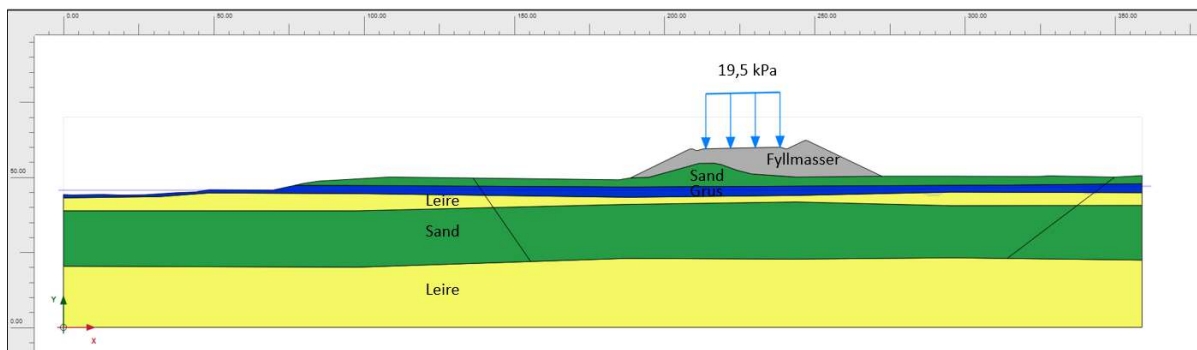
Figur 6-2 Elvekant fra nordre ende av faresone Foss sør og mot sving før Gaulfossen. Ingen tegn til erosjon, her er det ei ør som ofte stikker opp som en holme midt i elva. (Foto: Norconsult)



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

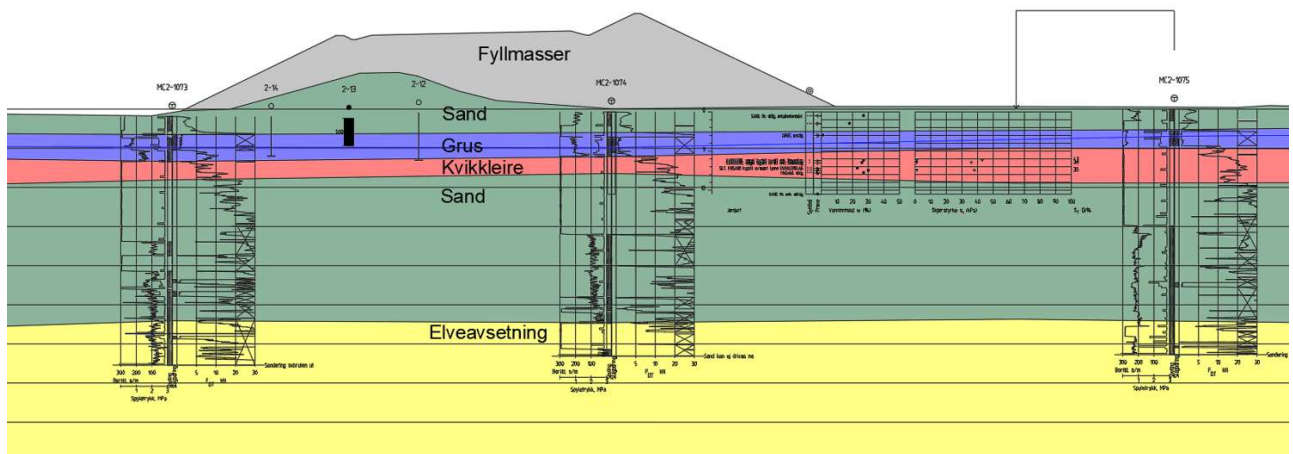
6.3 Grunnundersøkelser

Grunnundersøkelser er i hovedsak utført i 2 faser. Første fase fra ca. 2015–2017 og merket med MC2-xx (Multiconsult [15]), og siste fase i perioden 2020–2022 merket NO2-xx (Norconsult). Grunnundersøkelsene er dokumentert i geoteknisk datarapport [12]. 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.

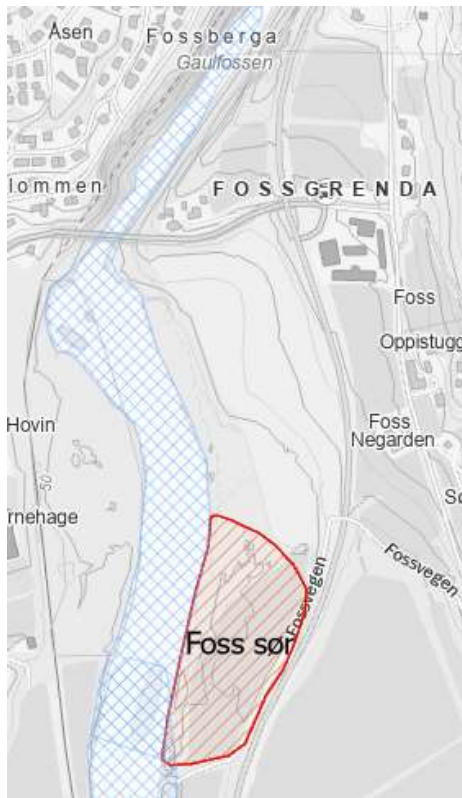


Figur 6-5 Tolket lagdeling for et profil ca. midt i sonen mot elva for ny situasjon (Kilde: Norconsult).

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 bevekst 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				

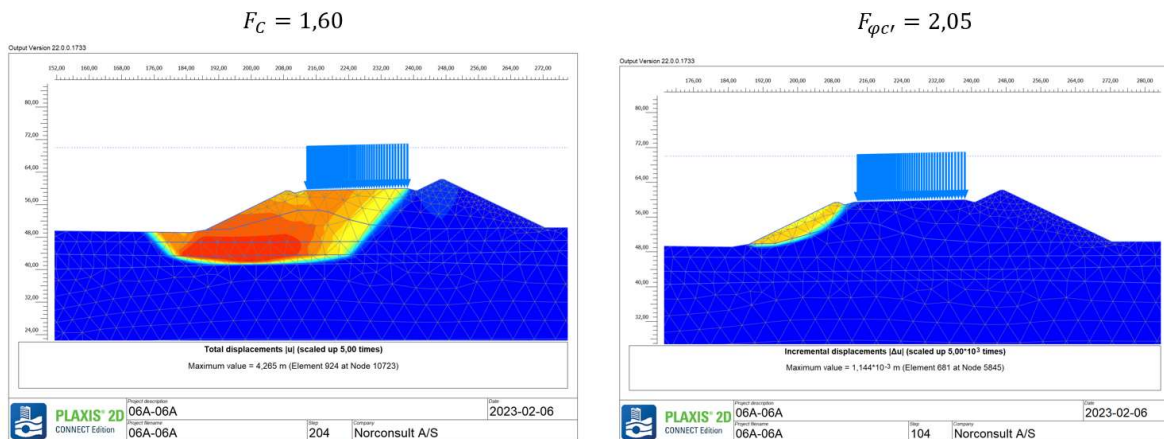
Tabell 6-2 Evaluering av skadekonsekvens Foss sør.

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 ifølge soneavgrensning, men E6 vil måtte stenges	>5000	3	2	6
Toglinje, bruk	Ingen	Ingen	0	2	0
Kraftnett	ingen	Lokal	0	1	0
Oppdemming 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. Veien ligger i god avstand og påvirker ikke stabiliteten i elvebrinken. Lokalstabilitet av vei vil bli i varetatt.

Tegning V053b presenterer aktuelle tiltak og utførte grunnundersøkelser. Tegningen er modifisert fra tegning V053 i geoteknisk fagrapport for denne delen av planområdet [4]; visning av beregningssnitt 06A er lagt til. Ellers omfatter tegningen også tiltak nødvendig for etablering av ny E6. I tillegg vises aktuell veimodell med profilnummer. Plan- og tverrsnittstegninger er også presentert i datarapport for reguleringsplanen [12].



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 STABILITETSFORHOLD OG TILTAK

7.1 Erosjonsforhold

Oppsummert for hele området, og alle 3 kvikkleiresoner, kan det konkluderes med at eksisterende forbygninger på østsiden av Gaula tilsynelatende er i god stand. De vurderes imidlertid å ikke være i henhold til dagens krav til dimensjonering av erosjonssikring i elv, og ikke tilstrekkelig til å sikre mot dimensjonerende vannhastigheter ut fra hydrologiske beregninger.

I flere områder er det brede elvebanker av grus og stein (som vist i Figur 5-3 og Figur 6-2), som gir beskyttelse mot erosjon – men tilstrekkelig beskyttende effekt kan ikke ventes for dimensjonerende vannhastigheter i elveløpet hentet fra hydrauliske beregninger for vassdraget. Tykkelse av avsatt materiale i elvebankene vurderes til 0,5-2,5 meter ut fra tidligere grunnundersøkelser ved Vollasletta [15]. Dette er imidlertid kun kartlagt i enkelte punkter ved Vollasletta, og behov for kartlegging må vurderes for videre detaljprosjektering. Kvikkleire i underkant av elvegrusen kan ikke utelukkes.

Dagens flomforhold, hydrauliske beregninger, erosjonsforhold og erosjonssikring er omtalt i hydrologisk fagrapport for E6 Gyllan-Kvål [17].

7.2 Beregningsmessig stabilitet

Stabilitet er kontrollert og funnet tilfredsstillende for alle tre soner, som omtalt i kap. 4.5, 5.5 og 6.5 for hhv. kvikkleiresonene Gyllan, Vollagrenda og Foss Søndre.

For Gyllan er det kontrollert kritisk snitt for nordlige del av sonen, innenfor det området som kan ventes berørt av planlagt vei. Det er stor avstand fra ny E6 og ut til Gaula, og stabiliteten er funnet å være god. Det er fra tidligere planarbeider kontrollert stabilitet i kritisk snitt i sørlig sone. Dette er omtalt i aktuell vurderingsrapport fra disse arbeidene [13]. I påvente av videre planarbeider på strekningen E6 Korporalsbrua-Gyllan er det ikke arbeidet videre med tiltak i denne delen av sonen.

Beregningsmessig stabilitet for sonene Vollagrenda og Foss søndre er rundt $F_{cu}=1,6$. Det konkluderes med at sikkerhet over 1,61 kan oppnås med enkle tiltak. Ny E6 planlegges med vesentlig fyllingshøyde på eksisterende terreng. Det vil være tilstrekkelig med noe lette fyllmasser over dimensjonerende flomvannstand, for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet – ut fra de beregningsforutsetningene som er lagt til grunn. Dette er omtalt i geoteknisk fagrapport til aktuell reguleringsplan [4].

7.3 Tiltak

Aktuelle tiltak kommer frem av tegning V051-V053, hentet fra geoteknisk fagrapport [4]. Foreslåtte tiltak knyttes til bygging av ny E6. Erosjonssikring i Gaula er tenkt lagt inn i terreng slik at tverrsnitt av elva forblir uendret, som presentert i prinsippsskisser i hydrologisk fagrapport [17]. Dette gjelder for sonene Vollasletta og Foss søndre, som vist i tegning V052

og V053. Sikringstiltaket sikrer ny E6 mot skred initiert av erosjon. Det er særlig i kvikkleiresonene dette anses aktuelt. Erosjonssikring bedrer ikke beregningsmessig sikkerhet i særlig grad – og heller ikke klassifisering av de aktuelle kvikkleiresonene Vollagrenda og Foss søndre. Det er imidlertid vurdert nødvendig for sikring av ny E6 mot skred initiert av erosjon i elven.

Det er ikke funnet behov for tiltak i den nordlig del av kvikkleiresonen Gyllan – den delen som ligger innenfor aktuelt planområde for E6 Gyllan-Kvål. Dette begrunnes med god stabilitet og stor avstand ned til elva. For sørlig del, må det følges opp med vurderinger knyttet til stabilitet og tiltak i fremtidige reguleringsarbeider i dette området. Arbeider med regulering av strekningen E6 Korporalsbru-Gyllan er stoppet, og det er ikke kjent når disse vil starte opp igjen.

Ut over overnevnte tiltak planlegges også erosjonssikring av ny veifylling, som presentert i hydrologisk fagrapport [17]. Dette er kun for sikring av veikroppen og påvirker ikke utredning av kvikkleiresonene.

Det er behov for begrensninger i byggeaktivitet tilknyttet erosjonssikring i og ved Gaula avhengig av årstid, blant annet av hensyn til fisk og flomfare. Begrensninger knyttet til årstidsvariasjoner og miljøkonsekvenser må utredes i videre detaljprosjektering. Faseplaner og restriksjoner knyttet til mellomlagring av masser i kvikkleiresonene må også inngå i detaljprosjekteringen, sammen med en kontroll- og oppfølgingsplan for arbeidene. Det kan være aktuelt å stille krav til utførende entreprenør og/eller byggherre om å ha geotekniker tilgjengelig på anlegget.

7.3.1 Konsekvenser, og alternativer

Erosjonssikring i Gaula gir vesentlige «ikke prissatte konsekvenser», og en videre utredning av tiltak anbefales i forbindelse med detaljprosjektering. Det er blant annet aktuelt å se på muligheter for å redusere omfang av sikring, bruk av alternative sikringsmetoder, risikoaksept knyttet til nedskalering av tiltaket, med mer. Disse tingene avhenger imidlertid av mer detaljerte undersøkelser i felt.


I geoteknisk fagrapport [4] nevnes også mulighet for sikring av kvikkleiresonene og ny vei med saltstabilisering. Dette må eventuelt utredes, og bør påbegynnes uavhengig av annen detaljprosjektering, da det er et tiltak som krever flere år til planlegging og gjennomføring. Dette anses mest aktuelt for Vollasletta og eventuelt Foss søndre. Kvikkleiresonene kan oppnå tilfredsstillende stabilitet uten saltstabilisering, men en vellykket stabilisering av kvikkleiren vil imidlertid kunne åpne for å tillate erosjon i elva uten umiddelbar fare for sikkerheten til ny E6. Da unngås samtidig inngripende sikringstiltak i Gaula, eller det kan være mulig å redusere omfang av disse.

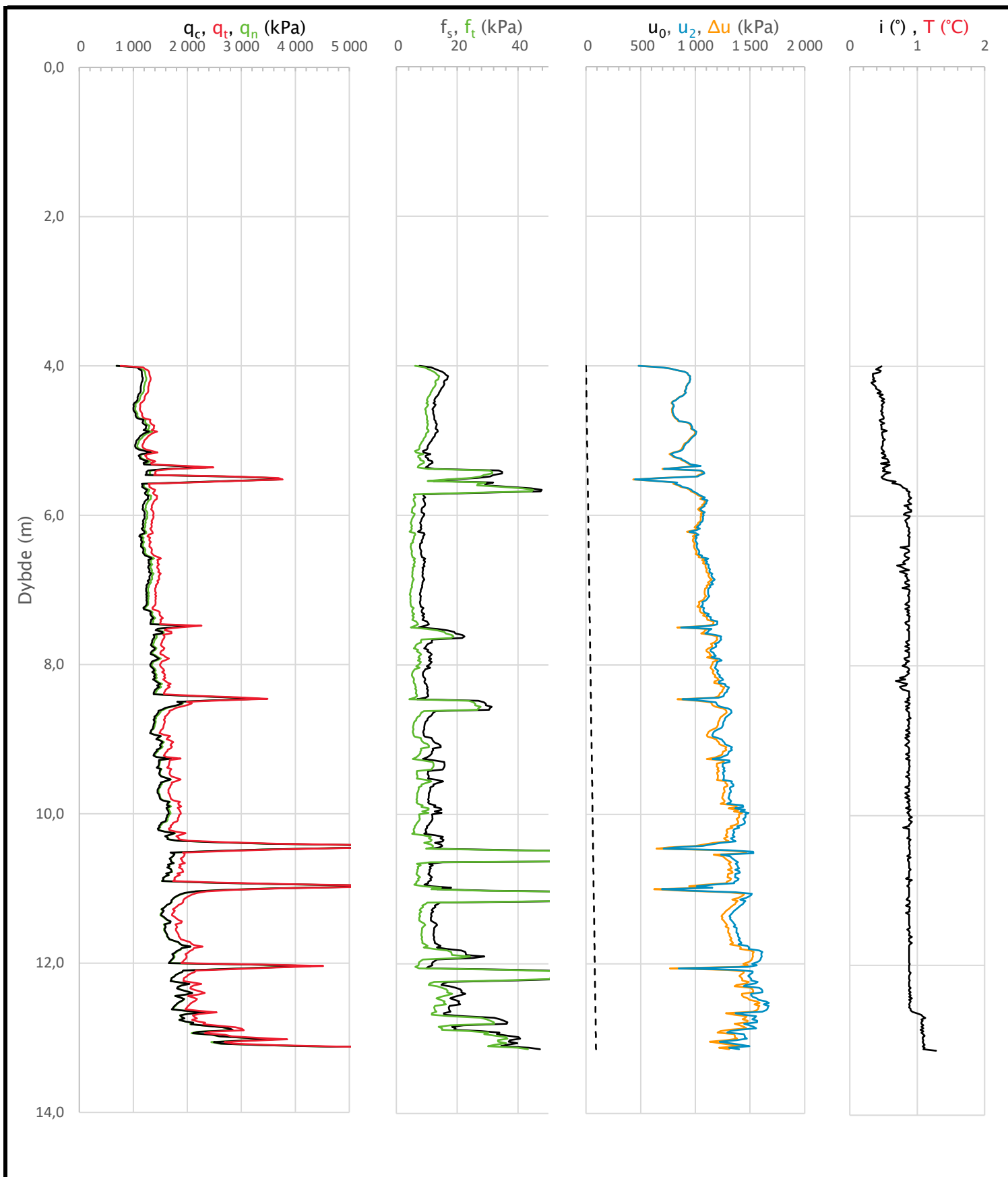
Vurdering av mindre inngripende sikring enn tradisjonell elveplastring bør ses i lys av at det ikke er ønskelig med sikringstiltak ute i elveløpet, siden etableringen påvirker kantvegetasjon negativt. Beregnede vannhastigheter i elveløpet, og erfaringer frem til i dag, tilsier at det kan


ventes aktiv erosjon i elveløpet og mulig bunnsenkning. Dette, i et område hvor kvikkleire er påvist i de kotehøyder som elvebunnen ligger i dag.

8 REFERANSER

- [1] Multiconsult, «416981-RIG-RAP-002 - Geoteknisk vurdering E6 Gyllan-Røskaft,» 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] Norconsult, «NV50E6GK-GTK-RAP-0005 Fagrapport Geoteknikk,» 2023.
- [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] Multiconsult, «414532-RIG-RAP-002. E6 Hage-Gyllan Regulerings- og byggeplan. Geoteknisk vurderingsrapport.,» 2012.
- [9] Statens vegvesen, «2009067606-004. E6 Haga-Hovin. Datarapport.,» 2009.
- [10] Multiconsult, «414532-RIG-RAP-001. E6 Hage-Gyllan Regulerings- og byggeplan. Geoteknisk datarapport.,» 2011.
- [11] Norconsult, «5154385 E6 Prestteigen-Gyllan. Geoteknisk datarapport.,» 2017.
- [12] Norconsult, «NV50E6GK-GTK-RAP-0002. E6 Gyllan-Kvål. Datarapport,» 2023.
- [13] Norconsult, «5154385-RIG-02. E6 Prestteigen-Gyllan. Geoteknisk vurderingsrapport.,» 2017.
- [14] Norconsult, «NV50E6KG-GTK-RAP-0001. E6 Korporalsbrua-Gyllan. Datarapport.,» 2023.
- [15] Multiconsult, «416981-RIG-RAP-001 - E6 Gyllan-Røskaft. Datarapport grunnundersøkelser.,» 2015.
- [16] Multiconsult AS, «416981-RIG-RAP-001 - Datarapport grunnundersøkelser - E6 Gyllan-Røskaft,» 2015.
- [17] Norconsult, «NV50E6GK-VAA-RAP-0004 Fagrapport hydrauliske berening,» 2023.
- [18] Norconsult AS, «NV50E6GK-GTK-RAP-0002 Geoteknisk datarapport Gyllan-Kvål,» 2023.

Sonde og utførelse						
Sondennummer	5503		Boreleder		T.Ljungqvist	
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)		0	
Kalibreringsdato	2021-03-01		Maks helning (°)		1,3	
Dato sondering	2021-06-02		Maks avstand målinger (m)		0,02	
Filtertype	Spaltefilter					
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0,5		2	
Måleområde (MPa)	50		0,5		2	
Skaleringsfaktor	1195		3904		3904	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	0,6384		0,0098		0,0098	
Arealforhold	0,8480		0,0000			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	4,466		0,556		-	
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	7831,1		122,8		507,7	
Registrert etter sondering (kPa)	-39,6		0,0		2,8	
Avvik under sondering (kPa)	39,6		0,0		2,8	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	0,0		0,0		0,0	
Maksverdi under sondering (kPa)	9828,3		110,7		1672,9	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	40,2	0,4	0,0	0,0	2,8	0,2
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	2	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	1					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon		Poretrykk		Helning	
OK	OK		OK		OK	
Kommentarer:						
Prosjekt			Prosjektnummer: 5207617 Rapportnummer: RIG-RAP-005			Borhull Kote +57,26
E6 Gyllan – Kvål						NO2-019
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					5503	
	Utført		Kontrollert		Anvend.klasse	
	Oppdragsgiver Nye Veier		Dato sondering 2021-06-02		Godkjent	
					Figur	
					1	
					1	



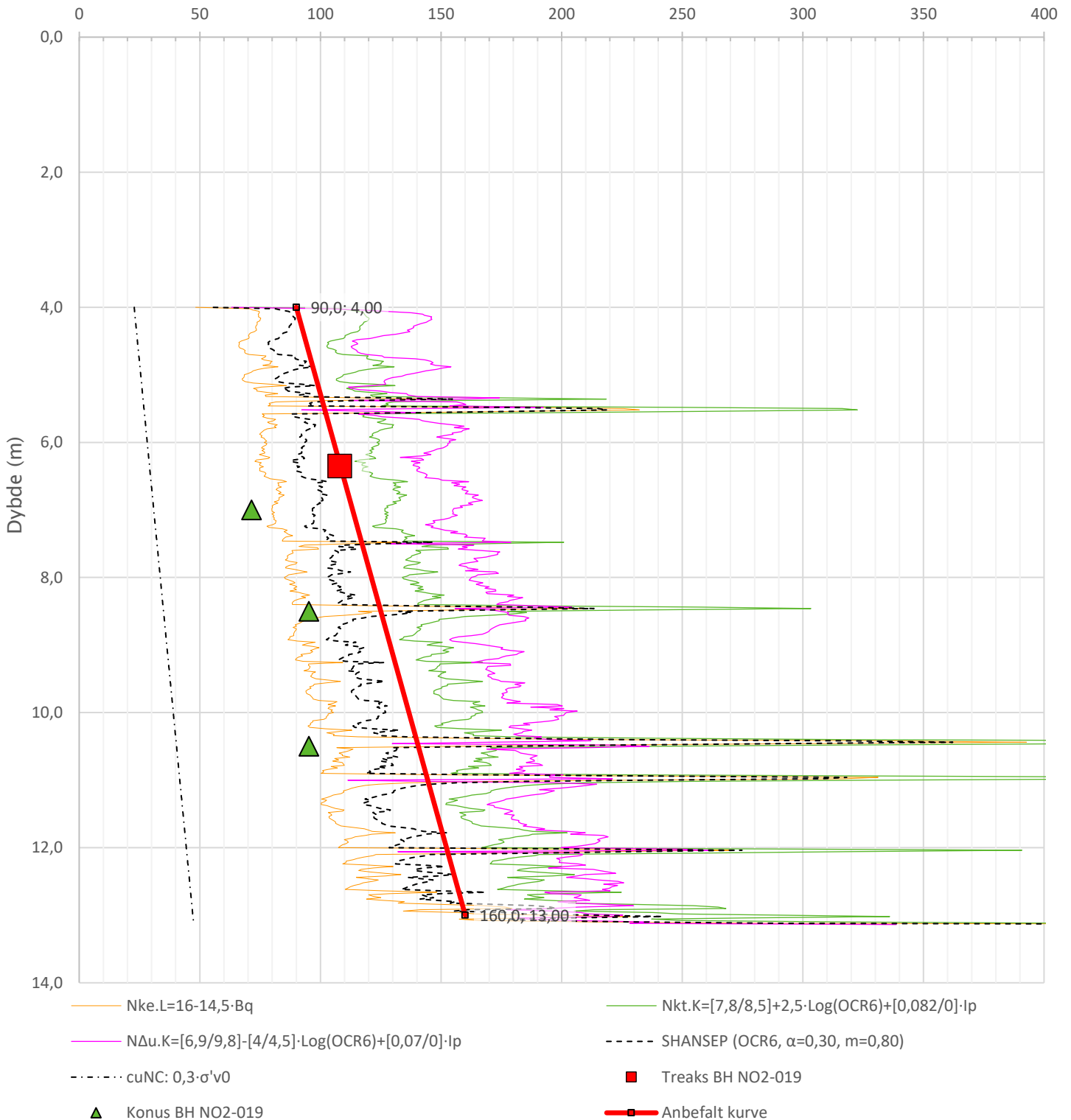
Prosjekt		Prosjektnummer: 5207617 Rapportnummer: RIG-RAP-005		Borhull	Kote +57,26
E6 Gyllan – Kvål				NO2-019	
Innhold		Måledata og korrigerede måleverdier		Sondennummer	
				5503	
Norconsult 	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	Oppdragsgiver Nye Veier	Dato sondering 2021-06-02	Revisjon Rev. dato	Figur	3


Anisotropiforhold i figur:

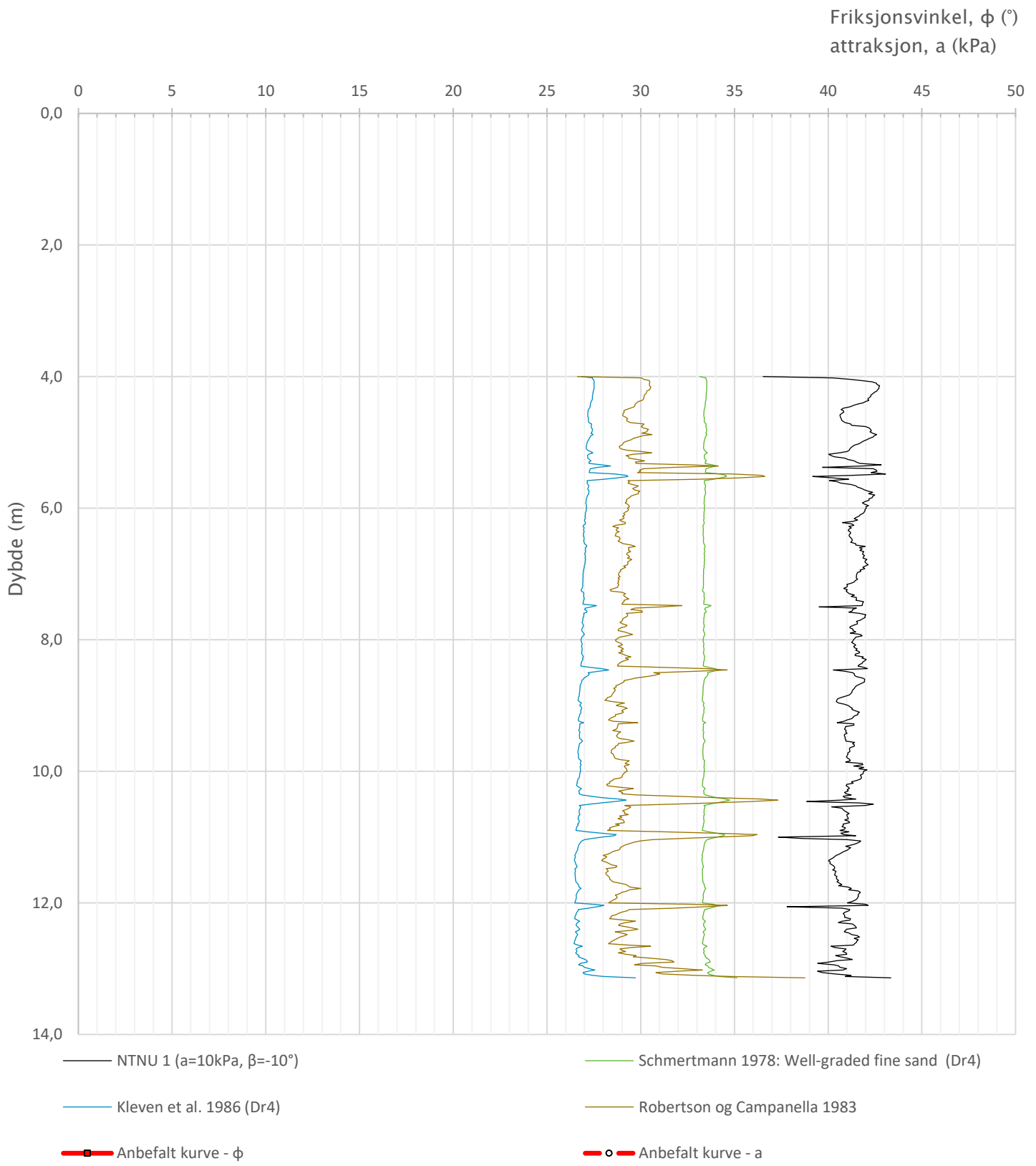
Treks BH NO2-019: $c_u/c_{u\text{CPTu}} = 1,000$


Konus BH NO2-019: $c_{ufc}/c_{u\text{CPTu}} = 0,630$

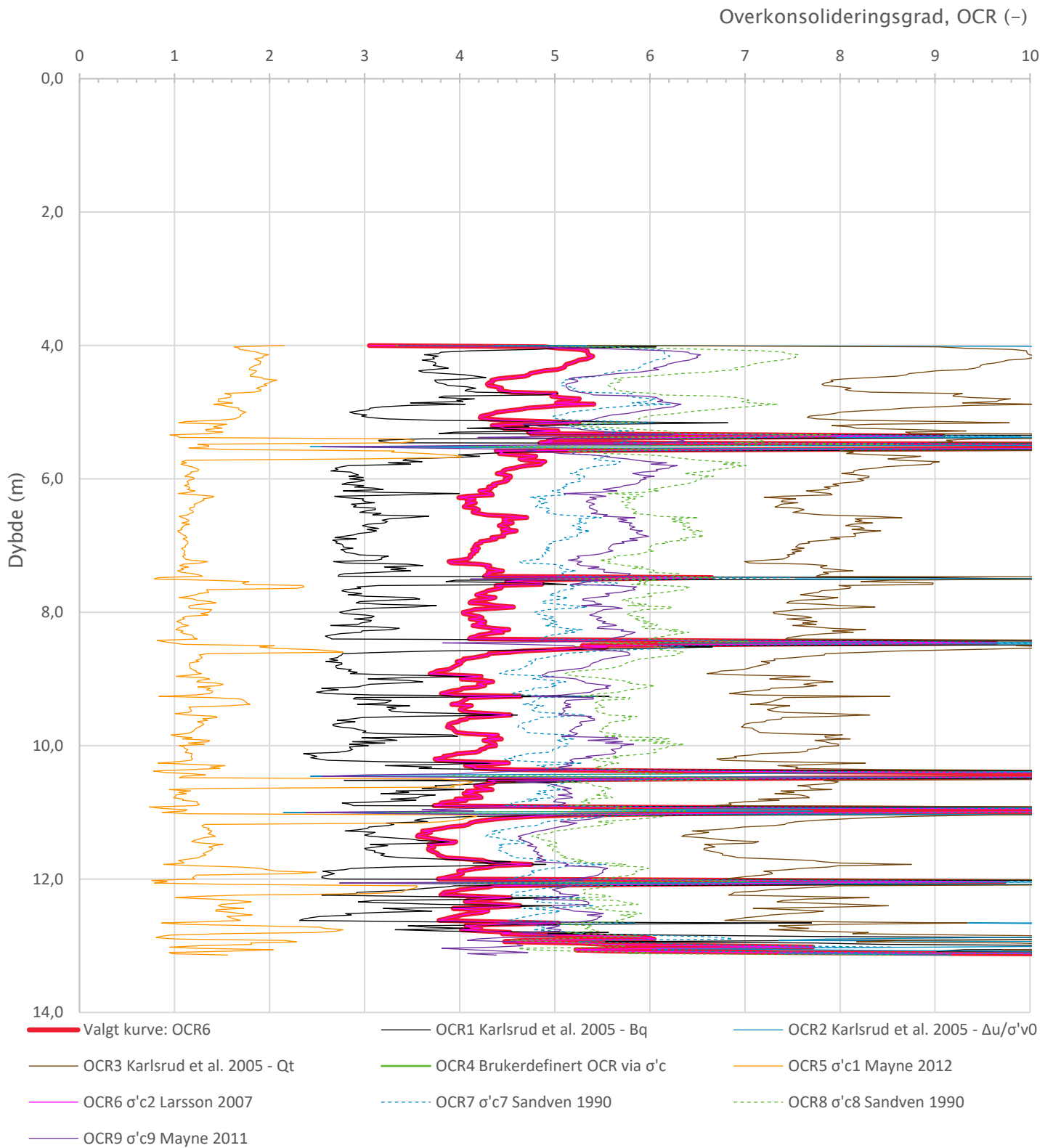
Udrenert aktiv skjærfasthet, $c_{u\text{CPTu}}$ (kPa)



Prosjekt		Prosjektnummer: 5207617 Rapportnummer: RIG-RAP-005		Borhull	Kote +57,26
E6 Gyllan – Kvål				NO2-019	
Innhold				Sondenummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				5503	
Norconsult 	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	Oppdragsgiver Nye Veier	Dato sondering 2021-06-02	Revisjon Rev. dato	Figur	5



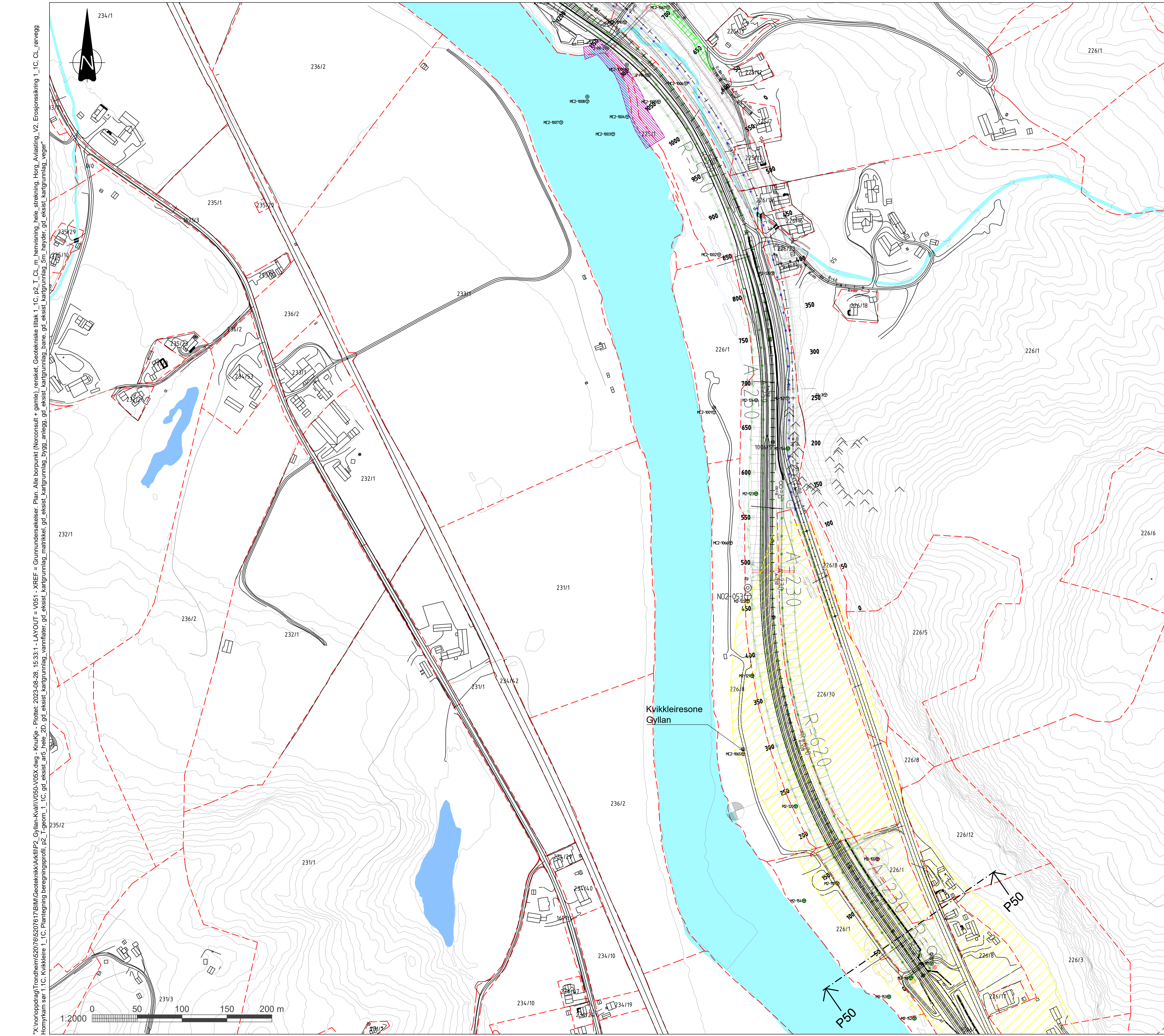
Prosjekt		Prosjektnummer: 5207617 Rapportnummer: RIG-RAP-005		Borhull	Kote +57,26
E6 Gyllan – Kvål				NO2-019	
Innhold				Sondenummer	
Tolkning av friksjonsvinkel og attraksjon				5503	
Norconsult 	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	Oppdragsgiver Nye Veier	Dato sondering 2021-06-02	Revisjon Rev. dato	Figur	6



Prosjekt E6 Gyllan – Kvål	Prosjektnummer: 5207617 Rapportnummer: RIG-RAP-005	Borhull Kote +57,26 NO2-019
-------------------------------------	--	---------------------------------------

Innhold Overkonsolideringsgrad, OCR	Sondennummer 5503
--	-----------------------------

Norconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	Oppdragsgiver Nye Veier	Dato sondering 2021-06-02	Revisjon Rev. dato	Figur	8

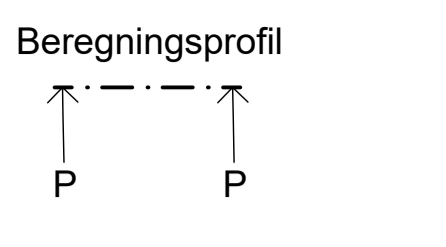


X:\norconsult\Tromsheim\20170520\7617\BIM\Geoteknikk\Kvikkje - KnuKje - Plottet: 2023-08-28, 15:33:1 - LAYOUT = V051 - XREF = Grunnundersøkelser. Plan. Alle borpunkt (Norconsult + gamle). rensket, Geotekniske tiltak 1_C, p2, T, CL, m, henvisning, hele, strekning, Horg, Avlasing, V2, Erosjonssikring 1_C, CL, revveg
 Homyrkam sør 1_C, kvikkleire 1_C, Planlegging beregningsprofil, p2, fgeom, 1_C, gd, eksist, are, hele, 2D, gd, eksist, karigrunnlag, vannflater, gd, eksist, karigrunnlag, mattikkei, gd, eksist, karigrunnlag, barne, gd, eksist, karigrunnlag, 3m, hoyder, gd, eksist, karigrunnlag, veier

FORKLARINGER

- ⊙ Prøveserie
- ⊖ Poretrykksmåler
- ⊖ Totalsondering
- ▽ Trykksondering (CPTU)
- ∧ Berg i dagen

For plassering av enkel og dreiretrykksonderinger, se datarapport NV50E6GK-GTK-RAP-0002



KLASSIFISERING

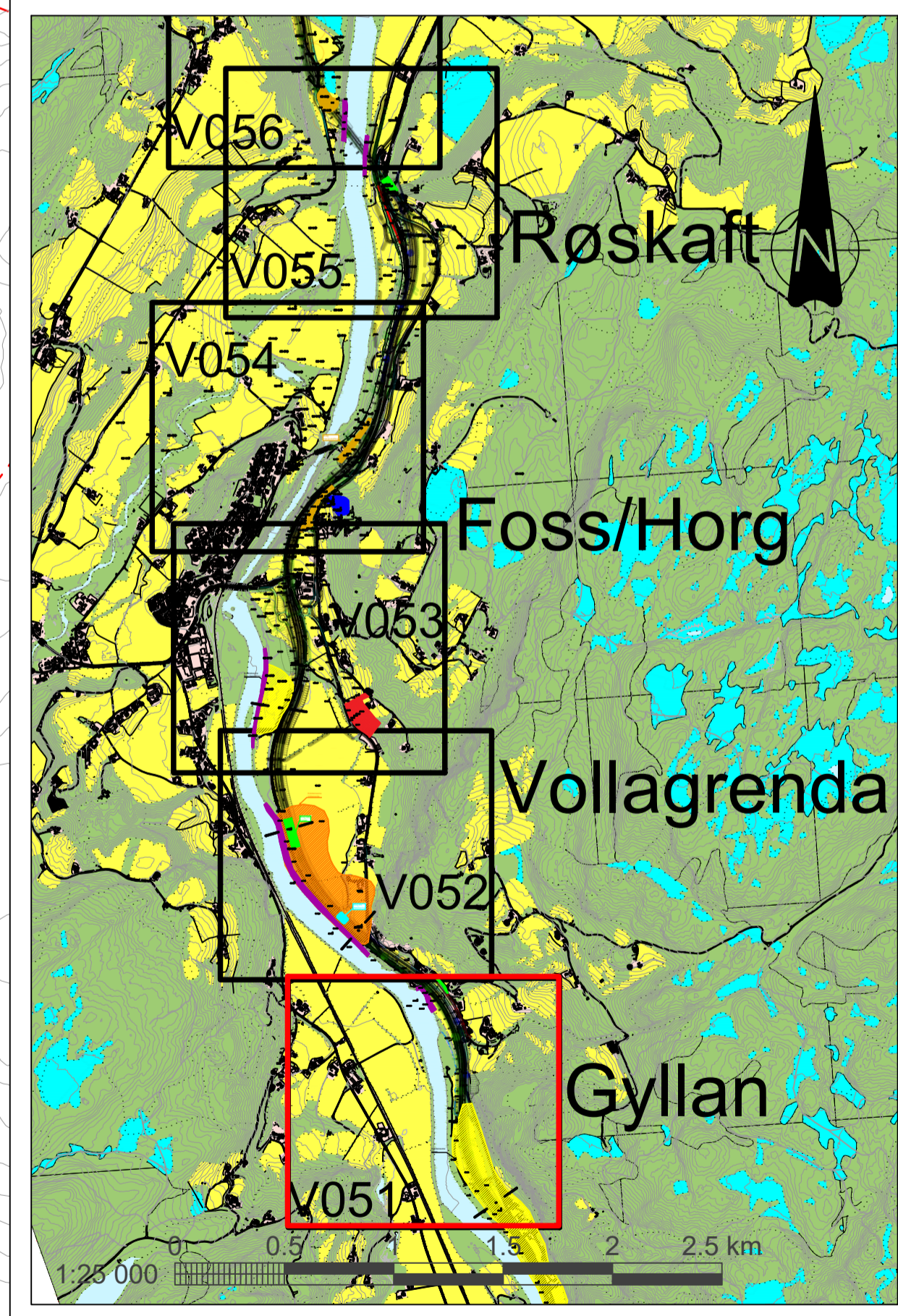
- Påvist kvikkleire/sprøbruddmateriale
- Mulig/antatt kvikkleire/sprøbruddmateriale
- Ikke påvist/antatt ikke kvikkleire/sprøbruddmateriale

▨ Kvikkleiresone, faregrad "høy"
 ▧ Kvikkleiresone, faregrad "middels"
 ▩ Kvikkleiresone, faregrad "lav"

TILTAK

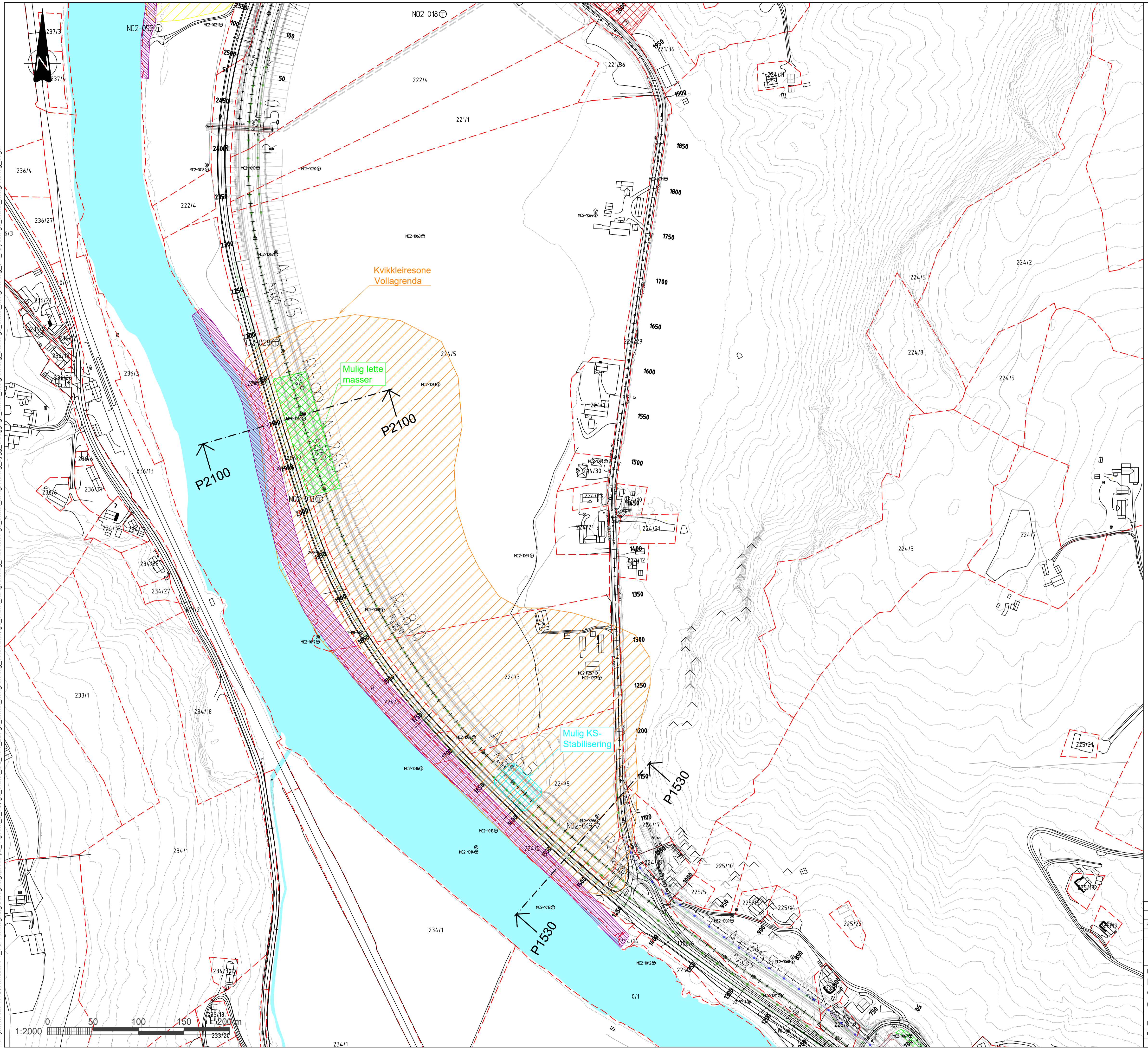
- ▨ Lette masser
- ▨ Terrengavlastning
- ▨ Erosjonssikring
- ▨ Masseutskifting
- ▨ Overflatebehandling
- ▨ KS-stabilisering

OVERSIKTSKART



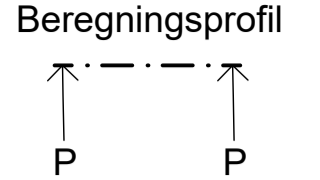
J01	Lagt til beregningsnett	KjeLie	KnuKje	JHSve	2023-03-28
Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent	Revisjonsdato
		Saknr.			
Ufiert av:				Tegningsdato	
				2023-03-15	
E6 Ulsberg - Melhus		Bestiller			
E6 Gyllan - Kvål		Jan Olav Sivertsen			
Gyllan - Homyrkamtuellen S		Produsert for			
Ufarte boringer, terrengtiltak, beregningsprofiler		Nye Veier AS			
		Prosjektnummer			
		112100			
		Arkivreferanse			
		-			
		Byggverk nummer			
		-			
		Koordinatsystem			
		NTM 10			
		Høydesystem			
		NN2000			
		Målestokk A1			
		1:2000			
		Mål målestokk A3			
		1:4000			
Reguleringsplan					
Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv		
KjeLie	KnuKje	JHSve	5207617		
					Tegningsnummer/
					revisjon
					V051
					J01

X:\norconsult\Tromsheim\2023\0716\BIM\Geoteknik\Kval\Kval\Gyllan-Kvål\050\05X.dwg - KnuKje - Plottet: 2023-08-28, 15:37:03 - LAYOUT = V052 - XREF = Grunnundersøkelser. Plan. Alle bopunkt (Norconsult + gamle)_rensket_Geotekniske tiltak_1_1C.p2_T.CL_m_henviisning_hele_strekning_Horg_Avasting_V2_Erosjonsikring_1_1C.CL_ørvegg
Homyrkam sør 1_1C_Kvikkleire_1_1C_Planlegning_beregningssnitt_p2_T.geom_1_1C.gd_ekstat_ark_heie_2D.gd_ekstat_karigrunnlag_matrikkel.gd_ekstat_karigrunnlag_bygg_anlegg.gd_ekstat_karigrunnlag_bane.gd_ekstat_karigrunnlag_barne.gd_ekstat_karigrunnlag_bare.gd_ekstat_karigrunnlag_bare.gd_ekstat_karigrunnlag_veger



FORKLARINGER

- ⊙ Prøveserie
 - ⊖ Poretrykksmåler
 - ⊕ Totalsondering
 - ▽ Trykksondering (CPTU)
 - ∧ Berg i dagen
- For plassering av enkel og dreietrykksonderinger, se datarapport NV50E6GK-GTK-RAP-0002



⊕ Terrengkote
⊖ Bergkote
Boret dybde i løsmasser + boret dybde i berg

KLASSIFISERING

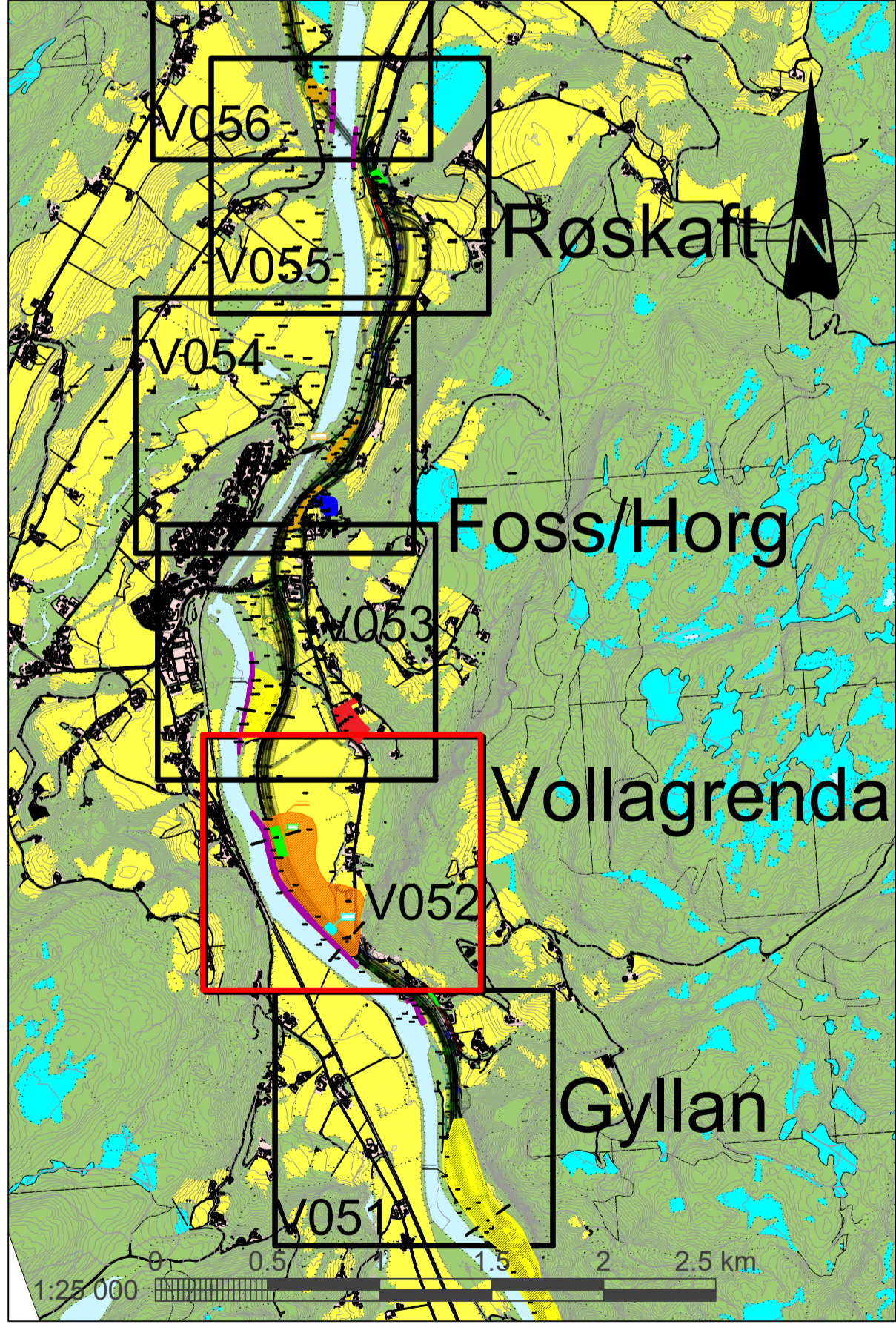
- Påvist kvikkleire/sprøbruddmateriale
- Mulig/antatt kvikkleire/sprøbruddmateriale
- Ikke påvist/antatt ikke kvikkleire/sprøbruddmateriale

- ▨ Kvikkleiresone, faregrad "høy"
- ▨ Kvikkleiresone, faregrad "middels"
- ▨ Kvikkleiresone, faregrad "lav"

TILTAK

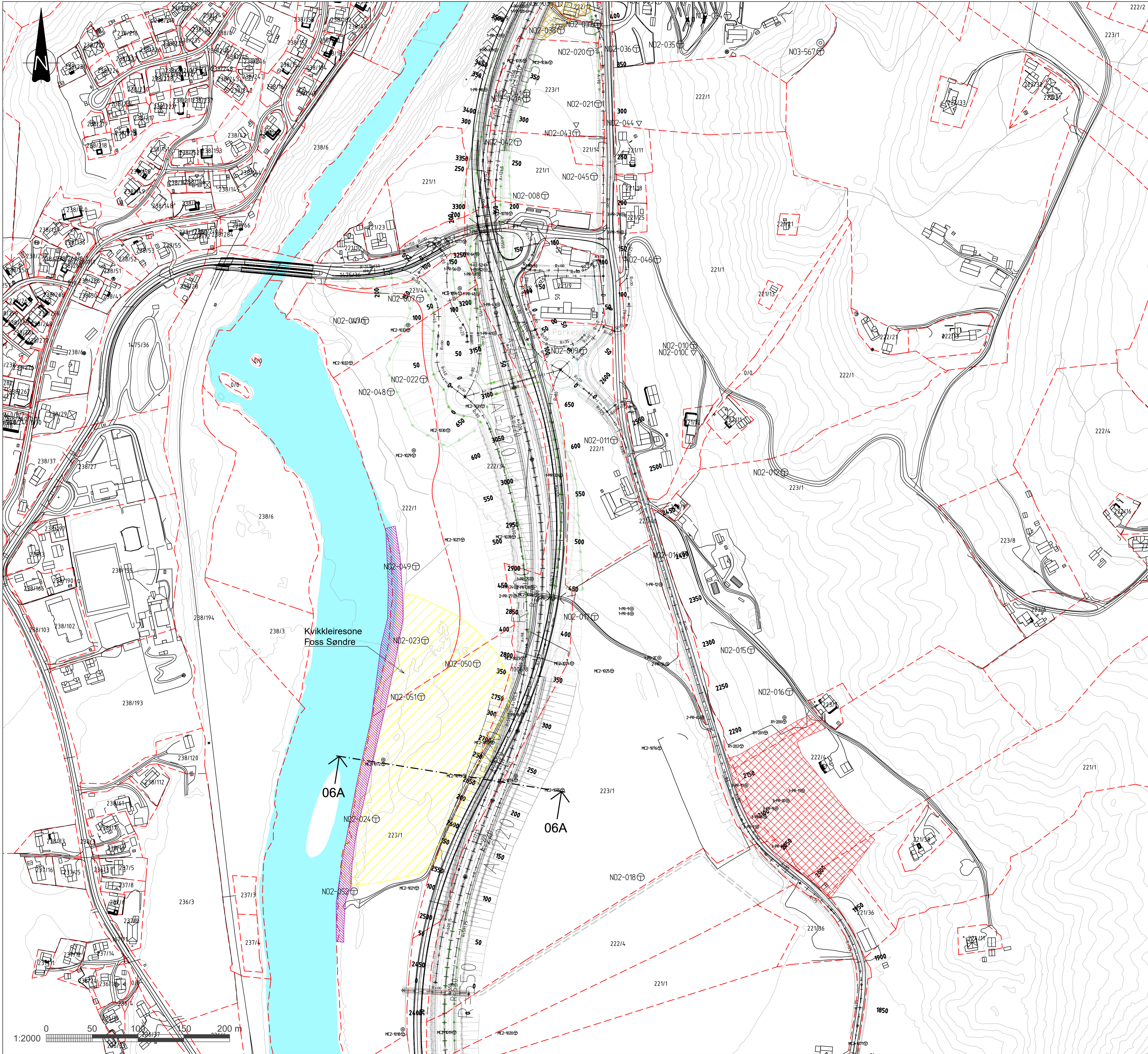
- ▨ Lette masser
- ▨ Terrengavlastning
- ▨ Erosjonsikring
- ▨ Masseutskifting
- ▨ Overflatebehandling
- ▨ KS-stabilisering

OVERSIKTSKART



J01	Lagt til beregningsnett	KjeLie	KnuKje	JHSve	2023-03-28
Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent	Revisjonsdato
		Saknr.			
E6 Ulsberg - Melhus E6 Gyllan - Kvål Gyllan - Homyrkamtuellen S Utfarte borer, terrengtiltak, beregningsprofiler		Ufart av: Norconsult		Tegningsdato: 2023-03-15 Bestiller: Jan Olav Sivertsen Produsert for: Nye Veier AS Prosjektnummer: 112100 Arkivreferanse: - Byggverk nummer: - Koordinatsystem: NTM 10 Høydesystem: NN2000 Målestokk A1: 1:2000 Målestokk A3: 1:4000	
Reguleringsplan		Tegningsnummer/ revisjon		V052 J01	
Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv		
KjeLie	KnuKje	JHSve	5207617		

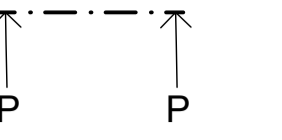
X:\noropordagi\Trondheim\20765207617\BIM\Geoteknik\KvalifIP2_Gyllan-Kvål\V053-V05X.dwg - KnuKje - Plottet: 2023-08-28, 16:14:07 - LAYOUT = V053 - XREF = Grunundersøkelser - Plan. Alle bopunkt (Norconsult + gamle)_rensket, Geotekniske tiltak 1_C, pz_1_C, m_hervisning_hele_strekning_Horg_Avasting_V2, Erosjonssikring 1_C, CL_ørvegg
Homyrkam sør 1_C, Kvikkleire 1_C, Planlegning beredingsprofil, pz_1_pgeom_1_C, gd_ekstst_ard_hele_2D, gd_ekstst_karigrunnlag_vannflaer, gd_ekstst_karigrunnlag_brygg_anlegg, gd_ekstst_karigrunnlag_bane, gd_ekstst_karigrunnlag_barne, gd_ekstst_karigrunnlag_5m_hoyder, gd_ekstst_karigrunnlag_veger



FORKLARINGER

- ⊙ Prøveserie
- ⊖ Poretrykksmåler
- ⊕ Totalsondering
- ▽ Trykksondering (CPTU)
- ^ Berg i dagen

Beregningsprofil



For plassering av enkel og dreitrykksonderinger, se datarapport NV50E6GK-GTK-RAP-0002

- ⊕ Terrengkote
 - ⊖ Bergkote
- Boret dybde i løsmasser + boret dybde i berg

KLASSIFISERING

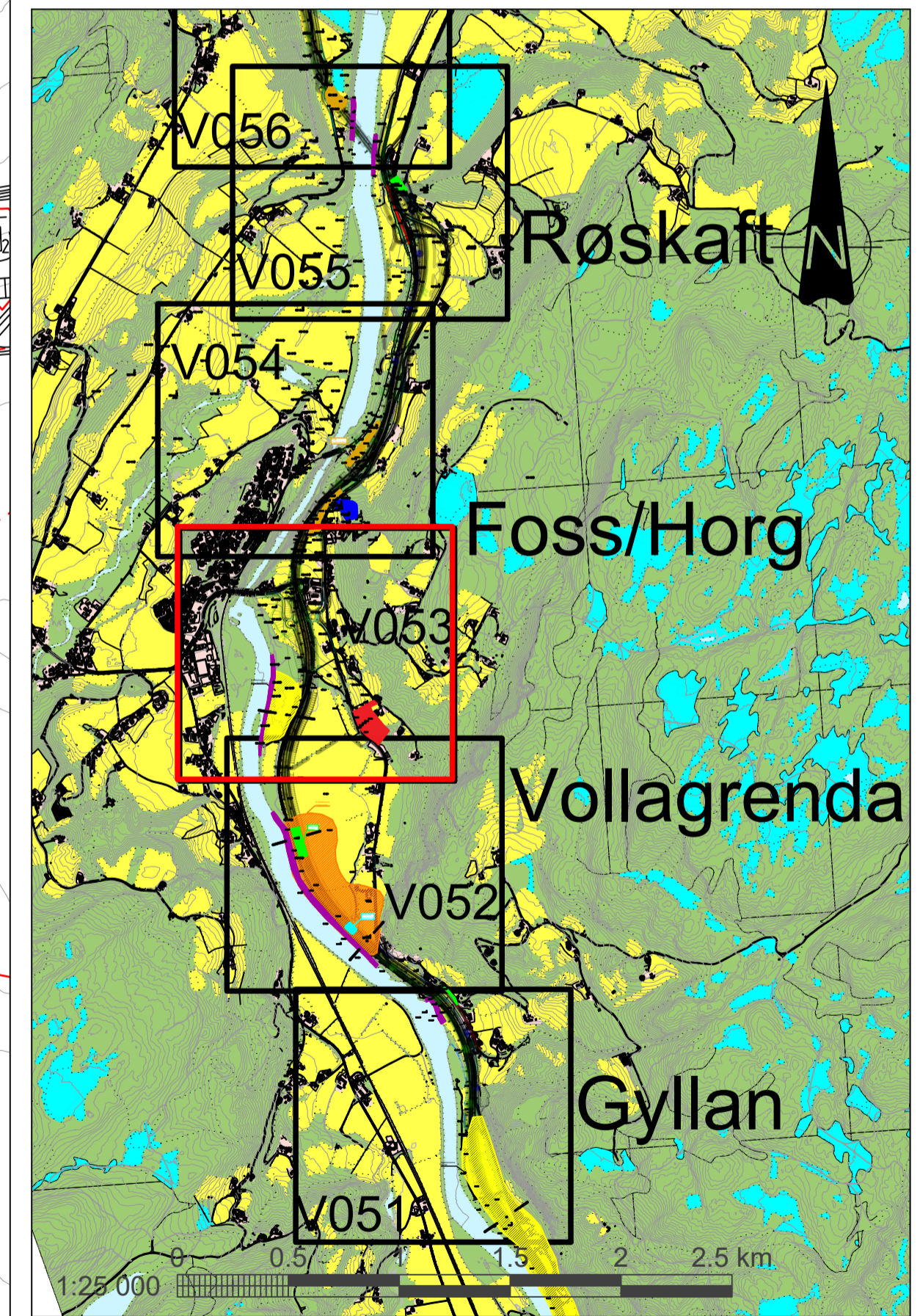
- Påvist kvikkleire/sprøbruddmateriale
- Mulig/antatt kvikkleire/sprøbruddmateriale
- Ikke påvist/antatt ikke kvikkleire/sprøbruddmateriale

- ▨ Kvikkleiresone, faregrad "høy"
- ▨ Kvikkleiresone, faregrad "middels"
- ▨ Kvikkleiresone, faregrad "lav"

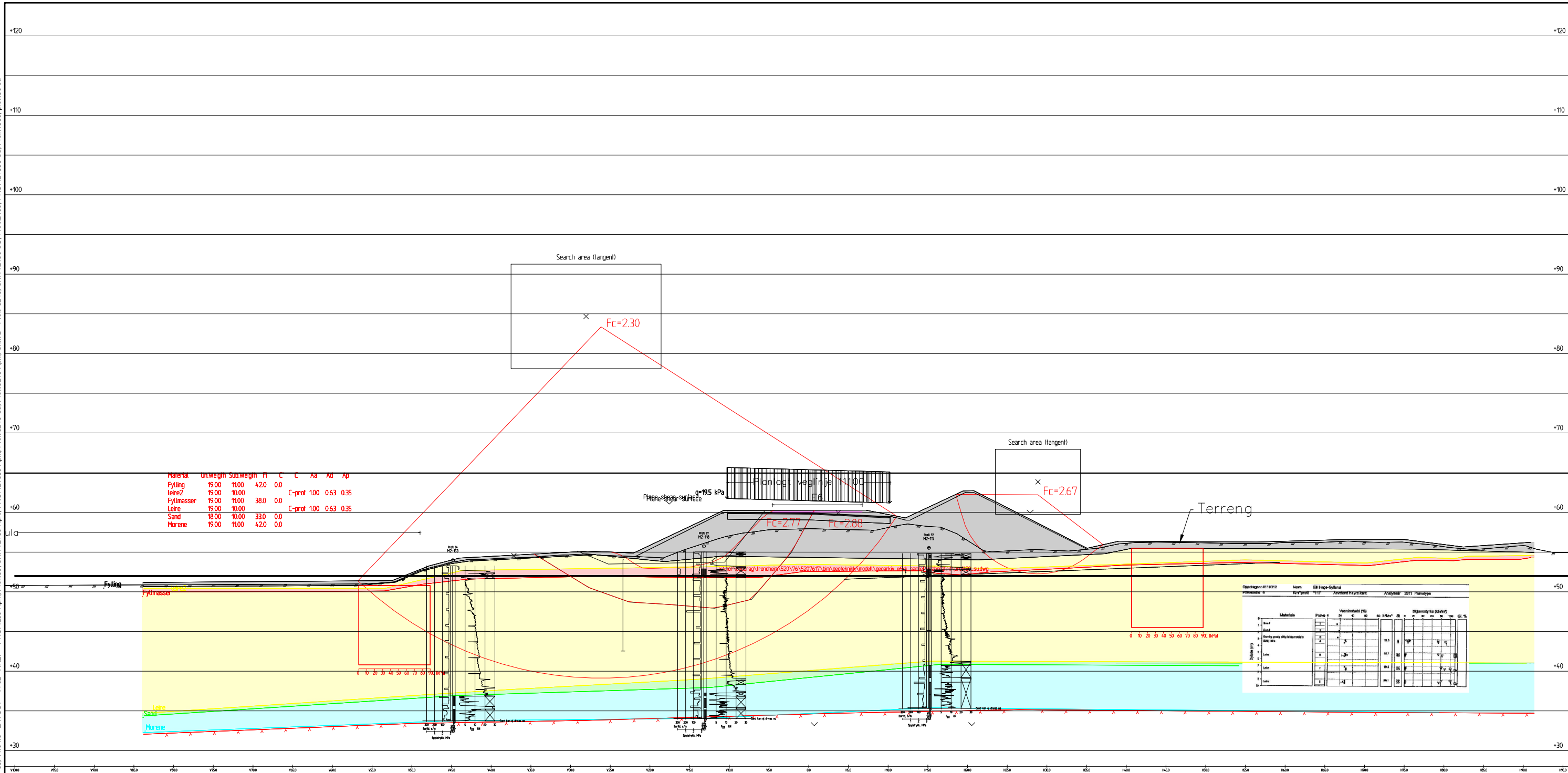
TILTAK

- ▨ Lette masser
- ▨ Terrengavlastning
- ▨ Erosjonssikring
- ▨ Masseutsifting
- ▨ Overflatebehandling
- ▨ KS-stabilisering

OVERSIKTSKART



J01	Lagt til beregningsnett	KjeLie	KnuKje	JHSve	2023-08-28
Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent	Revisjonsdato
		Saknr.			
		Utført av: 		Tegningsdato: 2023-03-15 Bestiller: Jan Olav Sivertsen Produsert for: Nye Veier AS	
E6 Ulsberg - Melhus E6 Gyllan - Kvål Gyllan - Homyrkamtunellen S Utførte boringer, terrengtiltak, beregningsprofiler				Prosjektnummer: 112100 Arkivreferanse: - Byggverk nummer: - Koordinatsystem: NTM 10 Høydesystem: NN2000 Målestokk A1: 1:2000 Målestokk A3: 1:4000	
Reguleringsplan					
Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv	Tegningsnummer/	revisjon
KjeLie	KnuKje	JHSve	5207617	V053	J01



FORKLARINGER

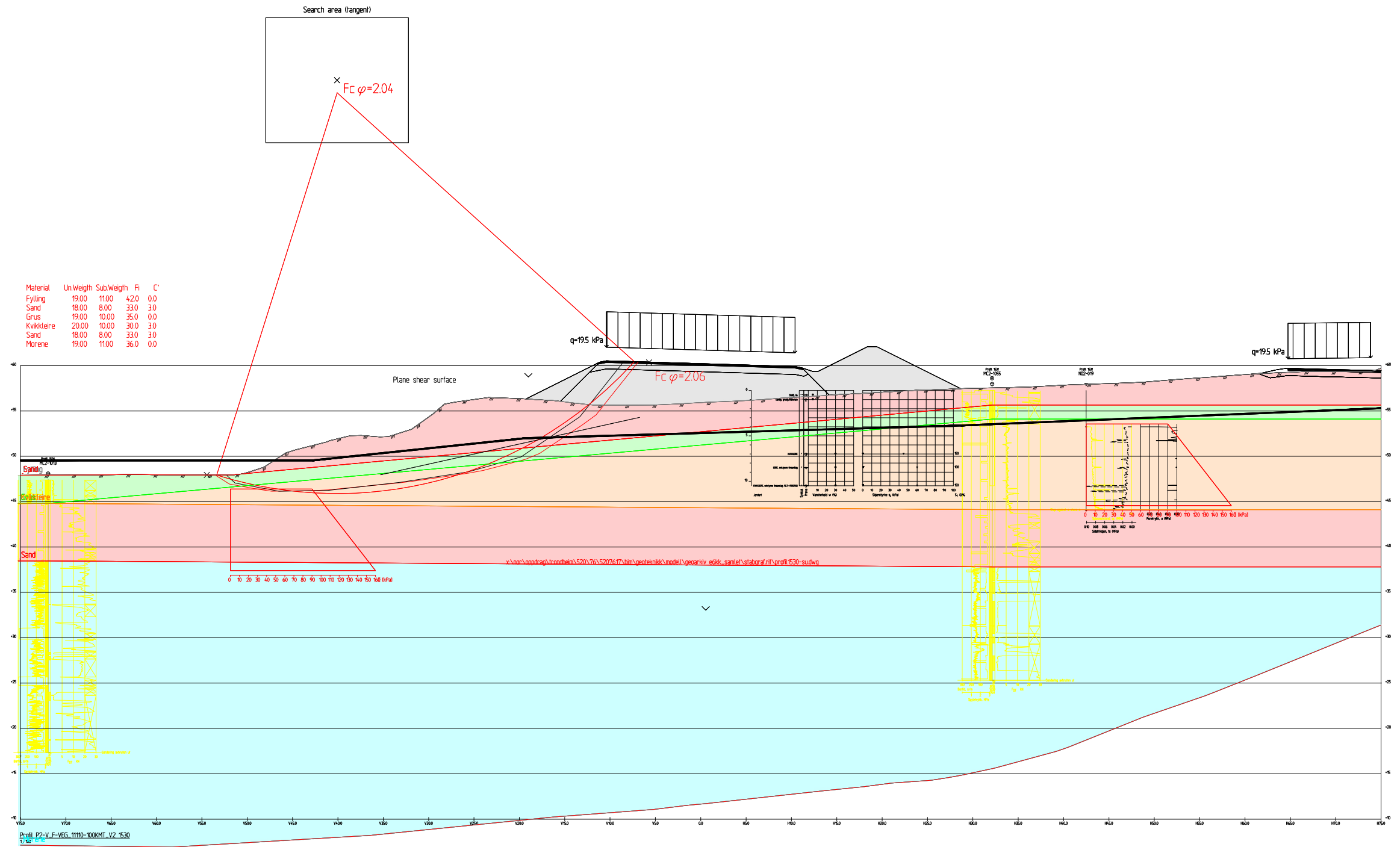
Fyllmasser
 Leire
 Sand
 Morene

J01	For bruk	KjeLie	KnuKje	JHSve	30.01.2023
Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent	Revisjonsdato
		Saksnr.			
		Tegningsdato			
		30.01.2023			
		Bestiller			
		Jan Olav Sivertsen			
		Produsert for			
		Nye Veier			
		Prosjektnummer			
		112100			
		Arkivreferanse			
		Byggverk nummer			
		Koordinatsystem			
		NTM 10			
		Haydesystem			
		NN2000			
		Målestokk A1			
		1:250			
		Halv målestokk A3			
		1:500			
		Tegningsnummer/ revisjon			
		V702			
Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv		
KjeLie	KnuKje	JHSve	5207617		



Utført av:
 E6 Ulsberg - Melhus
 E6 Gyllan - Kvål
 Stabilitetsberegning - Profil 50
 Totalspenningsanalyse
 p2-v_f-veg_12100
 Vedlegg til reguleringsplan

X:\nor\opdrag\Trondheim\52076\5207617\BIM\Geoteknik\A4\fil\p2_Gyllan-Kvål\701.dwg - KjeLie - Plottet: 2023-01-20, 14:26:28 - LAYOUT = V703 - XREF = SNITT2130-SU, Profil1530, PROFIL1530-Aphi, profil530-su, Profil1530-Aphi



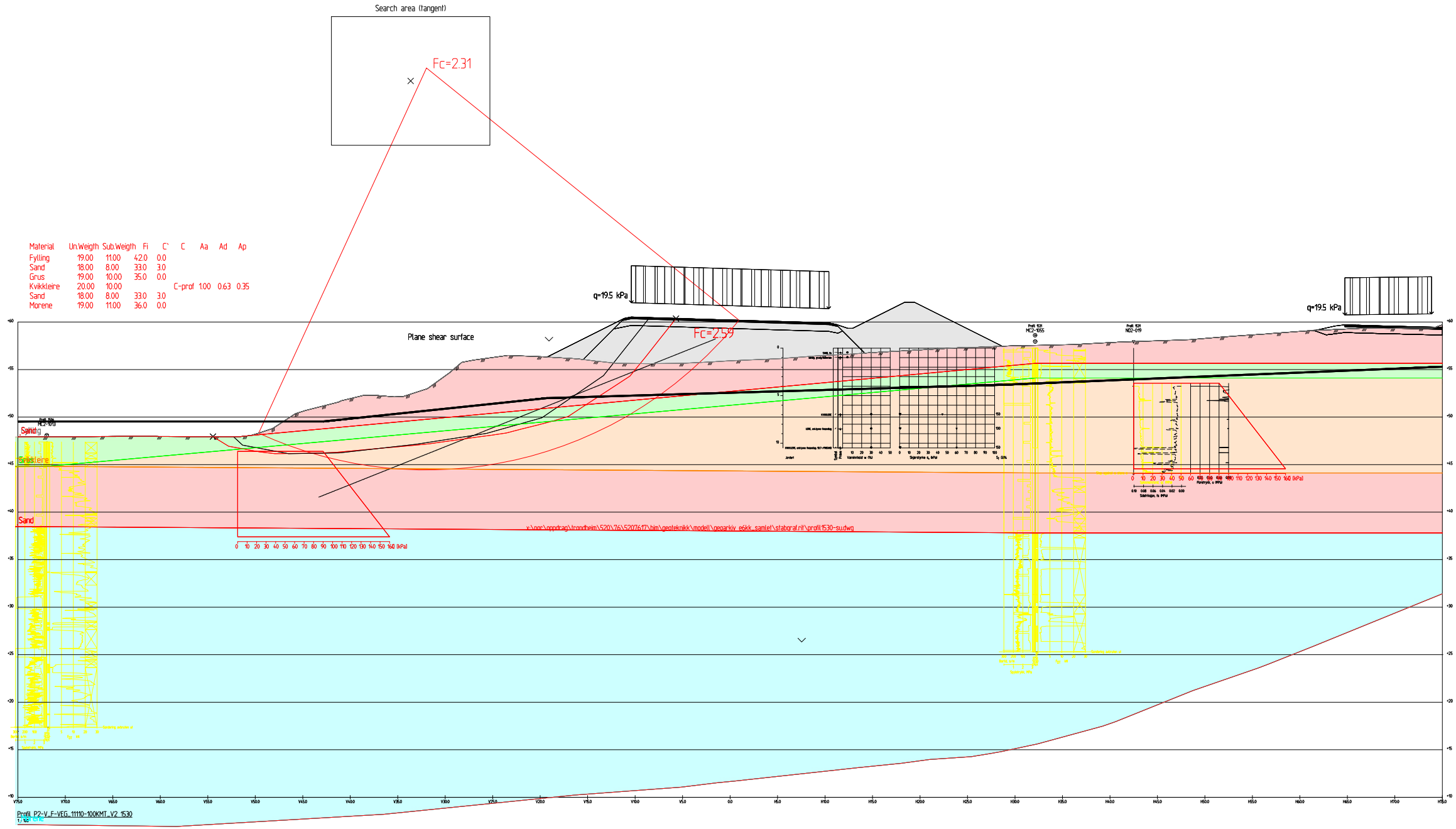
Fci=2.06
 Result file : X:\nor\opdrag\Trondheim\52076\5207617\BIM\Geoteknik\Modell\Geotekn\E6KK_samlet\STABGRAF.RIT\PROFIL1530-AphiR2

FORKLARINGER

	Fyllmasser		Kvikkleire		Sand		Grus		Morene
--	------------	--	------------	--	------	--	------	--	--------

J01	For bruk	KjeLie	KnuKje	JHSve	23.01.2023
Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent	Revisjonsdato
		Saksnr.		Tegningsdato	23.01.2023
		Uttørt av:		Bestiller	Jan Olav Sivertsen
		Norconsult		Produsert for	Nye Veier
E6 Ulsberg - Melhus		Projektnummer		Arkivreferanse	112100
E6 Gyllan - Kvål		Byggverk nummer		Koordinatsystem	NTM 10
Stabilitetsberegning - Profil 1530		Haydesystem		Målestokk A1	NN2000
Effektivspenningsanalyse		Halv målestokk A3		Tegningsnummer/	1:250
p2-v_f-veg_12100		Tegningsnummer/		revisjon	V703
Vedlegg til reguleringsplan		Utarbeidet av		Godkjent av	Konsulentarkiv
		KjeLie		KnuKje	JHSve
					5207617

X:\tron\oppdrag\Trondheim\5207617\BIM\Geoteknik\A\K\K\PP2_Gyllan-Kvål\701-dwg - KjeLie - Plottet: 2023-01-20, 14:28:39 - LAYOUT = V704 - XREF = SNITT130-SU, Profil1530, PROFIL1530-Aphi, Profil1530-Aphi, Profil1530-Aphi



Fc=2.39
 Result file : X:\nor\oppdrag\Trondheim\5207617\BIM\Geoteknik\Modell\Geoteknik\E6KK_samlet\STABGRAF\PROFIL1530-SuR2

FORKLARINGER

- Fyllmasser
- Kvikkleire
- Sand
- Grus
- Morene

J01	For bruk	KjeLie	KnuKje	JHSve	23.01.2023
Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent	Revisjonsdato
		Saksnr.		Tegningsdato	
				23.01.2023	
		Uttørt av:		Bestiller	
		Norconsult		Jan Olav Sivertsen	
E6 Ulsberg - Melhus		Prosjektnummer		112100	
E6 Gyllan - Kvål		Arkivreferanse			
Stabilitetsberegning - Profil 1530		Byggverk nummer			
Totalspenningsanalyse		Koordinatsystem		NTM 10	
p2-v_f-veg_12100		Haydesystem		NN2000	
Vedlegg til reguleringsplan		Målestokk A1		1:250	
Utarbeidet av		Godkjent av		Tegningsnummer/	
KjeLie		KnuKje		revisjon	
		JHSve		V704	
		Konsulentarkiv		5207617	

