RAPPORT

Områdestabilitet Kvål

OPPDRAGSGIVER

Melhus Kommune

EMNE

Geoteknisk vurdering av områdestabilitet

DATO / REVISJON: 11. november 2024 / 02

DOKUMENTKODE: 10255107-RIG-RAP-002_rev02

Multiconsult

Dette dokumentet har blitt utarbeidet av Multiconsult på vegne av Multiconsult Norge AS eller selskapets klient. Klientens rettigheter til dokumentet er gitt i den aktuelle oppdragsavtalen eller ved anmodning. Tredjeparter har ingen rettigheter til bruk av dokumentet (eller deler av det) uten skriftlig forhåndsgodkjenning fra Multiconsult med mindre annet følger av norsk lov. Multiconsult påtar seg intet ansvar for bruk av dokumentet (eller deler av det) til andre formål, på andre måter eller av andre personer eller enheter enn det som er godkjent skriftlig av Multiconsult. Deler av dokumentet kan være beskyttet av immaterielle rettigheter og/eller eiendomsrettigheter. Kopiering, distribusjon, endring, behandling eller annen bruk av dokumentet er ikke tillatt uten skriftlig forhåndssamtykke fra Multiconsult eller annen innehaver av slike rettigheter med mindre annet følger av norsk lov.

Multiconsult

RAPPORT

OPPDRAG	**Områdestabilitet Kvål**	DOKUMENTKODE	10255107-RIG-RAP-002_rev02
EMNE	Geoteknisk vurdering av områdestabilitet	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	**Melhus Kommune**	OPPDRAGSLEDER	Ann Kristin Selmer
KONTAKTPERSON	Anette Thyve	UTARBEIDET AV	Steinar Sund-Olsen
KOORDINATER	Sone: UTM 32 Øst: 564431.5 Nord: 7012038.35	ANSVARLIG ENHET	10234011 Seksjon Geoteknikk Samferdsel TRL
GNR./BNR./SNR.	- / - / - / Melhus		

SAMMENDRAG

Melhus kommune planlegger å legge til rette for fremtidig utvikling og utbygging på både østsiden og vestsiden av Gaula, og har startet opp med utarbeidelse av områdeplan på Kvål. Arbeidet skal avklare hvilke arealer som kan brukes til hvilke arealformål i områdeplanen. Foreliggende rapport tar for seg områdene «Vekst» og «Øya VGS – økt kapasitet» på østsiden av Gaula.

I den forbindelse er Multiconsult Norge AS engasjert av Melhus kommune for å utføre en grunnundersøkelse og gjøre en utredning av områdestabilitet og skredfare på kommunedelplan- *og områdereguleringsplansnivå.* Utredningen skal innebære vurderinger om eventuelle nødvendige tiltak som kreves for å tillate fremtidig utvikling og utbygging. Vurderingene gjennomføres i tråd med NVEs retningslinjer 2/2011 *Flaum- og skredfare i arealplanar* og NVEs veileder nr. 1/2019 *Sikkerhet mot kvikkleireskred.* Sikkerhet mot skred i bratt terreng er utført i separat rapport, og konkluderer med tilstrekkelig sikkerhet.

Kvartærgeologisk kart viser at løsmassene på området hovedsakelig består av marine hav- og fjordavsetninger, og elveavsetninger ved områdene nærmest Gaula. Kartet viser også at planområdet «Vekst» ligger inne i en stor tidligere skredgrop. Den registrerte kvikkleiresonen 461 Kvål dekker hele planområdet «Vekst» og strekker seg helt inntil planområdet «Øya VGS – økt kapasitet». Det er ikke registrert noen tidligere skredhendelser innenfor planområdene. Kart viser at store deler av Gaula er erosjonssikret langs både øst- og vestsiden.

Basert på tidligere og nye utførte geotekniske grunnundersøkelser er det gjort en vurdering av grunnforhold og utbredelsen av sprøbruddsmaterialer/kvikkleire i området. Undersøkelser viser at et topplag med tørrskorpeleire over hele området. Videre i dybden følger et sammenhengende lag leire med varierende mektighet. Under leirlaget er det tolket en sammenhengende forekomst av kvikkleire, med varierende mektighet, over store deler av begge planområdene. Forekomstene er vurdert størst den østlige delen av planområdet «Vekst» og mektigheten avtar mot vest og mot den nye etablerte E6. Videre under kvikkleiren ligger et nytt lag leire i dybden, som stedvis ligger over et lag morene. Laget av morene virker å ha en drenerende effekt på overliggende masser. I området nye E6 er lagt, er det tolket et sammenhengende lag sand.

Utført stabilitetsanalyse viser at flere av profilene har beregningsmessig lav sikkerhet mot utglidning. Topografien i området og påvist mektighet av kvikkleire tilsier at det er risiko for et større områdeskred. Det vurderes at for fremtidig utvikling og utbygging inne på en og/eller begge områdene må områdestabiliteten ivaretas ved å utføre geotekniske terrengtiltak i de kritiske skråningene. Foreslåtte tiltak innebærer nedplanering av topp skråning, og etablering av motfylling ved foten av skråningen, *hvor total kostnad er estimert til i størrelsesorden 17 000 000 kr – 34 000 000 kr*.

Videre er det vurdert, forutsatt at terrengtiltak i stabilitetskritiske skråninger utføres, at det kan tillates utbygging på begge planområdene, med gitte føringer og begrensinger. Basert på områdestabilitet og lokalstabilitet i andre skråninger, er planområdene oppdelt etter farge, hvor hver farge har egne krav og beskrivelser for utbygging. Denne oppdelingen er omtrentlig, og kun skissert for å vise hva som kan være mulig dersom foreslåtte tiltak utføres.

Alle vurderinger i foreliggende rapport må kvalitetsikres av uavhengig foretak.

Rev01 inkluderer endringer basert på kommentarer fra uavhengig kontroll. Alle endringer i Rev01 er markert i kursiv.

Rev02 inkluderer elementer ønsket fra Melhus Kommune. Alle endringer i Rev02 er markert med linje i margen.

02	11.11.2024	Utførte endringer på ønske fra oppdragsgiver	Steinar Sund-Olsen	Ann Kristin Selmer	Håvard Narjord
01	22.10.2024	Utførte endringer etter innspill fra uavhengig kontroll	Steinar Sund-Olsen	Ann Kristin Selmer	Håvard Narjord
00	05.07.2024	Geoteknisk vurdering av områdestabilitet og skredfare	Steinar Sund-Olsen	Ann Kristin Selmer	Arne Vik
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1 Innledning 7
2 Metodikk 8
2.1 Grunnlag 8
2.1.1 Geotekniske grunnundersøkelser 8
2.1.2 Befaring(er) 9
2.2 Fremgangsmåte 9
2.3 Aktuelle skredtyper 10
2.3.1 Kvikkleireskred/områdeskred 10
3 Topografi og grunnforhold 12
3.1 Området og topografi 12
3.2 Kvartærgeologi 14
3.3 Grunnforhold 15
3.4 Poretrykk og grunnvann 15
3.5 Berg 15
3.6 Kvikkleiresoner 16
3.7 Tidligere skredhendelser, eksisterende erosjonssikring og terrengtiltak 18
4 Myndighetskrav 20
4.1 Områdestabilitet 20
5 Stabilitetsberegninger 22
5.1 Vurdering av tidligere stabilitetsberegninger i kritiske profiler 22
5.2 Resultater fra utførte stabilitetsberegninger og behov for stabiliserende tiltak 22
6 Geoteknisk vurdering av skredfare og områdestabilitet 23
6.1 Sikkerhet mot flom 23
6.2 Skred i bratt terreng 23
6.3 Sikkerhet mot kvikkleireskred og områdestabilitet 24
6.3.1 Sammenstilling og forslag på tiltak for utbyggingsområdene 25
6.3.2 Videre arbeider 30
7 Konklusjon 31
8 Sluttkommentarer 31
9 Referanser 32

TEGNINGER:

10255107-RIG-TEG	-000	Oversiktskart
	-001	Borplan
	-002	Situasjonsplan, Tolket kvikkleire/sprøbruddmateriale
	-003	Situasjonsplan, Skisserte geotekniske terrengtiltak
	-004	Tidligere terreng, Kotelinjer for antatt tidligere terreng – modell fra NGI
	-400.1	Kontinuerlig ødometerforsøk, BP. 17, d=9,28 m, Tolkning
	-401.1	Kontinuerlig ødometerforsøk, BP. 17, d=20,73 m, Tolkning
	-402.1	Kontinuerlig ødometerforsøk, BP. 18, d=8,37 m, Tolkning
	-403.1	Kontinuerlig ødometerforsøk, BP. 18, d=16,04 m, Tolkning
	-404.1	Kontinuerlig ødometerforsøk, BP. 19, d=7,38 m, Tolkning
	-405.1	Kontinuerlig ødometerforsøk, BP. 22, d=14,29 m, Tolkning
	-406.1	Kontinuerlig ødometerforsøk, BP. 22, d=21,40 m, Tolkning
	-407.1	Kontinuerlig ødometerforsøk, BP. 23, d=16,37 m, Tolkning
	-408.1	Kontinuerlig ødometerforsøk, BP. 23, d=21,48 m, Tolkning
	-450.1	Treaksialforsøk, BP. 17, d=9,03 m, Tolket av styrke, NTNU-plott
	-450.2	Treaksialforsøk, BP. 17, d=9,03 m, Tolket av styrke, NGI-plott
	-451.1	Treaksialforsøk, BP. 17, d=20,86 m, Tolket av styrke, NTNU-plott
	-451.2	Treaksialforsøk, BP. 17, d=20,86 m, Tolket av styrke, NGI-plott
	-452.1	Treaksialforsøk, BP. 18, d=8,55 m, Tolket av styrke, NTNU-plott
	-452.2	Treaksialforsøk, BP. 18, d=8,55 m, Tolket av styrke, NGI-plott
	-453.1	Treaksialforsøk, BP. 18, d=15,95 m, Tolket av styrke, NTNU-plott

-453.2 Treaksialforsøk, BP. 18, d=15,95 m, Tolket av styrke, NGI-plott
-454.1 Treaksialforsøk, BP. 19, d=7,57 m, Tolket av styrke, NTNU-plott
-454.2 Treaksialforsøk, BP. 19, d=7,57 m, Tolket av styrke, NGI-plott
-455.1 Treaksialforsøk, BP. 22, d=14,40 m, Tolket av styrke, NTNU-plott
-455.2 Treaksialforsøk, BP. 22, d=14,40 m, Tolket av styrke, NGI-plott
-456.1 Treaksialforsøk, BP. 22, d=21,30 m, Tolket av styrke, NTNU-plott
-456.2 Treaksialforsøk, BP. 22, d=21,30 m, Tolket av styrke, NGI-plott
-457.1 Treaksialforsøk, BP. 23, d=16,45 m, Tolket av styrke, NTNU-plott
-457.2 Treaksialforsøk, BP. 23, d=16,45 m, Tolket av styrke, NGI-plott
-458.1 Treaksialforsøk, BP. 23, d=21,55 m, Tolket av styrke, NTNU-plott
-458.2 Treaksialforsøk, BP. 23, d=21,55 m, Tolket av styrke, NGI-plott

-459.1 Treaksialforsøk, Samleplott BP. 17, 18 og 19, Tolket av styrke, NTNU-plott
-459.2 Treaksialforsøk, Samleplott BP. 17, 18 og 19, Tolket av styrke, NGI-plott
-460.1 Treaksialforsøk, Samleplott BP. 22 og 23, Tolket av styrke, NTNU-plott
-460.2 Treaksialforsøk, Samleplott BP. 22 og 23, Tolket av styrke, NGI-plott

-500.5 CPTU BP. 16, Tolking av udrenert aktiv skjærfasthet, C_{uC}
-500.6 CPTU BP. 16, Prekonsolideringstrykk, p_c
-500.7 CPTU BP. 16, Overkonsolideringsgrad, OCR
-500.8 CPTU BP. 16, Tolking av modul, M
-501.5 CPTU BP. 17, Tolking av udrenert aktiv skjærfasthet, C_{uC}
-501.6 CPTU BP. 17, Prekonsolideringstrykk, p_c
-501.7 CPTU BP. 17, Overkonsolideringsgrad, OCR
-501.8 CPTU BP. 17, Tolking av modul, M
-502.5 CPTU BP. 18, Tolking av udrenert aktiv skjærfasthet, C_{uC}
-502.6 CPTU BP. 18, Prekonsolideringstrykk, p_c
-502.7 CPTU BP. 18, Overkonsolideringsgrad, OCR
-502.8 CPTU BP. 18, Tolking av modul, M
-503.5 CPTU BP. 22, Tolking av udrenert aktiv skjærfasthet, C_{uC}
-503.6 CPTU BP. 22, Prekonsolideringstrykk, p_c
-503.7 CPTU BP. 22, Overkonsolideringsgrad, OCR
-503.8 CPTU BP. 22, Tolking av modul, M

-700 Profil N-N, Tolket lagdeling
-701 Profil O-O, Tolket lagdeling
-702 Profil R-R, Tolket lagdeling
-703 Profil S-S, Tolket lagdeling
-704 Profil T-T, Tolket lagdeling
-705 Profil U-U, Tolket lagdeling

-800.1 Profil N-N, Stabilitetsberegning ADP
-800.2 Profil N-N, Stabilitetsberegning aϕ
-800.3 Profil N-N, Stabilitetsberegning etter tiltak ADP
-801.1 Profil O-O, Stabilitetsberegning ADP
-801.2 Profil O-O, Stabilitetsberegning aϕ
-802.1 Profil R-R, Stabilitetsberegning ADP
-802.2 Profil R-R, Stabilitetsberegning aϕ
-802.3 Profil R-R, Stabilitetsberegning etter tiltak med representativt terreng ADP
-802.4 Profil R-R, Stabilitetsberegning etter tiltak med representativt terreng aϕ-analyse
-803.1 Profil S-S, Stabilitetsberegning ADP
-803.2 Profil S-S, Stabilitetsberegning aϕ
-803.3 Profil S-S, Stabilitetsberegning etter tiltak ADP
-804.1 Profil T-T, Stabilitetsberegning ADP
-804.2 Profil T-T, Stabilitetsberegning aϕ
-804.3 Profil T-T, Stabilitetsberegning etter tiltak ADP

-805.1 Profil U-U, Stabilitetsberegning ADP

-805.2 Profil U-U, Stabilitetsberegning aϕ
-805.3_*rev01* Profil U-U, Stabilitetsberegning etter tiltak ADP
-805.4_*rev01* Profil U-U, Stabilitetsberegning etter tiltak aϕ-analyse

VEDLEGG:

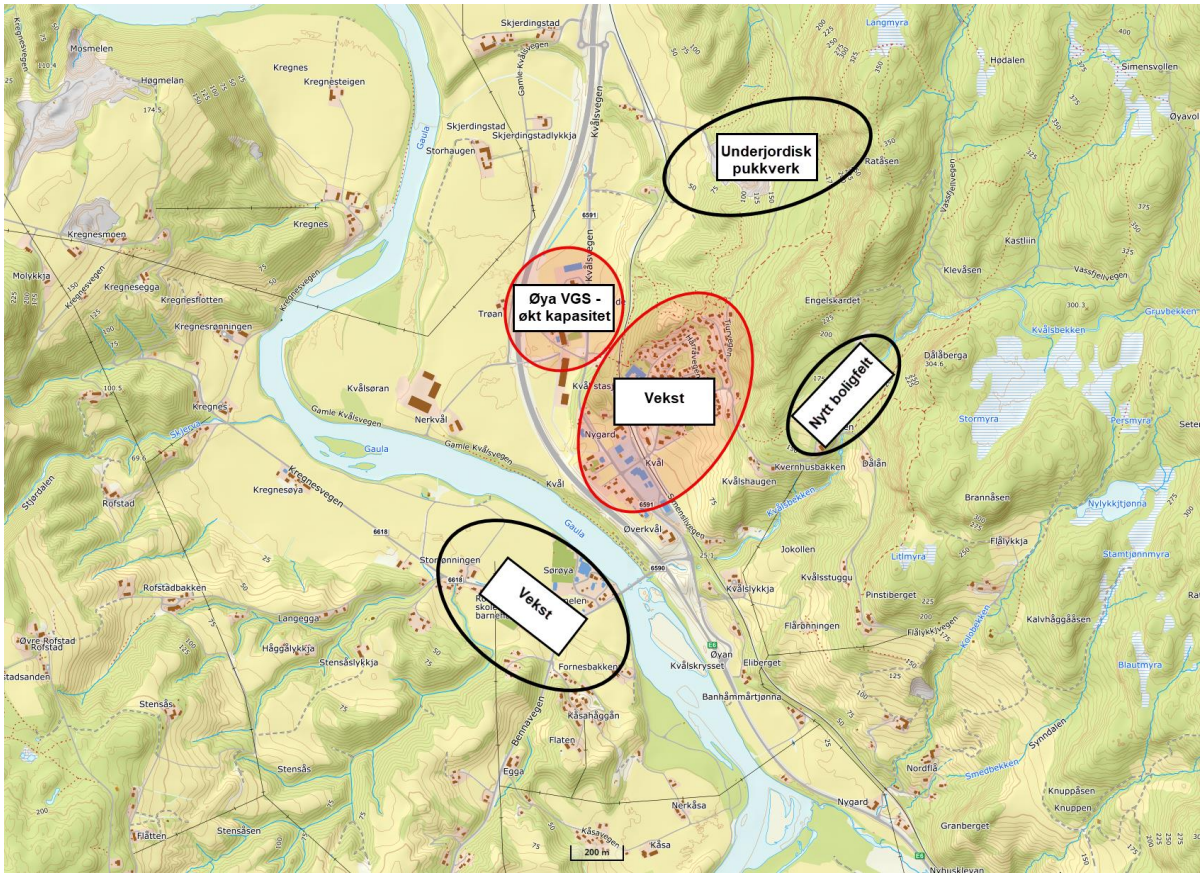
A: Innledende vurdering for andre områder på Kvål
B: Materialparametere
C: Stabilitetsberegninger
D: Befaringsnotat

1 Innledning

Melhus kommune planlegger å legge til rette for framtidig utvikling og utbygging på både østsiden og vestsiden av Gaula, og har startet opp med utarbeidelse av områdeplan på Kvål. Arbeidet skal avklare hvilke arealer som kan brukes til hvilke arealformål i områdeplanen.

I den forbindelse er Multiconsult Norge AS engasjert som geoteknisk rådgiver for å utføre vurdering av områdestabilitet og skredfare. Vurderingen skal gjennomføres i tråd med NVEs retningslinjer 2/*2011 Flaum- og skredfare i arealplanar* [1], NVEs veileder nr. 1/2019 *Sikkerhet mot kvikkleireskred* [2] og NVE 2020 *Veileder for utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng* [3].

Planområder aktuell for utredning i første omgang er markert ved rødt i Figur 1-1. Melhus kommune ønsker utredning rundt «Vekst» av Kvål sentrum, og «Øya VGS – økt kapasitet». Utredning av sikkerhet mot skred i bratt terreng for de aktuelle områdene omhandles i separat rapport. Det er også planlagt utbygging i områdene «Underjordisk pukkverk», «Nytt boligfelt» og «Vekst» på sørsiden av Gaula, markert i svart. Disse områdene er foreløpig satt på vent inntil videre, men vurderinger som er gjort fram til det ble satt på vent er presentert i vedlegg A.



Figur 1-1: Utsnitt som viser omtrentlig omfang av arealer som inngår i områdeplan fra Melhus Kommune [4].

2 Metodikk

2.1 Grunnlag

Vurderingene av områdestabilitet og skredfare som presenteres i denne rapporten er utført på følgende grunnlag:

- Eksisterende geotekniske rapporter og grunnundersøkelser
- Befaring i området
- Kart og GIS analyser
- Tidligere kartlagte kvikkleiresoner og aktsomhetsområder
- Tidligere utført erosjonssikring
- Kvartærgeologisk kart
- Tidligere registrerte skredhendelser

2.1.1 Geotekniske grunnundersøkelser

Tidligere geotekniske rapporter og grunnundersøkelser som har blitt brukt som grunnlag for vurderinger presentert i denne rapporten er oppsummert i Tabell 2-1. I tillegg har Multiconsult tilgang på flere andre rapporter og undersøkelser fra området som ikke direkte er brukt i vurderingene, disse er vist til i tilhørende grunnlagsnotat 10255107-RIG-NOT-001_rev01 [5] og vedlegg A.

Tabell 2-1: Oversikt geoteknisk grunnlag

Rapport nr.	Oppdrag/Rapportnavn	Utarbeidet av	År	Ref.
Geotekniske grunnundersøkelser				
10255107-RIG-RAP-001	Områdestabilitet Kvål – Geoteknisk datarapport	Multiconsult	2024	[6]
411760-1	Kvikkleirekartlegging Melhus – Geoteknisk datarapport	Multiconsult	2006	[7]
20101052-003-R (Ud906A)	E6 Håggåtunnelen-Skjæringstad	NGI	2011	[8]
81075-2	Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred	NGI	1990	[9]
2013067522-005	Datarapport E6 Kvål	Statens Vegvesen	2014	[10]
Ud587A	E6 Utglidning ved Kvål – kart og profiler	Statens Vegvesen	1989	[11]
Ud588An-01	E6, Ny trasee forbi Kvål. Orienterende geotekniske undersøkelser	Statens Vegvesen	1989	[12]
Ud588Br01	Ny E6 ved Kvål, gårdsveg til Øya landbrukssenter	Statens Vegvesen	1992	[13]
A114548-RAP-RIG-001-V4	E6 Kvål – Melhus. Geoteknisk datarapport	COWI	2020	[14]
o.3398.01	Servicestasjon Kvål	Kummeneje (Rambøll)	1980	[15]
o.6613.01	Vassfjellvegen boligfelt, Kvål	Kummeneje (Rambøll)	1987	[16]

Rapport nr.	Oppdrag/Rapportnavn	Utarbeidet av	År	Ref.
Geotekniske vurderinger				
22059-RIG-02	Kvål, Områdestabilitet – geoteknisk rapport	GeoNorway	2024	[17]
20101052-004-R	E6 Håggåtunnelen – Skjæringstad Vurdering av skråningsstabilitet ved kvikkleiresonene Kvål og Forset	NGI	2012	[18]
2013067522-006	E6 Kvål Geoteknisk vurderingsrapport	Statens vegvesen	2014	[19]
2013067522-009	E6 Kvål Geoteknisk vurderingsrapport rev. 03	Statens vegvesen	2015	[20]
15145001-RIG-N01	E6 Kvål – Stabilitet mot Gaula og fv. 695.	Sweco	2015	[21]
2020013_NVE50E6K-GTK-RAP-0008	E6 Gyllan – Kvål Fagrapport geoteknikk, områdestabilitet Kvål	Norconsult	2023	[22]

2.1.2 Befaring(er)

Det ble utført befaring av begge planområdene og bekkedalen sørøst for planområdet i rødt «Vekst», vist i Figur 1-1, den 6.Mars 2024. Bilder med observasjoner og vurderinger fra utført befaring er vist i *Vedlegg D Befaringsnotat*. Bilder og observasjoner fra befaringen er også benyttet som grunnlag i foreliggende vurdering.

2.2 Fremgangsmåte

Avgrensningen av aktsomhetsområder (løsne, - og utløpsområder for kvikkleireskred) som er presentert i denne rapporten er utarbeidet ved at tidligere og supplerende geotekniske grunnundersøkelser er sammenstilt med øvrig informasjon om grunnforhold, terreng tidligere skredaktivitet og registrerte fareområder.

Det ble utført en befaring i planlagte planområder, samt i en bekkedal noe sørøst for planområdene, for å se etter prosesser som kan ha betydning for stabiliteten i området og risikoen for skredaktivitet. Det ble her sett etter erosjon i bekkeløp, sig i massene, utglidninger i bratt terreng, vegetasjon i skråningene og menneskelige inngrep.

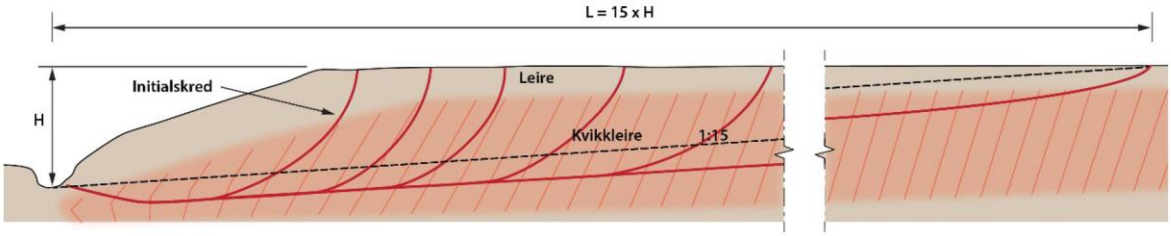
Det har blitt utført stabilitetsberegninger i forbindelse med denne områdestabilitetsvurderingen av. Her har det blitt utført stabilitetsanalyse av både tidligere beregningsprofiler og nye identifiserte beregningsprofiler. Valg av beregningsprofiler basert på tidligere vurderinger av skråninger som kan påvirke tiltaksområdene, med hensyn på mulig skredforplantning og plassering i forhold til planområdene. I tillegg er beregningsprofilene valgt på bakgrunn av registrerte kvikkleiresoner i området, tilgjengelige geotekniske grunnundersøkelser og vurderinger. Utfyllende argumentasjon for valg av beregningsprofiler er presentert i 10255107-RIG-NOT-001 [5].

Basert på våre vurderinger er det skissert aktsomhetsområder for kvikkleireskred som kan påvirke planområdene. Aktsomhetsområder er en samlebetegnelse for løsne - og utløpsområder.

Vurderingene av områdestabilitet rundt planområdene er utført på bakgrunn av gjeldene regelverk:

- NVEs retningslinjer nr. 2/2011 *Flaum- og skredfare i arealplanar* [1]
- NVEs veileder nr. 1/2019 *Sikkerhet mot kvikkleireskred* [2]
- NVE ekstern rapport nr. 9/2020 *Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred* [23]

Studier av tidligere skredhendelser viser at de aller fleste retrogressive skred vil stoppe når lengden på løsneområdet bakover i forhold til skråningsfoten er L = 15xH. Skråningshøyden H er definert som høyden av kritisk skråning målt fra skråningsfot, bekke- eller elvebunn, som vist i Figur 2-1. Våre vurderinger, der dette er aktuelt, er gjort etter dette prinsippet.



Figur 2-1: Avgrensning av maksimalt løsneområde for et retrogressivt skred. Løsneområdets lengde, L = 15H. Utklipp fra NVE 1/2019 Figur 4.2 [2].

2.3 Aktuelle skredtyper

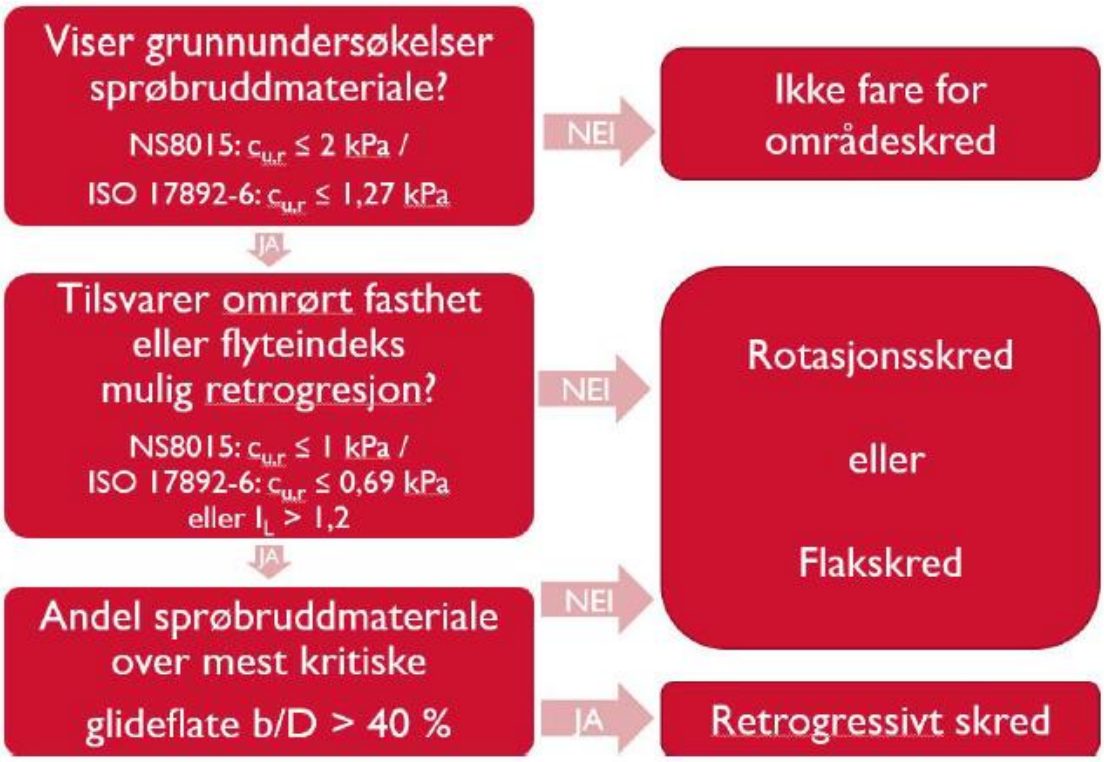
2.3.1 Kvikkleireskred/områdeskred

Kvikkleire kan forekomme der det er marine avsetninger og hvor området ligger under marin grense slik at over tid gjennomstrømning av ferskvann vasker ut det stabiliserende saltet i massene. Dersom kvikkleire overbelastes, kollapser strukturen i leira og den fremstår som nærmest fullstendig flytende.

Dersom kvikkleire kollapser kan man få et skred med en større utbredelse enn hva som kan forventes ved et lokalskred der massene ikke er sensitive. Skredtypen utvikler seg ofte fra et mindre initialskred og graver seg bakover i terrenget, men den kan også forekomme som et fremoverrettede skred. Dersom skredet får fritt utløp, hvor det unngås at massene demmes opp i en eventuell skredport, kan utbredelsen blir svært stor.

Begge planområdene ligger innenfor en registrert kvikkleiresone, og det er påvist kvikkleire over store deler av områdene. Et kvikkleireskred er derfor å anse som en reell skredtype.

For et kvikkleireskred er skredmekanisme avgjørende for størrelsen på aktsomhetsområdet (løsne- og utløpsområdet), hvor type skredmekanisme avgjøres basert på blant annet type løsmasser, lagdeling, sprøbruddmaterialenes omrørte fasthet og beliggenheten av sprøbruddsmaterialer i forhold til kritisk glideflate. De ulike skredmekanismene ved et kvikkleireskred kan være rotasjonsskred, flakskred eller retrogressivt skred. Innenfor samme faresone kan ulike skredmekanismer være aktuelle i ulike skråninger. Et flakskred eller rotasjonsskred kan virke som et initialskred for et større retrogressivt skred. Figur 2-2 utklipp av flytskjema for vurdering av aktuell skredmekanisme fra kap. 4.5.1 i NVEs veileder nr. 1/2019 [2].



Figur 2-2: Utklipp av flytskjema for vurdering av skredmekanisme iht. NVEs veileder nr.1/2019

3 Topografi og grunnforhold

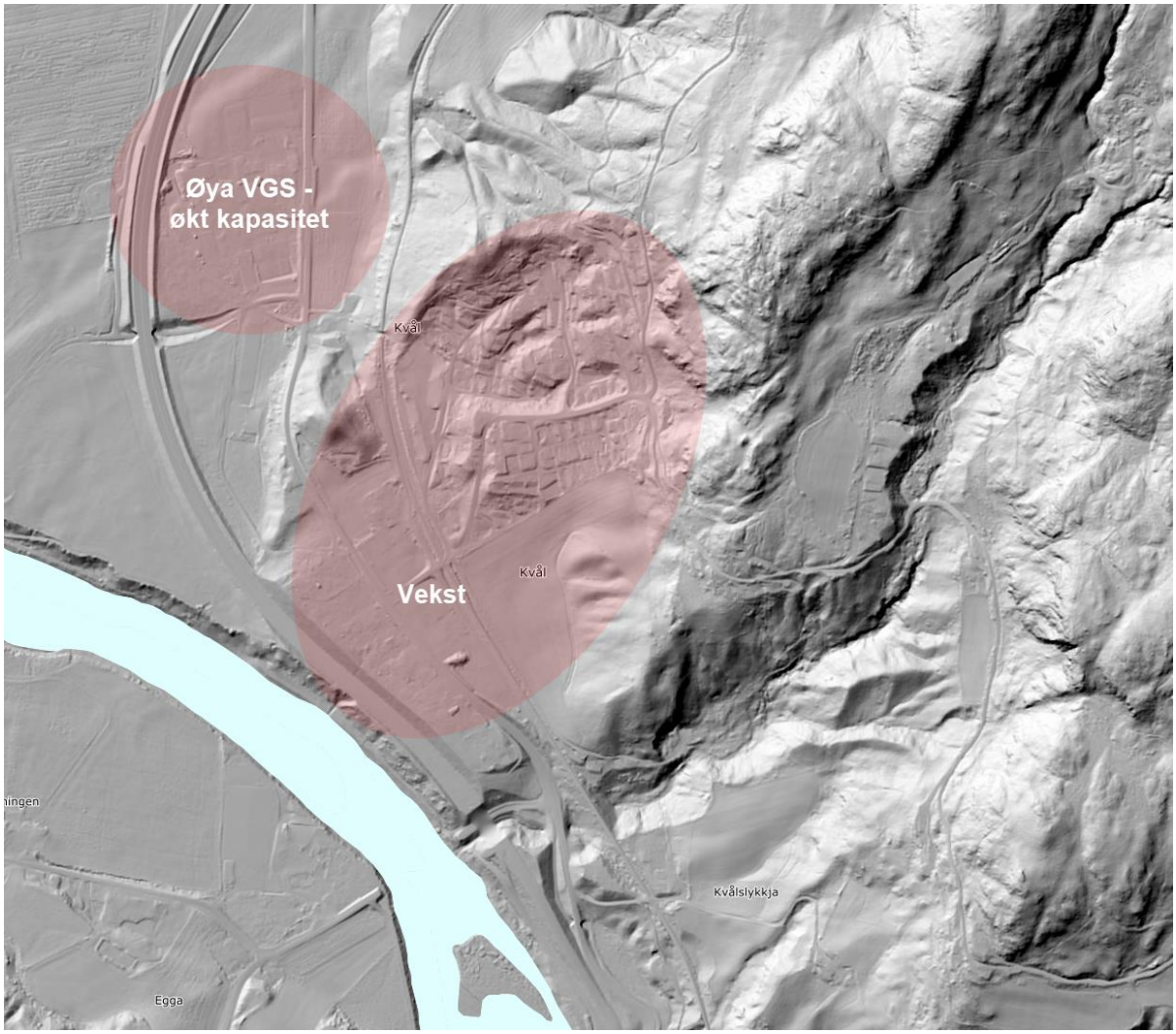
3.1 Området og topografi

Kvål ligger i den nordlige halvdelen av Melhus kommune, ca. 9 km sør for Melhus sentrum. Figur 3-1 er et utklipp av området som viser omrisset av Melhus kommune og plasseringen av Kvål. Kvål ligger ved E6, og har bebyggelse på både vest, - og østsiden av elven Gaula. De aktuelle planområdene beskrevet i Figur 1-1 er preget av boligbebyggelse med tilhørende næringsvirksomhet, barnehage og en togstasjon i området «Vekst» og noe mer preget av landbruk ved området «Øya VGS – økt kapasitet».

Figur 3-1: Oversiktskart over Melhus kommune [24].

Planområdene ligger i og rundt kupert terreng med stedvis veldig høye og bratte skråninger. Figur 3-2 viser topografien ved og rundt de to planområdene. Planområdet «Vekst» ligger omkranset av bratte skråninger med store høydeforskjeller rundt 35 meter. Også mer lokalt inni boligfeltet finner man også bratte skråninger med høydeforskjeller rundt 10-12 meter. Planområdet «Øya VGS – økt kapasitet» ligger på en flat elveslette med bratt og kupert terreng mot øst og sørøst mot det andre planområdet.

Ellers går elven Gaula noe sørvest for begge planområdene, med erosjonssikrete elvebredder. På vest/sørvest-siden av planområdet «Vekst» går en elvedal med bratte sideskråninger. Store deler av elvedalen består av berg i dagen, og lengst sør er det utført erosjonssikrende tiltak mot jernbanen.

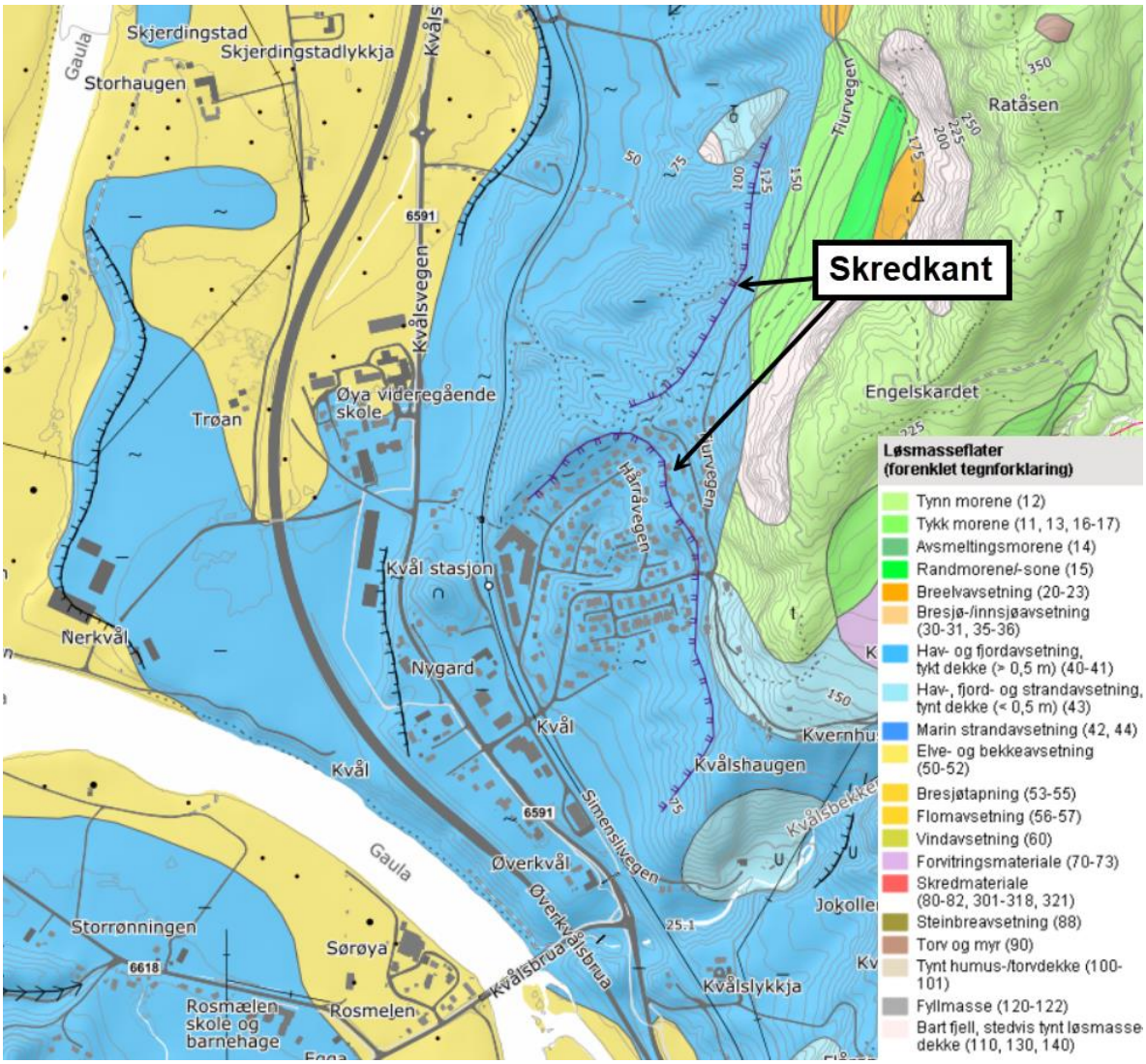


Figur 3-2: Oversiktskart som viser topografi ved de to planområdene [25].

3.2 Kvartærgeologi

Figur 3-3 er et utklipp fra NGUs kvartærgeologiske løsmassekart som viser at løsmassene ved de to planområdene domineres av tykke hav- og fjordavsetninger. Kartet viser også elve- og bekkeavsetninger i vest og sør, blant annet ved planområdet «Øya VGS – økt kapasitet». I tillegg viser kartet løsmasser av tynne hav-, fjord- og strandavsetninger, morene, bart berg, forvitringsmaterialer og breelvavsetninger.

Utklippet av det kvartærgeologiske løsmassekartet viser også flere store skredkanter i området, og blant annet at store deler av planområdet «Vekst» ligger i en tidligere skredgrop. I foreliggende vurderinger er det benyttet en modell av tolket tidligere terreng, utarbeidet av NGI, som er vist i - RIG-TEG-004.



Figur 3-3: Utklipp av kvartærgeologisk kart over i området ved planområdene [26].

3.3 Grunnforhold

Tidligere og supplerende grunnundersøkelser viser at det er generelt gjennomgående like grunnforhold og lagdelinger på planområdet, med noen lokale unntak. Tolkete lagdelinger og grunnforhold i 6 profiler spredt over planområdet er vist i tegninger nr. 10255107-RIG-TEG-700 t.o.m. -705.

Generelt er det tolket et topplag bestående av tørrskorpeleire med ca. 2 meter mektighet over hele planområdet. Ned mot elvesletten og Gaula er det tydelige mer sandige masser, over leire videre i dybden. Mektigheten av dette sandlaget er begrenset, men undersøkelser indikerer at utstrekningen opp mot boligfeltet øker i den sørøstligste delen av planområdet. Toppen av sandlaget ligger på ca. kote +35 - +40. Dette laget vises ikke i undersøkelser lengst nord på planområdet. Over hele planområdet er det et sammenhengende lag av leire med varierende mektighet under tørrskorpen.

Både tidligere og supplerende grunnundersøkelser indikerer et sammenhengende lag av sprøbruddsmaterialer/kvikkleire i hele området. Overkant av dette laget er antatt høyest i terrenget lengst nord på planområdet, rundt kote +80, og kiles ut mot vestvendte skråninger og elvesletten mot Gaula. Det er vurdert at forekomsten av sprøbruddsmaterialer/kvikkleire ikke strekker seg til områdene ved Øya VGS. I den sørligste delen av planområdet ligger toppen av laget med sprøbruddsmaterialer/kvikkleire på ca. kote + 30, og følger terrengstigningen mot nordøst. Det over hele planområdet vurdert lag av leire både over og under tolket forekomst av sprøbruddsmaterialer/kvikkleire.

På den nordligste delen av planområdet for Utbygging Kvål er det under leirelaget påtruffet et lag som ut ifra sonderingsresultatene kan tolkes som morene. I de bratte skråningene nord på planområdet indikerer utførte poretrykksmålinger at morenelaget har en drenerende effekt på leira.

3.4 Poretrykk og grunnvann

Det er tidligere utført poretrykksmålinger flere steder innenfor planområdet. Disse viser at det generelt er et poreundertrykk i de øverste 5-10 meterne i grunnen. Dette gjelder særlig i de bratte skråningene hvor det er antatt at et underliggende morenelag virker drenerende på overliggende masser. Tidligere vurderinger av disse områdene har antatt et hengende grunnvannsspeil i enkelte profiler [18].

I utførte supplerende grunnundersøkelser i rapport nr. 10255107-RIG-RAP-001 ble det peilet vannspeil på rundt 3 meter under terreng på den sørlige siden av planområdet. Høyere i terrenget, på den nordlige siden av planområdet, var det ikke mulig å peile vannspeil i prøvehullene selv ved rundt ca. 20 meters dybde.

3.5 Berg

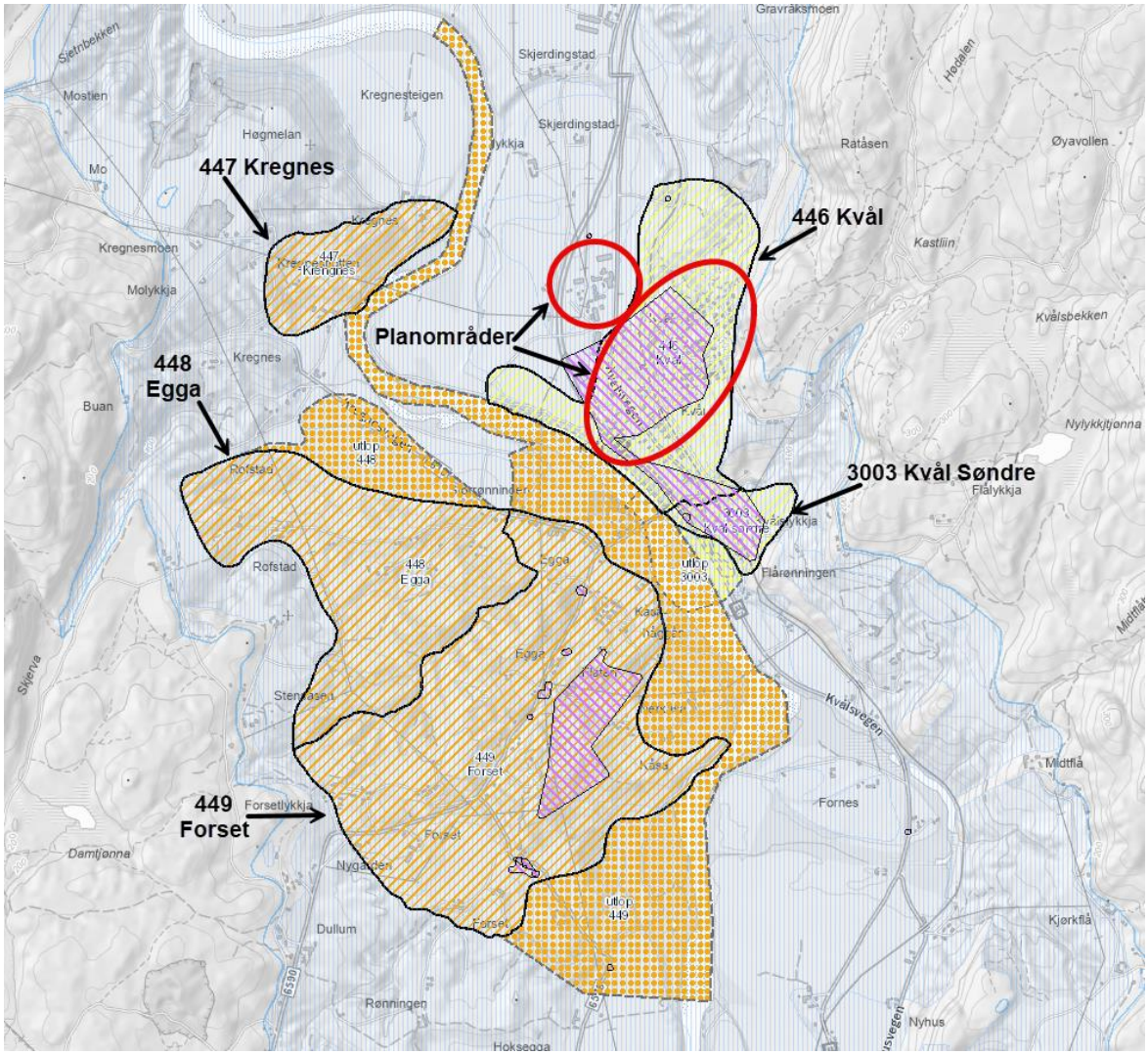
De utførte grunnundersøkelsene viser at det generelt er stor løsmassemektighet i området. Det er ikke påtruffet berg i noen av de utførte sonderingene. I øst er det registrert synlig berg i en bratt bergside. Ut ifra topografi i bergsiden og utførte sonderinger i området nært bergsiden det det mye som tyder på at bergoverflaten under terreng er meget bratt.

3.6 Kvikkleiresoner

I henhold til faresonekart på NVE-atlas [27] er det kjente og utredede faresoner for kvikkleireskred i/nærliggende planområdene. Tabell 3-1 og Figur 3-4 beskriver og viser plassering av de ulike kvikkleiresonene på områdene rundt Kvål. Oversikten viser også at begge planområdene ligger under marin grense, og sett i sammenheng med kvartærgeologisk kart i Figur 3-3 kan det forekomme marin leire og sprøbruddsmaterialer også utenfor de registrerte sonene. Marin grense er vist med lys blå skravur i Figur 3-4. Figuren viser også utløpsområder for sonene (prikkete skravur), og utløpsområde for 449 Forset og 446 Kvål sammenfaller mot Gaula. For 446 Kvål er det også vurdert utløpsområdet vist i Figur 3-5.

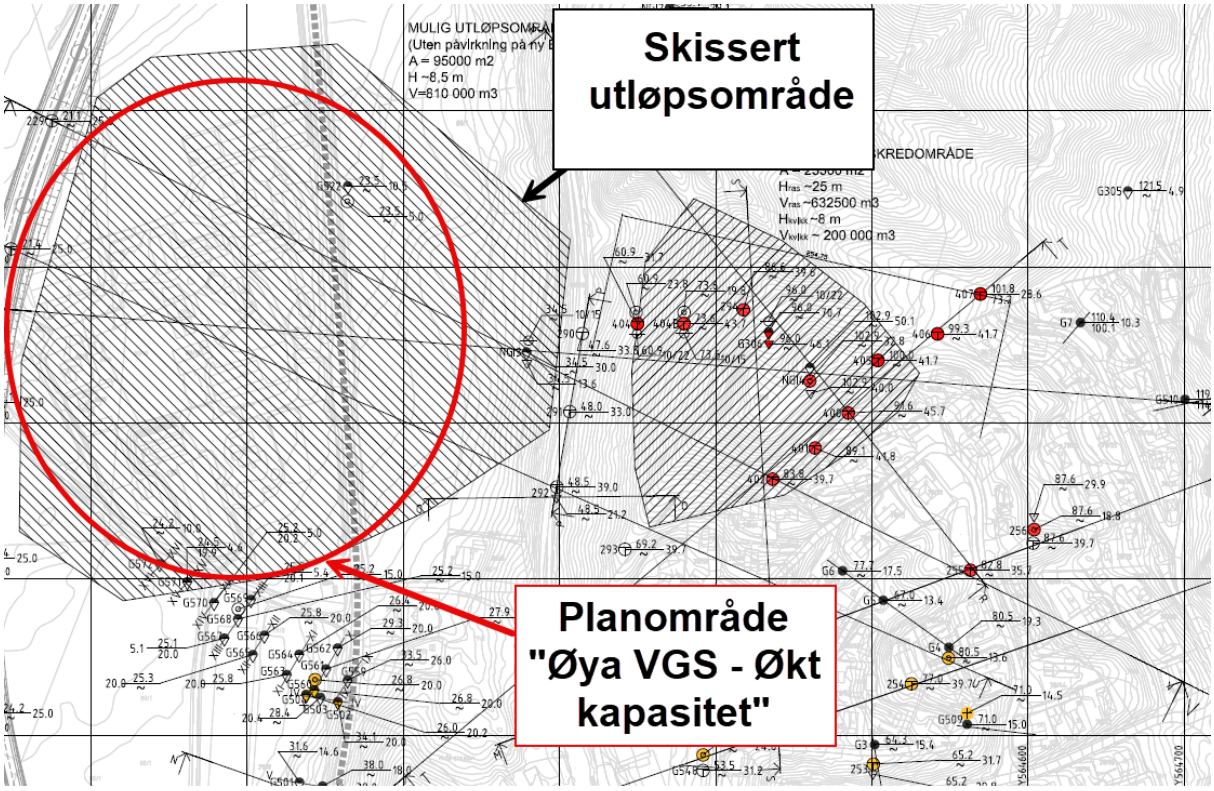
Tabell 3-1: Faregrad, konsekvens og risikoklasse for registrerte faresoner for kvikkleireskred ved Kvål

Sone nr.	Sone navn	Kommune	Faregrad	Konsekvens	Risikoklasse (1 lav – 5 høy)
446	Kvål	Melhus	Lav	Meget alvorlig	4
447	Kregnes	Melhus	Middels	Alvorlig	3
448	Egga	Melhus	Middels	Alvorlig	3
449	Forset	Melhus	Middels	Meget alvorlig	4
3003	Kvål Søndre	Melhus	Lav	Alvorlig	3



Figur 3-4: Utklipp fra NVE Atlas med kjente og utredede faresoner for kvikkleireskred ved planområdene [27].

Figur 3-5 Viser utklipp av en tegning fra Statens Vegvesens rapport 2013067522-009 tidligere vurdering av utløpsområde ned mot planområdet «Øya VGS – økt kapasitet» i forbindelse med ny E6 på området.

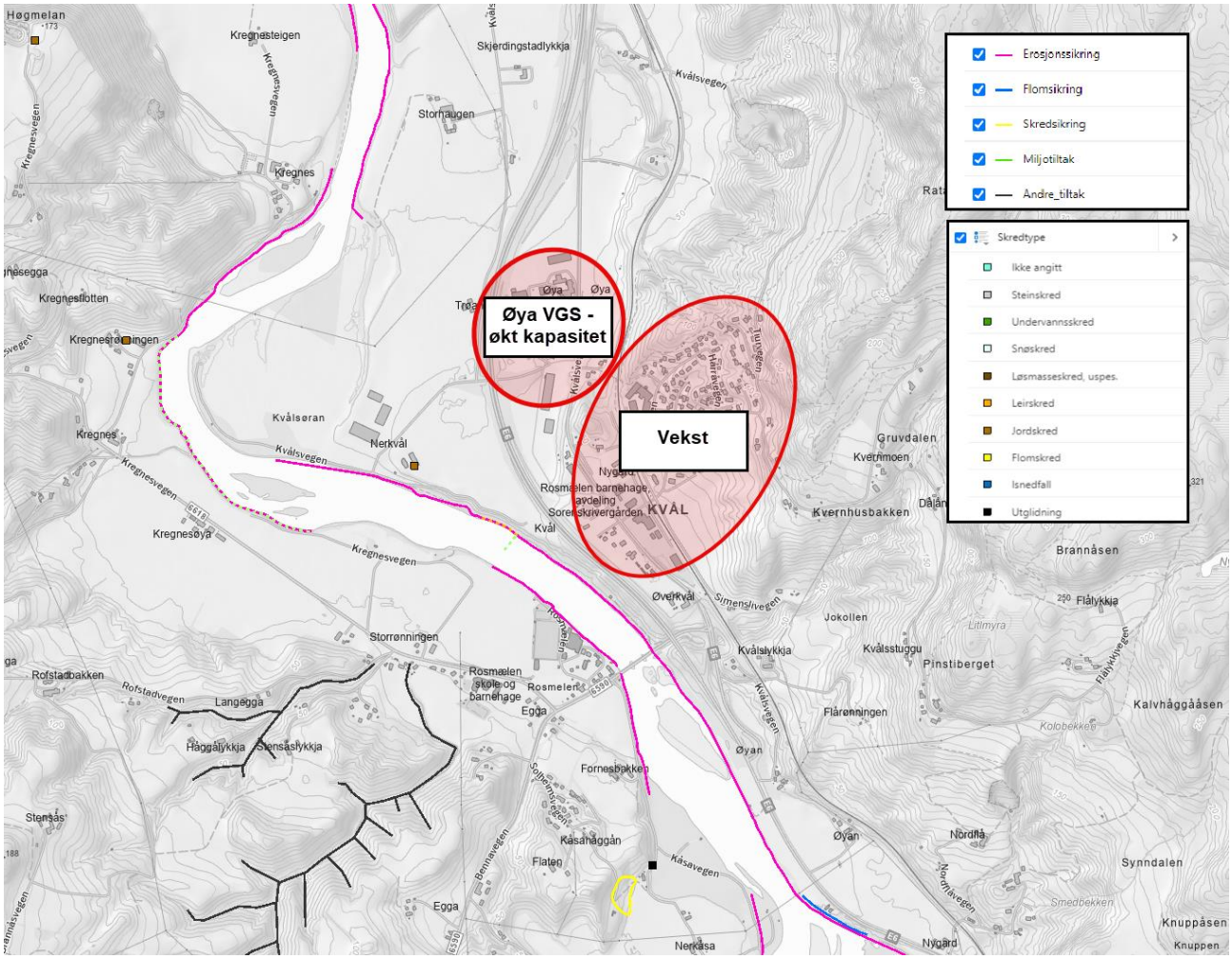


Figur 3-5: Utklipp fra tegning V202 i Statens Vegvesens rapport 2013067522-009 [datert: 20.11.2015] [20]

3.7 Tidligere skredhendelser, eksisterende erosjonssikring og terrengtiltak

Ifølge NVE sin database er det ikke registrert noen tidligere skredhendelser innenfor planområdene, se Figur 3-6 [27]. Kvartærgeologisk kart i Figur 3-3 viser to store historiske skredkanter, hvor den sørligste skredkanten omfavner omtrent hele planområdet «Vekst». Dette indikerer at planområdet ligger i en skredgrop («såret» som står igjen i skredets løsneområde etter at skredmassene har glidd ut.), og det kan forventes at det ligger skredmasser på området. Når skredmasser av leire avsettes etter skred får leira en tettere og mer stabil kornstruktur, og dermed ikke ha de samme sprøbruddsegenskapene som den hadde før brudd. Skredmasser vil også rekonsolideres etter de er avsatt, som påvirker tolkningen av overkonsolideringsgraden på området.

NVEs database viser eksisterende erosjonssikring langs ca. 2 km av elvebredden på nordsiden av Gaula, på nedsiden av planområdet. Se utklipp fra NVEs database i Figur 3-6. Databasen viser også erosjonssikring i store utstrekninger også på sørsiden av Gaula, mot Egga. Det er ikke registrert andre terrengtiltak innenfor planområdet [27].



Figur 3-6: Oversiktskart som viser utført sikringsarbeid og tidligere skredhendelser med forklaring [27].

4 Myndighetskrav

4.1 Områdestabilitet

Dersom det er forekomst av løsmasser med sprøbruddegenskaper (kvikkleire/sprøbruddsmaterialer) i området, må NVEs veileder nr. 1/2019 (kvikkleireveilederen) følges for videre utredning [2]. Ettersom det ikke foreløpig foreligger konkrete planer for tiltak innenfor de vurderte planområdene, er den strengeste tiltakskategorien lagt til grunn for foreliggende vurderinger, tiltakskategori K4. I henhold til *tabell 3.2 Tiltakskategori med eksempler på type tiltak* i NVEs veileder nr. 1/2019 definert somtiltak som medfører større tilflytting/personopphold, samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner. Utklipp av denne tabellen er vist i Figur 4-1. For tiltakskategori K4 gjelder følgende krav til sikkerhet:

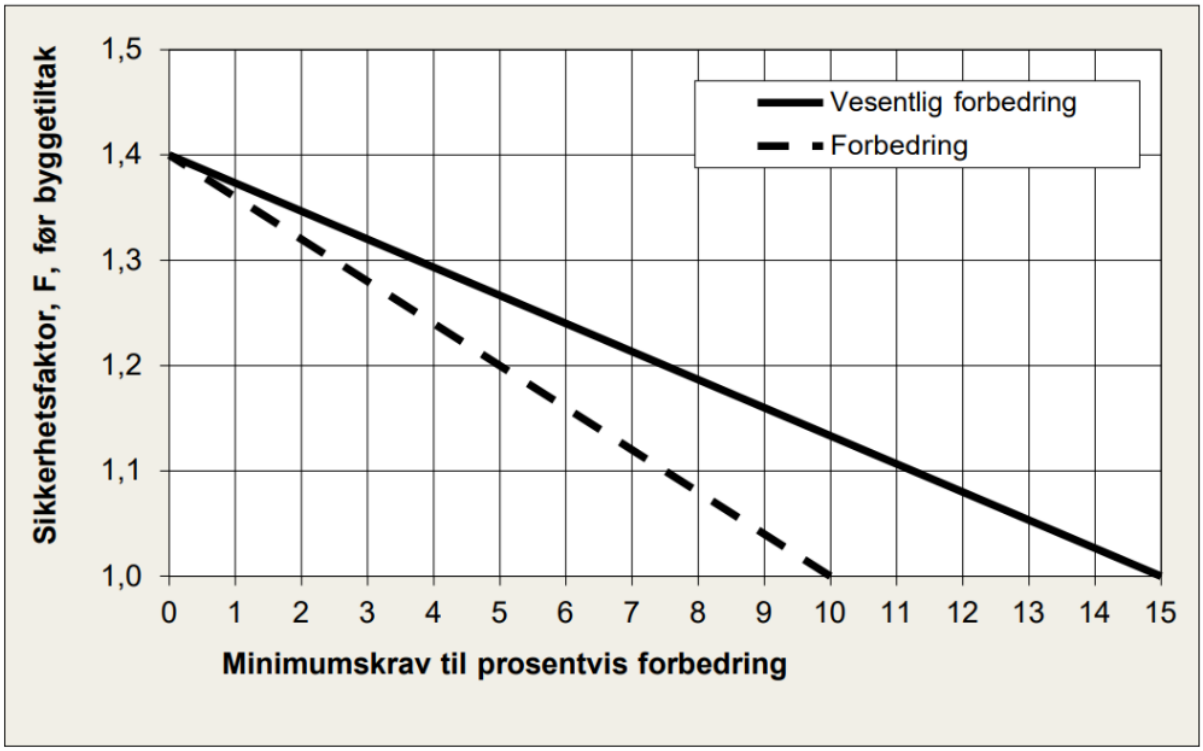
- Hvis tiltaket forverrer stabiliteten skal det kreves absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1{,}40*f_s$ og $F_{c\phi} \geq 1{,}25$, hvor f_s er sprøhetsforholdet som korrigerer for sprøbruddeffekt i de udrenerte beregningene.
- For tiltak som ikke forverrer stabiliteten er kravet til sikkerhet sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1{,}40*f_s$ og $F_{c\phi} \geq 1{,}25$. Ved lavere sikkerhet må F_{cu} og $F_{c\phi}$ økes prosentvis iht. tabell 3.3 og figur 3.3 i NVE veileder nr. 1/2019.

Tiltaks-kategori	Type tiltak
K0	**Små tiltak som medfører svært begrensede terrenginngrep. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer** Garasjer, naust, tilbygg/påbygg til eksisterende bebyggelse, frittstående uthus, redskapsbod, landbruk- og skogsveger
K1	**Tiltak av begrenset størrelse. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer** Mindre driftsbygninger i landbruket, lagerbygg av begrenset verdi, lokale VA-anlegg, private og kommunale veger, mindre parkeringsanlegg og trafikksikkerhetstiltak (G/S-veg, midtdeler)
K2	**Tiltak som kun innebærer terrengendring; utgraving, opp- og utfylling og masseflytting** Massedeponier, komposteringsanlegg, bakkeplanering/nydyrking, massetak, andre massefyllinger
K3	**Tiltak som medfører tilflytting av personer med inntil to boenheter, større byggverk med begrenset personopphold eller tiltak med stor verdi** Bolighus/fritidsbolig med inntil to boenheter, større driftsbygninger i landbruket, lagerbygg med større verdi, mindre nærings- og industribygg, mindre utendørs publikumsanlegg, større VA-anlegg
K4	**Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold, samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner** Bolighus/fritidsboliger med mer enn to boenheter, sykehjem, sykehus, skoler, barnehager, idrettshaller, utendørs publikumsanlegg og nærings- og industribygg

Figur 4-1: Utklipp fra tabell 3.2 i NVE veileder 1/2019 [2]. Beskrivelse for K4-tiltak markert med rødt.

Figur 4-2 viser krav til prosentvis forbedring av sikkerhetsfaktor, før byggetiltak. Prosentvis forbedring kan bare oppnås ved bruk av topografiske endringer og/eller ved bruk av lette masser.

Tiltakskategori	Lav faregrad	Middels faregrad	Høy faregrad
K3	Ikke forverring	Forbedring	
K4	Forbedring		Vesentlig forbedring



Figur 4-2: Utklipp av tabell 3.3 og figur 3.3 i NVE veileder nr. 1/2019 [2].

Angående utredning av områdestabilitet sier TEK17 §7-3 [28] følgende: «*Utredning av områdestabilitet innebærer å vurdere alle skråninger hvor et skred kan utløse og forplante seg inn i tiltaksområdet, samt områder hvor skredmasser ovenfra kan ramme tiltaket*». Med andre ord betyr det at følgende må verifiseres:

- Tiltak skal ikke utløse skred i kvikkleire.
- Tiltak skal ikke bli involvert i et kvikkleireskred som starter et annet sted, men som deretter suksessivt utvider seg.
- Tiltak skal ikke bli truffet av skredmasser fra et kvikkleireskred.

Iht. NVEs veileder nr. 1/2019 kreves det at foreliggende rapport kvalitetssikres av uavhengig foretak.

5 Stabilitetsberegninger

5.1 Vurdering av tidligere stabilitetsberegninger i kritiske profiler

I forbindelse med utbygging av ny E6 forbi Kvål har det blitt utført flere stabilitetsberegninger i og rundt planområdene ved flere anledninger. De tidligere vurderingene og kritiske snitt er presentert i de geotekniske vurderingsrapportene gitt i Tabell 2-1.

Det bemerkes at de fleste tidligere utførte stabilitetsberegninger er utført etter en tidligere versjon av NVEs retningslinjer, NVEs veileder nr. 7/2014, hvor designverdiene for kvikkleire/sprøbruddsmaterialer er redusert med 15% i stabilitetsberegningene [29]. I gjeldene regelverk, NVE veileder nr. 1/2019, er kravet til reduksjon av designverdier erstattet med at kravet til absolutt sikkerhet ved forverring av stabilitet settes til $F_{cu} \geq 1{,}40*f_s$ [2].

Det er derfor utført oppdaterte stabilitetsanalyser i tidligere beregningssnitt, til sammen 6 representative profiler.

For utfyllende detaljer rundt plassering og bakgrunn for valg av stabilitetsberegninger vises det til Vedlegg C Stabilitetsberegninger.

5.2 Resultater fra utførte stabilitetsberegninger og behov for stabiliserende tiltak

En oversikt over resultater fra utførte stabilitetsberegninger med krav til sikkerhet og oppnådd sikkerhetsfaktor etter stabiliserende terrengtiltak er presentert i Vedlegg C Stabilitetsberegninger.

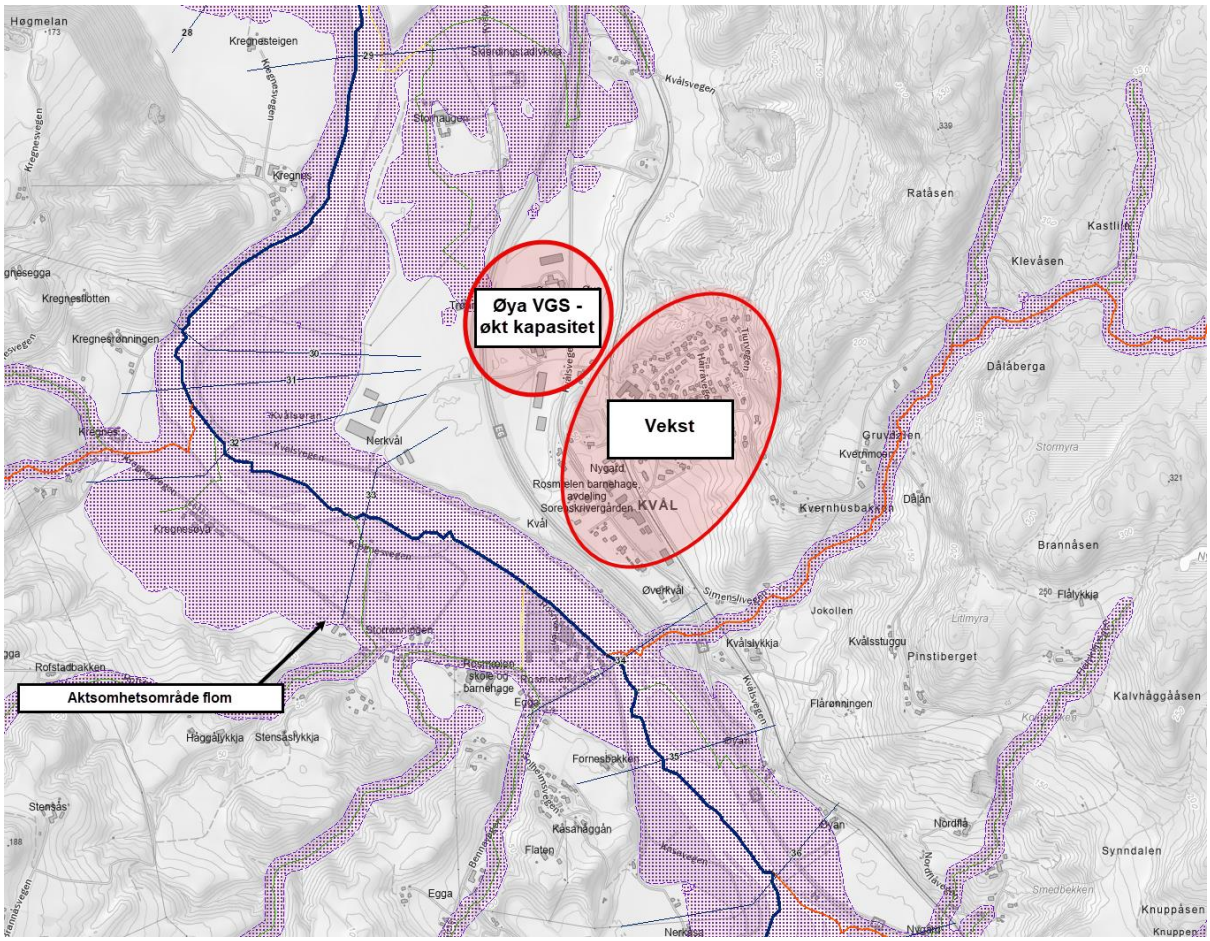
Resultater fra stabilitetsberegningene er vist i vedleggets Tabell 2 og vist på tegninger -RIG-TEG-800.1 tom-805.4.

Stabiliserende tiltak der det er behov er vist i stabilitetsberegningene og på tegning -RIG-TEG-003.

6 Geoteknisk vurdering av skredfare og områdestabilitet

6.1 Sikkerhet mot flom

Det er utført en innledende kontroll av fare- og aksomhetskart for øvrige naturfarer på området. *Figur 6-1* viser utklipp fra NVE Atlas med aktsomhetsområder for flom ved og rundt planområdene [27]. Utklippet viser at planområdet «Vekst» ligger utenfor aksomhetsområdet for flom, mens et lite område i «Øya VGS – økt kapasitet» kan bli berørt. For konkrete utbyggingstiltak må sikkerhet mot flom i dette område vurderes i neste planfase.

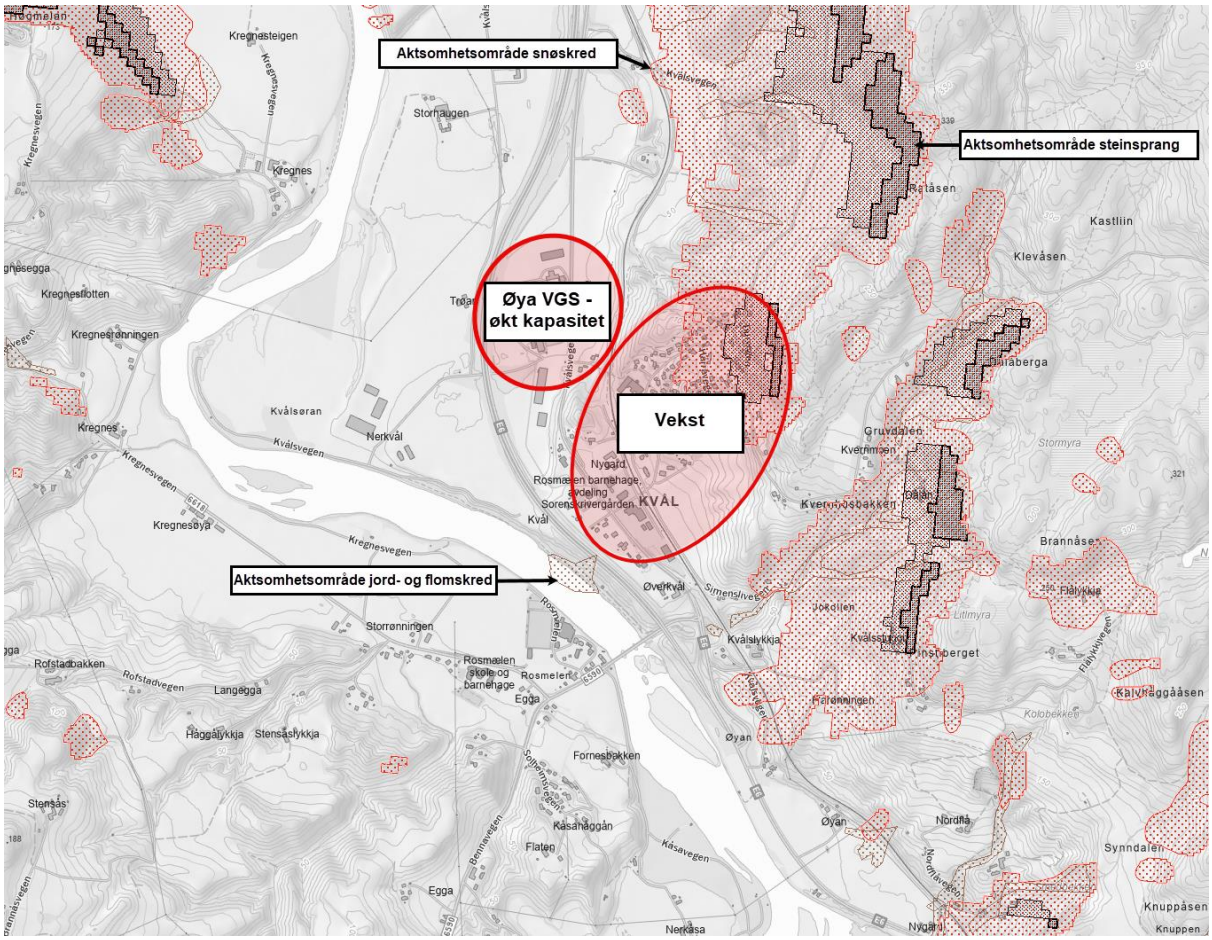


Figur 6-1: Utklipp fra NVEs database over aktsomhetsområde for flom rundt og ved planområdene [27].

6.2 Skred i bratt terreng

Det er utført en innledende kontroll av fare- og aksomhetskart for øvrige naturfare på området. Figur 6-2 viser utklipp fra NVE Atlas med aktsomhetsområder for skred i bratt terreng ved og rundt planområdene [27]. Utklippet viser at planområdet «Vekst» ligger innenfor aktsomhetsområdet for

både steinsprang og snøskred. En detaljert skredfarevurdering i bratt terreng er gitt i rapport nr. 10255107-RIGberg-NOT-001 [30].



Figur 6-2: Utklipp fra NVEs database over aksomhetsområde for skred i bratt terreng rundt og ved planområdene [27].

6.3 Sikkerhet mot kvikkleireskred og områdestabilitet

Tolkning av tidligere og supplerende geotekniske grunnundersøkelser indikerer et sammenhengende lag av sprøbruddsmaterialer/kvikkleire over omtrent hele planområdet «Vekst» og kan ikke utelukke forekomster mot «Øya VGS – økt kapasitet». Situasjonsplan -RIG-TEG-002 viser utstrekning av tolket forekomst av sprøbruddsmaterialer/kvikkleire basert på utførte grunnundersøkelser på området.

Resultater fra utført stabilitetsanalyse og tolket lagdeling gjennom beregningsprofilene i -RIG-TEG-002 viser at stabiliteten ved og rundt nye etablerte E6 er god. Videre østover fra E6 er det varierende mektighet med kvikkleire, stedvis stor mektighet. Det vurderes at skråningen gjennom Profil U-U og Profil T-T er mest kritisk mtp. områdestabiliteten. Topografien og mektigheten av kvikkleire tilsier at mulig skredmekanisme vil være retrogressivt skred. Beregnet stabilitet av dagens situasjon gjennom disse to beregningsprofilene viser at stabiliteten ikke tilfredsstiller krav til sikkerhet, dersom områdestabiliteten skal være ivaretatt ved framtidig utbygging.

Områdestabiliteten vurderes ivaretatt dersom foreslåtte geotekniske terrengtiltak utføres uavhengig av hvilke planområder som det blir vurdert framtidig utbygging på eller hvilke type tiltak som skal utføres. Geotekniske sikkerhetstiltak er skissert i -RIG-TEG-003, og begrunnet i kapittel 6.3.1.

Dagens stabilitet i enkelte skråninger er labil. Utløsende årsaker som kan skape problemer for områdestabilitet er enten menneskelig aktivitet og/eller erosjon. Erosjonsforhold er kartlagt til å være ok mtp. områdestabilitet ved dagens situasjon, og menneskelig aktivitet som kan påvirke områdestabiliteten vurderes i foreliggende rapport. Dersom framtidig menneskelig aktivitet utføres etter føringer fra denne vurderingen, vil dette også være ok mtp. stabiliteten.

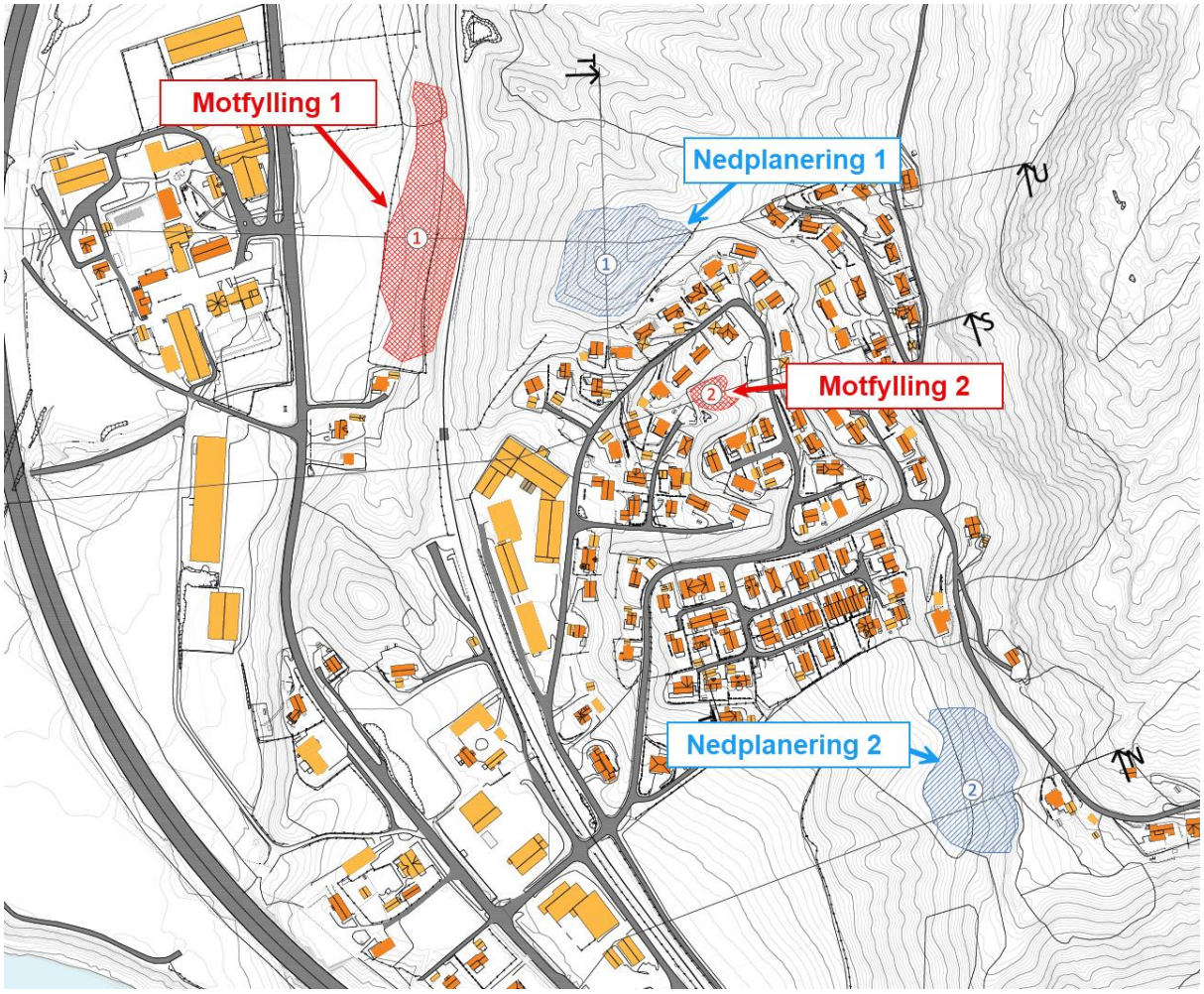
Det som også kan være av betydning for dagens situasjon er om det er vann på avveie, til eks. i perioder med veldig mye nedbør eller om en stikkrenne er tett, slik at vannet finner andre/nye veier og igjen kan medføre risiko for overflateutglidinger i bratte skråninger. Vedlikehold og sikring av eksisterende overvannssystem vil derfor være viktig.

Det gjøres oppmerksom på at alle prognoser for fremtiden viser mer ekstremvær og mer nedbør. Det er derfor viktig framover å ha gode prosedyrer for vedlikehold på vannhåndteringssystemer på områdene, for å overvåke potensiell erosjon som kan svekke områdestabiliteten.

6.3.1 Sammenstilling og forslag på tiltak for utbyggingsområdene

Basert på resultater fra stabilitetsberegninger av dagens situasjon og krav til sikkerhet iht. kvikkleireveilederen NVE nr. 1/2019 vurderes det at utbygging for tiltak i tiltakskategori K3 og K4 på planområdene kan utføres forutsatt at alle skråninger innenfor den registrerte kvikkleiresonen tilfredsstiller krav til robusthet. Tiltak innenfor tiltakskategori K0-K2 utløser ikke krav til robusthet for alle skråninger innenfor den registrerte kvikkleiresonen, gitt at tiltakenes influensområder ikke påvirker de kritiske skråningene, se Figur 2 i vedlegg C.

Beregninger og vurderinger av kritisk snitt (Profil U-U og Profil T-T) viser at den store skråningen øst for planområdet «Øya VGS – økt kapasitet» og nordvest for planområdet «Vekst» per dags dato ikke tilfredsstiller krav til robusthet, og at all utbygging i tiltakskategori K3 og K4 på begge planområdene krever at stabiliserende terrengtiltak («motfylling 1» og «nedplanering 1») blir utført først. Utklipp fra -RIG-TEG-003 med foreslåtte geotekniske terrengtiltak er vist i Figur 6-3 og nærmere forklart i Tabell 6-1. Skisserte terrengtiltak med forslag på arealutstrekning og mengder er kun innledende estimerte mengder og dersom tiltakene planlegges utført må terrengtiltakene prosjekteres og beskrives mer detalj.



Figur 6-3: Utklipp fra -RIG-TEG-003 som viser foreslåtte geotekniske terrengtiltak.

Tabell 6-1: Foreslåtte geotekniske terrengtiltak - beskrivelse, begrunnelse og mengder

Terrengtiltak	Beskrivelse og begrunnelse	Mengde*- *og kostnadsestimat***
Motfylling 1	For å sikre tilstrekkelig sikkerhet (robusthet) i skråningen gjennom Profil U-U (se RIG-TEG-002) mtp. områdestabilitet og for å tillate utbygging på planområdene, må det etableres en motfylling i foten av skråningen Motfylling er skissert fra vestsiden av jernbanen og mot Øya VGS. Omfanget av motfylling 1 er avhengig av nedplanering 1. En større nedplanering av toppen på skråningen vil gi mindre behov for motfylling og motsatt.	ca. gjennomsnittlig fyllingshøyde = *5* m ca. areal for fylling = 10 220 m^2 grovt estimerte mengder til motfylling = *51 100* m^3 *grovt øvre og nedre kostnadsestimat = 10 220 000 kr – 20 440 000 kr*
Nedplanering 1	For å sikre tilstrekkelig sikkerhet (robusthet) i skråningen gjennom Profil U-U (se RIG-TEG-002) mtp. områdestabilitet og for å tillate utbygging på planområdene, må topp skråning nedplaneres. Omfanget av nedplanering 1 er avhengig av omfang motfylling 1. En større motfylling i foten av skråning reduserer nødvendig omfang for nedplanering.	ca. gjennomsnittlig nedplanert høyde = 3 m ca. areal for nedplanering = 7060 m^2 grovt estimerte mengder til nedplanering = 21 180 m^3 *grovt øvre og nedre kostnadsestimat = 4 236 000 kr – 8 472 000 kr*

Terrengtiltak	Beskrivelse og begrunnelse	Mengde*- *og kostnadsestimat***
Motfylling 2	For å sikre tilstrekkelig sikkerhet for utbygging av områder i øvre deler av Profil S-S (se RIG-TEG-002) er det vurdert nødvendig å etablere en motfylling i et ubebygdd terrengsøkk mellom Hårråvegen og Leirbakken. Utført motfylling vil øke sikkerheten i overliggende terreng nok til å tillate utbyggelse slik som beskrevet i Figur 6-4 og Tabell 6-2.	ca. gjennomsnittlig fyllingshøyde = 1,7 m ca. areal for fylling = 740 m^2 grovt estimerte mengder til motfylling = 1258 m^3 *grovt øvre og nedre kostnadsestimat = 251 600 kr – 503 200 kr*
Nedplanering 2	For å sikre tilstrekkelig sikkerhet til å tillate utbyggelse av områder i både øvre og nedre deler av Profil N-N (se RIG-TEG-002) er det vurdert nødvendig med en nedplanering i overkant av området med dyrket mark rett sørvest for krysset mellom Simenslivegen og Vassfjellvegen. Utført nedplanering vil øke sikkerheten tilstrekkelig til å tillate utbyggelse beskrevet i Figur 6-4 og Tabell 6-2.	ca. gjennomsnittlig nedplanert høyde = 1,4 m ca. areal for nedplanering = 7600 m^2 grovt estimerte mengder til nedplanering = 10 640 m^3 *grovt øvre og nedre kostnadsestimat = 2 128 000 kr - 4 256 000 kr*
Erosjonssikring bekkedal	Under befaring av bekkedalen sørøst for planområdet «Vekst» ble det observert noe erosjon langs bekken. Det er ikke tidligere påtruffet kvikkleire i området, og observasjoner tyder på at det er små overflateutglidninger i friksjonsmasser. Det er også observert stort parti berg i dagen mellom planområdet og bekken, og gjennom store deler av bekkedalen går bekken over berg. På bakgrunn av dette og observasjoner fra befaring vurderes det at erosjon fra bekkedalen ikke vil kunne utløse større områdeskred som kan påvirke planområdene. Det vises til Vedlegg D for nærmere beskrivelse av befaringsobservasjonene.	-

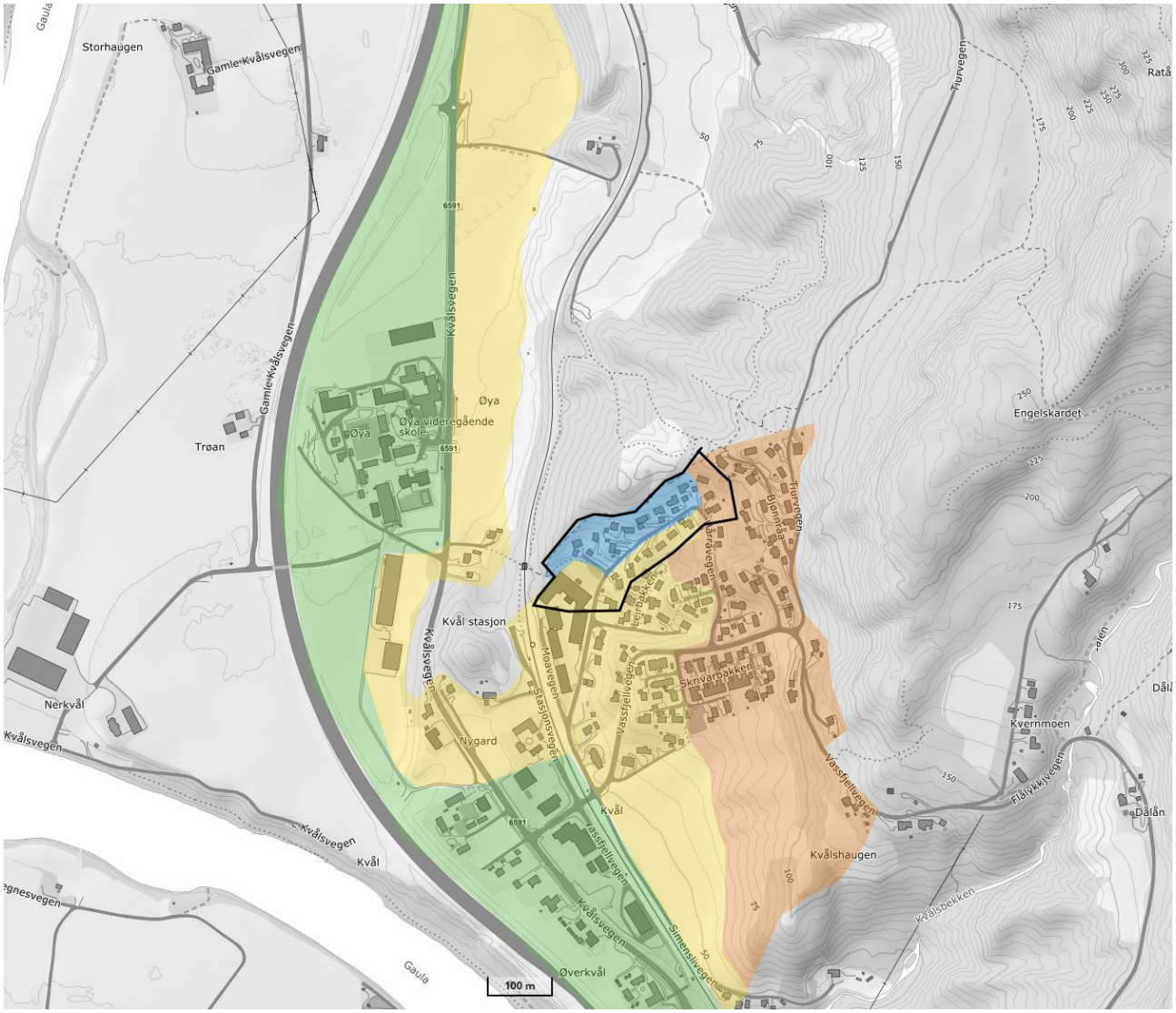
* Skisserte arealer og estimerte mengder for geotekniske terrengtiltak er grovt estimert og basert på stabilitetsberegninger i foreliggende rapport.

*** Øvre og nedre grense er et grovt estimat fra Norsk Prisbok, hvor det øvre estimatet innebærer bruk av tilført sprengstein.*

Et grovt kostnadsestimat for totale foreslåtte terrengtiltak er estimert til å være i størrelsesorden 17 000 000 kr – 34 000 000 kr, avhengig av utnyttelsen av lokale masser fra nedplanering til etablering av motfylling eller transport av andre typer masser, slik som sprengstein. Det er mengdene i de nødvendige terrengtiltakene motfylling 1 og nedplanering 1 som veier tyngst i disse estimatene.

For terrengtiltakene i Figur 6-3 og Tabell 6-1 er det utarbeidet en skisse som viser områder for mulig utbygging og tilhørende krav for utbygging, vist i Figur 6-4. Tilhørende forklaringer, føringer og begrensinger for utbyggelsesområdene er oppsummert i Tabell 6-2. Det understrekes at linjer mellom de ulike fargekodene ikke må ansees som absolutte avgrensninger, men kun omtrentlig trukket. Figuren er utarbeidet kun for å illustrativt vise hva som må utføres av nødvendig terrengtiltak og hvilke krav som må oppfylles i de ulike områdene. For fremtidige reguleringsplaner i områdene må det likevel utføres en geoteknisk vurdering av områdestabilitet for hvert enkelt utbyggingstiltak og grensene kan bli justert avhengig av hvordan det nye tiltaket er tenkt utbygd.

Skissen og fargekodene er uavhengig av om det skal utføres tiltak på et og/eller begge planområdene. For tiltak i tiltakskategori K3 og K4 og for enkelte områder med K0-K2 tiltak er skissen ikke gyldig dersom nedplanering 1 og motfylling 1 ikke blir utført, se Tabell 6-2.



Figur 6-4: Skisse over mulige utbyggingsområder. For fargeforklaring se Tabell 6-2. Skissen er kun til illustrasjon for å gi noen generelle føringer for utbygging i disse områdene og på ingen måte absolutte avgrensinger.

Tiltak i tiltakskategori K0-K2 kan utføres uten at det stilles krav til de omfattende terrengtiltakene «nedplanering 1» og «motfylling 2», med unntak av enkelte områder. Det vises til forklaring i Tabell 6-2. Ellers gjelder alle de samme kravene satt for fargeområdene, også for K0-K2 tiltak.

Tabell 6-2: Oppsummering av krav for utbyggingsområdene.

Utbyggingsområde (fargekode)	Mulige tiltak med gitte føringer og begrensninger
Grønt område	Gitt at foreslåtte geotekniske terrengtiltak utføres, er det vurdert at ved grønt område kan følgende tillates: - Utbygging av tiltak i alle tiltakskategorier iht. NVE 1/2019. - Stabilitetsbergninger viser at det kan tillates tilleggsbelastninger og utgraving i forbindelse med utførelse av tiltak. Avhengig av tiltakskategori for tiltak må det utføres spesifikke geotekniske vurderinger av gjennomførbarhet og lokalstabilitet for utbygging og utgraving.

Utbyggingsområde (fargekode)	Mulige tiltak med gitte føringer og begrensninger
Gult område	Gitt at gitte geotekniske terrengtiltak utføres, er det vurdert at ved gult område kan følgende tillates: - Utbygging av tiltak i alle tiltakskategorier iht. NVE 1/2019 gitt at tiltaket ikke forverrer stabiliteten. Da kan tiltak tillates utført med tilleggsbelastninger på terrenget, men det skal legges føringer og begrensinger på utgraving for å hindre forverring av stabilitet i nærheten av fot skråning. - Gult område ligger fra foten og bort fra skråninger på området, og skråninger anses å ligge utenfor influensområdet til tiltakene. Avhengig av tiltakskategori for tiltak må det utføres spesifikke geotekniske vurderinger av gjennomførbarhet for utbygging og utgraving.
Oransje område	Gitt at gitte geotekniske terrengtiltak utføres, er det vurdert at ved oransje område kan følgende tillates: - Utbygging av tiltak som ikke krever absolutt sikkerhetsfaktor iht. NVE 1/2019 kan tillates, gitt at tiltak ikke forverrer stabiliteten. Dvs. at det ikke tillates tilleggsbelastninger på terrenget og alle tiltak må bygges kompensert. Graving kan tillates dersom det utføres spesifikke geotekniske vurderinger for tiltaket. For å tillatte tiltak som krever absolutt sikkerhetsfaktor (typisk K3- og K4-tiltak) må det utføres betydelige større stabiliserende terrengtiltak enn foreslått i Figur 6-3.
Blått område	Gitt at gitte geotekniske terrengtiltak utføres, er det vurdert at ved blått område kan følgende tillates: - Utbygging av tiltak som ikke krever absolutt sikkerhetsfaktor iht. NVE 1/2019 kan tillates, gitt at tiltak ikke forverrer stabiliteten. - Alle tiltak innenfor blått området påvirker direkte skråningen nord for området. Tilleggsbelastninger kan tillates, men all utgraving skal unngås uten spesielle vurderinger og/eller løsninger. *For å tillatte tiltak som krever absolutt sikkerhetsfaktor (typisk K3- og K4-tiltak) må det utføres betydelige større stabiliserende terrengtiltak enn foreslått i Figur 6-3.*
Område markert ved svart linje	Tiltak i alle tiltakskategorier, K0-K4, innenfor området markert med svart linje vil ha et influensområde som påvirker skråningen med naturlig lav stabilitet. Dvs. også utførelse av K0-K2 tiltak her vil utløse krav om terrengtiltakene «nedplanering 1» og «motfylling 1» utføres. For forklaring av influensområdet til tiltaket, se kap. 6.3.1.
Ingen farge	For områder uten farge er utbyggingsmuligheter ikke vurdert da de ikke inngår i aktuelle planområder.

6.3.2 Videre arbeider

Foreliggende rapport er tilpasset kommunedelplan- og områdeplannivå. Enhver utbygging i de mulige utbyggingsområdene må ivareta kravet til sikkerhet iht. NVEs retningslinjer og det kan bli behov for vurdering av skredfare og områdestabilitet for hver enkelt detaljreguleringsplan i tiltaksområdet, avhengig av tenkt utbygging.

Det må påregnes behov for supplerende grunnundersøkelser i forbindelse med de spesifikke detaljreguleringsplanene når de foreligger. Forekomst av sprøbruddsmaterialer/kvikkleire ved planområdet «Øya VGS – økt kapasitet» er konservativt tolket basert på to sonderinger på vestsiden av området. For å kunne avgrense utstrekningen av sprøbruddsmaterialer/kvikkleire bør det utføres flere geotekniske grunnundersøkelser inne på området.

Det er ikke utført en ny klassifisering av selve kvikkleiersonen i denne vurderingen, da foreliggende vurdering er på kommuneplannivå. Ved en eventuell reguleringsplan for et nytt utbyggingstiltak vil det bli behov for en ny klassifisering av kvikkleiresonen avhengig av det enkelte reguleringsplanstiltaket.

De beskrevne terrengtiltakene i foreliggende rapport må prosjekteres.

Dersom beskrevne terrengtiltak utføres, kan det vurderes å kartlegge muligheten for å bruke utgravde masser fra nedplaneringsområdene til å etablere beskrevne motfyllinger. Det må i så fall vurderes nærmere om utgravde masser er egnet til slik bruk. Gjenbruk av stedlige masser kan redusere klimautslipp fra transport.

Det anbefales at installerte poretrykksmålere ivaretas og avleses regelmessig for å benytte dataene som grunnlag i videre vurdering og detaljering.

7 Konklusjon

Basert på tidligere og nye geotekniske grunnundersøkelser er det vurdert et sammenhengende lag kvikkleire over hele planområdet «Vekst» og sonderinger indikerer også forekomster på området «Øya VGS – økt kapasitet». Området er preget av flere høye og bratte skråninger, med høy mektighet kvikkleire. Utførte stabilitetsberegninger viser at de mest kritiske skråningene står med anstrengt stabilitet, og for å ivareta områdestabiliteten ved fremtidig utvikling og utbygging må det utføres terrengtiltak.

Foreslåtte terrengtiltak innebærer motfylling ved foten kritisk skråning og nedplanering av topp skråning.

Det kan vurderes videre utbygging av områdene forutsatt at beskrevne terreng- og stabilitetstiltak i Tabell 6-1 og illustrert i utklipp fra -RIG-TEG-003 i Figur 6-3 utføres. Føringer og begrensinger for utbygging er gitt i Figur 6-4 og Tabell 6-2.

8 Sluttkommentarer

Utbygging i områder med kvikkleire skal utføres på en slik måte at stabilitetsforholdene etter utbyggingen ikke forverres, men fortrinnsvis forbedres i forhold til dagens situasjon. Dette prinsippet gjelder også for anleggsperioden.

For å ivareta stabiliteten er det beskrevet tiltak som nedslaking og nedplanering av terrengrygger, samt utlegging av motfylling. Som hovedregel skal stabiliseringstiltakene utføres før arbeider med selve utbyggingstiltakene starter opp. *I en eventuell planlegging for utførelse av foreslåtte tiltak bør det gjøres en vurdering hvorvidt de lokale massene som blir gravet bort kan gjenbrukes som motfylling. Utnyttelsen av et slikt gjenbruk dikterer mye av den totale estimerte kostnaden.*

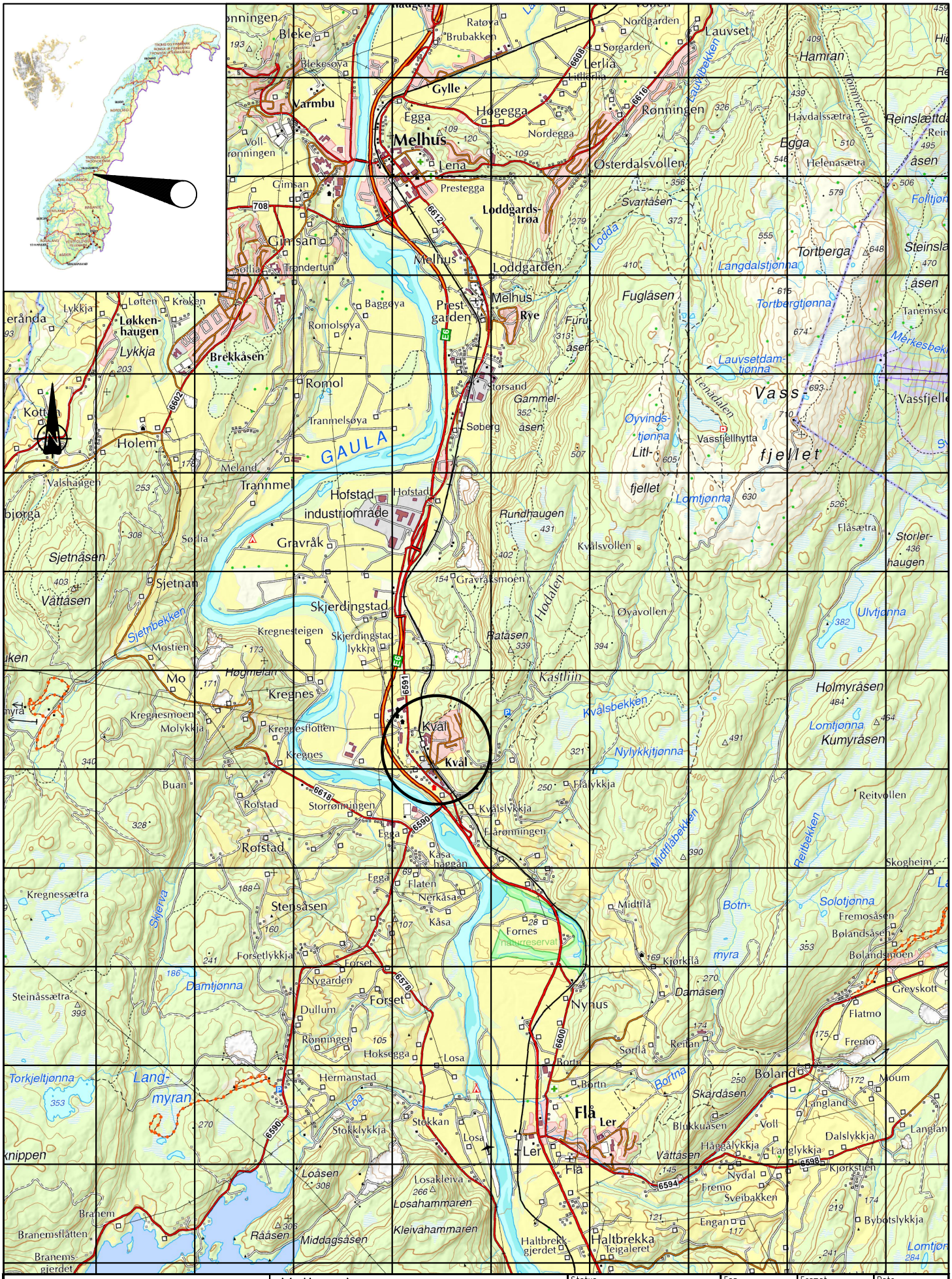
Alle stabilitetskritiske grunnarbeider må følges opp nøye med jevnlig kontroll og registreringer for å påse at forutsetninger i prosjekteringa blir fulgt.

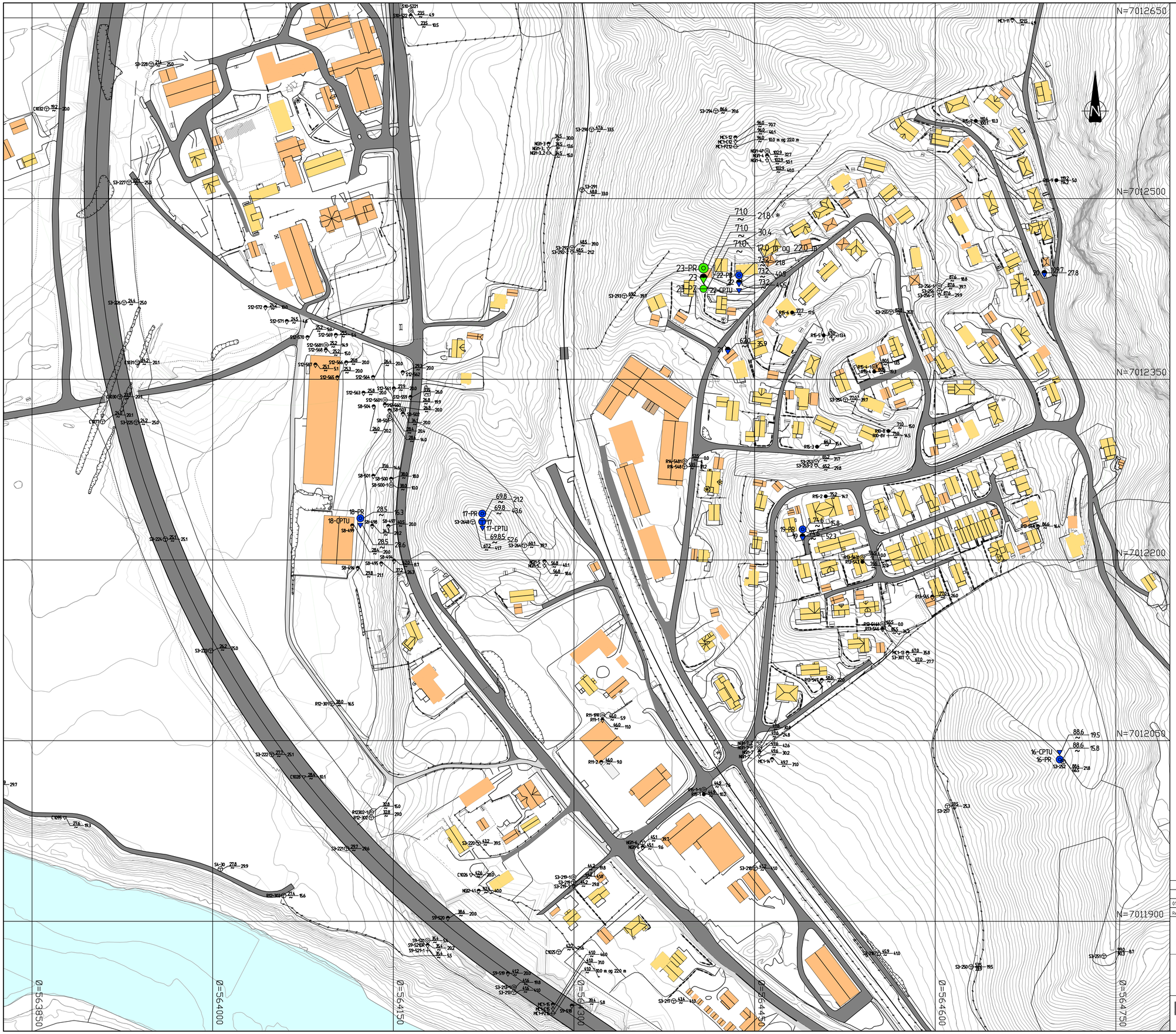
Dersom det er vann på avveie, til eks. i perioder med veldig mye nedbør eller om en stikkrenne er tett, kan vann finne andre/nye veier og kan igjen medføre risiko for overflateutglidinger i bratte skråninger. Vedlikehold og sikring av eksisterende overvannssystem vil derfor være viktig.

Det foresettes at vurderinger i foreliggende rapport tas med i videre planarbeid.

9 Referanser

[1] NVE, «Flaum- og skredfare i arealplanar - retningslinjer nr. 2-2011,» 2014.
[2] NVE, «NVE kvikkleireveileder nr. 1/2019 "Sikkerhet mot kvikkleireskred",» 2019.
[3] NVE, «Veileder for utredning mot skred i bratt terreng,» 2020.
[4] Kartverket, «Norgeskart,» 2024.
[5] Multiconsult Norge AS, «10255107-RIG-NOT_rev001 Områdestabilitet Kvål - Notat kunnskapsgrunnlag,» 2024.
[6] Multiconsult Norge AS, 10255107-RIG-RAP-001 Områdestabilitet Kvål - Datarapport Geotekniske grunnundersøkelser, 2024.
[7] Multiconsult Norge AS, «411760-1 Kvikkleirekartlegging Melhus - Geoteknisk datarapport,» 2006.
[8] NGI, «20101052-003-R E6 Håggåtunnelen - Skjæringstad,» 2011.
[9] NGI, 81075-2 Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred, 1990.
[10] Statens Vegvesen, 2013067522-005 Datarapport E6 Kvål, 2014.
[11] Statens Vegvesen, Ud587A E6 Utglidning ved Kvål - kart og profiler, 1989.
[12] Statens Vegvesen, «Ud588An-01 E6 Ny trasee forbi Kvål. Orienterende geotekniske undersøkelser,» 1989.
[13] Statens Vegvesen, «Ud588Br01 Ny E6 ved Kvål, gårdsveg til Øya landbrukssenter,» 1992.
[14] COWI AS, «A114548 RAP-RIG-001-V4 E6 Kvål-Melhus Geoteknisk datarapport,» 2020.
[15] Kummeneje, o.3398.01 Servicestasjon Kvål, 1980.
[16] Kummeneje (Rambøll), «o.6613.01 Vassfjellvegen boligfelt, Kvål,» 1987.
[17] GeoNorway, «22059-RIG-02 Kvål, områdestabilitet - geoteknisk rapport,» 2024.
[18] NGI, «20101052-00-4-R E6 Håggåtunnelen - Skjæringstad Vurdering av skråningsstabilitet ved kvikkleiresonene Kvål og Forset,» 2012.
[19] Statens Vegvesen, «2013067522-006 E6 Kvål Geoteknisk vurderingsrapport - Stabilitetsberegninger og geoteknisk vurdering for E6 Kvål, profil 19500-21700,» 2014.
[20] Statens Vegvesen, «2013067522-009 E6 Kvål Geoteknisk prosjekteringsrapport revisjon 03,» 2015.
[21] Sweco, «1514001-RIG-01 E6 Kvål - stabilitet mot Gaula og fv. 695,» 2015.
[22] Norconsult, «2020013_NVE50E6K-GTK-RAP-0008,» 2023.
[23] NVE, «Ekstern rapport nr. 9/2020 Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred,» 2020.
[24] Google, «Google maps,» 2024. [Internett].
[25] Kartverket, «Høydedata.no,» 2024.
[26] NGU, «Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase,» 2024.
[27] NVE, «NVE Atlas - faresonekart,» 2024.
[28] Direktoratet for byggkvalitet, Byggteknisk forskrift (TEK17) med veiledning, 2024.
[29] NVE, «NVE veileder nr. 7/2014 Sikkerhet mot kvikkleireskred,» 2014.
[30] Multiconsult Norge AS, «10255107-RIGberg-NOT-001 Ingeniørgeologisk skredfarevurdering Kvål,» 2024.
[31] Multiconsult Norge AS, «10255107-RIG-RAP-001,» 2024.
[32] Kummeneje, «O.2137-1 Reguleringsplan Kvål,» 1975.
[33] Kummeneje (Rambøll), «o.2137-2 Reguleringsplan Kvål,» 1975.
[34] Statens Vegvesen , «UD587A E6 Utglidning ved Kvål - kart og profiler,» 1989.
[35] Multiconsult Norge AS, 411760-1 Kvikkleirekartlegging Melhus - Geoteknisk datarapport, 2006.


Melhus
Melhus kommune
Kvål
GAULA
Hofstad industriområde
Skjerdingstad
Kregnes
Rye
Flå
Ler
Nynus
Forset
Rofstad
Stensåsen
Fornes naturreservat
Lerrånda
Holem
Trannmel
Romol
Gravråk
Sjetnan
Sjetnåsen
Våttåsen
Lykkja
Brekkåsen
Løkkenhaugen
Melhus
Prestegarden
Loddgarden
Loddgardstrøa
Lena
Gylle
Varmbu
Egga
Høgegga
Nordegga
Rønningen
Østerdalsvollen
Lauvset
Hamran
Havdalssætra
Helenasætra
Fuglåsen
Tortberga
Vass
Vassfjellet
Vassfjellhytta
Litl-fjellet
Lomtjønna
Langdalstjønna
Tortbergtjønna
Lauvsetdamtjønna
Øyvindstjønna
Svartåsen
Rundhaugen
Kvålsvollen
Gravråksmoen
Øyavollen
Ratåsen
Kastliin
Kvålsbekken
Nylykkjtjønna
Holmyråsen
Kumyråsen
Ulvtjønna
Reitvollen
Skogheim
Solotjønna
Fremosåsen
Bølandsåsen
Bølandsmoen
Damtjønna
Damåsen
Kjørklå
Sørflå
Reitan
Flatmo
Fremo
Greyskott
Bølandsåsen
Skardåsen
Blukkuåsen
Langland
Dalslykkja
Langlykkja
Håggålykkja
Nydal
Kjørksten
Sveibakken
Engan
Bybøtslykkja
Haltbrekka
Teigaleret
Haltbrekkgjerdet
Losahammaren
Kleivahammaren
Middagsåsen
Rånesen
Loåsen
Losakleiva
Stokkyllykkja
Stokkan
Losa
Hermanstad
Torkjeltjønna
Langmyran
Steinåssætra
Kregnessætra
Kregnesmoen
Molykkja
Kregnesflotten
Mo
Mostien
Sjetnbekken
Sjetnåsen
Våtåsen
Valshaugen
Kotten
Meland
Tranmelsøya
Romolsøya
Baggøya
Gimsan
Trøndertun
Prestegga
Loddgarden
Melhus
Storsand
Gammelåsen
Furuåsen
Søberg
Sørlia
Rønningen
Nordgarden
Sørgarden
Lerlia
Ratøva
Brubakken
Bleke
Blekesøya
Voll-rønningen
Lykkja
Løften
Kroken
Lerånda
Kvålslykkja
Storrømmingen
Egga
Kåsa
Kåsahaggan
Flaten
Nerkåsa
Kåsa
Forsetlykkja
Nygarden
Dullum
Rønningen
Hoksegga
Losa
Bortn
Midtflå
Kjørklå
Flaåykkja
Midtflåbekken
Reitbekken
Botnmyra
Bortna
Lomtjønna
Ulvtjønna
Mørkesbekken
Lauvsetbekken
Lodda
Loa
Skjerva
Sjetnbekken
Hodalen
Lenadalen
Tommerdalen
Reinslættdalen
Folltjønna
Steinslåsen
Tanemsvollen
Vassfjellet
Storlerhaugen
Flåsætra
Kvålsbekken
Nylykkjtjønna
Rundhaugen
Gravråksmoen
Kvålsvollen
Øyavollen
Ratåsen
Kastliin
Midtflåbekken
Reitbekken
Botnmyra
Bortna
Loa
Skjerva
Damtjønna
Torkjeltjønna
Langmyran
Steinåssætra
Kregnessætra
Kregnesmoen
Molykkja
Kregnesflotten
Mo
Mostien
Sjetnbekken
Sjetnåsen
Våtåsen
Valshaugen
Kotten
Meland
Tranmelsøya
Romolsøya
Baggøya
Gimsan
Trøndertun
Prestegga
Loddgarden
Melhus
Storsand
Gammelåsen
Furuåsen
Søberg
Sørlia
Rønningen
Nordgarden
Sørgarden
Lerlia
Ratøva
Brubakken
Bleke
Blekesøya
Voll-rønningen
Lykkja
Løften
Kroken
Lerånda
Kvålslykkja
Storrømmingen
Egga
Kåsa
Kåsahaggan
Flaten
Nerkåsa
Kåsa
Forsetlykkja
Nygarden
Dullum
Rønningen
Hoksegga
Losa
Bortn
Midtflå
Kjørklå
Flaåykkja
Midtflåbekken
Reitbekken
Botnmyra
Bortna
Lomtjønna
Ulvtjønna
Mørkesbekken
Lauvsetbekken
Lodda
Loa
Skjerva
Sjetnbekken
Hodalen
Lenadalen
Tommerdalen
Reinslættdalen
Folltjønna
Steinslåsen
Tanemsvollen
Vassfjellet
Storlerhaugen
Flåsætra
Kvålsbekken
Nylykkjtjønna
Rundhaugen
Gravråksmoen
Kvålsvollen
Øyavollen
Ratåsen
Kastliin
Holmyråsen
Kumyråsen
Ulvtjønna
Reitvollen
Skogheim
Solotjønna
Fremosåsen
Bølandsåsen
Bølandsmoen
Damtjønna
Damåsen
Kjørklå
Sørflå
Reitan
Flatmo
Fremo
Greyskott
Bølandsåsen
Skardåsen
Blukkuåsen
Langland
Dalslykkja
Langlykkja
Håggålykkja
Nydal
Kjørksten
Sveibakken
Engan
Bybøtslykkja
Haltbrekka
Teigaleret
Haltbrekkgjerdet
Losahammaren
Kleivahammaren
Middagsåsen
Rånesen
Loåsen
Losakleiva
Stokkyllykkja
Stokkan
Losa
Hermanstad



TEGNFORKLARING:

- DREIESONDERING
- ENKEL SONDERING
- RAMSONDERING
- TRYKKSONDERING
- TOTALSONDERING
- PRØVESERIE
- PRØVEGROP
- DREIETRYKKSONDERING
- SKRUPLATEFORSØK
- VINGEBORING
- PORETRYKKMÅLING
- KJERNEBORING
- FJELLKONTROLLBORING
- BERG I DAGEN

KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA SOSI
KOORDINATSYSTEM: EUREF89, UTM sone 32V
HØYDEREFERANSE: NN2000

EKSEMPEL

BP 1 — 4.3 0 / 28.2 — 14.8 + 2.4 — BORET DYBDE + BORET I BERG

TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE

ANTATT BERGKOTE

BORINGER:

Innledende boringer fra rapport 10255107-RIG-RAP-001_rev00 er markert i blått

Supplerende boringer fra rapport 10255107-RIG-RAP-001_rev01 er markert i grønn

TIDLIGERE BORINGER:

Noen tidligere boringer er opptegnet fra scannet kopi og kan ha noe avvik.

Tidligere boringer er angitt med indekser foran borhullsnr:

Tidligere boringer med indeks er omtalt i Tabell 3-1, rapport 10255107-RIG-RAP-001_rev00 Datarapport – Geotekniske grunnundersøkelser

Innledende feltundersøkelser: BP. 16 t.o.m. BP. 22

Supplerende feltundersøkelser: BP. 23

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
01	Supplerende feltundersøkelser, BP. 23	2024-07-03	JKM	STES	ANKS

Melhus kommune

Områdestabilitet Kvål

Borplan

Fag: RIG | Format: A1

Dato: 2024-05-08

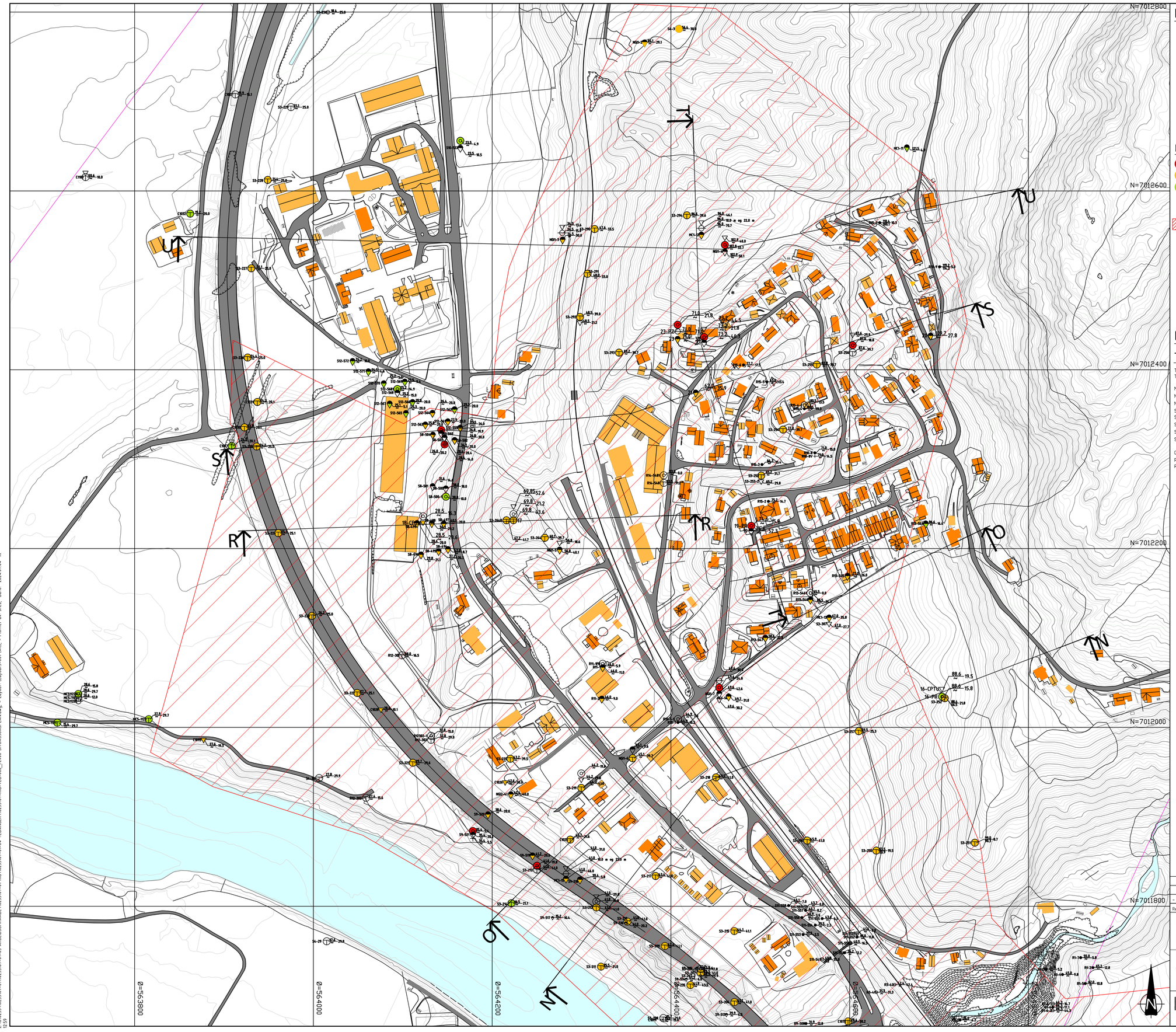
Målestokk: 1:1500

Multiconsult
www.multiconsult.no

Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
-	JKM	STES	ANKS

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
10255107	RIG-TEG-001	01

Z:\N10255\10255107-AVV\10255107-01-03 ARBEIDSOMRAADE\10255107-01 RIG\10255107-01-04 TEGNINGER\10255107-RIG-TEG-001_rev01 BORPLAN.dwg, - Layout: 1001(A1)), - Plottet av jkm, Dato: 2024.07.04 kl 7:31



FORKLARING

TEGNFORKLARING:

- DREIESONDERING
- ENKEL SONDERING
- RAMSONDERING
- TRYKKSONDERING
- TOTALSONDERING
- PRØVESERIE
- PRØVEGROP
- DREIETRYKKSONDERING
- SKRUPLATEFORSØK
- VINGEBORING
- PORETRYKKMÅLING
- KJERNEBORING
- FJELLKONTROLLBORING
- BERG I DAGEN

KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA XXX
KOORDINATSYSTEM: EUREF89, sone XX
HØYDEREFERANSE: NN1954/NN2000/SJØKARTNULL

EKSEMPEL: BP 1 — 43.0 / 28.2 — 14.8 + 2.4 — BORET DYBDE + BORET I BERG
TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE
ANTATT BERGKOTE

KLASSIFISERING AV BORPUNKT:

- PÅVIST KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
- MULIG KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE
- IKKE PÅVIST KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDMATERIALE

TOLKET UTSTREKNING MED KVIKKLEIRE/SPRØBRUDDSMATERIALER

HENVISNINGER

TIDLIGERE BORINGER:

Tidligere boringer er oppfegnet fra scannet kopi og kan ha noe avvik.
Tidligere boringer er angitt med indekser foran borhullsnr:

MC1-X	BORINGER FRA MULTICONSULT RAPPORT NR. 411760-1 (2006)-KVIKKLEIREKARTLEGGING MELHUS GEOTEKNISK DATARAPPORT
NGI1-X	BORINGER FRA NGI RAPPORT NR. 20101052-00-3-R (2011)-E6 HÅGGATUNNELEN-SKJÆRINGSTAD
NGI2-X	BORINGER FRA NGI RAPPORT NR. 81075-2 (1990)-KARTLEGGING AV OMRÅDER MED POTENSIELL FARE FOR KVIKKLEIRESKRED
S3-X	BORINGER FRA STATENS VEGVESEN RAPPORT NR. 2013067522-005 (2014)-DATARAPPORT E6 KVÅL
S4-X	BORINGER FRA STATENS VEGVESEN RAPPORT NR. 2009067606-006 (2015)-E6 LUNDAMO-SKJERDINGSTAD
S8-X	BORINGER FRA STATENS VEGVESEN RAPPORT NR. UD587A (1989)-E6 UTGLIDNING VED KVÅL
S9-X	BORINGER FRA STATENS VEGVESEN RAPPORT NR. UD588An01 (1989)-E6 NY TRASE FORBI KVÅL
S12-X	BORINGER FRA STATENS VEGVESEN RAPPORT NR. UD588An01 (1992)-NY E6 VED KVÅL, GÅRDSVEG TIL ØYA LANDBRUKSSENTER
C-X	BORINGER FRA COWI RAPPORT NR. A114548-RAP-RIG-001 (2019)-E6 KVÅL-MELHUS
R11-X	BORINGER FRA KUMMENEJE RAPPORT NR. o.3398_01 (1980)-SERVICESTASJON KVÅL
R13-X	BORINGER FRA KUMMENEJE RAPPORT NR. o.6613_01 (1987)-VASSFJELLVEGEN BOLIGFELT

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

Melhus Kommune
Områdestabilitet Kvål

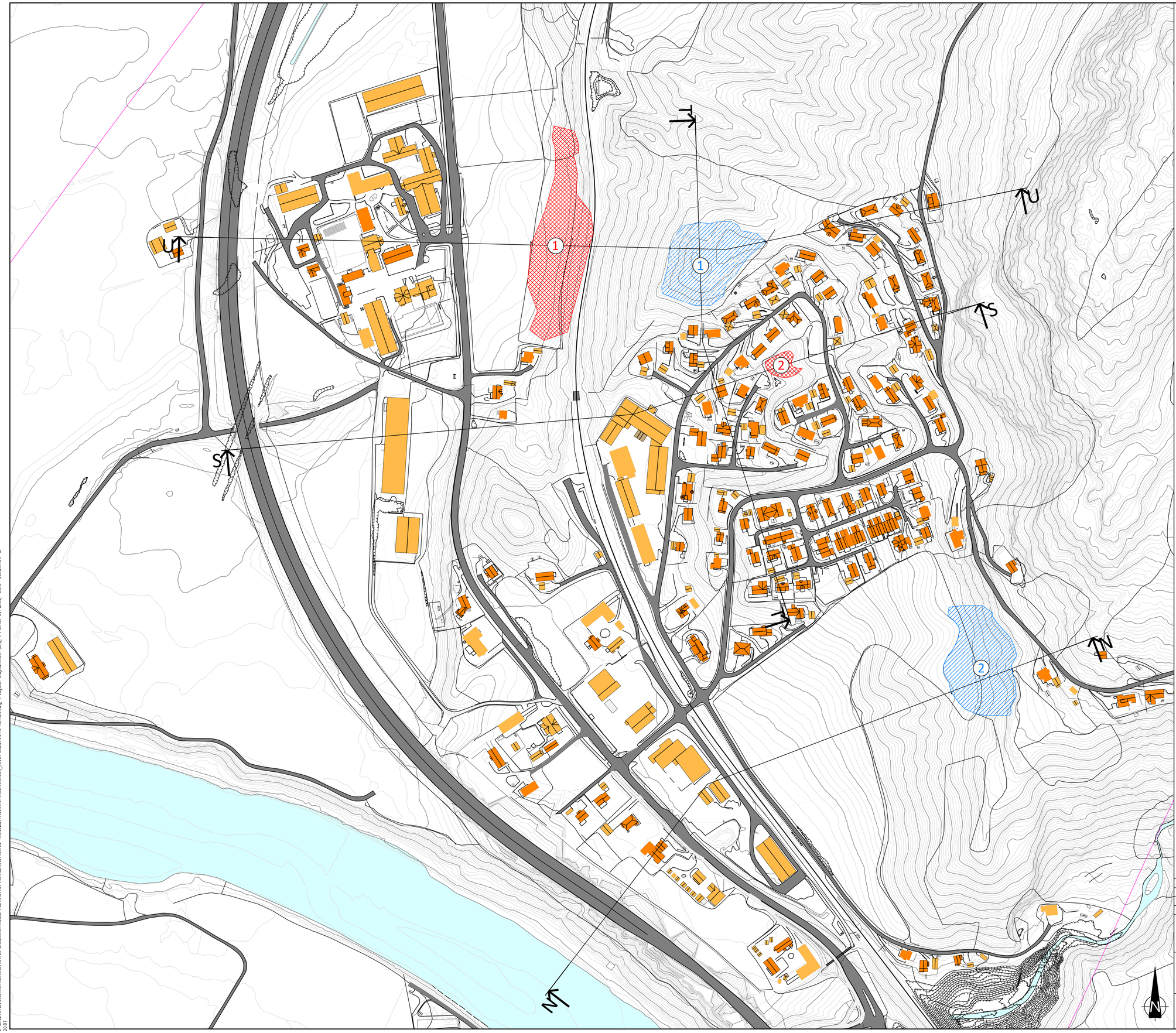
Situasjonsplan
Tolket kvikkleire/sprøbruddsmaterialer

Fag: RIG | Format: A1
Dato: 01.07.2024
Målestokk: 1:2000 –

Multiconsult
www.multiconsult.no

Status: – | Konstr./Tegnet: STES | Kontrollert: ANKS | Godkjent: HAN
Oppdragsnr.: 10255107 | Tegningsnr.: RIG-TEG-002 | Rev.: 00

Z:\10255107\10255107-01\10255107-01-03 ARBEIDSOMRÅADE\10255107-01-RIG\10255107-01-04 TEGNINGER\10255107-RIG-TEG-002_rev00 SITUASJONSPLAN.dwg - Layout: Layout3-001 (A1). - Plottet av: stes. Date: 2024.07.04 kl 21:59



FORKLARING

TEGNFORKLARING:

OMTRENTLIG UTBREDELSE AV MOTFYLLING 1 SOM TERRENGTILTAK

1

- ca. gjennomsnittlig høyde fylling = 4,0 m
- ca. areal for fylling = 10220 m^2
- grovt estimert mengder til motfylling = 40880 m^3

OMTRENTLIG UTBREDELSE AV MOTFYLLING 2 SOM TERRENGTILTAK

2

- ca. gjennomsnittlig høyde fylling = 1,7 m
- ca. areal for fylling = 740 m^2
- grovt estimert mengder til motfylling = 1258 m^3

OMTRENTLIG UTBREDELSE AV NEDPLANERING 1 SOM TERRENGTILTAK

1

- ca. gjennomsnittlig nedplanert høyde = 3,0 m
- ca. areal for nedplanering = 7060 m^2
- grovt estimert mengder til nedplanering = 21180 m^3

OMTRENTLIG UTBREDELSE AV NEDPLANERING 2 SOM TERRENGTILTAK

2

- ca. gjennomsnittlig nedplanert høyde = 1,4 m
- ca. areal for nedplanering = 7600 m^2
- grovt estimert mengder til nedplanering = 10640 m^3

HENVISNINGER

Profiler:

Profil U-U (dimensjonerende for nedplanering og motfylling 1): RIG-TEG-805.3 og -805.4

Profil S-S (dimensjonerende for motfylling 2): RIG-TEG-803.3

Profil T-T (nedplanering bestemt av Profil U-U): RIG-TEG-804.3

Profil N-N (dimensjonerende for nedplanering 2): RIG-TEG-800.3

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

Melhus Kommune

Områdestabilitet Kvål

Situasjonsplan

Skisserte geotekniske terrengtiltak

Fag: RIG | Format: A1

Dato: 02.07.2024

Målestokk: 1:2000 –

Multiconsult
www.multiconsult.no

Status: - | Konstr./Tegnet: STES | Kontrollert: ANKS | Godkjent: HAN

Oppdragsnr.: 10255107 | Tegningsnr.: RIG-TEG-003 | Rev.: 00

Z:\10255\10255107-01\10255107-01-03 ARBEIDSOMRAADE\10255107-01-RIG\10255107-RIG-TEG-003_rev01 SIKKERHETS TILTAK.dwg, - Layout: (Layout3-001 (A1)), - Plotted av: anks, Date: 2024.07.03 kl 21:07

HENVISNINGER

Modell hentet fra:

Modell for tidligere terreng er kopiert fra NGI sine tidligere vurderinger i rapport nr. 20101052-00-4-R (2011) Vurdering av skråningsstabilitet ved kvikkleiresonene Kvål og Forset

KOTELINJER FOR ANTATT TIDLIGERE TERRENG

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-		-	-	-	-

Melhus Kommune

Områdestabilitet Kvål

Tidligere terreng

Kotelinjer for antatt tidligere terreng - modell fra NGI

Fag: RIG | Format: A1

Dato: 02.07.2024

Målestokk: 1:2000

-

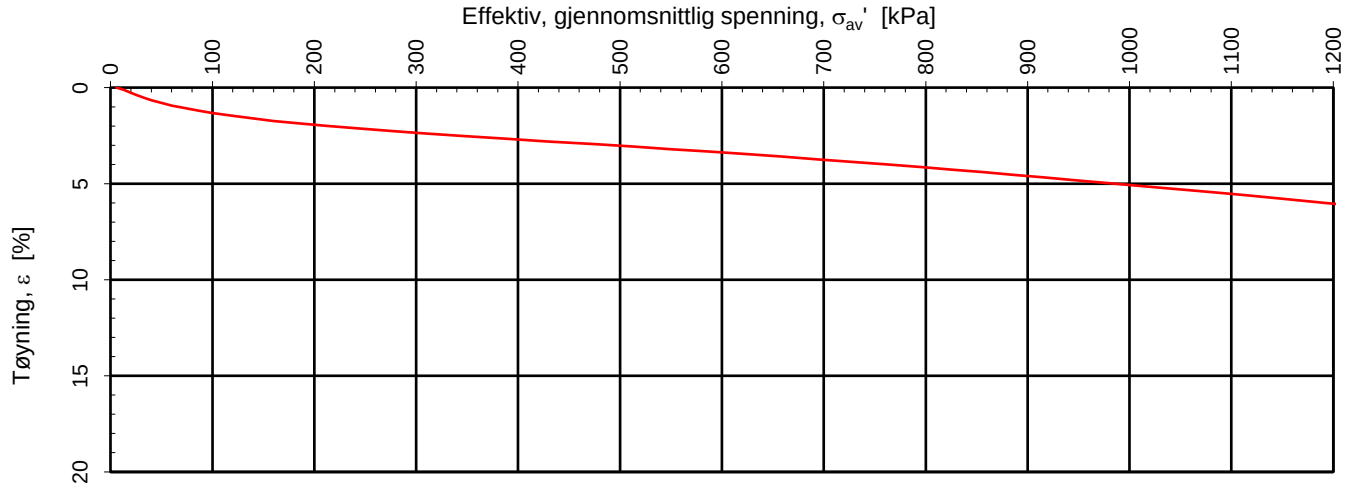
Multiconsult

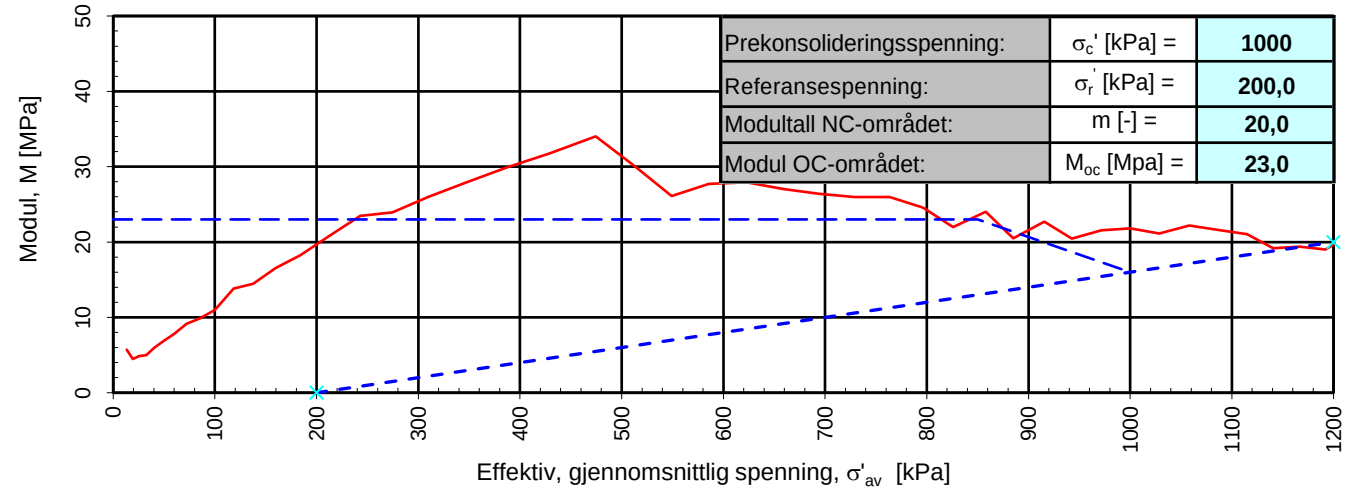
www.multiconsult.no

Status: - | Konstr./Tegnet: STES | Kontrollert: ANKS | Godkjent: HAN

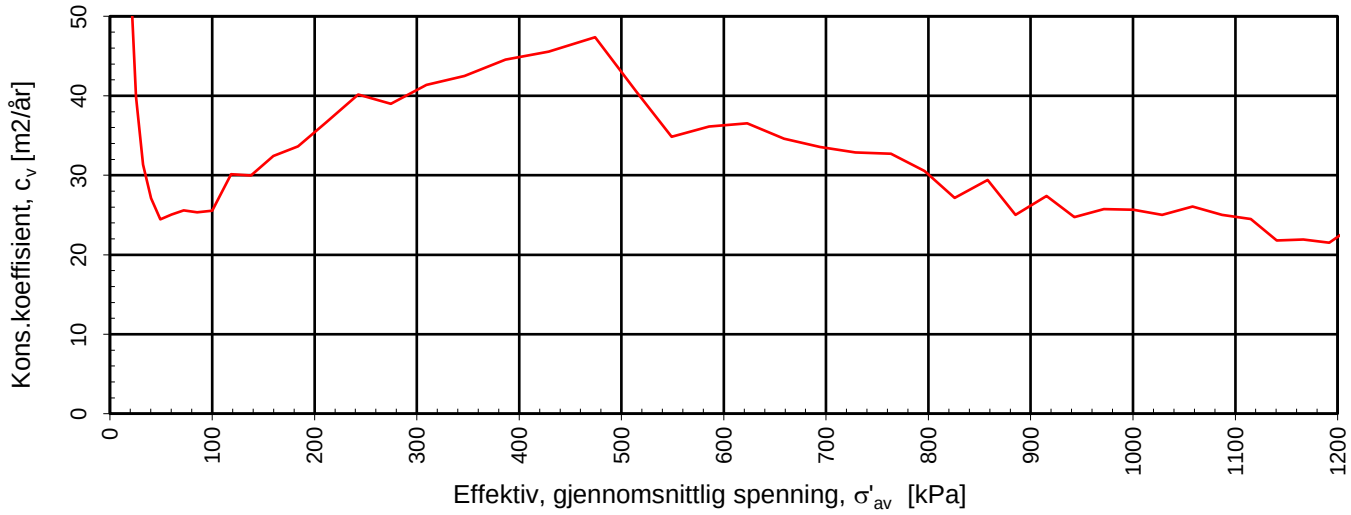
Oppdr. seg.: 10255107 | Tegn.nr.: RIG-TEG-004 | Rev.: 00

Z:\10255\10255107\10255107-01\10255107-01-03 ARBEIDSOMRAADE\10255107-01 RIG\10255107-01-04 TEGNINGER\Stabilitetsprofiler\Tidligere terreng.dwg, - Layout: Layout3-201 (A1)), - Plotted av: stes, Date: 2024.07.02 kl 8:49





Prekonsolideringsspenning:	σ_c' [kPa] =	**1000**
Referansespenning:	σ_r' [kPa] =	**200,0**
Modultall NC-området:	m [-] =	**20,0**
Modul OC-området:	M_{oc} [Mpa] =	**23,0**



Densitet ρ (g/cm^3): **1,98**
Vanninnhold w (%): **29,20**

Effektivt overlagringstrykk, σ_{vo}' (kPa): **87,42**

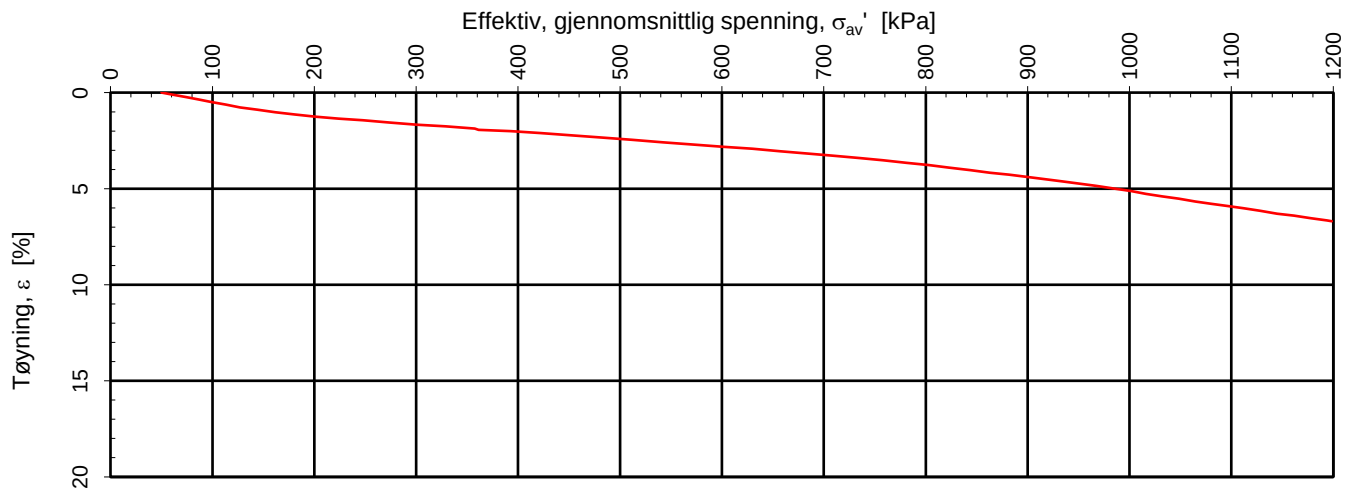
Melhus kommune
Områdestabilitet Kvål

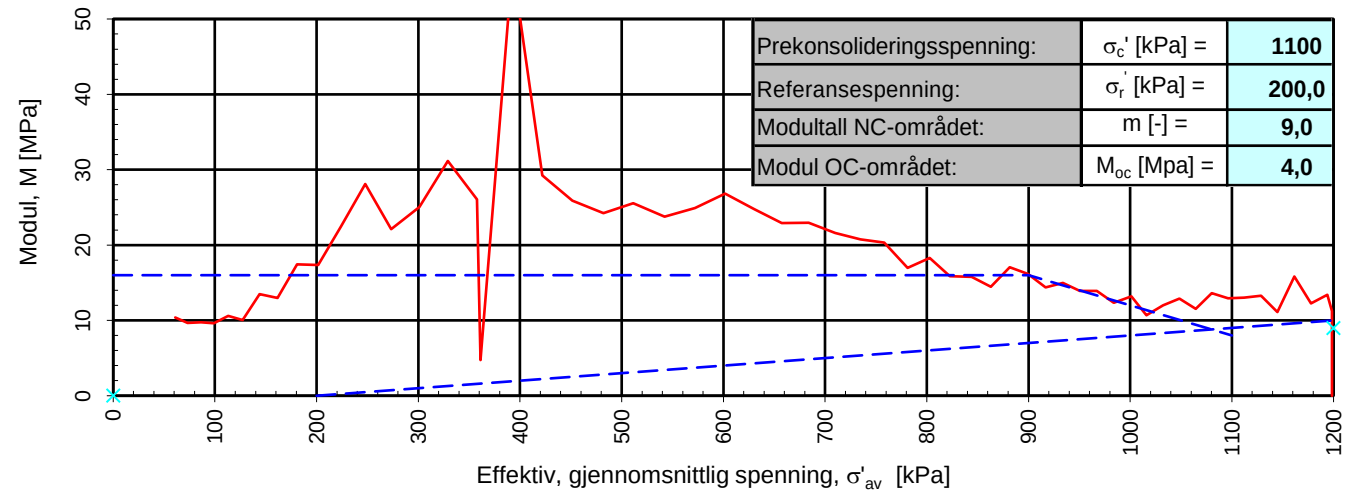
Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Tolkning: σ_{av}' - ε_a, M og c_v.

Tegningens filnavn: 10255107-RIG-TEG-400_d=9,28m_CRS.xls

MULTICONSULT AS
Box 265 Skøyen
N-0213 OSLO
Tlf.: 21 58 50 00

Forsøksdato:	Dybde, z (m):	Borpunkt nr.:	
09.04.2024	9,28	17	
Forsøknr.:	Tegnet av:	Kontrollert:	Godkjent:
1	VT	REGR	ANKS
Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Prosedyre:	Programrevisjon:
10255107	RIG-TEG-400.1	CRS	12.04.2021





Prekonsolideringsspenning:	σ_c' [kPa] =	**1100**
Referansespenning:	σ_r' [kPa] =	**200,0**
Modultall NC-området:	m [-] =	**9,0**
Modul OC-området:	M_{oc} [Mpa] =	**4,0**

Densitet ρ (g/cm^3): **1,98**
Vanninnhold w (%): **28,30**

Effektivt overlagringstrykk, σ_{vo}' (kPa): **194,86**

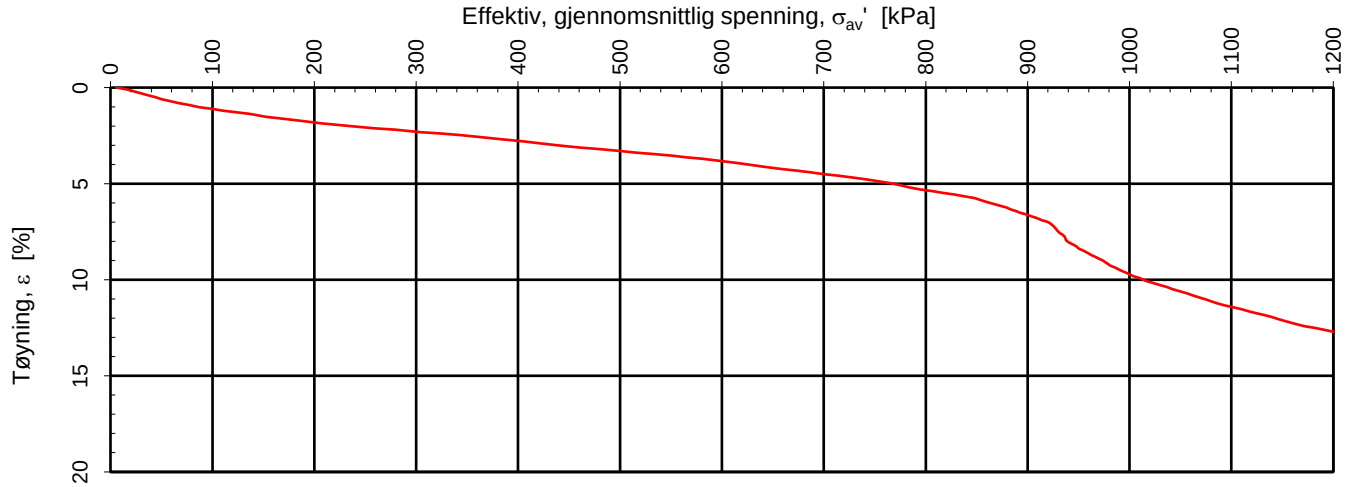
Melhus kommune
Områdestabilitet Kvål

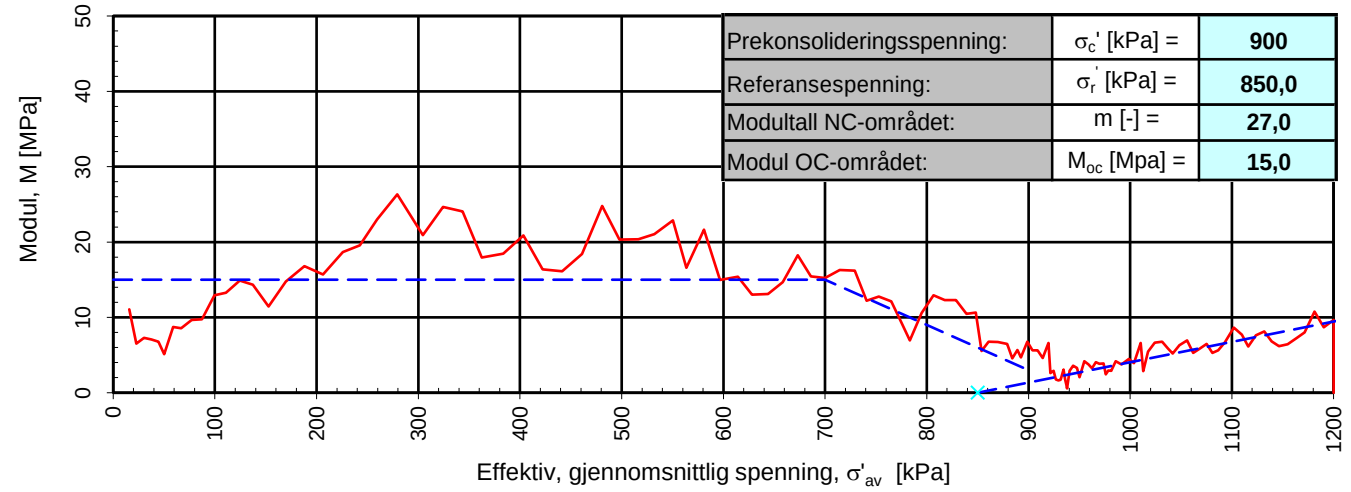
Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Tolkning: σ_{av}' - ε_a, M og c_v.

Tegningens filnavn: 55107-RIG-TEG-401_BP17_d=20,73m_CRS

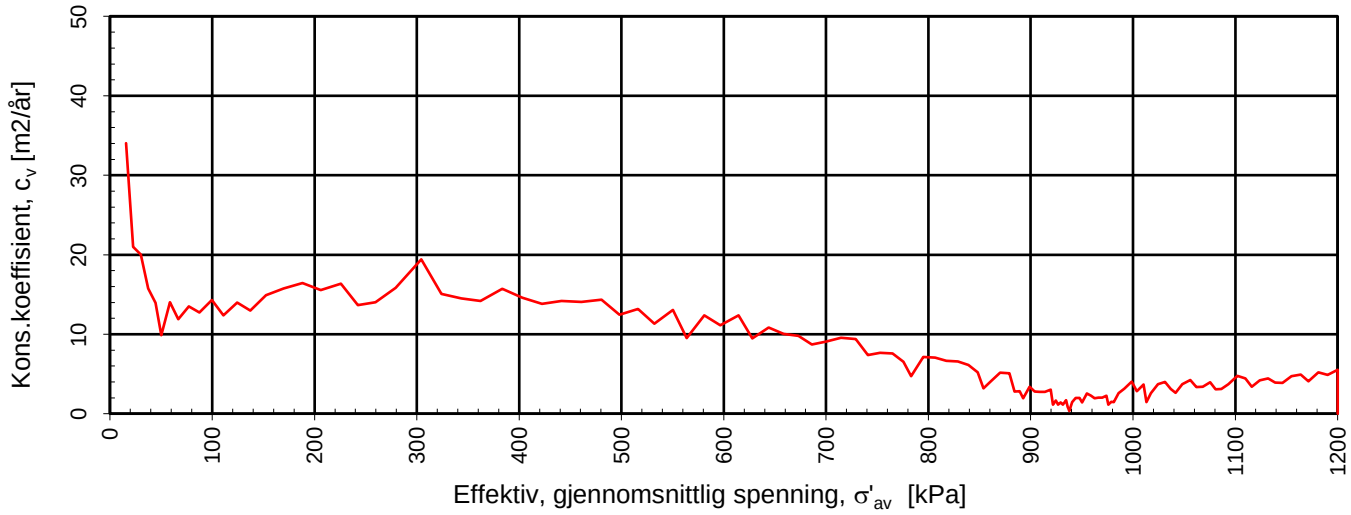
MULTICONSULT AS
Box 265 Skøyen
N-0213 OSLO
Tlf.: 21 58 50 00

Forsøksdato:	Dybde, z (m):	Borpunkt nr.:	
09.04.2024	20,73	17	
Forsøknr.:	Tegnet av:	Kontrollert:	Godkjent:
2	VT	REGR	ANKS
Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Prosedyre:	Programrevisjon:
10255107	RIG-TEG-401.1	CRS	12.04.2021





Prekonsolideringsspenning:	σ_c' [kPa] =	**900**
Referansespenning:	σ_r' [kPa] =	**850,0**
Modultall NC-området:	m [-] =	**27,0**
Modul OC-området:	M_{oc} [Mpa] =	**15,0**



Densitet ρ (g/cm^3): **1,99**
Vanninnhold w (%): **31,70**

Effektivt overlagringstrykk, σ_{vo}' (kPa): **79,68**

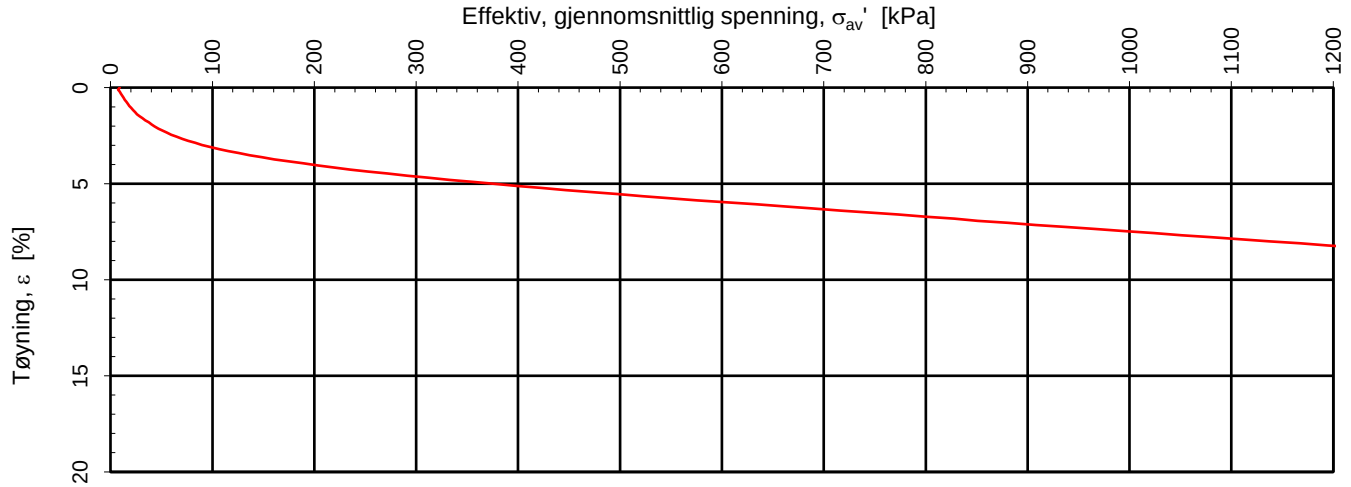
Melhus kommune
Områdestabilitet Kvål

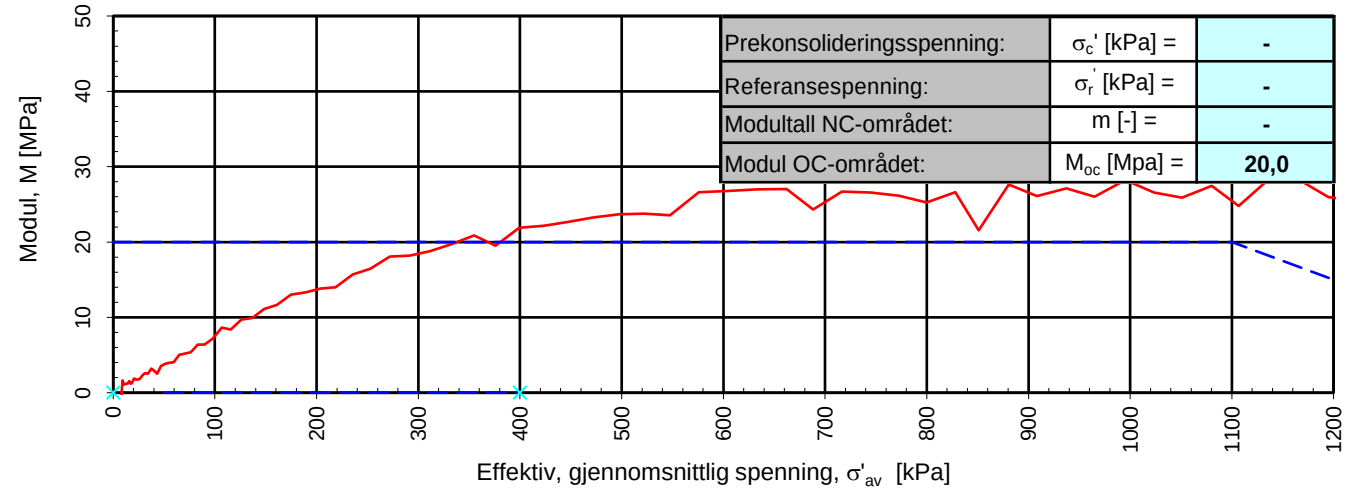
Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Tolkning: σ_{av}' - ε_a, M og c_v.

Tegningens filnavn: 55107-RIG-TEG-402_BP18_d=8,37m_CRS.

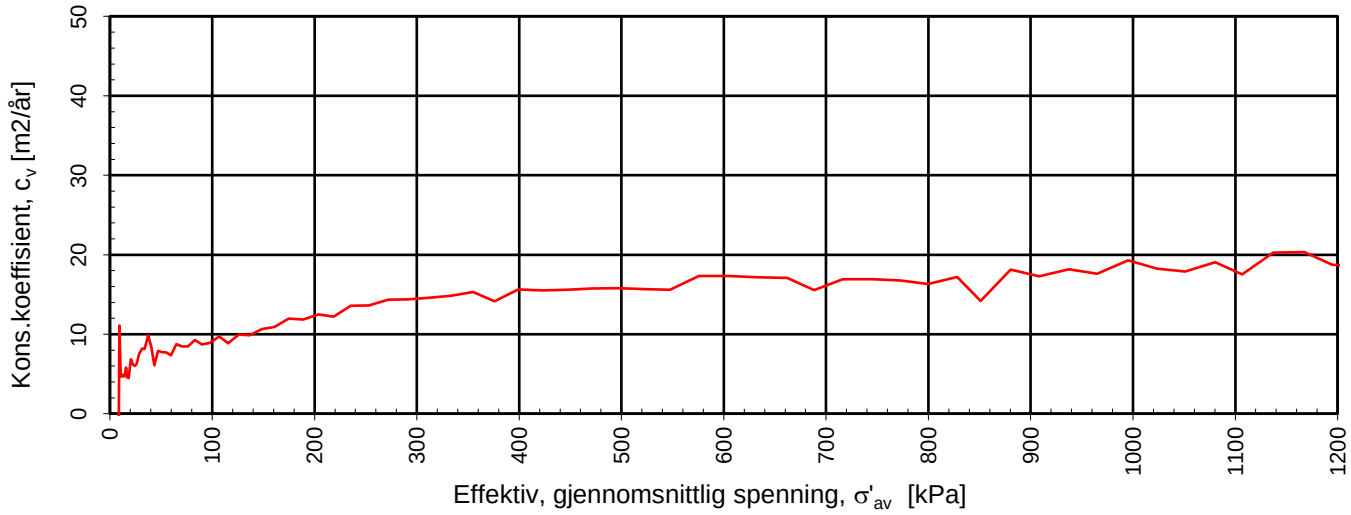
MULTICONSULT AS
Box 265 Skøyen
N-0213 OSLO
Tlf.: 21 58 50 00

Forsøksdato:	Dybde, z (m):	Borpunkt nr.:	
10.04.2024	8,37	18	
Forsøknr.:	Tegnet av:	Kontrollert:	Godkjent:
3	VT	REGR	ANKS
Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Prosedyre:	Programrevisjon:
10255107	RIG-TEG-402.1	CRS	12.04.2021





Prekonsolideringsspenning:	σ_c' [kPa] =	-
Referansespenning:	σ_r' [kPa] =	-
Modultall NC-området:	m [-] =	-
Modul OC-området:	M_{oc} [Mpa] =	**20,0**



Densitet ρ (g/cm^3): **2,09**
Vanninnhold w (%): **27,30**

Effektivt overlagringstrykk, σ_{vo}' (kPa): **168,42**

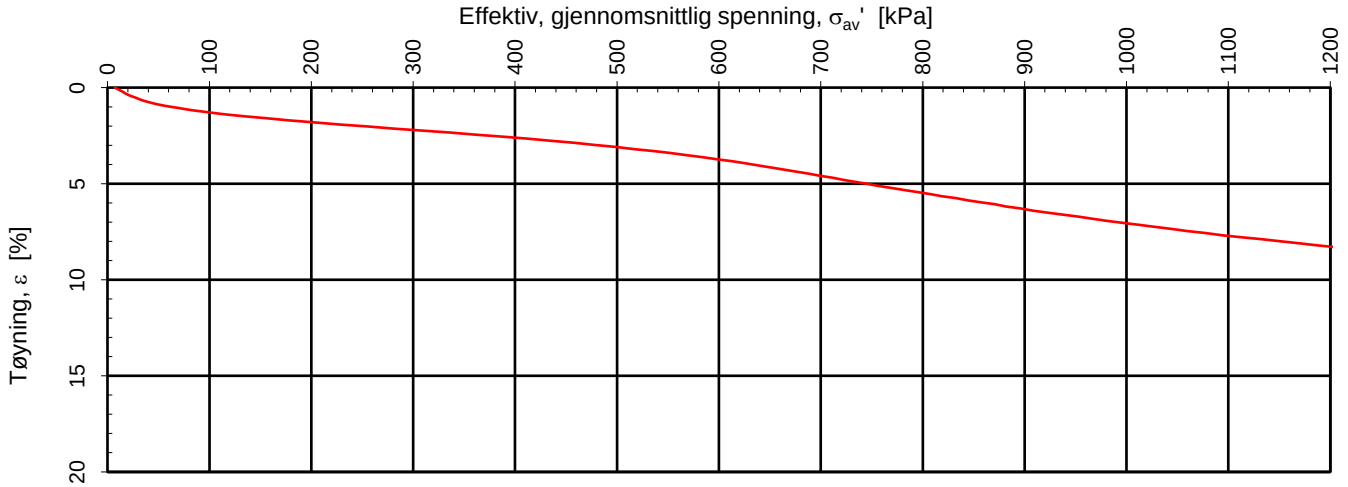
Melhus kommune
Områdestabilitet Kvål

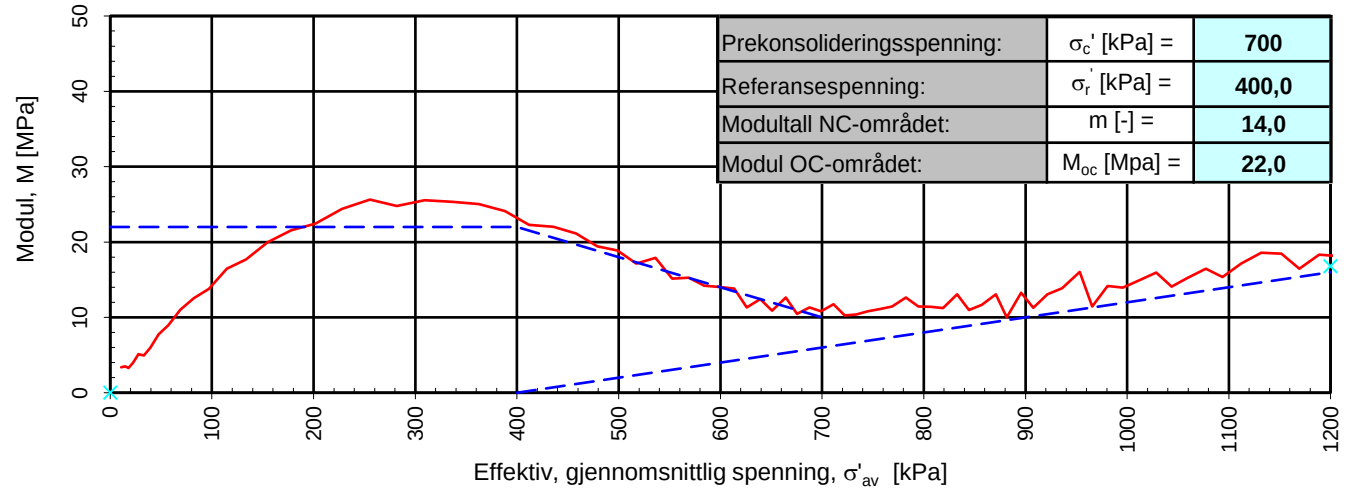
Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Tolkning: σ_{av}' - ε_a, M og c_v.

Tegningens filnavn: 55107-RIG-TEG-403_BP18_d=16,04m_CRS

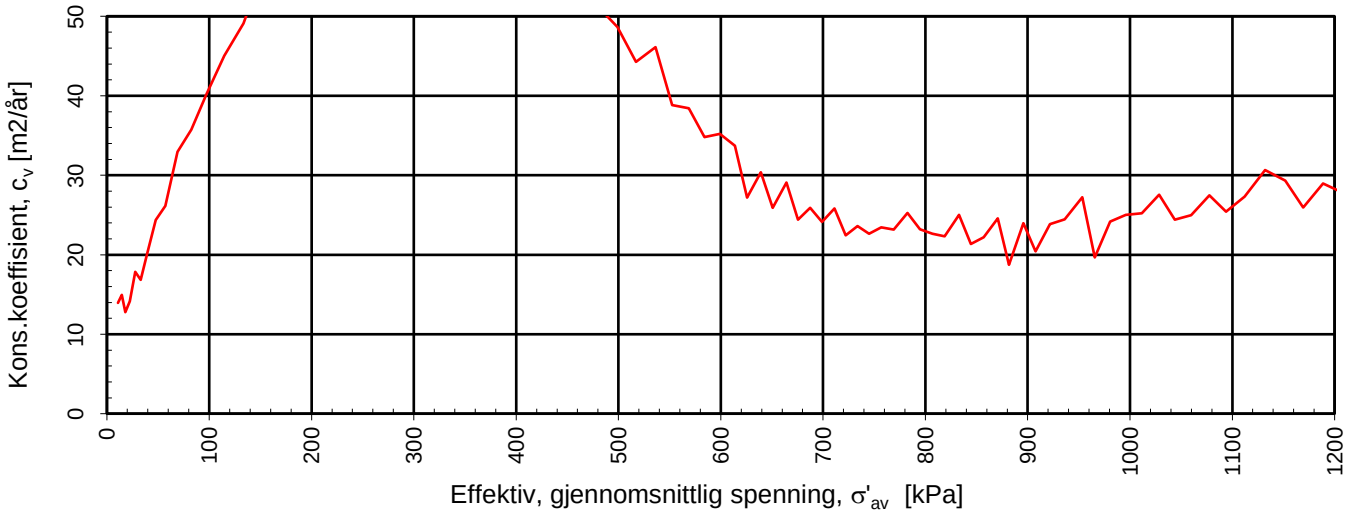
MULTICONSULT AS
Box 265 Skøyen
N-0213 OSLO
Tlf.: 21 58 50 00

Forsøksdato:	Dybde, z (m):	Borpunkt nr.:	
10.04.2024	16,04	18	
Forsøknr.:	Tegnet av:	Kontrollert:	Godkjent:
4	REGR	VT	ANKS
Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Prosedyre:	Programrevisjon:
10255107	RIG-TEG-403.1	CRS	12.04.2021





Prekonsolideringsspenning:	σ_c' [kPa] =	**700**
Referansespenning:	σ_r' [kPa] =	**400,0**
Modultall NC-området:	m [-] =	**14,0**
Modul OC-området:	M_{oc} [Mpa] =	**22,0**



Densitet ρ (g/cm^3): **1,98**
Vanninnhold w (%): **28,30**

Effektivt overlagringstrykk, σ_{vo}' (kPa): **69,52**

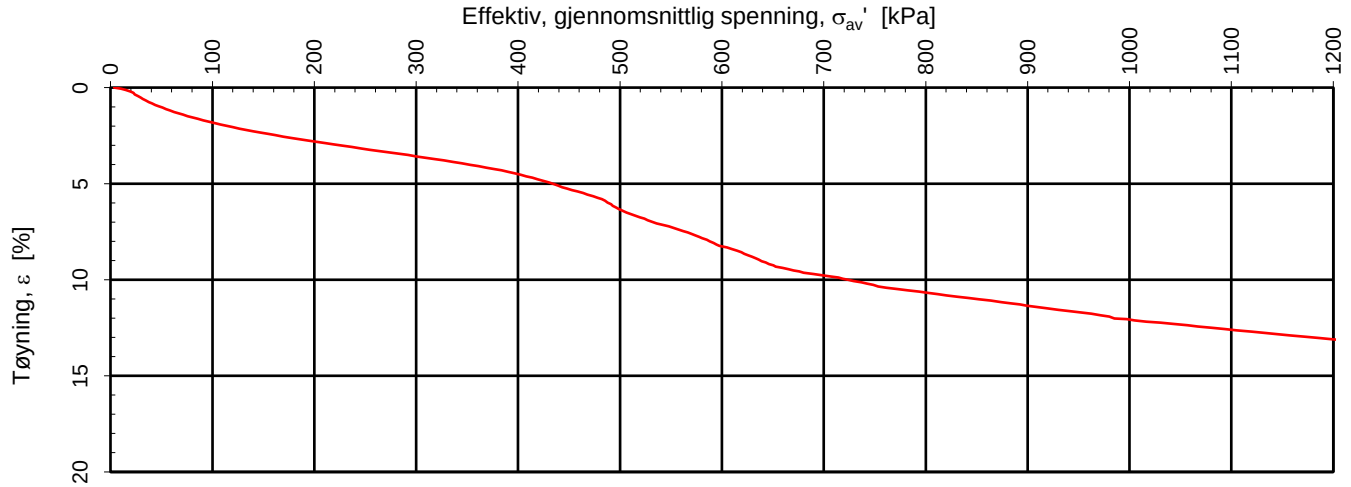
Melhus kommune
Områdestabilitet Kvål

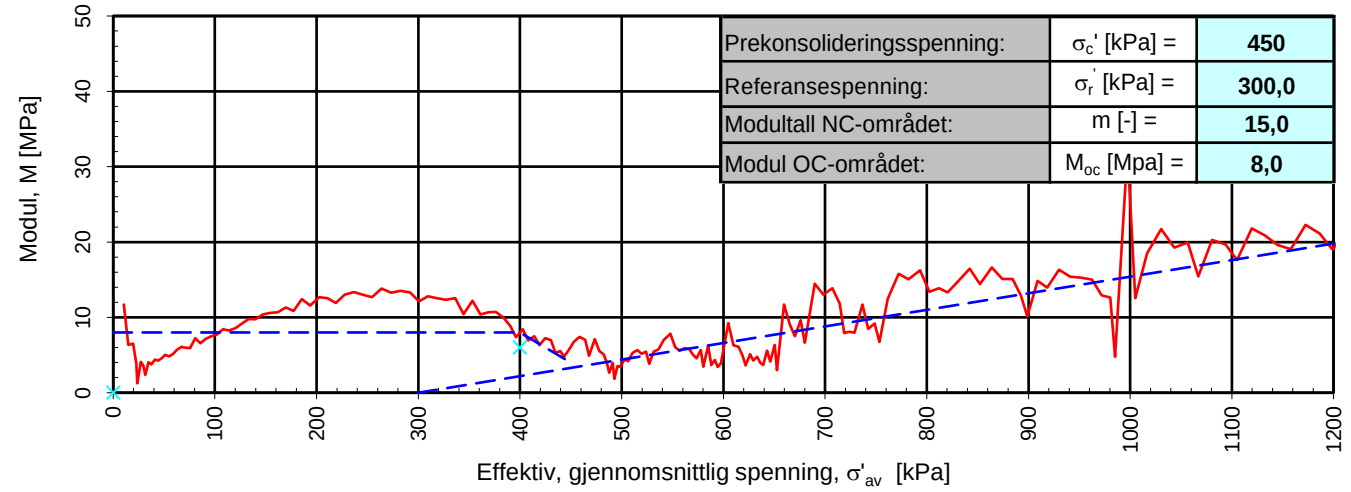
Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Tolkning: σ_{av}' - ε_a, M og c_v.

Tegningens filnavn: 55107-RIG-TEG-404_BP19_d=7,38m_CRS.

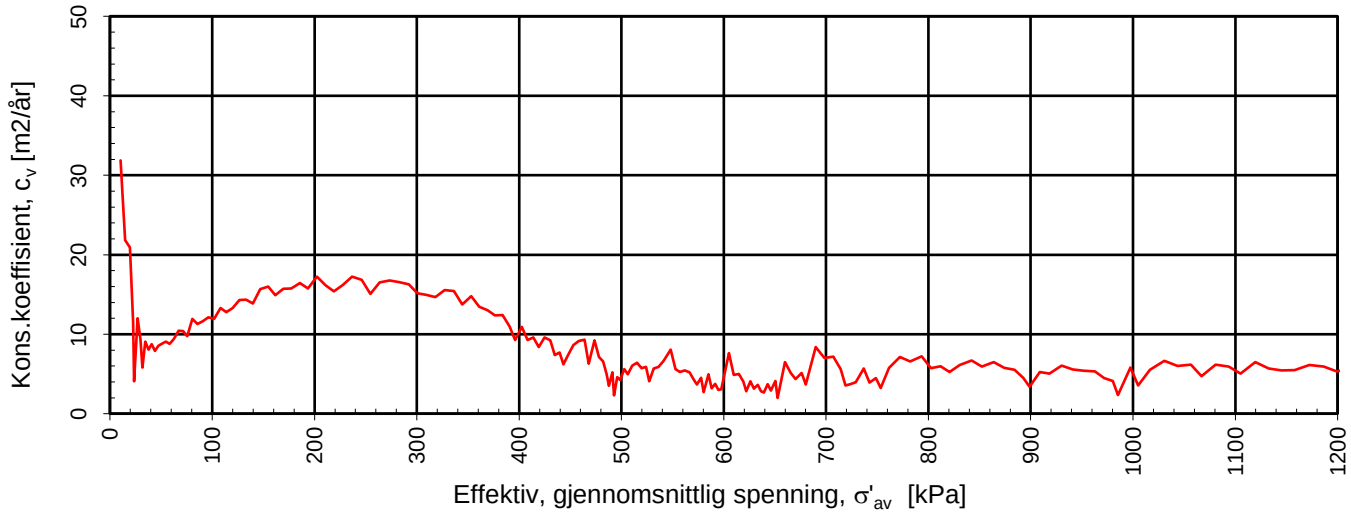
MULTICONSULT AS
Box 265 Skøyen
N-0213 OSLO
Tlf.: 21 58 50 00

Forsøksdato:	Dybde, z (m):	Borpunkt nr.:	
12.04.2024	7,38	19	
Forsøknr.:	Tegnet av:	Kontrollert:	Godkjent:
5	REGR	VT	ANKS
Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Prosedyre:	Programrevisjon:
10255107	RIG-TEG-404.1	CRS	12.04.2021





Prekonsolideringsspenning:	σ_c' [kPa] =	**450**
Referansespenning:	σ_r' [kPa] =	**300,0**
Modultall NC-området:	m [-] =	**15,0**
Modul OC-området:	M_{oc} [Mpa] =	**8,0**



Densitet ρ (g/cm^3): **1,94**
Vanninnhold w (%): **33,20**

Effektivt overlagringstrykk, σ_{vo}' (kPa): **129,04**

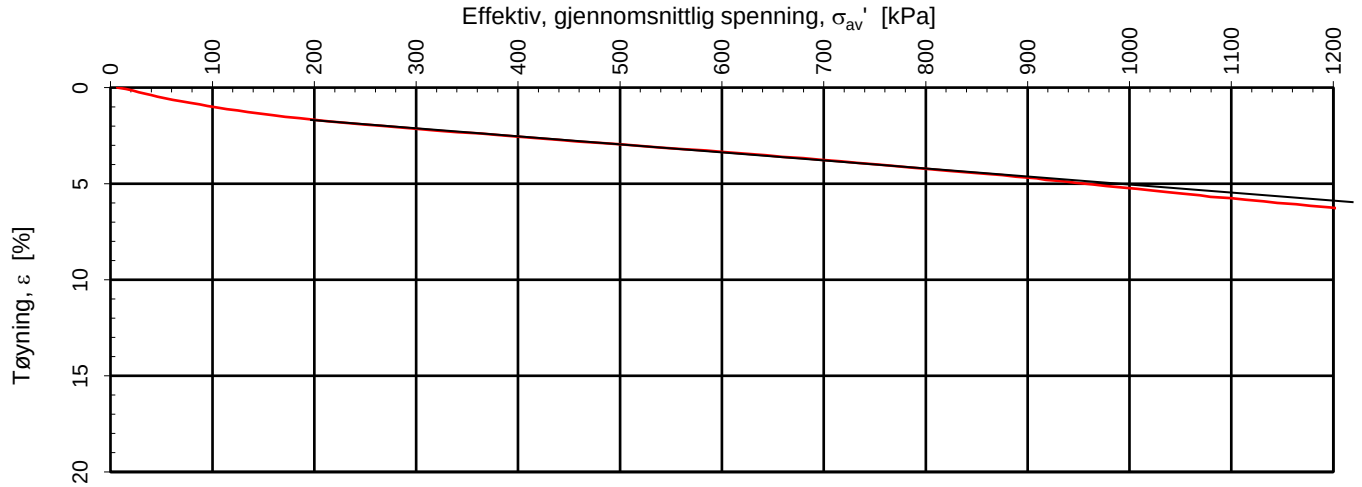
Melhus kommune
Områdestabilitet Kvål

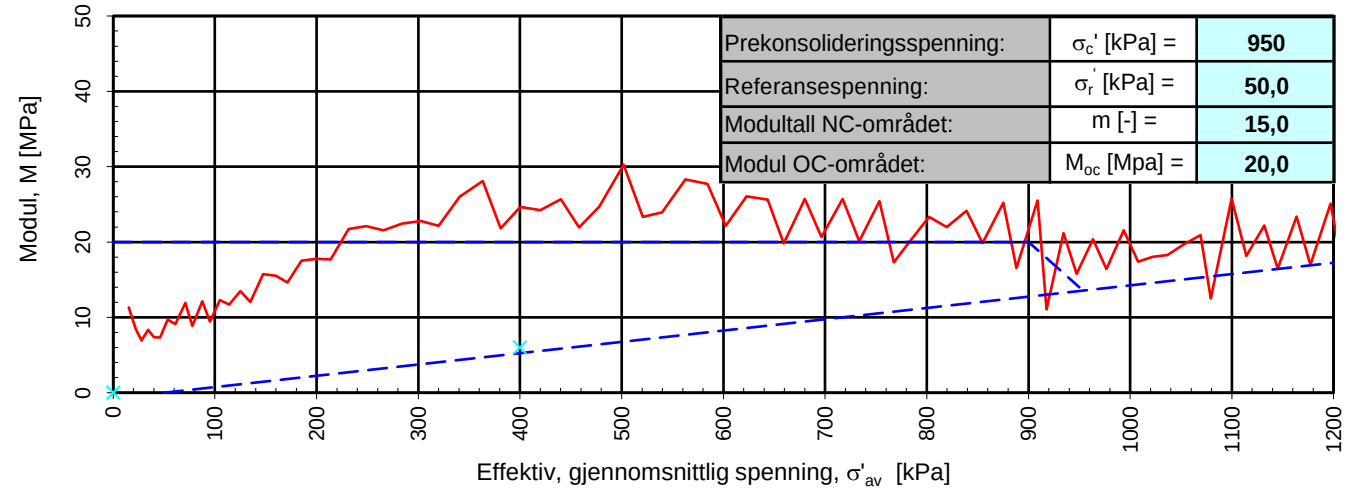
Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Tolkning: σ_{av}' - ε_a, M og c_v.

Tegningens filnavn: 255107-RIG-TEG-405_BP22_d=14,29_CRS.

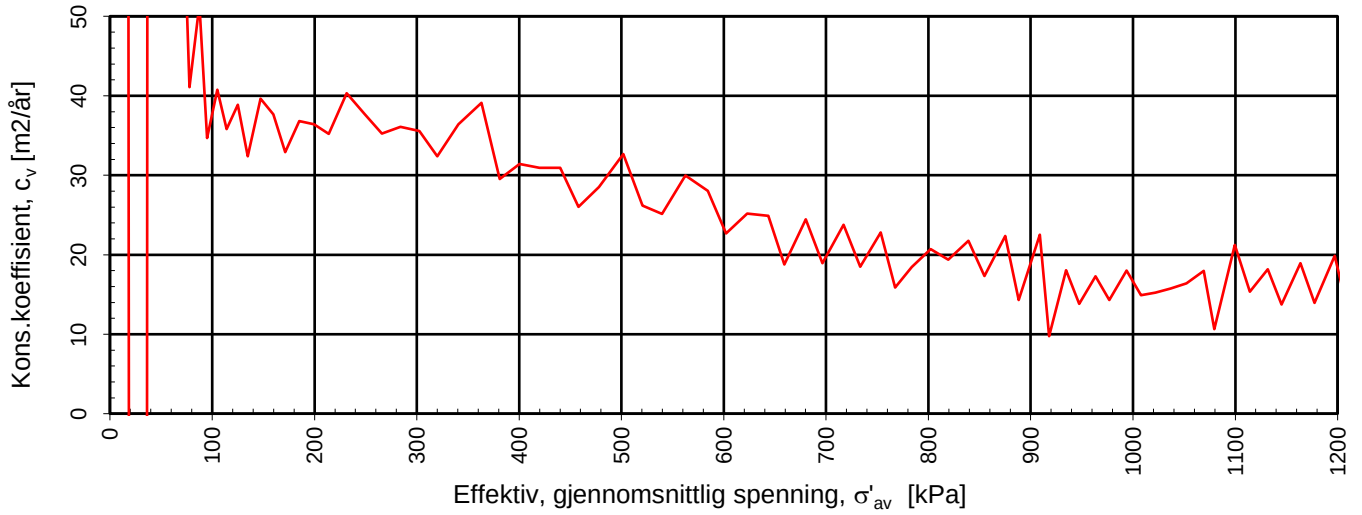
MULTICONSULT AS
Box 265 Skøyen
N-0213 OSLO
Tlf.: 21 58 50 00

Forsøksdato:	Dybde, z (m):	Borpunkt nr.:	
11.04.2024	14,29	22	
Forsøknr.:	Tegnet av:	Kontrollert:	Godkjent:
6	VT	REGR	ANKS
Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Prosedyre:	Programrevisjon:
10255107	RIG-TEG-405.1	CRS	12.04.2021





Prekonsolideringsspenning:	σ_c' [kPa] =	**950**
Referansespenning:	σ_r' [kPa] =	**50,0**
Modultall NC-området:	m [-] =	**15,0**
Modul OC-området:	M_{oc} [Mpa] =	**20,0**



Densitet ρ (g/cm^3): **2,03**
Vanninnhold w (%): **27,80**

Effektivt overlagringstrykk, σ_{vo}' (kPa): **211,86**

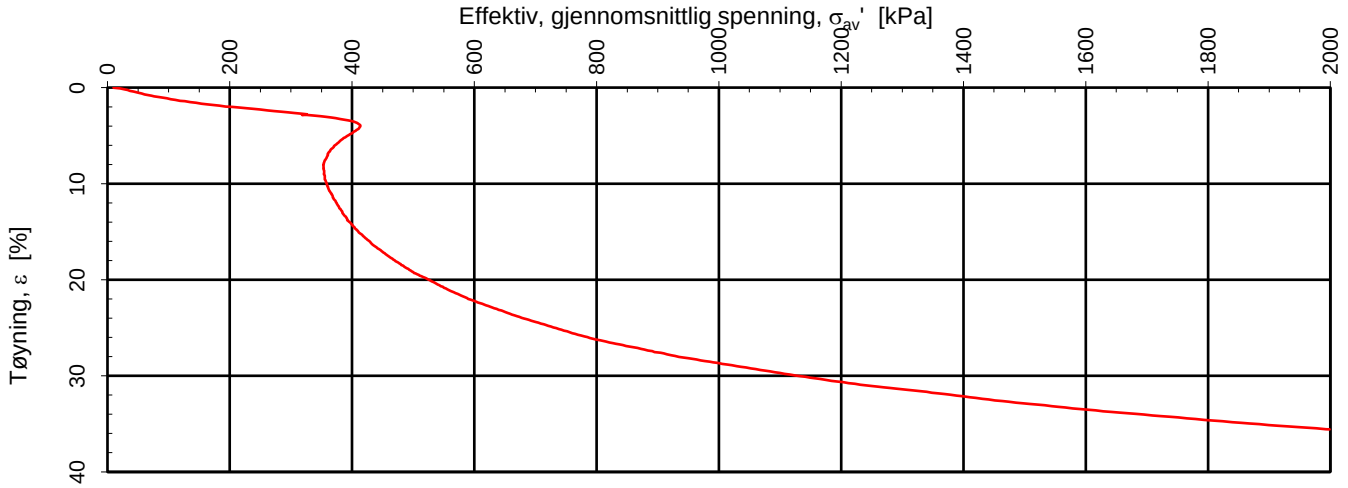
Melhus kommune
Områdestabilitet Kvål

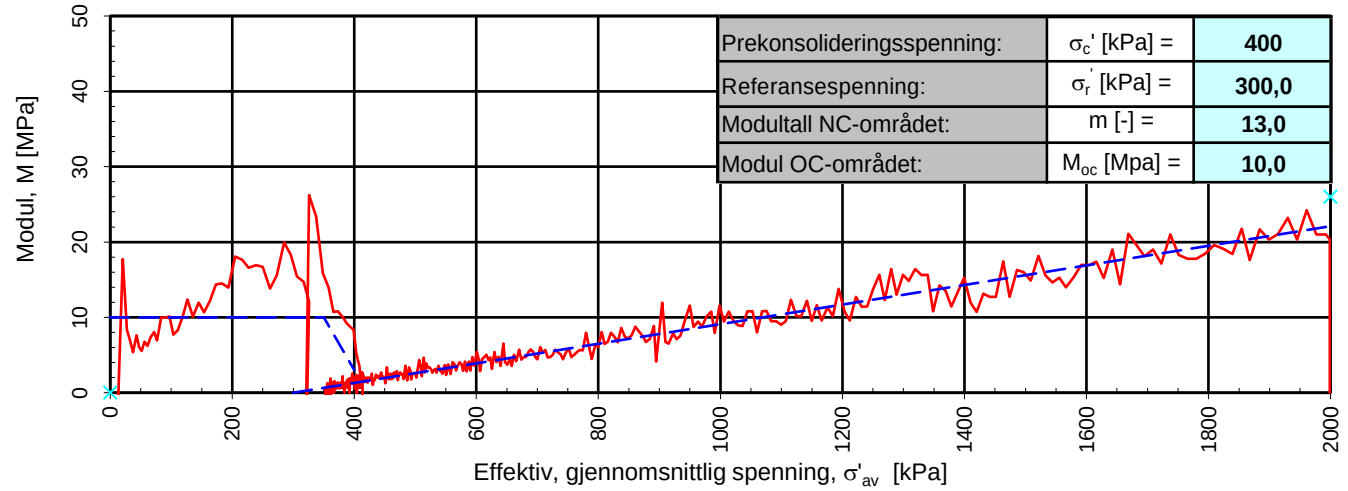
Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Tolkning: σ_{av}' - ε_a, M og c_v.

Tegningens filnavn: 255107-RIG-TEG-406_BP22_d=21,40_CRS.

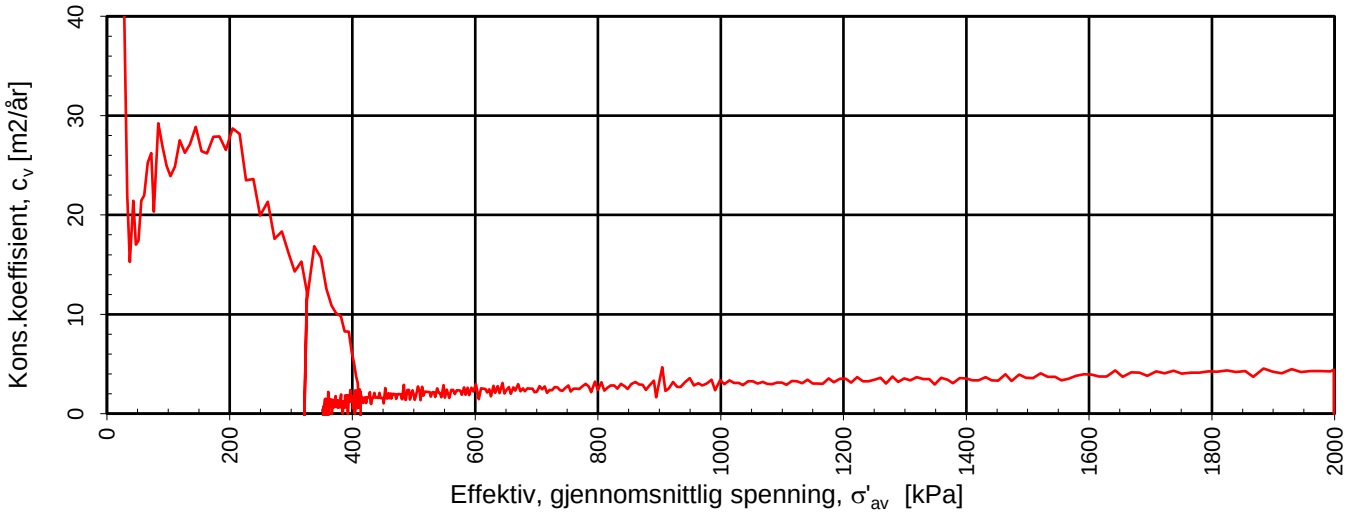
MULTICONSULT AS
Box 265 Skøyen
N-0213 OSLO
Tlf.: 21 58 50 00

Forsøksdato:	Dybde, z (m):	Borpunkt nr.:	
11.04.2024	21,40	22	
Forsøknr.:	Tegnet av:	Kontrollert:	Godkjent:
7	VT	REGR	ANKS
Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Prosedyre:	Programrevisjon:
10255107	RIG-TEG-406.1	CRS	12.04.2021





Prekonsolideringsspenning:	σ_c' [kPa] =	**400**
Referansespenning:	σ_r' [kPa] =	**300,0**
Modultall NC-området:	m [-] =	**13,0**
Modul OC-området:	M_{oc} [Mpa] =	**10,0**



Densitet ρ (g/cm^3): **2,73**
Vanninnhold w (%): **32,90**

Effektivt overlagringstrykk, σ_{vo}' (kPa): **137,02**

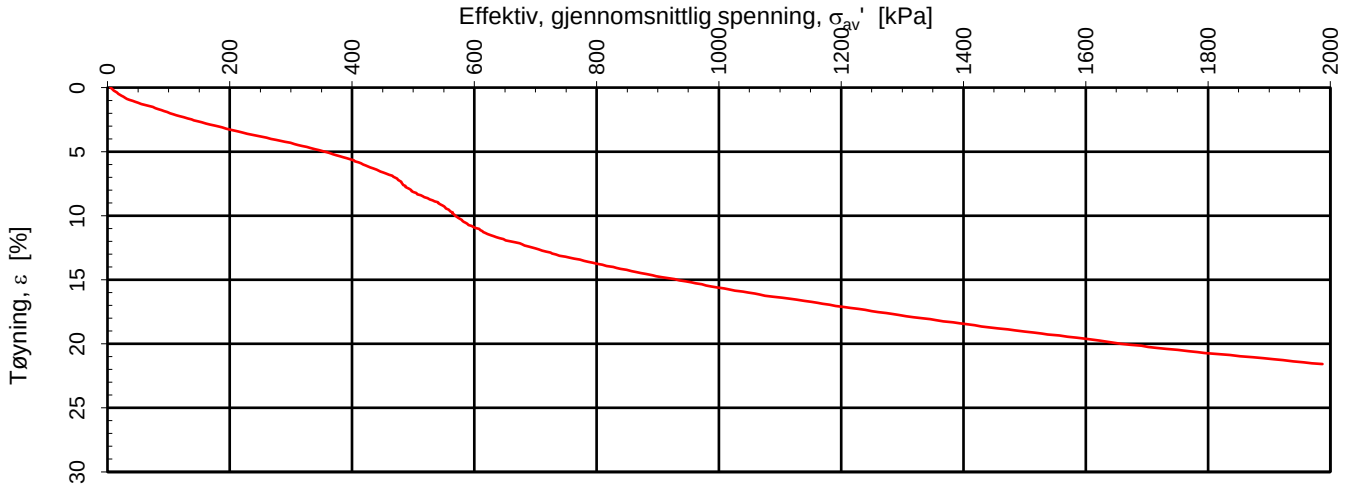
Melhus kommune
Områdestabilitet Kvål

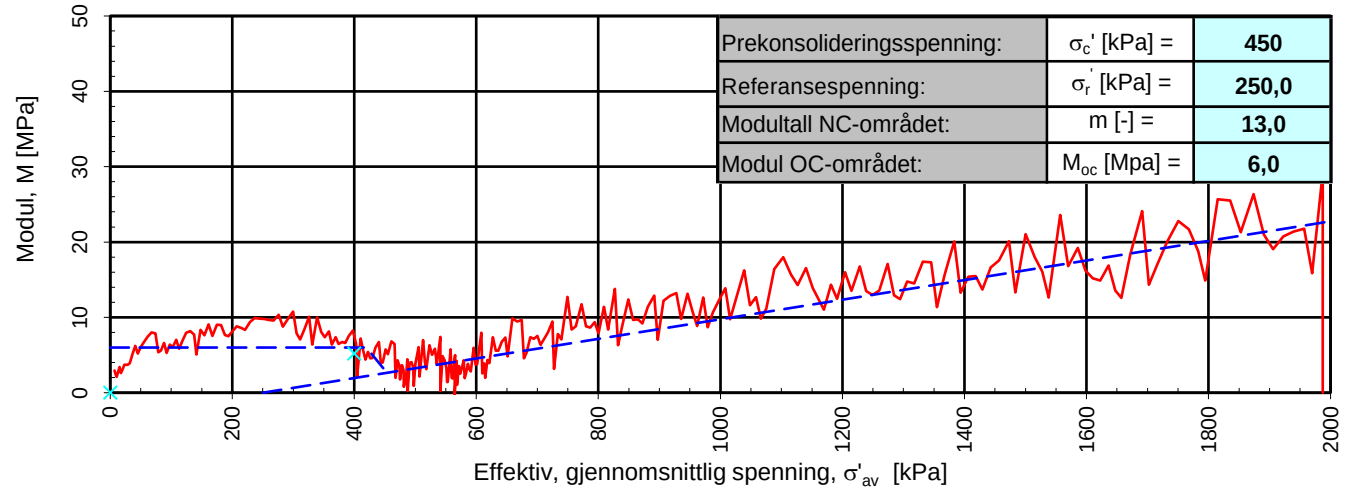
Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Tolkning: σ_{av}' - ε_a, M og c_v.

Tegningens filnavn: 0255107-RIG-TEG-407_BP23_d=16,37m_CR

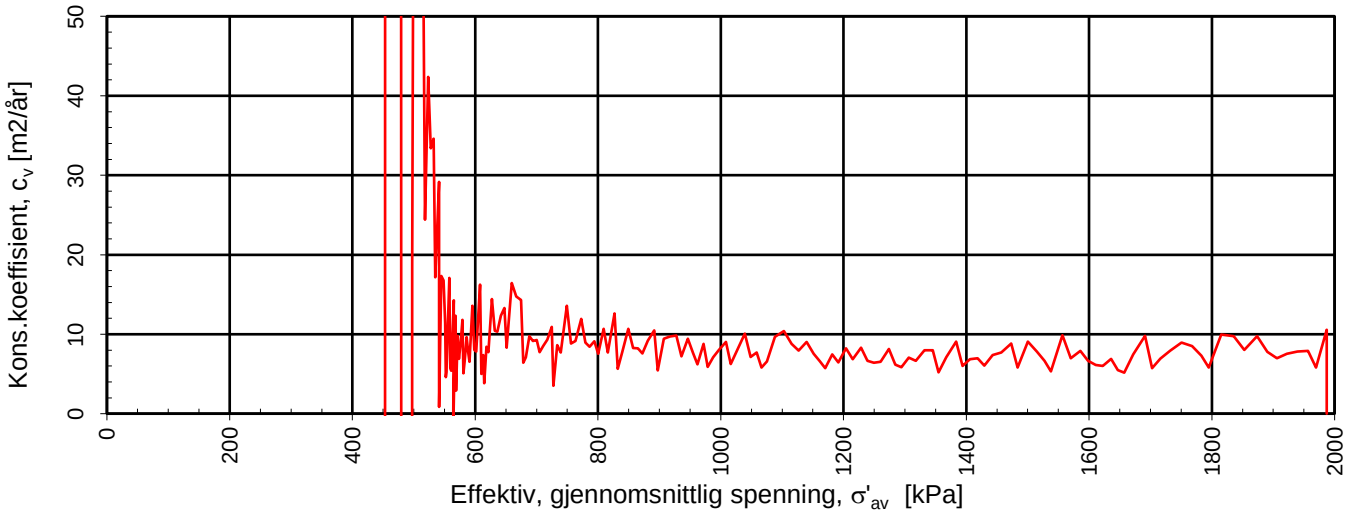
MULTICONSULT AS
Box 265 Skøyen
N-0213 OSLO
Tlf.: 21 58 50 00

Forsøksdato:	Dybde, z (m):	Borpunkt nr.:	
25.06.2024	16,37	23	
Forsøknr.:	Tegnet av:	Kontrollert:	Godkjent:
1			
Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Prosedyre:	Programrevisjon:
10255107	RIG-TEG-407.1	CRS	12.04.2021





Prekonsolideringsspenning:	σ_c' [kPa] =	**450**
Referansespenning:	σ_r' [kPa] =	**250,0**
Modultall NC-området:	m [-] =	**13,0**
Modul OC-området:	M_{oc} [Mpa] =	**6,0**



Densitet ρ (g/cm^3): **2,74**
Vanninnhold w (%): **35,40**

Effektivt overlagringstrykk, σ_{vo}' (kPa): **189,67**

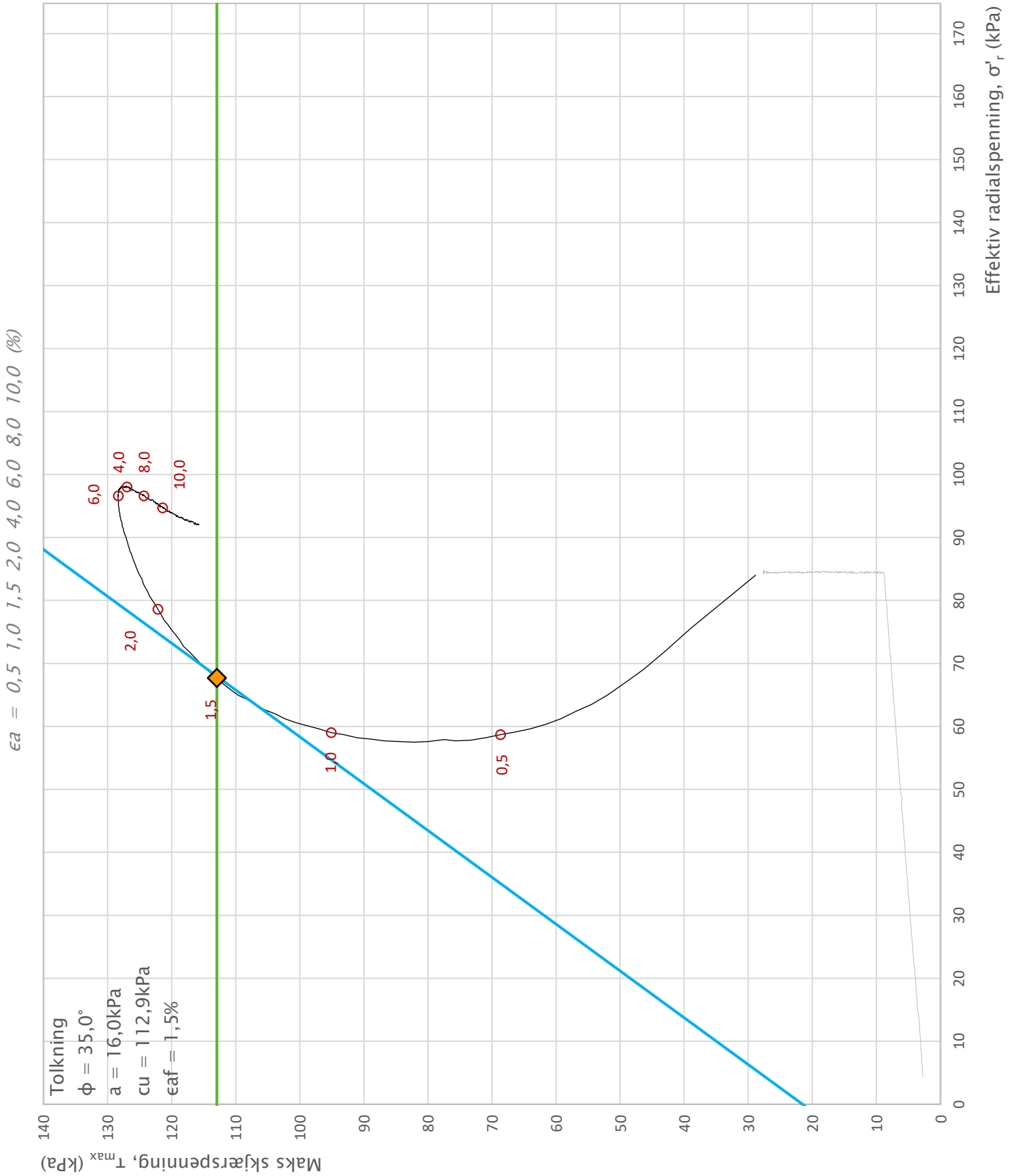
Melhus kommune
Områdestabilitet Kvål

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Tolkning: σ_{av}' - ε_a, M og c_v.

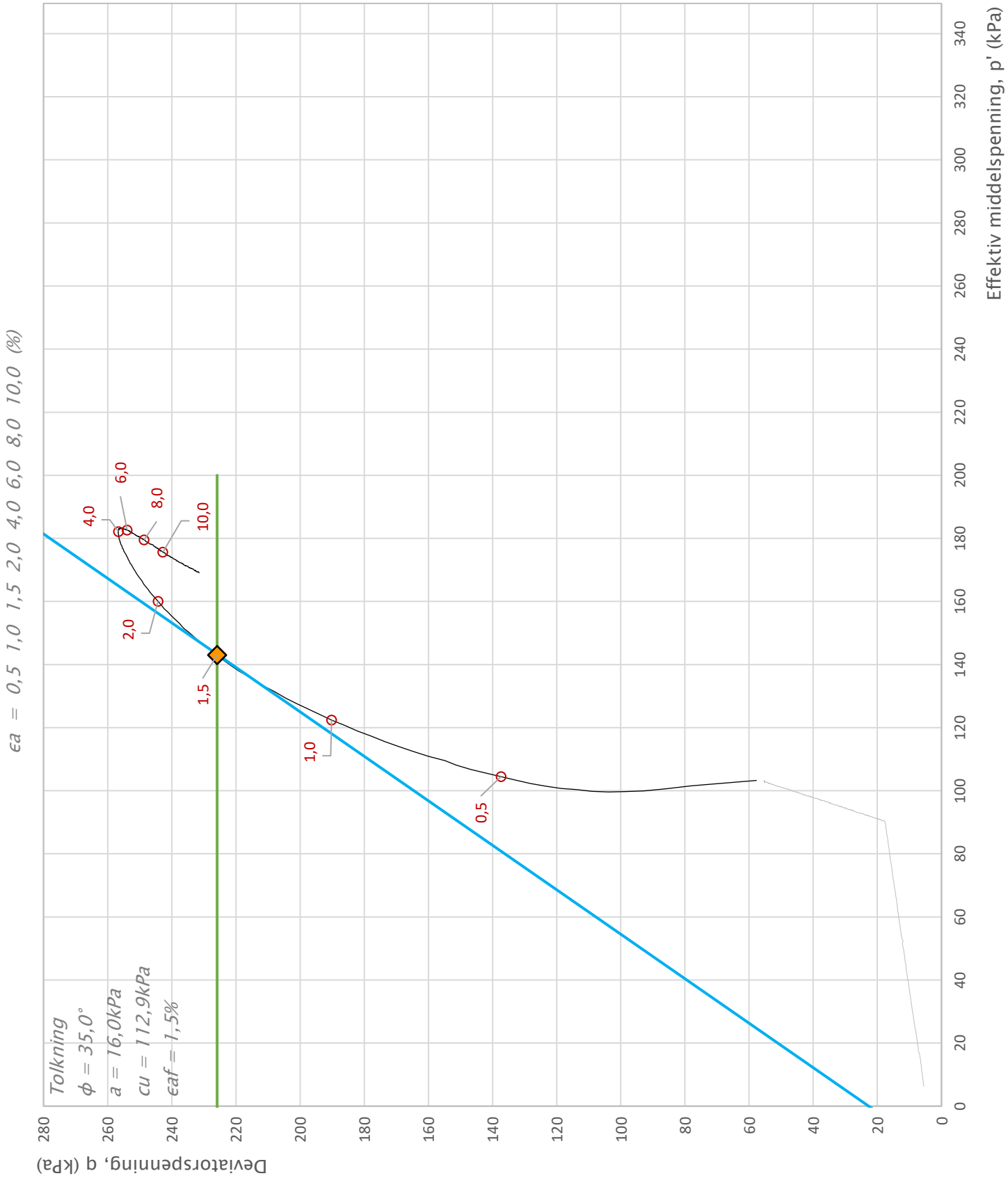
Tegningens filnavn: 0255107-RIG-TEG-408_BP23_d=21,48m_CR

MULTICONSULT AS
Box 265 Skøyen
N-0213 OSLO
Tlf.: 21 58 50 00

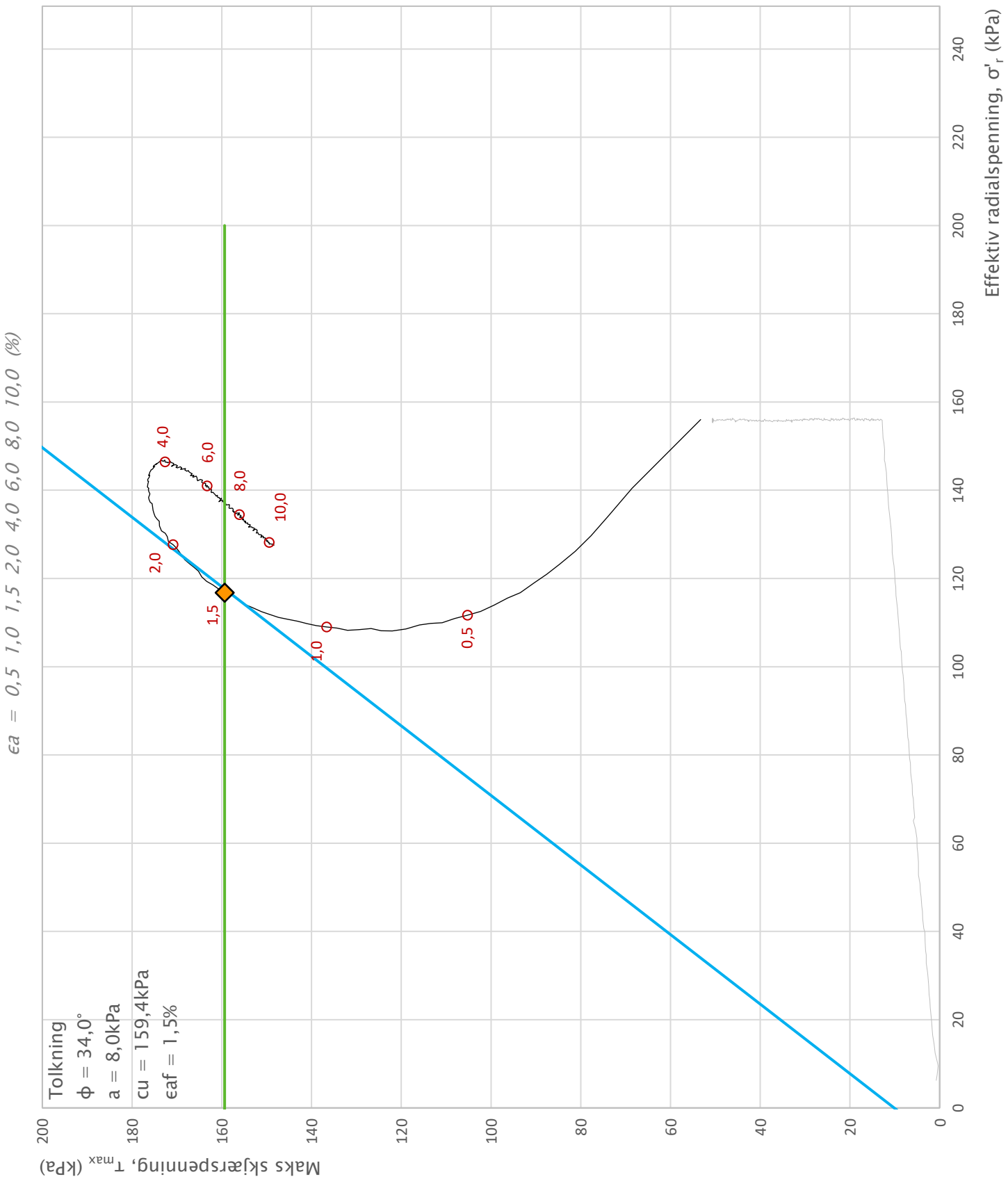
Forsøksdato:	Dybde, z (m):	Borpunkt nr.:
25.06.2024	21,48	23
Forsøknr.:	Tegnet av:	Kontrollert:	Godkjent:
1			
Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Prosedyre:	Programrevisjon:
10255107	RIG-TEG-408.1	CRS	12.04.2021



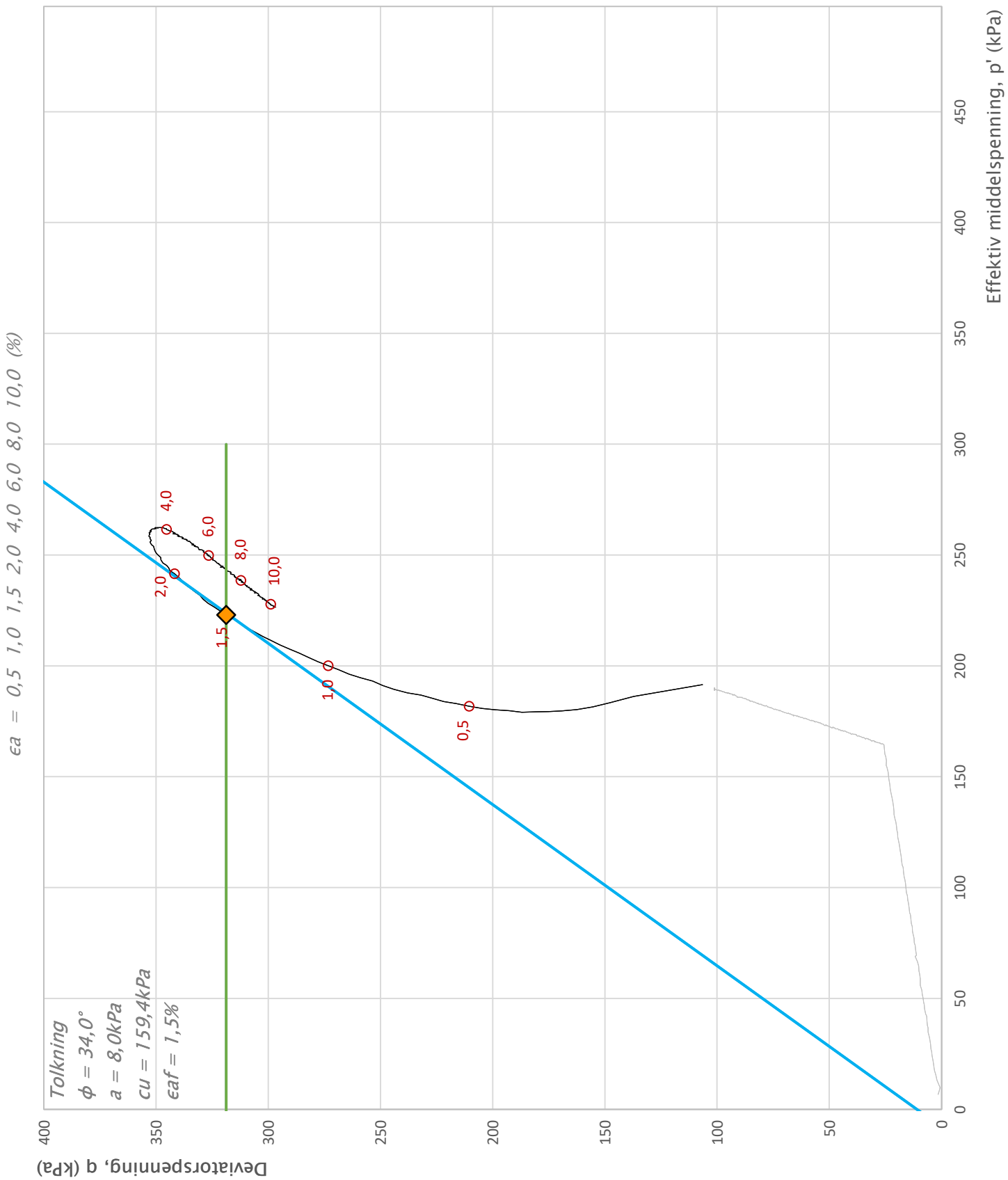
Prosjekt	Prosjektnummer: 10255107. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00			Borhull
Områdestabilitet Kvål				17
Innhold				Dybde (m)
Spenningssti i skjærfase, σ'r-τ plott (NTNU)				9,03
Multiconsult	Utført: VT	Kontrollert: REGR	Godkjent: ANKS	Forsøkstype: CAUc
	Region: Midt	Dato utført: 10.04.2024	Revisjon: 0 / Rev. dato	Figur: 450.1



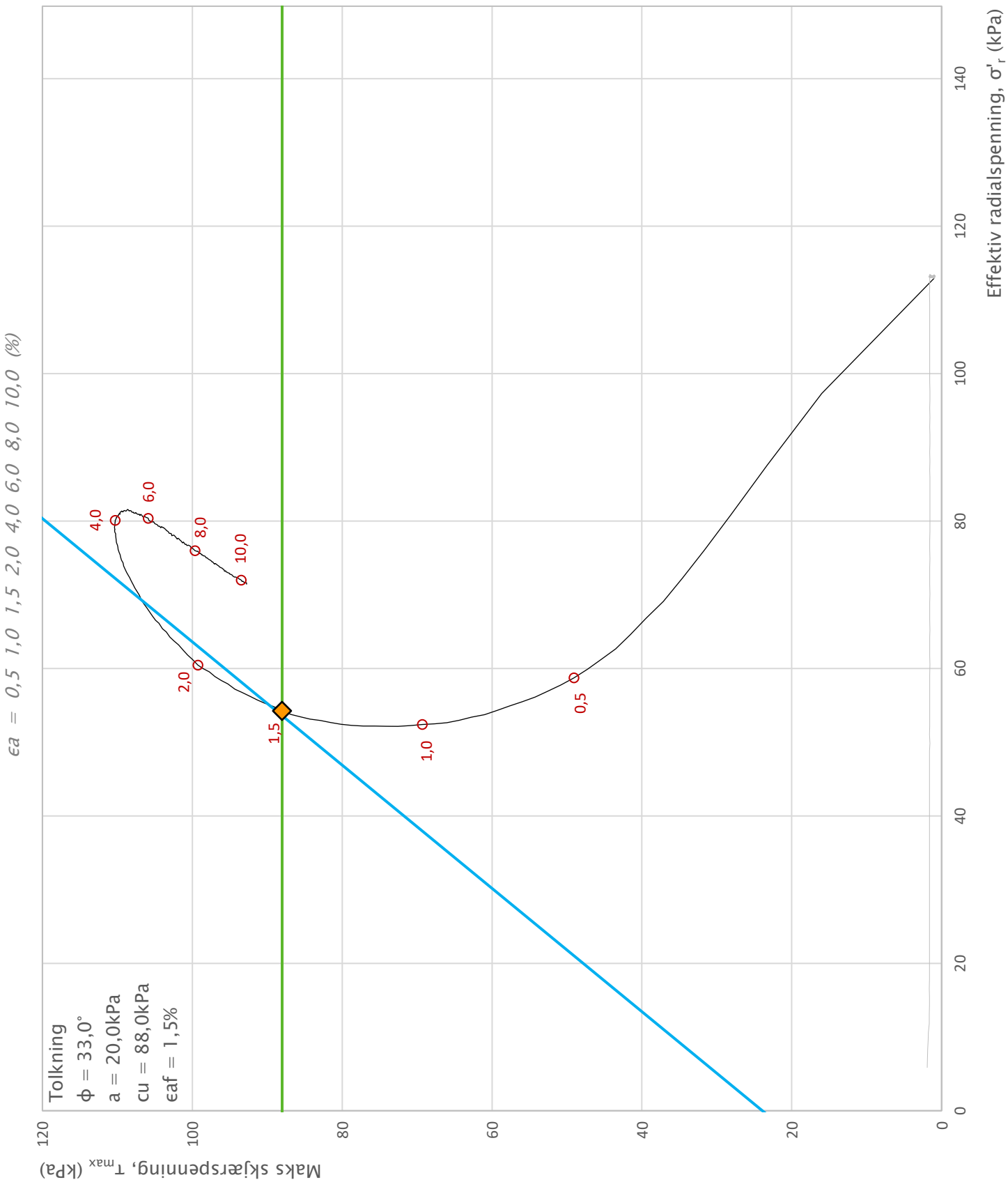
Prosjekt	Prosjektnummer: 10255107. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00			Borhull
Områdestabilitet Kvål				17
Innhold				Dybde (m)
Spenningssti i skjærfase, p'-q plott				9,03
Multiconsult	Utført: VT	Kontrollert: REGR	Godkjent: ANKS	Forsøkstype: CAUc
	Region: Midt	Dato utført: 10.04.2024	Revisjon: 0 / Rev. dato	Figur: 450.2



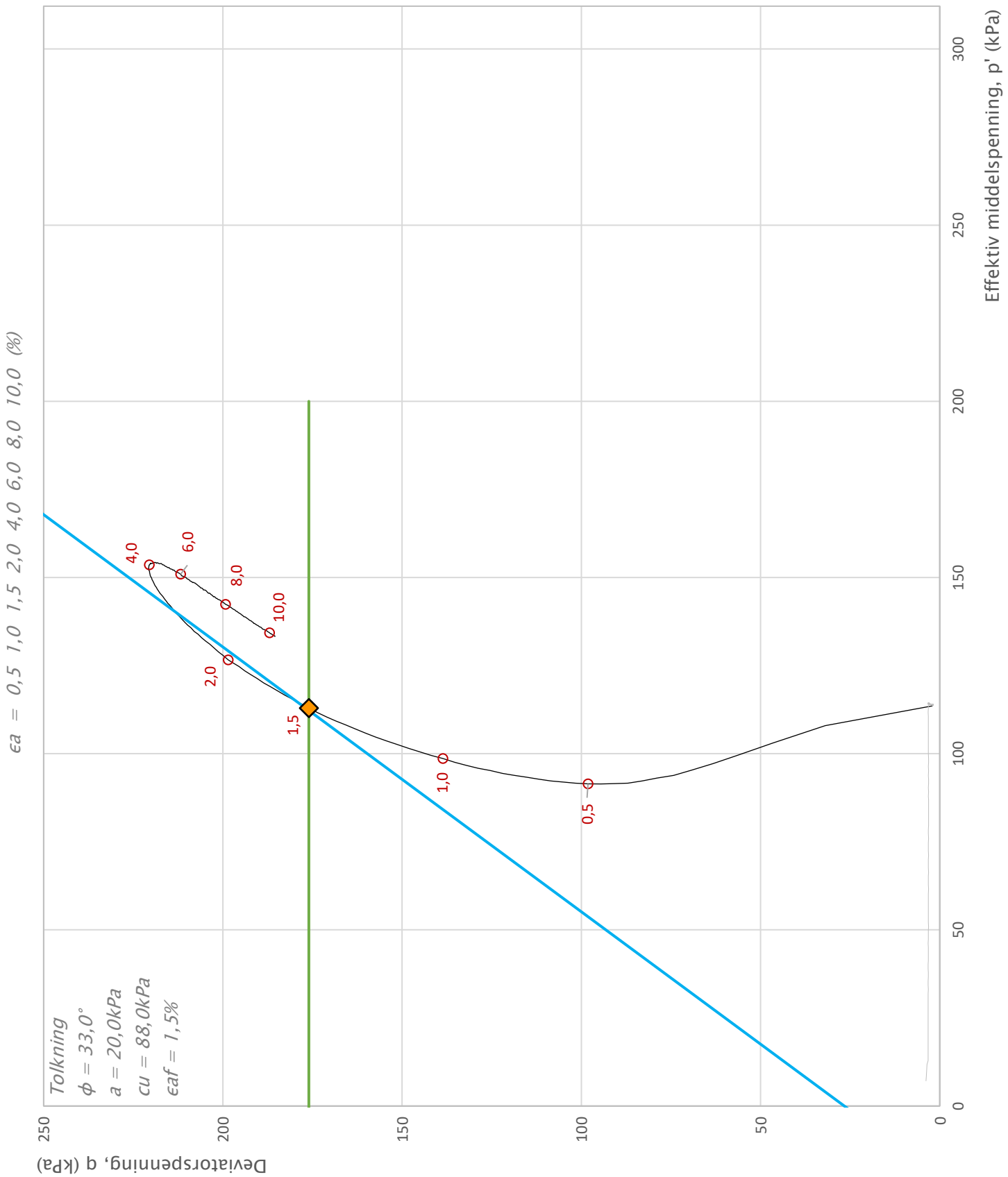
Prosjekt				Borhull
Prosjektnummer: 10255107. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00				17
Områdestabilitet Kvål				
Innhold				Dybde (m)
Spenningssti i skjærfase, σ'r-τ plott (NTNU)				20,86
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype
	REGR	VT	ANKS	CAUc
	Region	Dato utført	Revisjon 0	Figur
	Midt	12.04.2024	Rev. dato	451.1



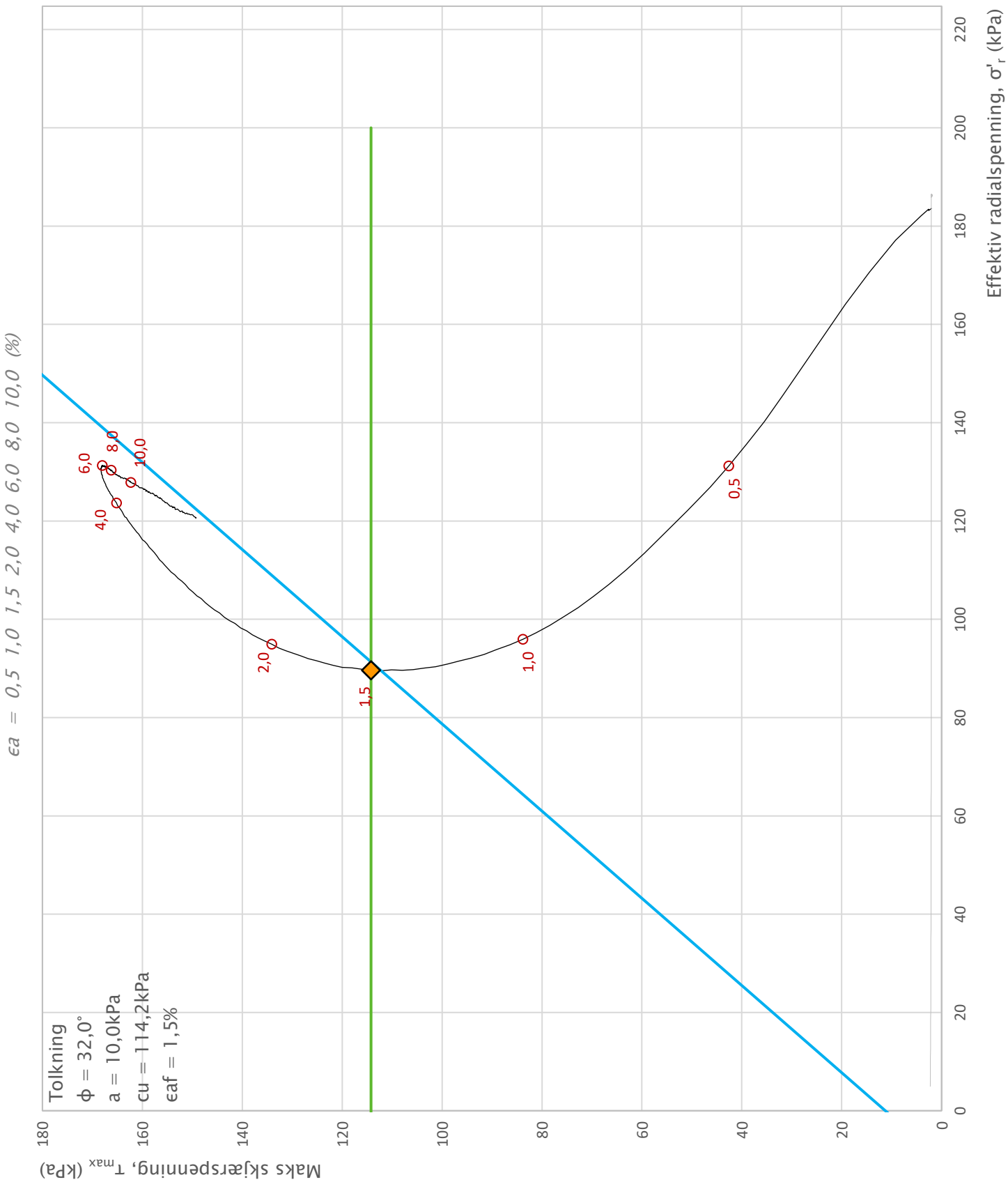
Prosjekt **Områdestabilitet Kvål**	Prosjektnummer: 10255107. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00			Borhull 17
Innhold Spenningssti i skjærfase, p'-q plott				Dybde (m) 20,86
Multiconsult	Utført REGR	Kontrollert VT	Godkjent ANKS	Forsøkstype CAUc
	Region Midt	Dato utført 12.04.2024	Revisjon 0 Rev. dato	Figur 451.2



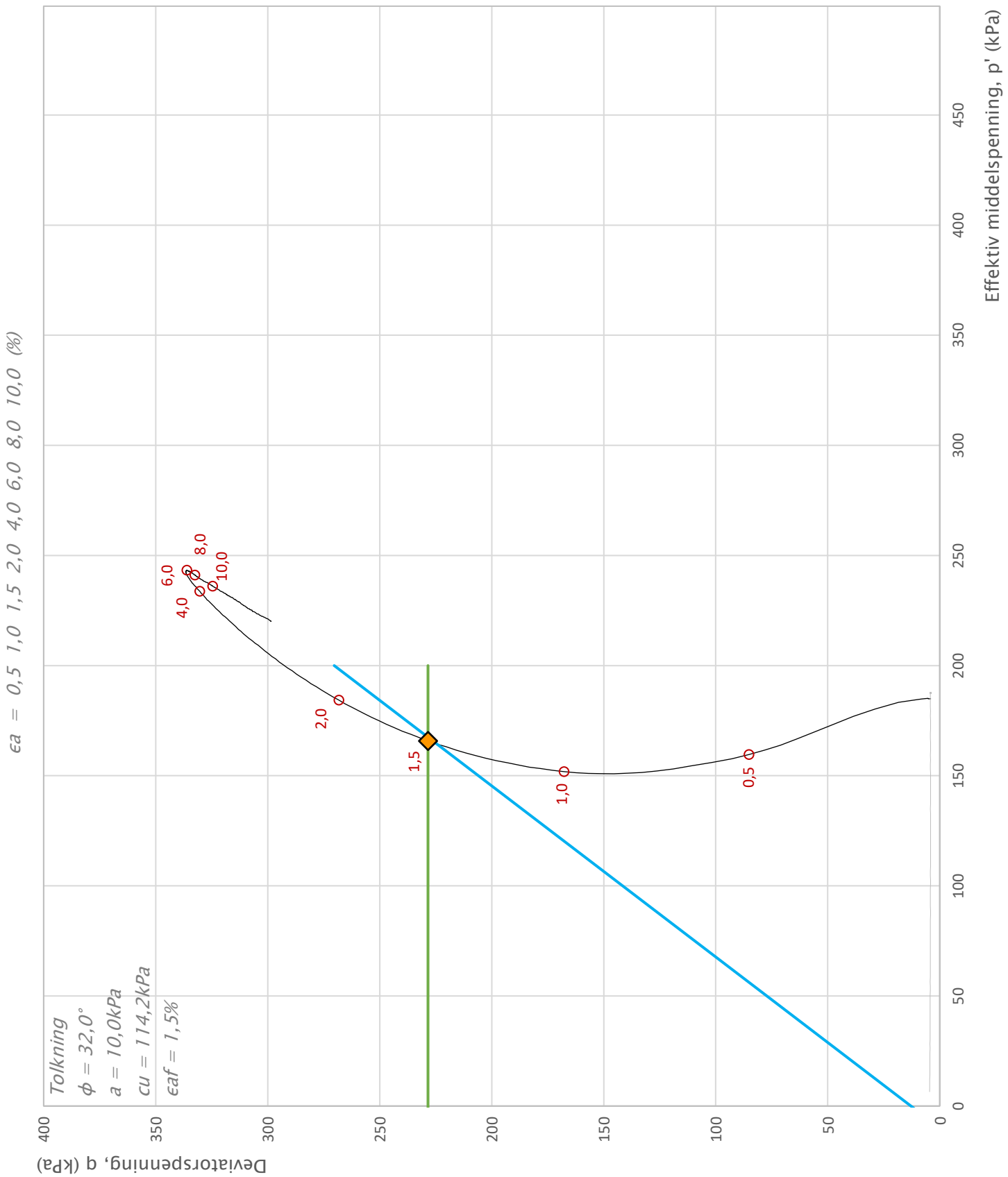
Prosjekt **Områdestabilitet Kvål**	Prosjektnummer: 10255107. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00			Borhull **18**
Innhold Spenningssti i skjærfase, σ'r-τ plott (NTNU)				Dybde (m) **8,55**
Multiconsult	Utført REGR	Kontrollert VT	Godkjent ANKS	Forsøkstype **CIUc**
	Region Midt	Dato utført 12.04.2024	Revisjon 0 Rev. dato	Figur **452.1**



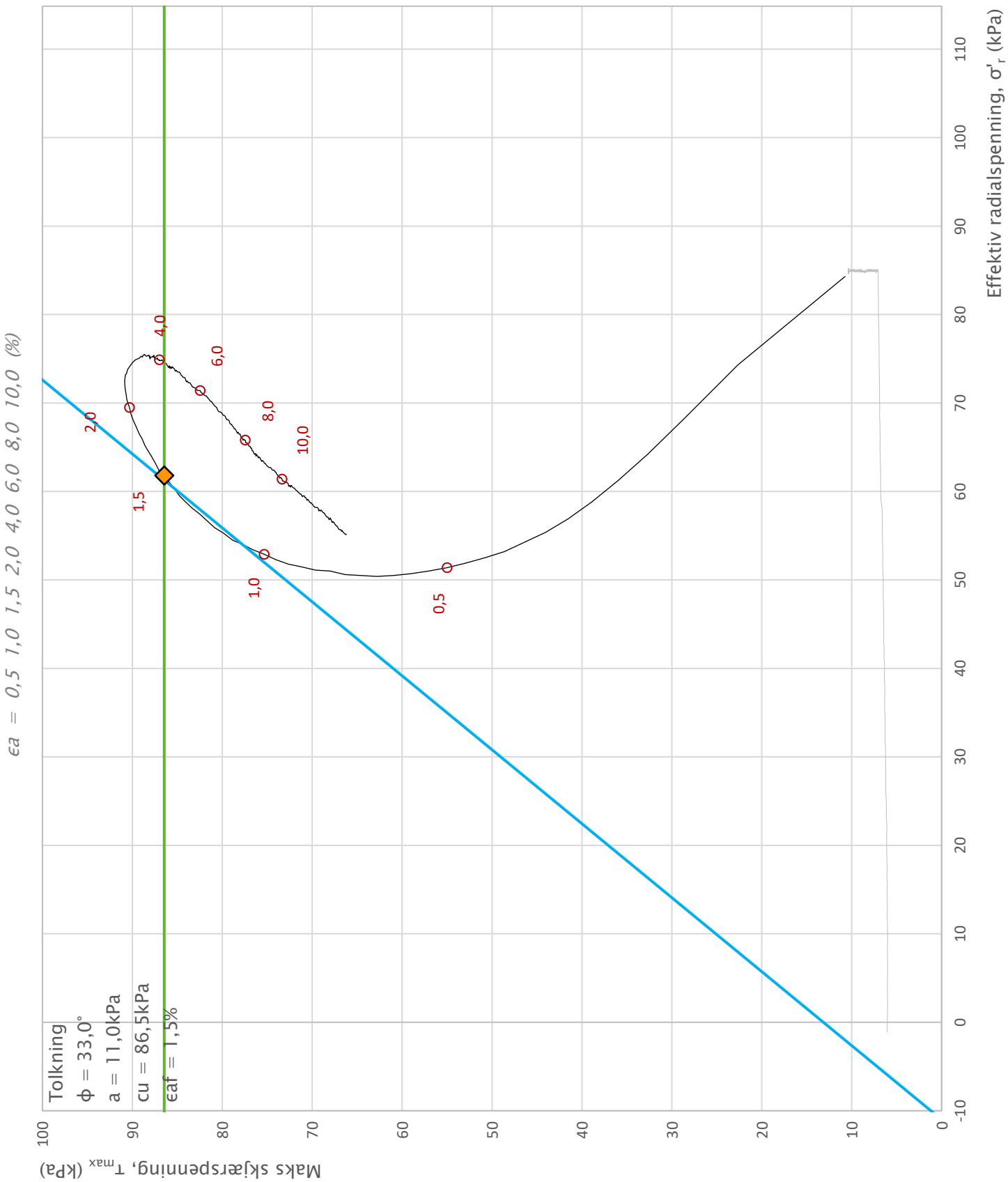
Prosjekt **Områdestabilitet Kvål**	Prosjektnummer: 10255107. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00			Borhull **18**
Innhold Spenningssti i skjærfase, p'-q plott				Dybde (m) **8,55**
Multiconsult	Utført REGR	Kontrollert VT	Godkjent ANKS	Forsøkstype **CIUc**
	Region Midt	Dato utført 12.04.2024	Revisjon 0 Rev. dato	Figur **452.2**



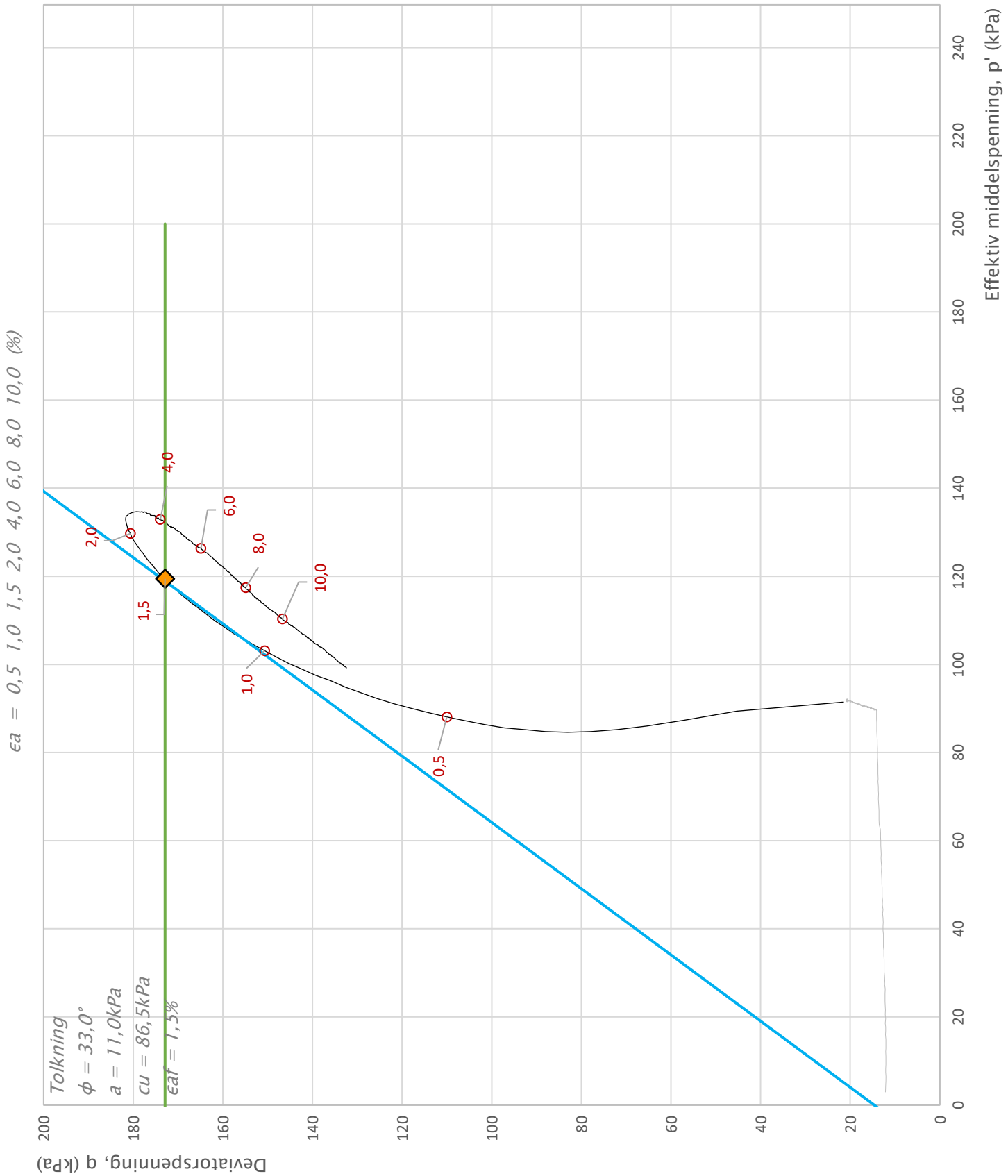
Prosjekt				Borhull
Prosjektnummer: 10255107. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00				18
Områdestabilitet Kvål				
Innhold				Dybde (m)
Spenningssti i skjærfase, σ'r-τ plott (NTNU)				15,95
Multiconsult	Utført REGR	Kontrollert VT	Godkjent ANKS	Forsøkstype CIUc
	Region Midt	Dato utført 12.04.2024	Revisjon 0 / Rev. dato	Figur 453.1



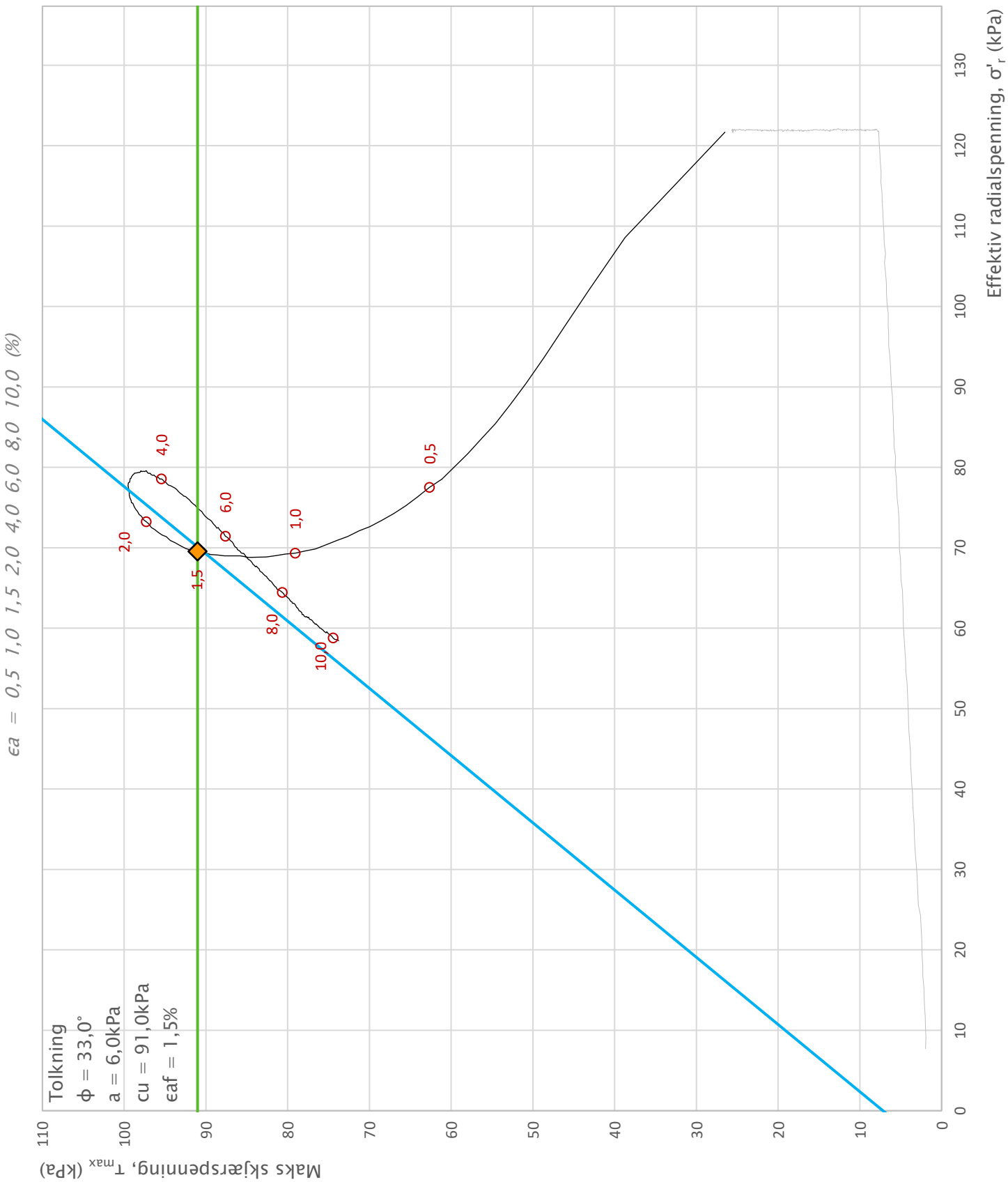
Prosjekt				Borhull
Prosjektnummer: 10255107. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00				18
Områdestabilitet Kvål				
Innhold				Dybde (m)
Spenningssti i skjærfase, p'-q plott				15,95
Multiconsult	Utført: REGR	Kontrollert: VT	Godkjent: ANKS	Forsøkstype: CIUc
	Region: Midt	Dato utført: 12.04.2024	Revisjon: 0 / Rev. dato	Figur: 453.2



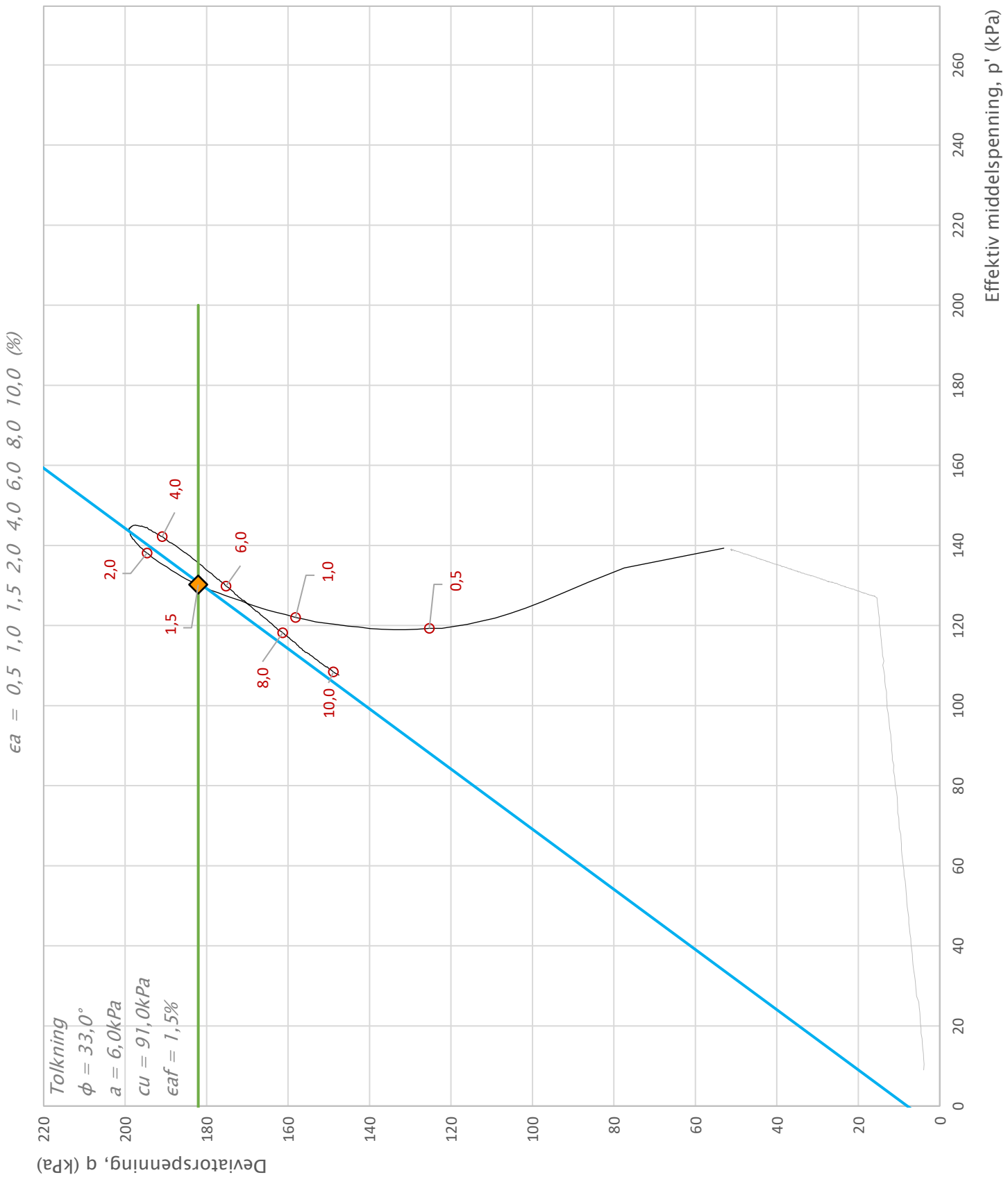
Prosjekt				Borhull
Prosjektnummer: 10255107. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00				19
Områdestabilitet Kvål				
Innhold				Dybde (m)
Spenningssti i skjærfase, σ'r-τ plott (NTNU)				7,57
Multiconsult	Utført VT	Kontrollert REGR	Godkjent ANKS	Forsøkstype CAUc
	Region Midt	Dato utført 12.04.2024	Revisjon 0 / Rev. dato	Figur 454.1



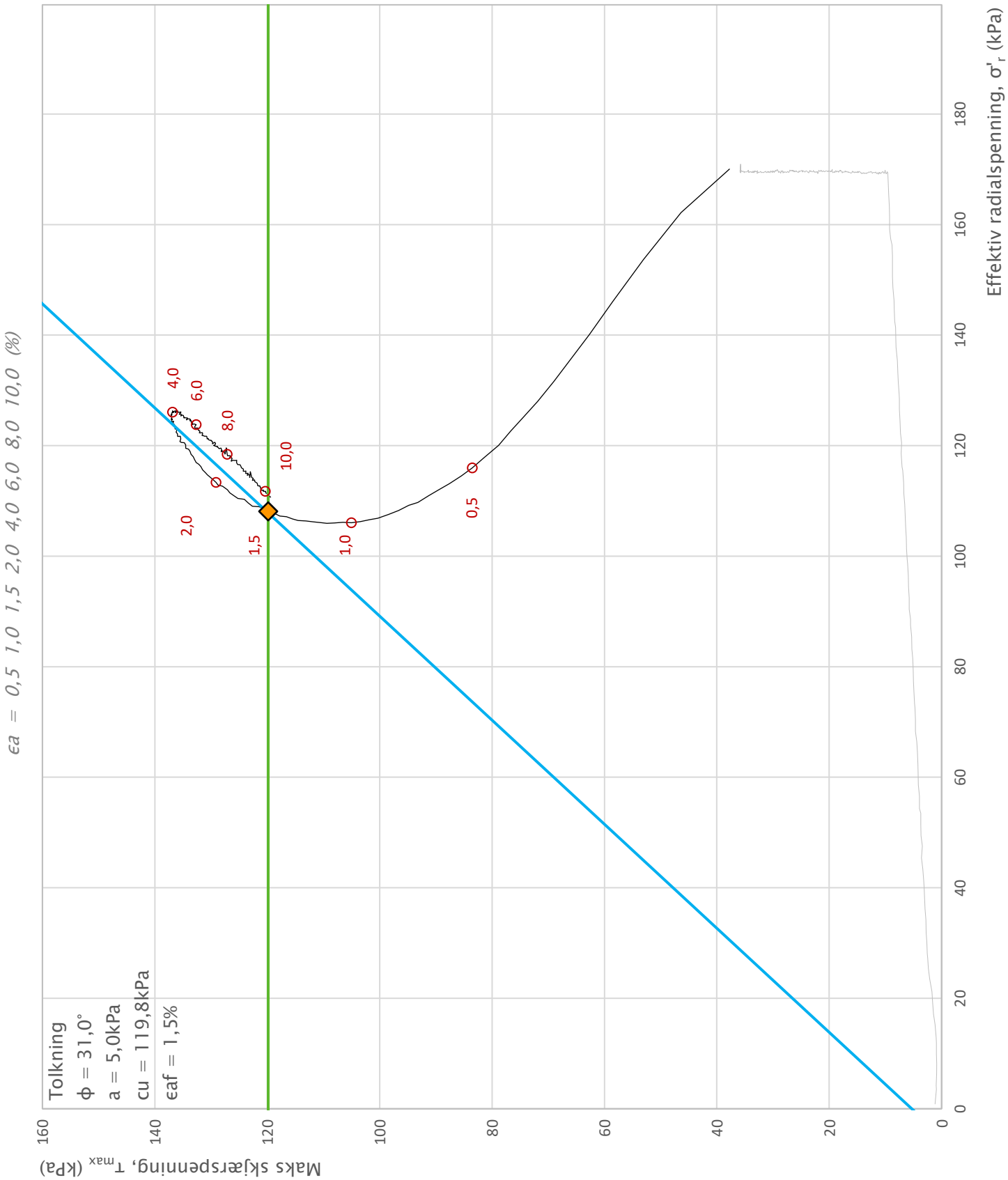
Prosjekt				Borhull
Prosjektnummer: 10255107. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00				
Områdestabilitet Kvål				19
Innhold				Dybde (m)
Spenningssti i skjærfase, p'-q plott				7,57
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype
	VT	REGR	ANKS	CAUc
	Region	Dato utført	Revisjon 0	Figur
	Midt	12.04.2024	Rev. dato	454.2



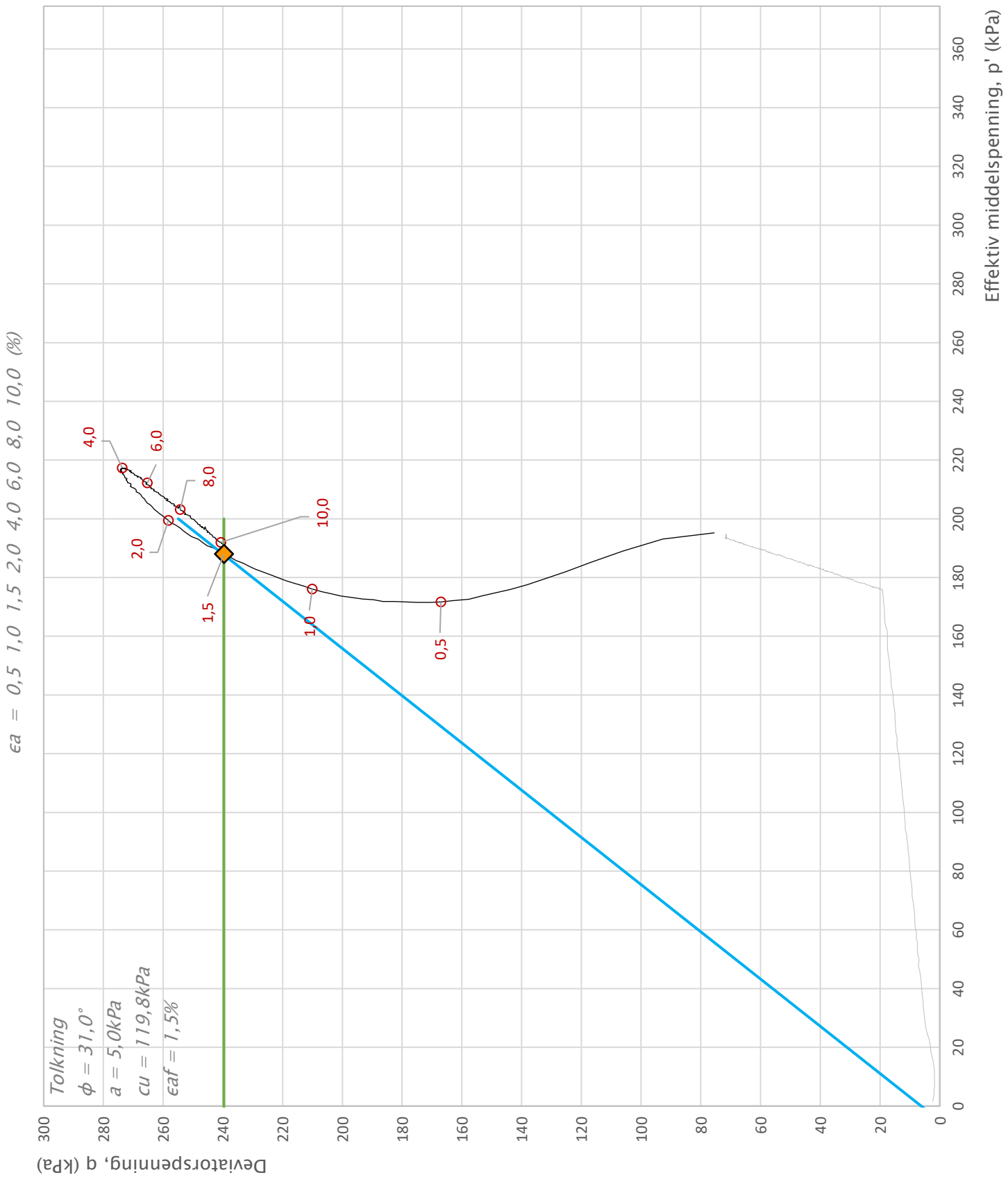
Prosjekt	Prosjektnummer: 10255107. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00			Borhull
Områdestabilitet Kvål				22
Innhold				Dybde (m)
Spenningssti i skjærfase, σ'r-τ plott (NTNU)				14,40
Multiconsult	Utført: VT	Kontrollert: REGR	Godkjent: ANKS	Forsøkstype: CAUc
	Region: Midt	Dato utført: 12.04.2024	Revisjon: 0 / Rev. dato	Figur: 455.1



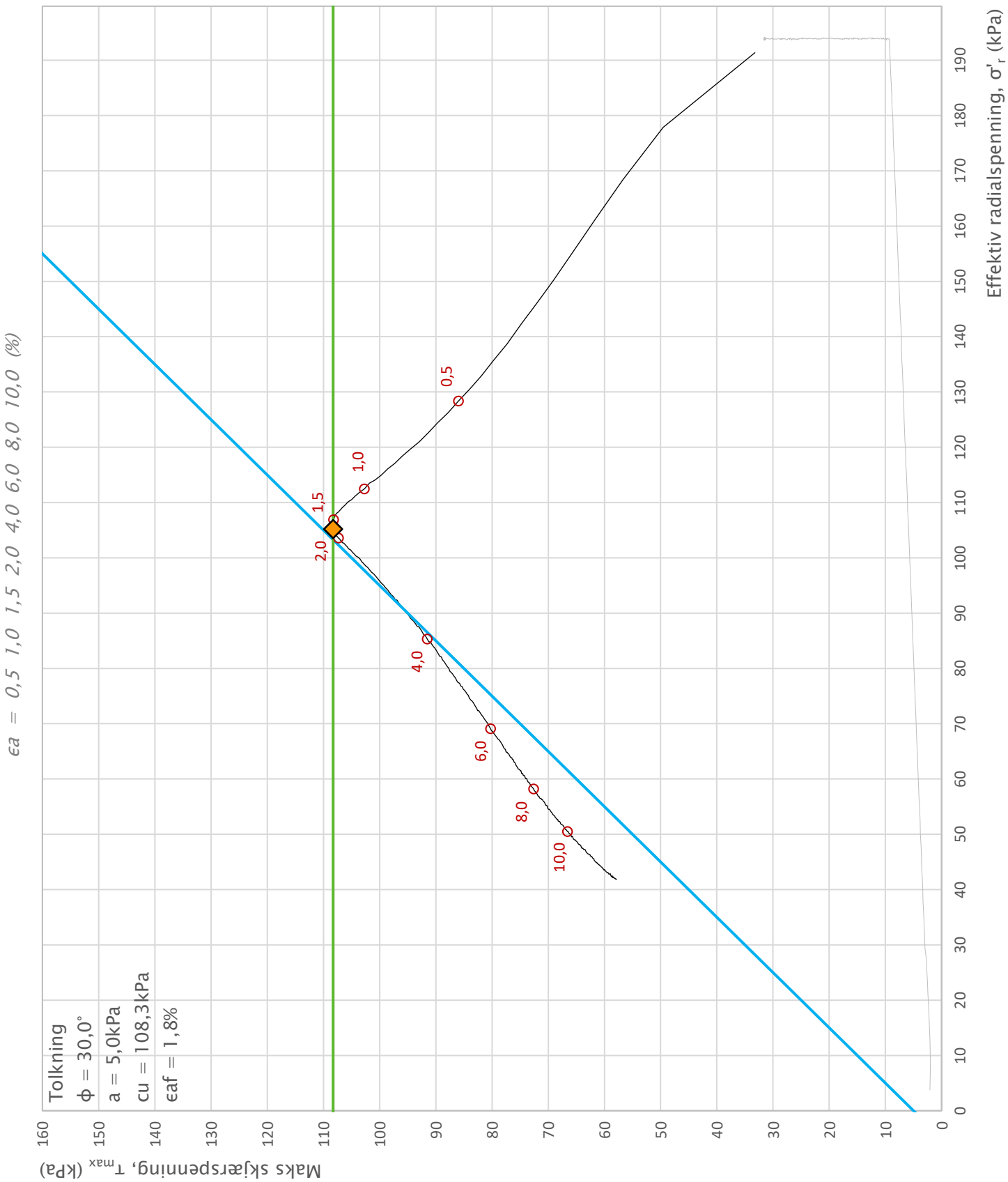
Prosjekt				Borhull
Prosjektnummer: 10255107. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00				22
Områdestabilitet Kvål				
Innhold				Dybde (m)
Spenningssti i skjærfase, p'-q plott				14,40
Multiconsult	Utført: VT	Kontrollert: REGR	Godkjent: ANKS	Forsøkstype: CAUc
	Region: Midt	Dato utført: 12.04.2024	Revisjon: 0 / Rev. dato	Figur: 455.2



Prosjekt				Borhull
Prosjektnummer: 10255107. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00				22
Områdestabilitet Kvål				
Innhold				Dybde (m)
Spenningssti i skjærfase, σ'r-τ plott (NTNU)				21,30
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype
	VT	REGR	ANKS	CAUc
	Region	Dato utført	Revisjon 0	Figur
	Midt	12.04.2024	Rev. dato	456.1

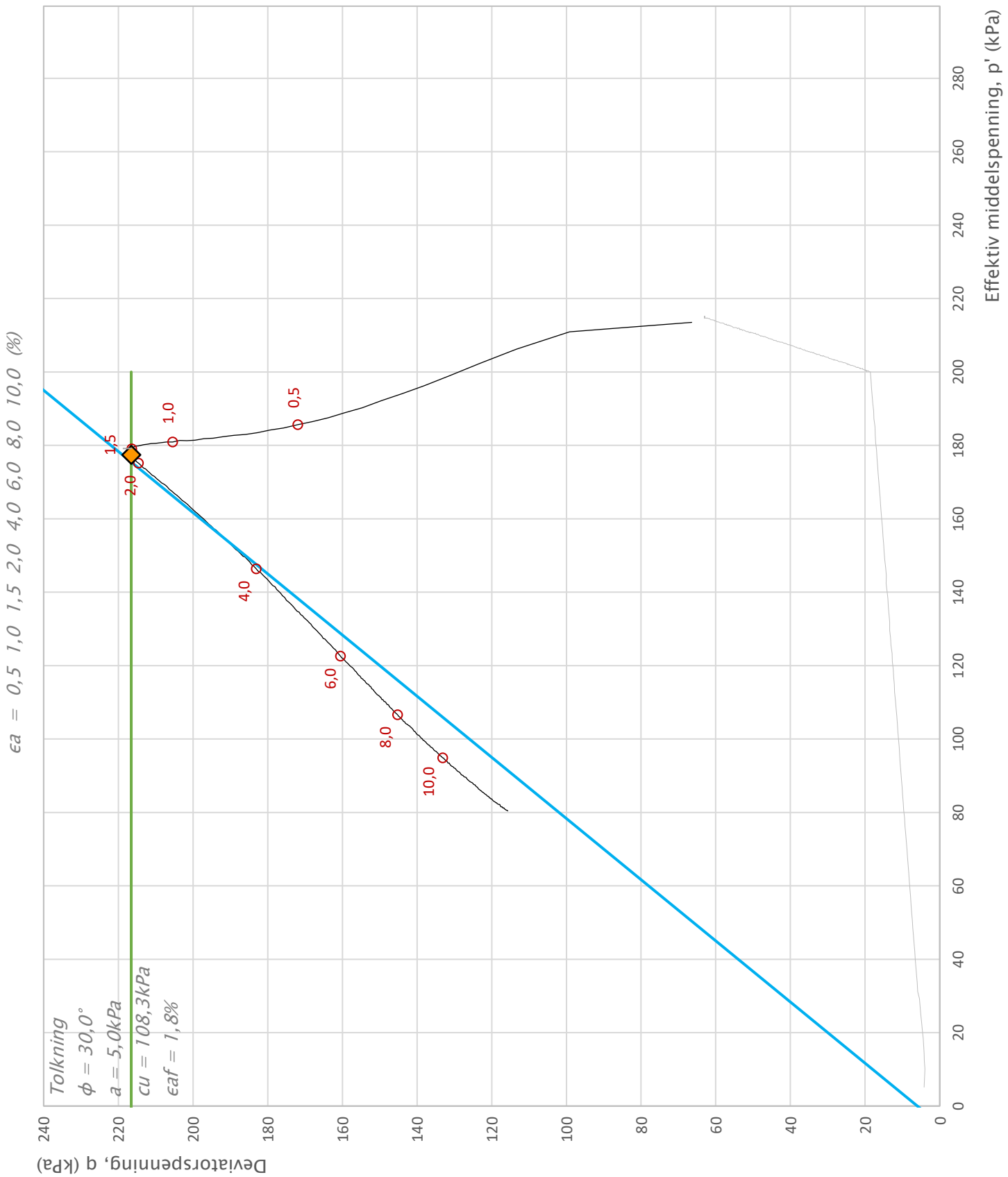


Prosjekt				Borhull
Prosjektnummer: 10255107. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00				
Områdestabilitet Kvål				22
Innhold				Dybde (m)
Spenningssti i skjærfase, p'-q plott				21,30
Multiconsult	Utført: VT	Kontrollert: REGR	Godkjent: ANKS	Forsøkstype: CAUc
	Region: Midt	Dato utført: 12.04.2024	Revisjon: 0 / Rev. dato	Figur: 456.2



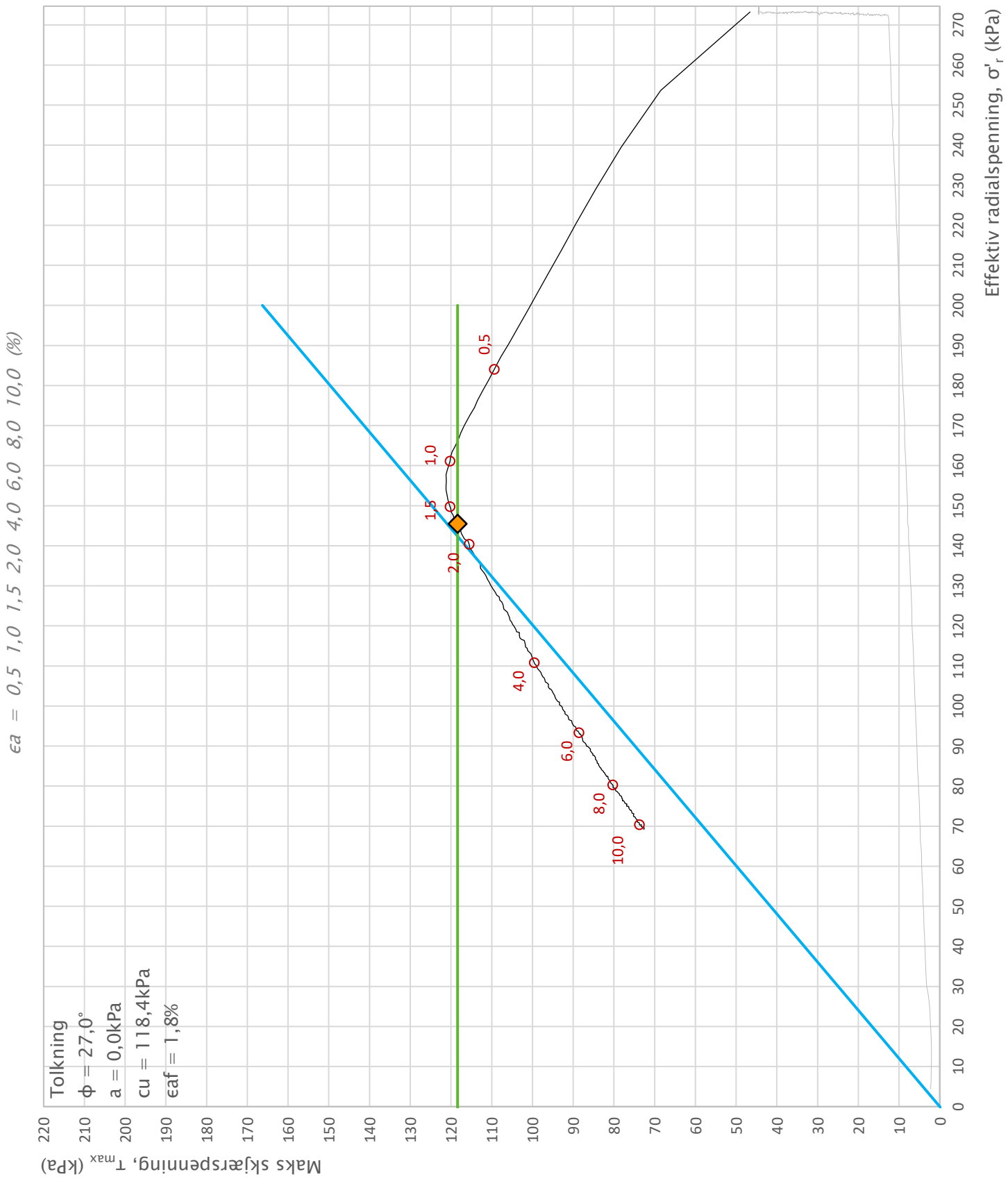
Prosjekt				Borhull
Prosjektnummer: 10255107. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00				23
Områdestabilitet Kvål				
Innhold				Dybde (m)
Spenningssti i skjærfase, σ'r-τ plott (NTNU)				16,45
Multiconsult	Utført EAT	Kontrollert STES	Godkjent ANKS	Forsøkstype CAUc
	Region	Dato utført 25.06.2024	Revisjon 0	Figur 457.1

ER|Fra



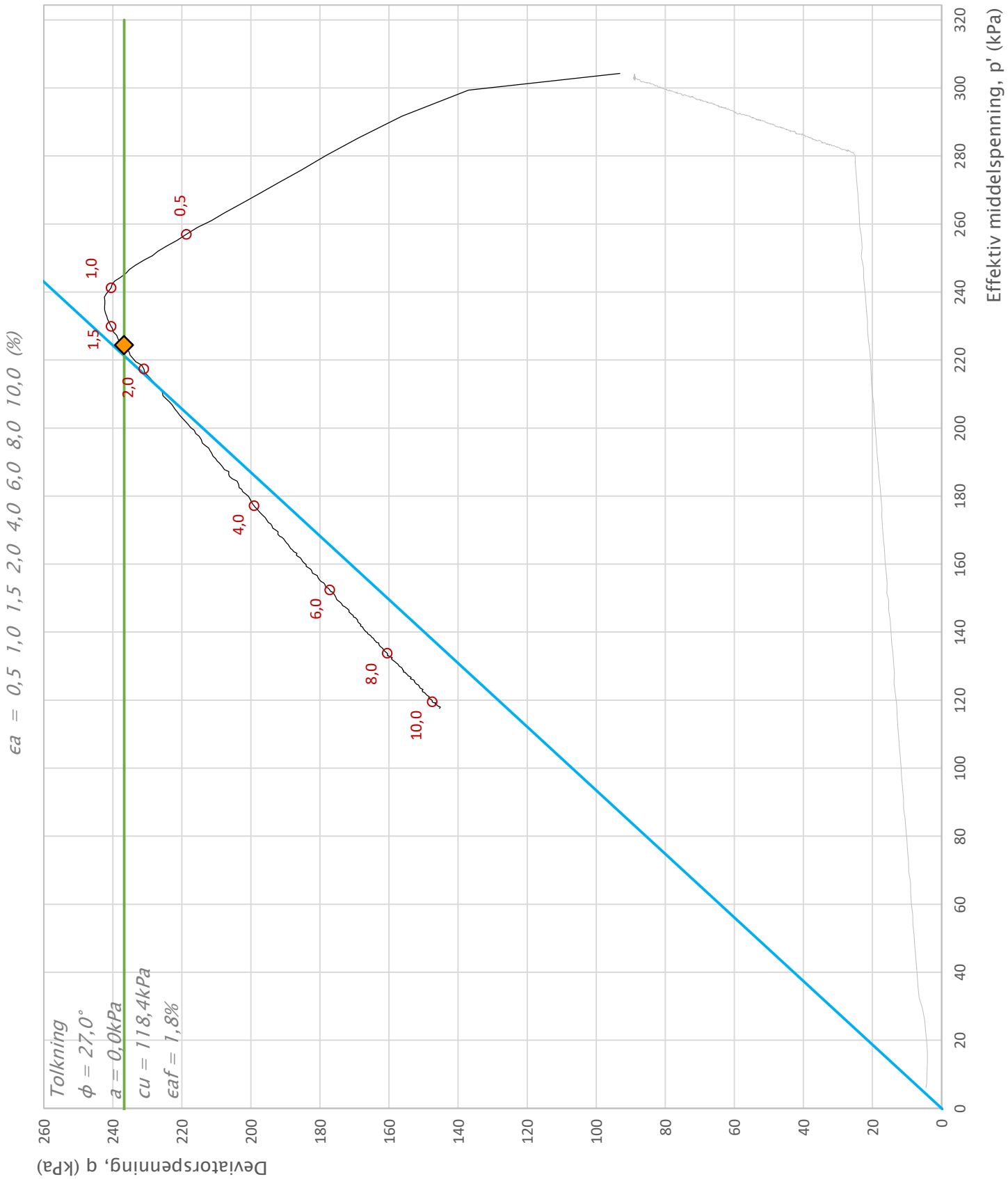
Prosjekt				Borhull
Prosjektnummer: 10255107. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00				23
Områdestabilitet Kvål				
Innhold				Dybde (m)
Spenningssti i skjærfase, p'-q plott				16,45
Multiconsult	Utført EAT	Kontrollert STES	Godkjent ANKS	Forsøkstype CAUc
	Region	Dato utført 25.06.2024	Revisjon 0	Figur 457.2

ER|Fra

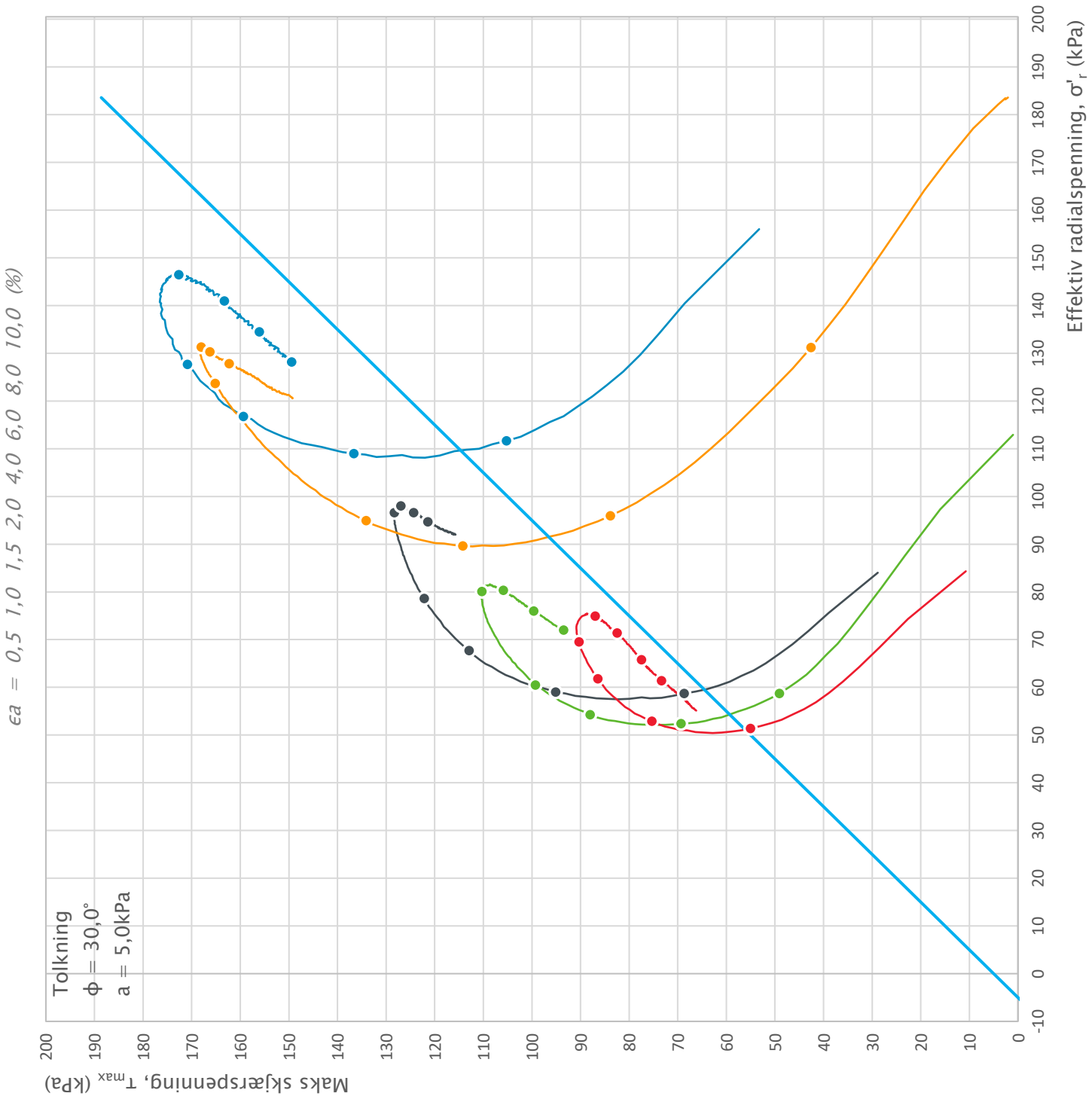


Prosjekt				Borhull
Prosjektnummer: 10255107. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00				23
Områdestabilitet Kvål				
Innhold				Dybde (m)
Spenningssti i skjærfase, σ'r-τ plott (NTNU)				21,55
Multiconsult	Utført EAT	Kontrollert STES	Godkjent ANKS	Forsøkstype CAUc
	Region	Dato utført 25.06.2024	Revisjon 0	Figur 458.1

ER|Fra



Prosjekt				Borhull
Prosjektnummer: 10255107. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00				23
Områdestabilitet Kvål				
Innhold				Dybde (m)
Spenningssti i skjærfase, p'-q plott				21,55
Multiconsult	Utført: EAT	Kontrollert: STES	Godkjent: ANKS	Forsøkstype: CAUc
	Region: Midt	Dato utført: 25.06.2024	Revisjon: 0 / Rev. dato	Figur: 458.2



Borhull	Dybde	Type	Symbol	σ'V0 (kPa)	σ'ac (kPa)	σ'rc (kPa)	K'0c
17	9,03	CAUc		82,4	139,6	84,4	0,60
17	20,86	CAUc		208,6	257,1	156,1	0,61
18	8,55	CIUc		85,5	115,0	113,0	0,98
18	8,55	CIUc		85,5	190,2	186,2	0,98
19	7,57	CAUc		75,7	105,6	84,9	0,80

Prosjekt

Prosjektnummer: 10255107. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00

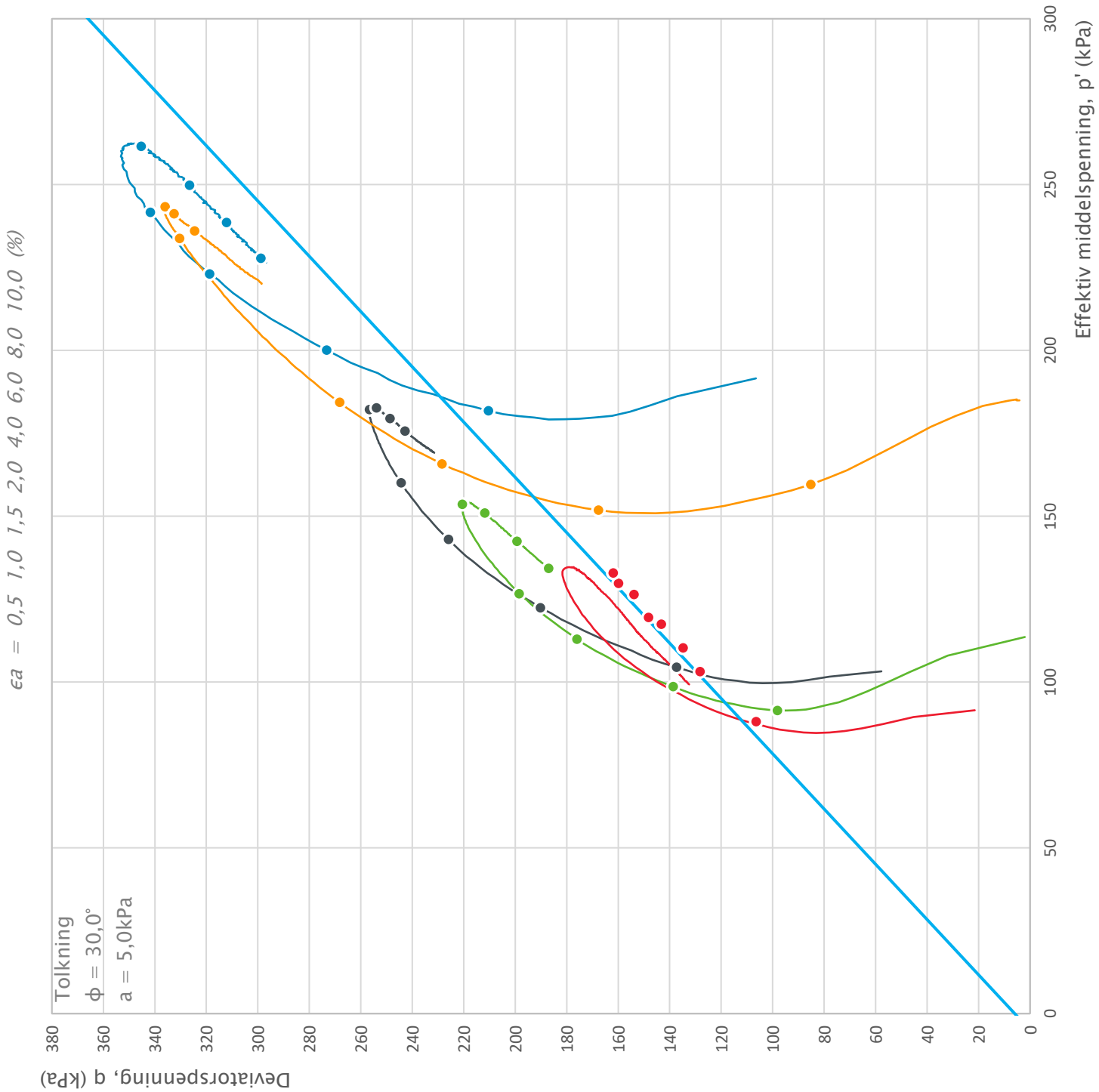
Områdestabilitet Kvål

Innhold

Spenningssti i skjærfase, σ'r-τ plott (NTNU) Samleplott BP. 17, 18 og 19

Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Figur
	sivals	sso	anks	RIG-TEG-459.1
	Divisjon	Dato utført	Revisjon 0	
		03.07.2024		

v2020.01



Borhull	Dybde	Type	Symbol	σ'$_{V0}$ (kPa)	σ'$_{ac}$ (kPa)	σ'$_{rc}$ (kPa)	K'$_{0c}$
17	9,03	CAUc		82,4	139,6	84,4	0,60
17	20,86	CAUc		208,6	257,1	156,1	0,61
18	8,55	CIUc		85,5	115,0	113,0	0,98
18	8,55	CIUc		85,5	190,2	186,2	0,98
19	7,57	CAUc		75,7	105,6	84,9	0,80

Prosjekt

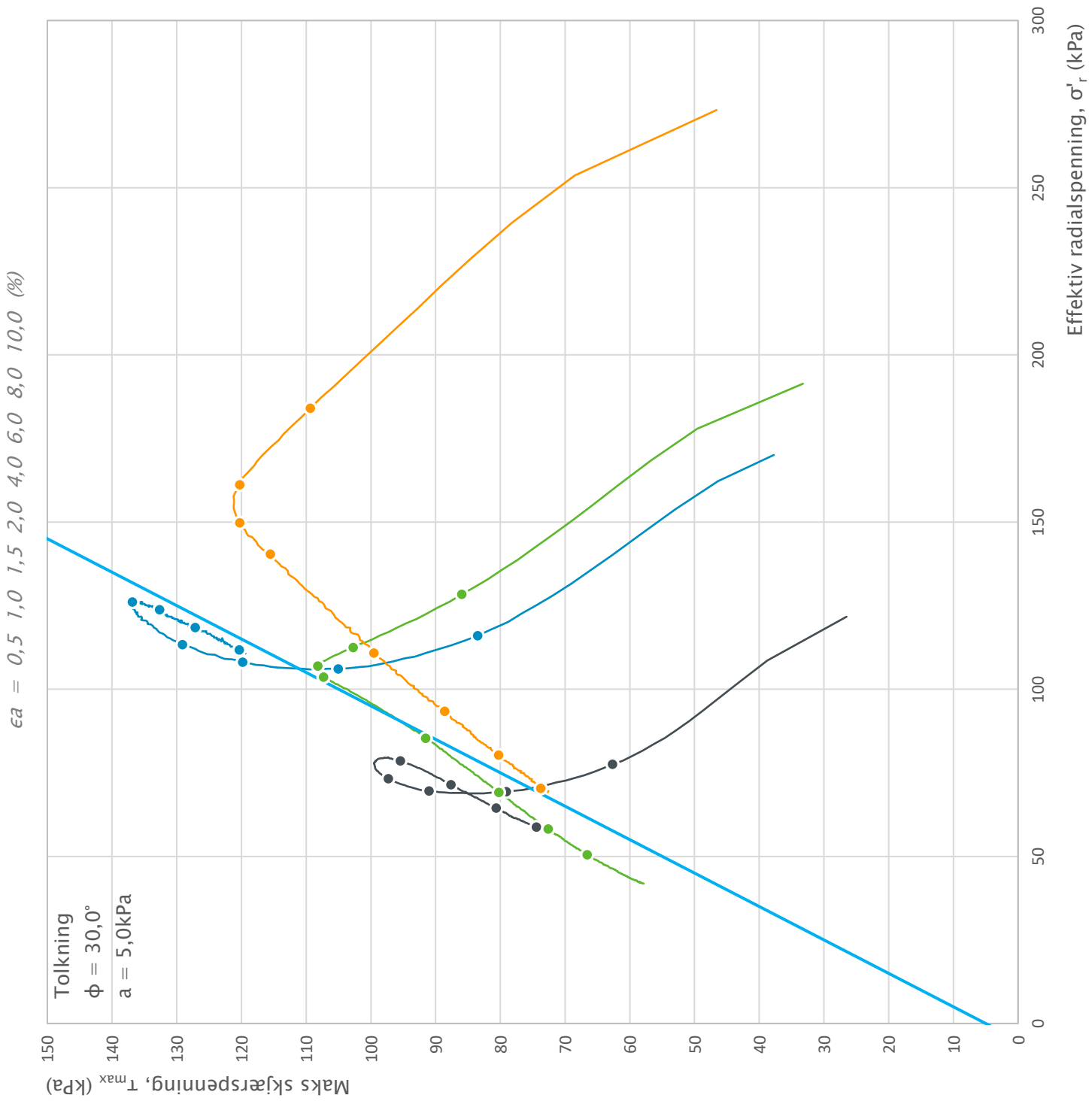
Prosjektnummer: 10255107. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00

Områdestabilitet Kvål

Innhold

Spenningssti i skjærfase, p'-q plott Samleplott BP. 17, 18 og 19

Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Figur
	sivals	sso	anks	RIG-TEG-459.2
	Divisjon	Dato utført	Revisjon 0	
		03.07.2024		



Borhull	Dybde	Type	Symbol	σ'V0 (kPa)	σ'ac (kPa)	σ'rc (kPa)	K'0c
22	14,40	CAUc		144,0	172,9	121,9	0,70
22	21,30	CAUc		213,0	241,2	169,6	0,70
23	16,45	CAUc		143,6	257,0	194,0	0,75
23	21,55	CAUc		190,3	362,3	273,4	0,75

Prosjekt

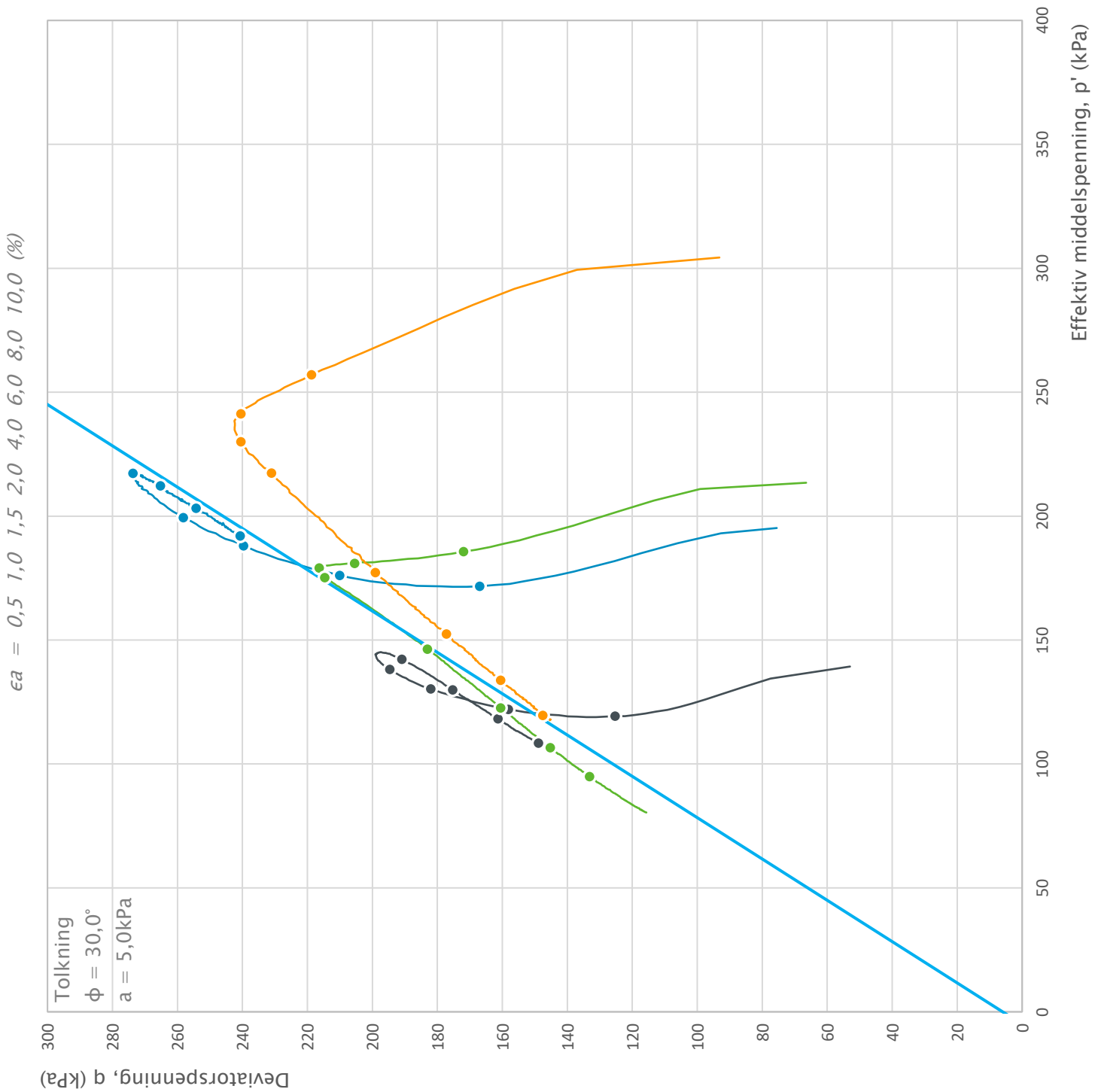
Prosjektnummer: 10255107. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00

Områdestabilitet Kvål

Innhold

Spenningssti i skjærfase, σ'r-τ plott (NTNU) Samleplott BP. 22 og 23

Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Figur
	sivals	sso	anks	RIG-TEG-460.1
	Divisjon	Dato utført	Revisjon 0	
		03.07.2024		



Borhull	Dybde	Type	Symbol	σ'$_{V0}$ (kPa)	σ'$_{ac}$ (kPa)	σ'$_{rc}$ (kPa)	K'$_{0c}$
22	14,40	CAUc		144,0	172,9	121,9	0,70
22	21,30	CAUc		213,0	241,2	169,6	0,70
23	16,45	CAUc		143,6	257,0	194,0	0,75
23	21,55	CAUc		190,3	362,3	273,4	0,75

Prosjekt

Prosjektnummer: 10255107. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00

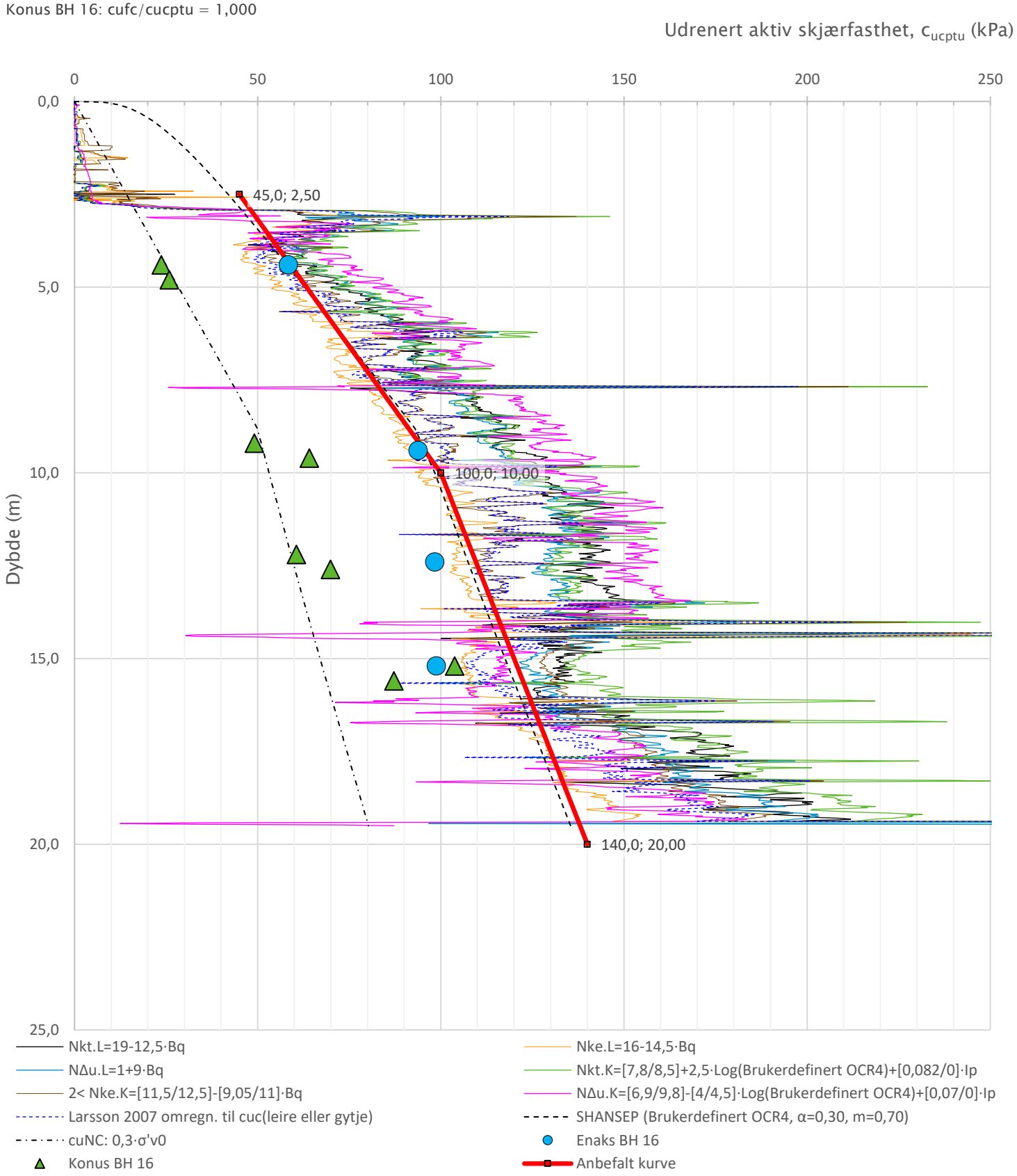
Områdestabilitet Kvål

Innhold

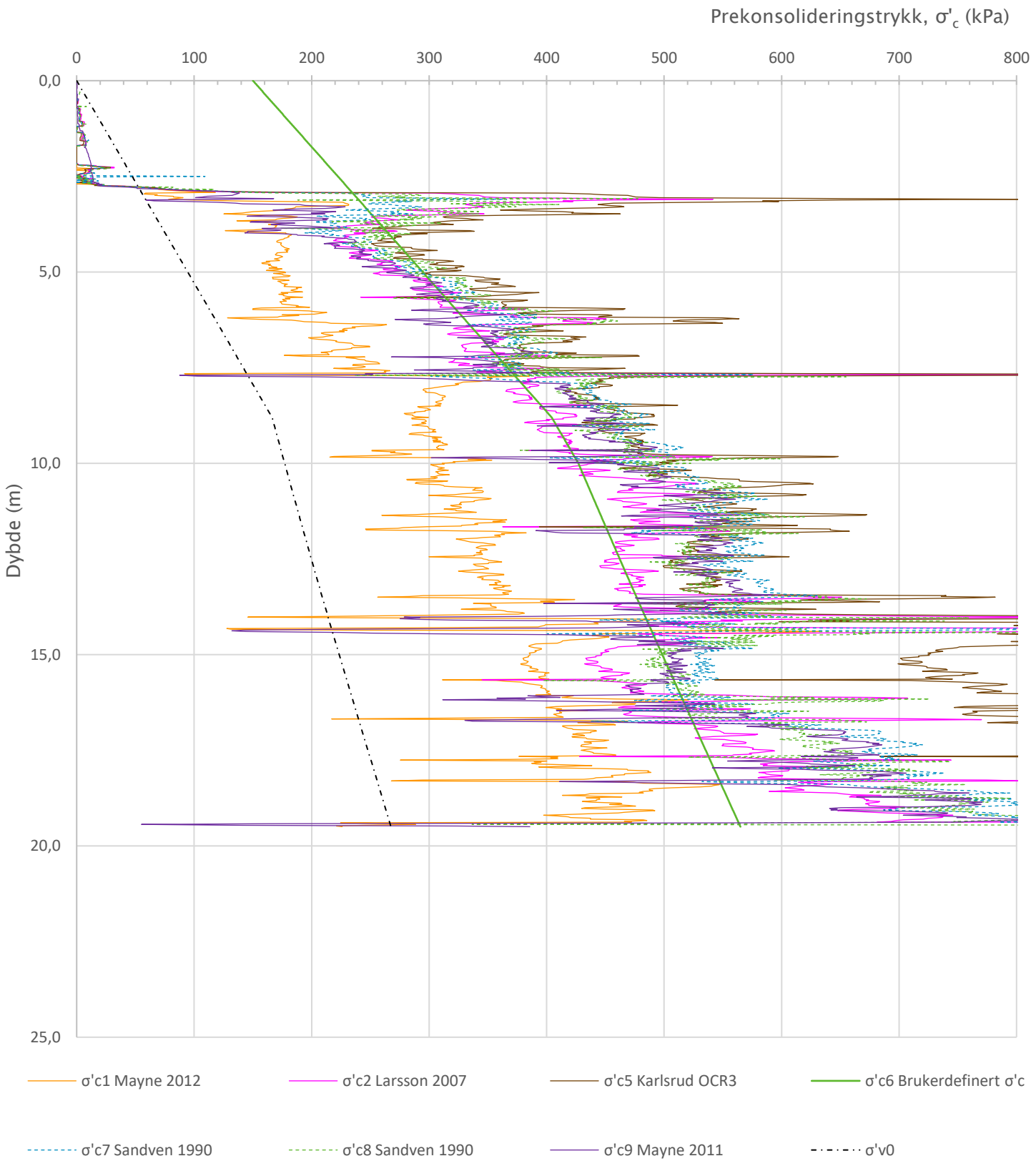
Spenningssti i skjærfase, p'-q plott Samleplott BP. 22 og 23

Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Figur
	sivals	sso	anks	RIG-TEG-460.2
	Divisjon	Dato utført	Revisjon 0	
		03.07.2024		

Anisotropiforhold i figur:
Enaks BH 16: cuuc/cucptu = 1,000
Konus BH 16: cufc/cucptu = 1,000

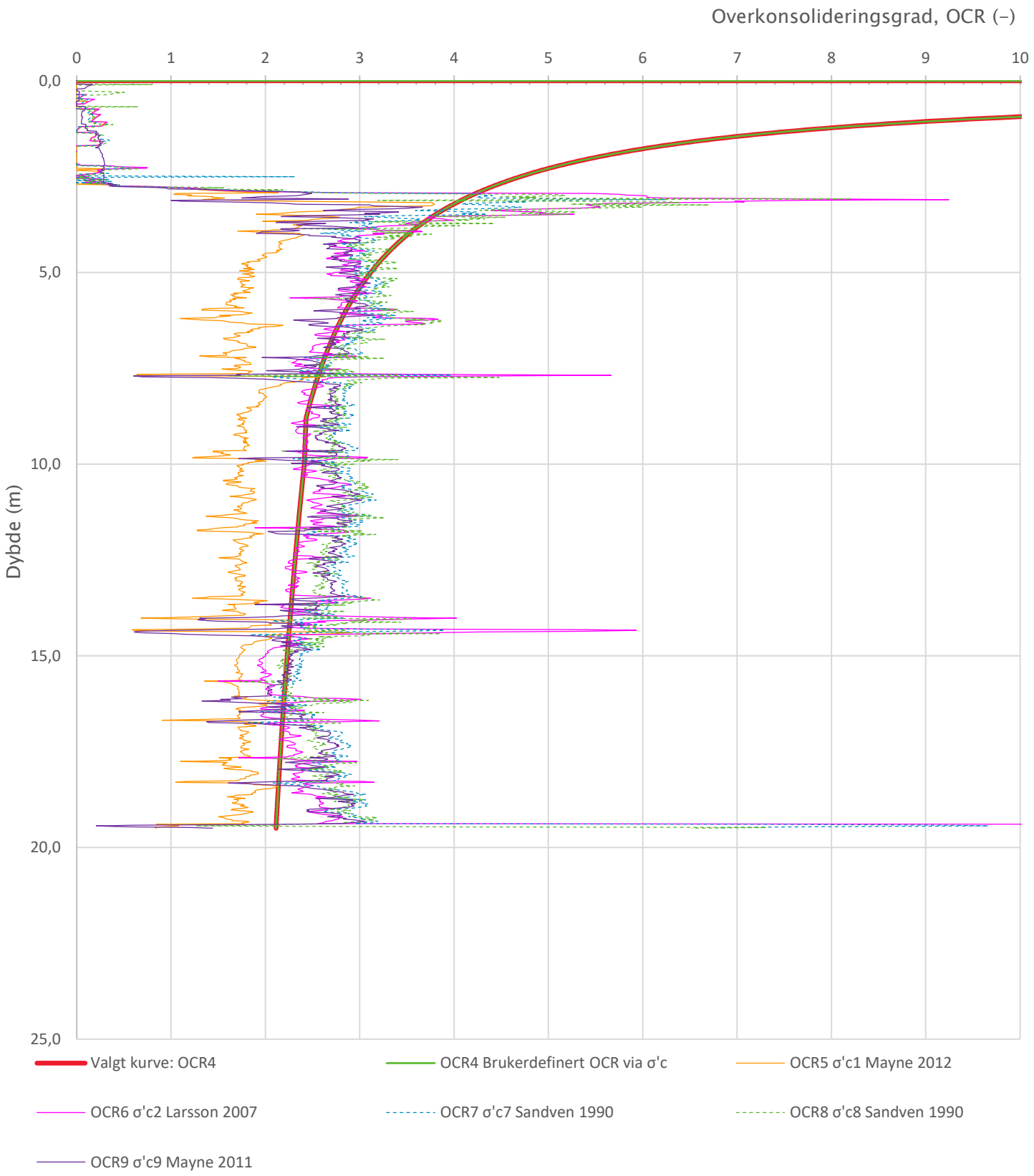


Prosjekt				Borhull
Prosjektnummer: 10255107 Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00				
Områdestabilitet Kvål				**16**
Innhold				Sondenummer
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				**4354**
Multiconsult	Tegnet JKM	Kontrollert STES	Godkjent ANKS	Anvend.klasse 1
	Utførende Multiconsult Norge AS	Dato sondering 19.03.2024	Revisjon / Rev. dato	RIG-TEG 500.5



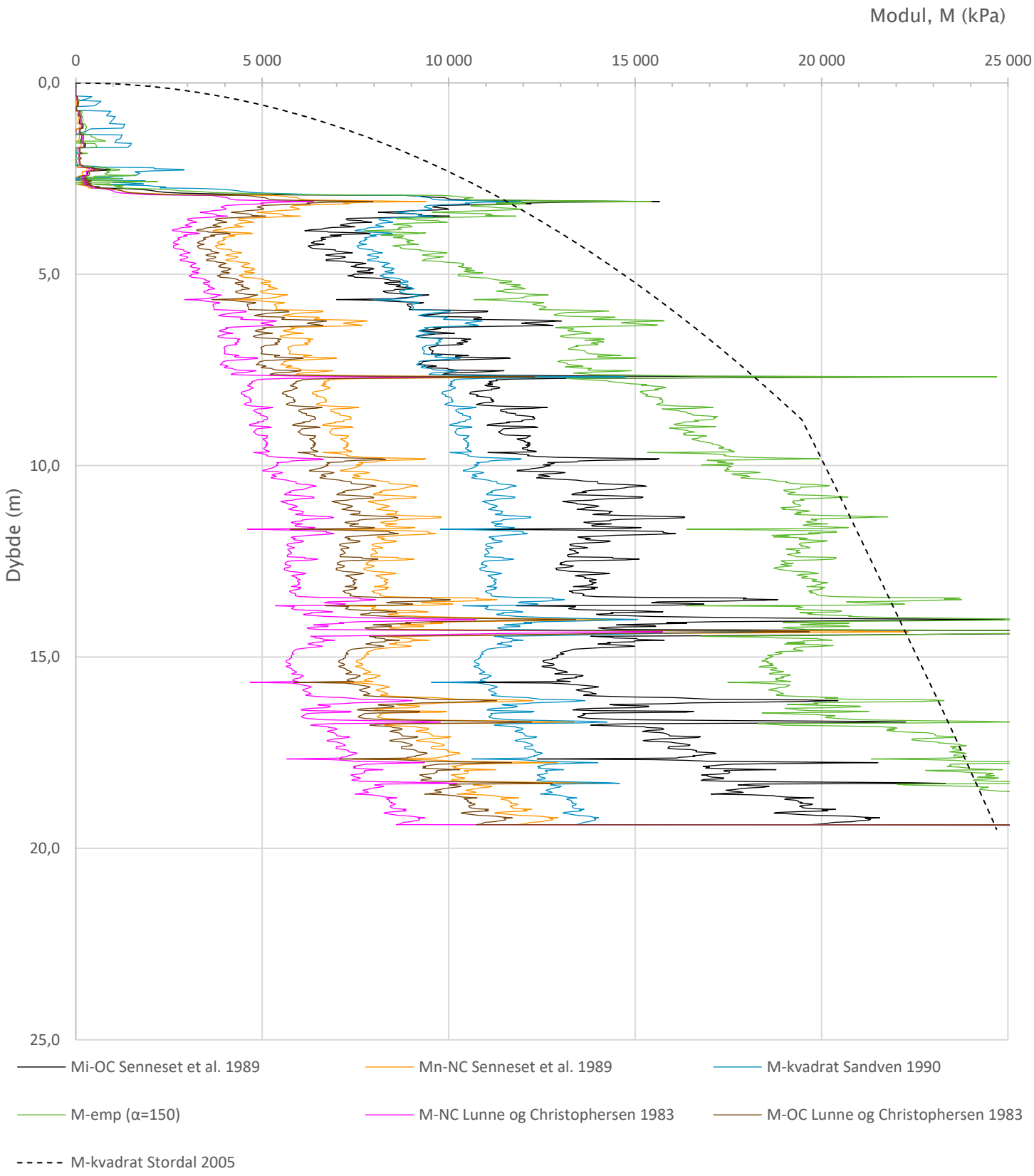
Prosjekt				Borhull
Prosjektnummer: 10255107 Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00				16
Områdestabilitet Kvål				
Innhold				Sondenummer
Prekonsolideringstrykk, σ'c				4354
Multiconsult	Tegnet JKM	Kontrollert STES	Godkjent ANKS	Anvend.klasse 1
	Utførende Multiconsult Norge AS	Dato sondering 19.03.2024	Revisjon / Rev. dato	RIG-TEG 500.6

Z:\O10255\10255107-01\10255107-01-03 ARBEIDSOMRAADE\10255107-01 RIG\10255107-01-07 FELT- OG LABREGISTRERINGER\Fra felt\CPTU\CPTU 2020.01 15-04-2020



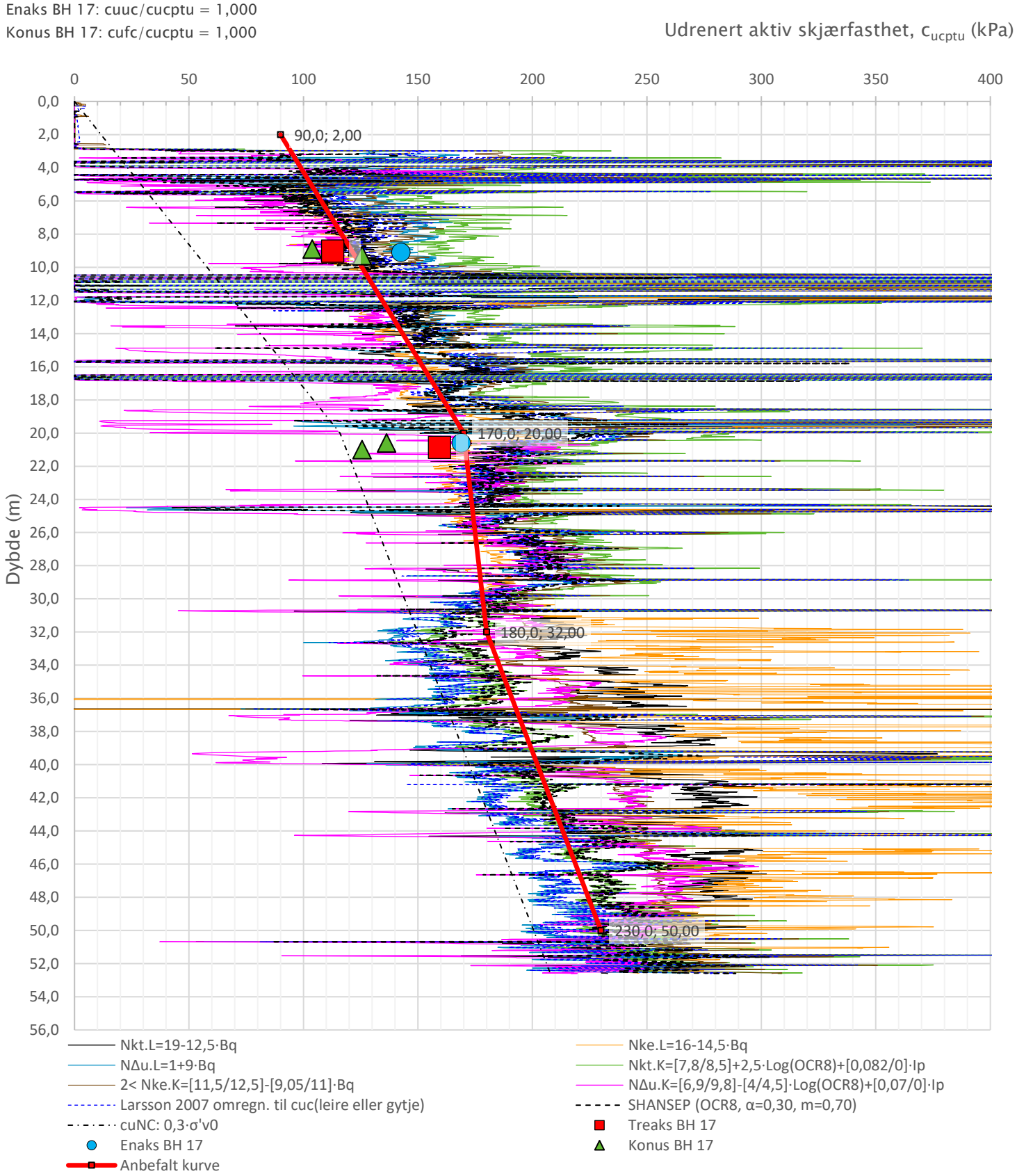
Prosjekt **Områdestabilitet Kvål**	Prosjektnummer: 10255107 Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00			Borhull **16**
Innhold Overkonsolideringsgrad, OCR				Sondenummer **4354**
Multiconsult	Tegnet JKM	Kontrollert STES	Godkjent ANKS	Anvend.klasse **1**
	Utførende Multiconsult Norge AS	Dato sondering 19.03.2024	Revisjon Rev. dato	RIG-TEG **500.7**

Z:\O10255\10255107-01\10255107-01-03 ARBEIDSOMRAADE\10255107-01 RIG\10255107-01-07 FELT- OG LABREGISTRERINGER\Fra felt\CPTU\CPTU 20.01 RIG-TEG

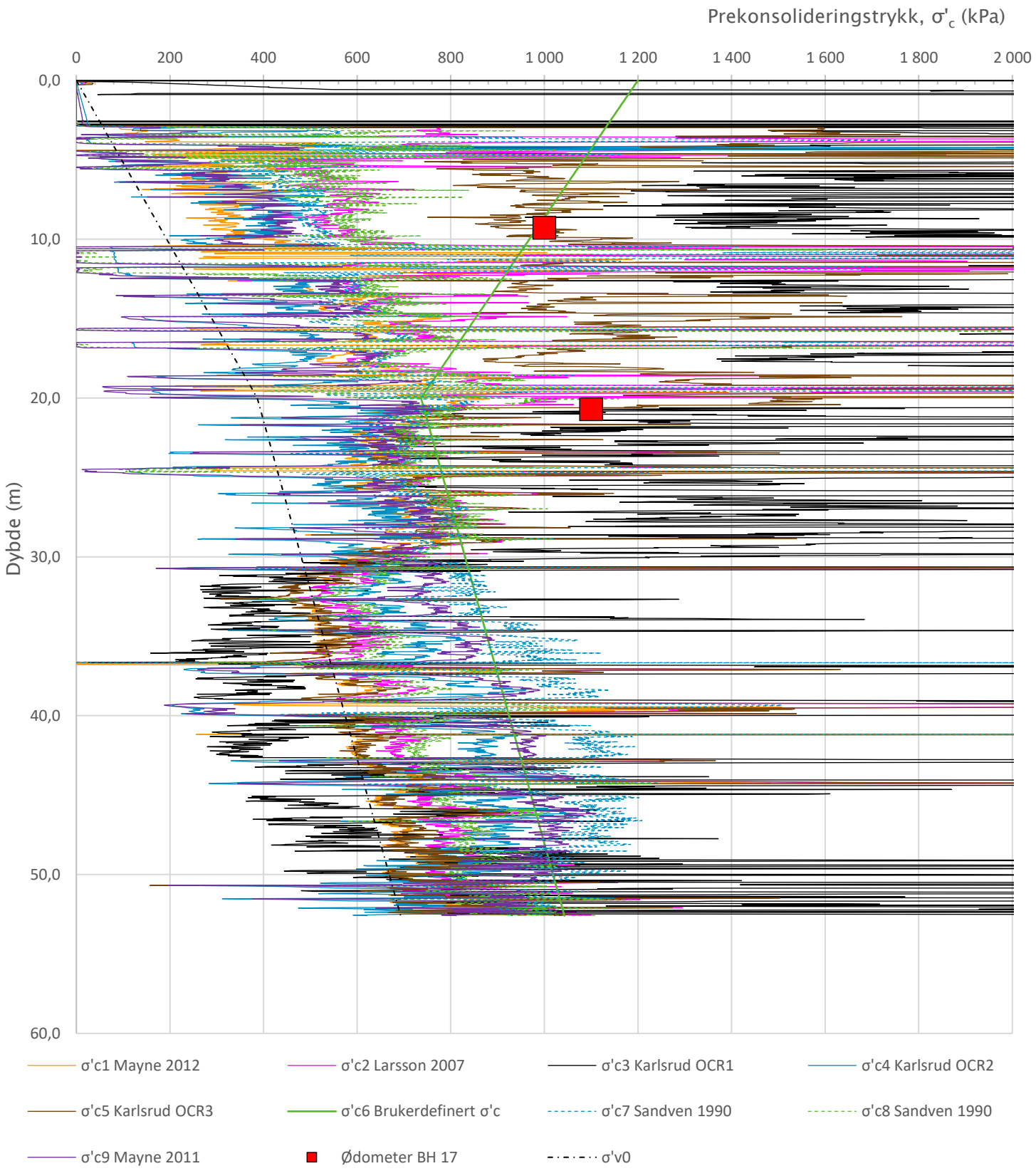


Prosjekt **Områdestabilitet Kvål**	Prosjektnummer: 10255107 Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00			Borhull 16
Innhold Tolkning av modul				Sondenummer 4354
Multiconsult	Tegnet JKM	Kontrollert STES	Godkjent ANKS	Anvend.klasse 1
	Utførende Multiconsult Norge AS	Dato sondering 19.03.2024	Revisjon Rev. dato	RIG-TEG 500.8

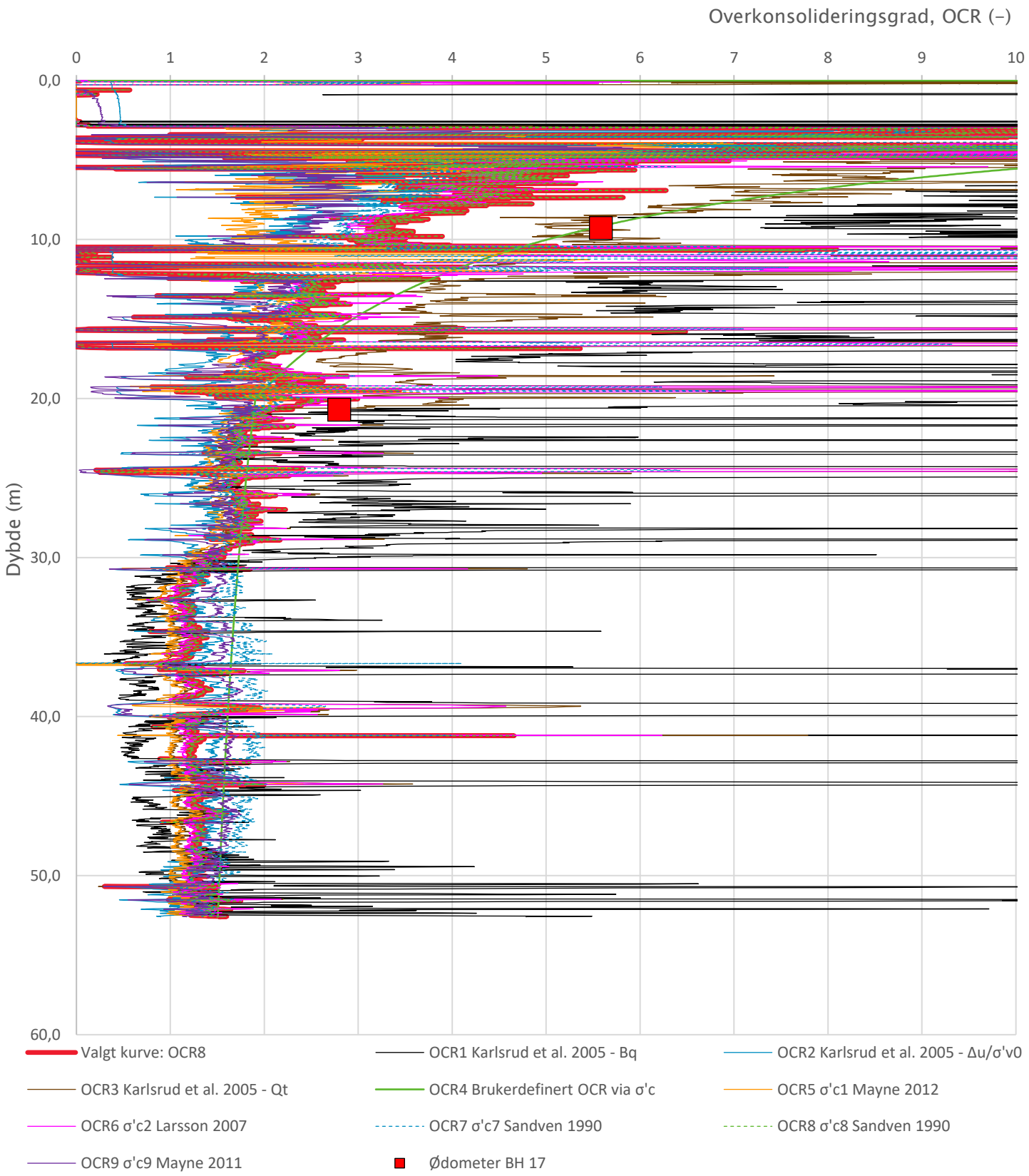
Anisotropiforhold i figur:
Treaks BH 17: cuC/cucptu = 1,000
Enaks BH 17: cuuc/cucptu = 1,000
Konus BH 17: cufc/cucptu = 1,000



Prosjekt				Borhull
Prosjektnummer: 10255107 Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00				
Områdestabilitet Kvål				**17**
Innhold				Sondenummer
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				**4354**
Multiconsult	Tegnet JKM	Kontrollert STES	Godkjent ANKS	Anvend.klasse 1
	Utførende Multiconsult Norge AS	Dato sondering 13.03.2024	Revisjon / Rev. dato	RIG-TEG 501.5

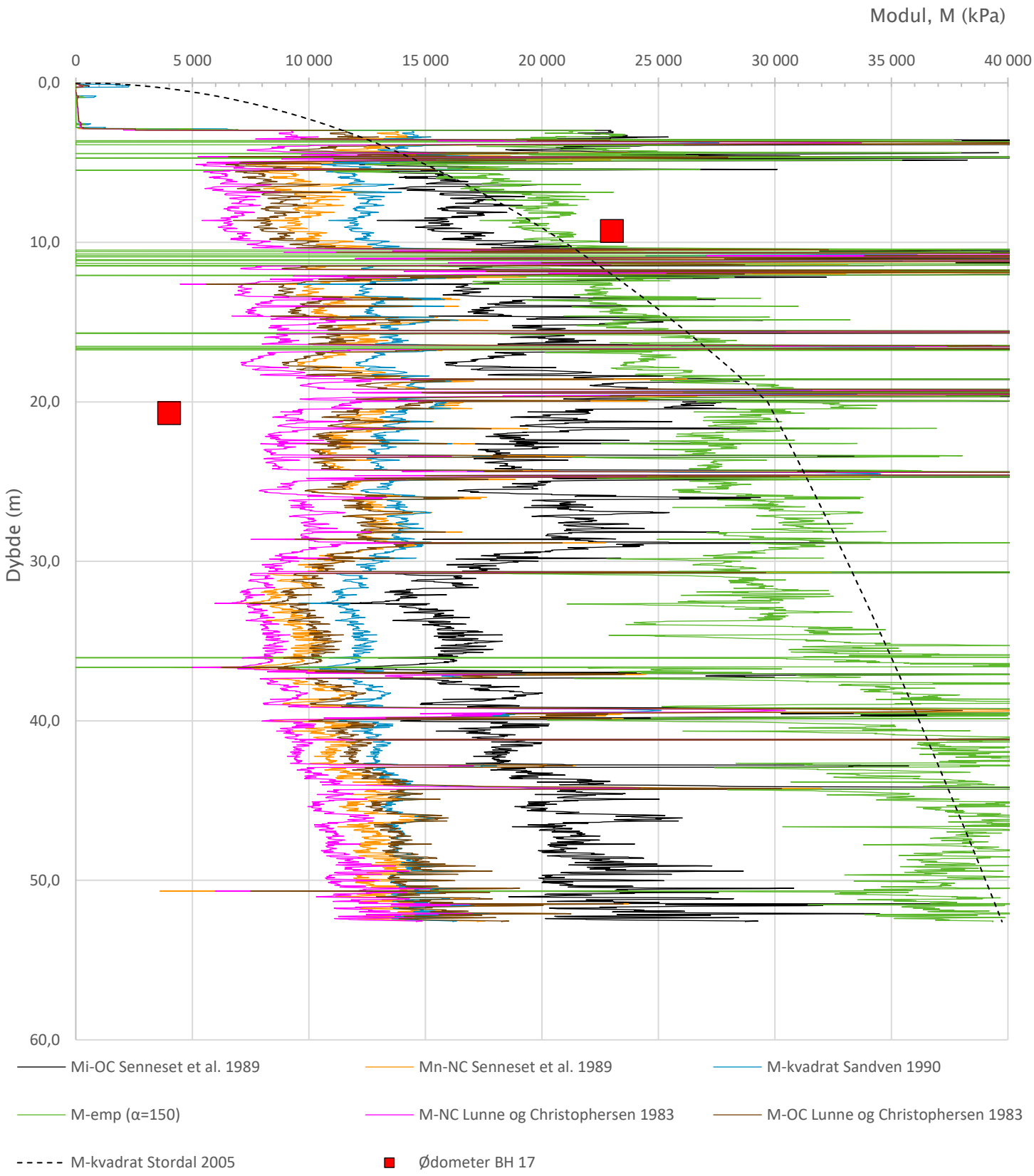


Prosjekt **Områdestabilitet Kvål**	Prosjektnummer: 10255107 Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00			Borhull **17**
Innhold Prekonsolideringstrykk, σ'c				Sondenummer **4354**
Multiconsult	Tegnet JKM	Kontrollert STES	Godkjent ANKS	Anvend.klasse **1**
	Utførende Multiconsult Norge AS	Dato sondering 13.03.2024	Revisjon Rev. dato	RIG-TEG **501.6**



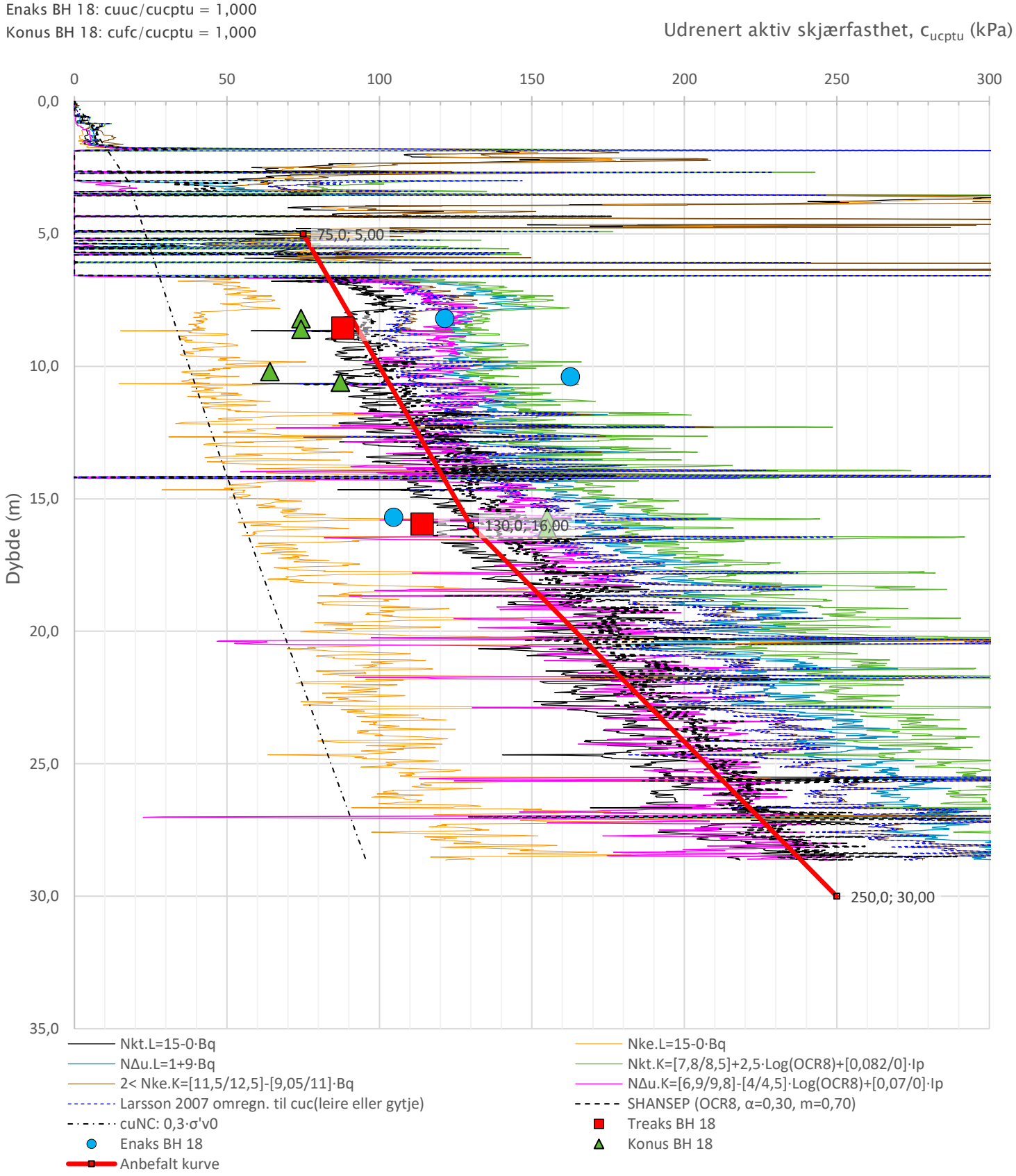
Prosjekt **Områdestabilitet Kvål**	Prosjektnummer: 10255107 Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00			Borhull **17**
Innhold Overkonsolideringsgrad, OCR				Sondenummer **4354**
Multiconsult	Tegnet JKM	Kontrollert STES	Godkjent ANKS	Anvend.klasse **1**
	Utførende Multiconsult Norge AS	Dato sondering 13.03.2024	Revisjon Rev. dato	RIG-TEG **501.7**

Z:\O10255\10255107-01\10255107-01-03 ARBEIDSOMRAADE\10255107-01 RIG\10255107-01-07 FELT- OG LABREGISTRERINGER\Fra felt\CPTU\CPTU-20.01 CPTU-20.01

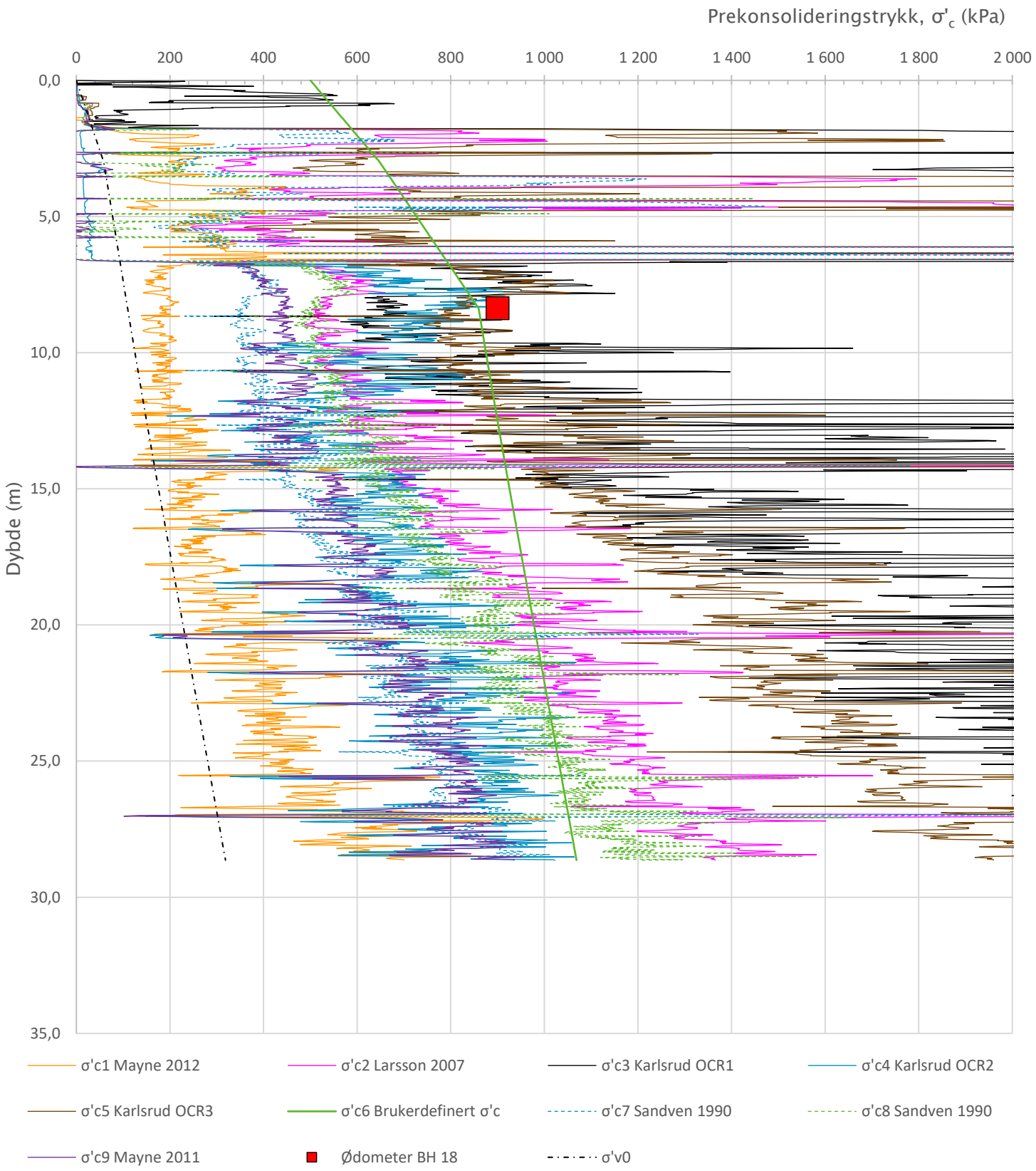


Prosjekt **Områdestabilitet Kvål**	Prosjektnummer: 10255107 Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00			Borhull **17**
Innhold Tolkning av modul				Sondenummer **4354**
Multiconsult	Tegnet JKM	Kontrollert STES	Godkjent ANKS	Anvend.klasse **1**
	Utførende Multiconsult Norge AS	Dato sondering 13.03.2024	Revisjon Rev. dato	RIG-TEG **501.8**

Anisotropiforhold i figur:
Treaks BH 18: cuC/cucptu = 1,000
Enaks BH 18: cuuc/cucptu = 1,000
Konus BH 18: cufc/cucptu = 1,000

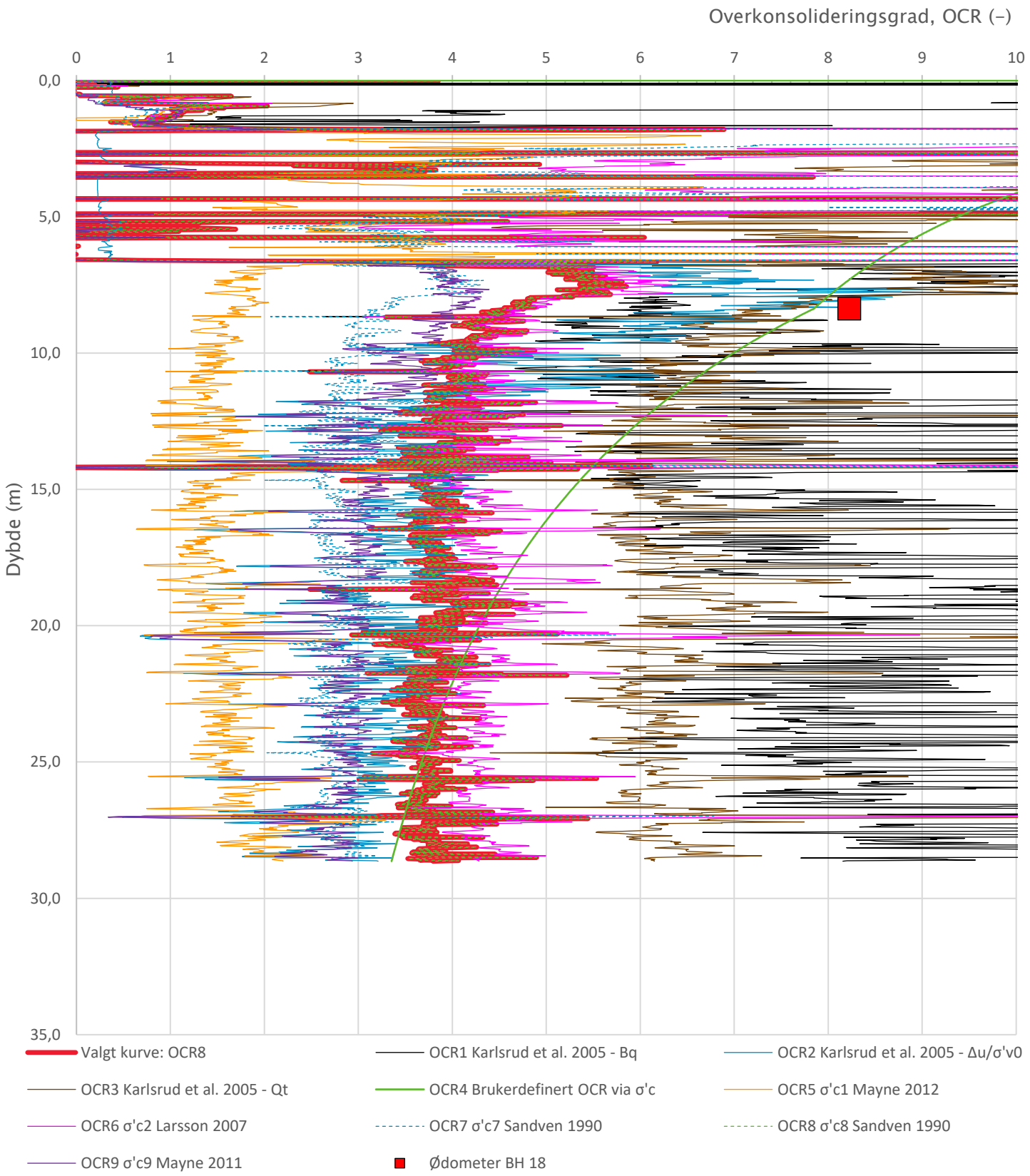


Prosjekt	Prosjektnummer: 10255107 Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00			Borhull
Områdestabilitet Kvål				18
Innhold				Sondenummer
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				4354
Multiconsult	Tegnet JKM	Kontrollert STES	Godkjent ANKS	Anvend.klasse 1
	Utførende Multiconsult Norge AS	Dato sondering 15.03.2024	Revisjon / Rev. dato	RIG-TEG 502.5



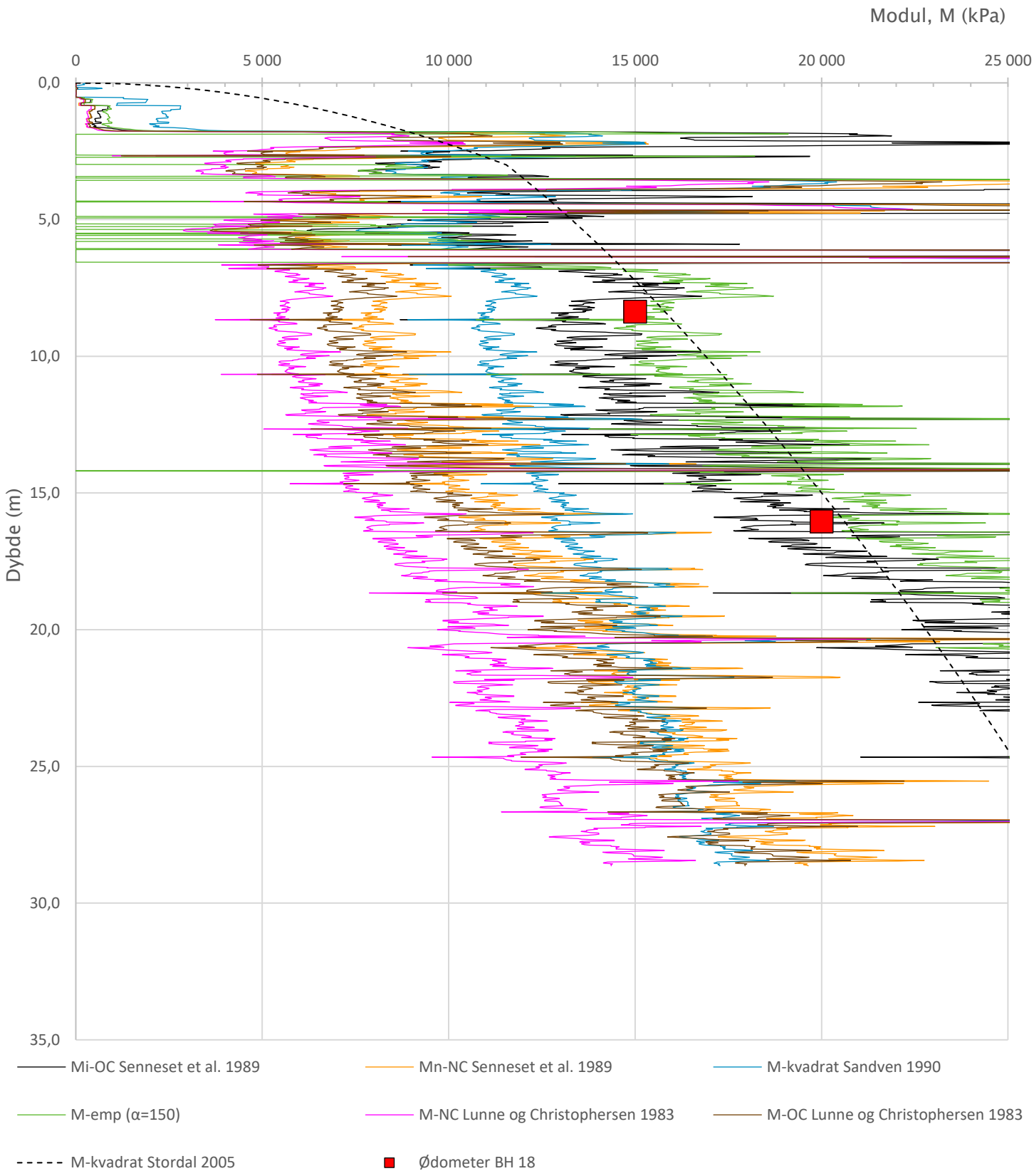
Prosjekt				Borhull
Prosjektnummer: 10255107 Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00				18
Områdestabilitet Kvål				
Innhold				Sondenummer
Prekonsolideringstrykk, σ'c				4354
Multiconsult	Tegnet JKM	Kontrollert STES	Godkjent ANKS	Anvend.klasse 1
	Utførende Multiconsult Norge AS	Dato sondering 15.03.2024	Revisjon / Rev. dato	RIG-TEG 502.6

Z:\O10255\10255107-01\10255107-01-03 ARBEIDSOMRAADE\10255107-01 RIG\10255107-01-07 FELT- OG LABREGISTRERINGER\Fra felt\CPTU\CPTU 2020.01 RIG-TEG



Prosjekt **Områdestabilitet Kvål**	Prosjektnummer: 10255107 Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00			Borhull **18**
Innhold Overkonsolideringsgrad, OCR				Sondenummer **4354**
Multiconsult	Tegnet JKM	Kontrollert STES	Godkjent ANKS	Anvend.klasse 1
	Utførende Multiconsult Norge AS	Dato sondering 15.03.2024	Revisjon Rev. dato	RIG-TEG **502.7**

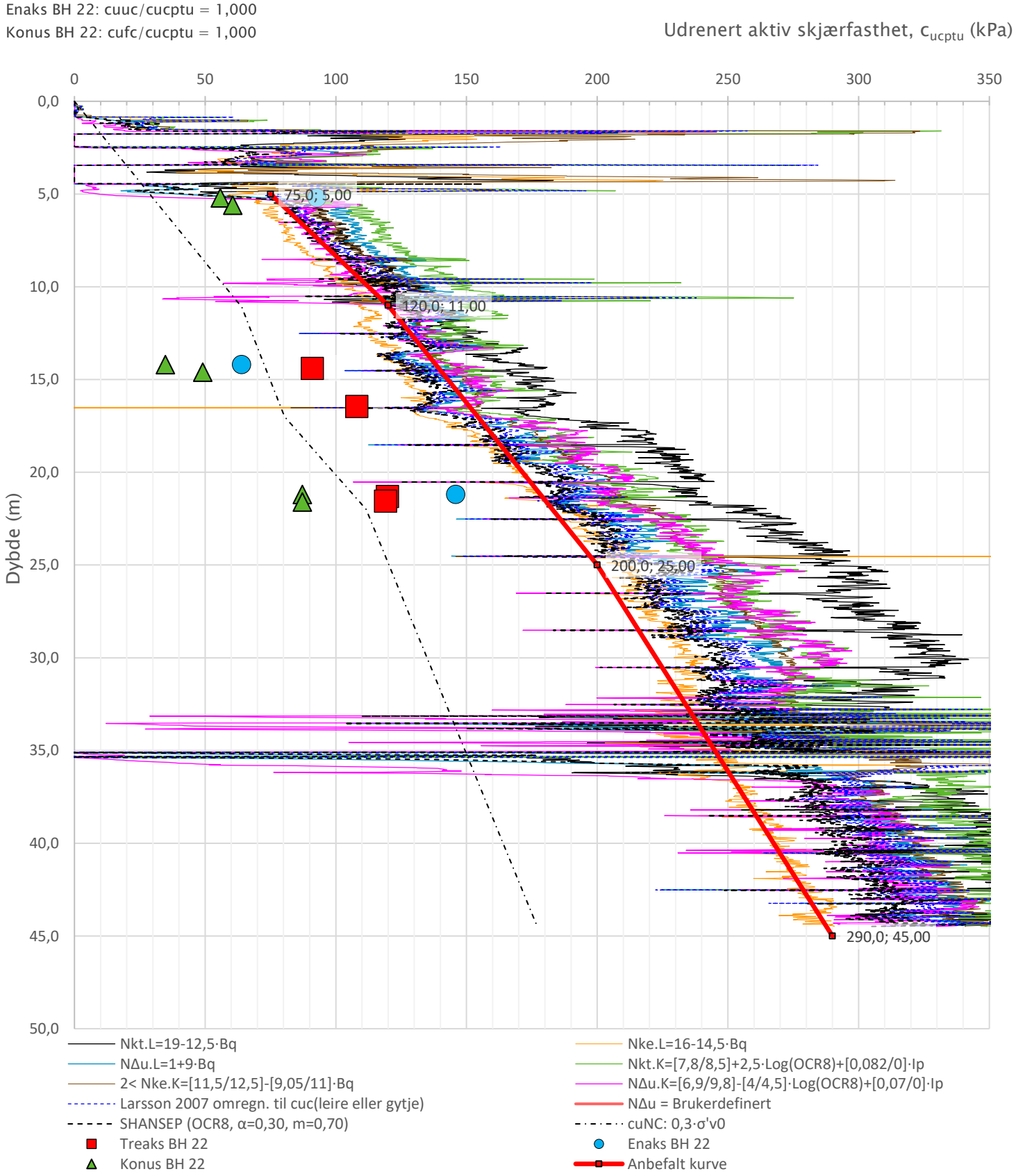
Z:\O10255\10255107-01\10255107-01-03 ARBEIDSOMRAADE\10255107-01 RIG\10255107-01-07 FELT- OG LABREGISTRERINGER\Fra felt\CPTU\CPTU 2020.01 RIG-CPTU



Prosjekt **Områdestabilitet Kvål**	Prosjektnummer: 10255107 Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00			Borhull **18**
Innhold Tolkning av modul				Sondenummer **4354**
Multiconsult	Tegnet JKM	Kontrollert STES	Godkjent ANKS	Anvend.klasse 1
	Utførende Multiconsult Norge AS	Dato sondering 15.03.2024	Revisjon Rev. dato	RIG-TEG **502.8**

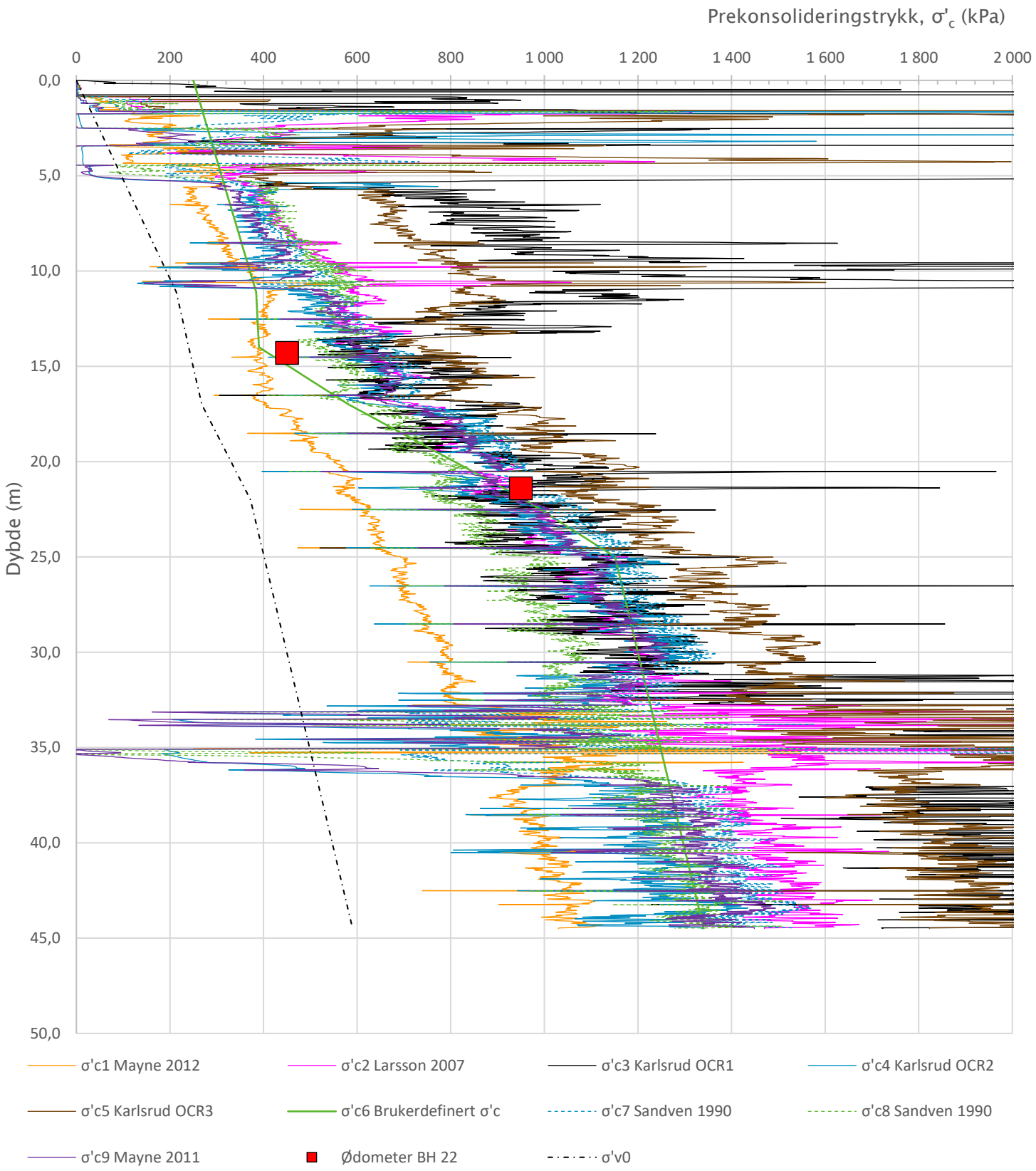
Z:\O10255\10255107-01\10255107-01-03 ARBEIDSOMRAADE\10255107-01 RIG\10255107-01-07 FELT- OG LABREGISTRERINGER\Fra felt\CPTU\CPTU-20.01 RIG-CPTU-20.01

Anisotropiforhold i figur:
Treaks BH 22: cuC/cucptu = 1,000
Enaks BH 22: cuuc/cucptu = 1,000
Konus BH 22: cufc/cucptu = 1,000



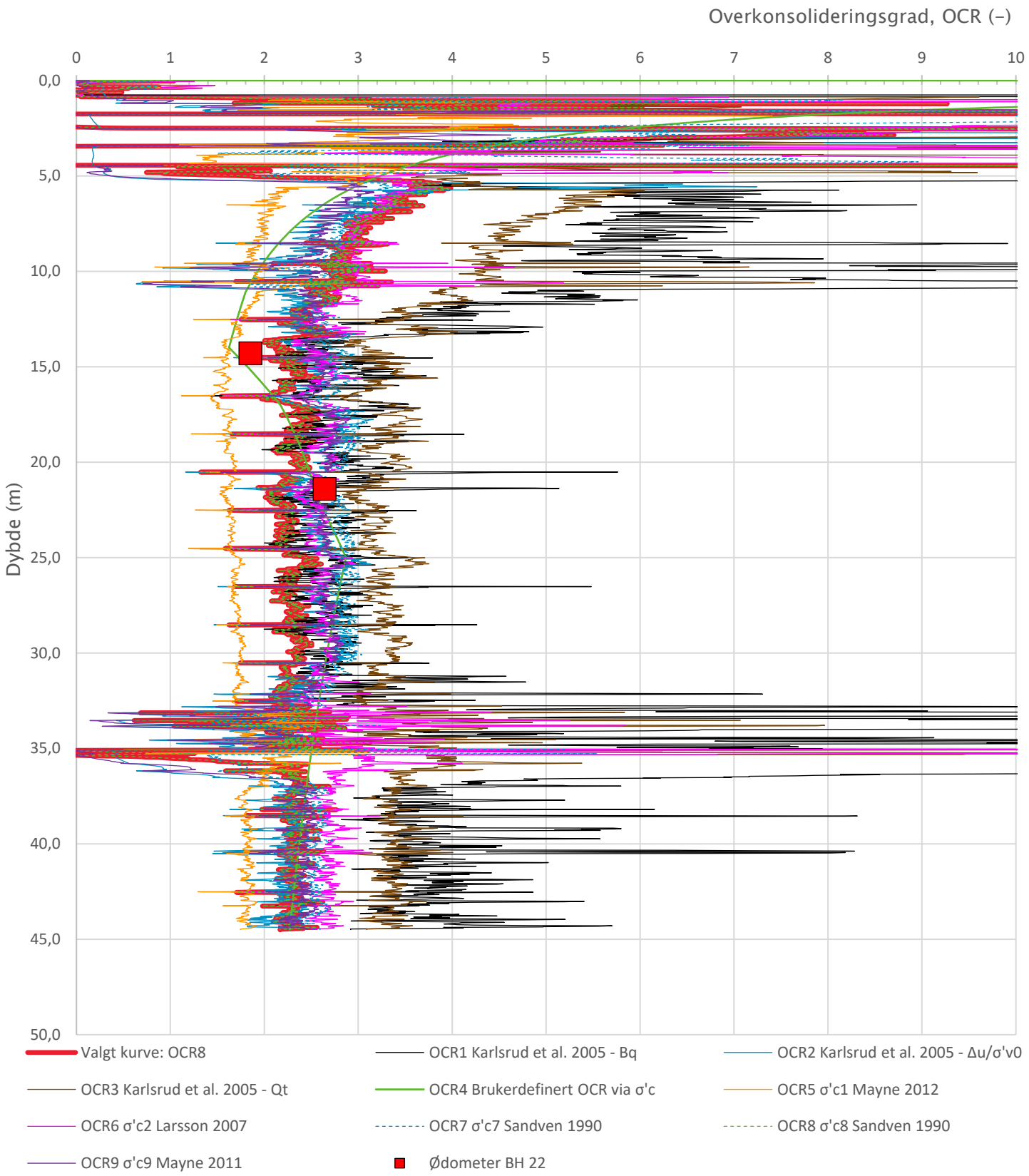
Prosjekt **Områdestabilitet Kvål**	Prosjektnummer: 10255107 Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00			Borhull **22**
Innhold Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondenummer **4354**
Multiconsult	Tegnet JKM	Kontrollert STES	Godkjent ANKS	Anvend.klasse 1
	Utførende Multiconsult Norge AS	Dato sondering 20.03.2024	Revisjon Rev. dato	RIG-TEG 503.5

Z:\O10255\10255107-01\10255107-01-03 ARBEIDSOMRAADE\10255107-01 RIG\10255107-01-07 FELT- OG LABREGISTRERINGER\Fra felt\CPTU\CPTU 2020.01



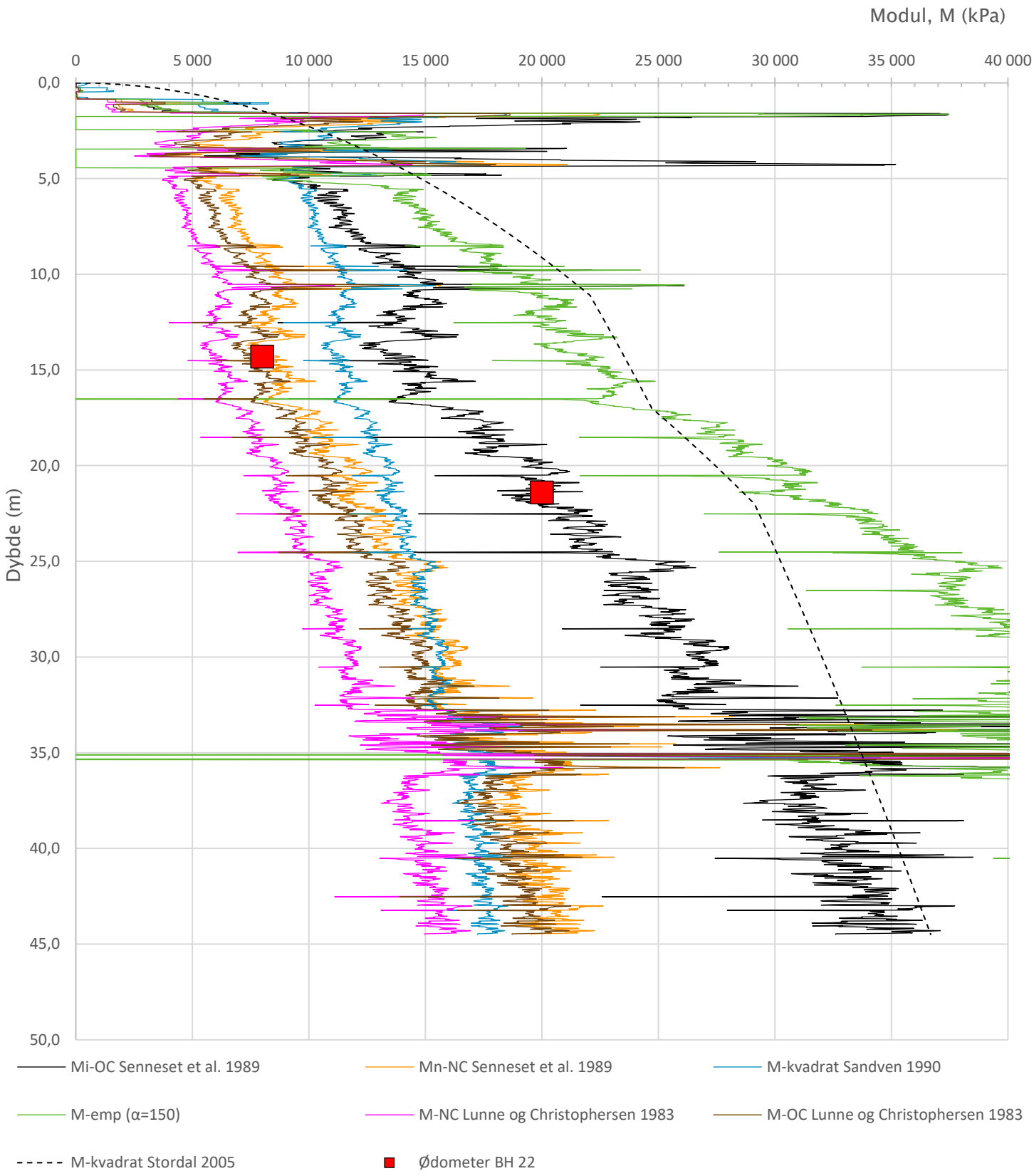
Prosjekt **Områdestabilitet Kvål**	Prosjektnummer: 10255107 Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00			Borhull 22
Innhold Prekonsolideringstrykk, σ'c				Sondenummer 4354
Multiconsult	Tegnet JKM	Kontrollert STES	Godkjent ANKS	Anvend.klasse 1
	Utførende Multiconsult Norge AS	Dato sondering 20.03.2024	Revisjon Rev. dato	RIG-TEG 503.6

Z:\O10255\10255107-01\10255107-01-03 ARBEIDSOMRAADE\10255107-01 RIG\10255107-01-07 FELT- OG LABREGISTRERINGER\Fra felt\CPTU\CPTU 2020.01 22-CPTU.10



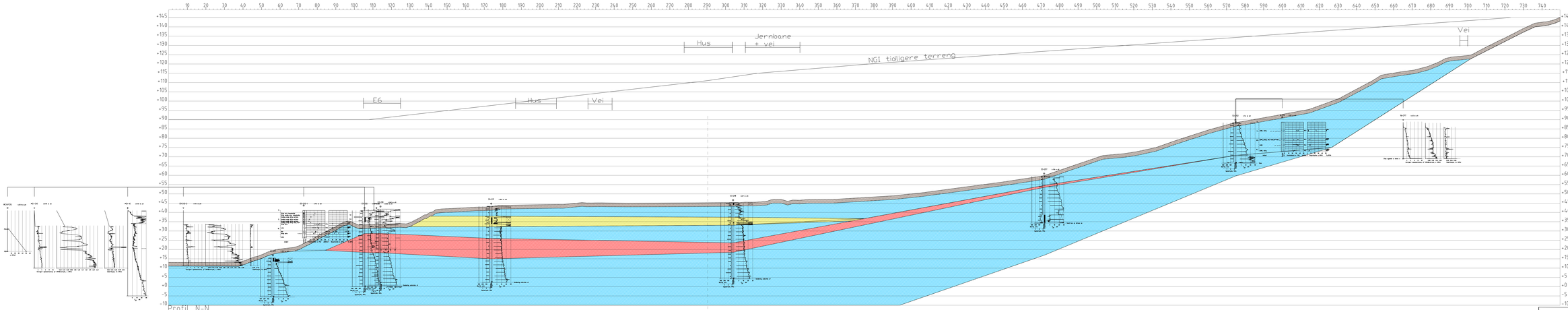
Prosjekt **Områdestabilitet Kvål**	Prosjektnummer: 10255107 Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00			Borhull **22**
Innhold Overkonsolideringsgrad, OCR				Sondenummer **4354**
Multiconsult	Tegnet JKM	Kontrollert STES	Godkjent ANKS	Anvend.klasse 1
	Utførende Multiconsult Norge AS	Dato sondering 20.03.2024	Revisjon Rev. dato	RIG-TEG 503.7

Z:\O10255\10255107-01\10255107-01-03 ARBEIDSOMRAADE\10255107-01 RIG\10255107-01-07 FELT- OG LABREGISTRERINGER\Fra felt\CPTU\CPTU 20.01



Prosjekt **Områdestabilitet Kvål**	Prosjektnummer: 10255107 Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00			Borhull **22**
Innhold Tolkning av modul				Sondenummer **4354**
Multiconsult	Tegnet JKM	Kontrollert STES	Godkjent ANKS	Anvend.klasse 1
	Utførende Multiconsult Norge AS	Dato sondering 20.03.2024	Revisjon Rev. dato	RIG-TEG 503.8

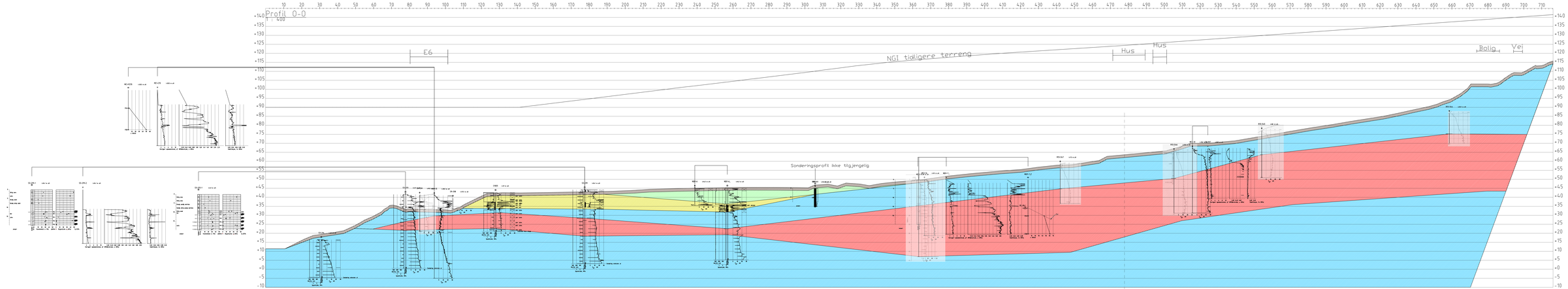
Z:\O10255\10255107-01\10255107-01-03 ARBEIDSOMRAADE\10255107-01 RIG\10255107-01-07 FELT- OG LABREGISTRERINGER\Fra felt\CPTU\22-CPTU.20.01



Profil N-N
1 : 400

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	20.40	10.40	30	0.0	-	-	-	-
Sand	18.00	10.00	36	0.0	-	-	-	-
Leire	19.40	9.40	30	5.8	C-prof.	1.0	0.63	0.35
Kvikkleire	19.40	9.40	30	2.9	C-prof.	1.0	0.63	0.35

Rev.			
Rev.			
Rev.			
Rev.			
Melhus kommune			
Områdestabilitet Kvål			
Tolket Lagdeling			
Profil N-N			
1:400			
Multiconsult	10255107	RIG-TEG-700	00



Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	20.40	10.40	30	0.0	-	-	-	-
Siltig leire	19.40	9.40	30	5.8	-	-	-	-
Sand	18.00	10.00	36	0.0	-	-	-	-
Leire	19.40	9.40	30	5.8	C-prof.	1.0	0.63	0.35
Kvikkleire	19.40	9.40	30	2.9	C-prof.	1.0	0.63	0.35

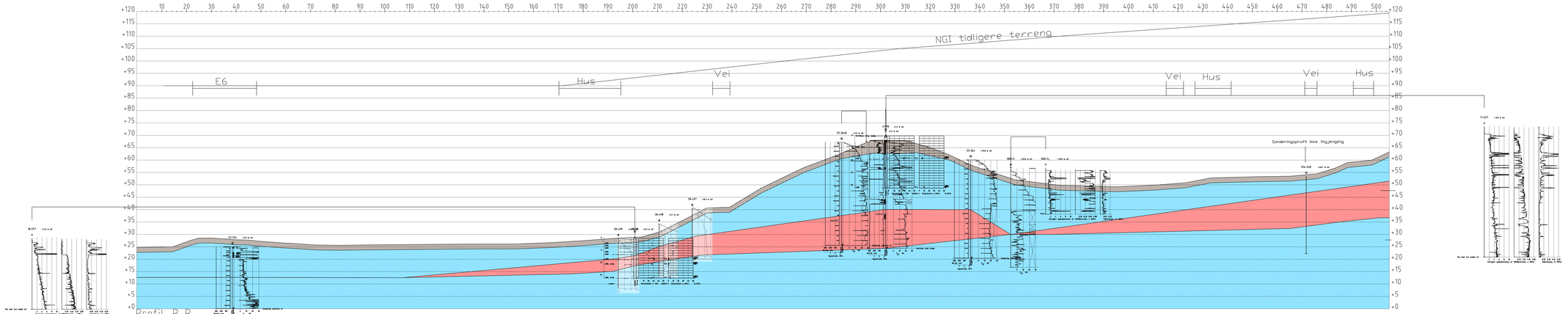
No.	Revision	Date	By	Chk.	App.

Melhus kommune
Områdestabilitet Kvål
Tolket Lagdeling
Profil 0-0

Scale	1:400
Date	20.06.2014
Drawn	HG
Chk.	KG
App.	

Multiconsult
www.multiconsult.no

Client	Contract	Discipline	Type	Number	Rev.
	10255107	RIG	TEG	001	00



Profil R-R
1 : 400

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	20.40	10.40	30	0.0	-	-	-	-
Leire	19.40	9.40	30	5.8	C-prof.	1.0	0.63	0.35
Kvikkleire	19.40	9.40	30	2.9	C-prof.	1.0	0.63	0.35

Rev.	Dato	Tegn.	Kontr.	Godk.
A				
B				

Melhus kommune
Områdestabilitet Kvål

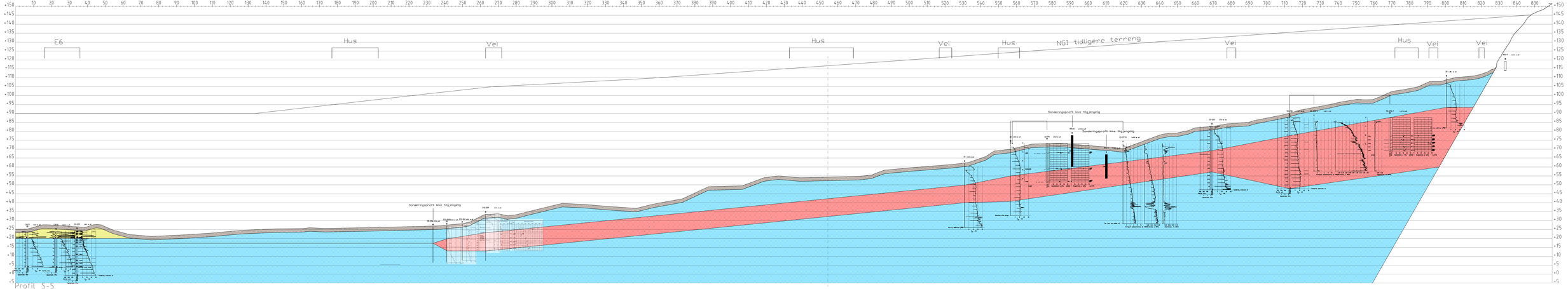
Tolket Lagdeling
Profil R-R

Tegn. IG | Kontr. AL | Dato 24.06.2024 | Rev. | Målestokk 1:400

Multiconsult
www.multiconsult.no

Oppdr. nr. 10255107 | Oppdragsansv. LEG | Oppdr.leder AMS | Utført KAR

Tegning RIG-TEG-702 | 00



Profil S-S
1 : 400

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	20.40	10.40	30	0.0	-	-	-	-
Sand	18.00	10.00	36	0.0	-	-	-	-
Leire	19.40	9.40	30	5.8	C-prof.	1.0	0.63	0.35
Kvikkleire	19.40	9.40	30	2.9	C-prof.	1.0	0.63	0.35

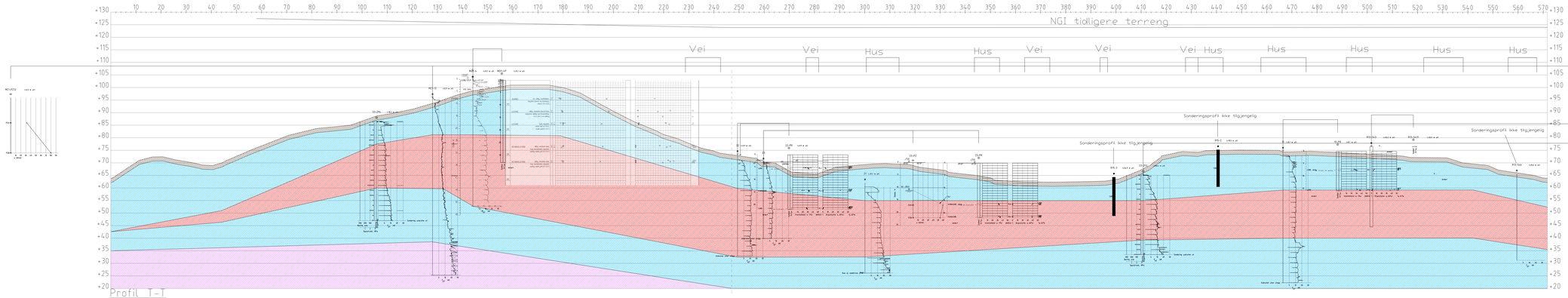
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godk.
A					
B					
C					
D					

Melhus kommune
Områdestabilitet Kvål
Tolket Lagdeling
Profil S-S

Dato: 25.06.2024
Målestokk: 1:400

Multiconsult
www.multiconsult.no

Oppdrag nr.	Utført av	Kontr. av	Godk. av	Tegning nr.	Rev.
10255107				RIG-TEG-703	00



Profil T-T

1 : 400

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	20.40	10.40	30	0.0	-	-	-	-
Leire	19.40	9.40	30	5.8	C-prof.	1.0	0.63	0.35
Kvikkleire	19.40	9.40	30	2.9	C-prof.	1.0	0.63	0.35
Morene	20.00	10.00	35	0.0	-	-	-	-

Malhus Kommune
Overåtesstabilet Kvål
Tolket lagdeling
Profil T-T

Multiconsult
www.multiconsult.no

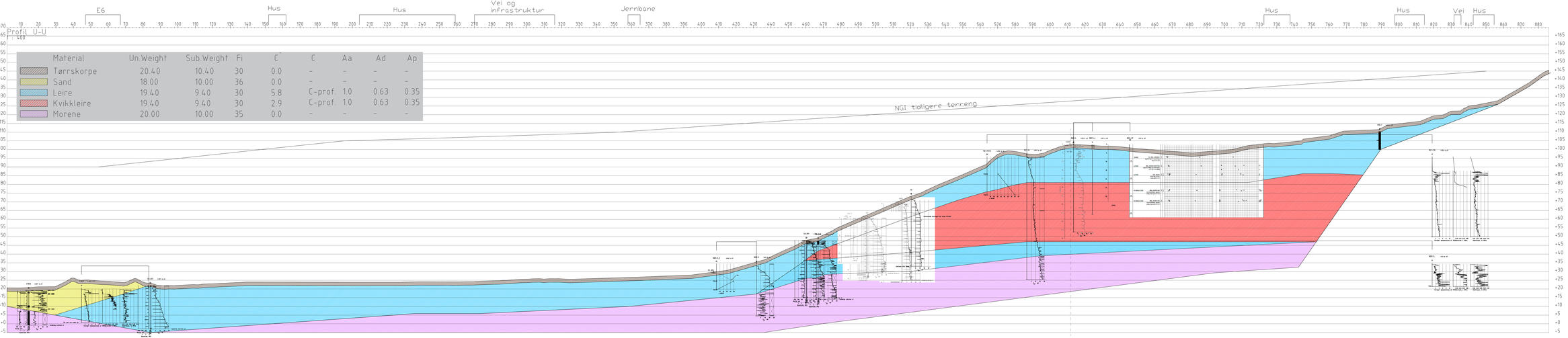
Utgave	Dato	Tegnet	Kontrollert	Godkjent

10255167 | RIG-TEG-764 | 00

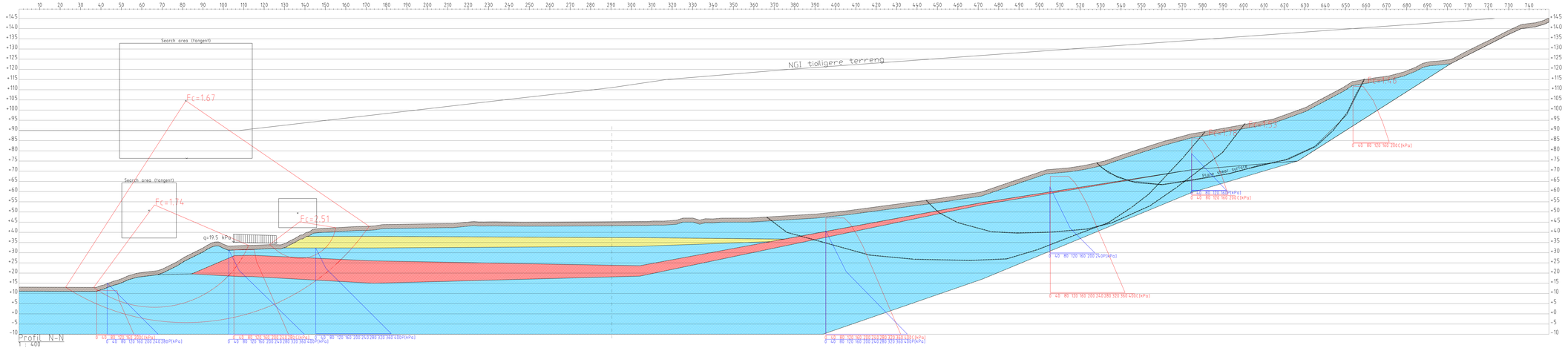
Profil U-U

1:400

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	20.40	10.40	30	0.0	-	-	-	-
Sand	18.00	10.00	36	0.0	-	-	-	-
Leire	19.40	9.40	30	5.8	C-prof.	1.0	0.63	0.35
Kvikkleire	19.40	9.40	30	2.9	C-prof.	1.0	0.63	0.35
Morene	20.00	10.00	35	0.0	-	-	-	-



Melhus Kommune			
Områdestabilitet Kvål			
Tolket lagdeling			
Profil U-U			
Multiconsult	10255107	RIG-TEG-705	00



Profil N-N
1 : 400

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	20.40	10.40	30	0.0	-	-	-	-
Sand	18.00	10.00	36	0.0	-	-	-	-
Leire	19.40	9.40	30	5.8	C-prof.	1.0	0.63	0.35
Kvikkleire	19.40	9.40	30	2.9	C-prof.	1.0	0.63	0.35

Revision	Date	Sign	Appr.	Appr.
			NH	KS

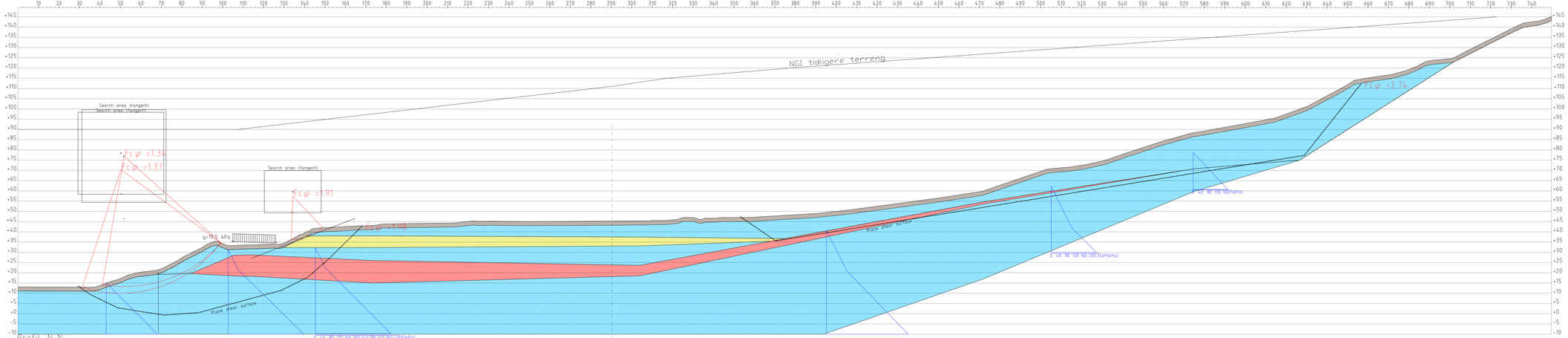
Melhus kommune
Områdestabilitet Kvål

Stabilitetsberegninger ADP
Profil N-N

Scale: 1:400
Date: 15.09.2015

Multiconsult
www.multiconsult.no

Client: Melhus kommune
Contract: 10255103
Drawn: NH
Date: 2015-09-15
Checked: KS
Date: 2015-09-15
Contract no.: 10255103
Drawing no.: RIG-TEG-800.1
Rev.: 00



Profil N-N
1 : 400

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	20.40	10.40	30	0.0	-	-	-	-
Sand	18.00	10.00	36	0.0	-	-	-	-
Leire	19.40	9.40	30	5.8	C-prof.	1.0	0.63	0.35
Kvikkleire	19.40	9.40	30	2.9	C-prof.	1.0	0.63	0.35

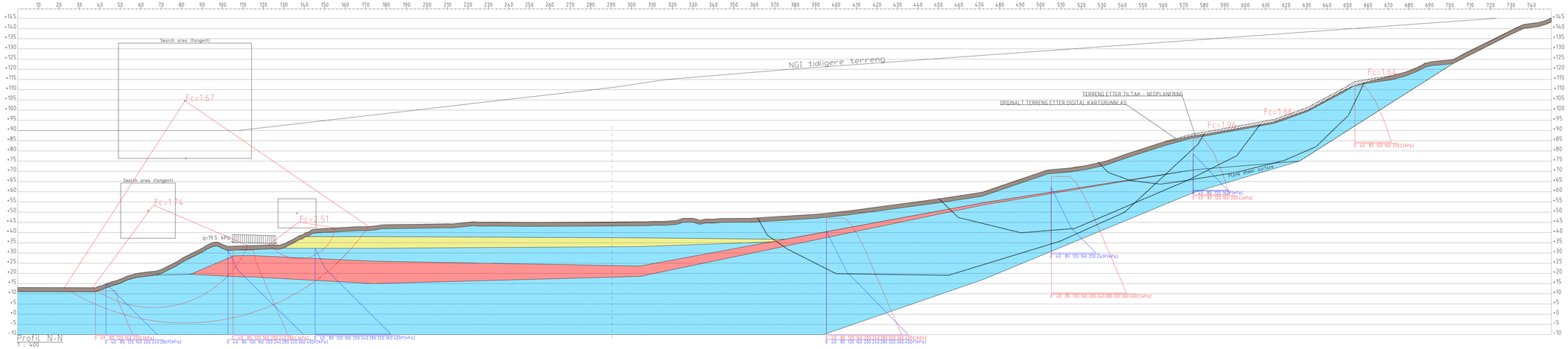
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godk.
A					
B					
C					
D					

Melhus kommune
Områdestabilitet Kvål
Stabilitetsberegninger a-fi
Profil N-N

Dato	24.04.2014
Målestokk	1:400

Multiconsult
www.multiconsult.no

Oppdrag nr.	Oppdr. leder	Utført av	Kontr.	Godk.	Tegning nr.	Rev.
10255107	LTO	ABG			RIG-TEG-800.2	00

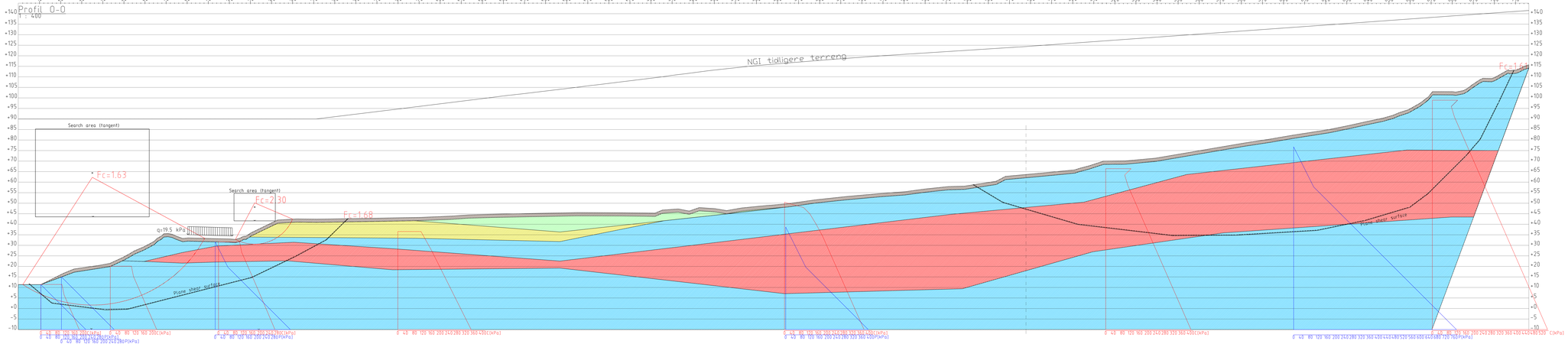


Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	20.40	10.40	30	0.0	-	-	-	-
Sand	18.00	10.00	36	0.0	-	-	-	-
Leire	19.40	9.40	30	5.8	C-prof.	1.0	0.63	0.35
Kvikkleire	19.40	9.40	30	2.9	C-prof.	1.0	0.63	0.35
Nedplanering								

Rev.	Beskrivelse	Dato	Kontr.
Mål:			
Melhus kommune			
Områdestabilitet Kvål			
Stabilitetsberegninger etter tiltak - ADP			
Profil N-N			
Tegnet: IK	Kontr.: FA	Dato: 25.06.2024	Skala: 1:400

Multiconsult
www.multiconsult.no

Oppdrag	Konstr.	Type	Sone	Lokal	Fase	Delfase	Løpenr.	Rev.
10255107		RIG	TEG	800	3			00



Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	20.40	10.40	30	0.0	-	-	-	-
Siltig leire	19.40	9.40	30	5.8	-	-	-	-
Sand	18.00	10.00	36	0.0	-	-	-	-
Leire	19.40	9.40	30	5.8	C-prof.	1.0	0.63	0.35
Kvikkleire	19.40	9.40	30	2.9	C-prof.	1.0	0.63	0.35

Rev.	Revision	Date	Sign.

Melhus kommune
Områdestabilitet Kvål

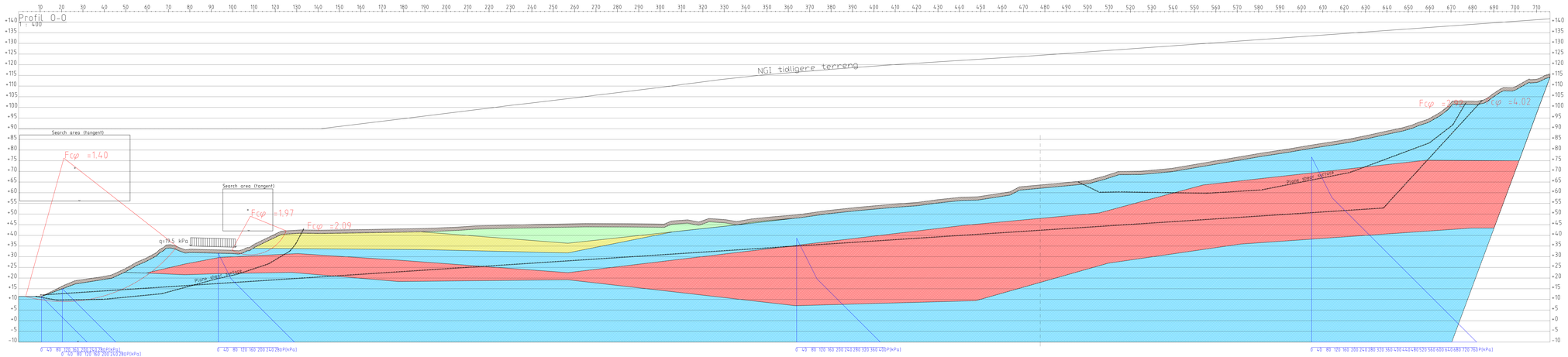
Stabilitetsberegninger ADP
Profil 0-0

Drawn	Date	Scale
AS	28.06.2024	1:400

Multriconsult
www.multiconsult.no

Project no.	Drawn	Checked	Approved	Date	Rev.
10255107	AMS				00

Number: RIG-TEG-801.1



Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	20.40	10.40	30	0.0	-	-	-	-
Siltig leire	19.40	9.40	30	5.8	-	-	-	-
Sand	18.00	10.00	36	0.0	-	-	-	-
Leire	19.40	9.40	30	5.8	C-prof.	1.0	0.63	0.35
Kvikkleire	19.40	9.40	30	2.9	C-prof.	1.0	0.63	0.35

Rev.	Beskrivelse	Tegn.	Kontr.	Godkj.

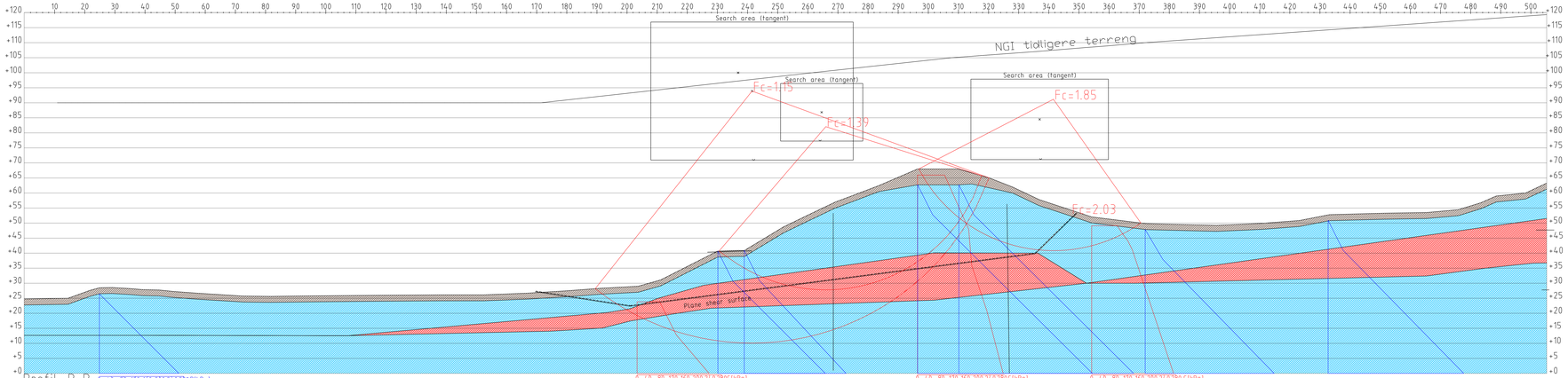
Melhus kommune
Områdestabilitet Kvål

Stabilitetsberegninger a-fi
Profil 0-0

Dato: 26.06.2024
Tegningsnr.: 1480

Multiconsult
www.multiconsult.no

Oppdragsnr.: 10255107
Oppdragsansv.: LOBO
Utført av: SMRO
Kontr.: TEA
Godkj.: HEGE
Fase: RIG-TEG-8012
Rev.: 00



Profil R-R
1 : 400

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	20.40	10.40	30	0.0	-	-	-	-
Leire	19.40	9.40	30	5.8	C-prof.	1.0	0.63	0.35
Kvikkleire	19.40	9.40	30	2.9	C-prof.	1.0	0.63	0.35

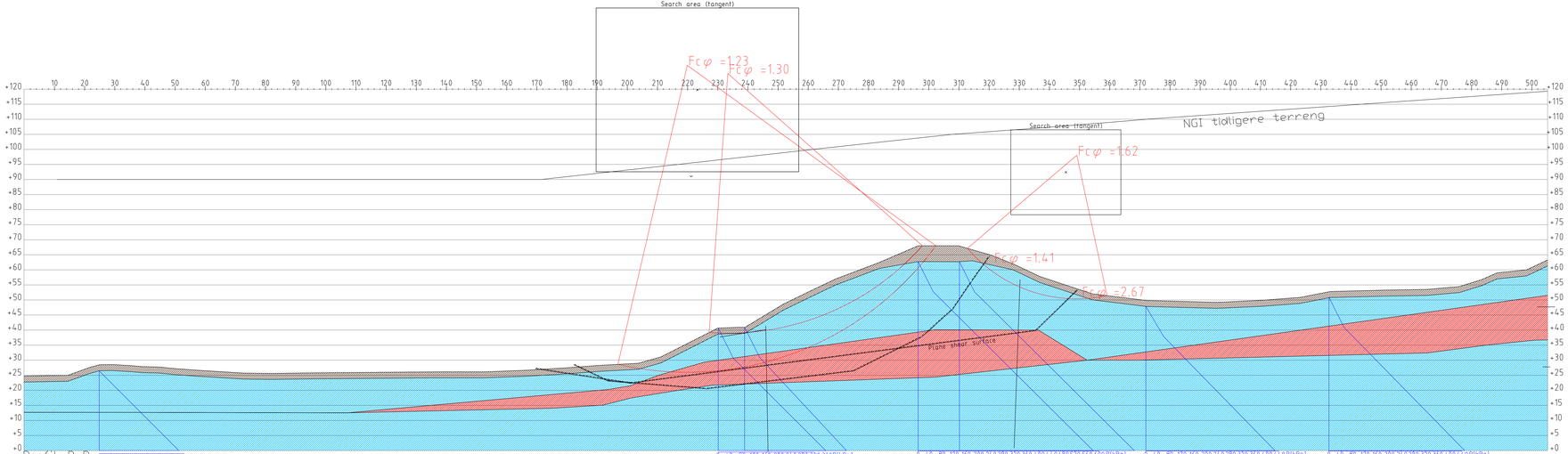
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
A					
B					
C					

Melhus kommune
Områdestabilitet Kvål
Stabilitetsberegninger ADP
Profil R-R

Dato: 24.06.2024
Tegningsnr.: 1400

Multiconsult
www.multiconsult.no

Oppdrag nr.: 10255107
Tegnet: STO
Kontrollert: AMS
Godkjent: RAN
Tegningsnr.: RIG-TEG-802.1
Rev.: 00



Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	20.40	10.40	30	0.0	-	-	-	-
Leire	19.40	9.40	30	5.8	C-prof.	1.0	0.63	0.35
Kvikkleire	19.40	9.40	30	2.9	C-prof.	1.0	0.63	0.35

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
A					
B					
C					
D					

Melhus kommune
Områdestabilitet Kvål

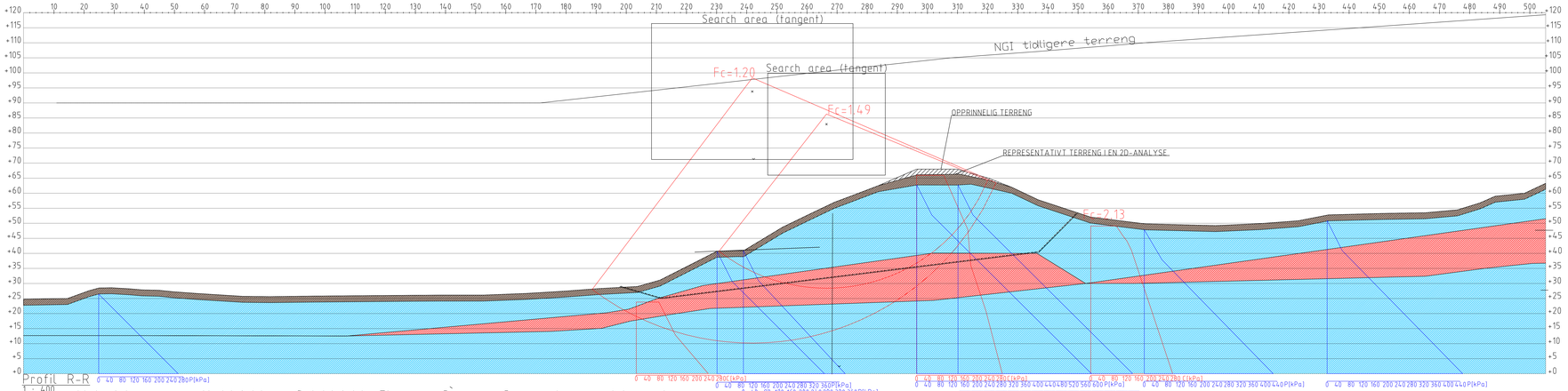
Stabilitetsberegninger a-fi
Profil R-R

Tegn. NG Kontr. KA
Dato 26.10.2024
Målestokk 1:400

Multiconsult
www.multiconsult.no

Oppdragsansvarlig Ola Langli
Tegnet Ola Langli
Dato / Tegn. 1.10.21 AMG
Kontrollert AMG
Godkj. HBN

Oppdrag-nr. 10255107
Tegningsnr. RIG-TEG-802.2
Rev. 00



Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	20.40	10.40	30	0.0	-	-	-	-
Leire	19.40	9.40	30	5.8	C-prof.	1.0	0.63	0.35
Kvikkleire	19.40	9.40	30	2.9	C-prof.	1.0	0.63	0.35

Rev.	Beskrivelse	Tegn.	Kontr.	Godkj.	Dato
A					
B					
C					

Melhus kommune

Områdestabilitet Kvål

Stabilitetsberegning med representativ topografi

Profil R-R - ADP

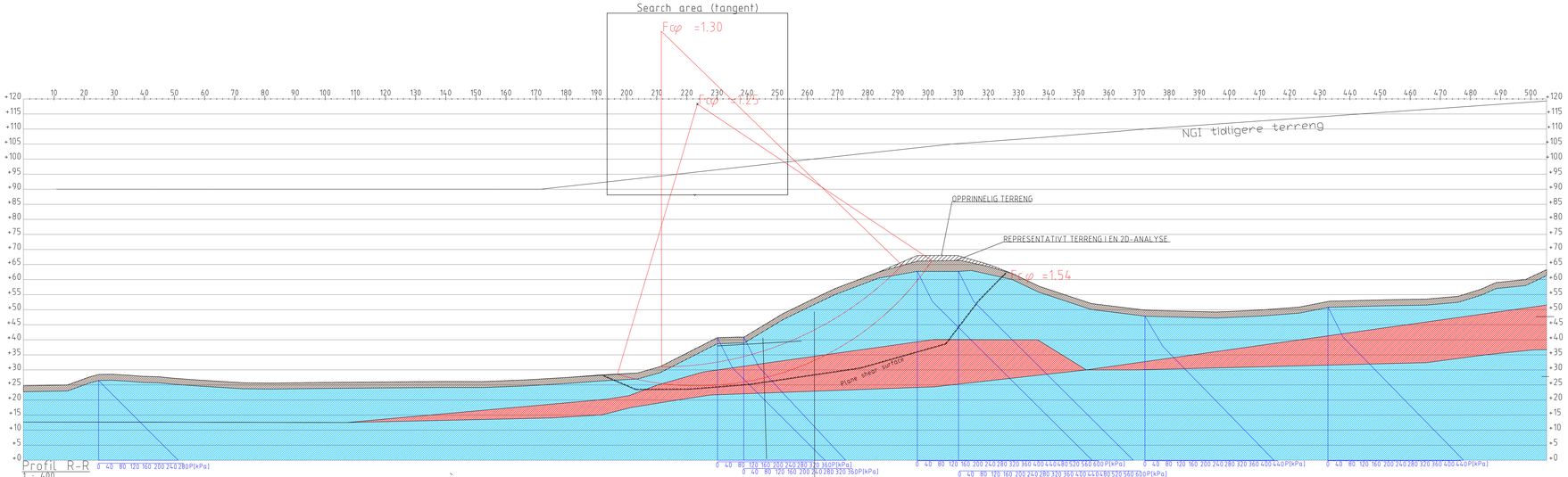
Tegn. RIS Kontr. KJL

Godkj. 07.07.2024

Målestokk 1:400

Multiconsult www.multiconsult.no

Oppdrag 10255107 | Deloppdrag | Dokumentansvarlig RIG-TEG-802.3 | Dato 2024 | Tegnet ARNS | Kontrollert RISR | Revisjon 00



Profil R-R
1 : 400

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	20.40	10.40	30	0.0	-	-	-	-
Leire	19.40	9.40	30	5.8	C-prof.	1.0	0.63	0.35
Kvikkleire	19.40	9.40	30	2.9	C-prof.	1.0	0.63	0.35

Melhus kommune
Områdestabilitet Kvål

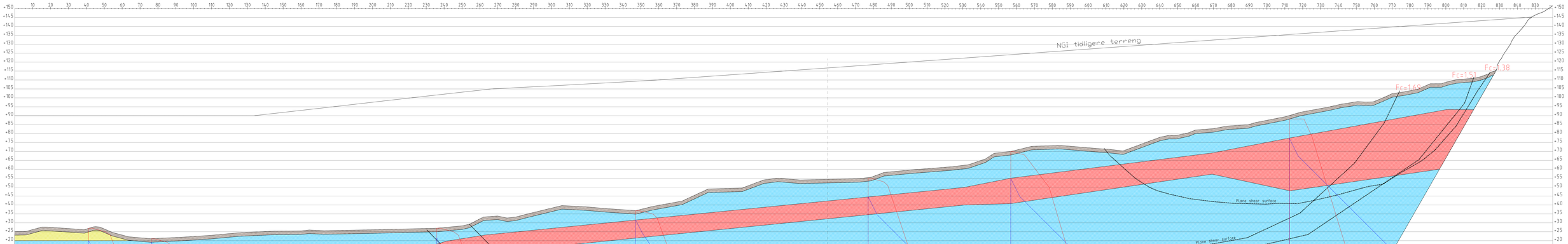
Stabilitetsberegning med representativ topografi
Profil R-R - a-fi

Multiconsult
www.multiconsult.no

Utarb. av	Kontr. av (uavh.)	Kontr. i henhold til	Godkj. av	Godkjent
	LIEE		AMKI	PABR

Oppdrag nr. 10255107 | Tegning nr. RIG-TEG-802.4 | Rev. 00

Dato: 01.03.24
Tegn. AS
Kontr. AS
Godkj. AMKI
Dato: 01.03.24
Rev. 00
Målestokk 1:400



Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	20.40	10.40	30	0.0	-	-	-	-
Sand	18.00	10.00	36	0.0	-	-	-	-
Leire	19.40	9.40	30	5.8	C-prof.	1.0	0.63	0.35
Kvikkleire	19.40	9.40	30	2.9	C-prof.	1.0	0.63	0.35

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godk.
A		25.06.2024	TA		

Melhus kommune
Områdestabilitet Kvåli

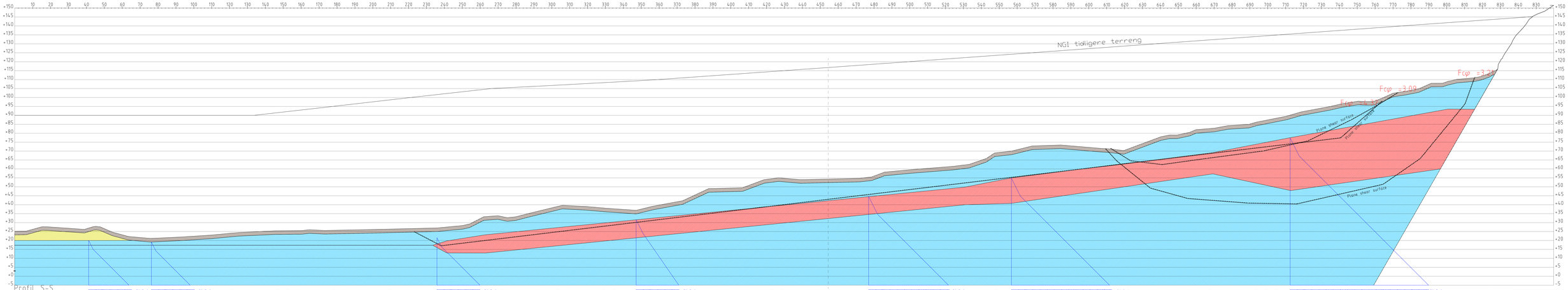
Stabilitetsberegninger ADP
Profil S-S

Dato: 25.06.2024
Målestokk: 1:400

Multiconsult
www.multiconsult.no

Utført av: TORGEIR ANDREASSEN
Kontrollert av: ARNE ROLSTAD
Godkjent av: HANS KLEVEN

Oppdrag nr.: 10255107
Tegning nr.: RIG-TEG-803.1
Rev.: 00



Profil S-S
1 : 400

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	20.40	10.40	30	0.0	-	-	-	-
Sand	18.00	10.00	36	0.0	-	-	-	-
Leire	19.40	9.40	30	5.8	C-prof.	1.0	0.63	0.35
Kvikkleire	19.40	9.40	30	2.9	C-prof.	1.0	0.63	0.35

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godk.

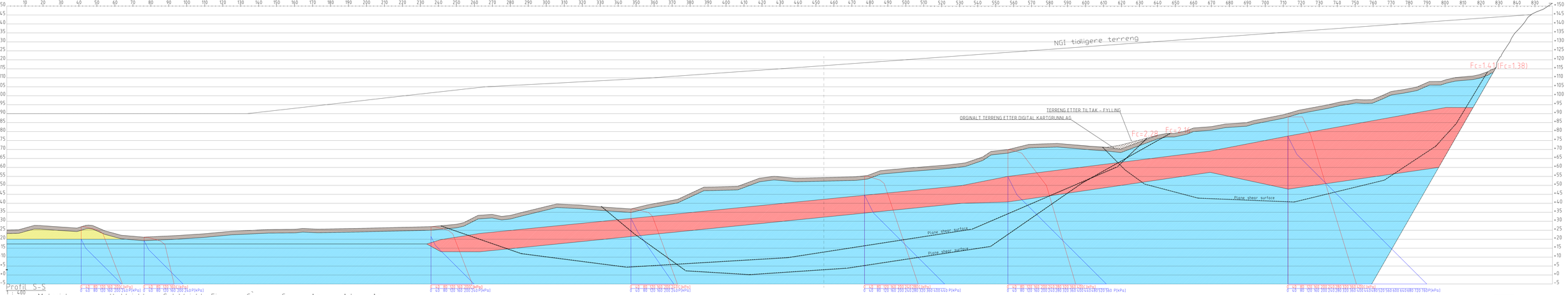
Melhus kommune
Områdestabilitet Kvål

Stabilitetsberegninger a-fi
Profil S-S

Dato: 15.04.2021
Målestokk: 1:400

Multiconsult
www.multiconsult.no

Oppdrag nr.	Oppdragsansv.	Utført av	Kontrollert av	Godkjent av	Dokumentnr.	Rev.
10255107					RIG-TEG-803.2	00



Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	20.40	10.40	30	0.0	-	-	-	-
Fyllingsmasser	20.40	10.40	30	0.0	-	-	-	-
Sand	18.00	10.00	36	0.0	-	-	-	-
Leire	19.40	9.40	30	5.8	C-prof.	1.0	0.63	0.35
Kvikkleire	19.40	9.40	30	2.9	C-prof.	1.0	0.63	0.35

Rev.	Beskrivelse	Tegn.	Kontr.	Godkj.	Dato

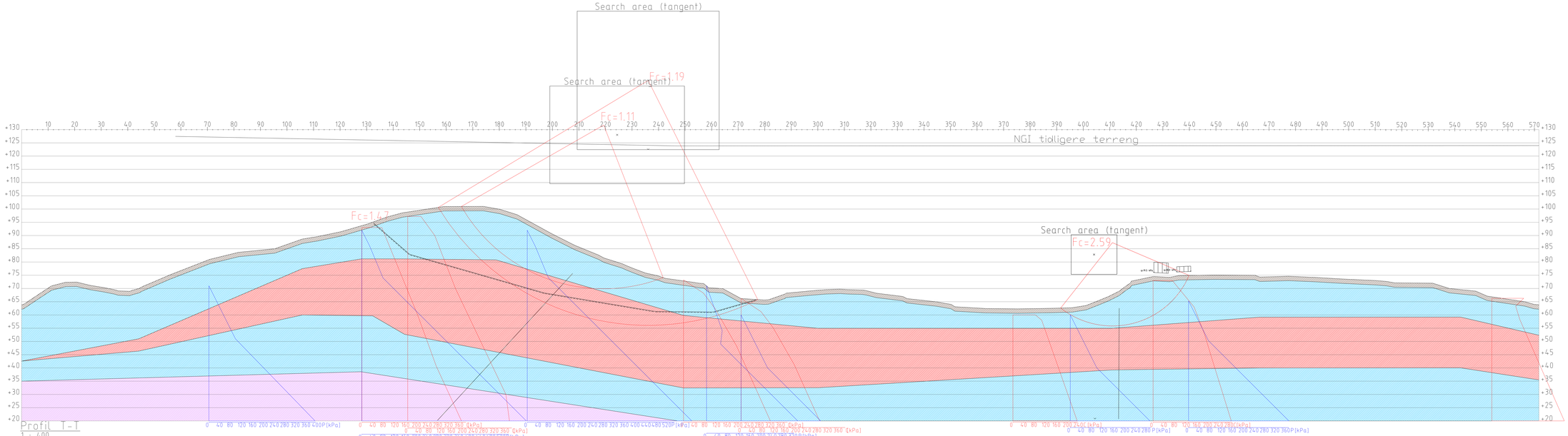
Melhus kommune
Områdestabilitet Kvål

Stabilitetsberegninger etter tiltak - ADP
Profil S-S

Dato: 25.06.2024
Målestokk: 1:400

Multiconsult
www.multiconsult.no

Oppdragsnr.	Oppdragsansv.	Utført av	Kontrollert av	Godkjent av	Dokumentnr.	Rev.
10255107		HAN	ARN		RIG-TEG-803.3	00

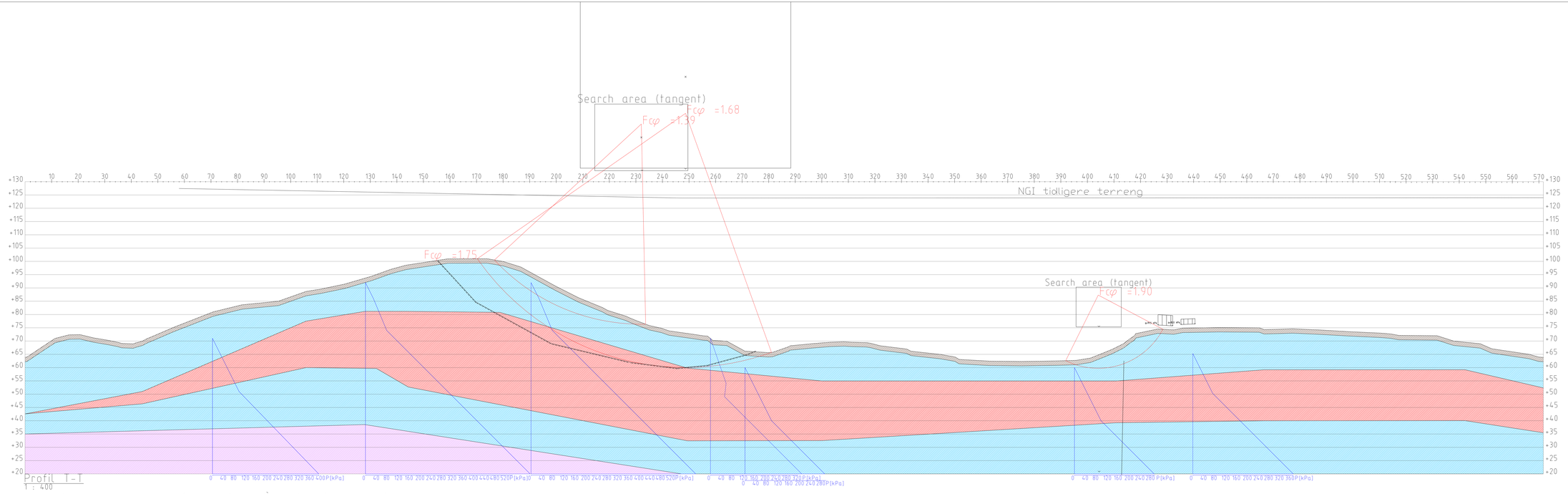


Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	20.40	10.40	32	0.0	-	-	-	-
Leire	19.40	9.40	30	5.8	C-prof.	1.0	0.63	0.35
Kvikkleire	19.40	9.40	30	2.9	C-prof.	1.0	0.63	0.35
Morene	20.00	10.00	35	0.0	-	-	-	-

Melhus Kommune
Områdestabilitet Kvål
Stabilitetsberegninger ADP
Profil T-T

Multiconsult
www.multiconsult.no

Rev.	Dato	Sign.	Kontr.
Utf.	2011-09-01	Kontr.	AS
Godkj.	2011-09-01	Dato	1:400
Oppdr. nr.	10255193	Tegn. nr.	RIG-TEG-804.1
Rev.	00		

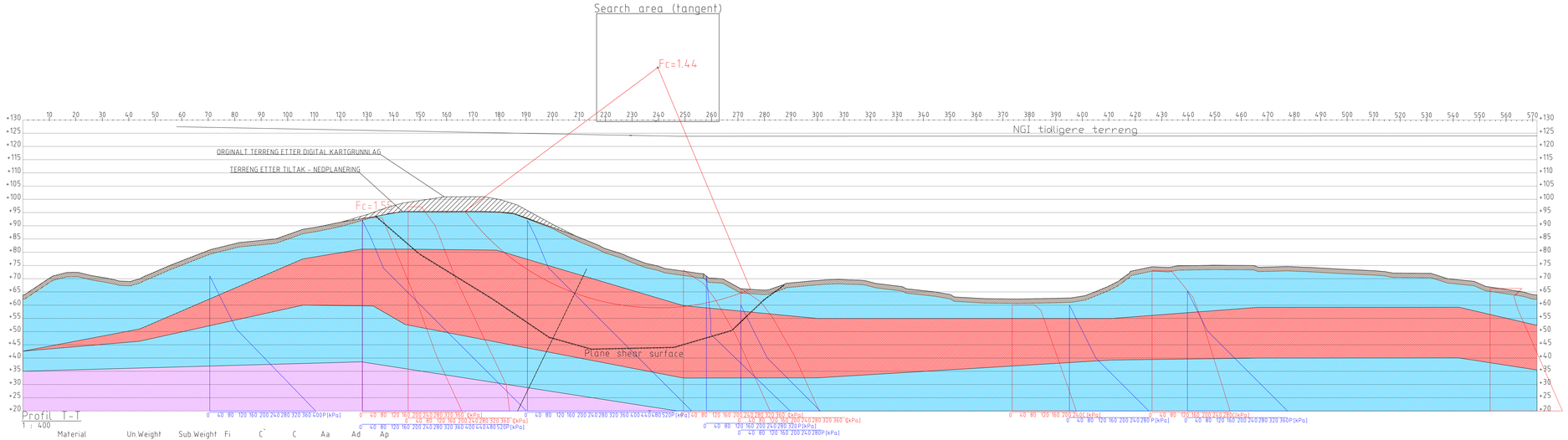


Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	20.40	10.40	32	0.0	-	-	-	-
Leire	19.40	9.40	30	5.8	C-prof.	1.0	0.63	0.35
Kvikkleire	19.40	9.40	30	2.9	C-prof.	1.0	0.63	0.35
Morene	20.00	10.00	35	0.0	-	-	-	-

Melhus Kommune
Ørredestabilet Kvål
Stabilitetsberegninger a-fi
Profil T-T

MulnConsult
www.multiconsult.no

Utgave: 01 | Dato: 2021 | Sign: HRG
Oppdrag: 10255107
Tegning: RIG-1EG-804.2
Rev: 00



Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	20.40	10.40	30	0.0	-	-	-	-
Leire	19.40	9.40	30	5.8	C-prof.	1.0	0.63	0.35
Kvikkleire	19.40	9.40	30	2.9	C-prof.	1.0	0.63	0.35
Morene	20.00	10.00	35	0.0	-	-	-	-
Nedplanering								

Rev.	Beskrivelse	Utv.	Kontr.	Godk.	Dato
00					
01					
02					
03					
04					

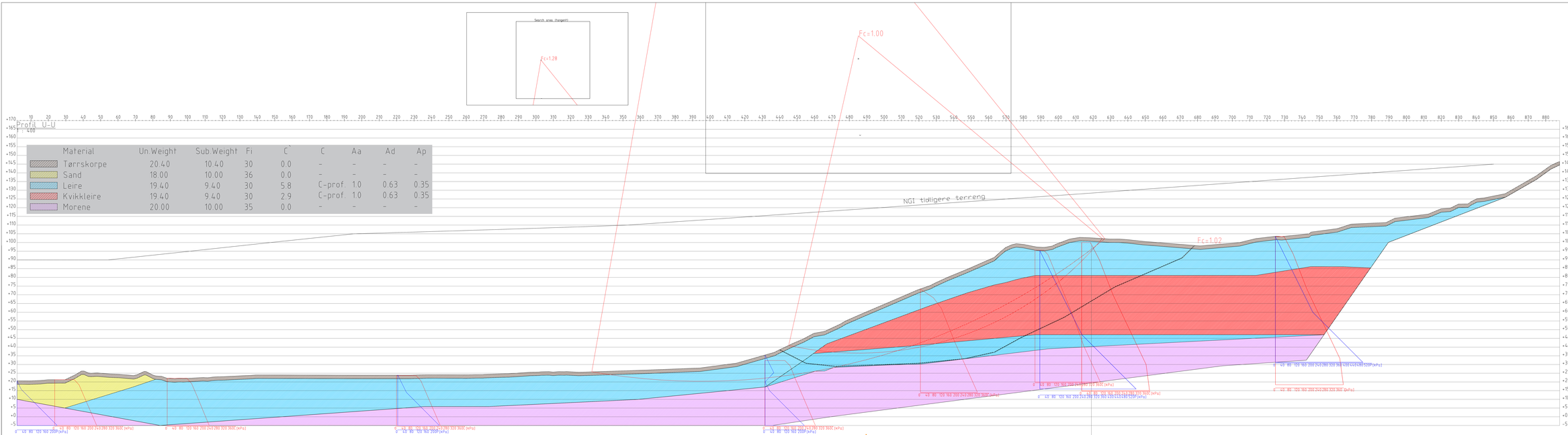
Melhus Kommune
Områdestabilitet Kvål

Stabilitetsberegninger etter tiltak - ADP
Profil T-T

Tegnet av: Kristoffer Øyen Ødegård
Kontrollert av: LTEL
Godkjent av: AMO
Utskrift av: ABE
Dato: 01.07.2024
Målestokk: 1:400
Format: -

Multiconsult
www.multiconsult.no

Oppdrag: 10255107
Tegning: RIG-TEG-804.3
Rev.: 00



Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	20.40	10.40	30	0.0	-	-	-	-
Sand	18.00	10.00	36	0.0	-	-	-	-
Leire	19.40	9.40	30	5.8	C-prof.	1.0	0.63	0.35
Kvikkleire	19.40	9.40	30	2.9	C-prof.	1.0	0.63	0.35
Morene	20.00	10.00	35	0.0	-	-	-	-

0					
1					
2					
Rev.	Description	By	Chk.	App.	Date

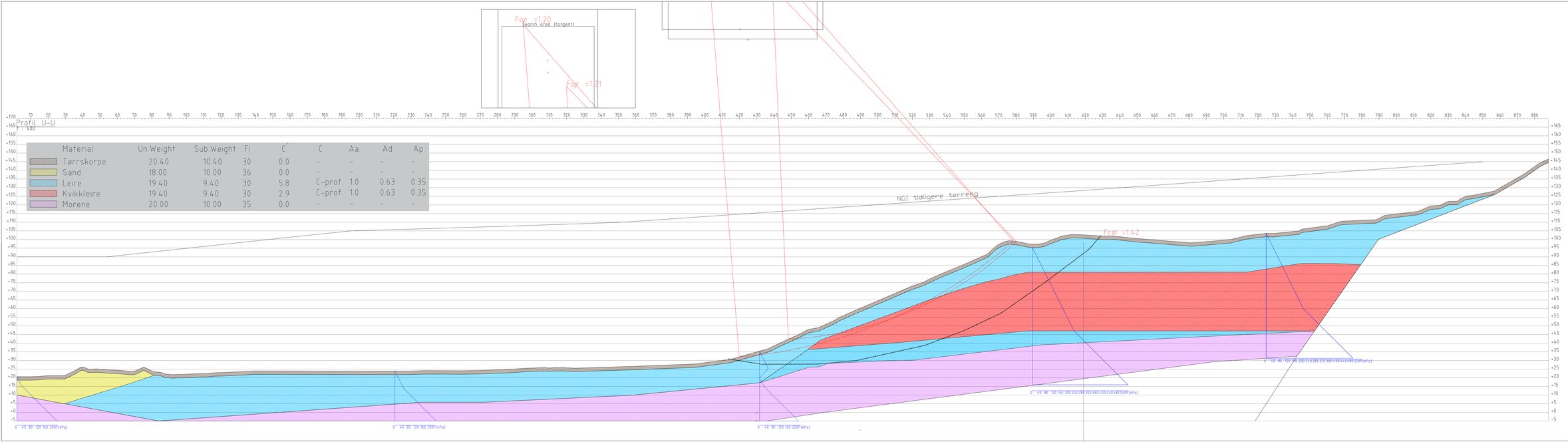
Melhus Kommune
Områdestabilitet Kvål

Stabilitetsberegninger ADP
Profil U-U

Scale: A4
Drawn by: RVA-VIN
Checked by: -
Date: 14.09
Scale: -

Multiconsult
www.multiconsult.no

Project: 10255107
Drawing: RIG-TEG-805.1
Rev: 00



Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	20.40	10.40	30	0.0	-	-	-	-
Sand	18.00	10.00	36	0.0	-	-	-	-
Leire	19.40	9.40	30	5.8	C-prof.	1.0	0.63	0.35
Kvikkleire	19.40	9.40	30	2.9	C-prof.	1.0	0.63	0.35
Morene	20.00	10.00	35	0.0	-	-	-	-

Revisjon	Dato	Tegn.	Kontr.

Melhus Kommune
Områdestabilitet Kvål
Stabilitetsberegninger a-fi
Profil U-U

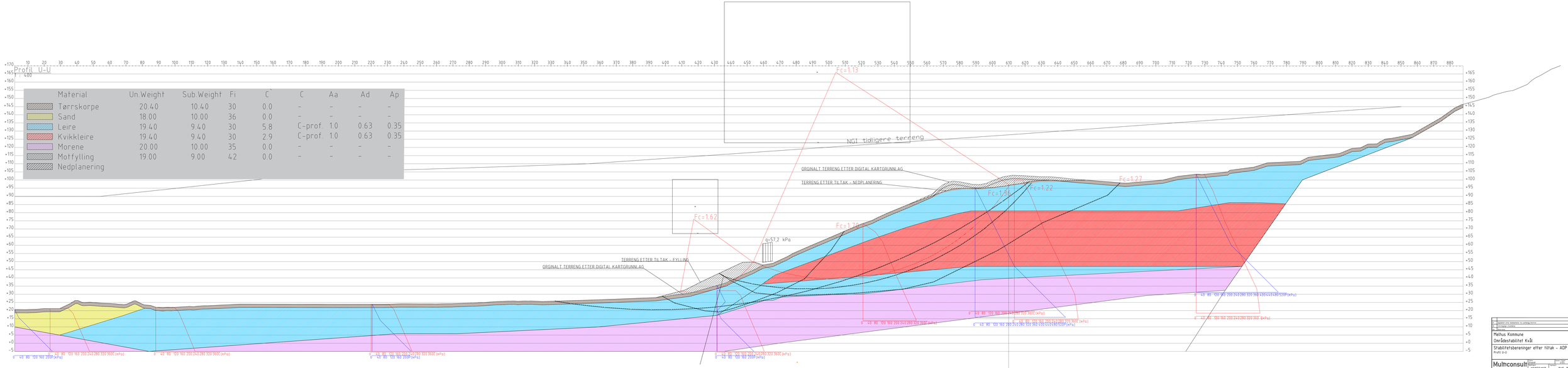
Tegn.	TK
Kontr.	KS
Dato	19.06.2009
Målestokk	1:400

Multiconsult
www.multiconsult.no

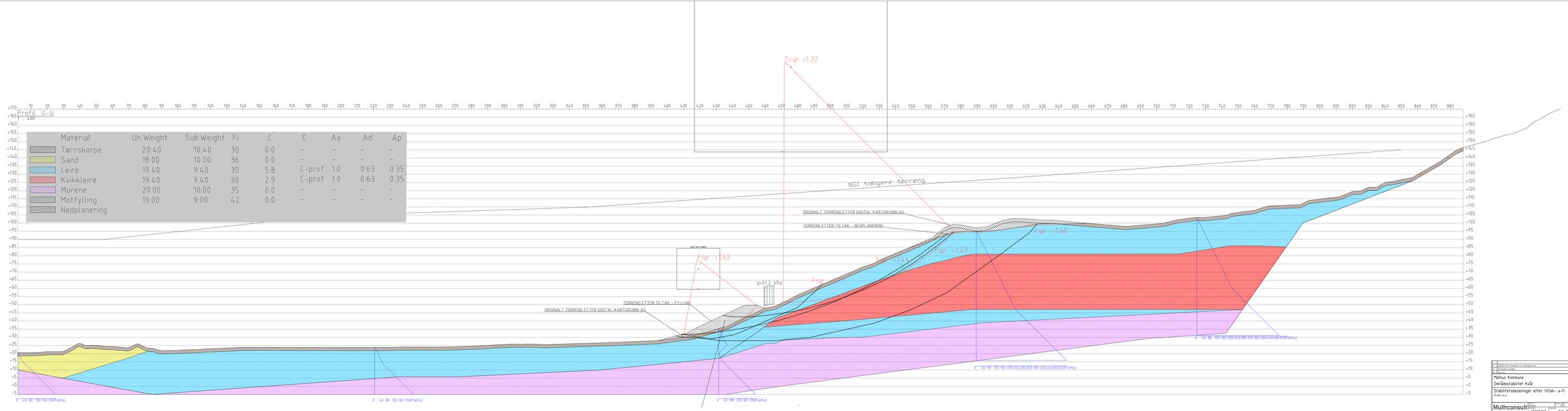
Oppdrag nr.	Delrapport	Type	Serienr.	Rev.
10255107	RIG-TEG-005.2			00

Profil U-U

Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	20.40	10.40	30	0.0	-	-	-	-
Sand	18.00	10.00	36	0.0	-	-	-	-
Leire	19.40	9.40	30	5.8	C-prof.	1.0	0.63	0.35
Kvikkleire	19.40	9.40	30	2.9	C-prof.	1.0	0.63	0.35
Morene	20.00	10.00	35	0.0	-	-	-	-
Motfylling	19.00	9.00	42	0.0	-	-	-	-
Nedplanering								



1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				
46				
47				
48				
49				
50				
51				
52				
53				
54				
55				
56				
57				
58				
59				
60				
61				
62				
63				
64				
65				
66				
67				
68				
69				
70				
71				
72				
73				
74				
75				
76				
77				
78				
79				
80				
81				
82				
83				
84				
85				
86				
87				
88				
89				
90				
91				
92				
93				
94				
95				
96				
97				
98				
99				
100				
101				
102				
103				
104				
105				
106				
107				
108				
109				
110				
111				
112				
113				
114				
115				
116				
117				
118				
119				
120				
121				
122				
123				
124				
125				
126				
127				
128				
129				
130				
131				
132				
133				
134				
135				
136				
137				
138				
139				
140				
141				
142				
143				
144				
145				
146				
147				
148				
149				
150				
151				
152				
153				
154				
155				
156				
157				
158				
159				
160				
161				
162				
163				
164				
165				
166				
167				
168				
169				
170				



Material	Un.Weight	Sub.Weight	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	20.40	10.40	30	0.0	-	-	-	-
Sand	18.00	10.00	36	0.0	-	-	-	-
Leire	19.40	9.40	30	5.8	C-prof.	1.0	0.63	0.35
Kvikkleire	19.40	9.40	30	2.9	C-prof.	1.0	0.63	0.35
Morene	20.00	10.00	35	0.0	-	-	-	-
Mottfylling	19.00	9.00	42	0.0	-	-	-	-
Nedplanering								

01	SKRIFT ETTER KOMMENTAR TIL KARTGRUNNLAG	13.11.06	JOS	JOS
00	FØRSTUTKAST	10.11.06	JOS	JOS
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.

Melhus Kommune
Områdestabilitet Kvål

Stabilitetsberegninger etter tiltak- a-fi
Profil U-U

Målestokk: 1:400

Mulnconsult
www.mulnconsult.no

Oppdrag nr.	Tegningsnr.	Rev.
10255107	RIG-TEG-805.4	01

Vedlegg A
Utredninger i andre områder på Kvål

Innholdsfortegnelse

A.1. Utredninger i andre områder på Kvål 1
A.1.1. Innledning 1
A.2. Vurdering av eksisterende grunnlag 2
A.2.1. Eksisterende grunnlag 2
A.3.1. Eksiterende kvikkleiresoner 7
A.4.1. Tidligere utførte stabilitetsberegninger 8
A.5.1. Tidligere utførte stabilitetstiltak 9
A.3. Vurdering av behov for supplerende stabilitetsberegninger 9
A.6.1. Vurdering av skråninger som kan påvirke tiltaksområdene 9
A.4. Behov for supplerende stabilitetsberegninger og grunnundersøkelser 11
A.7.1. Generelt 11
A.8.1. Behov for stabilitetsberegninger 12
A.1.1. Behov for supplerende grunnundersøkelser 13
A.5. Sluttkommentar 16
A.6. Vedlegg 16
A.7. Referanser 16

A.1. Utredninger i andre områder på Kvål

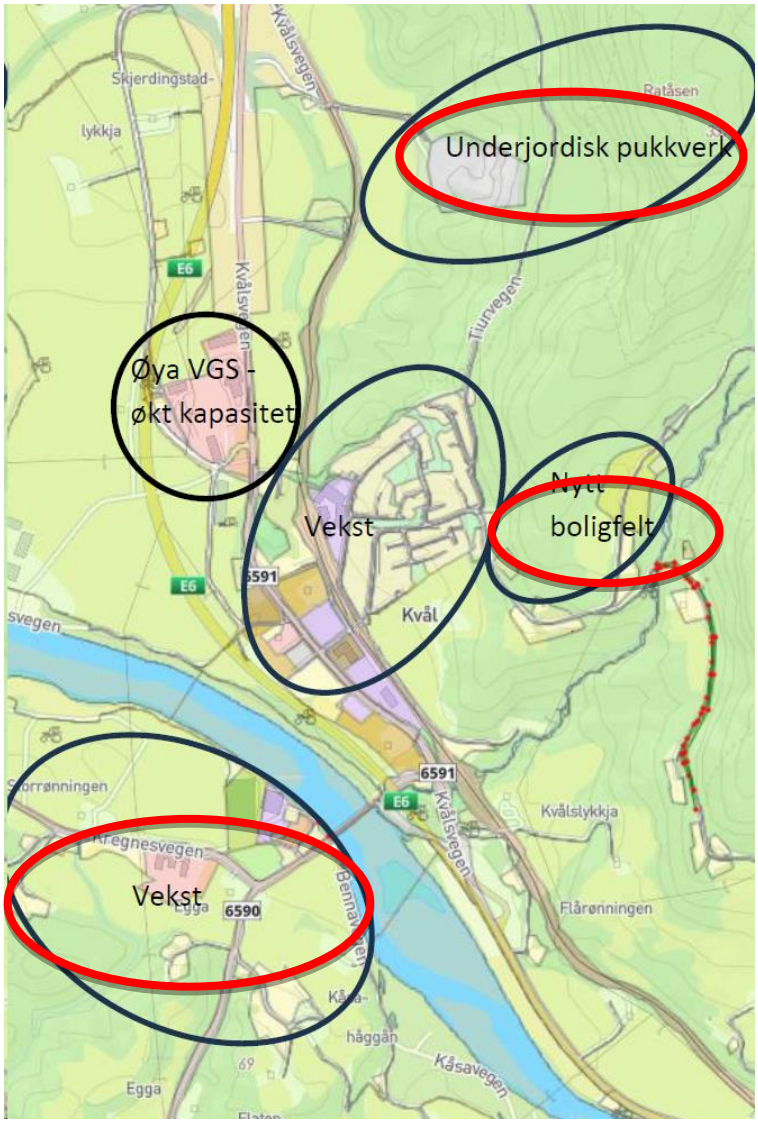
A.1.1. Innledning

Melhus kommune har også startet arbeidet med vurdering av skredfare og områdestabilitet på Kvål for mulig fortetting og utbygging av områdene «Underjordisk pukkverk», «Nytt boligfelt» og «Vekst» på sørsiden av Gaula, se områdene markert med rødt i Figur 1.

I disse områdene er det igangsatt en kartlegging av behovet for supplerende grunnundersøkelser, behov for supplerende stabilitetsberegninger for videre vurdering av skredfare og områdestabilitet iht. NVEs retningslinjer 1/2019 [1].

Skredfareutredning av disse områdene er foreløpig satt på vent, men foreliggende vedlegg presenterer de vurderingene som er gjort fram til nå. Arbeidet omfattet gjennomgang av eksisterende grunnlag, vurdering av skredretninger for utbyggingsområdene, vurdering av behov for supplerende grunnundersøkelser og behovet for oppdaterte og evt. nye stabilitetsberegninger i områdene. Videre er det presentert et orienterende estimat på omfang og type supplerende grunnundersøkelser, både for felt- og laboratorieanalyser som pr i dag er vurdert å være tilstrekkelig grunnlag til videre vurderinger for områdene.

Foreliggende vedlegg omhandler kun områdene «Underjordisk pukkverk», «Nytt boligfelt» og «Vekst» på sørsiden av Gaula.



Figur 1 Oversikt over mulige planer for utbygging, fortetting og utvidelse på Kvål. Områdene som er satt på vent er markert med rødt. Utklipp fra prosjektbeskrivelse i avrop, mottatt 26.10.2023

A.2. Vurdering av eksisterende grunnlag

A.2.1. Eksisterende grunnlag

Vurdering av behov for videre arbeider for disse områdene er basert på følgende grunnlag:

- Eksisterende geotekniske rapporter og grunnundersøkelser
- Kart og GIS analyser
- Tidligere kartlagte kvikkleiresoner og aktsomhetsområder
- Kvartærgeologisk kart

En oversikt over tidligere utførte grunnundersøkelser og geotekniske vurderinger som er utført i hele området er vist i Tabell 1. Dette er dokumenter for «Underjordisk pukkverk», «Nytt boligfelt», «Vekst» på sørsiden av Gaula, «Øys VGS økt kapasitet» og «Vekst» i Kvål sentrum.

Tabell 1 Oversikt grunnlag for geotekniske grunnundersøkelser og geotekniske vurderinger

Rapport nr.	Oppdrag/Rapportnavn	Utarbeidet av	År	Ref.
411760-1	Kvikkleirekartlegging Melhus – Geoteknisk datarapport	Multiconsult	2006	[2]
413500-1	Melhus næringsareal AS, Gravråksmoen Grunnundersøkelser, Orienterende geoteknisk vurdering	Multiconsult	2009	[3]
10206445-RIG-RAP-001	Kregnesbakken – Datarapport grunnundersøkelser	Multiconsult	2019	[4]
10229465-RIG-RAP-001	Flååsvegen Datarapport – geotekniske grunnundersøkelser	Multiconsult	2021	[5]
416746-RIG-RAP-005	E6 Røskaft - Skjerdingstad, Datarapport grunnundersøkelser Losen-Kvål sør	Multiconsult	2015	[7]
416746-RIG-RAP-007	E6 Røskaft-Skjerdingstad Datarapport Kvål-Skjerdingstad	Multiconsult	2015	[8]
6100269-01	P-07: Grunnundersøkelser Brenna-Heimdal, Datarapport fra grunnundersøkelser	Rambøll	2010	[9]
6060449-01	Renseanlegg Kvål, Grunnundersøkelser datarapport	Rambøll	2006	[10]
630353A-01	Kommunedelplan Ler og Kvål, grunnundersøkelse, Generell geoteknisk vurdering	Scandiaconsult	2004	[11]
640352A-01	Melhus kommune, Gangveg Kvål – Langdalen, Datarapport fra grunnundersøkelse	Rambøll	2004	[12]
G-Rap-001-1350015055	Melhus kommune, Kunstgressbane Kvål Datarapport	Rambøll	2016	[13]
G-rap-004-1350022987	E6 Ulsberg – Åsen, delstrekning Kvål – Melhus, datarapport fra grunnundersøkelse	Rambøll	2018	[14]
37778-1	Statens vegvesen, Sør-Trøndelag, Fv. 695 Kvålsbrua – Hårrabakken, Forsterkning av eksisterende veg, Grunnundersøkelser og stabilitetsvurdering	Noteby	1992	[15]
Ud1000A-01	Datarapport E6 Melhus, Røskraft-søndre påhogg fjelltunnel	Statens Vegvesen	2013	[34]
Ud1000D-01	Datarapport E6 Kvål	Statens Vegvesen	2014	[20]
Ud588An-01	E6, Ny trasse forbi Kvål. Orienterende geotekniske undersøkelser	Statens Vegvesen	1989	[37]
Ud587A	E6 Utglidning ved Kvål – kart og profiler, grunnundersøkelser	Statens Vegvesen	1989	[19]
Ud632A-01	E6 omlegging ved Søberg, grunnundersøkelser	Statens vegvesen	1995	[18]
Ud632A-02	Grunnundersøkelser E6 Skjerdingstad-Melhus S.	Statens vegvesen	1997	[21]

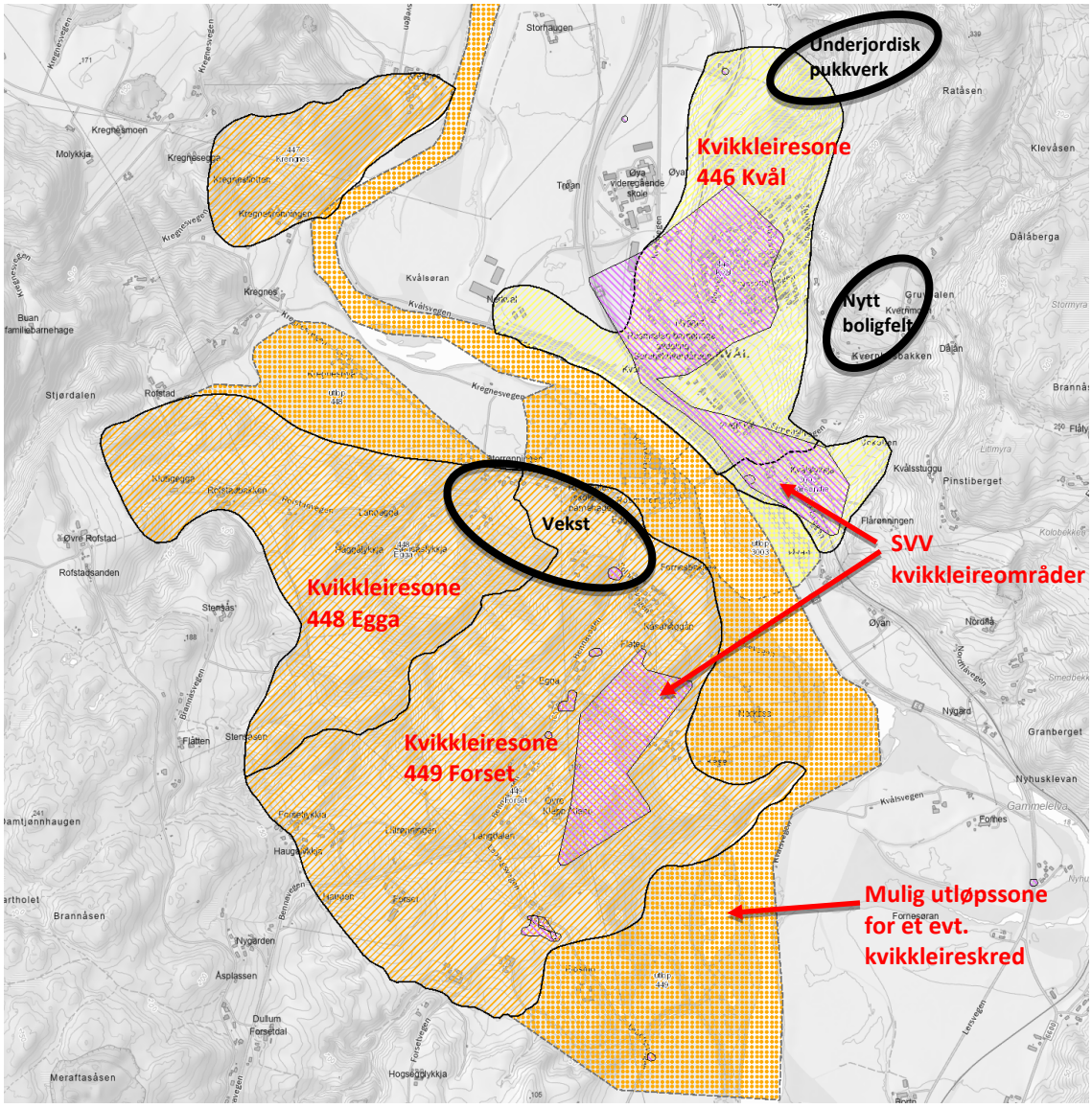
Rapport nr.	Oppdrag/Rapportnavn	Utarbeidet av	År	Ref.
Ud1000C	Datarapport E6 Haga-Skjæringsstad. Fra tunnel til Kvål	Statens Vegvesen	2013	[22]
Ud1000C-03	E6 Melhus riggplass Eidsmo, Data- og prosjekteringsrapport	Statens Vegvesen	2015	[23]
20101052-00-4-R	E6 Håggåtunnelen-Skjeringstad, Grunnundersøkelser - datarapport	NGI	2011	[25]
A114548 RAP-RIG-001-V4	E6 Kvål – Melhus Geoteknisk datarapport	COWI	2020	[26]
11165-1	Ola Melby, Vassfjellvegen, Kvål. Grunnundersøkelse og geoteknisk vurdering av skråning	Kummeneje	1996	[27]
12469-01	Boligtomt Tiurvegen på Kvål, Datarapport og geoteknisk vurdering	Kummeneje	1998	[28]
O.3398_01	Servicestasjon Kvål	Kummeneje	1980	[30]
O.6613_01	Vassfjellvegen boligområde, grunnundersøkelser og datarapport	Kummeneje	1987	[32]
O.6185-1	Gangveg ved Kvål bru, Grunnundersøkelse, Vurdering av stabilitet	Kummeneje	1986	[31]
O.8482-1	Boligtomt Nordang, Egga, Gnr 66 Brnr 15 Kvål. Grunnundersøkelser og vurdering	Kummeneje	1991	[33]
O.8658-1	Rosmælen skole, Kvål. Tilbygg. Grunnundersøkelse og geoteknisk vurdering	Kummeneje	1991	[24]
81075-2	Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred, Kartblad 162 III Støren.	NGI	1990	[6]
O.454	Stabilitet Dyrlegebolig kvål	Kummeneje	1966	[29]
15145001-RIG-N01	E6 Kvål – Stabilitet mot Gaula og fv. 695	Sweco Norge AS	2015	[39]
1350025766 G-rap-001	E6 Kvål-Melhus Vurderingsrapport Reguleringsplan	Rambøll	2018	[40]
1350022987 G-rap-006	E6 Trøndelag, Delstrekning Ulsberg-Melhus, Geoteknisk og ingeniørgeologisk rapport	Rambøll	2018	[41]
21584001-RIG-01	Områdestabilitetsvurdering Kvål, Melhus kommune	Sweco Norge AS	2017	[51]
20200375-01-TN	Forset Kvål, Utglidning og forslag til sikringstiltak	NGI	2020	[52]
20200375-02-TN	Forset Kvål, Utglidning, Ferdigstillelse av sikringstiltak, tegninger "som bygget"	NGI	2020	[53]
Ud1000A-02	E6 Røskaft-tunnel sør, Vurderingsrapport	Statens Vegvesen	2013	[35]
Ud1000D-R03	E6 Kvål, Geoteknisk vurderingsrapport	Statens Vegvesen	2015	[36]

Rapport nr.	Oppdrag/Rapportnavn	Utarbeidet av	År	Ref.
Ud1000C-02	Vurderingsrapport E6 Haga-Skjæringsstad	Statens Vegvesen	2014	[16]
A114548-NOT-RIG-009	Oppsummering av områdestabilitetsvurderinger for Kvål	COWI	2019	[42]
A114548-NOT-RIG-013	E6 Kvål-Melhus, Oppsummering av områdestabilitet i prosjektområdet	COWI	2020	[43]
A114548-NOT-RIG-029	E6 Kvål-Melhus, Øverkvålsbru, Geoteknisk designrapport - Lokalstabilitet	COWI	2020	[47]
NV50E6GK-GTK-RAP-0008	E6 Gyllan – Kvål, Fagrapport geoteknikk, områdestabilitet Kvål	Norconsult	2023	[66]
NV50E6GK-GTK-RAP-0001	E6 Gyllan – Kvål, Fagrapport geoteknikk, områdestabilitet Forset	Norconsult	2023	[65]
20051874-1	Program for økt sikkerhet mot leirskred, Risiko for kvikkleireskred, Melhus kommune. Sone Kvål, Forset og Egga	NGI	2006	[54]
416746-RIG-RAP-008	E6 Røskaft – Skjerdingstad, Geoteknisk vurdering, Kvål - Skjerdingstad	Multiconsult	2015	[62]
416746-RIG-RAP-006	E6 Røskaft – Skjerdingstad, Geoteknisk vurdering, Losen - Kvål	Multiconsult	2016	[63]
416746-RIG-RAP-009	E6 Røskaft – Skjerdingstad, Vurdering av områdestabilitet kvikkleiresone Forset	Multiconsult	2015	[64]
416746-RIG-NOT-002	E6 Skjerdingstad-Røskaft, Vurdering av alternative vegtraseer på Røskaft	Multiconsult	2014	[17]
20101052-00-4-R	E6 Håggåtunnelen – Skjæringstad, Vurdering av skråningsstabilitet ved kvikkleiresonene Kvål og Forset	NGI	2011	[38]
Ud588Br01	Ny E6 ved Kvål, Gårdsvarg til Øya Landbruksskole, geoteknisk vurdering	Statens Vegvesen	1992	[68]
22059-RIG-02	Kvål, Områdestabilitet, geoteknisk rapport for Kvål EL Eiendom AS	Geo Norway	2024	[67]
O.5594-1	Melhus kommune, Enebolig Knut Grønnsletten, Kvål. Vurdering av grave- og stabilitetsforhold	Kummeneje	1985	[44]
O.6613_03	Vassfjellvegen boligområde Nedre del, stabilitet etter planering, byggelinje mot Vassfjellvegen	Kummeneje	1989	[45]
319L	Hastetiltak i vassdrag, 319L Reparasjon av eksisterende erosjonssikring langs Gaula, Nedstrøms Kvålsbrua	NVE	2015	[55]
865G	Tiltaksbeskrivelse, 865 – Gaula ved Storrønningen-Krengnes, Melhus kommune	NVE		[56]
4283	Tiltaksbeskrivelse, 4283 – Gaula ved Fornesbekken, Melhus kommune	NVE	2008/ 2010	[57]

Rapport nr.	Oppdrag/Rapportnavn	Utarbeidet av	År	Ref.
10563	Detaljplan, 10563 Sikringstiltak mot erosjon og skred i Rofstadbekken. Stensås-Storrønningbekken og bekk ved Forset,	NVE	2010	[58]
10563	As built, 10563 Sikringstiltak mot erosjon og skred i Rofstadbekken. Stensås-Storrønningbekkem og bekk ved Forset	NVE	2017	[59]
20894	Tiltaksplan, 20894 Gaula ved Kvål, Melhus kommune, Reparasjon av erosjonssikring	NVE	2022	[60]
416957-RIG-NOT-001	E6 Kvål Uavhengig kontroll geoteknisk vurdering	Multiconsult	2015	[61]
10225538-RIG-NOT-001	Fibertilførsel Rosmælen, Geoteknisk vurdering	Multiconsult	2021	[48]
15972001-01	Kunstgressbane på Kvål, Premissnotat og geoteknisk vurdering	Sweco	2015	[49]
18894001-RIG-N01	VA-anlegg Kvål vest, Premissnotat og geoteknisk vurdering	Sweco	2016	[50]
O.8439	Rekkehus i Vassfjellvegen boligfelt, Kvål. Områdestabilitet	Kummeneje	1991	[46]

A.3.1. Eksiterende kvikkleiresoner

I Figur 2 er det vist tidligere kartlagte kvikkleiresoner i områder hvor det er planlagt utbygging.



Figur 2 Oversikt over eksiterende kvikkleiresoner og områder hvor det ved tidligere utførte grunnundersøkelser er påtruffet kvikkleire/sprøbruddmateriale. Kilde: atlas.nve.no

De kartlagte kvikkleiresonene er:

- Kvikkleiresone 446 Kvål
- Kvikkleiresone 448 Egga
- Kvikkleiresone 449 Forset

Utsnittet i Figur 2 viser også rosa skravur i områder hvor Statens vegvesen har påtruffet kvikkleire/ sprøbruddmateriale ved utførte grunnundersøkelser og oransje skravur for områder som ved tidligere utførte vurderinger er definert som et mulig utløpsområde for et evt. skred fra de forskjellige kvikkleiresonene.

A.4.1. Tidligere utførte stabilitetsberegninger

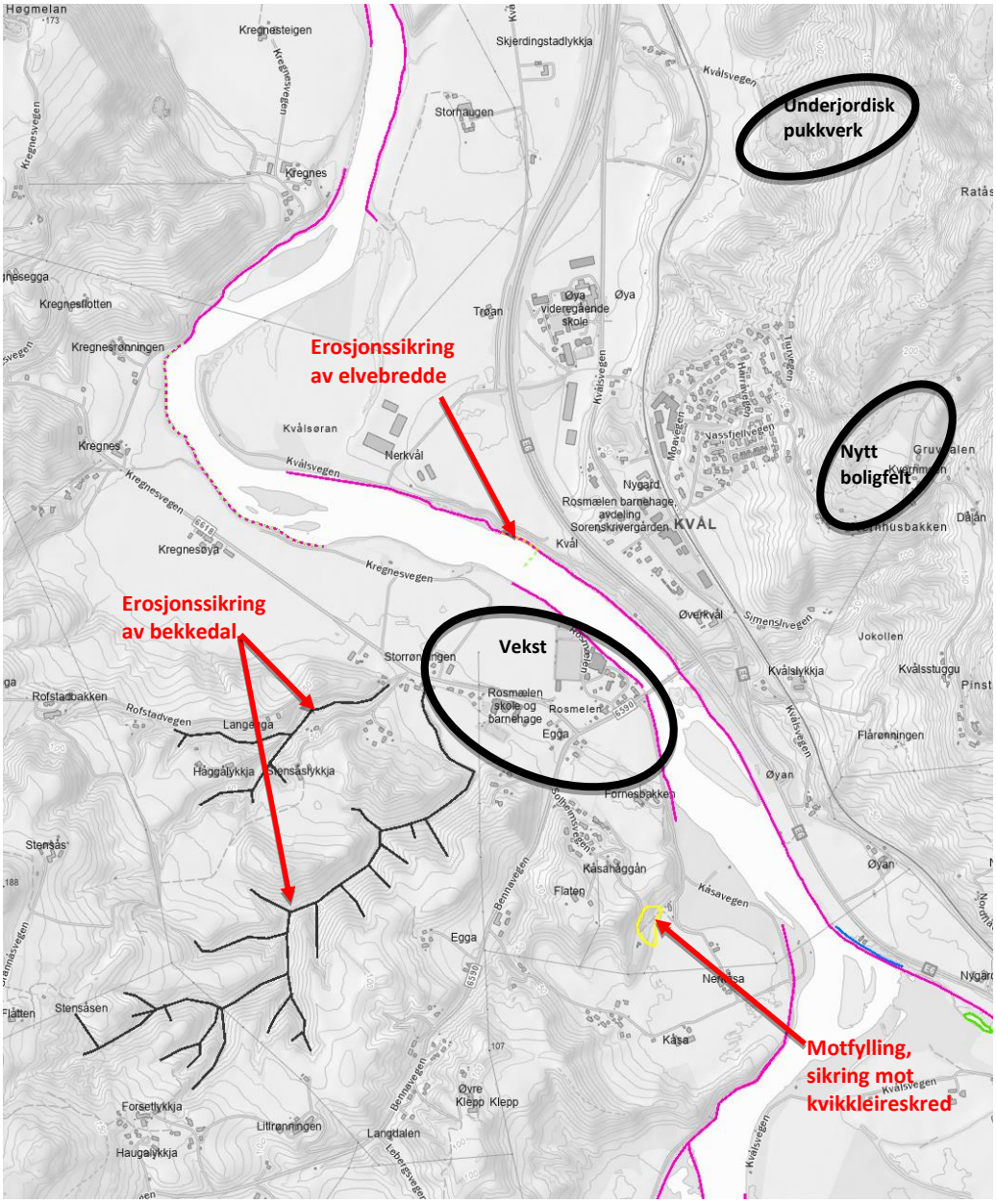
De fleste av tidligere utførte stabilitetsberegninger og områdestabilitetsvurderinger i disse områdene er basert på tidligere versjoner av NVEs kvikkleireveileder for utredning av områdestabilitet. Områdestabilitetsvurdering for mulig utbygging i tiltaksområdene vist i Figur 1 må tilfredsstille krav til sikkerhet basert på dagens NVEs retningslinjer. Som et utgangspunkt vil det da være behov for en gjennomgang av alle de tidligere utførte stabilitetsberegninger for å sjekke om disse tilfredsstiller dagens krav til sikkerhet.

En vurdering av hvilke beregningsprofiler som vil være aktuelle for videre vurderinger av områdestabilitet ved Kvål er basert på:

- Plassering av tiltaksområdene for planlagt utbygging/fortetting
- Registrerte kvikkleiresoner i området
- Identifisering av skråninger med påvirkning til tiltaksområdene, se Figur 4 til Figur 6
- Tilgjengelige geotekniske grunnundersøkelser
- Tilgjengelige geotekniske vurderinger

A.5.1. Tidligere utførte stabilitetstiltak

Det er tidligere utført flere sikringstiltak i området, se utsnitt i Figur 3 for en orienterende oversikt.



Figur 3 Oversikt over utførte sikringstiltak i området Kilde: atlas.nve.no

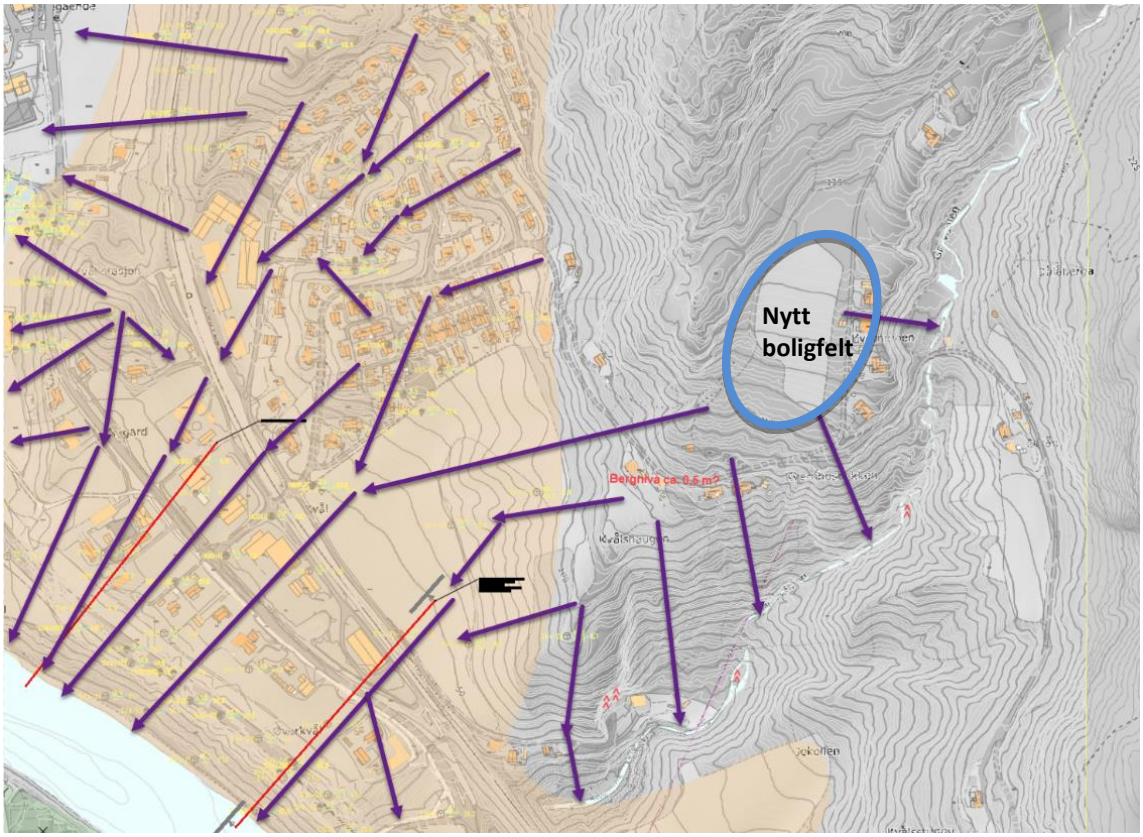
Utførte sikringstiltak er blant annet beskrevet i dokumentene fra NVE, se referanser [55] til [60] og beskrevet i kartløsningen NVE Atlas https://atlas.nve.no/html5Viewer/?viewer=nveatlas.

A.3. Vurdering av behov for supplerende stabilitetsberegninger

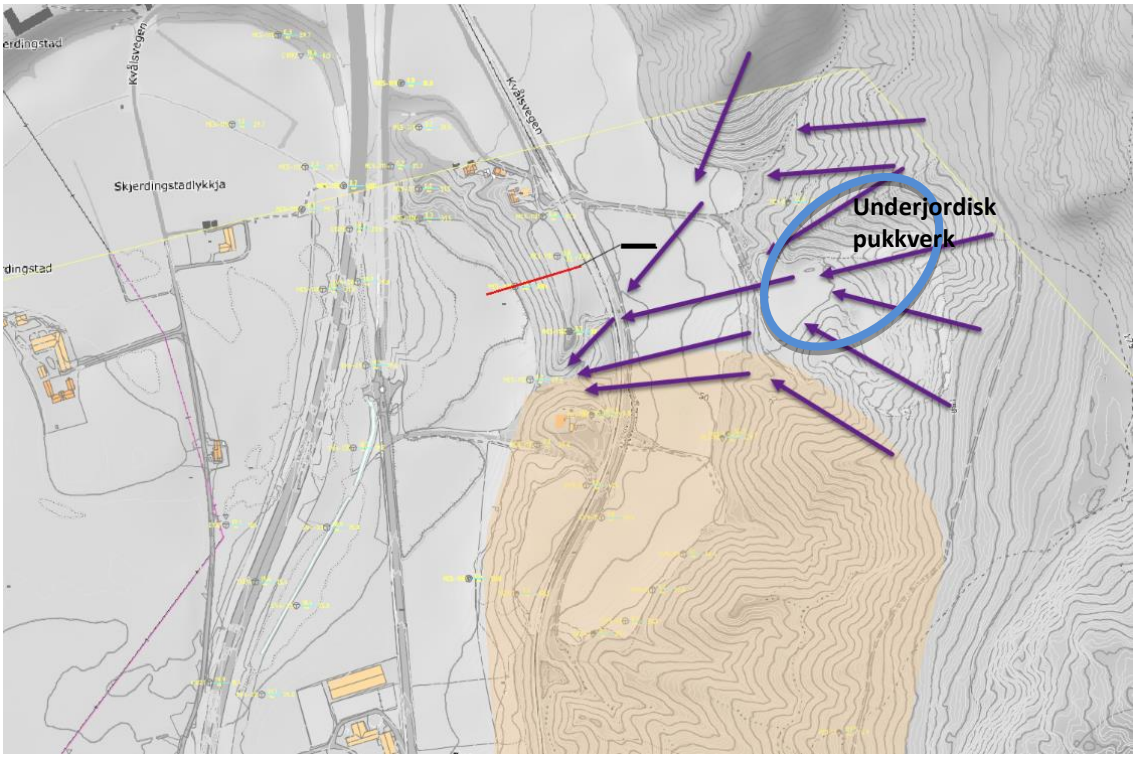
A.6.1. Vurdering av skråninger som kan påvirke tiltaksområdene

For å få en oversikt over skråninger med mulige løsne - og utløpsområder for et potensielt skred som kan påvirke tiltaksområdene illustrert i Figur 1, er det utført en innledende terrenganalyse av områdene. Basert på dette er det vurdert mulige skredretninger for et potensielt skred i eller fra de eksisterende kvikkleiresonene som kan påvirke utbyggingsområdene. Det er vurdert alle skredmekanismene, enten det kan være rotasjonsskred, flakskred eller retrogressivt skred.

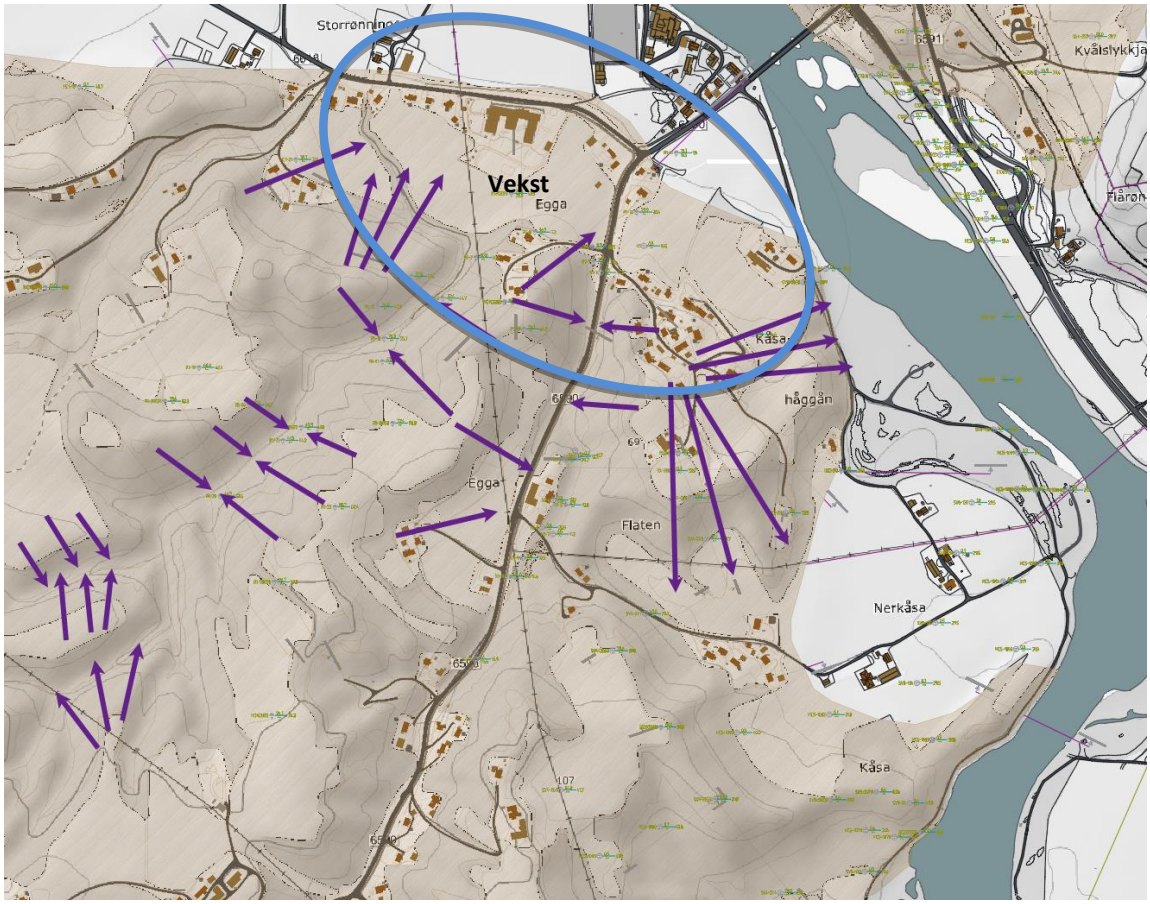
Figur 4 til og med Figur 6 viser en oversikt over vurderte skredretninger for et potensielt skred i utbyggingsområdene «Nytt boligfelt», «Underjordisk pukkverk» og «Vekst» på sørsiden av Gaula. Skredretningene vist med lilla piler.



Figur 4 Mulige skråninger og skredretninger som kan påvirke tiltaksområdene «Nytt boligfelt» nord for Gaula.



Figur 5 Mulige skråninger og skredretninger som kan påvirke tiltaksområdet «Underjordisk pukkverk» nord for Gaula.



Figur 6 Mulige skråninger og skredretninger som kan påvirke tiltaksområdet «Vekst» sør for Gaula.

A.4. Behov for supplerende stabilitetsberegninger og grunnundersøkelser

A.7.1. Generelt

Basert på potensielle skredretninger er det gjort en vurdering av det som anses som de mest kritiske skråningene i områdene. Tidligere utførte beregningsprofiler i tidligere vurderingsrapporter er gjennomgått og det vurderes at de fleste av disse må beregnes på nytt for å tilfredsstille dagens regelverk. Videre vurderes det at det er behov for ytterligere stabilitetsberegninger i områder hvor de tidligere stabilitetsberegningene ikke er dekkende for områdestabiliteten for de nye utbyggingsområdene.

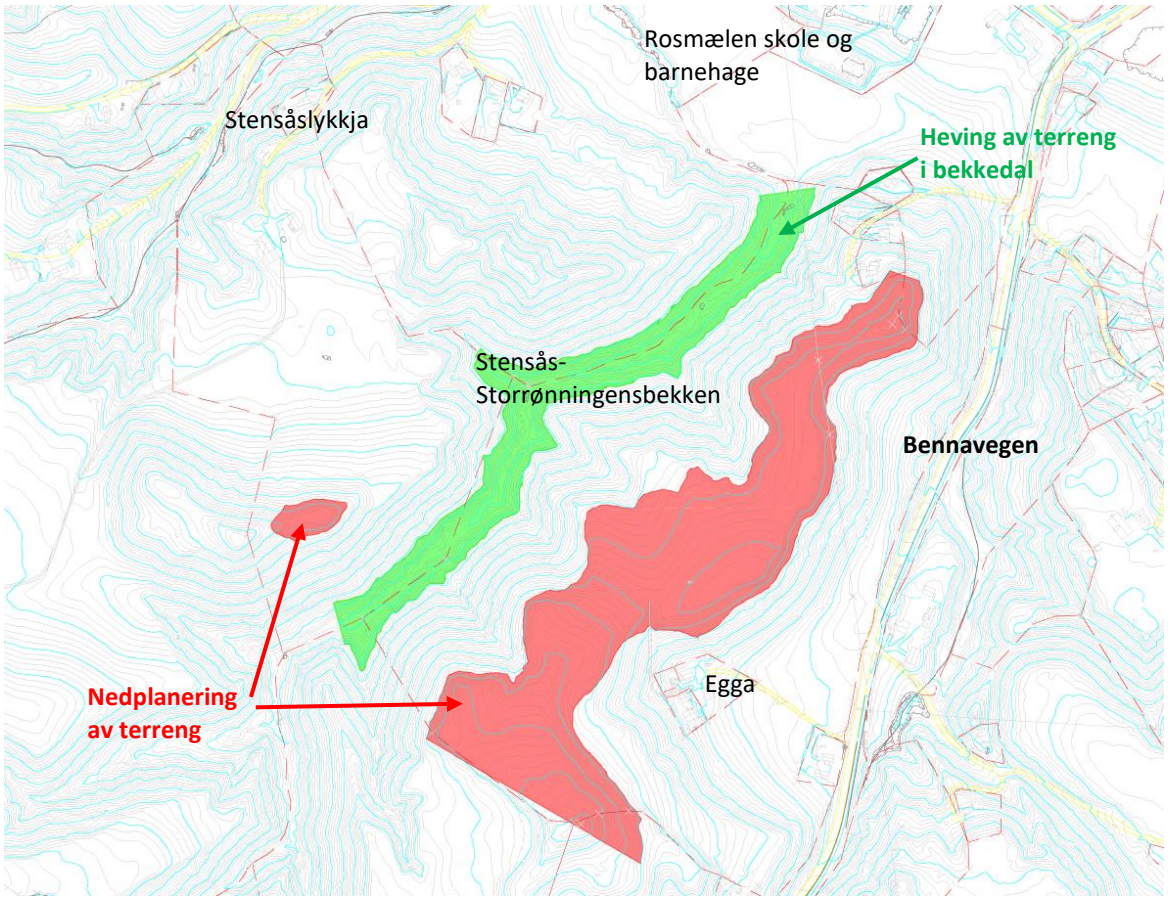
Dette gjelder også der hvor det allerede er utført tiltak, til eks. etablert motfylling og eller erosjonssikring. Tidligere utførte sikringstiltak er utført basert på de tidligere versjonene av NVEs retningslinjer. Ved videre vurdering av utbyggingsområdene vil det derfor bli behov for en gjennomgang av alle tidligere sikringstiltak for å vurdere om utførte sikringstiltak tilfredsstiller dagens krav til sikkerhet iht. NVEs retningslinjer 1/2019.

Det bør utføres en befaring for å undersøke og kontrollere tilstanden på de utførte erosjonssikringstiltakene av elvebredden for Gaula, spesielt erosjonssikeringen på sørlige side av Gaula ved Rosmælen. Iht. NVE Atlas, ble den etablert på 1840-tallet.

Videre må det undersøkes om den etablerte motfyllingen nordvest i kvikkleiresonen 449 Forset tilfredsstiller dagens krav til sikkerhet. Iht. NVE Atlas ble motfyllingen etablert i 2021, men det bør undersøkes om de tidligere utførte beregningene ble utført før de nye retningslinjene trådte i kraft.

Iht. tidligere utførte stabilitetsberegninger av Sweco [51] er det beskrevet behov for terrengtiltak i området ved bekkeløpet for å tilfredsstille kravet til sikkerhet iht. NVEs retningslinjer fra 2014. Terrengtiltaket besto av heving av bekkeløp med ca. 6 m og nedplanering av terreng på toppen av skråningene ned mot bekkedalene med ca. 5 m mektighet. Områdene det var skissert terrengtiltak er vist i utsnittet i Figur 7.

Det er utført erosjonssikring av bekkedalene ved Egga og Forset kvikkleiresone i 2016, se tiltaksrapporter fra NVE [58] og [59]. Iht. Rapport nr 10563 «As built» fra NVE [59] er bekken hevet med inntil ca. 2 m, noe som er mindre en det som er beskrevet i rapporten til Sweco. Det bør derfor utføres oppdaterte stabilitetsberegninger iht. NVEs retningslinjer 1/2019 i bekkedalen også.



Figur 7 Utsnitt av tegning nr. 103 fra rapport nr. 21584001 utarbeidet av Sweco [51]

A.8.1. Behov for stabilitetsberegninger

Det er utarbeidet et forslag til borplaner som viser plassering av både tidligere utførte beregningsprofiler og forslag til nye beregningsprofiler, se tegning nr RIG-TEG-001.1 t.o.m -001.5. Beregningsprofilene er gitt farge basert på om det er behov for nye beregninger av eksisterende beregningssnitt, om det er nye beregningssnitt og snitt som ansees som ikke kritisk, se forklaring i Tabell 2.

Tabell 2 Farge på profil-linjer og tilhørende forklaringer

Farge på profil-linje	Forklaring av farge
	Forslag til nye beregningsprofiler, basert på topografi og mulig løsne- og utløpsområde som kan påvirke et eller flere av tiltaksområdene.

Farge på profil-linje	Forklaring av farge
	Eldre beregningsprofiler som er beregnet etter gammelt regelverk, behov for å beregne på nytt etter gjeldene regelverk.
	Tidligere beregningsprofiler som viser tilfredsstillende stabilitet etter gjeldene regelverk eller andre skråninger som vurdert ikke mest kritisk

Borplanen er delt inn i 5 deler, se Tabell 3 med oversikt over utarbeidete og foreløpige borplaner for de ulike utbyggingsområdene.

Tabell 3 Oversikt over tegninger av foreløpige borplaner

Tegnings nummer	Forklaring
10255107-RIG-TEG-001.1	Borplan, Del 1, «Vekst» på sørsiden av Gaula
10255107-RIG-TEG-001.2	Borplan, Del 2, «Vekst» på sørsiden av Gaula
10255107-RIG-TEG-001.3	Borplan, Del 3, «Nytt boligfelt»
10255107-RIG-TEG-001.4	Borplan, Del 4, «Underjordisk pukkverk»,
10255107-RIG-TEG-001.5	Borplan, Del 5, «Vekst» på sørsiden av Gaula

A.1.1. Behov for supplerende grunnundersøkelser

Tidligere utførte grunnundersøkelser i området er lagt inn i borplanene og er markert med prefix. Flere av borpunkt-seriene ligger kun inne som koordinater, her er sonderingsfilene ikke tilgjengelig digitalt. De er likevel lagt inn i borplanen for å gi en oversikt over hvilke områder det er utført undersøkelser.

Tilgjengelig geoteknisk grunnlag fra tidligere utførte sonderinger og laboratorieanalyser er brukt til vurdering av behov for nye og eksisterende beregningsprofil, samt plassering og omfang av supplerende borpunkt. I følgende to del-kapitler presenteres forslag til supplerende grunnundersøkelser, delt inn etter plassering hhv. nord eller sør for Gaula, med tilhørende begrunnelse.

Borpunktene er plassert med tanke på behovet for supplerende grunnlag og tilgjengelighet til området. Det vurderes at det i utgangspunktet er behov for sonderinger midt i de fleste bratte skråningene for å kunne ha tilstrekkelig grunnlag for tolking av lagdeling, men disse skråningene er tett bevokst og derfor lite tilgjengelige uten omfattende hogst- og terrengarbeider. Lagdelingen og evt. utkiling av evt. kvikkleirelag i disse skråningene vil derfor være usikker også etter evt. utførte supplerende sonderinger.

Merk at grunnundersøkelsene i borpunktene 16 til og med 22 vist på borplan -001.3 er utført i forbindelse med vurderingene skredfare og områdestabilitet for områdene «Øys VGS – Økt kapasitet» og «Vekst» i Kvål sentrum, se rapport nr. 10255107-RIG-RAP-001 Datarapport – Geotekniske grunnundersøkelser [69].

Tabell 4 Oversikt over profiler og supplerende borpunkt for tiltaksområdene «Underjordisk pukkverk» og «Nytt boligfelt» nord for Gaula.

Profilnavn	Vist på RIG-TEG-	Supplerende borpunkt	Begrunnelse for supplerende borpunkt
M	-001.3	-	Vurderes at foreliggende grunnlag er tilstrekkelig for å utføre oppdatert beregning.
P	-001.3	-	Vurderes at foreliggende grunnlag er tilstrekkelig for å utføre oppdatert beregning.
Q	-001.3	19-DRT	Foreslår å vurdere nordvendt skråning med stor høydeforskjell mellom Vassfjellvegen og Leirbakken Tilstrekkelig grunnlag ved fot av skråning, men mangelfull informasjon fra tidligere boringer. Foreslår supplerende sondering ved topp skråning for å kunne vurdere lagdeling og evt. tolking av styrkeparametre.
V	-001.4	23-DRT	Til å vurdere skråninger som mulig kan påvirke tiltaksområdet «Underjordisk Pukkverk» trengs det sonderinger i topp av skråning som supplement til MC1-9 i bunn av skråning, for å kunne si noe om type løsmasser og vurdering av lagdeling i skråningen.
W	-001.4	23-DRT 24-DRT	Til å vurdere skråning som mulig kan påvirke tiltaksområdet «Underjordisk Pukkverk» trengs det sondering i bunn og topp skråning for å kunne si noe om hva slags masser det er i skråningen og for vurdering av lagdeling.
X	-001.4	25-DRT	Til å vurdere skråninger som mulig kan påvirke tiltaksområdet «Underjordisk Pukkverk» trengs det sonderinger i bunn av skråning som supplement til MC1-8 (flere lag med mulig kvikkleire) i topp av skråning, for å kunne si noe om lagdeling i skråningen.

Tabell 5 Oversikt over profiler og supplerende borpunkt for tiltaksområdet «Vekst» på sørsiden av Gaula.

Profilnavn	Vist på RIG-TEG-	Supplerende borpunkt	Begrunnelse for supplerende borpunkt
A	-001.1 (-001.5)	9-DRT 11-DRT	Utilstrekkelig grunnlag fra tidligere utført beregning og grunnundersøkelser. Har behov for bedre grunnlag ved topp av høye skråninger ned i ravinedalen for å kunne si noe om avgrensing/utkiling av kvikkleirelaget i området.
B	-001.1	10-CPTU	Vurderingsgrunnlag for tidligere vurdering dekkende for topp ravine. Foreslår ny CPTU i bunn ravinedal for bedre tolkning av hvordan lagdeling er mellom topp og bunn ravine.
C	-001.1	5-DRT 5-CPTU 12-DRT	For nordvendt ravineside foreslås det å tilføye eksiterende grunnlag med en supplerende sondering ved topp skråning, for å kunne vurdere mektighetene av løsmasser og lagdeling i skråningen. Ved noe brattere sørvendt ravineside foreslås sondering for informasjon av type løsmasser ved topp skråning.
D	-001.1	2-DRT, 2-CPTU 3-DRT 4-DRT, 4-CPTU	Identifisert skråning som faller ned mot Rosmælen skole. Vurderes behov for supplerende sonderinger ved topp og bunn skråning, samt en sondering midt i skråningen. Vil også være nytt grunnlag for Profil E.
E	-001.1	1-DRT 3-DRT	Tidligere vurdering basert på kun to dreietrykksonderinger som er trukket inn i profilet. Foreslår sondering i topp og bunn av skråning for tolkning av lagdeling og utbredelse av kvikkleire.
F	-001.1 (-001.2)	6-CPTU 8-DRT, 8-CPTU	Se begrunnelse for supplerende borpunkt i Profil G.

Profilnavn	Vist på RIG-TEG-	Supplerende borpunkt	Begrunnelse for supplerende borpunkt
G	-001.1 (-001.2)	6-CPTU 8-DRT, 8-CPTU	Ved Bennavegen 69 ligger på topp av en egg med bratte skråninger både øst og vestover. Vurderes at det tilstrekkelig grunnlag på topp, men foreslår supplerende CPTU-sondering i bunn ravinedal til vest, for vurdering av lagdeling og tolking av styrkeparametre. Vurderes også behov for sonderinger nede ved fv. 6590 for å vurdere skråning som faller øst fra Bennavegen 69. Etter utført sondering gjøres det en vurdering av hvilket av profil G og profil F som er mest kritisk, og om det er behov for å utføre stabilitetsberegning i ett eller i begge profilene.
H	-001.1 (-001.2)	7-DRT 7-CPTU	Tilstrekkelig grunnlag for topp og bunn av skråning. Kritisk stabilitet ved tidligere beregning. Foreslår supplerende sonderinger midt i skråning for å si noe om hvordan lagdeling gjennom skråningen er og for evt. tolking av styrkeparametre.
I	-001.2	-	Vurderes at foreliggende grunnlag er tilstrekkelig for å utføre oppdatert beregning.
J	-001.2	13-PR	Vurderes at foreliggende grunnlag ved topp skråning er tilstrekkelig. Foreslår å supplere totalsondering ved foten av skråning med prøveserie, for å bedre kunne si noe om styrke og lagdeling gjennom skråning.
K	-001.2	14-DRT, 14-CPTU 15-DRT	Foreslår å vurdere skråning som faller mot vest fra Kåsahåggån og ned mot Gaula. Sondering i topp og bunn skråning er vurdert som tilstrekkelig i første omgang for å kartlegges type løsmasser og å avgjøre hvorvidt skråning er kritisk eller ikke.
L	-001.2	14-DRT	Supplerende borpunkt gjennom Profil K blir også benyttet som grunnlag for ny vurdering gjennom profil L.
Y	-001.5	26-DRT 27-DRT 28-DRT 29-DRT	Identifisert et område med bratte og høye skråninger som potensielt kan påvirke tiltaksområdet. Tidligere sonderinger indikerer kvikkleire under bunn ravine [1]. Nøyaktig plassering av evt. beregningsprofil vurderes og bestemmes etter utførte sonderinger. Foreslår supplerende sonderinger fra topp skråninger for å kartlegges utstrekning av mulig kvikkleirelag. Valg av prøveserie bestemmes fortløpende etter utførte sonderinger.

Basert på vurderingene presentert i tabellene over foreslås foreløpig følgende omfang av supplerende grunnundersøkelser i total 22 punkter:

- 19 stk Dreie- eller totalsonderinger
- 6 stk CPTU-sonderinger
- 9 stk Prøveserier (45 stk sylinderprøver og 27 stk skovlprøver)
- 3 stk Poretrykksmålinger, i 2 ulike nivåer
- 10 stk Treaksialforsøk
- 10 stk Ødometerforsøk

I borplanene er det kun lagt inn prøvetakingssymbol på 2 punkter der vi vet nå det er behov for prøver, men det tilrås at det utføres ca. 9 prøveserier totalt for de 3 mulige utbyggingsområdene. Hvilke punkter det foreslås flere prøveserier i blir evt. bestemt etter at resultater fra sonderingene foreligger.

Merk at estimert omfang av supplerende grunnundersøkelser både for felt- og laboratorieanalyser som pr i dag er vurdert å være tilstrekkelig grunnlag til videre vurderinger for områdene og basert på dagens regelverk og tilgjengelig grunnlag.

A.5. Sluttkommentar

For videre vurdering av områdestabilitet for de skisserte utbyggingsområdene på Kvål tilrås det utført følgende:

- Befaring i området, inkl. utarbeidelse av befaringsnotat, for kartlegging av evt. erosjonsforhold og i forbindelse med utførelse av feltarbeidene
- Det må være kontinuerlig dialog med borleder for å raskt kunne gi tilbakemeldinger på eventuelle utforutsette grunnforhold under feltarbeidene
- Plassering av foreslåtte borpunkt er basert på nåværende grunnlag. Bestemmelse av plassering av CPTU-sonderinger og hvilke borpunkt det ønskes prøveserier i vil bli bestemt etter at resultatene fra de supplerende sonderingene foreligger.
- Det bør gjøres en vurdering av omfanget og evt plassering av stabilitetsberegninger etter at resultatene fra feltundersøkelsene foreligger, det kan ikke utelukkes at det kan bli behov for flere beregningssnitt, spesielt i området innerst i bekkedalen ved Egga kvikkleiresone.

Foreliggende estimat på supplerende grunnundersøkelser og oppdaterte/supplerende stabilitetsberegninger er basert på vurderinger utført av Multiconsult. Det kan ikke utelukkes at omfanget presentert i foreliggende vedlegg blir endret dersom grunnlaget endres eller at en annen geoteknisk rådgiver skal utføre vurdering av skredfare og områdestabilitet.

A.6. Vedlegg

10255107-RIG-TEG	- 001.1 Forslag til borplan, Del 1, foreløpig
	- 001.2 Forslag til borplan, Del 2, foreløpig
	- 001.3 Forslag til borplan, Del 3, foreløpig
	- 001.4 Forslag til borplan, Del 4, foreløpig
	- 001.5 Forslag til borplan, Del 5, foreløpig

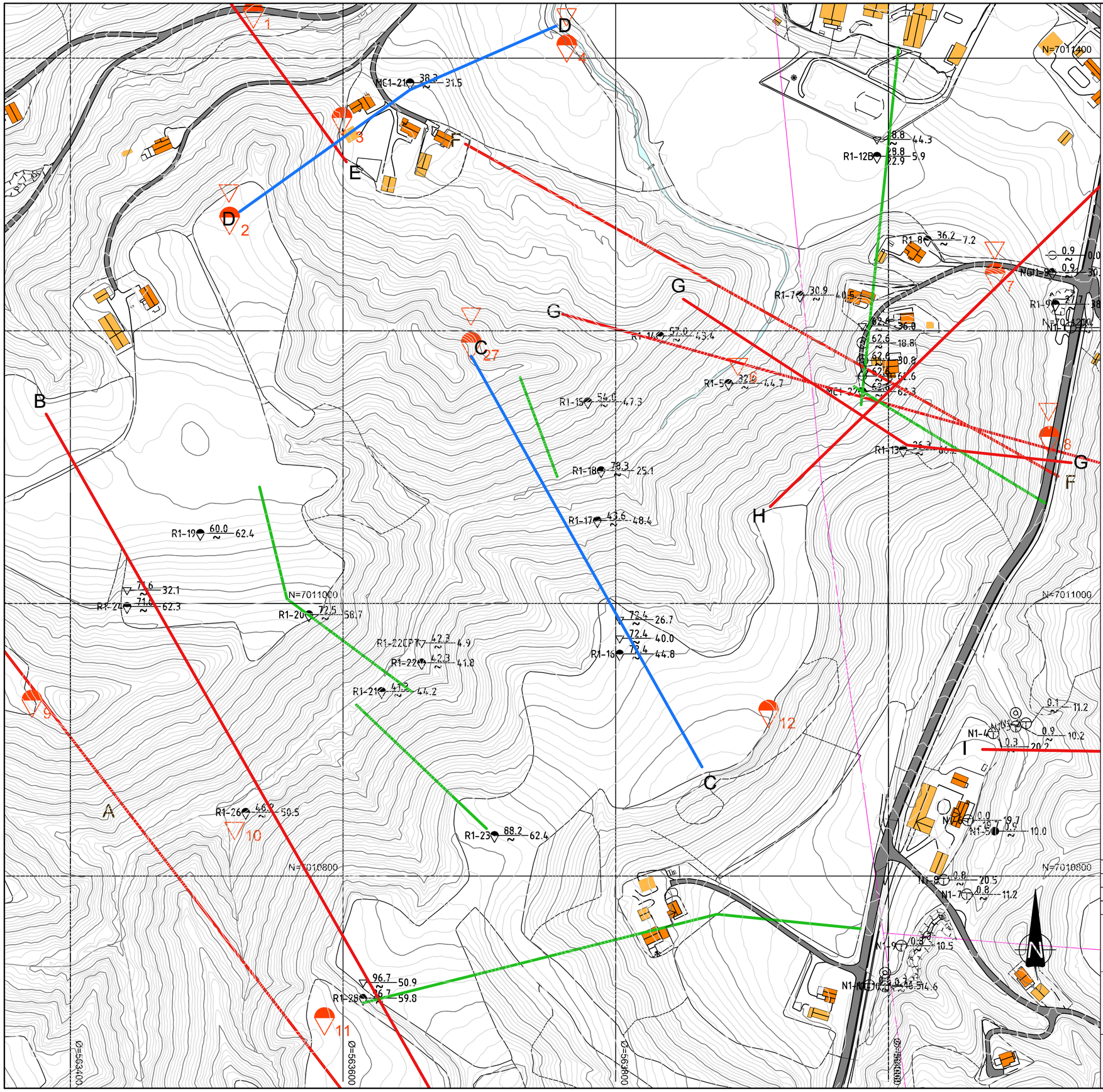
A.7. Referanser

[1] NVE (Norges Vassdrags- og energidirektorat) Veileder 1/2019, Sikkerhet mot kvikkleireskred, Des. 2020.
[2] Multiconsult Norge AS, 411760-1 NVE Region Midt-Norge, Grunnundersøkelser Melhus, Kvikkleirekartlegging Melhus, Geoteknisk datarapport, 03.07.2006.
[3] Multiconsult Norge AS, 413500-1-1 Melhus næringsareal AS, Gravråksmoen Grunnundersøkelser, Orienterende geoteknisk vurdering, 15.07.2009

[4] Multiconsult Norge AS, 10206445-RIG-RAP-001 Datarapport grunnundersøkelser Kregnesbakken, 22.11.2019
[5] Multiconsult Norge AS, 10229465-RIG-RAP-001 Flååsvegen Datarapport – geotekniske grunnundersøkelser, 06.12.2021
[6] NGI, 81075-2 Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred, kartblad 162 III Støren. 30.11.1990
[7] Multiconsult Norge AS, 416746-RIG-RAP-005 E6 Røskaft - Skjerdingstad, Datarapport grunnundersøkelser Losen-Kvål sør, 02.11.2015
[8] Multiconsult Norge AS, 416746-RIG-RAP-007 E6 Røskaft-Skjerdingstad Datarapport Kvål-Skjerdingstad, 08.10.2015
[9] Rambøll, 6100269-01 P-07: Grunnundersøkelser Brenna-Heimdal, Datarapport fra grunnundersøkelser, 06.08.2010
[10] Rambøll, 6060449-01 Renseanlegg Kvål, Grunnundersøkelser datarapport, 26.07.2006
[11] Scandiaconsult, Melhus kommune, kommunedelplan Ler-Kvål, Grunnundersøkelse, generell geoteknisk vurdering, 12.01.2004
[12] Rambøll, 640352A-01 Melhus kommune, Gangveg Kvål-Langdalen, Datarapport fra grunnundersøkelse, 04.10.2004
[13] Rambøll, G-Rap-001-1350015055 Melhus kommune, Kunstgressbane Kvål Datarapport, Datarapport fra grunnundersøkelse, 01.07.2016
[14] Rambøll, G-rap-004-1350022987 E6 Ulsberg – Åsen, delstrekning Kvål – Melhus, datarapport fra grunnundersøkelse, 02.03.2018
[15] NOTEBY, 37778-1 Statens vegvesen, Sør-Trøndelag, Fv. 695 Kvålsbrua – Hårrabakken, Forsterkning av eksisterende veg, Grunnundersøkelser og stabilitetsvurdering, 30.04.1992
[16] Statens vegvesen, Ud 1000C-02 Vurderingsrapport E6 Haga-Skjæringsstad, 27.01.2024
[17] Multiconsult Norge AS, 416746-RIG-NOT-002 E6 Skjerdingstad-Røskaft, Vurdering av alternative vegtraseer på Røskaft, 24.10.2014
[18] Statens vegvesen, Ud632A-01 E6 omlegging ved Søberg, grunnundersøkelser, 15.11.1995
[19] Statens vegvesen, Ud587A E6 Utglidning ved Kvål – kart og profiler, grunnundersøkelser, 10.01.1989
[20] Statens vegvesen, Ud 1000D Datarapport E6 Kvål, 23.05.2014
[21] Statens vegvesen, Ud632A-02 Grunnundersøkelser E6 Skjerdingstad-Melhus S., 30.01.1997
[22] Statens vegvesen, Ud1000C Datarapport E6 Haga-Skjæringsstad. Fra tunnel til Kvål, 23.12.2013
[23] Statens vegvesen, Ud 1000C-03 E6 Melhus riggplass Eidsmo, Data- og prosjekteringsrapport, 19.06.2015
[24] Kummeneje, O.8658-1 Rosmælen skole, Kvål. Tilbygg. Grunnundersøkelse og geoteknisk vurdering, 23.12.1991
[25] NGI, 20101052-00-4-R E6 Håggåtunnelen-Skjeringstad, Grunnundersøkelser – datarapport, 01.07.2011
[26] Cowi, A114548 RAP-RIG-001-V4 E6 Kvål – Melhus Geoteknisk datarapport, 14.05.2020
[27] Kummeneje, 11165-1 Ola Melby, Vassfjellvegen, Kvål. Grunnundersøkelse og geoteknisk vurdering av skråning, 20.09.1996
[28] Kummeneje, 12469-01 Boligtomt Tiurvegen på Kvål, Datarapport og geoteknisk vurdering, 18.08.1998
[29] Kummeneje, O.454 Stabilitet Dyrlegebolig kvål, 27.01.1966
[30] Kummeneje, O.3398_01 Servicestasjon Kvål, 04.11.1980
[31] Kummeneje, O.6185-1 Gangveg ved Kvål bru, Grunnundersøkelse, Vurdering av stabilitet, 05.11.1986
[32] Kummeneje, O.6613-1 Vassfjellvegen boligområde, grunnundersøkelser, datarapport, 09.12.1987
[33] Kummeneje, O.8482-1 Boligtomt Nordang, Egga, Gnr 66 Brnr 15 Kvål. Grunnundersøkelser og vurdering, 21.06.1991
[34] Statens vegvesen, Ud 1000 Ar1 Datarapport E6 Melhus-Røskraft søndre påhogg fjelltunnel, 24.06.20213

[35] Statens vegvesen, Ud 1000A-02 E6 Røskraft-tunnel sør, vurderingsrapport, 08.11.2013
[36] Statens vegvesen, Ud 1000D-R02 E6 Kvål Geoteknisk vurderingsrapport, 20.11.2015
[37] Statens vegvesen, Ud588Ar01 E6 Ny trase forbi Kvål, Orienterende geotekniske undersøkelser, 16.03.1989
[38] NGI, 20101052-00-4-R E6 Håggåtunnelen – Skjæringstad, Vurdering av skråningsstabilitet ved kvikkleiresonene Kvål og Forset, 19.09.2011
[39] Sweco Norge AS, 15145001-RIG-N01 E6 Kvål – Stabilitet mot Gaula og Fv. 695, 18.11.2015
[40] Rambøll, 1350025766 G-rap-001 E6 Kvål-Melhus Vurderingsrapport Reguleringsplan, 19.09.2018
[41] Rambøll, 1350022987 G-rap-006 E6 Trøndelag, Delstrekning Ulsberg-Melhus, Geoteknisk og ingeniørgeologisk rapport, 19.06.2018
[42] COWI, A114548- NOT-RIG-009 Oppsummering av områdestabilitetsvurderinger for Kvål, 11.12.2019
[43] COWI, A114548- NOT-RIG-013 E6 Kvål-Melhus, Oppsummering av områdestabilitet for prosjektområdet, 07.10.2020
[44] Kummeneje, O.5594-1 Melhus kommune, Enebolig Knut Grønnsletten, kvål, Vurdering av grave- og stabilitetsforhold, 21.10.1985
[45] Kummeneje, O.6613_03 Vassfjellvegen boligområde Nedre del, stabilitet etter planering, byggelinje mot Vassfjellvegen, 16.05.1989
[46] Kummeneje, O.8439 Rekkehus i Vassfjellvegen boligfelt, Kvål. Områdestabilitet, 13.05.1991
[47] COWI, A114548- NOT-RIG-029 E6 Kvål-Melhus, Øverkvålsbru, Geoteknisk designrapport - Lokalstabilitet, 11.03.2020
[48] Multiconsult Norge AS, 10225538-RIG-NOT-001 Fibertilførsel Rosmælen, Geoteknisk vurdering, 23.03.2021
[49] Sweco Norge AS, 15972001-01 Kunstgressbane på Kvål, Premissnotat og geoteknisk vurdering, 10.08.2015
[50] Sweco Norge AS, 18894001-RIG-N01 VA-anlegg Kvål vest, Premissnotat og geoteknisk vurdering, 12.05.2016
[51] Sweco Norge AS, 21584001-RIG-01 Områdestabilitetsvurdering Kvål, Melhus kommune, 21.03.2017
[52] NGI, 20200375-01-TN Forset Kvål, Utglidning og forslag til sikringstiltak, 13.05.2020
[53] NGI, 20200375-02-TN Forset Kvål, Utglidning, Ferdigstillelse av sikringstiltak, tegninger "som bygget", 29.09.2020
[54] NGI, 20051874-1 Program for økt sikkerhet mot leirskred, Risiko for kvikkleireskred, Melhus kommune. Sone Kvål, Forset og Egga, 27.10.2006
[55] NVE Region Midt-Norge, 319L Hastetiltak i vassdrag, 319L Reparasjon av eksisterende erosjonssikring langs Gaula, Nedstrøms Kvålsbrua, 15.01.2015
[56] NVE Region Midt-Norge, 865G Tiltaksbeskrivelse, 865 – Gaula ved Storrønningen-Krengnes, Melhus kommune, 25.09.2009
[57] NVE Region Midt-Norge, 4283 Tiltaksbeskrivelse, 4283 – Gaula ved Fornesbekken, Melhus kommune, 08.10.2010
[58] NVE Region Midt-Norge, Detaljplan, 10563 Sikringstiltak mot erosjon og skred i Rofstadbekken. Stensås-Storrønningbekken og bekk ved Forset, 22.04.2010
[59] NVE Region Midt-Norge, As built, 10563 Sikringstiltak mot erosjon og skred i Rofstadbekken. Stensås-Storrønningbekkem og bekk ved Forset, 16.03.2017
[60] NVE Region Midt-Norge, As built, 20894 Tiltaksplan, 20894 Gaula ved Kvål, Melhus kommune, Reparasjon av erosjonssikring, 28.03.2022
[61] Multiconsult Norge AS, 416957-RIG-NOT-001 E6 Kvål Uavhengig kontroll geoteknisk vurdering, 14.09.2015
[62] Multiconsult Norge AS, 416746-RIG-RAP-008 E6 Røskaft – Skjerdingstad, Geoteknisk vurdering, Kvål – Skjerdingstad, 15.10.2015
[63] Multiconsult Norge AS, 416746-RIG-RAP-006 E6 Røskaft – Skjerdingstad, Geoteknisk vurdering, Losen - Kvål, 16.03.2016
[64] Multiconsult Norge AS, 416746-RIG-RAP-009 E6 Røskaft – Skjerdingstad, Vurdering av områdestabilitet kvikkleiresone Forset, 06.11.2015

[65] Norconsult, NV50E6GK-GTK-RAP-0001 E6 Gyllan – Kvål, Fagrapport geoteknikk, områdestabilitet Forset, 20.03.2023
[66] Norconsult, NV50E6GK-GTK-RAP-0008 E6 Gyllan – Kvål, Fagrapport geoteknikk, områdestabilitet Kvål, 20.03.2023
[67] Geo Norway AS, 22059-RIG-02 Kvål, Områdestabilitet, geoteknisk rapport for Kvål EL Eiendom AS, 29.01.2024
[68] Statens vegvesen, Ud588Br01 Ny E6 ved Kvål, Gårdsvarg til Øya Landbruksskole, geoteknisk vurdering, 30.06.1992
[69] Multiconsult Norge AS, Melhus kommune, Skred og områdestabilitetsvurdering Kvål, 10255107-RIG-RAP-001 Datarapport – Geotekniske grunnundersøkelser, 21.05.2024



FORKLARING

TEGNFORKLARING:

- DREIESONDERING
- ENKEL SONDERING
- RAMSONDERING
- TRYKKSONDERING
- TOTALSONDERING
- PRØVESERIE
- PRØVEGROP
- DREIETRYKKSONDERING
- SKRUPLATEFORSØK
- VINGEBORING
- PORETRYKKMÅLING
- KJERNEBORING
- FJELLKONTROLLBORING
- BERG I DAGEN

KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA XXX
KOORDINATSYSTEM: EUREF89, sone XX
HØYDEREFERANSE: NN1954/NN2000/SJØKARTNULL

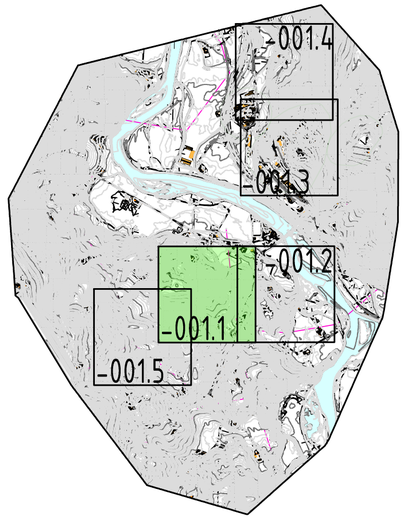
EKSEMPEL: BP 1 43.0/28.2 — 14.8 + 2.4
- 43.0: TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE
- 28.2: ANTATT BERGKOTE
- 14.8: BORET DYBDE
- 2.4: BORET I BERG

TIDLIGERE BORINGER:

Tidligere boringer og borhull-indekser er gitt i Tabell 2-3 i foreliggende notat 10255107-RIG-NOT-001.
Fullstendig oversikt over tidligere boringer skal utarbeides til ferdig borplan.

FORSLAG TIL SUPPLERENDE BORINGER:

Forslag til plassering av supplerende sondering er markert ved røde tegnforklaringer



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
00	Forslag til borplan, del 1	02.02.2024	sso	ank	han

Melhus kommune
Områdestabilitet Kvål

FORSLAG TIL BORPLAN
Del 1

Fag: RIG | Format: A2
Dato: 02.02.2024
Målestokk: 1:2000

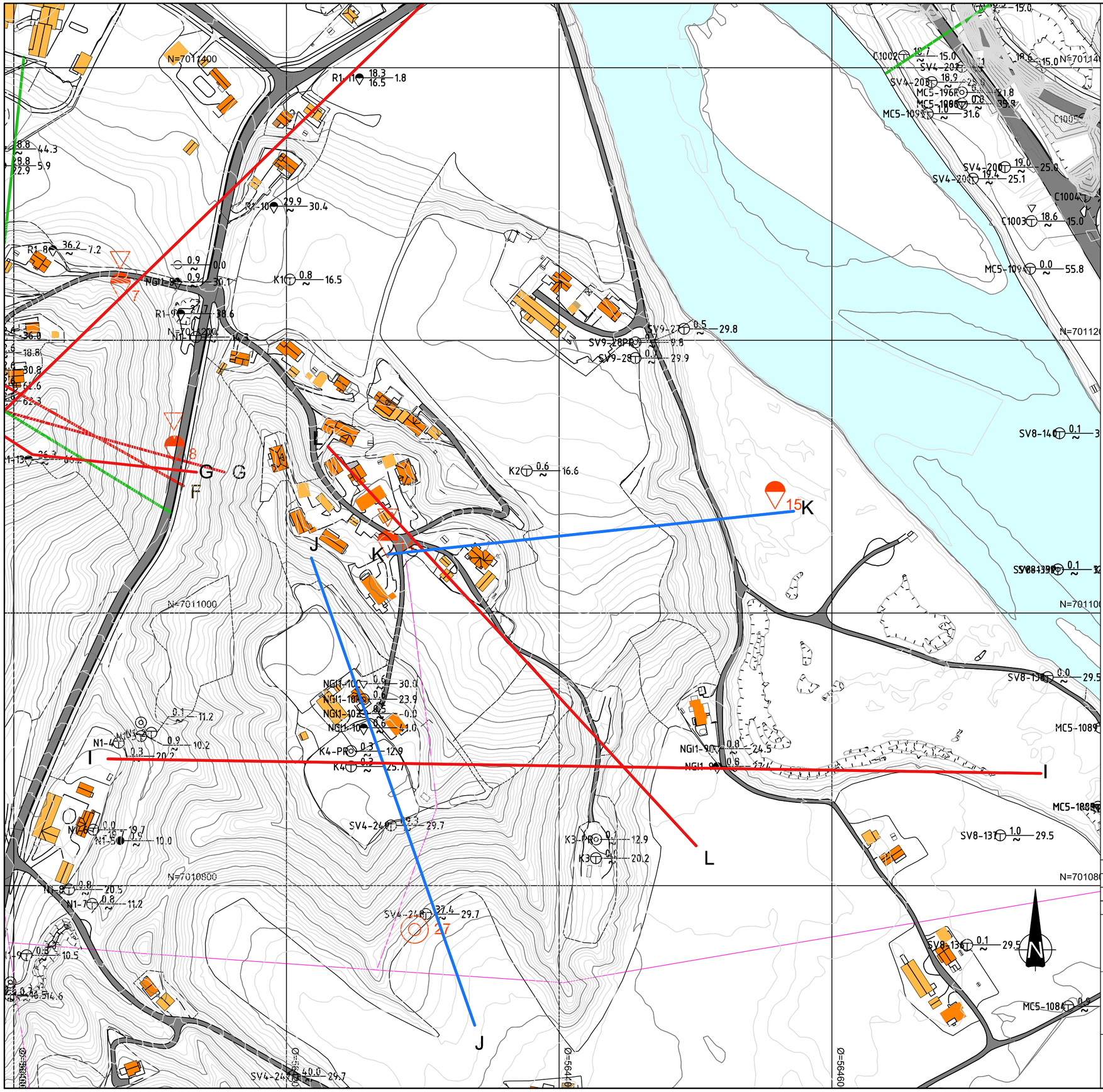
FORELØPIG

Multiconsult
www.multiconsult.no

Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
FORELØPIG	SSO	ANKS	HAN

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
10255107-01	RIG-TEG-001.1	00

C:\Users\anks\AppData\Local\Temp\AcPublish_10972\RIG-TEG-001 Forslag til borplan_revisjon01.dwg, - Layout: (001.1), - Plottet av: anks, Dato: 2026.07.02 kl 12:20



FORKLARING

TEGNFORKLARING:

- DREIESONDERING
- ENKEL SONDERING
- RAMSONDERING
- TRYKKSONDERING
- TOTALSONDERING
- PRØVESERIE
- PRØVEGROP
- DREIETRYKKSONDERING
- SKRUPLATEFORSØK
- VINGEBORING
- PORETRYKKMÅLING
- KJERNEBORING
- FJELLKONTROLLBORING
- BERG I DAGEN

KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA XXX
KOORDINATSYSTEM: EUREF89, sone XX
HØYDEREFERANSE: NN1954/NN2000/SJØKARTNULL

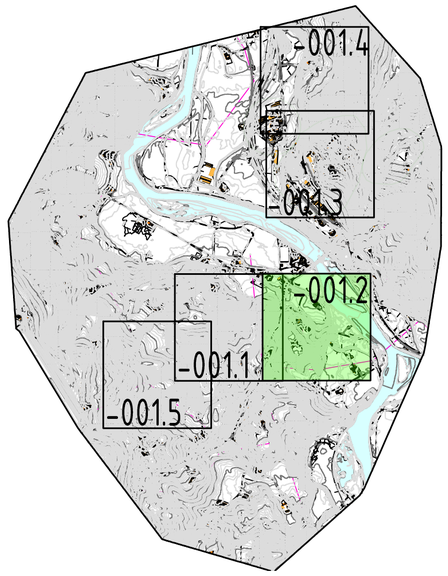
EKSEMPEL
BP 1 43.0 / 28.2 — 14.8 + 2.4
TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE
BORET DYBDE + BORET I BERG
ANTATT BERGKOTE

TIDLIGERE BORINGER:

Tidligere boringer og borhull-indekser er gitt i Tabell 2-3 i foreliggende notat 10255107-RIG-NOT-001.
Fullstendig oversikt over tidligere boringer skal utarbeides til ferdig borplan.

FORSLAG TIL SUPPLERENDE BORINGER:

Forslag til plassering av supplerende sondering er markert ved røde tegnforklaringer



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
00	Forslag til borplan, Del 2	02.02.2024	sso	amk	han

Melhus kommune
Områdestabilitet Kvål

FORSLAG TIL BORPLAN
Del 2

Fag: RIG
Format: A2
Dato: 02.02.2024
Målestokk: 1:2000

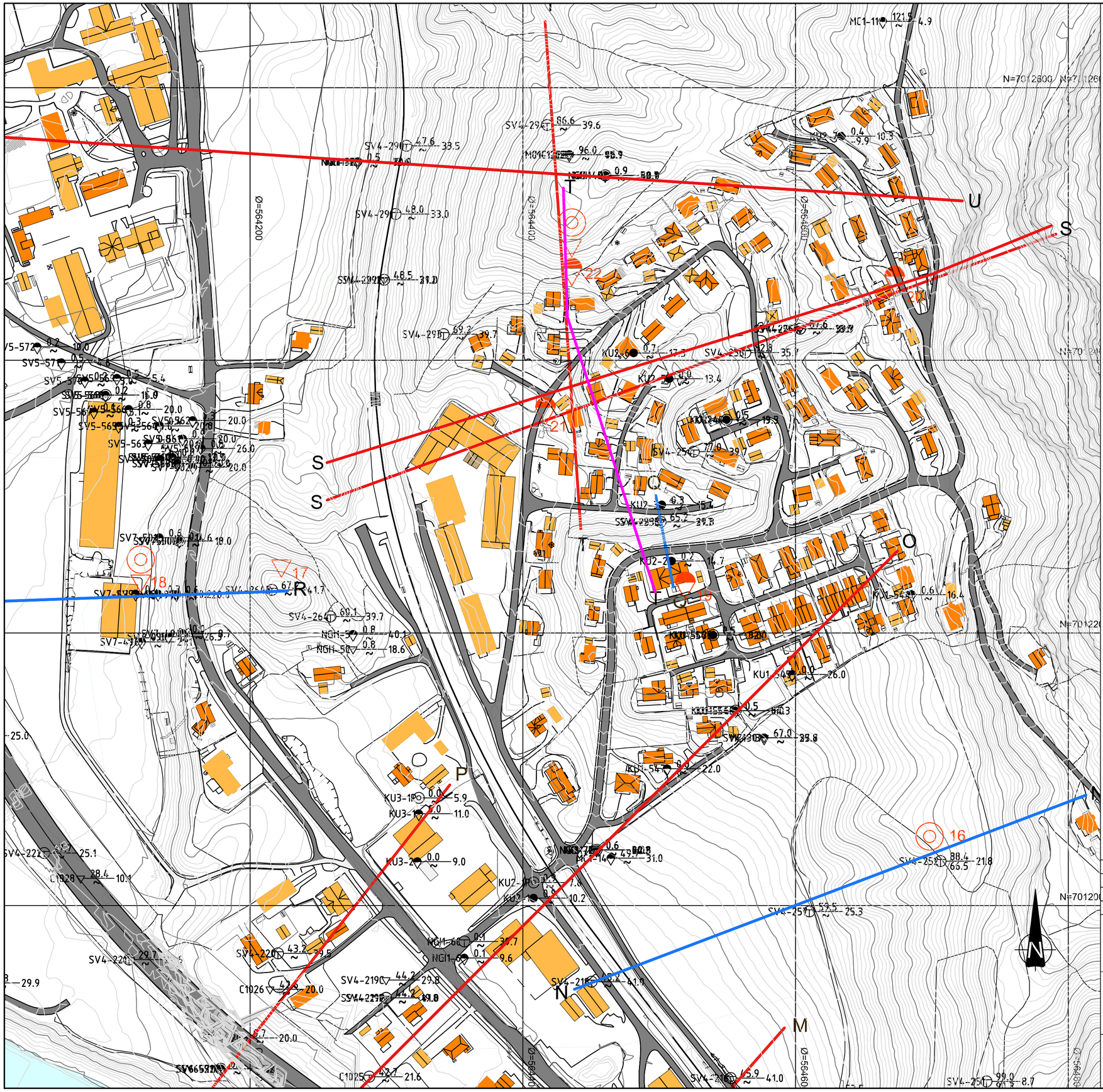
FORELØPIG

Multiconsult
www.multiconsult.no

Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
FORELØPIG	SSO	ANKS	HAN

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
10255107-01	RIG-TEG-001.2	00

C:\Users\anks\AppData\Local\Temp\AcPublish_10972\RIG-TEG-001 Forslag til borplan_revisjon01.dwg, - Layout: (0012), - Plottet av: anks, Dato: 2024.07.02 kl 12:20



FORKLARING

TEGNFORKLARING:

- ● DREIESONDERING
- ○ ENKEL SONDERING
- ▼ RAMSONDERING
- ▽ TRYKKSONDERING
- ⊕ TOTALSONDERING
- ◎ PRØVESERIE
- □ PRØVEGROP
- DREIETRYKKSONDERING
- ⊠ SKRUPLATEFORSØK
- + VINGEBORING
- ⊖ PORETRYKKMÅLING
- ⊙ KJERNEBORING
- ✡ FJELLKONTROLLBORING
- ⩘ BERG I DAGEN

KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA XXX
KOORDINATSYSTEM: EUREF89, sone XX
HØYDEREFERANSE: NN1954/NN2000/SJØKARTNULL

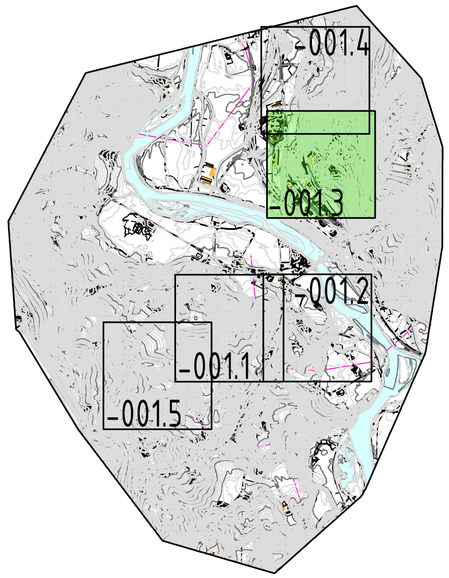
EKSEMPEL: BP 1 ⊕ 43.0 / 28.2 — 14.8 + 2.4
- 43.0: TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE
- 28.2: ANTATT BERGKOTE
- 14.8: BORET DYBDE
- 2.4: BORET I BERG

TIDLIGERE BORINGER:

Tidligere boringer og borhull-indekser er gitt i Tabell 2-3 i foreliggende notat 10255107-RIG-NOT-001.
Fullstendig oversikt over tidligere boringer skal utarbeides til ferdig borplan.

FORSLAG TIL SUPPLERENDE BORINGER:

Forslag til plassering av supplerende sondering er markert ved røde tegnforklaringer



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
00	Forslag til borplan, Del 3	02.02.2024	sso	ank	han

Melhus kommune
Områdestabilitet Kvål

FORSLAG TIL BORPLAN
Del 3

Fag: RIG | Format: A2
Dato: 02.02.2024
Målestokk: 1:2000

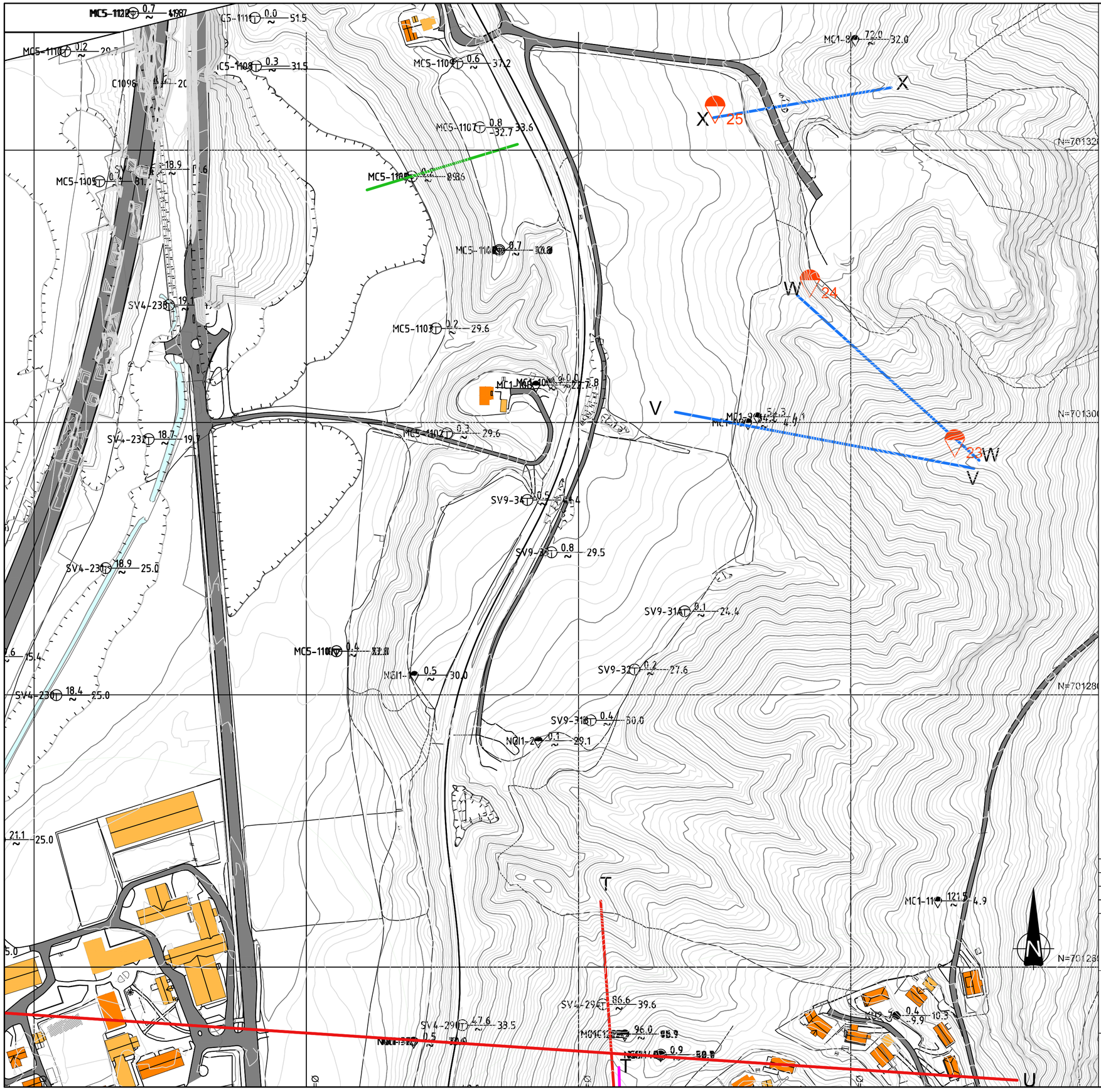
FORELØPIG

Multiconsult
www.multiconsult.no

Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
FORELØPIG	SSO	ANKS	HAN

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
10255107-01	RIG-TEG-001.3	00

C:\Users\anks\AppData\Local\Temp\AcPublish_10972\RIG-TEG-001 Forslag til borplan_revisjon01.dwg, - Layout: (0013), - Plottet av: anks, Dato: 2024.07.02 kl 12:21



FORKLARING

TEGNFORKLARING:

- DREIESONDERING
- ENKEL SONDERING
- RAMSONDERING
- TRYKKSONDERING
- TOTALSONDERING
- PRØVESERIE
- PRØVEGROP
- DREIETRYKKSONDERING
- SKRUPLATEFORSØK
- VINGEBORING
- PORETRYKKMÅLING
- KJERNEBORING
- FJELLKONTROLLBORING
- BERG I DAGEN

KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA XXX
KOORDINATSYSTEM: EUREF89, sone XX
HØYDEREFERANSE: NN1954/NN2000/SJØKARTNULL

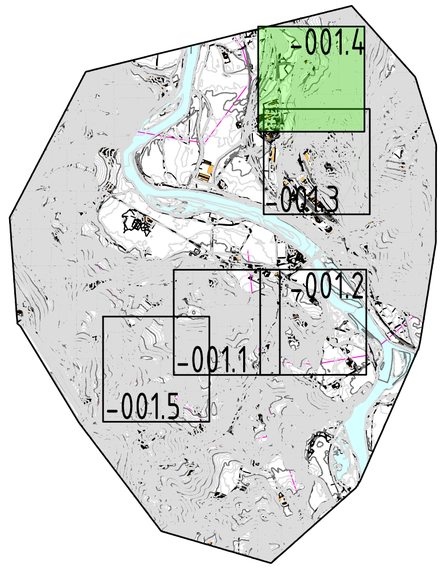
EKSEMPEL
BP 1 43.0 / 28.2 — 14.8 + 2.4
TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE
BORET DYBDE + BORET I BERG
ANTATT BERGKOTE

TIDLIGERE BORINGER:

Tidligere boringer og borhull-indekser er gitt i Tabell 2-3 i foreliggende notat 10255107-RIG-NOT-001.
Fullstendig oversikt over tidligere boringer skal utarbeides til ferdig borplan.

FORSLAG TIL SUPPLERENDE BORINGER:

Forslag til plassering av supplerende sondering er markert ved røde tegnforklaringer



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
00	Forslag til borplan, Del 4	02.02.2024	sso	ank	han

Melhus kommune
Områdestabilitet Kvål

FORSLAG TIL BORPLAN
Del 4

Fag: RIG
Format: A2
Dato: 02.02.2024
Målestokk: 1:2000

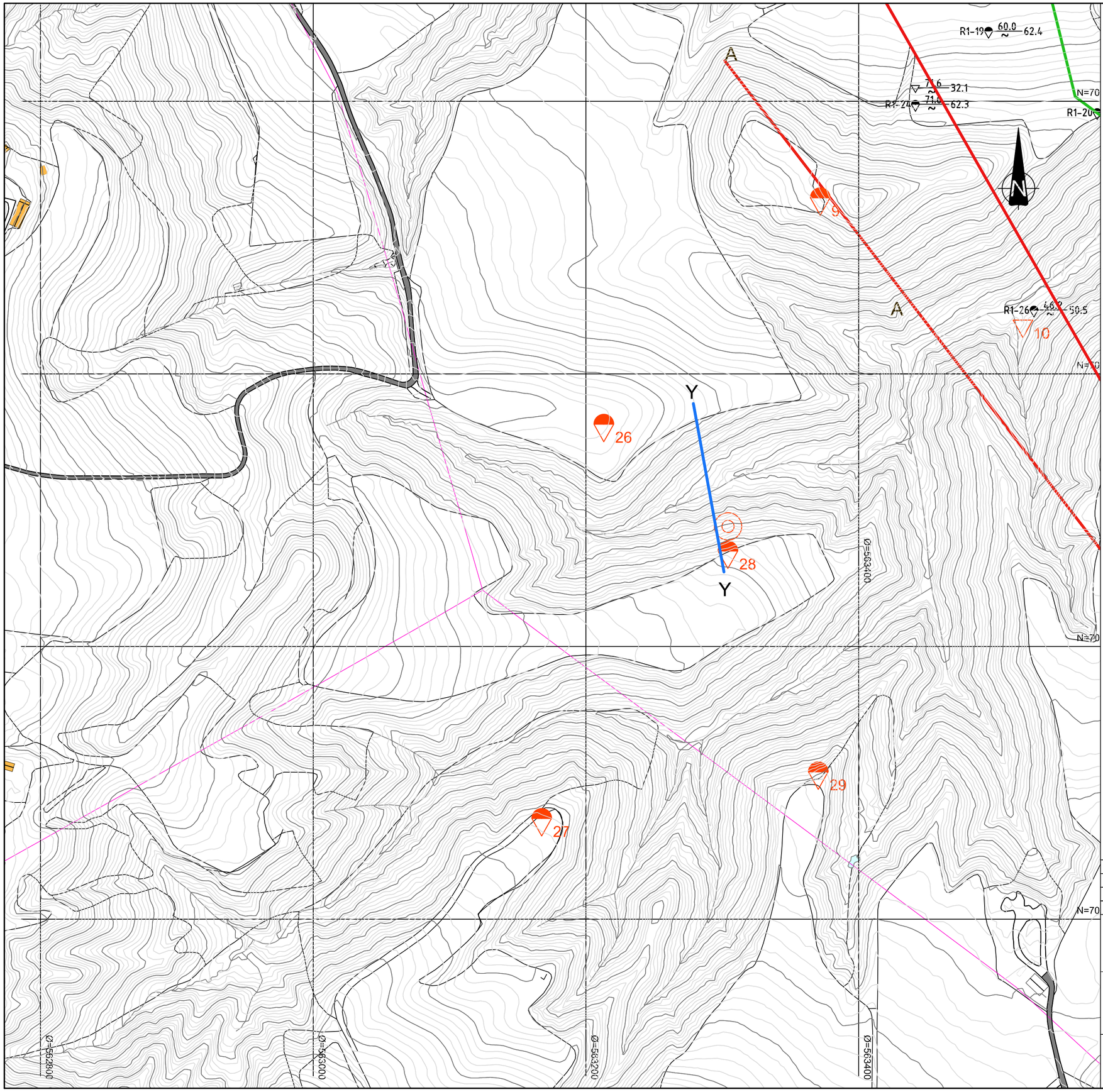
FORELØPIG

Multiconsult
www.multiconsult.no

Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
FORELØPIG	SSO	ANKS	HAN

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
10255107-01	RIG-TEG-001.4	00

C:\Users\anks\AppData\Local\Temp\AcPublish_10972\RIG-TEG-001 Forslag til borplan_revisjon01.dwg, - Layout: (001.4), - Plottet av: anks, Dato: 2024.07.02 kl 12:21



FORKLARING

TEGNFORKLARING:

- DREIESONDERING
- ENKEL SONDERING
- RAMSONDERING
- TRYKKSONDERING
- TOTALSONDERING
- PRØVESERIE
- PRØVEGROP
- DREIETRYKKSONDERING
- SKRUPLATEFORSØK
- VINGEBORING
- PORETRYKKMÅLING
- KJERNEBORING
- FJELLKONTROLLBORING
- BERG I DAGEN

KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA XXX
KOORDINATSYSTEM: EUREF89, sone XX
HØYDEREFERANSE: NN1954/NN2000/SJØKARTNULL

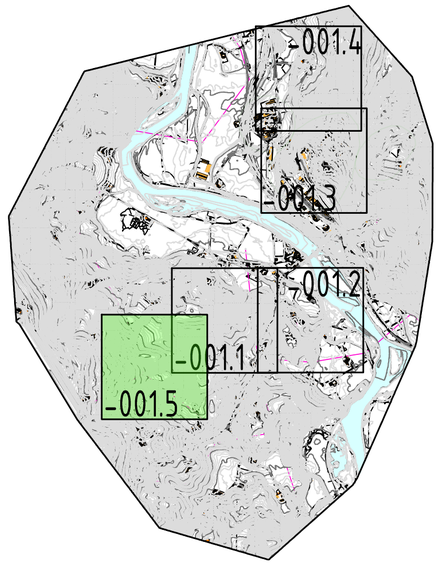
EKSEMPEL: BP 1 43.0/28.2 — 14.8 + 2.4
- 43.0: TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE
- 28.2: ANTATT BERGKOTE
- 14.8 + 2.4: BORET DYBDE + BORET I BERG

TIDLIGERE BORINGER:

Tidligere boringer og borhull-indekser er gitt i Tabell 2-3 i foreliggende notat 10255107-RIG-NOT-001.
Fullstendig oversikt over tidligere boringer skal utarbeides til ferdig borplan.

FORSLAG TIL SUPPLERENDE BORINGER:

Forslag til plassering av supplerende sondering er markert ved røde tegnforklaringer



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
00	Forslag til borplan, Del 5	02.02.2024	sso	anks	han

Melhus kommune
Områdestabilitet Kvål

FORSLAG TIL BORPLAN
Del 5

Fag: RIG | Format: A2
Dato: 02.02.2024
Målestokk: 1:2000

FORELØPIG

Multiconsult
www.multiconsult.no

Status	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
FORELØPIG	SSO	ANKS	HAN

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
10255107-01	RIG-TEG-001.5	00

C:\Users\anks\AppData\Local\Temp\AcPublish_10972\RIG-TEG-001 Forslag til borplan_revisjon01.dwg, - Layout: (0015), - Plottet av anks, Dato: 2024.07.02 kl 12:22

Vedlegg B
Materialparametere

Innholdsfortegnelse

B.1 Materialparametere 1
B.1.1 Tolkning av beregningsparametere 1
B.1.2 Kvalitet av undersøkelser 1
B.1.3 Tyngdetetthet 1
B.1.4 Grunnvannsnivå og poretrykksfordeling med dybden 1
B.1.5 Tidligere overlagring 2
B.1.6 Udrenerte styrkeparametere 4
B.1.7 Anisotropi 11
B.1.8 Effektivspenningsparametere 12
B.2 Referanser 13

B.1 Materialparametere

B.1.1 Tolkning av beregningsparametere

Tolkning av parametere er gjort på basis både tidligere og supplerende utførte grunnundersøkelser, CPTU og laboratorieundersøkelser på opptatte 54 mm prøveserier og poseprøver. Oversikt over tidligere utførte geotekniske grunnundersøkelser er gitt i tabell 3.1 i geoteknisk datarapport for supplerende undersøkelser rapport nr. 10255107-RIG-RAP-001 [1]. Det er også benyttet erfaringsverdier iht. Statens vegvesen Håndbok V220 [2].

B.1.2 Kvalitet av undersøkelser

Generelt vurderes kvaliteten på opptatte prøver og utførte undersøkelser, både ved tidligere og supplerende undersøkelser, som god/akseptabel. Noe prøveforstyrrelse må forventes i lagdelte masser, spesielt med siltinnhold.

For enkelte utførte spesialforsøk for de supplerende grunnundersøkelsene i rapport nr. 10255107-RIG-RAP-001 er resultatene preget av at ødometerforsøkene ikke ble kjørt til høyt nok spenningsnivå, og at prøvene i treaksialforsøkene ikke har blitt konsolidert nok pga. unøyaktige estimater av grunnvannstand og in-situ effektivspenninger.

B.1.3 Tyngdetetthet

Målt tyngdetetthet på opptatte prøver er benyttet som grunnlag. Ved variasjoner i målte verdier er gjennomsnittlige verdier benyttet. For materialer som det ikke er målt tyngdetetthet på, er det benyttet erfaringsverdier iht. Håndbok V220 [1].

Det er samsvar mellom målte tyngdetettheter for de ulike jordlagene på området fra de tidligere og supplerende grunnundersøkelsene.

Se tegning nr. RIG-TEG-200 til -204 i rapport nr. 10255107-RIG-RAP-001 [1] for geotekniske data fra supplerende utførte grunnundersøkelser.

B.1.4 Grunnvannsnivå og poretrykksfordeling med dybden

I forbindelse med supplerende borpunkt beskrevet i rapport nr. 1055107-RIG-RAP-001_Rev01 har det blitt satt ut et elektrisk piezometer ved nye borpunkt 23.

Det ble satt ned piezometer i to dybder, hhv. 17 og 22 meter under terreng. Terrengoverflaten der piezometeret er satt ligger på ca. kote +71,0. Målinger mellom perioden 20.06.2024 og 07.06.2024 visste at poretrykket stabiliserte seg for hva som tilsvarer en grunnvannstand ca. 11 meter under terreng. Målinger i to dybder viste at poretrykket er lavere enn hydrostatisk poretrykk ned til 17 meter (tilsvarende en effektiv tyngdetett i underkant 5 kN/m^3), og er avtagende mellom 17 og 22 meter. Det indikerer at det er et drenerende lag i dybden. Ettersom det ikke foreligger mer grunnlag i dybden, er det konservativt antatt hydrostatisk økning av poretrykk fra 22 meter under terreng. Resultat fra utførte poretrykksmålinger er vist i rapport nr. 10255107-RIG-TEG-001_Rev01.

Dette samsvarer godt med tidligere vurderinger og målinger av poretrykk på området. Poretrykksmålinger i borpunktet NGI1-3 (fra rapport nr. 20101052-00-4-R [3]), se situasjonsplan -RIG-TEG-002, viste tilsvarende situasjon; poreundertrykk i de øverste meterne under terreng, før poretrykket avtar betraktelig (i dette tilfellet helt til u = 0 kPa). Samtlige tidligere vurderinger på området har antatt et poreundertrykk i opptil de 10-15 øverste meterne under terreng, før hydrostatisk økning videre i dybden. Unntaket er områdene helt nede ved Gaula, her er det generelt benyttet et hydrostatisk poretrykk i hele profilet.

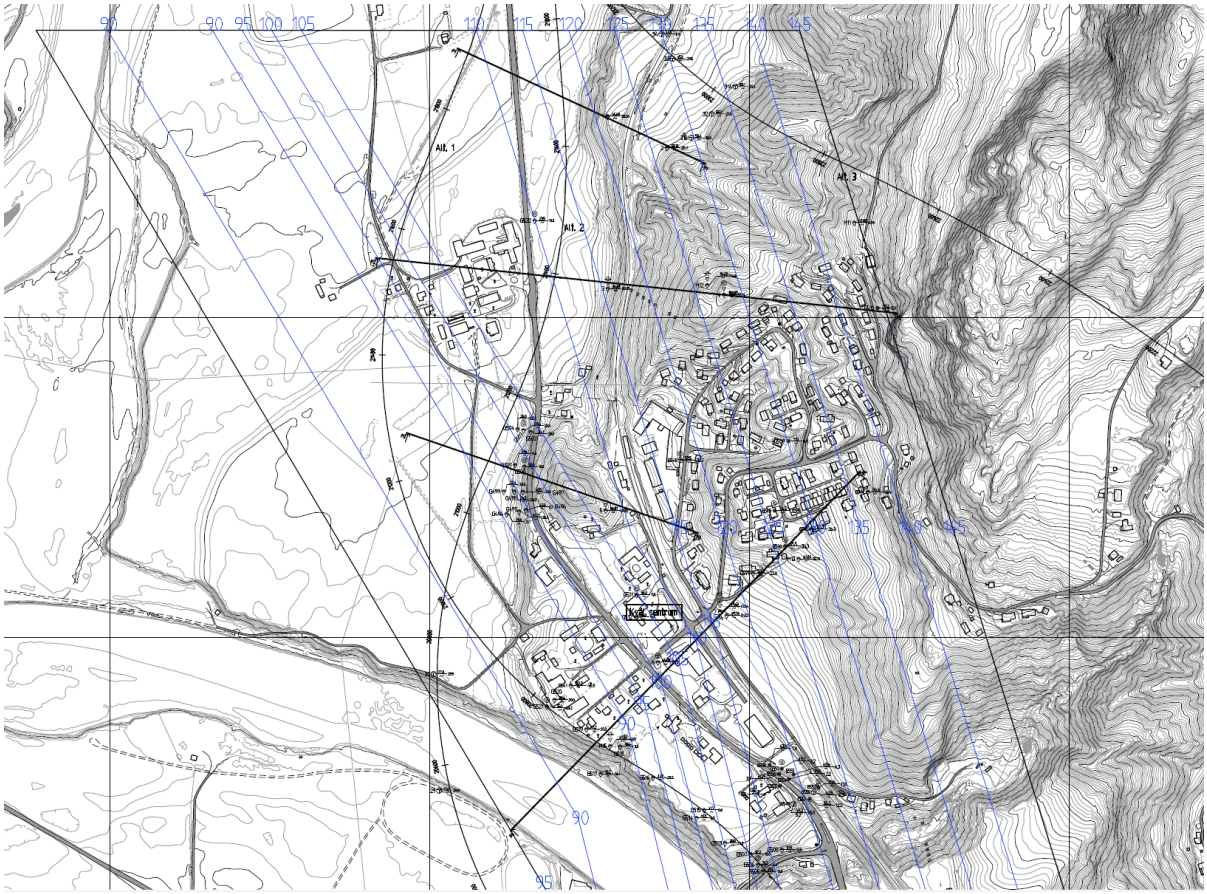
I foreliggende vurderinger er det benyttet utførte poretrykksmålinger der det er tilgjengelig. I områdene nærmest Gaula, er det benyttet hydrostatisk poretrykk i hele dybden. For områder høyere i terrenget, i praksis fra nye E6 og høyere, er det benyttet konsekvent en poreundertrykk de øverste 10 meterne, med en effektiv tyngdetetthet lik 5 kN/m^3. Videre i dybden øker poretrykket hydrostatisk.

Alle tidligere og supplerende målinger av poretrykk er vist i tegninger for tolket lagdeling med tegnings nr. -RIG-TEG-700 t.o.m. -705. Alle benyttete poretrykksprofiler er vist i alle stabilitetstegninger med tegning nr. -RIG-TEG-800.1 t.o.m. -805.4

B.1.5 Tidligere overlagring

Utførte ødometerforsøk, både ved tidligere og supplerende utførte grunnundersøkelser, viser høye prekonsolideringsspenninger.

NGI har i sine vurderinger i rapport nr. 20101052-00-4-R [3] utarbeidet en modell av hva de har vurdert som tidligere terreng basert på utførte ødometerforsøk og CPTU sonderinger. Med denne modellen har de videre kunne benyttet SHANSEP-prinsippet til å estimere skjærstyrkeprofilen hvor som helst på området. Figuren under viser et utklipp av NGI sin vurdering av tidligere overlagring og terreng.

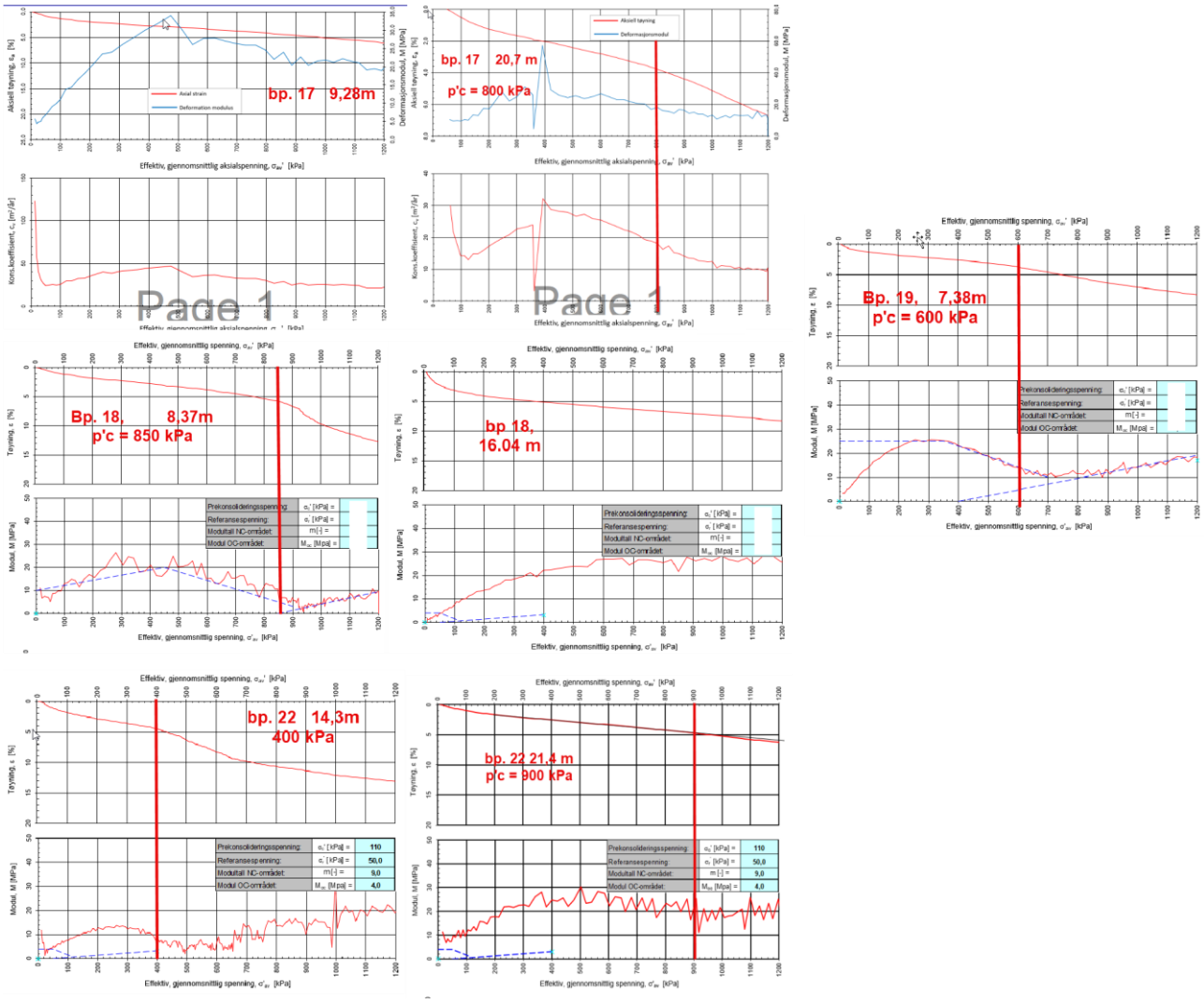


Figur 1 Utsnitt av NGI sin vurdering av tidligere overlagring og terrengnivå på Kvål [3]

I foreliggende vurderinger har Multiconsult benyttet seg av disse vurderingene for bruk av SHANSEP-prinsippet for estimering av skjærstyrkeprofiler i områder med utilstrekkelig grunnlag. I foreliggende vurderinger er SHANSEP parameterne tolket fra egne utførte CPTU-sonderinger.

Supplerende ødometerforsøk

Supplerende grunnundersøkelser inkluderte 7 ødometerforsøk fordelt på 4 borpunkt. For våre vurderinger er det vektlagt tolkning av prekonsolideringspenning i dybden, ettersom deformasjonsparameterne M og m ikke er av relevans for foreliggende vurderinger. Tolket prekonsolideringspenninger er vist i CPTU-plottene. Utklipp i Figur 2 viser også at noen av ødometerforsøkene ikke har blitt kjørt langt nok til å overgå prekonsolideringsspenningen, og tolkning av prekonsolideringsspenninger kan ikke gjøres.



Figur 2 Utsnitt fra utførte og tolkede ødometerforsøk fra tidligere grunnundersøkelser

B.1.6 Udrenerte styrkeparametere

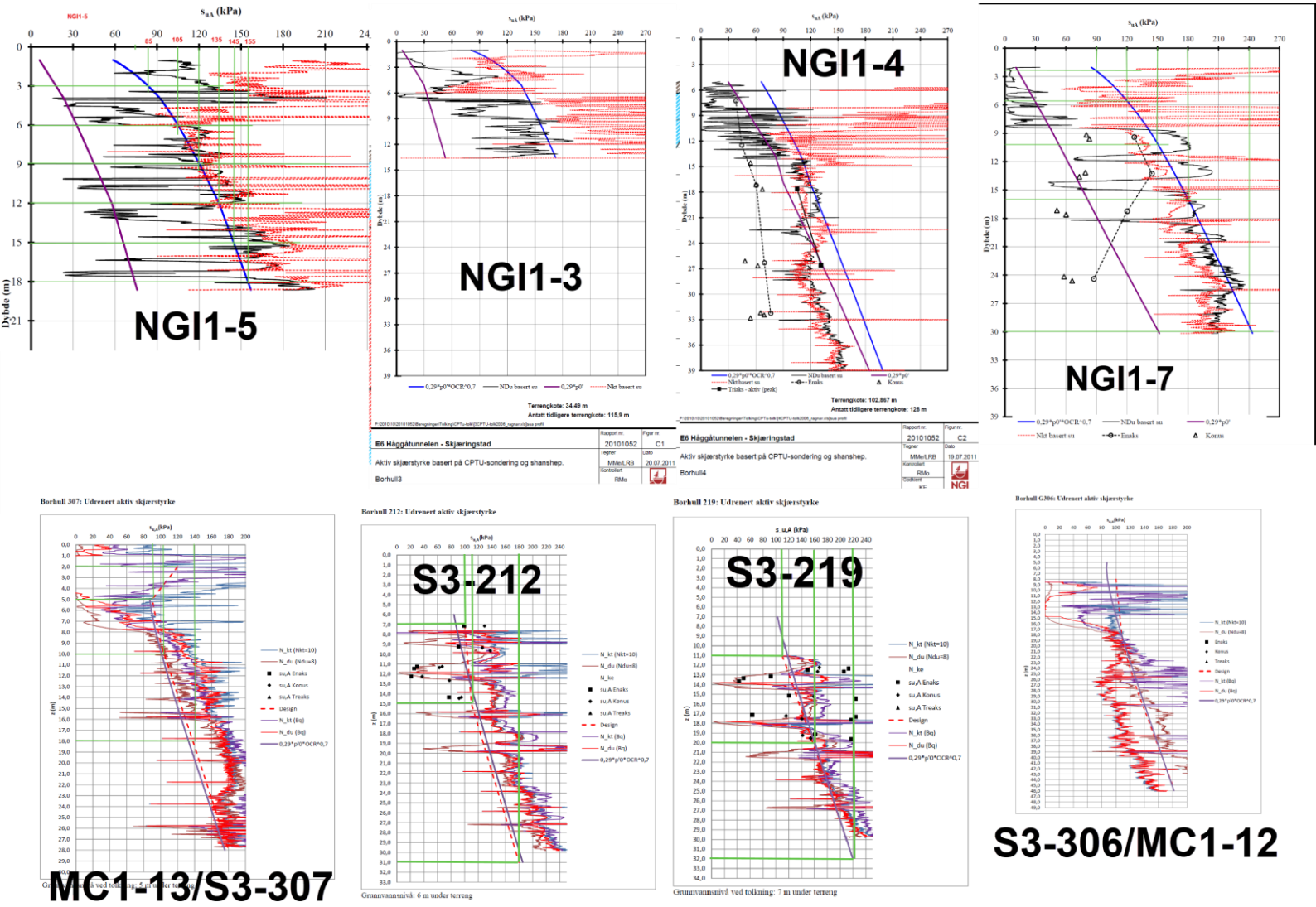
c_u fra enaks og konus

Verdier for c_u fra rutineundersøkelser på opptatte prøver (enaks og konus) er i våre vurderinger betraktet som indikasjoner på gjennomsnittlig skjærfasthet. Verdier er oppgitt i plot for c_{uA} tolkning uten noen omregning. Verdiene er ikke lagt særlig vekt i tolkning av profil for opptredende aktiv udrenert skjærstyrke.

Udrenert skjærfasthet fra tidligere utførte grunnundersøkelser

Det er tidligere utført tolkning av flere prøver og spesialforsøk for borpunkt relevant for foreliggende vurderinger.

Der det allerede foreligger tolkete skjærstyrkeprofiler fra tidligere utførte grunnundersøkelser er blitt direkte tatt med som grunnlag i våre stabilitetsberegninger. Figuren under viser utklipp fra tidligere tolket skjærstyrkeprofiler, som er blitt benyttet i foreliggende stabilitetsanalyser. Der hvor det er behov for dypere skjærstyrkeprofil i våre stabilitetsberegninger, har profilet blitt forlenget med samme helning trukket videre i dybden.



Figur 3 Utsnitt fra tolket skjærstyrkeprofiler fra tidligere grunnundersøkelser

NGI1-x punktene er fra rapport

- 20101052-00-4 R Vurdering av skråningsstabilitet ved kvikkleiresonene Kvål og Forset [3]

S3-x (MC1-x) punktene er fra rapport

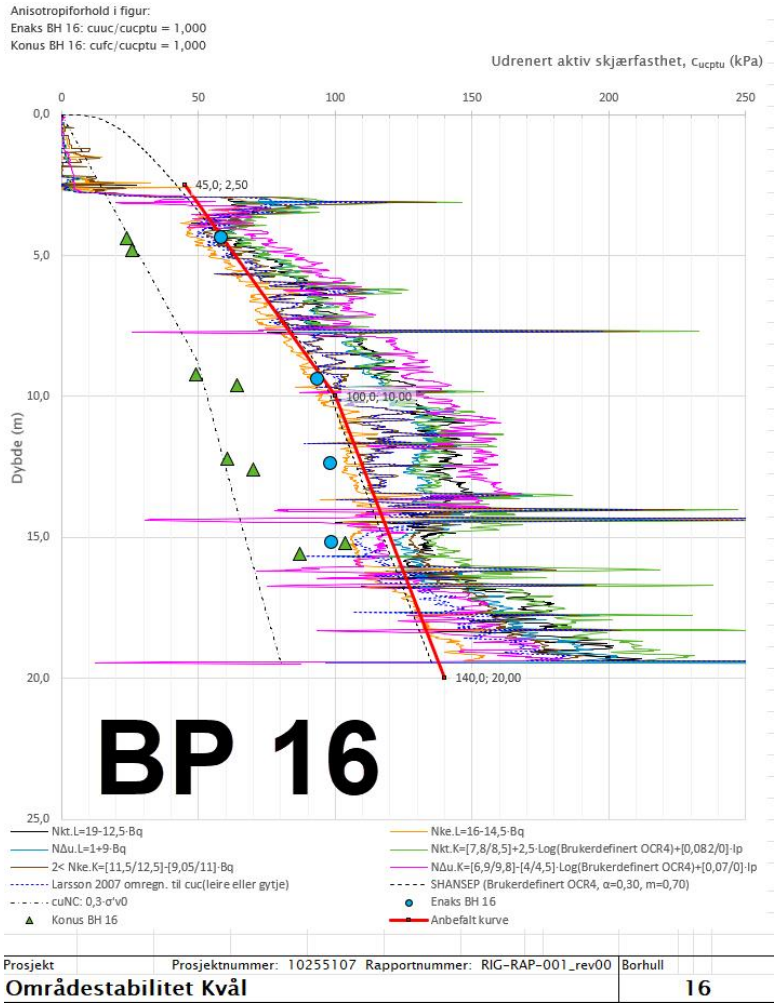
- 2013067522-006 E6 Kvål Geoteknisk vurderingsrapport [4]

Udrenert skjærfasthet fra supplerende grunnundersøkelser

Multiconsult har i forbindelse med foreliggende vurderinger utført supplerende grunnundersøkelser som prøveserier og CPTU sonderinger i 4 borpunkt for å estimere blant annet skjærstyrke. I forbindelse med treaksialforsøkene har det blitt i forkant antatt en for høy GVS, som da gir for lave

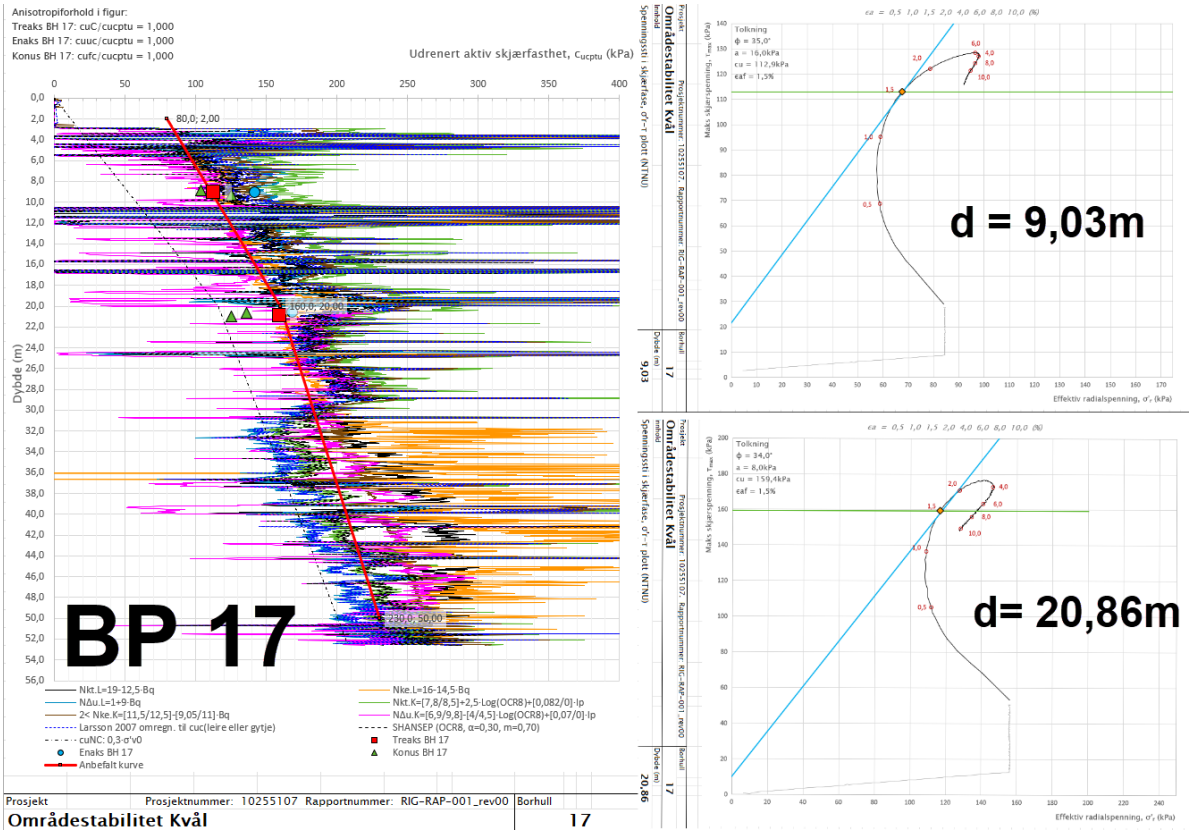
effektivspenninger og dermed blir konsolideringsspenningene for lave. Dette medfører at målte verdier for skjærstyrke i disse tilfellene ikke er representative for opptatte prøver. Dette gjelder for utførte treaksialforsøk i borpunkt 17 og 22 spesielt.

- BP 16
    - Her har vi ingen spesialforsøk, og skjærstyrkeprofil er hovedsakelig basert på CPTU sonderingen. Designlinje er lagt langs egendefinert SHANSEP-linje, i nedre sjikt av relativt samsvarende korrelasjoner, hvor tidligere overlagring fra NGI sine vurderinger er benyttet for å si noe om pc' og OCR.

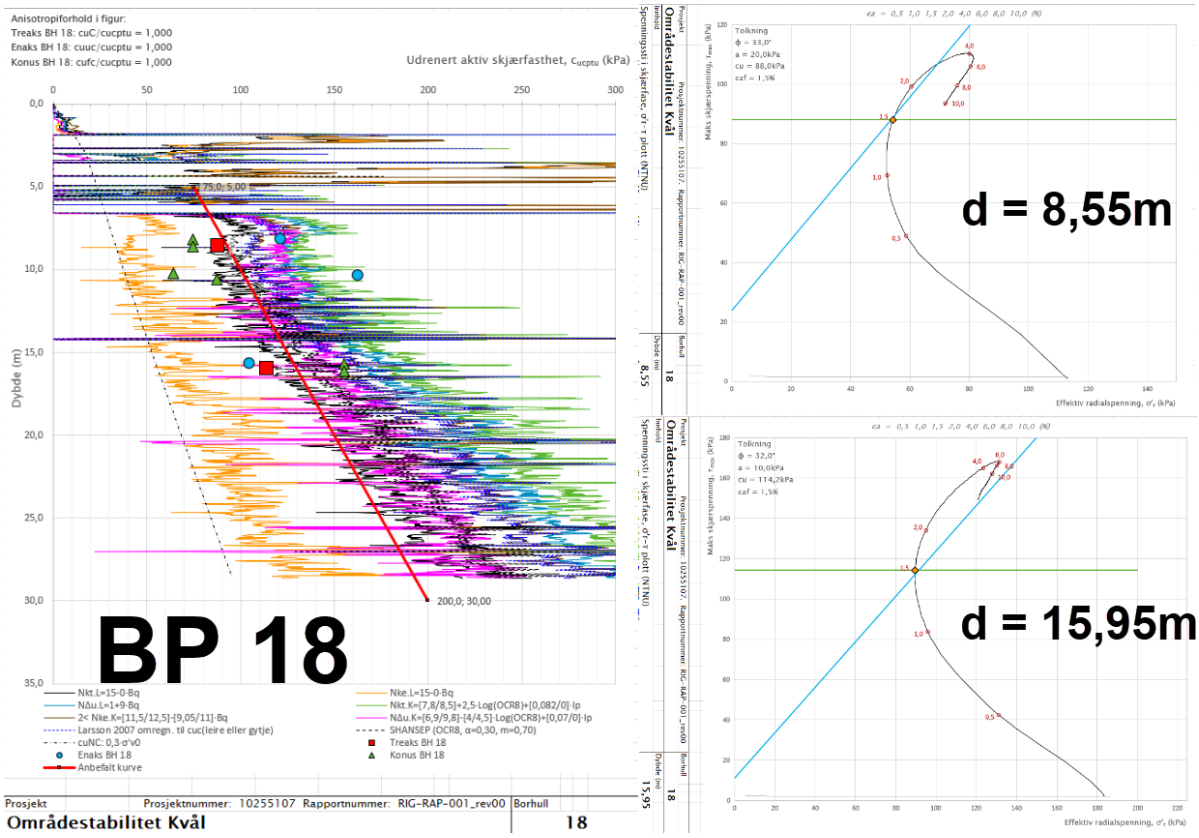


- BP 17
    - Utførte treaksialforsøk er antatt utført med for lav konsolidering av prøvene (GVS er satt for høyt i terreng, som gir lavere effektivspenninger, og derav og lavere konsolideringsspenninger), dette gir noe lavere styrkeparametere (udrenert) enn hva som kan være i realiteten (Se argumentasjon for BP 22 lengre ned angående justering av dybde tilsvarende benyttet konsolideringsspenninger). Tolkete verdier for skjærstyrke i treaks legger seg i bakkant av veldig samsvarende CPTU-korrelasjoner.

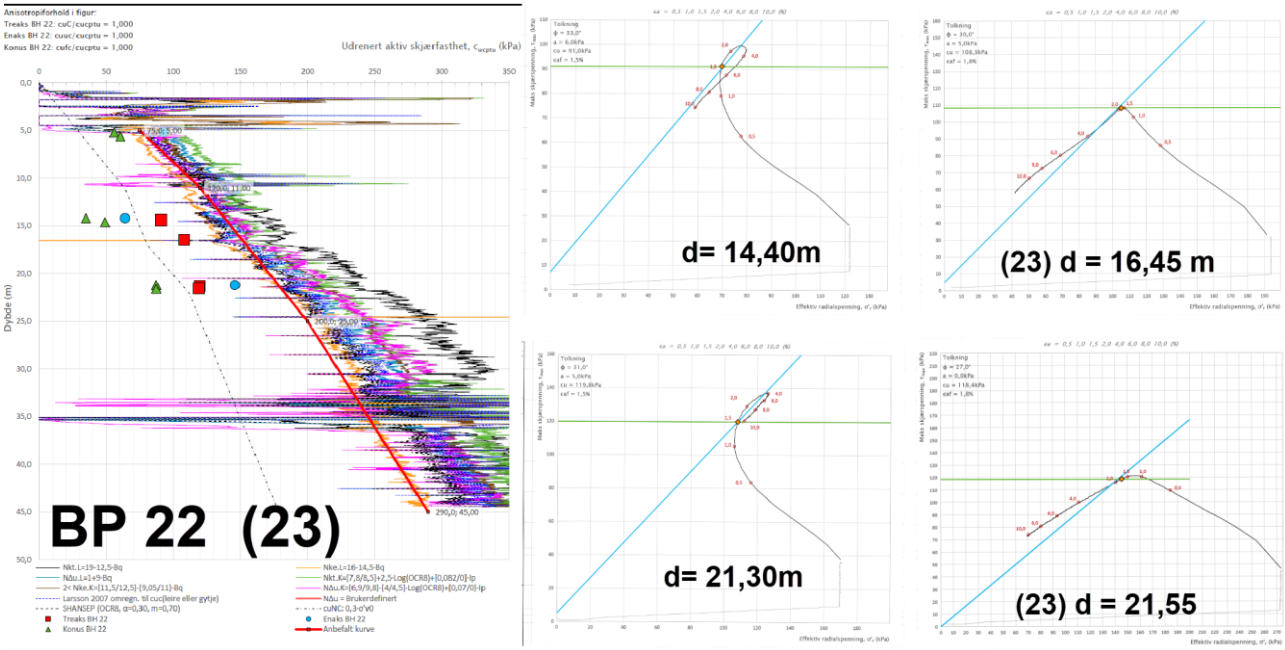
      Design linjen er lagt konservativt til å matche treaks-tolkningen.



- BP 18
    - Kommentarer ang. vannspeil fra borleder indikerer at disse prøvene har blitt konsolidert mer korrekt enn andre prøver. Design linjen legges konservativt i nedre område for fleste korrelasjonene. Det vurderes konservativt å legge seg mot målte treaks verdier som vist.

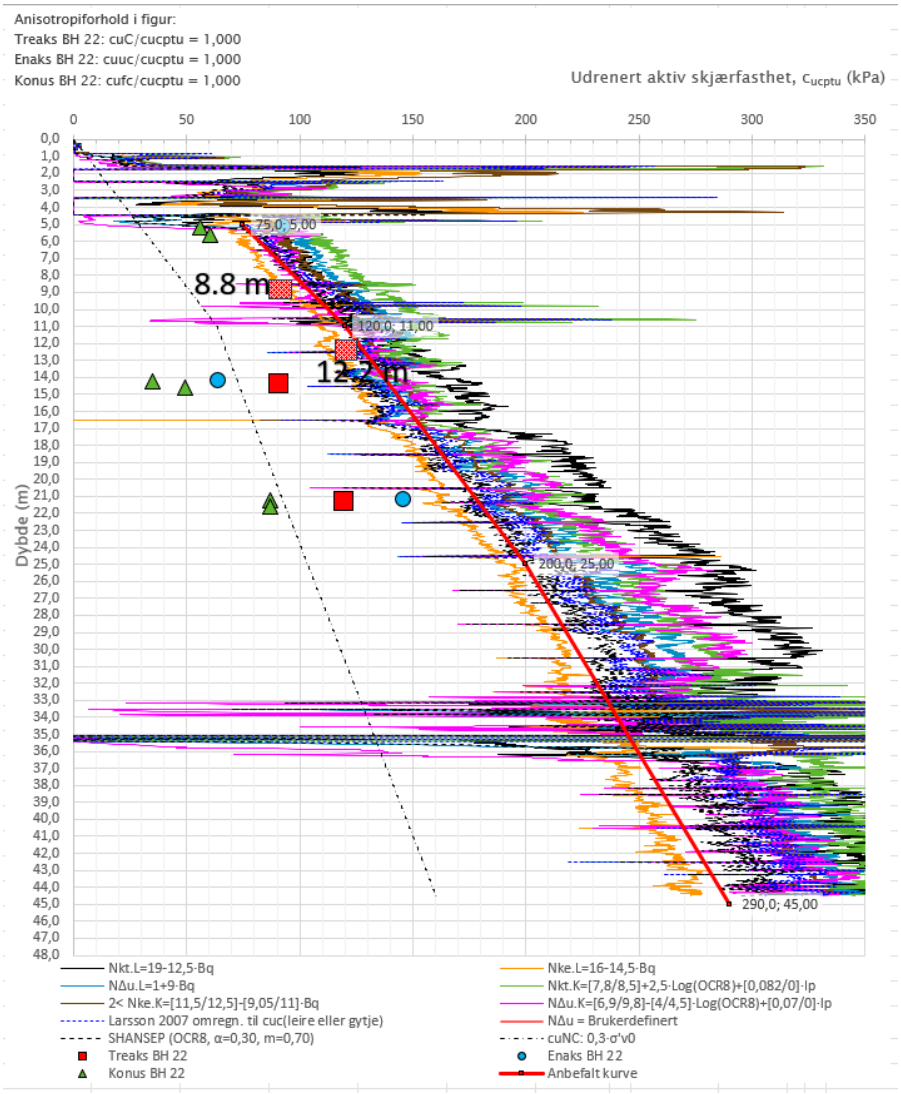


- BP 22
    - Utførte treaksialforsøk er antatt utført med veldig lav konsolidering av prøvene ift. in-situ spenninger, grunnet antatt alt for høy grunnvannstand. Tolkete treaksialverdier er veldig lave sammenlignet mot CPTU-korrelasjonene og nærmere NC-linjen. Dette er et område med høy overkonsolidering, og det er tydelig at den lave konsolideringen har hatt høy betydning på resultatene for treaksialforsøkene. Design linjen er lagt mot SHANSEP linjen, basert delvis på utførte ødometer forsøk og vurderingen av NGI for tidligere overlagring.
    - Supplerende treaks forsøk ble tatt i bp.23 i forsøk på bedre sammenligningsgrunnlag for CPTU og su-profil i bp.22. Også er verdiene fra treaks betydelige lavere enn CPTU korrelasjoner og SHANSEP. Dette er vurdert pga. den høye OCRen på området og poreundertrykket på området ikke er tatt hensyntatt til i konsolideringen av treaks prøvene.



I BP 22 er prøvene ved de ulike dybdene konsolidert med en effektivspenning tilhørende en grunnvannstand på 3 meter under terreng. Under prøvetaking var det ikke mulig å peile grunnvannsspeil i åpent prøvehull på 20 meter. Tenker man at utførte treaksial resultater kan representere utført forsøk på en prøve i en dybde hvor de samme konsolideringsspenninger tilsvarer en grunnvannstand på 20 meter, ser det ut som i utklippet under. MERK: dette er ikke en ny og gyldig tolkning av treaksialforsøkene, kun for å illustrere hvorfor vi vektlegger CPTU-korrelasjonen i vår tolkning av su-profiler hvor treaks prøvene har blitt konsolidert for lavt. CPTU-profilet i BP. 22 har inkludert de supplerende poretrykksmålingene fra BP. 23 som viser at poretrykket avtar mellom dybde 17 og 22 meter under terreng.

NGI har i sine vurderinger i 20101052-00-4-R også vektlagt CPTU-korrelasjoner og SHANSEP basert på deres modell for tidligere overlagring. Se egne SHANSEP vurderinger i avsnittet under, som viser at CPTU korrelasjoner og design linje fra SHANSEP samsvarer godt. Det er derfor valgt å benytte designlinjen gitt i utklippet ovenfor for su-profil gjennom BP. 22.



Udrenert skjærfasthet hvor det ikke foreligger tilstrekkelig grunnlag

For en god fordeling/interpolering av skjærstyrke mellom de faste holdepunktene behøver GeoSuite Stability at det foreligger skjærstyrkeprofiler ved hver markante «knekk» i overflategeometrien. Der hvor det ikke foreligger godt grunnlag til å stedspesifikt estimer skjærstyrkeprofilene ved disse områdene, benyttes SHANSEP-prinsippet, basert på NGI sin vurdering av tidligere overlagring (POP) på område [3].

Der hvor det er nødvendig å plassere et fasthetsprofil i stabilitetsberegningene, men det ikke foreligger en CPTU som tolkningsgrunnlag, tolkes aktiv skjærfasthet ut fra SHANSEP-prinsippet.

Udrenert skjærstyrke er avhengig av overlagring og OCR og kan modelleres etter:

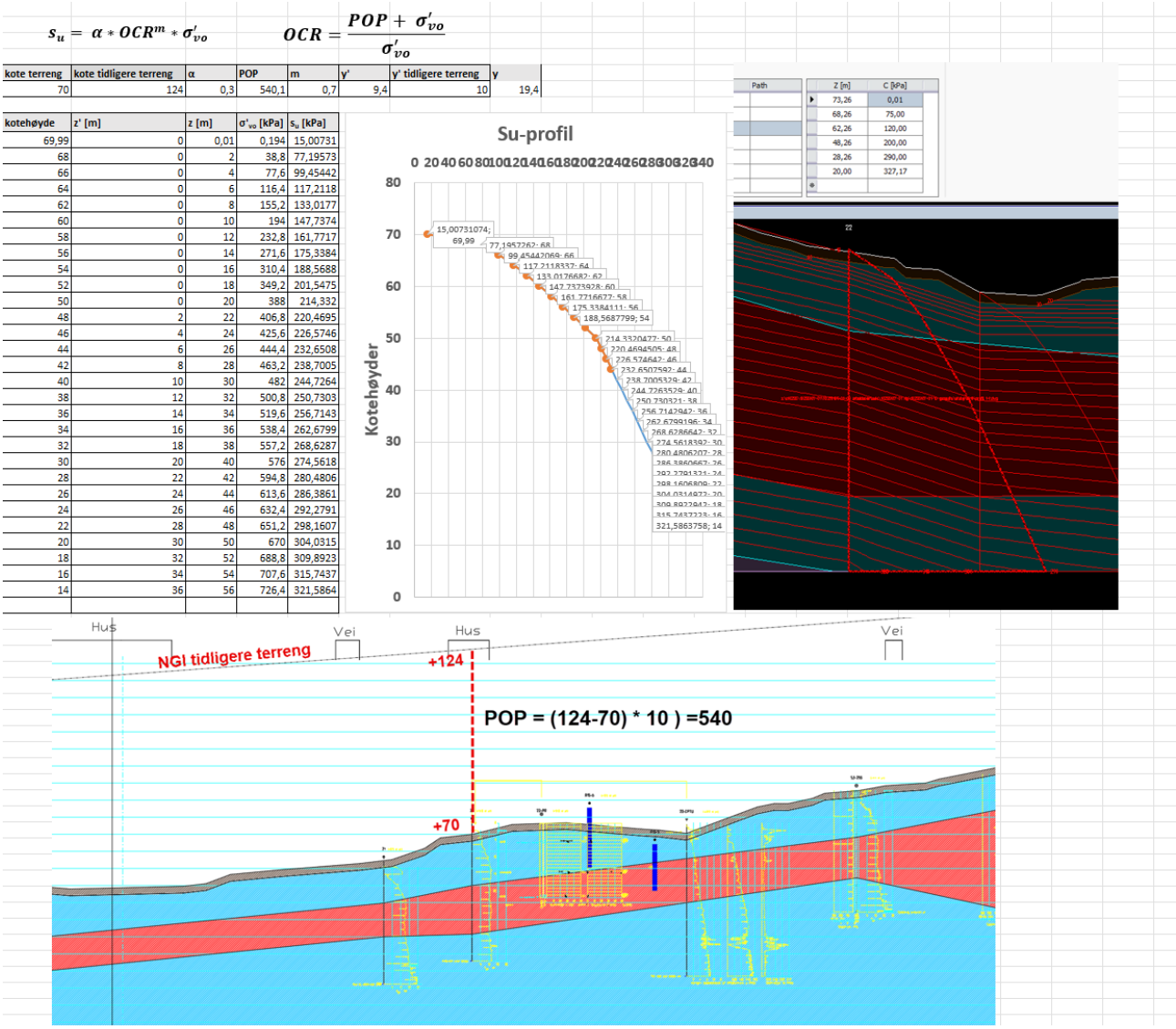
$$s_{uA} = \alpha * OCR^m * \sigma'_0$$

α = Stigningstall som vanligvis varier mellom 0,25 og 0,35. Uten mye støtte fra flere CPTU-sonderinger er verdien satt som gjennomsnittsverdi, α = 0,30

OCR = Overkonsolideringsforhold og beregnet ut fra tidligere overlagring, OCR = (POP + σ'_{v0})/ σ'_{v0}.

m = eksponent for norske leirer som typisk har vist seg å variere mellom ca. 0,65 og 0,75. Uten mye støtte fra flere CPTU-sonderinger er verdien satt som gjennomsnittsverdi, m = 0,70

Eksempel på hvordan dette prinsippet er benyttet er vist i utklippet under, Figur 4. Utklippet viser hvordan su-verdier blir beregnet med dybden. Verdien av tidligere overlagring er beregnet med en antatt neddykket vekt i hele differansen mellom dagens og tidligere terreng. Dette er en konservativ tilnærming, som gir lavere effektivspenninger og derav lavere su-verdier. Utklippet viser også hvordan SHANSEP-profilet i dette tilfellet er sammenlignet med CPTU-tolkning av su-profil fra BP 22. SHANSEP-profilet ligger noe lavere enn profilet fra CPTU-tolkningen, som antas skyldes grunnet unøyaktige beregninger av effektivspenninger, men at for like dybder er su-verdiene i samme størrelsesorden ved begge metodene.



kote terreng	kote tidligere terreng	α	POP	m	γ'	γ' tidligere terreng	γ
70	124	0,3	540,1	0,7	9,4	10	19,4

kotehøyde	z' [m]	z [m]	σ'_{vo} [kPa]	s_u [kPa]
69,99	0	0,01	0,194	15,00731
68	0	2	38,8	77,19573
66	0	4	77,6	99,45442
64	0	6	116,4	117,2118
62	0	8	155,2	133,0177
60	0	10	194	147,7374
58	0	12	232,8	161,7717
56	0	14	271,6	175,3384
54	0	16	310,4	188,5688
52	0	18	349,2	201,5475
50	0	20	388	214,332
48	2	22	406,8	220,4695
46	4	24	425,6	226,5746
44	6	26	444,4	232,6508
42	8	28	463,2	238,7005
40	10	30	482	244,7264
38	12	32	500,8	250,7303
36	14	34	519,6	256,7143
34	16	36	538,4	262,6799
32	18	38	557,2	268,6287
30	20	40	576	274,5618
28	22	42	594,8	280,4806
26	24	44	613,6	286,3861
24	26	46	632,4	292,2791
22	28	48	651,2	298,1607
20	30	50	670	304,0315
18	32	52	688,8	309,8923
16	34	54	707,6	315,7437
14	36	56	726,4	321,5864

Figur 4 Utsnitt av prinsipp for tolking av su-verdier ved SHANSEP-metoden

B.1.7 Anisotropi

Det er ikke utført parallelle aktive og passive treaksialforsøk for vurdering av anisotropiforhold.

Anisotropiforholdet er derfor vurdert ut fra publiserte «omforent anbefaling» i NIFS-rapport nr. 14/2014 [5] og gjengitt i Tabell 1.

Tabell 1 ADP-faktorer iht. NIFS-rapport nr. 14/2014.

I_p	c_{uD}/c_{uC}	c_{uE}/c_{uC}
I_p ≤ 10 %	0,63	0,35
I_p >10 %	$0{,}63 + 0{,}00425 * (I_p - 10)$	$0{,}35 + 0{,}00375 * (I_p - 10)$

Følgende anisotropiforhold er benyttet for leire:

$$\frac{c_{uD}}{c_{uC}} = 0{,}63$$
$$\frac{c_{uE}}{c_{uC}} = 0{,}35$$

I styrkeprofiler i stabilitetsberegningene er det lagt inn verdi for c_{uC} basert på CPTU og SHANSEP (c_{uk} og c_{ut} er multiplisert med anisotropiforholdet).

B.1.8 Effektivspenningsparametere

Drenerte materialparametere som er blitt benyttet i stabilitetsberegningene, er basert på utførte forsøk fra området, både tidligere og supplerende forsøk. Grunnet at flere av de supplerende treaksialforsøkene er utført med for lav konsolideringsspenning har det blitt lagt noe mer vekt på tidligere undersøkelser og vurderinger.

Tolkninger av de supplerende grunnundersøkelsene viser antatt noe høyere effektivspenningsparametere enn hva realiteten er. Utklipp av tolkningene av treaksialforsøkene er vist sammen med tolkning av su-profiler lengre opp. Et utklipp fra forsøkene i BP.19 er vist i figuren under.

Sett i sammenheng med tidligere undersøkelser og vurderinger er det antatt at valgte verdier for leiren er rimelig og konservative.

For jordlag hvor det ikke er utført tilstrekkelig undersøkelser til tolkning av effektivspenningsparametere, er det benyttet erfaringsverdier gitt i V220 [4]

Alle drenerte materialparametere som er blitt benyttet er gjengitt i Tabell 2.

Materialparametere benyttet i stabilitetsberegningene er angitt i Tabell 2, samt i tegning nr. -RIG-TEG-700 t.o.m. -704.

Tabell 2 Valgte materialparametere

Materiale	Tyngdetetthet γ [kN/m³]	Friksjonsvinkel ϕ [°]	Kohesjon c [kPa]
Tørrskorpe	20,40	30,0	0,0
Sand	18,00	36,0	0,0
Siltig leire	19,40	30,0	0,0
Leire	19,40	30,0	5,8
Kvikkleire	19,40	30,0	2,9
Morene	20,00	35,0	0,0
Motfyllingsmasser	*19,00*	*42,0*	*0,0*

B.2 Referanser

[1] Statens Vegvesen, Vegdirektoratet, «Geoteknikk i vegbygging (Håndbok V220)», Vegdirektoratet, Oslo, Veiledning, 2018..

[2] Multiconsult Norge AS, «10255340-RIG-RAP-001 Ulsetsanden Flerbrukshall».

[3] V. Thakur mfl., «En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer», Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), Statens vegvesen (SVV) og Jernbaneverket (JBV), NIFS rapport nr. 14/2014, jan. 2014.

[4] Statens Vegvesen, «Håndbok V220: Geoteknikk i veibygging,» Vegdirektoratet, 2014.

[5] K. Karlsrud, «Tolkning og fastlegging av jordparametere. Karakteristisk jordprofil.», presentert på NGF-kurs Stabilitetsanalyser av skråninger, skjæringer og fyllinger, Hell, 22.mai 2003.

[6] C. C. Ladd og R. Foott, «New design procedure for stability of soft clays», J. Geotech. Eng. Div., bd. 100, nr. 7, s. 763–786, 1974.

Vedlegg C
Stabilitetsberegninger

Innholdsfortegnelse

C.1. Stabilitetsberegninger 2
C.1.1 Generelt 2
C.1.2 Beregningsverktøy 2
C.1.3 Laster 2
C.1.4 Krav til sikkerhet 2
C.1.5 Materialparametere 3
C.1.6 Kartgrunnlag 3
C.2. Tidligere stabilitetsprofiler 4
C.3. Beregningsprofiler og lagdelinger 6
C.3.1 Generelt 6
C.3.2 Profil N-N 7
C.3.3 Profil O-O 7
C.3.4 Profil R-R 7
C.3.5 Profil S-S 7
C.3.6 Profil T-T 8
C.3.7 Profil U-U 8
C.4. Resultater fra stabilitetsberegninger 9
C.4.1. Bakgrunnen for kravet til sikkerhet 9
C.4.2. Resultater 9
C.5. Vurdering av behov for tiltak i beregningsprofilene 12
C.5.1 Profil N-N 12
C.5.2 Profil O-O 12
C.5.3 Profil R-R 12
C.5.4 Profil S-S 15
C.5.5 Profil T-T 15
C.5.6 Profil U-U 16
C.6. Referanser 17

C.1. Stabilitetsberegninger

C.1.1 Generelt

Det er utført stabilitetsanalyse for 6 utvalgte profiler, vist på tegning nr. 10255107-RIG-TEG-002. Bakgrunnen med analysen var å vurdere stabilitet for dagens tilstand og vurdere områdestabilitet for to planområder, beskrevet i foreliggende rapport. Det har også blitt utført stabilitetsanalyse med stabilitetssikrende tiltak der hvor resultatene fra dagens situasjon tilsa at dette var nødvendig for å sikre områdestabiliteten. Begrunnelse for valgte beregningsprofiler er gitt i notat nr. 10255107-RIG-NOT-001. For dagens situasjon er det utført både total- og effektivspenningsanalyse i alle 6 beregningsprofiler, mens i analysen inkl. terrengtiltak er det utført for begge deler avhengig av kravet til forbedring i profilet.

C.1.2 Beregningsverktøy

Stabilitetsberegningene er utført med beregningsprogrammet «GeoSuite Stability» versjon 16.1.5.0 med beregningsmetode Beat 2003. Beregningsmetoden er basert på grenselikevektsmetoden, og anvender en versjon av lamellemetoden som tilfredsstiller både kraft- og momentlikevekt. Programmet søker selv etter kritisk sirkulærsylindrisk skjærflate for definerte variasjonsområder av sirkelsentrum. Det er også søkt etter og vurdert sammensatte skjærflater i alle profiler.

C.1.3 Laster

Det er kun benyttet last i beregningene hvor lastene virker på drivende side av glideflatene, dette vurderes som en konservativ tilnærming.

Anbefalinger for trafikklast ved stabilitetsberegninger er gitt i SVV hb. 220. I dette tilfellet er trafikklast satt til 15 kPa, og det har blitt benyttet en lastfaktor på 1,3.

$$q_{trafikklast} = 15\ kPa * 1{,}3 = 19{,}5\ kPa$$

Lastene fra hus og terreng rundt tiltaksområdet er beregnet som gjennomsnittlig terrenglaster i husenes utstrekning, og satt til 10 kPa.

$$q_{terrenglast} = 10\ kPa$$

Anbefalinger for dimensjonerende trafikklast på jernbanen er hentet fra Bane NORs tekniske regelverk, kapittel 4.1 i fagområde Underbygning. Alfafaktor settes til 1,3

$$q_{trafikklast} = \frac{110\frac{kN}{m}}{2{,}5\ m} * 1{,}3 = 57{,}2\ kPa$$

C.1.4 Krav til sikkerhet

I vurdering av krav til sikkerhet har det blitt vurdert hvorvidt skråninger ligger innenfor eller utenfor av influensområdet til mulige tenkte tiltak, og kravene som det medfører iht. kvikkleireveilederen NVE nr. 1/2019. Av konservative grunner er alle krav til sikkerhet basert på sikkerhetskrav for tiltakskategori K3 og K4 i NVE 1/2019.

For skråninger som befinner seg utenfor influensområdet til tiltak er krav til sikkerhet vurdert etter kapittel 3.3.7 i NVE 1/2019.

- **F_{cu} ≥ 1,20** (robusthet)
- **$F_{c\phi}$ ≥ 1,25**

- Ved lavere sikkerhet og/eller robusthet skal F_{cu} og $F_{c\phi}$ økes prosentvis iht. Tabell 3.3 og Figur 3.3 i NVE 1/2019.

For skråninger som befinner seg innenfor influensområdet til tiltaket skilles det mellom hvorvidt et tiltak vil forverre eller ikke påvirke stabiliteten i skråningen. For tiltak som ikke forverrer stabiliteten er kravet til sikkerhet:

- **$F_{cu} \geq 1{,}40$**
- **$F_{c\phi} \geq 1{,}25$**

For tiltak som forverre stabiliteten skal det kreves absolutt sikkerhetsfaktor:

- **$F_{cu} \geq 1{,}40 * f_s = 1{,}61$**
- **$F_{c\phi} \geq 1{,}25$**

C.1.5 Materialparametere

Tolkete material- og styrkeparametere for beregningsprofiler er nærmere beskrevet i Vedlegg B – Materialparametere.

C.1.6 Kartgrunnlag

Multiconsult har i forbindelse med oppdraget fått oversendt terrengmodell i form av SOSI-grunnlag. Oversendt terrengmodell har noen forstyrrelser i områdene hvor ny E6 er etablert. I de profilene hvor dette skaper et problem, har det forstyrrete partiet på terrengmodellen blitt erstattet med tilsvarende terrengoverflate fra høydedata.no

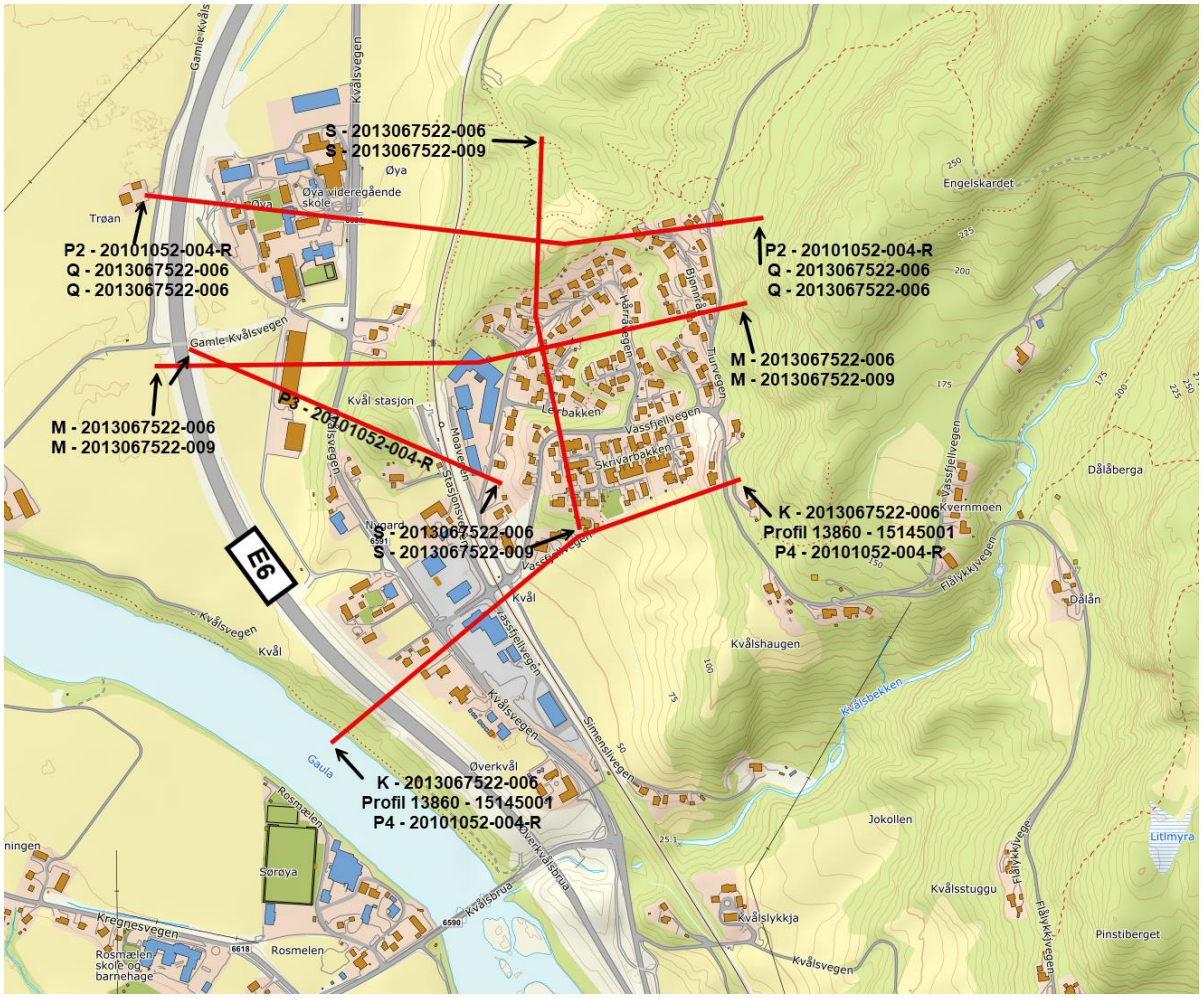
I tillegg har Melhus kommune oversendt omtrentlige skisser for de to aktuelle planområdene, som har blitt brukt i vurderingene.

C.2. Tidligere stabilitetsprofiler

I foreliggende vurderinger har Multiconsult utført oppdaterende stabilitetsberegninger av tidligere utførte beregningsprofiler. Enkelte av de tidligere utførte beregningsprofilene er oppdatert med en knekk i profillinjen. Dette er gjort for å kunne gjøre beregninger på et mer kritisk topografisk snitt.

I stabilitetsberegningene er det i stor grad benyttet tolket lagdeling og materialparametere fra de tidligere utførte vurderingene, samt supplert med informasjon fra de supplerende geotekniske grunnundersøkelser for tolkning av både lagdeling og materialparametere. Det er kun de beregningsprofilene beregnet med gammelt regelverk som er oppdatert. Beregninger og vurderinger som var utført etter gjeldende regelverk er brukt som grunnlag til tolkning av lagdeling og materialparametere. En oppsummering av identifiserte tidligere beregningsprofiler er gitt i Tabell 1. Figur 1 viser et oversiktskart med omtrentlig plassering av alle kritiske profiler som er vurdert. For flere av de eldre beregningsprofilene er det utført stabilitetsberegninger i flere omganger.

Alle sikkerhetsfaktorer i Tabell 1 er beregnet med 15 % reduksjon av designverdiene for sprøbruddmaterialet/kvikkleire.



Figur 1 Oversikt over tidligere utførte beregninger, med tilhørende profilnavn og vurderingsrapport

Tabell 1 Oversikt over resultater fra tidligere utførte stabilitetsberegninger på planområdet

Profil	Rapport	Tegning nr.		Beregnet sikkerhet*		Ref.
		Opprinnelig	Med tiltak	Opprinnelig	Med tiltak	
Profil 13860	15145001-RIG-N01	105	107	F_c = 1,32 $F_{c\phi}$ = 1,00	F_c = 1,59 ** $F_{c\phi}$ =1,20 **	**Invalid source specified.**
K	2013067522-006	V105	V107	F_c = 1,31 $F_{c\phi}$ = 1,06	F_c = 1,73 ** $F_{c\phi}$ = 1,30 **	**Invalid source specified.**
M	2013067522-006	V108	-	F_c = 1,47 $F_{c\phi}$ = 2,16	-	**Invalid source specified.**
M	2013067522-009	V108	-	F_c = 1,47 $F_{c\phi}$ = 2,30	-	[1]
Q	2013067522-006	V109	-	F_c = 0,86 $F_{c\phi}$ = 1,22	-	**Invalid source specified.**
Profil	**Rapport**	**Tegningnr.**		**Beregnet sikkerhet***		**Ref.**
		Opprinnelig	Etter tiltak	Opprinnelig	Med tiltak	
Q	2013067522-009	V109	V110	F_c = 0,88 $F_{c\phi}$ = 1,29	F_c = 1,16 $F_{c\phi}$ = 1,34	[1]
S	2013067522-006	V110	-	F_c = 0,98 $F_{c\phi}$ =1,47	-	**Invalid source specified.**
S	2013067522-009	V111	V112	F_c = 0,98 $F_{c\phi}$ =1,35	F_c = 1,45 $F_{c\phi}$ = 2,14	[1]
P2	20101052-004-R	204 205	206 207	F_c = 0,98 $F_{c\phi}$ =1,12	F_c = 1,38 $F_{c\phi}$ =1,36	**Invalid source specified.**
P3	20101052-004-R	209	210	F_c = 1,00 $F_{c\phi}$ =1,15	F_c = 1,60 $F_{c\phi}$ = 1,51	**Invalid source specified.**
P4	20101052-004-R	212	213	F_c = 1,34 $F_{c\phi}$ = 1,08	F_c = 1,67** $F_{c\phi}$ = 1,58**	**Invalid source specified.**

* I flere profiler er det beregnet sikkerhet for flere ulike glideflater. Her angis den mest kritiske av dem.

** De forbedrende tiltakene som beskrevet her er lik dagens situasjon ser ut etter bygging av ny E6.

De tidligere stabilitetsberegningene viser at det er flere skråninger på området som står med anstrengt stabilitet. Det er kun foreslåtte tiltak i profil 13860, K og P4, i forbindelse med utbygging av ny E6, som er blitt utført, og gitt betydelig høyere stabilitet på disse områdene. Ved andre profiler er det foreslått betydelige terrengendringer i form av avlastning på topp av skråning og motfylling ved foten av skråninger. Multiconsult har ikke kjennskap til at det er utført noen av disse stabiliserende tiltakene.

C.3. Beregningsprofiler og lagdelinger

C.3.1 Generelt

Det er gjort stabilitetsberegninger i 6 profiler. De 6 profilene omfatter de skråningene som er vurdert mest kritisk innenfor løsneområdet til den kartlagte kvikkleiresonen 446 Kvål. Plassering av beregningsprofilene er vist på situasjonskart, tegning nr. 10255107-RIG-TEG-002. Det er utført beregninger ved både udrenert totalspenningsanalyse (ADP-analyse) og drenert effektivspenningsanalyse (aϕ-analyse). Resultater for stabilitetsberegninger for dagens tilstand er vist i tegninger nr. 10255107-RIG-TEG-800.1 t.o.m. -805.2.

Tolkning av lagdeling er i utført basert på tilgjengelige tidligere og supplerende utførte geotekniske sonderinger og laboratorieundersøkelser, se grunnlagsnotat 10255107-RIG-NOT-001 [2].

Flere av de utvalgte profilene, presentert i grunnlagsnotat 10255107-RIG-NOT-001 [2], har blitt tolket og beregnet tidligere av andre aktører. Disse tolkingene og vurderingene av grunnforhold og lagdeling har blitt brukt som sammenligningsgrunnlag med våre foreliggende og utførte vurderinger.

Følgende geotekniske vurderinger har blitt brukt som sammenligningsgrunnlag:

- ***20101052-00-4-R (Ud906A)*** *Vurdering av skråningsstabilitet ved Kvikkleiresonene Kvål og Forset* – NGI, datert 19.09.2011 [3]
    - Profil P2 tilsvarer vårt Profil U-U
    - Profil P3 tilsvarer vårt Profil R-R (Profil R-R er vridd i noe mer i vest-øst-retning)
    - Profil P4 tilsvarer vårt Profil O-O
- ***2013067522-006 E6 Kvål Geoteknisk vurderingsrapport*** – Statens Vegvesen, datert 07.07.2014 [4]
    - Profil K tilsvarer vårt Profil O-O (nordøstlig ende av Profil O-O er knekt mer mot øst for å inkludere brattest topografi.)
    - Profil S tilsvarer vårt Profil T-T (sørlig ende av Profil T-T er knekt mer nordøst for å inkludere skråning opp mot Vassfjellvegen.)
    - Profil Q tilsvarer vårt Profil U-U
    - Profil M tilsvarer vårt Profil S-S
- ***2013067522-009 E6 Kvål Geoteknisk vurderingsrapport rev.3*** – Statens Vegvesen, datert 20.11.2015 [1]
    - Samme profiler som 2013067522-006
- ***15145001-RIG-N01 E6 Kvål*** – Sweco, datert 18.11.2015 [5]
    - Profil 13860 tilsvarer Profil O-O (nordøstlig ende av Profil O-O er knekt mer mot øst for å inkludere brattest topografi.)

Tolkete lagdelinger er vist i tegning nr. -RIG-TEG-700 t.o.m. -705.

For tolkning av lagdeling er de utførte sonderingene og prøveseriene som ligger nærmest profilet vektlagt mest.

I alle profiler er et øvre tørrskorpelag med omtrentlig 2 meter mektighet gjentakende.

Forekomst av sprøbruddmateriale/kvikkleire er hovedsakelig diktert av prøveserier som har påvist dette, og brukt sonderinger med konstant/reduserende sonderingsmotstand som øvrige styringspunkt for utbredelsen av sprøbruddmateriale/kvikkleire.

Følgende underkapitler oppsummerer kommentarer knyttet til tolkning av lagdeling for hvert enkelt profil.

C.3.2 Profil N-N

Tolket lagdeling ved Profil N-N er presentert i RIG-TEG-700.

Prøveserie ved BP.16 (S3-252) viser ikke sprøbruddmateriale. S3-257 indiker ett bløt lag. Som en konservativ tilnærming er sprøbruddmateriale/kvikkleire laget trukket helt opp og kilt ut ved S3-252.

C.3.3 Profil O-O

Tolket lagdeling ved Profil O-O er presentert i RIG-TEG-701.

Mellom NGI1-7, MC1-14, R13-547 og R13-546 er alle sonderinger avsluttet ved konstant/reduserende sonderingsmotstand, og bunn sprøbruddmateriale/kvikkleire er trukket under dette. MC1-13 er avsluttet med økende sonderingsmotstand og bunn kvikkleire er trukket mot dette, og hensyntatt at MC1-13 er trukket ca. 15 m inn i profilet. Sett i sammenheng med andre sonderinger høyt oppe i terreng, tilsvarende R13-544, er det ikke valgt å kile laget av sprøbruddmateriale/kvikkleire ut nevneverdig mot høyre i profilet.

Tolket lagdeling sammenfaller godt med tidligere vurdering fra NGI [3], Statens Vegvesen [4] og Sweco [5].

C.3.4 Profil R-R

Tolket lagdeling ved Profil R-R er presentert i RIG-TEG-702.

Borpunkt NGI1-5 viser ikke sprøbruddmateriale, og sett i sammenheng med at ved S3-264 er det benyttet økt rotasjon i hele dybden hvor sonderingen viser reduserende sonderingsmostand er laget av sprøbruddmateriale kilt ut her. Dette har også NGI gjort i sitt tilsvarende profil [3]. Vi har i ettertid av NGI sin vurdering utført undersøkelser rett øst for avsluttet Profil R-R (borpunkt 19) som indikerer sprøbruddmateriale. Derfor har vi konservativt valgt å trekke et lag av sprøbruddmateriale/kvikkleire fra høyre i profilet og mot borpunkt NGI1-5. Mot vest kiles sprøbruddsmaterial/kvikkleire laget ut før borpunkt S3-224.

Borpunkt S3-224 indikerer et mulig lag med sand under tolket tørrskorpe. Lagdeling på denne siden av profilet vurderes å ha ingen betydning for stabilitetsberegningen, og det er derfor valgt å trekke leirelaget gjennom hele dybden av profilet her.

C.3.5 Profil S-S

Tolket lagdeling ved Profil S-S er presentert i RIG-TEG-703.

Prøveserier ved S12-561 har påvist sprøbruddmateriale mellom ca. 5-15 meters dybde. Tilsvarende sonderingsprofil for nærliggende borpunkt gjør at dette også tolkes som sprøbruddmateriale. Borpunkt 21 er sett i sammenheng med borpunkt 22 hvor prøveserier påviser kvikkleire og sprøbruddmateriale for tilsvarende sonderingsprofil.

C.3.6 Profil T-T

Tolket lagdeling ved Profil T-T er presentert i RIG-TEG-704.

Prøveserier ved BP 22 og BP 19 viser toppen av kvikkleirelaget. Mektigheten i dybden er ellers konservativt antatt basert på sonderingsprofilene. Prøver og sonderinger lengre nord (ut av profilet til venstre) viser ikke sprøbruddmateriale/kvikkleire, og dette laget er derfor kilt ut mot venstre i profilet.

Den dypeste sonderingen MC1-12 viser noe faste masser i bunn, dette vurderes å være antatt morene. Måten dette laget er tolket vurderes å ikke ha noen innvirkning på stabilitetsberegningene.

C.3.7 Profil U-U

Tolket lagdeling ved Profil U-U er presentert i RIG-TEG-705.

Sonderinger og prøveserier ved NGI1-4 er benyttet til tolkning av toppen av laget med sprøbruddmateriale/kvikkleire oppe ved platået og er mest vektlagt. Ettersom MC1-12 er trukket inn i profilet (ca. 16 m) er bunn sprøbruddmateriale/kvikkleire lagt en del lavere enn hva sondering MC1-12 indikerer.

Ut mot foten av skråningen, ved NGI1-3, indikerer ikke utførte sonderinger forekomst av sprøbruddmateriale her. Dette laget er derfor kilt ut i skråningen. BP 22 er trukket inn fra andre siden av «åsen» og lagt på samme kotehøyde i skråningen, for å ha noe sammenligningsgrunnlag mot sonderingene 404 og 404-2.

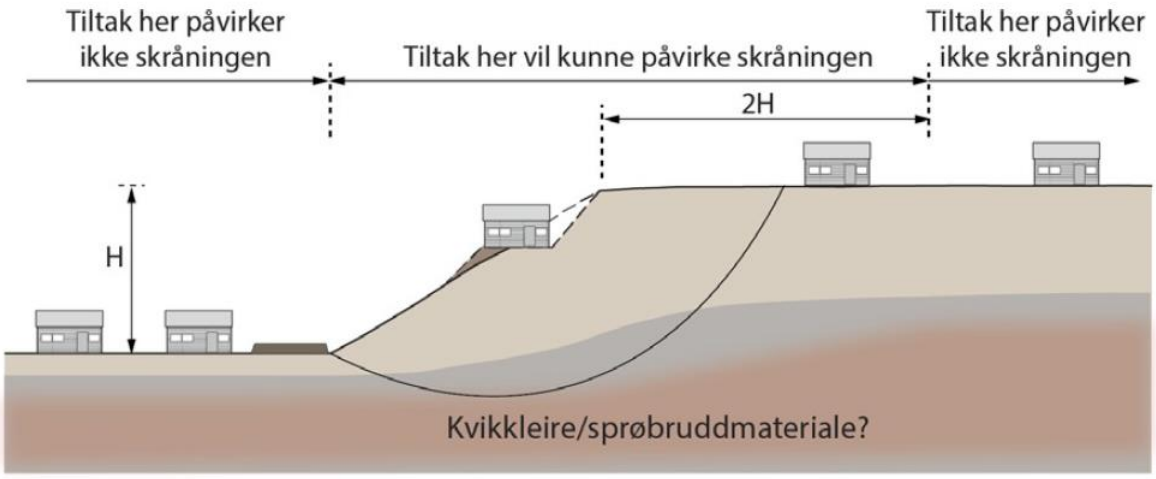
C.4. Resultater fra stabilitetsberegninger

C.4.1. Bakgrunnen for kravet til sikkerhet

Til å vurdere behovet og eventuelt omfang av terrengtiltak er det vurdert hvorvidt skråningene kan bli påvirket av mulige utbyggingstiltak i planområdene, dvs. om skråningen er innenfor influensområdet til utbyggingstiltaket eller ikke. Definisjon av influensområdet er beskrevet i Figur 2.

For alle tiltakskategorier i tabell 3.2 i NVE 1/2019 vil krav til sikkerhet for skråninger i faresonen som ligger utenfor influensområdet til tiltaket være tilfredsstilt ved $F_{c\phi} \geq 1{,}25$, samt krav til robusthet $F_{cu} \geq 1{,}20$. Ved lavere sikkerhet skal $F_{c\phi}$ og F_{cu} økes prosentvis iht. tabell 3.3 og figur 3.3 i NVE 1/2019.

Det betyr også at alle skråninger som er innenfor den registrerte kvikkleiresonen 461 Kvål må tilfredsstille krav til robusthet dersom det skal utføres utbyggingstiltak innenfor den registrerte kvikkleiresonen.



Figur 2 Illustrasjon som viser prinsippet for å vurdere når en skråning kan vurderes upåvirket av et tiltak (utenfor tiltakets influensområde). Utklipp fra figur 3.4 i NVE 1/2019 [6]

C.4.2. Resultater

Oppsummering av kritisk sikkerhetsfaktor ved dagens situasjon og etter stabiliserende terrengtiltak for de ulike profilene er sammenstilt i Tabell 2. Skisserte geotekniske terrengtiltak er visst i tegning nr. 10255107-RIG-TEG-004, med henvisninger til tilhørende profiltegninger.

Tabell 2 Resultater for kritisk sikkerhetsfaktorer for dagens geometri.

Tegning (dagens)	Stabilitets-profil	Analyse	Sikkerhets-faktor for kritisk bruddflate	Sikkerhetsfaktor etter stabiliserende tiltak	Tegning (etter tiltak)
-800.1	Profil N-N, dagens terreng	ADP	**1,46**	**1,64** Oppnås ved nedplanering av terreng.	**-800.3**
-800.2	Profil N-N, dagens terreng	aϕ	**1,34**	Ikke behov	-
-801.1	Profil O-O, dagens terreng	ADP	**1,61**	Ikke behov	-
-801.2	Profil O-O, dagens terreng	aϕ	**1,41**	Ikke behov	-
-802.1	Profil R-R, dagens terreng	ADP	**1,15**	Vurdert at krav til robusthet (Fcu ≥ 1,20) er oppfylt ved å ta hensyn til at topografien gjennom vårt 2D beregningsprofil er en konservativ tilnærming som ikke representativ for terrengformasjonen rundt skråningen. Se vurdering i kapittel C.5.3. Er utarbeidet tegning med antatt representativt terreng som viser tilstrekkelig robusthet.	-802.3
-802.2	Profil R-R, dagens terreng	aϕ	**1,23**	Vurdert at krav til sikkerhet (Fcϕ ≥ 1,25) er oppfylt ved å ta hensyn til at topografien gjennom vårt 2D beregningsprofil er en konservativ tilnærming som ikke representativ for terrengformasjonen rundt skråningen. Se vurdering i kapittel C.5.3. Er utarbeidet tegning med antatt representativt terreng som viser tilstrekkelig sikkerhet.	-802.4
-803.1	Profil S-S, dagens terreng	ADP	**1,38**	**1,41** Oppnås ved motfylling i foten av kritisk bruddflate.	**-803.3**
-803.2	Profil S-S, dagens terreng	aϕ	**3,09**	Ikke behov	-
-804.1	Profil T-T, dagens terreng	ADP	**1,11**	**1,44** Krav til robusthet oppfylles ved mindre planering enn skissert av topp skråning. Er nødvendig omfang av nedplanering for Profil U-U som blir dimensjonerende her. En slik nedplanering gir derimot god nok	**-804.3**

Tegning (dagens)	Stabilitets-profil	Analyse	Sikkerhets-faktor for kritisk bruddflate	Sikkerhetsfaktor etter stabiliserende tiltak	Tegning (etter tiltak)
				sikkerhet til å tillate utbygging i skråningen Profil T-T, fremt tiltaket ikke forverrer stabiliteten	
-804.2	Profil T-T, dagens terreng	aϕ	**1,39**	Ikke behov	-
-805.1	Profil U-U, dagens terreng	ADP	**1,00**	***1,13*** Krav til prosentvis forbedring oppnås ved planering i topp skråning og motfylling ved foten av skråningen.	**-805.3_rev01**
-805.2	Profil U-U, dagens terreng	aϕ	**1,23**	***1,32*** Krav til sikkerhet for a-fi tilfredsstilles ved utførelse av nødvendige tiltak for prosentvis forbedring for ADP.	**-805.4_*rev01***

C.5. Vurdering av behov for tiltak i beregningsprofilene

Følgende kapitler gir en oppsummeringer av vurderingene som valg av utførte beregninger og behov for sikkerhetstiltak er basert på. En oppsummering av alle kritiske bruddflater, før og etter foreslåtte tiltak er gitt i Tabell C1. Alle foreslåtte sikkerhetstiltak forutsetter at tiltakene i Profil U-U blir gjennomført, for å sikre tilstrekkelig robusthet for alle skråninger innenfor faresonen som er utenfor influensområdet til mulige tiltak.

C.5.1 Profil N-N

Resultater for dagens situasjon er vist i -RIG-TEG-800.1 og -800.2.

Stabiliteten nede ved nye etablerte E6 er god. Det er skråningen i den øvre delen av det større området med dyrka mark som vil kreve en form for stabiliserende tiltak dersom det skal bygges ut her.

Dagens skråning står med tilstrekkelig robusthet. Det er vurdert at en relativt liten nedplanering ved den drivende delen av kritisk bruddflate vil gi tilstrekkelig sikkerhet ($F_{cu} \geq 1,40$) for å tillate utbygging i bunnen av skråningen. Det må kreves at fremtidige utbyggingstiltak ikke forverrer stabiliteten, f.eks. ved å gi begrensinger og føringer for utgraving. Det kan også tillates kompensert utbygging i den øvre delen dersom stabiliserende terrengtiltak blir utført. Dersom det skal utbygges K3 eller K4 tiltak som forverrer stabiliteten, må stabilitetsberegninger oppnå en sikkerhet på min 1,61 og det må utføres et større omfang av stabiliserende terrengtiltak.

Omfanget og resultatet av foreslåtte stabiliserende tiltak er vist i -RIG-TEG-800.3. Det er ikke behov for å vise drenerte beregninger etter tiltak ettersom dagens situasjon visertilstrekkelig stabilitet, og skisserte terrengtiltak forbedrer også disse.

C.5.2 Profil O-O

Resultater for dagens situasjon er vist -RIG-TEG-801.1 og -801.2.

Stabiliteten nede ved nye etablerte E6 er god for både udrenert og drenert analyse. Ny geometri langs elvebredden har forbedret stabiliteten betraktelig i dette snittet fra tidligere vurderinger. Stabiliteten og topografien i den øvre delen av profilet er lik som Profil R-R, men har noe slakere helning. Beregninger viser glidesirkler med sikkerhet høyere enn $F_{cu} = 1,61$ og det er derfor ikke behov for å utføre stabiliserende terrengtiltak for Profil O-O. Det vil bli gitt tilsvarende anbefalinger og føringer for videre utbygging som for Profil N-N.

C.5.3 Profil R-R

Resultat av stabilitetsberegninger gjennom Profil R-R er vist i RIG-TEG-802.1 og -802.2. Resultater viser at ved dagens tilstand står skråningen med anstrengt stabilitet, noe som ikke oppfyller krav til sikkerhet og robusthet for skråninger utenfor influensområdet for eventuelle planlagte tiltak på begge planområdene.

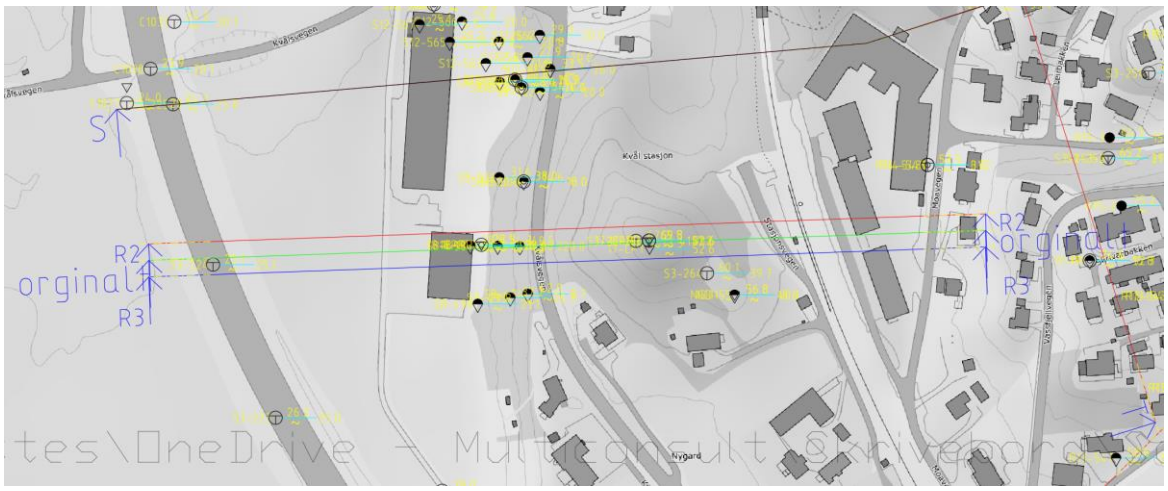
Det har blitt vurdert at terrengformasjonen Profil R-R går gjennom, en høy og konsentrert haug, gjør det vanskelig å speile den faktiske 3D-situasjon gjennom en 2D-beregning for et snitt som går gjennom toppen av haugen. Dvs. det er vurdert resultater for topografi gjennom valgt 2D-profil ikke er nødvendigvis representativ for en kritisk situasjon. I et 2D-beregningsprofil antas topografien i en uendelig utstrekning, både inn og ut av planet, og tar altså ikke hensyn til hvor rask ut fra Profil R-R topografien endres til mindre kritisk.

For å vise effekten av dette har det blitt utført en analyse av topografien rundt. Analysen har gått ut på å beregne 3 profiler gjennom toppen av haugen, og se på en gjennomsnittlig verdi for sikkerhet mellom disse. På denne måten får man et vektet gjennomsnitt av terrenget og topografien på haugen.

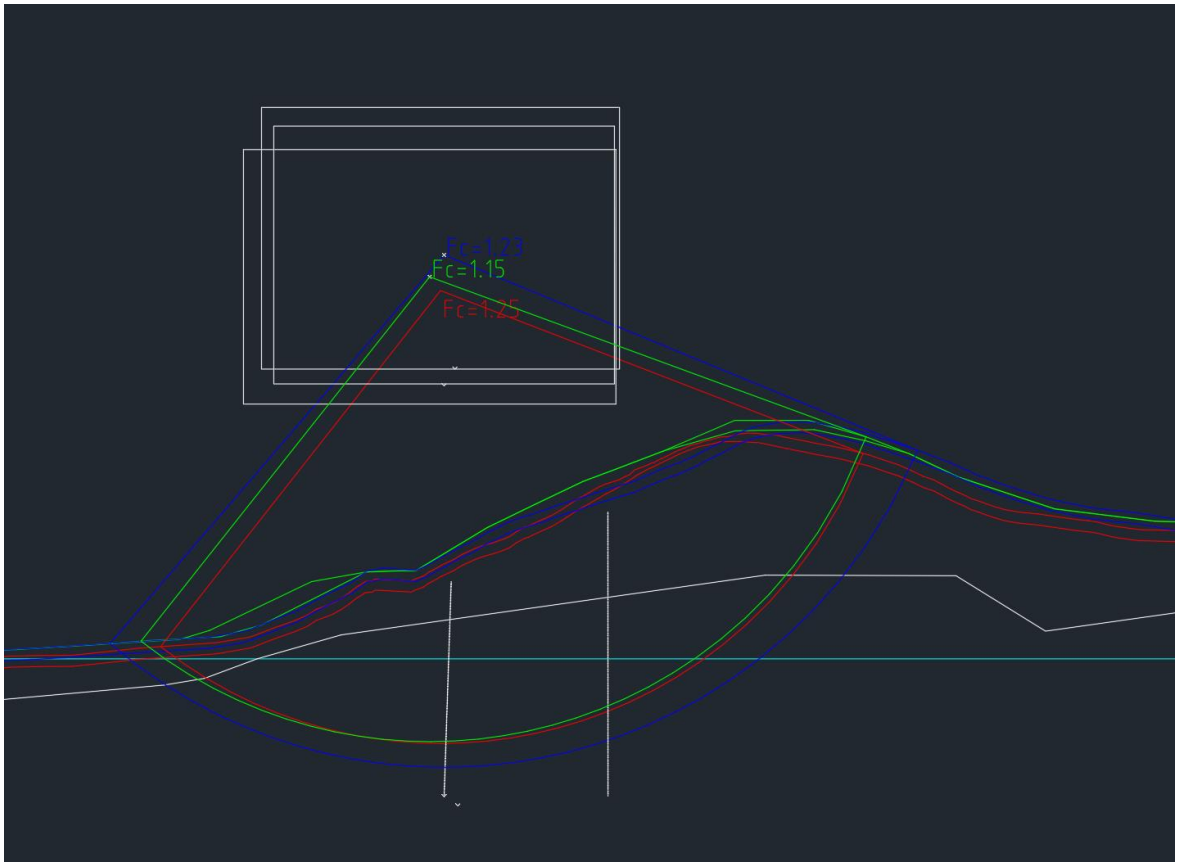
Utklippene i Figur 3 til Figur 5 under viser prinsippet som et benyttet og resultatene fra de 3 ulike profilene, ved både total- og effektivspenningsanalyse. Utklippet i Figur 3 viser orginal plassering av Profil R-R (grønt), R2 (rødt) som er flyttet 10 meter nord og R3 (blått) som er flyttet 10 meter sør.

Utklippene under viser en sammenligning av topografien for alle 3 profilene og resultatene. For hvert profil er terrengoverflaten og underkant av det øverste laget vist, derav 2 linjer i hver farge.

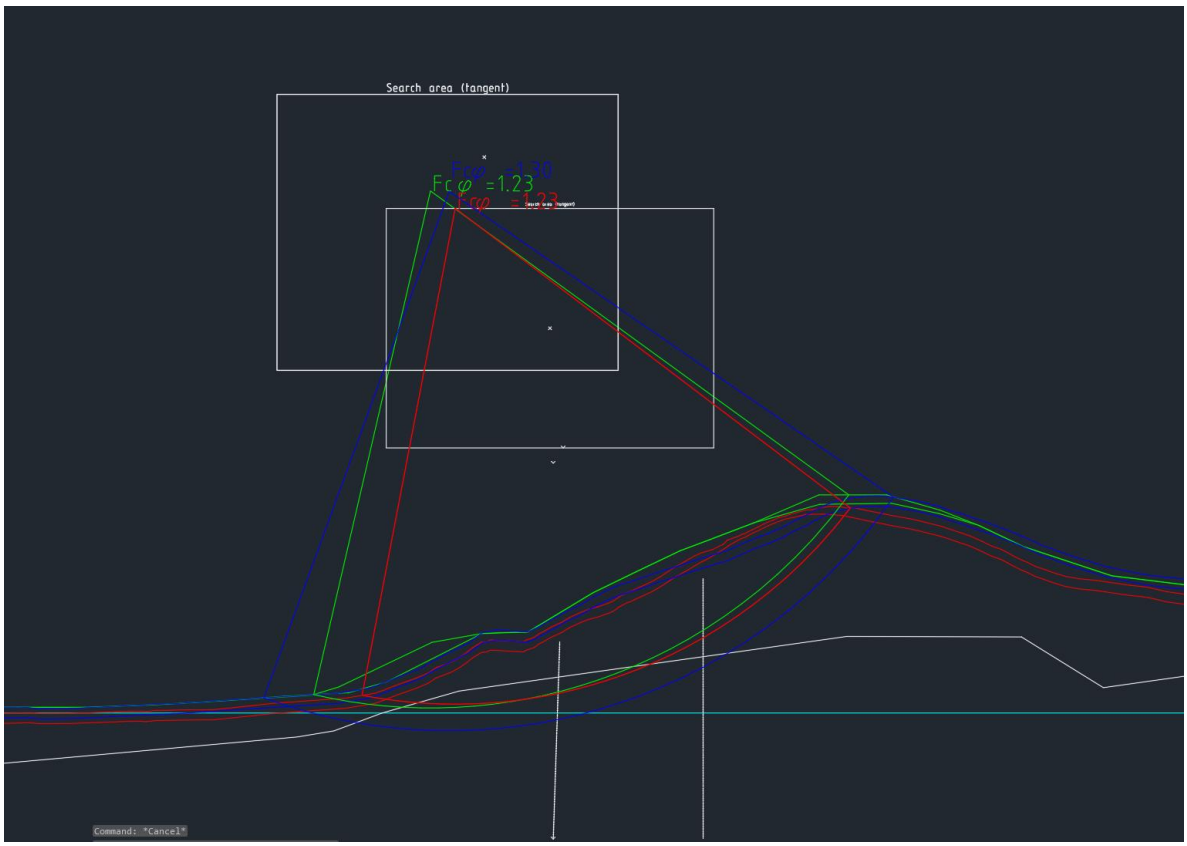
Sammenligninger viser endringene i topografi og hvordan stabiliteten raskt blir forbedret ved en liten terrengendring.



Figur 3 Plassering av profilene i plan



Figur 4 Utsnitt av beregningsprofil for totalspenningsanalyse



Figur 5 Utsnitt av beregningsprofil for effektivspenningsanalyse

For totalspenningsanalysen gav dette følgende resultat:

$$F_{cu} = \frac{1{,}15 + 1{,}23 + 1{,}25}{3} = 1{,}21$$

Og for effektivspenningsanalysen:

$$F_{c\emptyset} = \frac{1{,}23 + 1{,}23 + 1{,}30}{3} = 1{,}253$$

En kritisk bruddflate både for total- og effektivspenningsanalysen er relativt stor og dyp i terrenget. Dette er også en indikator på at det er store volum og sideliggende terreng som kan virke innspennede på skråningen og som gir en 3D-effekt på stabiliteten.

Basert på effektene av dette er det vurdert at dagens kritiske stabilitet, både udrenert og drenert tilfredsstiller krav til robusthet og sikkerhet for skråninger utenfor influensområdet til eventuelle framtidige utbyggingstiltak. Dvs. at det kan utbygges på planområdene, uten å utføre tiltak i haugen gjennom Profil R-R.

I foreliggende rapport, er dette illustrert med å beregne stabilitet gjennom en antatt representativ kritisk topografi for haugen. Dette er vist i for både udrenert og drenert analyse i RIG-TEG-802.3 og -802.4.

C.5.4 Profil S-S

Alle resultater for dagens situasjon er vist i tegning -RIG-TEG-803.1 og -803.2.

Krav til sikkerhet for dagens situasjon er godt ivaretatt ved drenerte beregninger. For å tillate utbygging gjennom hele profilet, er det foreslått en motfylling i et lite ubebygd terrengsøkk, ved ca. profil 620 på horisontalaksen i beregningsprofilet. Det vises til tegning-RIG-TEG-803.3. Dersom dette terrengtiltaket utføres, vil man kunne gjennomføre alle utbyggingstiltak som ikke medfører forverring av stabiliteten, dvs. utbygging med til eks. kompensert fundamentering. Utført stabilitetstiltak muliggjør også gjennomføring av utbyggingstiltak i nedre del av profilet. Dette gjelder også for K3- og K4-tiltak som gir en forverring av stabiliteten, ettersom absolutt sikkerhetskrav er tilfredsstilt. Dersom videre utbygging blir aktuelt, må det utføres nye stabilitetsvurderinger for de spesifikke utbyggingstiltakene i neste planfase.

C.5.5 Profil T-T

Alle resultater for dagens situasjon er vist i -RIG-TEG-804.1 og -RIG-TEG-804.2

Krav til sikkerhet for dagens situasjon er godt ivaretatt ved drenerte beregninger. Den mest kritiske bruddflaten er en grunn bruddflate, som er tvunget bort fra å være en veldig grunn overflateglidning ved bruk av funksjonen «Restrict shear surface» i beregningsprogrammet. Skråningen ved ca. profil 410 på horisontalaksen står med god sikkerhet både drenert og udrenert.

Dagens stabilitet ved udrenerte beregninger i den kritiske skråningen er mer anstrengt, og oppfyller ikke krav til robusthet for skråninger innenfor faresoner og utenfor influensområdet til mulige utbyggingstiltak. Sett i sammenheng med nødvendige terrengtiltak i Profil U-U, og for å sikre robusthet, vil samme nedplanering sørge for en vesentlig forbedring gjennom Profil T-T.

Forbedret sikkerhet ved en nedplanering vil gi $F_{cu} \geq 1{,}40$ og tillatte utførelse av utbyggingstiltak i skråningens influensområde, gitt at utbyggingstiltaket ikke medfører forverring av stabiliteten. Dagens bebyggelse gjennom ved bunn av skråning i Profil T-T er plassert på stabiliserende side av bruddsirkelen. Det vurderes at i de samme områdene kan det etter utført terrengtiltak tillates tilleggsbelastninger, men det må legges strenge krav til gravearbeider i permanent situasjon og i

anleggsfasen. Alle mulige utbyggingstiltak må vurderes spesifikt dersom det blir aktuelt. Resultater fra stabilitetsanalyse etter tiltak er gitt i tegning -RIG-TEG-804.3.

C.5.6 Profil U-U

Alle resultater for dagens situasjon er vist i tegning -RIG-TEG-805.1 og -RIG-TEG-805.2.

Dagens sikkerhet gjennom skråning i Profil U-U tilfredsstiller ingen av kravene til sikkerhet. Ved udrenert analyse står skråningen helt ned mot kritisk stabilitet. Dette samsvarer også med tidligere utførte stabilitetsberegninger hvor denne skråningen er beregnet med udrenert sikkerhet lavere enn 1,0.

Ettersom denne skråningen befinner seg innenfor den registrerte kvikkleiresonen, er det krav til at skråningen står med robusthet, for å tillate utbyggingstiltak, også der hvor skråningen er godt utenfor utbyggingstiltakenes influensområder. Det er derfor forutsatt at alle foreliggende vurderinger er basert på at terrengtiltak for å sikre tilstrekkelig robusthet gjennom skråning i Profil U-U blir gjennomført.

Stabilitetsanalyser med forslag til sikkerhetstiltak er vist i tegning -RIG-TEG-805.3_*rev01* og -805.4_*rev01*.Utført stabilitetsanalyse viser at det er en balansegang mellom omfang nedplanering og omfang motfylling som kreves for å sikre tilstrekkelig robusthet. Dersom nedplanering utføres i større omfang enn skissert, kan motfylling reduseres, og motsatt.

Foreslåtte terrengtiltak baserer seg på terrengendinger som gir tilfredsstillende prosentvis forbedring iht. Tabell 3.3 og Figur 3.3 i NVE 1/2019 = 10 % forbedring. Det er den udrenerte sikkerheten i -RIG-TEG-805.1 som er dimensjonerende for omfanget av foreslåtte tiltak.

C.6. Referanser

[1] Statens Vegvesen, 2013067522-009 E6 Kvål Geoteknisk vurderingsrapport, 2015.
[2] Multiconsult Norge AS, 10255107-RIG-NOT-001_rev01 Kunnskapsgrunnlag, geoteknikk, 2024.
[3] NGI, 20101052-00-4-R Vurdering av skråningstabilitet ved kvikkleiresonene Kvål og Forset, 2011.
[4] Statens Vegvesen, 2013067522-006 E6 Kvål Geoteknisk vurderingsrapport, 2014.
[5] Sweco AS, 1514001-RIG-N01 E6 Kvål, 2015.
[6] NVE, «NVE kvikkleireveileder nr. 1/2019 "Sikkerhet mot kvikkleireskred",» 2019.
[7] Statens Vegvesen , «Håndbok N200 - Vegbygging,» 2019.

Vedlegg D
Befaringsnotat

Innholdsfortegnelse

D.1. Innledning **1**
D.2. Områdebeskrivelse **2**
D.2.1. Generelt 2
D.2.2. Topografi 3
D.3. Befaring **4**
D.3.1. Generelt 4
D.3.2. Observasjoner fra befaring 4

D.1. Innledning

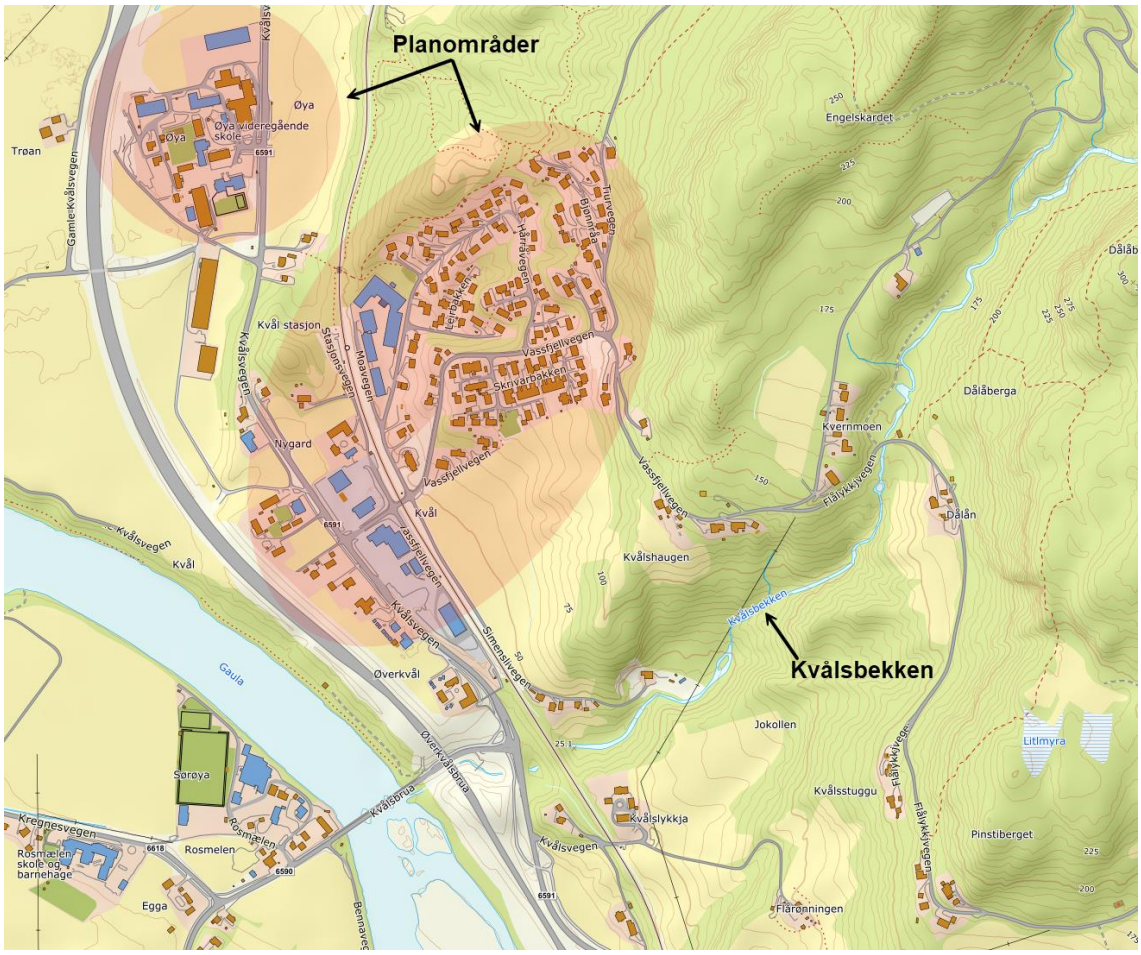
Multiconsult er engasjert av Melhus kommune til å gjøre en geoteknisk vurdering av områdestabilitet i forbindelse med to planområder på Kvål.

I forbindelse med skredfarevurderingen er det nødvendig å kartlegge erosjonsforhold samt å registrere mulig sig og utglidninger skråninger i området. I nærheten av utbyggingsområdene er det en bekkedal hvor Kvålsbekken renner. Denne har utløp i Gaula under Kvålsbrua. Multiconsult har i sammenheng med befaring av plassering for borpunkter på området, utført befaring av bekkedalen den 6.mars 2024. Foreliggende notat omfatter observasjoner fra denne befaringen.

D.2. Områdebeskrivelse

D.2.1. Generelt

Bekkedalen hvor Kvålsbekken renner ligger ca. 600 sørøst for det østligste planområdet. Utløpet av Kvålsbekken inn i Gaula er tilpasset utbygging av ny E6 og lagt i bekkekulvert under Kvålsvegen (gamle E6). Oppstrøms går Kvålsbekken i nordøstlig retning, stedvis parallelt med Vassfjellvegen. Bekkedalen er preget av bratte og høye skråninger på begge sider. Figur 1 viser et oversiktskart med plassering av planområdene i forhold til Kvålsbakken.

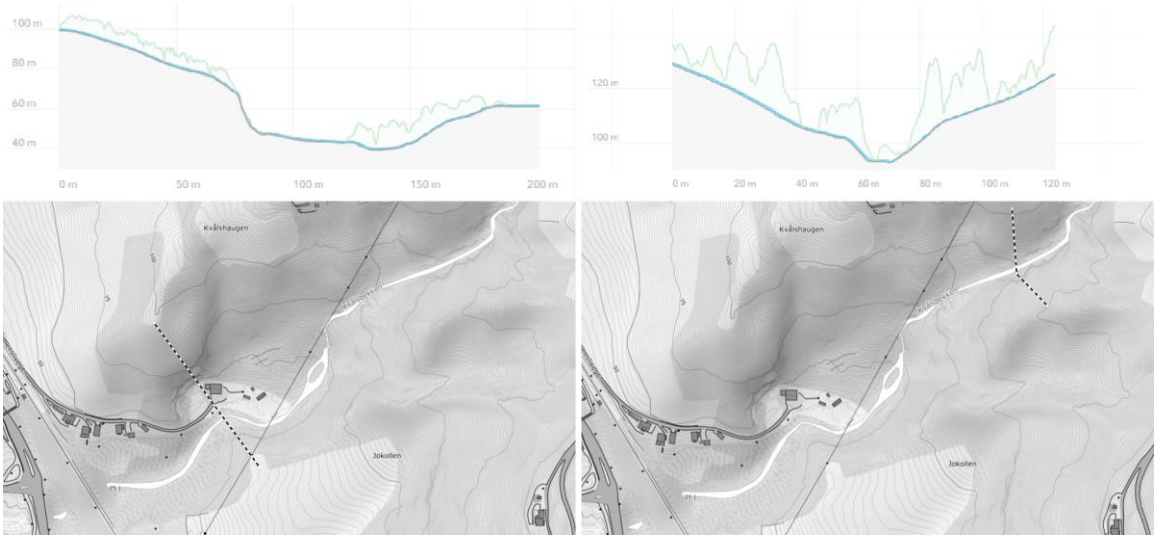


Figur 1 Oversiktsbilde av Kvålsbekken og planområder (kilde: norgeskart.no).

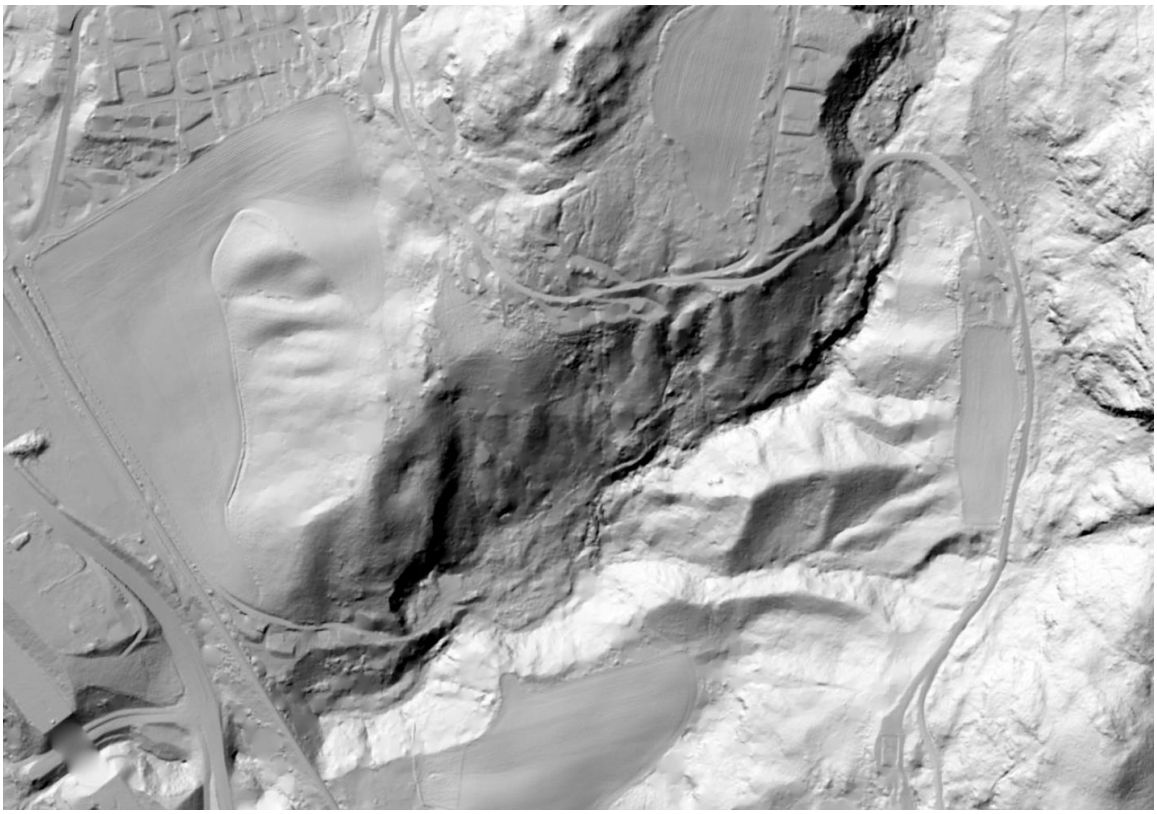
D.2.2. Topografi

Kvålsbekken starter nedstrøms ved Gaula på ca. kote + 15,0, og går oppstrøms i nordøstlig retning. Bekken renner under Flålykkjevegen på ca. kote + 147,0 og terrengkart indikerer at Kvålsbekken har sitt startpunkt ved Stormyra, på ca. kote +280.

Bekkedalen er preget av høye og bratte skråninger på begge sider. Figur 2 viser to profiler gjennom bekkedalen som viser typisk topografi gjennom bekkedalen. Figur 3 viser et oversiktskart over topografien relevant for planområder og gjennomført befaring.



Figur 2 Topografi gjennom to profiler gjennom bekkedalen (kilde: hoydedata.no).



Figur 3 Oversiktskart over topografi av bekkedalen (kilde: hoydedata.no).

D.3. Befaring

D.3.1. Generelt

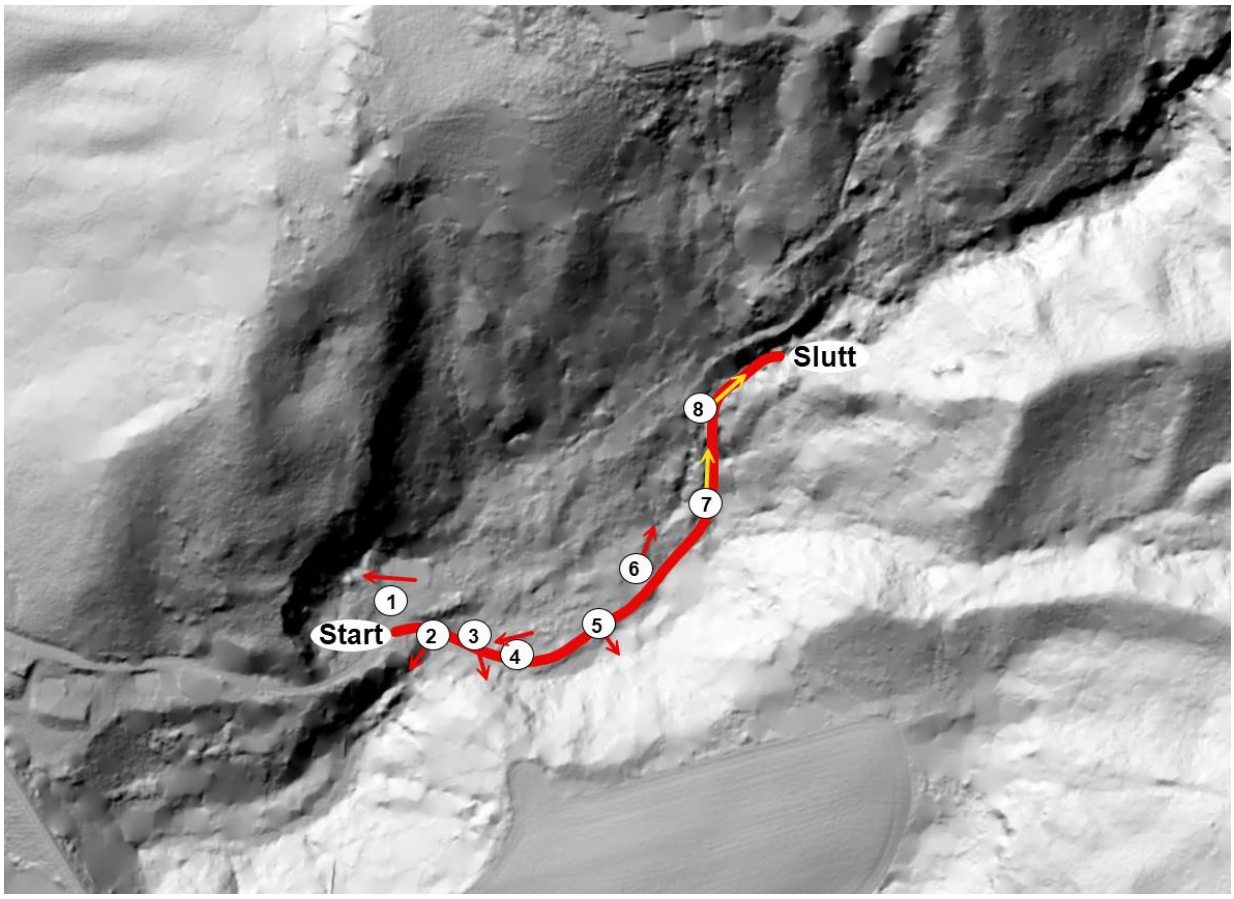
Det ble utført befaring av bekkedalen 6.mars 2024. Befaring ble utført i sammenheng med befaring av planområdene og plassering av borpunkter for supplerende grunnundersøkelser. Området var preget av tynt snødekke og stedvis islagt bekk, som ga noe begrensinger for effekten av befaringen. Informasjon for deltagere på befaringen er gitt i Tabell 1.

Tabell 1 Deltagere befaring 06.03.2024

Navn	Representant for
Steinar Sund-Olsen	Multiconsult Norge AS

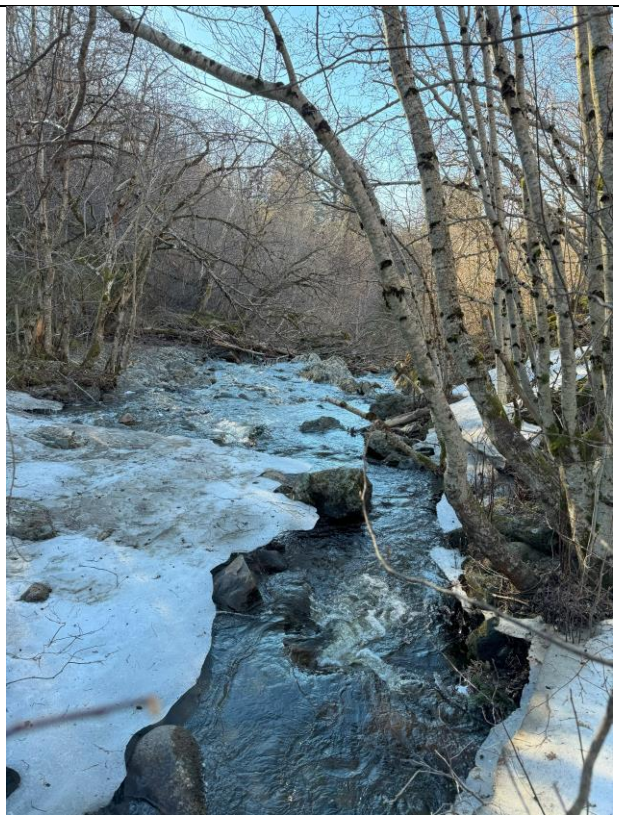
D.3.2. Observasjoner fra befaring

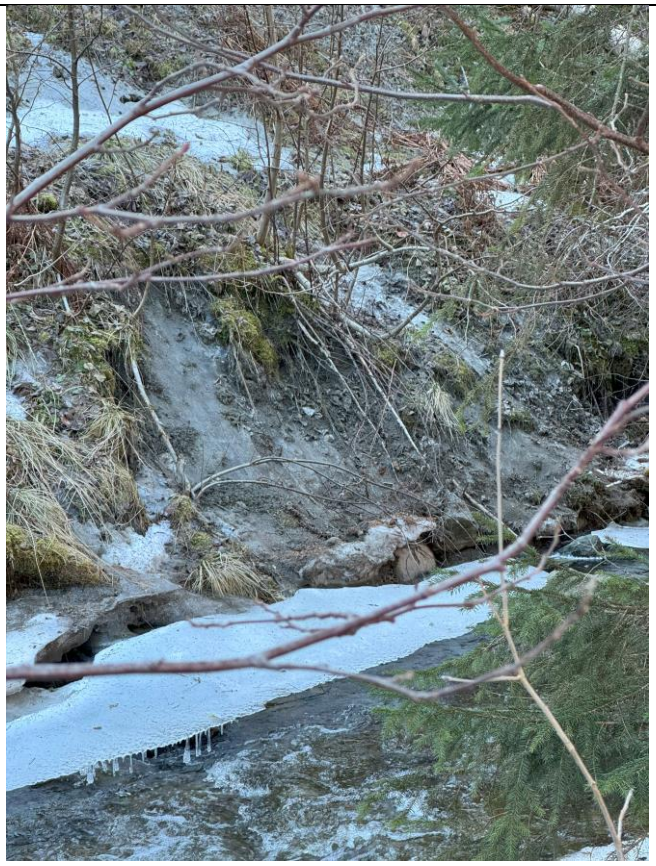
Tabell 2 gir en oppsummering av utført befaring med bilder og kommentarer av observasjoner. Figur 4 viser omtrentlig plassering av bildene og observasjonene gitt i Figur 4 Pilene angir retningene bildene er tatt i.

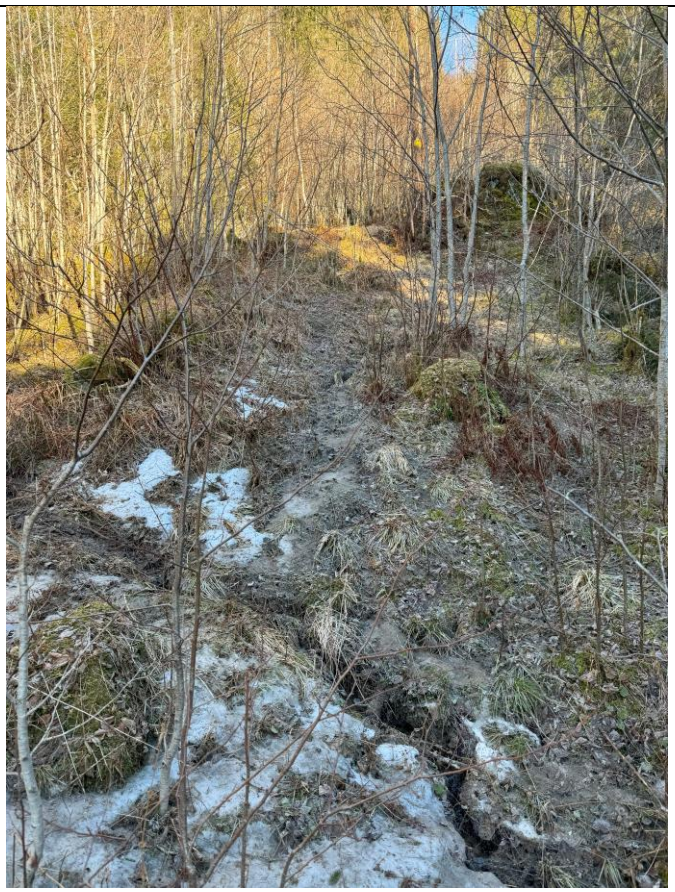


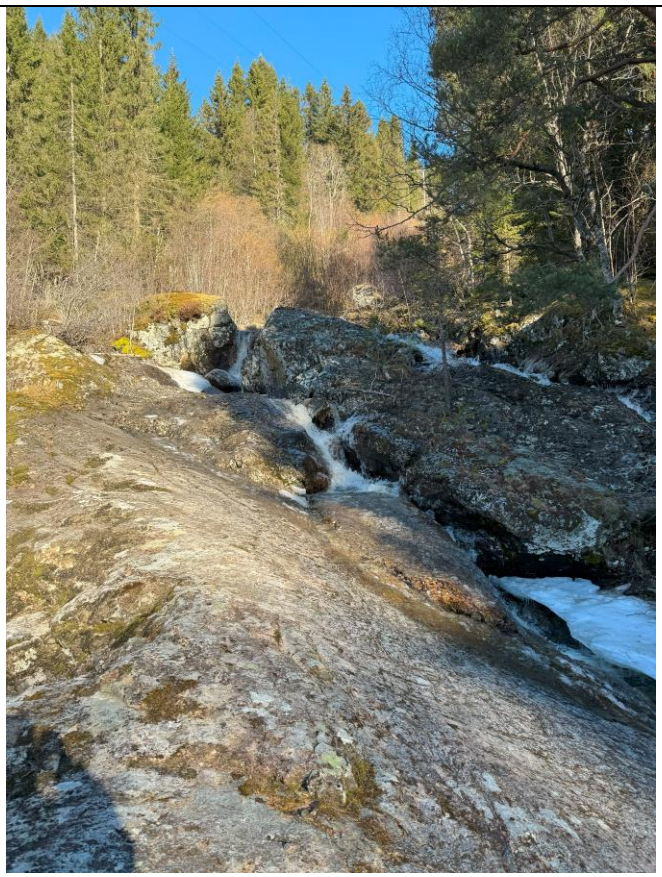
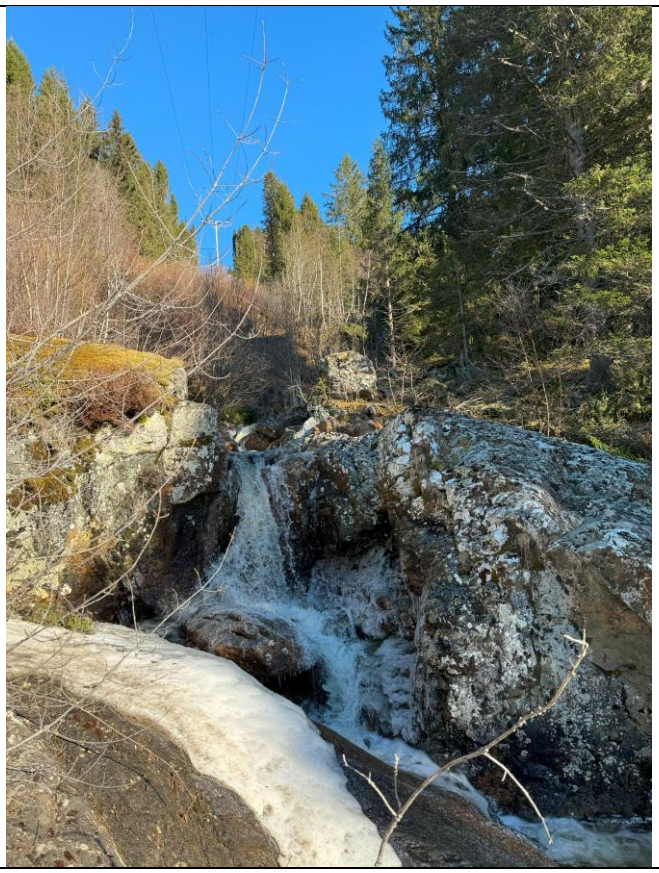
Figur 4 Oversiktskart over befart område og omtrentlig plassering av hvor bilder er tatt fra (Se Tabell 2 for nummerering).

Tabell 2 Oppsummering av observasjoner med tilhørende bilder og kommentarer.

Nr.	Bilde	Kommentar
1		Større bergskjæring, rett vest for Kvålsbekken, i retning planområdene.
2		Godt med stein i ulik størrelse langs bunnen av Kvålsbekken.

3		Bratt skråning opp mot Kvålslykkja. Virker som det er gjort sikringstiltak her i forbindelse med overliggende jernbanefylling. Falte trær tyder på noe aktivitet og sig i skråningen.
4		Overflateglidning i en yttersving.

5		Kvålsbekken er stedvis godt plastret med stein i bekkekantene og langs bunnen.
6		Overflatevann som har vasket bort noe av sideliggende terreng ved Kvålsbekken. Rester viser at det er leirig masser lagt igjen.

7		Fra ca. mellom bilde 5 og 7 renner Kvålsbekken over bergforløp i dagen.
8		Kvålsbekken som renner over bergforløp i dagen.