

NOTAT

OPPDRAAG	Ras Jøa	DOKUMENTKODE	10216710-RIG-NOT-001
EMNE	Stabilitetsvurdering	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	NVE	OPPDRAAGSLEDER	Magne Wold
KONTAKTPERSON	Priska Helene Hiller	SAKSBEHANDLER	Mari Melhus Romstad
KOPI	Stein-Are Strand	ANSVARLIG ENHET	10234011 Geoteknikk Midt

SAMMENDRAG

Foreliggende notat oppsummerer vurderinger som er gjort i forbindelse med vurdering av stabilitet og sikringstiltak som er utført etter skredet på Jøa 26. september 2019.

Det er utført stabilitetsberegninger i 2 profiler for å fastslå nødvendig omfang av sikringstiltak.

Med bakgrunn i de utførte stabilitetsberegningene vurderes det til at det må utføres erosjonssikring av Steinselva for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet mot nye skred i skråningen. Flytting av adkomstveg anbefales også.

Stabiliserende tiltak i form av erosjonssikring av Steinselva og omlegging av elveløpet vil motvirke videre erosjon og påfølgende initialskred. Omlegging av eksisterende adkomstveg i retning bort fra rasgropa, samt utslaking av skredkanten, vil beregningsmessig øke stabiliteten i skråningen. Det anbefales at jordsmonnet i området mellom Steinselva og adkomstvegen ikke blir drevet.

Dersom overnevnte tiltak utføres vurderes det som lite sannsynlig at skredet vil utvikle seg bakover, samtidig som det vil motvirke nye initialskred.

TEGNINGER

10216710-RIG-TEG	-002	Borplan med beregningsprofiler
	-400.3	Tolkning av kontinuerlig ødometerforsøk CRS, borpunkt 2, dybde 5,45m
	-401.3	Tolkning av kontinuerlig ødometerforsøk CRS, borpunkt 6, dybde 9,30m
	-450.6	Tolkning av aktiv treaskialforsøk, borpunkt 2, dybde 5,5m, spenningssti i skjærfase $\sigma'_1 - \tau$ -plott (NTNU)
	-500.2	2-CPTU, In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger
	-500.5	2-CPTU, prekonsolideringstrykk, σ'_c
	-500.6	2-CPTU, overkonsolideringsgrad, OCR
	-500.7	2-CPTU, tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet
	-500.8	2-CPTU, bæreevnefaktorer (N-faktorer) for beregning av udrenert skjærfasthet
	-603	Profil 1-1, tolket lagdeling
	-604	Profil 2-2, tolket lagdeling
	-800.1	Profil 1-1, stabilitetsberegning – Dagens situasjon
	-800.2	Profil 1-1, stabilitetsberegning – Flytting av vei
	-801.1	Profil 2-2, stabilitetsberegning – Dagens situasjon

VEDLEGG

Vedlegg A - Tolkning av beregningsparametere

Vedlegg B - Stabilitetsberegninger

00	19.06.2020	Utarbeidelse	Mari M. Romstad	Magne Wold	Anders Gylland
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

1 Innledning

På formiddagen torsdag 26. september 2019 gikk det et leirskred ved Botnet på Jøa, Namsos kommune.

Skredet utviklet seg noe bakover i de påfølgende månedene. Multiconsult ble derfor i januar 2020 engasjert av NVE for å utføre geotekniske grunnundersøkelser og vurdere stabiliteten av rasgropa.

Bilder av skredgrop er vist i Figur 1-1 og Figur 1-2.



Figur 1-1 Skredkanten med bolighus i bakgrunnen, fotografert under befaring 18.02.2020



Figur 1-2 Droneskan av skredgropa fra mai 2020

1.1 Formål og bakgrunn

Multiconsult Norge AS er engasjert av NVE for å utføre geotekniske vurderinger i forbindelse med skredhendelsen. Den geotekniske vurderingen består av stabilitetsberegninger i rasgropa og vurdering av aktuelle tiltak for å redusere faren for ytterligere utvikling av skredet.

Det er utført grunnundersøkelser som grunnlag for stabilitetsberegninger og vurdering av sikringstiltak.

Foreliggende notat omfatter vurderinger av stabilitet for området etter skredhendelsen (per juni 2020) og anbefalinger av nødvendige terrengtiltak for å øke beregningsmessig sikkerhet for eksisterende bebyggelse og adkomstveg.

1.2 Kort om skredhendelsen

På formiddagen torsdag 26. september 2019 gikk det et leirskred ved Botnet på Jøa, Namsos kommune. Skredet demmet opp Steinselva langs en strekning på ca. 150 meter med rundt 2 meter vannstand i det nye elveløpet. Skredet ble antatt utløst av erosjon forårsaket av vannføring i Steinselva, kombinert med store nedbørsmengder over lengre tid.

2 Grunnlag

2.1 Kartgrunnlag

Digitalt kartgrunnlag fra området er oversendt fra NVE.

Det er utarbeidet en digital terrengmodell for situasjonen etter raset basert på dronekartlegging utført av Airsens AS i mai 2020.

2.2 Tidligere grunnundersøkelser og geotekniske vurderinger

Statens vegvesen har tidligere utført grunnundersøkelser på Storenget, på sørsiden av fv. 7080. Multiconsult utførte grunnundersøkelser i forbindelse med skredet i januar 2020. Relevante grunnundersøkelsesdatarapporter er listet opp i Tabell 2-1.

Tabell 2-1 Relevante tidligere grunnundersøkelsesrapporter

Ref	Rapportnummer	Utført av	År	Oppdragsgiver	Oppdragsnavn/ rapportnavn
[1]	Vd1444A-GEOT-R01	Statens vegvesen	2017	Statens vegvesen	Fv. 7080 Skred ved Storenget på Jøa
[2]	10216710-RIG-RAP-001	Multiconsult	2020	NVE	Ras Jøa Datarapport-Geotekniske grunnundersøkelser

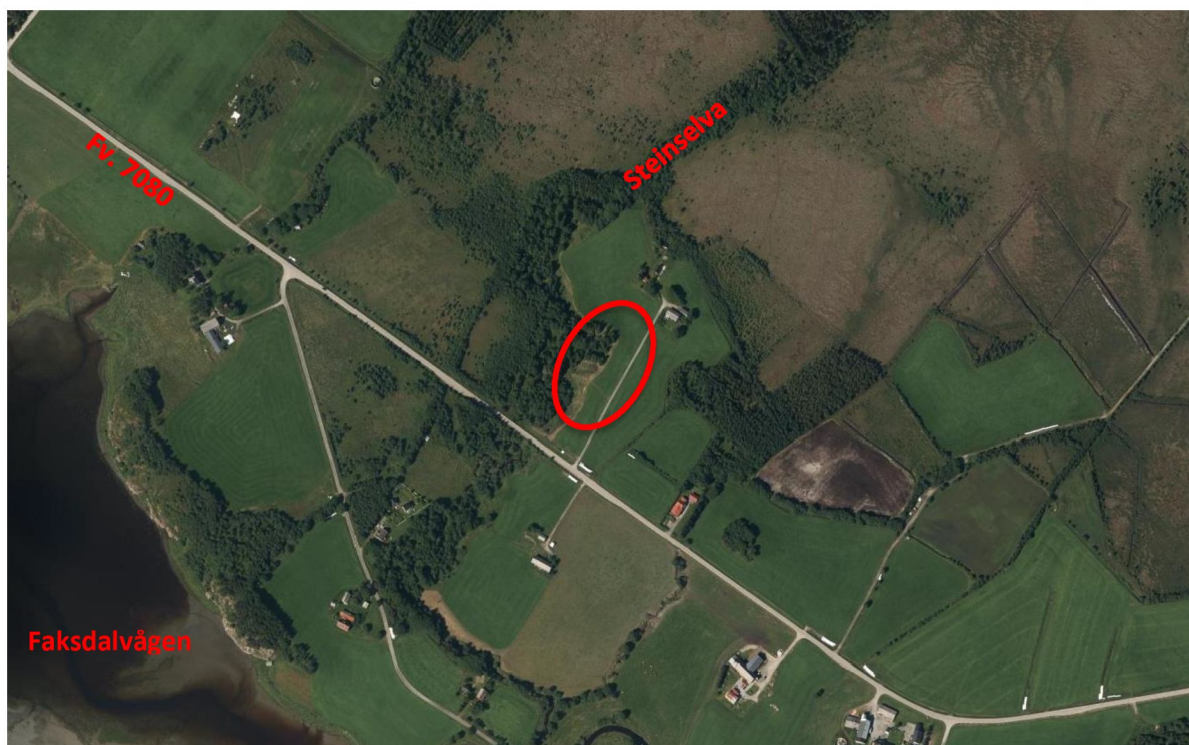
3 Topografi og grunnforhold

3.1 Topografi

Området ligger på den sørlige delen av Jøa, nordøst for Fakdalsvågen ved Botnet, fv 7080 og Steinselva, i Namsos kommune, se Figur 3-1 og Figur 3-2. Terrenget stiger nordøst fra Steinselva og opp mot Dunavegen 354/Botnet. Området består av både dyrka mark og skog. Leirskredet skjedde på vestsiden av gårdsvegen, ned mot Steinselva.



Figur 3-1 Oversiktskart med omtrentlig plassering av rasgroppa markert med rødt. Kilde: www.norgeskart.no



Figur 3-2 Flyfoto med omtrentlig plassering av rasgropa markert med rødt. Kilde: <https://kart.finn.no>

3.2 Grunnforhold

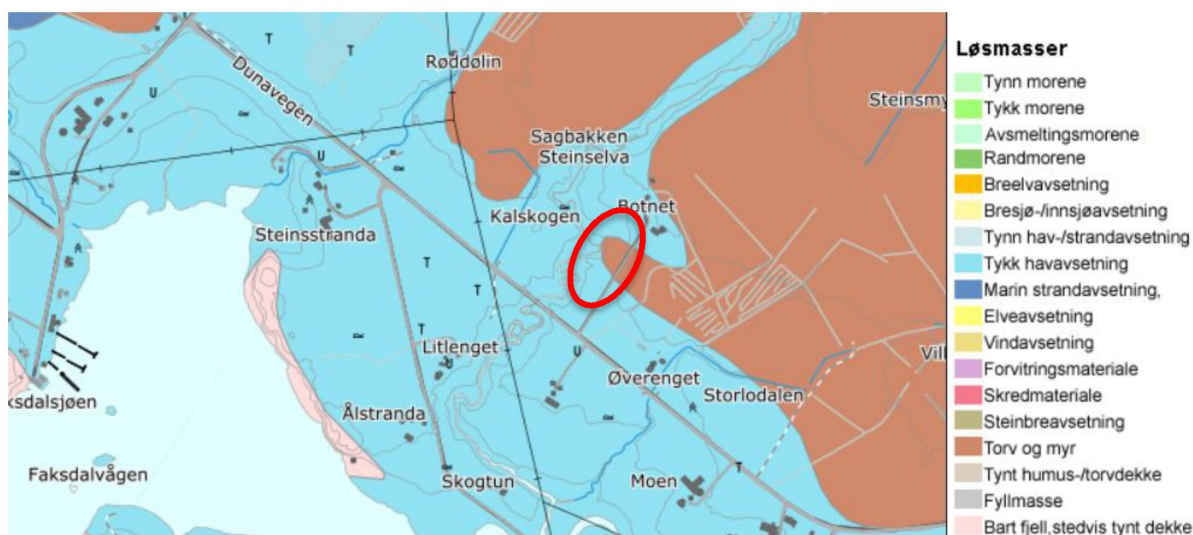
3.3 Kvartærgeologisk kart

NGUs kvartærgeologiske løsmassekart viser at det undersøkte området i hovedsak ligger i et område med tykk havavsetning med innslag av torv og myr, se Figur 3-3.

Kvikkleire og sprøbruddmateriale finnes i områder med marine avsetninger, herunder marin leire. Marine avsetninger er løsmasser som opprinnelig er avsatt i saltvann, og som på grunn av landheving etter istiden finnes nær eller over havnivå.

Torv og myr er i kvartærgeologisk løsmassekart definert som organisk jord dannet av døde planterester, mektighet av torv og myr er større enn 0,5 m. Definisjonen skiller ikke mellom ulike torvtyper. Torv og myr dannes ofte over andre avsetninger, og det kan ikke utelukkes at man finner marine avsetninger under laget med torv og myr i dette området basert på løsmassekartet.

Det kvartærgeologiske kartgrunnlaget gir en visuell oversikt over landskapsformende prosesser over tid, samt løsmassenes overordnede fordeling. Utgangspunktet for disse oversiktskartene er i all hovedsak visuell overflatekartlegging, og kun i begrenset omfang fysiske undersøkelser. Kartene gir ingen informasjon om løsmassefordeling i dybden og kun begrenset informasjon om løsmassemekthet. For mer informasjon om kvartærgeologiske kart og anvendelse/kvalitet vises til www.ngu.no.



Figur 3-3 Utsnitt av kvartærgeologisk kart - løsmasser. Omtrentlig plassering av rasgropa markert med rødt. Kilde: www.ngu.no

3.4 Eksisterende faresoner for kvikkleireskred

I henhold til faresonekart på NVE-Atlas [3] er det ingen kjente og utredede faresoner for kvikkleireskred i/nærliggende grunnundersøkellesområdet.

3.5 Grunnforhold tolket ut fra grunnundersøkelser

3.5.1 Generelt

Grunnundersøkelsene har vist at løsmassene i området generelt består av et topplag av jord med innslag av sand og finsand med mektighet på ca. 0,5 - 1,0 m, over leire og silt med enkelte gruslag.

Det er påvist kvikkleire i ett borpunkt ved rasgropa, i dybdeintervallet 5,0 m til 9,8 m under terreng. Dreietrykksonderinger indikerer kvikkleire/sprøbruddsmaterialer i flere punkter nordøst og øst for rasgropa

Poretrykksmålingene indikerer et poreovertrykk, med lavere enn hydrostatisk poretrykksfordeling i dybden.

3.5.2 Dybde til berg

Berg er ved bergkontrollboring påtruffet henholdsvis 3,4 m og 4,4 m dybde under terræng ved bolighuset.

I dreietrykksonderingene ved skredgropa og adkomstvegen ble det registrert løsmasser i hele boreddybden mellom 4,2 m til 22,4 meter under terreng, og antatt berg ble følgelig ikke påvist.

3.5.3 Løsmasser

Grunnundersøkelsene viser at løsmassene generelt består av et topplag av jord med innslag av sand og finsand med en mektighet på ca. 0,5 - 1,0 m, over leire og silt med enkelte gruslag.

Det er påvist kvikkleire i ett borpunkt ved rasgropa, i dybdeintervallet 5 meter til 9,8 meter under terreng.

Stabilitetsvurdering

3.5.4 Poretrykk og grunnvann

Det er satt ned elektrisk piezometer med minne i ett borpunkt ved rasgropa. Poretrykksmålerene er installert i dybde 7 m og 11 m under terreng. Målerne har logget en gang i døgnet.

Poretrykksmålingene indikerer et poreovertrykk, med lavere enn hydrostatisk poretrykksfordeling i dybden.

4 Sikkerhetsprinsipper

Multiconsult er engasjert for å vurdere sikkerheten for eksisterende hus og adkomstvei. I samråd med NVE er det konkludert med at vurderingene ikke skal baseres på krav iht. NVEs retningslinjer og PBL. Vurderingene vil derfor i hovedsak basere seg på den reelle skredsituasjonen og vurdering av hensiktsmessige tiltak for å fjerne utløsende skredmekanismer og forbedre sikkerheten.

5 Stabilitetsberegninger

5.1 Generelt

Det er utført stabilitetsberegninger i to utvalgte profiler ved rasgropa. Profil 1-1 er valgt som et kritisk snitt mhp. sikkerhet mot adkomstvegen til Dunavegen 354. Profil 2-2 er valgt mhp. sikkerhet mot utglidning opp mot bolighus i Dunavegen 354.

Profilene i rasgropa er antatt å være mest kritisk basert på grunnforhold, topografi og eksisterende konstruksjoner (adkomstveg og bolighus). Plassering av beregningsprofilene er vist på tegning -002. Stabilitetsberegninger er utført ved totalspenningsanalyse (ADP-analyse) og effektivspenningsanalyse ($\alpha\phi$ -analyse).

I profilene er det utført beregninger for tilstanden slik den var etter raset (per mai 2020).

5.2 Beregninger

Beskrivelse av stabilitetsberegninger og tilhørende resultater er beskrevet i vedlegg B. Resultatene av stabilitetsberegningene er vist i tegning -800.1, -800.2 og -801.1. En sammenstilling av oppnådd sikkerhetsfaktor for kritiske glideflater er vist i Tabell 5-1. Beskrivelse av valgte materialparametere er vist i vedlegg A.

Tabell 5-1 Beregnet sikkerhetsfaktor for kritiske skjærflater

Profil	Analyse	Skråningsstabilitet, dagens situasjon [γ_m]	Skråningsstabilitet, etter omlegging adkomstveg [γ_m]
1-1	ADP	1,11	1,19
	$\alpha\phi$	1,35	1,35
2-2	ADP	1,06	.*
	$\alpha\phi$	1,35	.*

*Ikke utført stabilitetsberegning, da omlegging av vegen ikke påvirker kritisk skjærflate.

5.3 Situasjon for bebyggelse i Dunavegen 354

Utførte grunnundersøkelser indikerer at det er et sammenhengende lag med kvikkleire fra skredgropa til huset i Dunavegen 354, slik tegning -604 viser. Generelt kan løснеområder for

Stabilitetsvurdering

kvikkleireskred avgrenses til områder med helning større enn 1:15 [4]. Basert på dette kriteriet ligger huset i Dunavegen 354 innenfor et mulig løsnedområde for kvikkleireskred.

Det er utført beregninger av stabilitet for glideflater som berører huset direkte og for lokalstabilitet i skredgropa, se tegning -801.1. Beregningene viser at sikkerheten er henholdsvis 1,23 og 1,06, og lavere enn krav til sikkerhetsnivå iht. NVEs retningslinjer. Det anbefales å kontrollere mulige utløsende årsaker til skred gjennom sikringstiltak. Anbefalte tiltak for å oppnå dette beskrives i avsnitt 5.3.

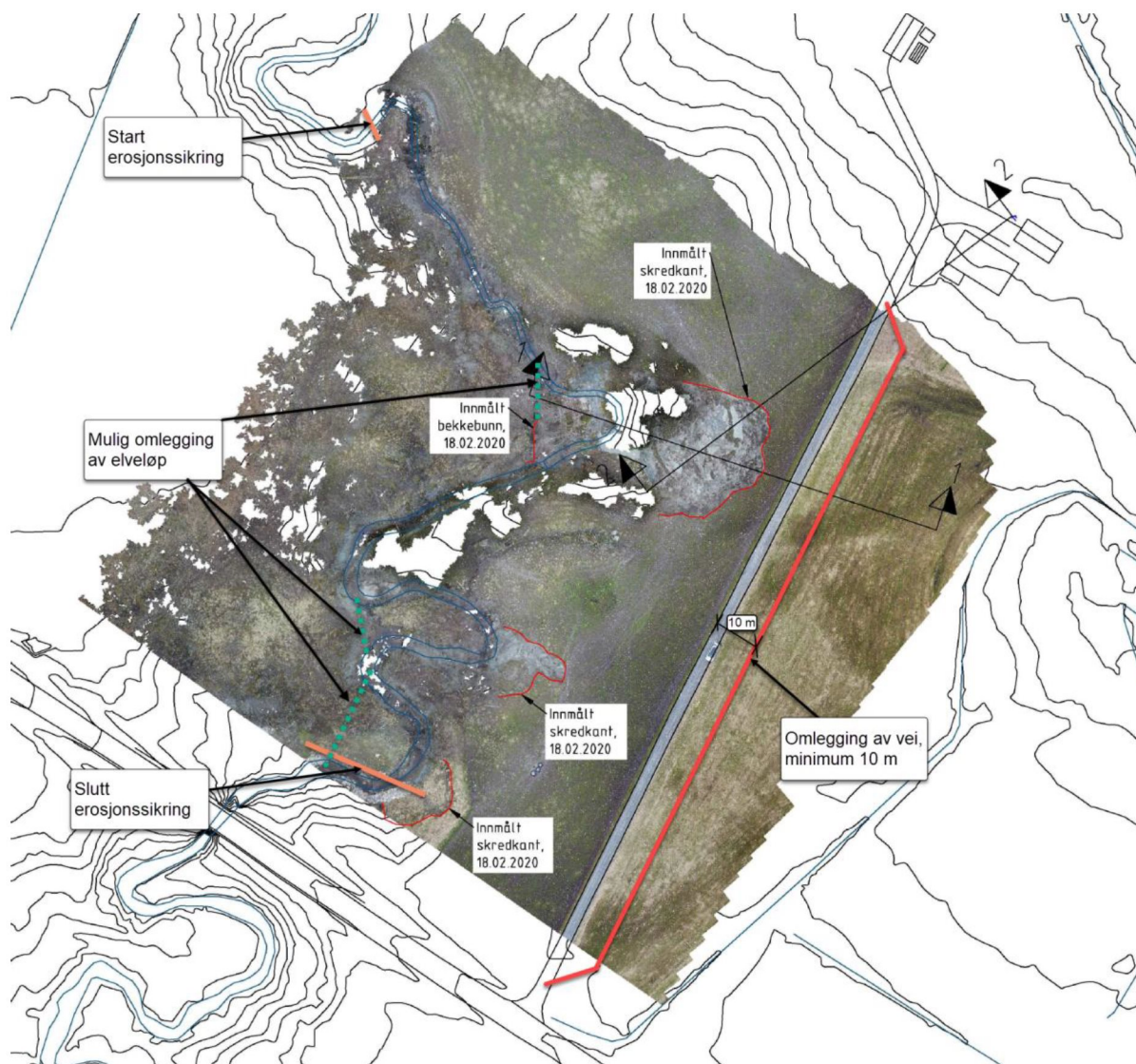
5.4 Sikringstiltak

Med bakgrunn i de utførte stabilitetsberegningene er det utarbeidet et forslag til sikringstiltak. Det vurderes å være lite hensiktsmessig å etablere en motfylling i rasgropa, da dette vil medføre unødvendig risiko for utførende pga. svært bløte masser.

Det anbefales å erosjonssikre Steinselva, da dette vil motvirke erosjon i bunn av skråning som kan utløse initialskred og påfølgende kvikkleireskred. Det er observert mindre utglidninger nedstrøms rasgropa og det anbefales derfor at det erosjonssikres fra oppstrøms rasgropa og ned til allerede etablert erosjonssikring ved fv. 7080. Det anbefales også at elveløpet legges om i en ny trasé for å forhindre erosjon i yttersving av elva.

For å bedre stabiliteten i skråningen tilrådes det en omlegging av eksisterende adkomstveg. Vegen bør flyttes minst ti meter østover. Det vil også være hensiktsmessig å slake ut eksisterende skredkant. Bruk av tunge kjøretøy nær kanten av skråningen vil påvirke stabiliteten negativt. Det anbefales derfor at jordbruksarealet i området mellom Steinselva og adkomstvegen ikke blir drevet.

Anbefalte tiltak er presentert i Figur 5-1.



Figur 5-1: Skisse av tiltak med erosjonssikring (oransje linje), flytting av vei (rød linje) og mulig omlegging av elveløp (grønn linje).

6 Vurdering av skred

6.1 Generelt

Skredet kan defineres som et rotasjonsskred. Det ble observert en retrogressiv utvikling av skredkanten i tiden etter skredet, men Multiconsult mangler god dokumentasjon på dette. Sammenligning av innmåling av skredkanten fra befaring i februar og dronescan fra mai indikerer at skredkanten ikke har forflyttet seg bakover i denne perioden. Det er påvist kvikkleire i området bak skredkanten, og det er derfor en risiko for en videre retrogressiv utvikling av skredet.

Det ble målt store nedbørsmengder i tiden før skredet, og det ble målt poreovertrykk bak skredkanten. Dette, i kombinasjon med undergraving av skredkanten på grunn av stor vannføring i bekken, vil påvirke skråningsstabiliteten negativt.

Det er vanskelig å fastslå med sikkerhet hvordan skredet ble utløst, men med bakgrunn i observasjonene som er gjort i skredgropa og grunnforholdene som er avdekket i grunnundersøkelsene antas det at skredet er utløst av et mindre initialscred nede i rasgropa i kombinasjon med høyt poretrykk i skråningen. Initialskredet kan være utløst som følge av erosjon i skråningsfoten på grunn av stor vannføring i elva.

6.2 Utredning stabilitetsforhold

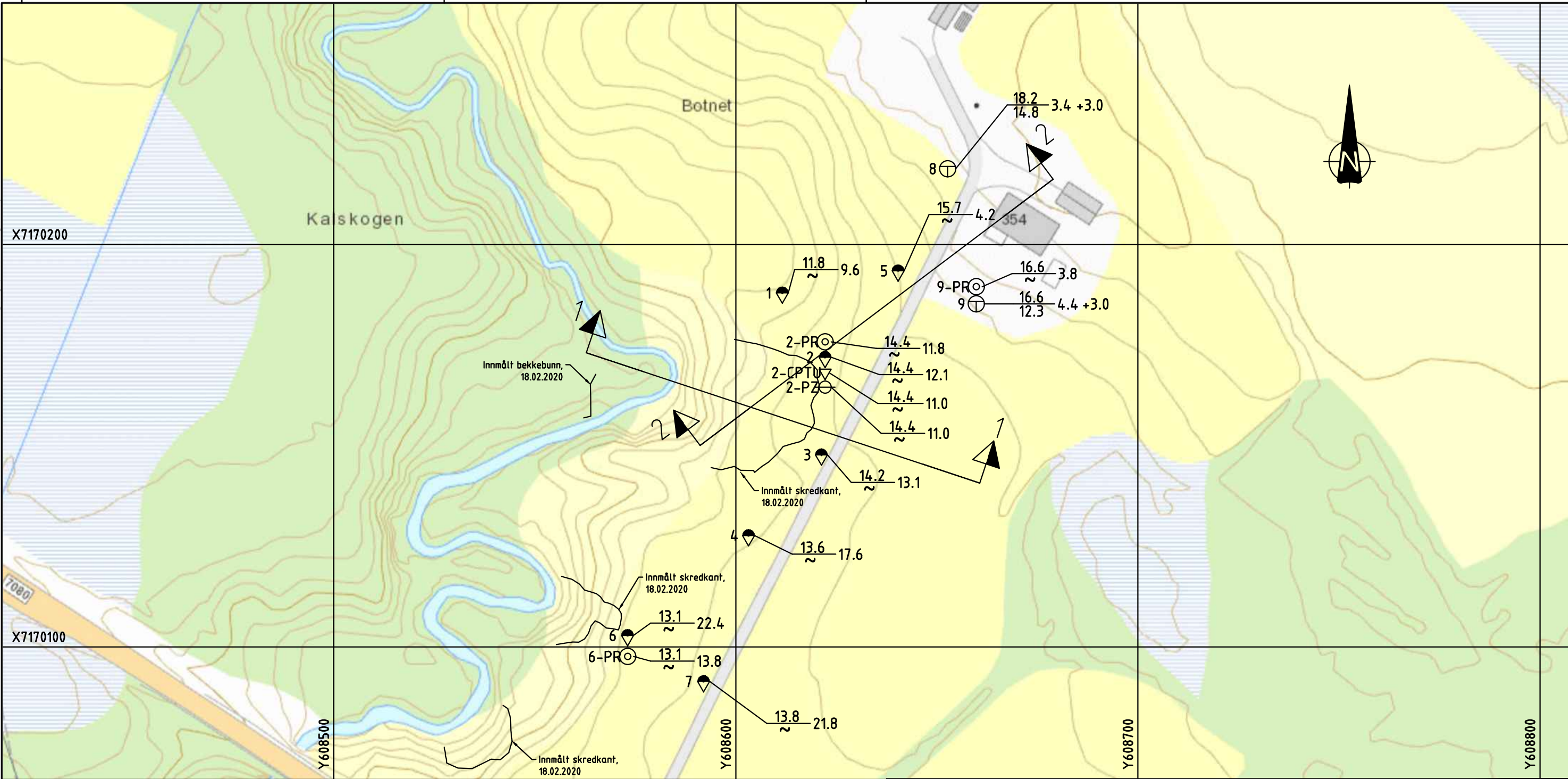
Stabiliteten av skråningen er generelt forbedret etter skredhendelsen, men sikkerheten mot utglidning er ikke tilstrekkelig iht. NVEs retningslinjer. Det har blitt vurdert å være lite hensiktsmessig å etablere en motfylling i rasgropa. Stabiliserende tiltak i form av erosjonssikring og omlegging av elveløpet vil motvirke videre erosjon og påfølgende initialskred. Omlegging av eksisterende adkomstveg 10 m mot øst vil beregningsmessig øke stabiliteten i skråningen. En utslaking av skredkanten vil også øke stabiliteten i skråningen. Det anbefales at jordsmonnet i området mellom Steinselva og adkomstvegen ikke blir drevet.

Dersom overnevnte tiltak utføres vurderes det som lite sannsynlig at skredet vil utvikle seg bakover og true veg eller bebyggelse. Omlegging av elveløp og erosjonssikring vil også forhindre nye initialskred.

7 Referanser

- [1] Rapport Vd1444A-GEOT-R01, utført av Statens vegvesen i 2017 «Fv. 7080 Skred ved Storenget på Jøa»
- [2] Rapport 10216710-RIG-RAP-001, utført av Multiconsult i 2020 «Ras Jøa – Datarapport geotekniske grunnundersøkelser»
- [3] Norges Vassdrags- og energidirektorat (NVE), www.atlas.nve.no
- [4] NVE (2014) Retningslinjer 2/2011, Flaum- og skredfare i arealplanar.

\\TRH-Nasuni-01\TRH_Projekt\10216710-01\10216710-01-03 ARBEIDSMAPPE\10216710-01 RIG\10216710-01-04 TEGNINGER\10216710-RIG-TEG-002 BORPLAN med beregningsprofiler.dwg, - Layout: (A3), - Plottet av: pernw, Dato: 2020.06.15 kl



TEGNFORKLARING:

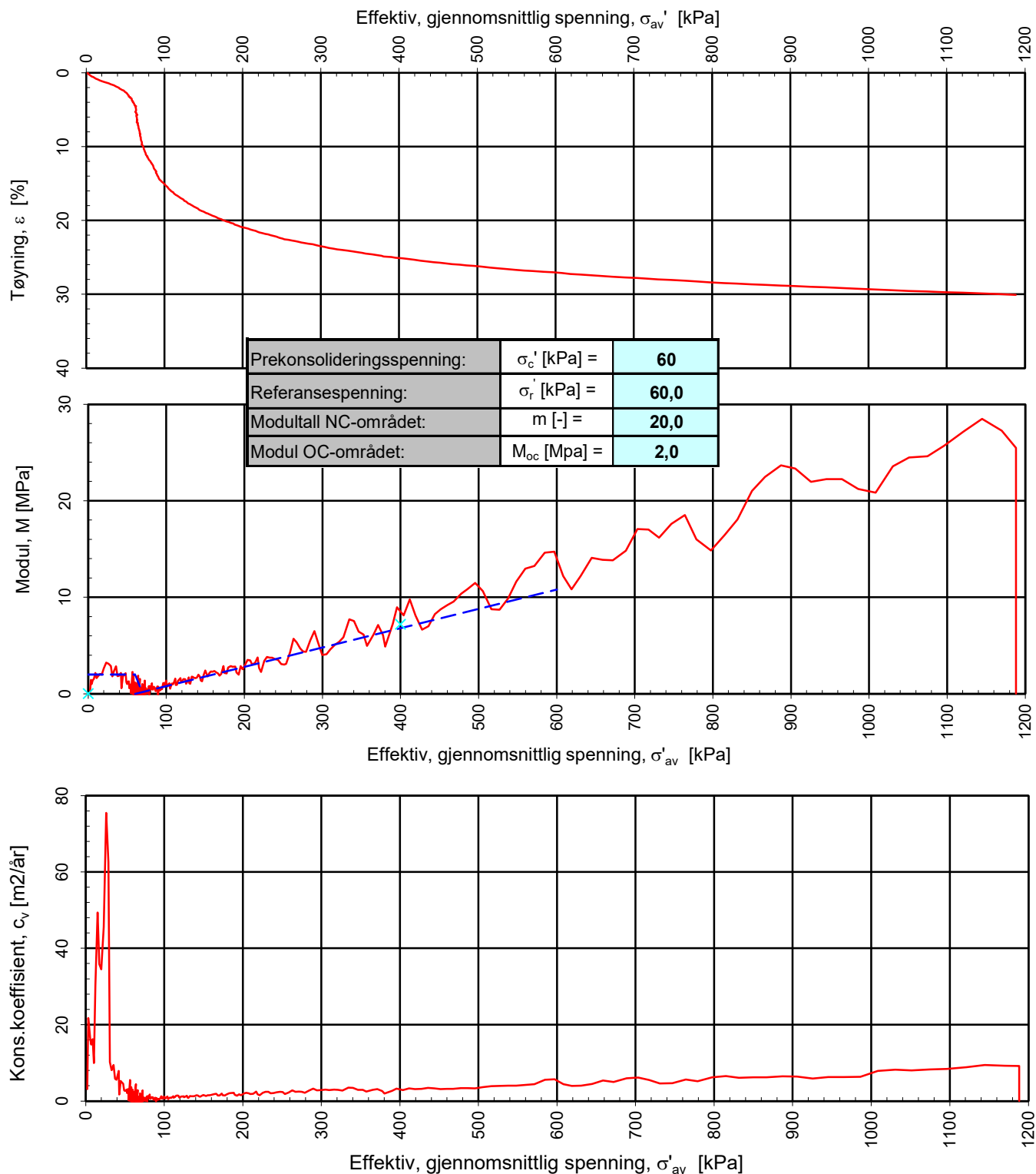
- DRIESONDERING
- ENKEL SONDERING
- ▼ RAMSONDERING
- ▽ TRYKKSONDERING
- ⊕ TOTALSONDERING
- ⊙ PRØVESERIE
- PRØVEGROP
- ◆ DREIETRYKKSONDERING
- ⊞ SKRUPLATEFORSØK
- +
- ⊕ PORETRYKKMÅLING
- ⊙ KJERNEBORING
- ★ FJELLKONTROLLBORING
- ⋈ BERG I DAGEN

KARTGRUNNLAG:
KOORDINATSYSTEM:
HØYDEREFERANSE:
UTGANGSPUNKT FOR NIVELLEMENT:
BORBOK NR:
LAB.BOK NR:

Digitalt kart fra Gislink
UTM Sone 32V
NN 2000
GPS GLONAS CPOS
Digital
Digital

EKSEMPEL
BP 1 ⊕ $\frac{43.0}{28.2}$ — TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE
14.8+2.4 — BORET DYBDE + BORET I BERG
— ANTATT BERGKOTE

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
	NVE		Fag	Format	
	Ras Jøa		Geoteknikk	A3	
	Borplan m/ beregningsprofiler		Dato	12.06.2020	
			Format/Målestokk:	1:1000	
Multiconsult		Status utsendt	Konstr./Tegnet PERNW	Kontrollert MAGW	Godkjent ANG
Oppdragsnr. 10216710		Tegningsnr. RIG-TEG-002		Rev. 00	



Densitet ρ (g/cm³): **1,93**
 Vanninnhold w (%): **34,10**

Effektivt overlagingstrykk, σ'_{vo} (kPa): **48,67**

NVE
Ras Jøa

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

Tegningens filnavn:

10216710-RIG-TEG-400_h2, 5,45m

MULTICONSULT
NORGE AS

Sluppenvegen 15,
 7486 TRONDHEIM
 Tlf.: 73 10 62 00
 Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:
 04.02.2020

Forsøknr.:
 1

Oppdrag nr.:
 10216710

Dybde, z (m):
 5,45

Tegnet av:
 PERNW

Tegning nr.:
 RIG-TEG-400.3

Borpunkt nr.:
 2

Kontrollert:
 MAGW

Prosedyre:
 CRS

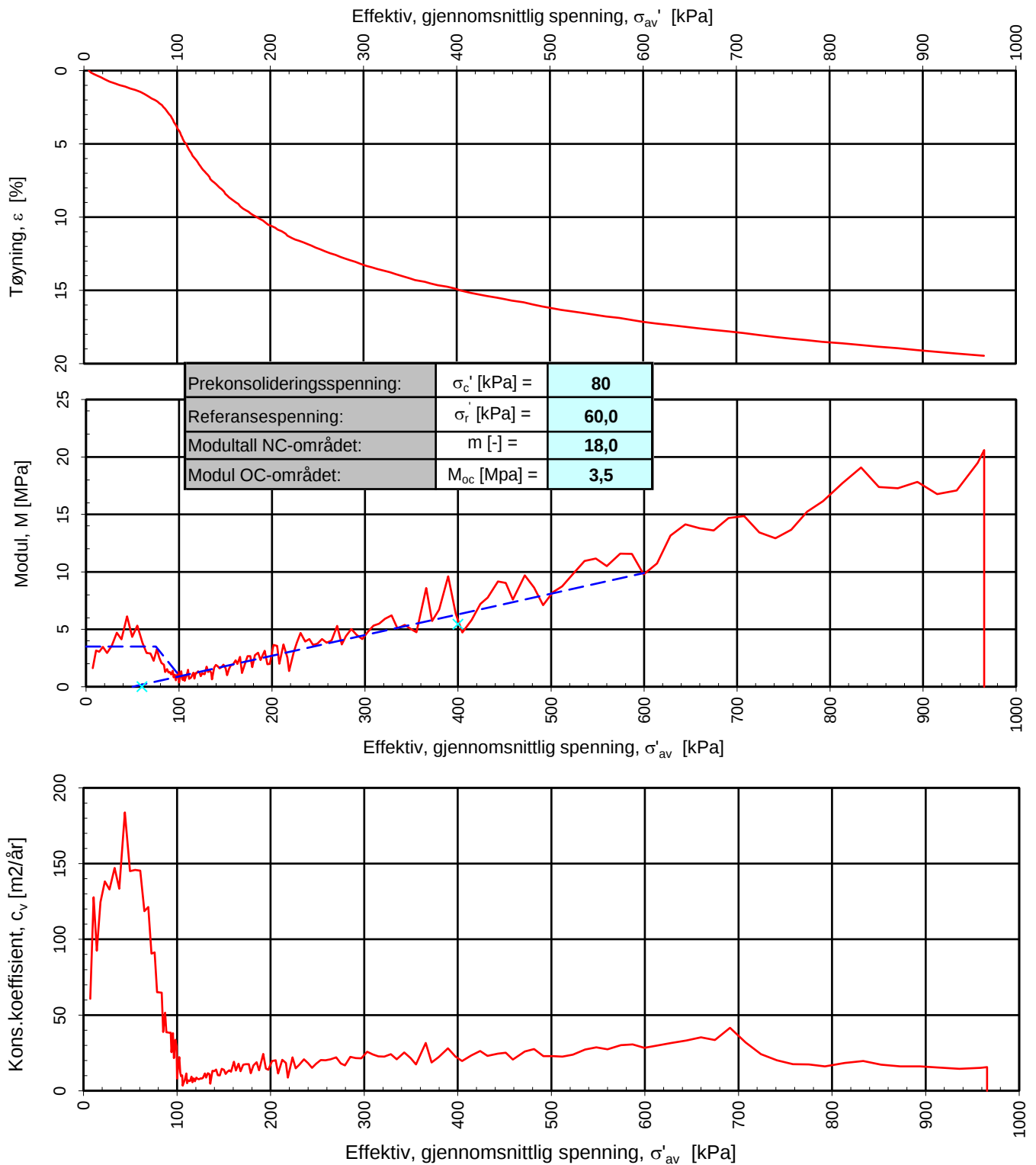
Multiconsult

Godkjent:

ANG

Programrevisjon:

16.07.2018



Densitet ρ (g/cm³): **1,92**
 Vanninnhold w (%): **36,30**

Effektivt overlagingstrykk, σ'_{vo} (kPa): **132,12**

NVE
10216710

Tegningens filnavn:
 10216710-RIG-TEG-401_h6, d9,30m

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

Multiconsult

MULTICONSULT
NORGE AS

Sluppenvegen 15,
 7486 TRONDHEIM
 Tlf.: 73 10 62 00
 Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:
 10.02.2020

Dybde, z (m):
 9,30

Borpunkt nr.:
 6

Forsøknr.:
 2

Tegnet av:
 PERNW

Kontrollert:
 MAGW

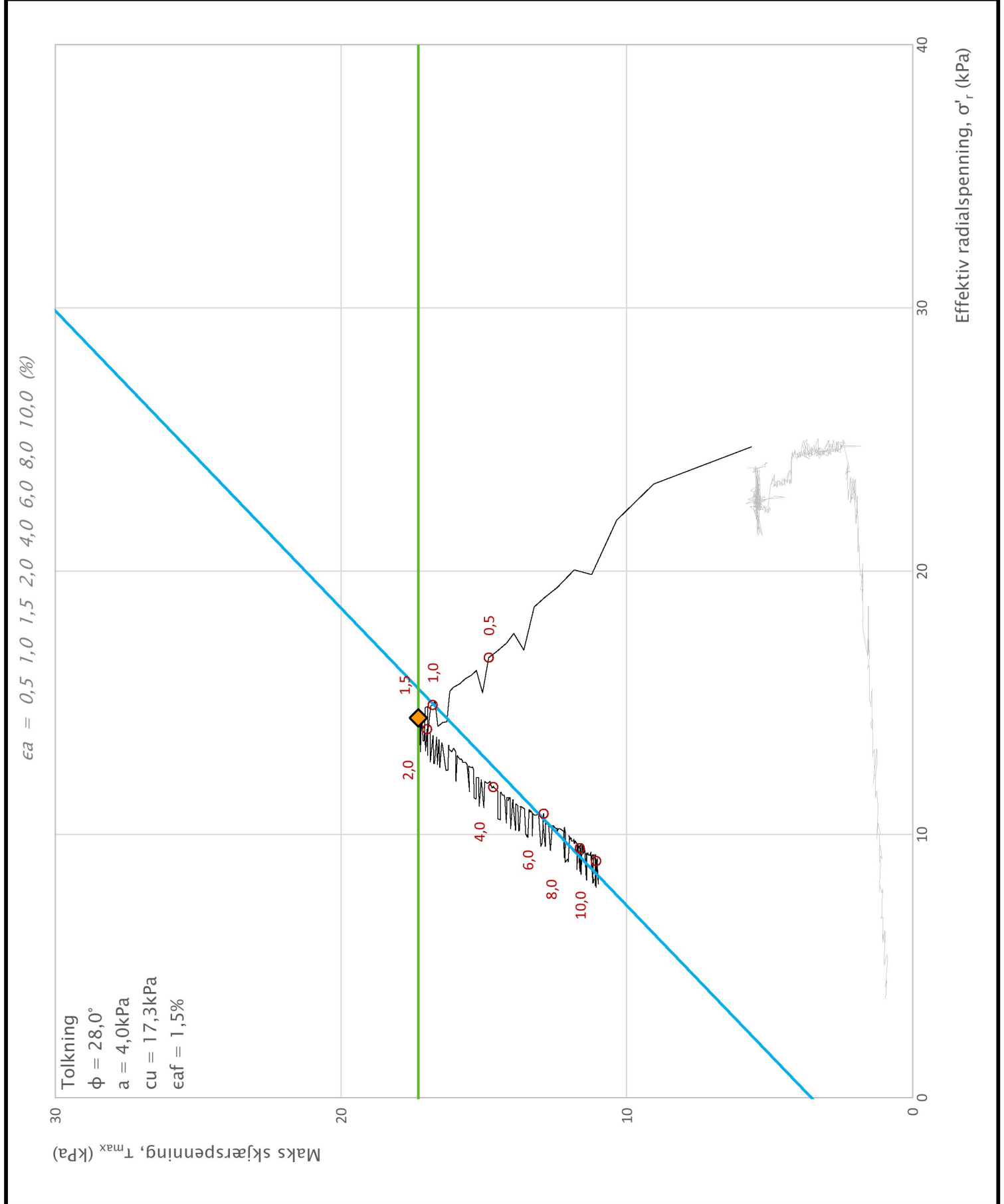
Godkjent:
 MAGW

Oppdrag nr.:
 10216710

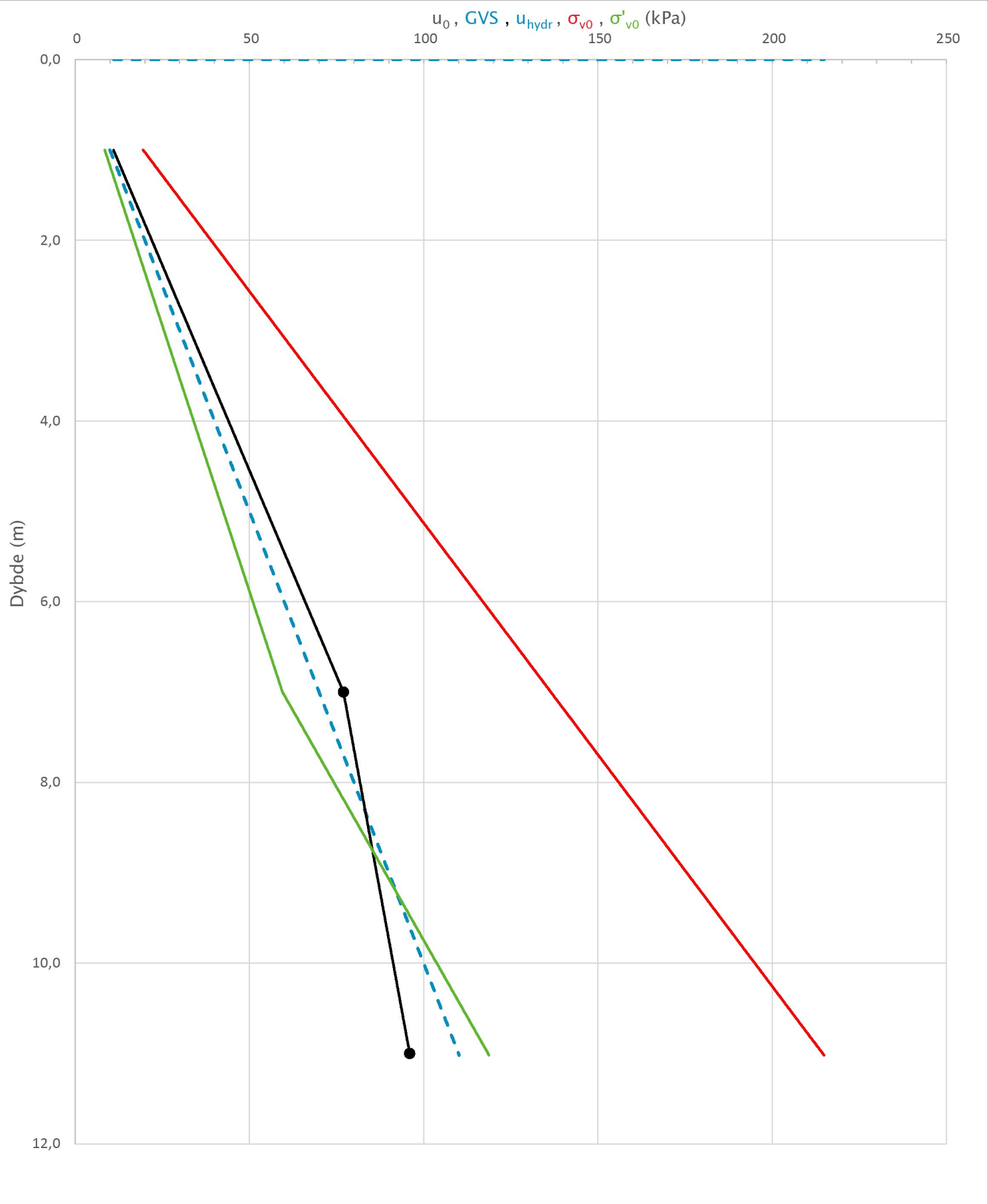
Tegning nr.:
 RIG-TEG-401.3

Prosedyre:
 CRS

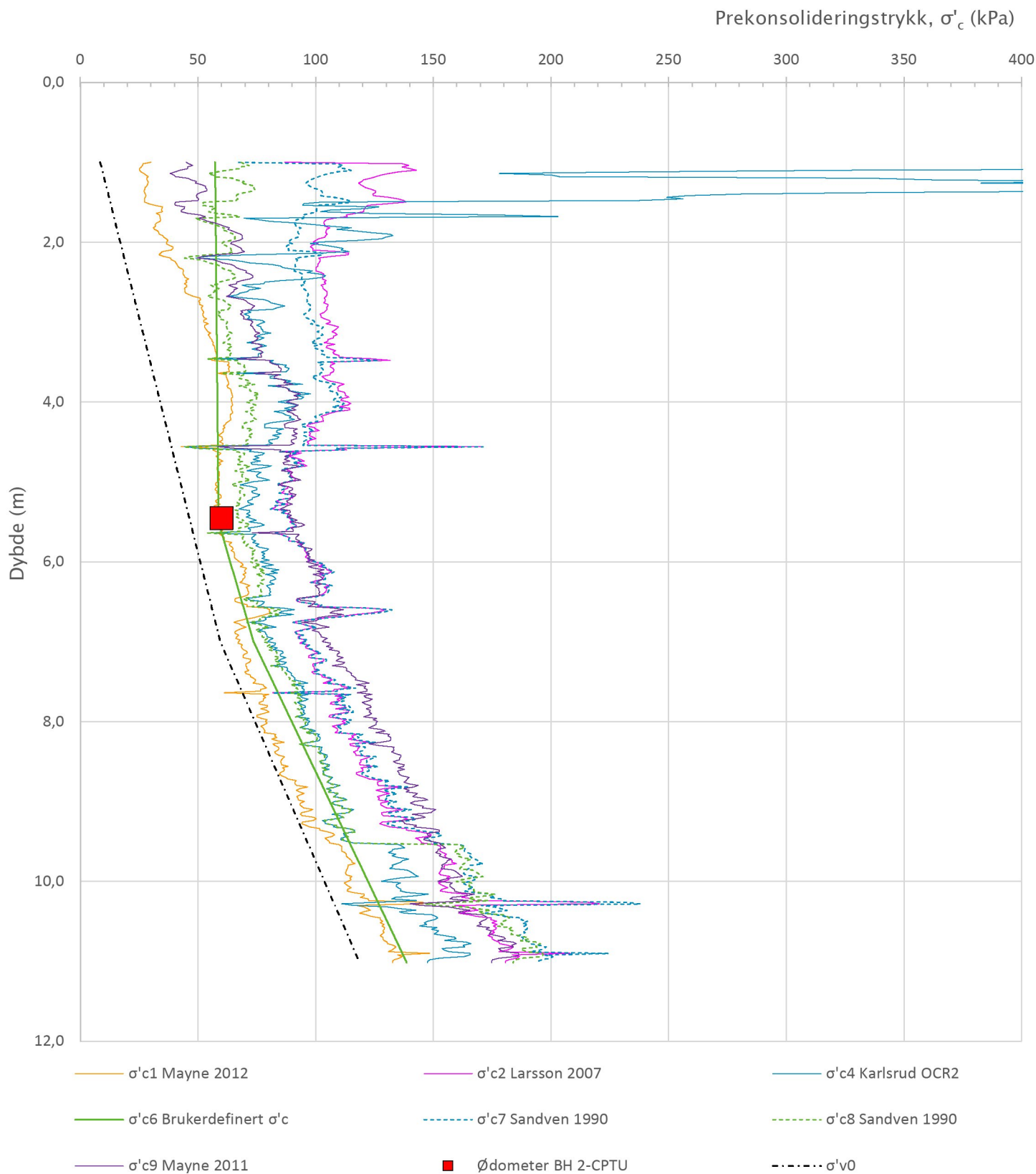
Programrevisjon:
 16.07.2018



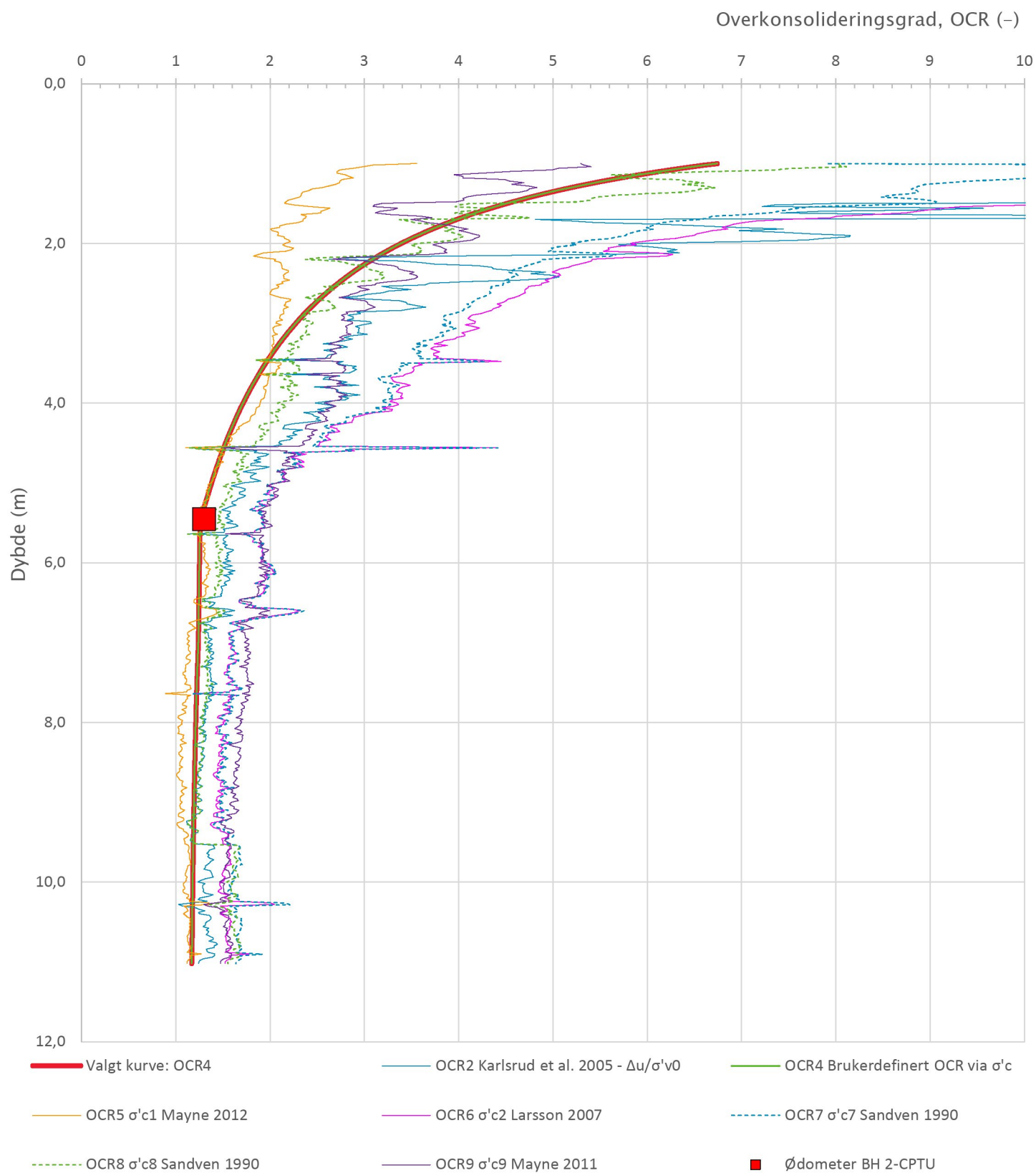
Prosjekt		Prosjektnummer: 10216710. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00		Borhull
Ras Jøa				2
Innhold		Spenningssti i skjærfase, σ'_r - τ plott (NTNU) m/ tolkning		Dybde (m)
				5,50
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype
	PERNW	MAGW	ANG	CAUc
	Region	Dato utført	Revisjon	Figur
	Midt	06.02.2020	0	450.6
			Rev. dato 09.06.2020	



Prosjekt				Prosjektnummer: 10216710 Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00		Borhull		Kote +14,4	
Ras Jøa						2-CPTU			
Innhold						Sondennummer			
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger						5288			
Multiconsult	Tegnet		Kontrollert		Godkjent		Anvend.klasse		
	PERNW		MAGW		ANG		1		
	Utførende		Dato sondering		Revisjon		RIG-TEG		
	Multiconsult Norge AS		20-01-29		Rev. dato		500.2		
				00					
				09.06.2020					



Prosjekt		Prosjektnummer: 10216710 Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00		Borhull	Kote +14,4
Ras Jøa				2-CPTU	
Innhold				Sondennummer	
Prekonsolideringstrykk, σ'_c				5288	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	PERNW	MAGW	ANG	1	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	
Multiconsult Norge A		20-01-29	Rev. dato 09.06.2020	500.5	



Prosjekt			Prosjektnummer: 10216710 Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00			Borhull	Kote +14,4
Ras Jøa						2-CPTU	
Innhold						Sondennummer	
Overkonsolideringsgrad, OCR						5288	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse			
	PERNW	MAGW	ANG	1			
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG			
	Multiconsult Norge A	20-01-29	Rev. dato	500.6			

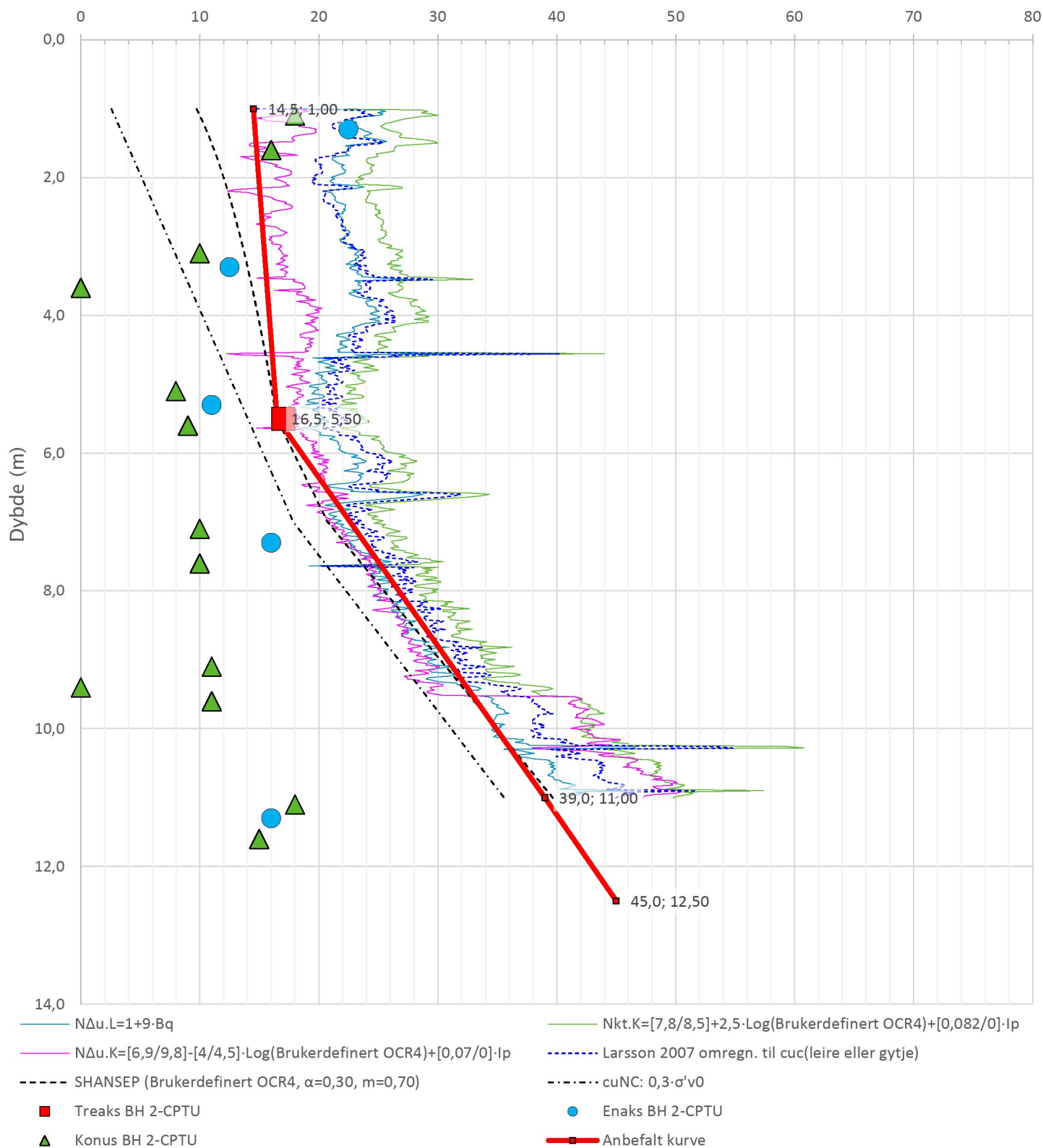
Anisotropiforhold i figur:

Treaks BH 2-CPTU: $c_uC/c_{ucptu} = 1,000$

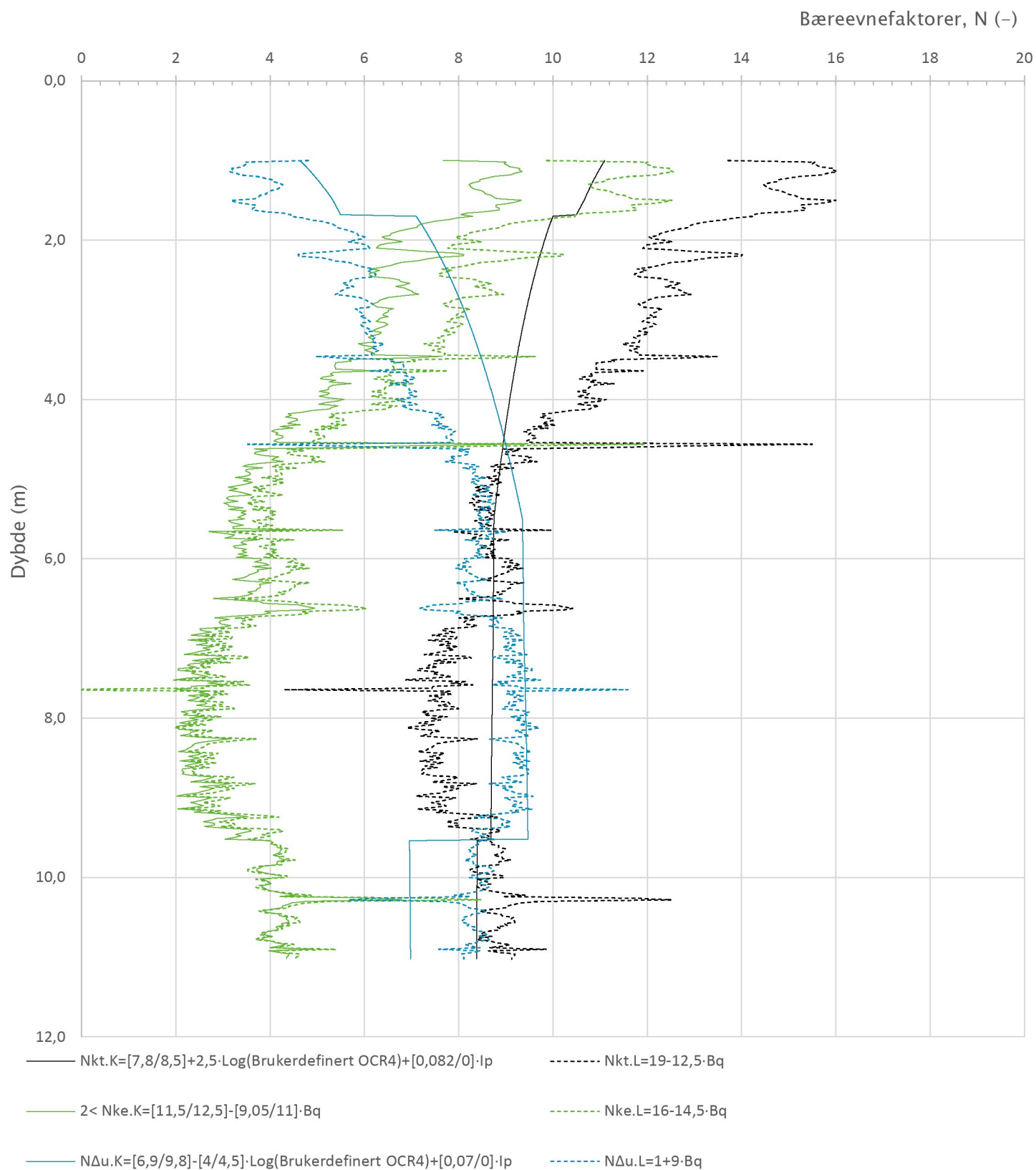
Enaks BH 2-CPTU: $c_{uuc}/c_{ucptu} = 1,000$

Konus BH 2-CPTU: $c_{ufc}/c_{ucptu} = 1,000$

Udrenert aktiv skjærfasthet, c_{ucptu} (kPa)



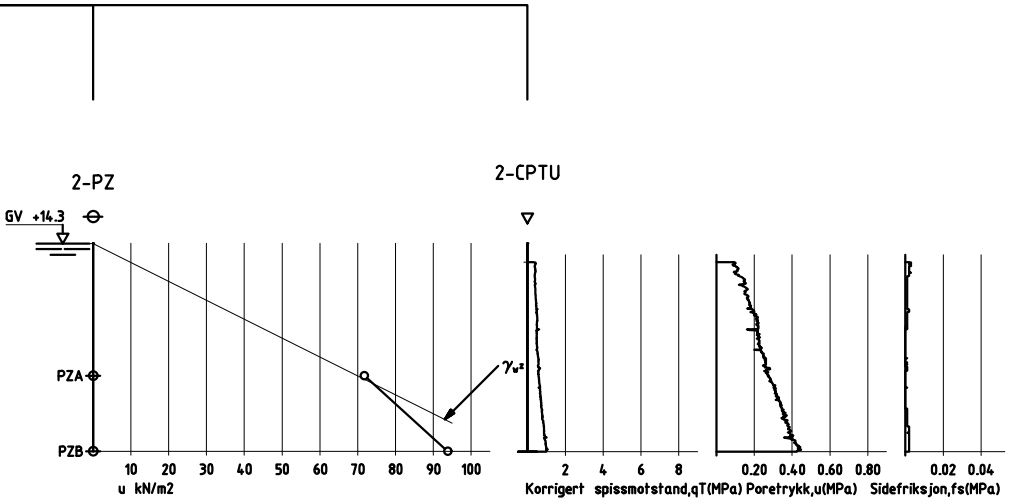
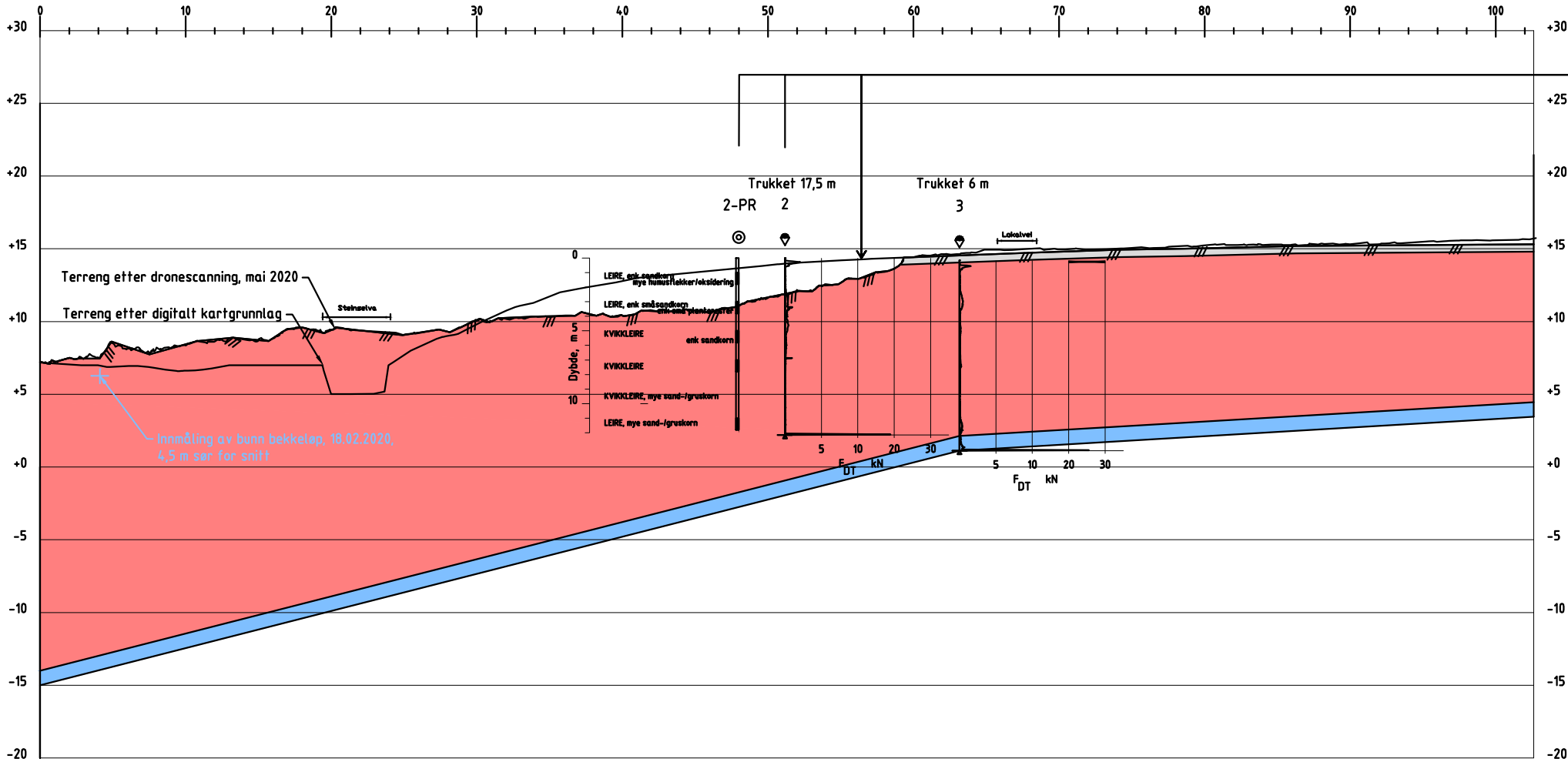
Prosjekt		Prosjektnummer: 10216710 Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00		Borhull	Kote +14,4
Ras Jøa				2-CPTU	
Innhold				Sondenummer	
Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				5288	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	PERNW	MAGW	ANG	1	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	
Multiconsult Norge A		20-01-29	Rev. dato 09.06.2020	500.7	



Prosjekt			Prosjektnummer: 10216710 Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00			Borhull		Kote +14,4	
Ras Jøa						2-CPTU			
Innhold						Sondennummer			
Bæreevnfaktorer (N-faktorer) for beregning av udrenert skjærfasthet						5288			
Multiconsult	Tegnet		Kontrollert		Godkjent		Anvend.klasse		
	PERNW		MAGW		ANG		1		
	Utførende		Dato sondering		Revisjon		RIG-TEG		
Multiconsult Norge A		20-01-29		Rev. dato		00		500.8	
				09.06.2020					

\\TRH-Nasuni-01\TRH_Projekt\010216\10216710-01\10216710-01\03 ARBEIDSMÅRADE\10216710-01 RIG\10216710-RIG-TEG-603 Profil 1-1.dwg, - Layout: (600-tegning (Profil - A3)), - Plottet av: pernw, Dato: 2020.06.12 kl 11

- Tørreskorpeleire
- Sprøbruddmateriale
- Leire



Profil 1-1

Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

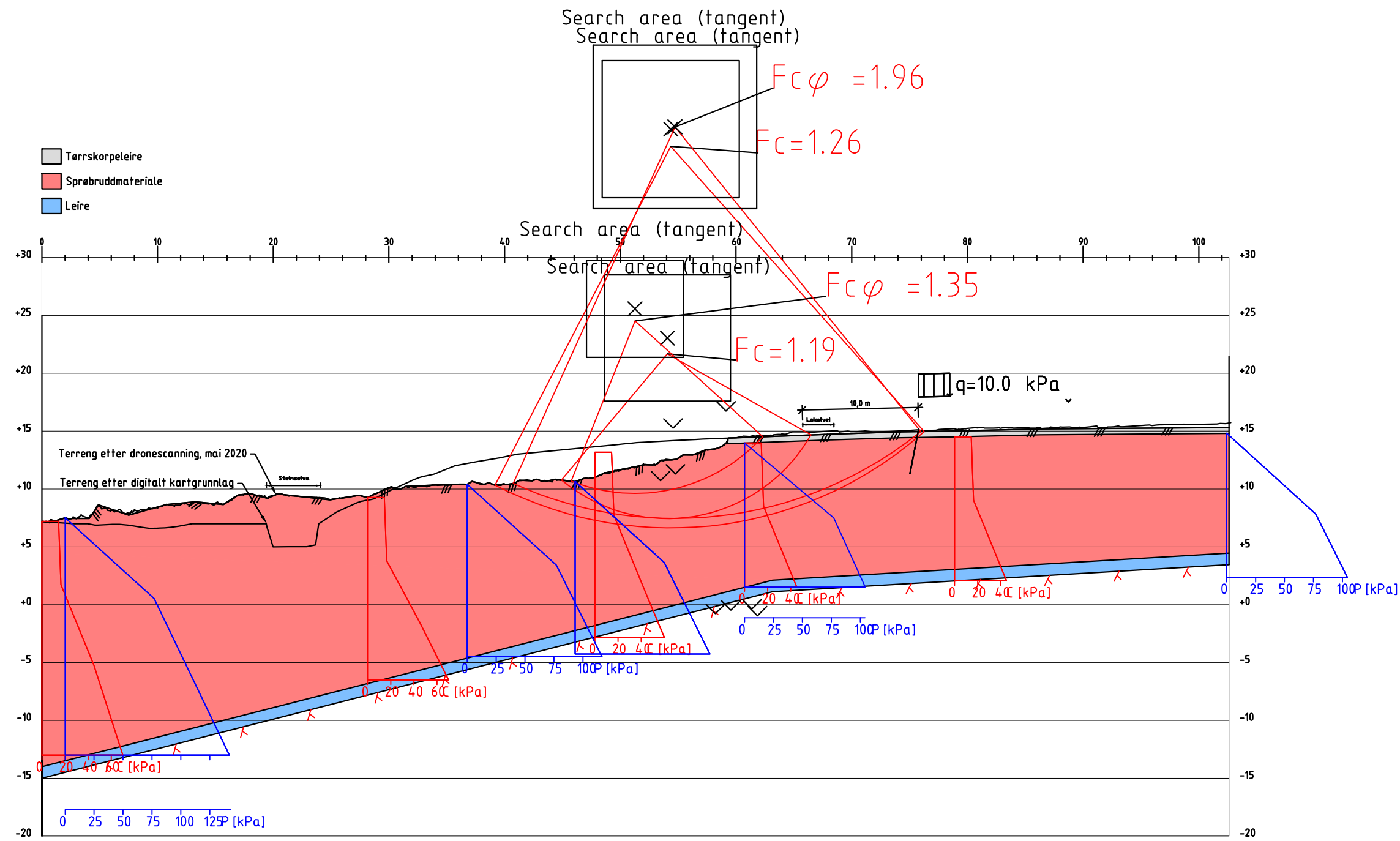
Multiconsult
www.multiconsult.no

NVE
Ras Jøa
Profil 1-1
Tolket lagdeling

KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART OG DRONSCAN		KOORDINATSYSTEM: EUREF89, sone 32	
HØYDEREFERANSE: NN2000			
Status	utsendt	Fag	RIG
Konstr./Tegnet	PERNW	Kontrollert	MAGW
Oppdragsnr.	10216710-02	Tegningsnr.	RIG-TEG-603
		Rev.	00

\\TRH-Nasuni-01\TRH_Projekt\010216\10216710-01-03 ARBEIDSMÅRADE\10216710-01-04 TEGNINGER\Stabilitetsberegninger\003 SNITT 1-1 - Med flytting av veidwg. - Layout: (600-tegning (Profil - A3)) - Plottet av p

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørreskorpe	19.00	9.00	30.0	0.0				
Sprøbruddmaterie	19.00	9.00	28.0	2.1		C-prof0.85	0.63	0.35
Leire	19.00	9.00	28.0	2.1		C-prof1.00	0.63	0.35



Profil 1-1

KARTGRUNNLAG: KOORDINATSYSTEM: HØYDEREFERANSE:		DIGITALT KART OG DRONSCAN EUREF89, sone 32 NN2000	
Status	utsendt	Fag	RIG
Konstr./Tegnet	PERNW	Kontrollert	MAGW
Oppdragsnr.	10216710-02	Tegningsnr.	RIG-TEG-800.2
		Original format	A3
		Godkjent	ANG
		Dato	12.06.2020
		Målestokk	1:400
		Rev.	00

Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.



www.multiconsult.no

NVE

Ras Jøa

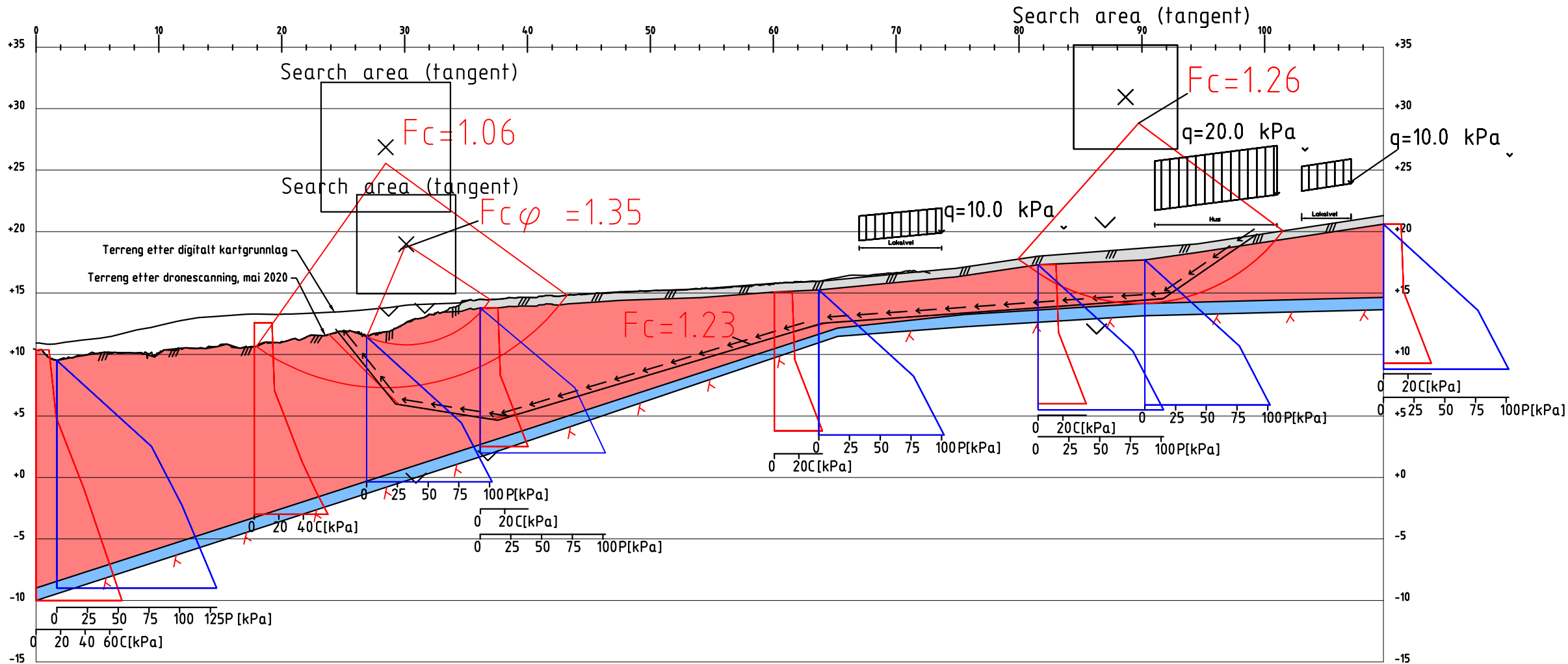
Profil 1-1

Stabilitetsberegning - Flytting av vei

\\TRH-Nasuni-01\TRH_Projekt\010216\10216710-01-04 TEGNING\Stabilitetsberegninger\101 profil 2-2 - dagens situasjon.dwg, - Layout: (600-tegning (Profil - A3)); - Plottet av per

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørreskorpe	19.00	9.00	30.0	0.0				
Sprøbruddmaterie	19.00	9.00	28.0	2.1		C-prof0.85	0.63	0.35
Leire	19.00	9.00	28.0	2.1		C-prof1.00	0.63	0.35

- Tørreskorpeleire
- Sprøbruddmateriale
- Leire



Profil 2-2

Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult

www.multiconsult.no

NVE

Ras Jøa
Profil 2-2
Stabilitetsberegning - Dagens situasjon

KARTGRUNNLAG: KOORDINATSYSTEM: HØYDEREFERANSE:		DIGITALT KART OG DRONSCAN EUREF89, sone 32 NN2000		
Status	utsendt	Fag	RIG	Original format
Konstr./Tegnet	PERNW	Kontrollert	MAGW	A3
Oppdragsnr.	10216710-02	Tegningsnr.	RIG-TEG-801.1	Dato
				12.06.2020
				Målestokk
				1:400
				Rev.
				00

Vedlegg A

Tolkning av beregningsparametere

Innholdsfortegnelse

A	Tolkning av beregningsparametere	1
A.1	Kvalitet av undersøkelser	1
A.2	Tyngdetetthet	1
A.3	Grunnvannsnivå og poretrykk	1
A.4	Tidligere overlagring	2
A.5	Udrenerte styrkeparametere	3
A.6	Effektivspenningsparametere	3
A.7	Materialparametere	3
A.8	Referanser	4

A Tolkning av beregningsparametere

Tolkning av beregningsparametere er basert på resultater fra grunnundersøkelser utført i etterkant av skredhendelsen ved Jøa den 26. september 2019. Grunnundersøkelsene er presentert i rapport 10216710-RIG-RAP-001 [1].

Valgte parametere er oppsummert i Tabell A-5.

A.1 Kvalitet av undersøkelser

Det er utført 2 treaksialforsøk på området i henholdsvis bp. 2 og bp. 6. Basert på vurdering av prøve kvalitet ved volumtøying og poretrykk, vurderes prøven fra bp. 2 å falle inn under betegnelsen «godt forsøk», mens prøven i bp. 6 faller inn under betegnelsen «dårlig forsøk».

CPTU-sonderinger klassifiseres i anvendelsesklasser 1 til 4 for spissmotstand, sidefriksjon og poretrykk på grunnlag av nullpunktsforskyvninger og maksimal inklinasjon etter NGF melding nr. 5 [3]. CPTU-sonderingen i bp. 2 er i anvendelsesklasse 1 for poretrykk, sidefriksjon og spissmotstand. For spissmotstanden og sidefriksjonen er det påvist et høyt %-vis avvik på nøyaktigheten. Dette kriteriet er følsomt ved lave oppnådde maksimalverdier, som er tilfellet i CPTU-sonderingen i bp. 2, og kriteriet er derfor lite vektlagt for denne sonderingen.

Ødometerforsøkene i bp. 2 og bp. 6 viser generelt god prøve kvalitet med tydelig prekonsolidert område.

A.2 Tyngdetetthet

Målt tyngdetetthet på opptatte prøver er benyttet som grunnlag for å bestemme representativ tyngdetetthet.

For materialer hvor det ikke finnes målte verdier av tyngdetetthet er det benyttet erfaringsverdier iht. SVV Håndbok V220.

A.3 Grunnvannsnivå og poretrykk

Det er utført poretrykksmålninger i borpunkt 2, henholdsvis 7 m og 11 m under terreng. Tabell A-1 gir en oppsummering av tolket grunnvannsforhold fra rapport 10216710-RIG-RAP-001 [1].

Tabell A-1: Oppsummering av poretrykksmålinger fra rapport 10216710-RIG-RAP-001 [1].

Borhull	Dato avlesning	Dybde piezometer [m]	Trykkehøyde, kote
2	31.01.2020- 18.02.2020	7,0	+15
2	31.01.2020- 18.02.2020	11,0	+13

Basert på resultatene av poretrykksmålingene er følgende poretrykksfordeling valgt i beregningene:

GV 0,5 m under terreng, med økning i poretrykk på 11,9 kN/m (poreovertrykk) ned til dybde 7 m, deretter økning i poretrykk på 5 kN/m (poreundertrykk) mot dybden.

A.4 Tidligere overlagring

A.4.1 Ødometerforsøk

Det er utført ødometerforsøk i bp. 2 og bp. 6. Resultater av tolkning av ødometerforsøket for borpunkt 2 er gjengitt i Tabell A-2. Tolkning av ødometerforsøkene er vist i tegning 10216710-RIG-TEG-400.3 og tegning -401.3.

Tabell A-2: Konsolideringsgrad fra utførte ødometerforsøk

Borhull	Kote, dagens terreng (NN2000)	GV, dybde [m]	Tyngdetetthet [kN/m ³]	Dybde [m]	Tolket p'_c [kPa]	p'_o [kPa]	OCR
2	+14,4	Som angitt i avsnitt B3.	19,5	5,45	60	46	1,3
6	+13,1	Antatt GV. i terreng og hyd.poretrykk i dybden.	19,5	9,30	80	80	1,0

Resultatene tyder på at leira er svakt overkonsolidert 5 m under terreng i bp. 2, og normalkonsolidert 9 m under terreng i bp. 6.

A.4.2 σ'_c og OCR fra CPTU

Prekonsolideringsforhold og grunnens deformasjonsegenskaper i bp. 2 er bestemt ut ifra ødometerforsøken, og data fra CPTU er benyttet til å ekstrapolere dataene fra ødometerforsøkene mot dybden.

Resultatene av tolkningene er presentert i vedlegg 10216710-RIG-TEG-500.6 t.o.m. -500.8.

A.5 Udrenerte styrkeparametere

A.5.1 Generelt

Tolkningen av udrenert skjærfasthet er basert på utført CPTU-sondering, laboratorieforsøk ved konus- og enaksiale trykkforsøk og aktive treaksialforsøk.

A.5.2 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] som vist i Tabell A-3. Valgte ADP-faktorer er vist i Tabell A-4.

Tabell A-3- Anisotropifaktorer iht. NIFS-rapport nr. 14/2014.

I_p	C_{uD}/C_{uC}	C_{uE}/C_{uC}
$I_p \leq 10 \%$	0,63	0,35
$I_p \geq 10 \%$	$0,63 + 0,00425 \cdot (I_p - 10)$	$0,35 + 0,00375 \cdot (I_p - 10)$

Utførte grunnundersøkelser viser at plastisitetsindeksen i hovedsak varierer mellom 5-15 %. ADP-faktorene velges for leire med $I_p \leq 10 \%$.

Tabell A-4- Valgte ADP-faktorer.

Veglinje	C_{uD}/C_{uC}	C_{uE}/C_{uC}
Leire	0,63	0,35

A.5.3 Reduksjon av beregningsmessig styrke i sprøbruddmateriale

Designverdiene for aktiv skjærfasthet av sprøbruddsmateriale er redusert med 15 % i stabilitetsberegningene iht. NVE veileder nr.7/2014 [4]. Dette er implementert ved bruk av ADP-forholdet ved udrenerte analyser i GeoSuite med C_{uA} på 0,85.

A.6 Effektivspenningsparametere

A.6.1 Effektivspenningsparametere, friksjonsvinkel, φ_k

Valgte effektivspenningsparametere i leirlaget er basert på resultater av utført treaksialforsøk og CPTU-sondering i bp.2.

Effektivspenningsparametere for resterende lag er basert på erfaringsparametere fra SVV Håndbok V220. Styrkeparametere benyttet ved beregning er angitt i Tabell A-5 i avsnitt A.7.

A.7 Materialparametere

Materialparametere benyttet ved beregning er angitt i Tabell A-5. Verdiene for aktiv udrenert skjærfasthet som er benyttet i de udrenerte stabilitetsberegningene er vist som C_{uA} -profiler i stabilitetstegningene.

Tabell A-5: Valgte materialparametere

Material	Tyngetetthet, γ [kN/m ³]	Neddykket tyngdetetthet, γ' [kN/m ³]	Friksjon, $\tan \phi_k$ [-]	Attraksjon, a [kPa]
Tørrskorpe	19,0	9,0	0,577 ($\phi_k=30^\circ$)	0
Leire	19,0	9,0	0,532 ($\phi_k=28^\circ$)	4

A.8 Referanser

- [1] Multiconsult Norge AS, 10216710-RIG-RAP-001, «Ras Jøa – Datarapport, geotekniske grunnundersøkelser», 28.02.2020.
- [2] NVE, Statens vegvesen, Jernbaneverket, «Naturfareprosjektet Dp. 6 Kvikkleire, En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer 14/2014», 2014
- [3] NGF melding nr. 5, «Veiledning for utførelse av trykksondering», rev. nr. 3, (2010).
- [4] NVE, Veileder 7/2014, «Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper», 2014.
- [5] V. Thakur m.fl., «En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer», Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), Statens Vegvesen (SVV), og jernbaneverket (JV): NIFS rapport 14/2014 (jan. 2014).

Vedlegg B Stabilitetsberegninger

Innholdsfortegnelse

B	Stabilitetsberegninger	1
B.1	Generelt	1
B.2	Beregningsverktøy	1
B.3	Materialparametere	1
B.4	Poretrykk	1
B.5	Laster	1
B.6	Beregningsprofiler og vurderinger	2

B Stabilitetsberegninger

B.1 Generelt

Det er utført stabilitetsberegninger for 2 utvalgte profiler. Profilene er antatt representative for vurdering av stabiliteten av adkomstveien til eiendom, Dunavegen 354, og for vurdering av stabilitet for boligen i Dunavegen 354. Profilene er antatt å være de mest kritiske for vurdering av stabilitet av adkomstvei og bolig på bakgrunn av grunnforhold og topografi. Plassering av profilene er vist på situasjonsplan, tegning 10216710-RIG-TEG-002. Selve beregningene er vist på tegningene -800.1 og -800.2 for profil 1-1, og tegning 801.1 for profil 2-2.

Det er utført stabilitetsberegninger for dagens situasjon og for flytting av lokalvei. Stabiliteten er beregnet ved totalspenningsanalyse, ADP-beregning, og effektivspenningsanalyse, $\alpha\phi$ -analyse. For beregninger på totalspenningsbasis (ADP-analyse) er det benyttet anisotropisk jordmodell.

B.2 Beregningsverktøy

Stabilitetsberegningene er gjennomført med beregningsprogrammet «GeoSuite Stability» versjon 16.1.3.0 med beregningsmetode Beast 2003. Beregningsmetoden er basert på grenselikevektsmetoden, og anvender en versjon av lamellemetoden som tilfredsstiller både kraft- og momentlikevekt. Programmet kan selv søke etter kritisk sirkulærsylindrisk glideflate for definerte variasjonsområder av sirkelsentrum eller gir muligheten til å definere egne glideflater. «Restrict shear surface» har blitt benyttet for å belyse ulike skjærflater.

B.3 Materialparametere

Tolkede materialparametere for beregningsprofilene er vist i vedlegg A.

B.4 Poretrykk

Poretrykksforhold er beskrevet i vedlegg A.

B.5 Laster

Det er i beregningene benyttet en dimensjonerende trafikklast på 10 kPa for adkomstvegen. Trafikklasten er redusert i forhold til anbefalt trafikklast iht. SVV håndbok V220, for å ta hensyn til at trafikken på veien er svært begrenset.

For bolighuset er det inkludert en dimensjonerende last på 10 kPa per etasje. Det er antatt at huset har to etasjer uten kjeller.

B.6 Beregningsprofiler og vurderinger

Profil 1-1

Profilen er valgt som et kritisk snitt mhp. sikkerhet mot adkomstveien til Dunavegen 354. Grunnundersøkelser og tolket lagdeling for profil 1-1 er vist i tegning -603. Resultater av stabilitetsberegningene er oppsummert i Tabell B-1.

Tabell B-1: Sikkerhetsfaktor for kritisk skjærflate for profil 1-1

Tegning nr.	Beregning	Analyse	Sikkerhetsfaktor F for kritisk skjærflate
10216710-RIG-TEG-800.1	Profil 1-1, dagens situasjon	ADP-analyse	1,11
10216710-RIG-TEG-800.1	Profil 1-1, dagens situasjon	aφ-analyse	1,35
10216710-RIG-TEG-800.2	Profil 1-1, flytting av vei	ADP-analyse	1,19
10216710-RIG-TEG-800.2	Profil 1-1, flytting av vei	aφ-analyse	1,35

Beregningene viser at stabiliteten mot Dunavegen 354 er lav for beregninger ved totalspenningsbasis. Flytting av lokalveien 10 m mot øst vil bidra til en forbedring av stabiliteten.

Profil 2-2

Profilen er valgt som et kritisk snitt mhp. sikkerhet mot utglidning opp mot bolighus i Dunavegen 354. Grunnundersøkelser og tolket lagdeling for profil 2-2 er vist i tegning -604. Resultatene av stabilitetsberegningene er vist i Tabell B-2.

Tabell B-2: Sikkerhetsfaktor for kritisk skjærflate for profil 2-2

Tegning nr.	Beregning	Analyse	Sikkerhetsfaktor F for kritisk skjærflate
10216710-RIG-TEG-801.1	Profil 2-2, dagens situasjon	ADP-analyse	1,06
10216710-RIG-TEG-801.1	Profil 2-2, dagens situasjon	aφ-analyse	1,35

Beregningene viser at stabiliteten i skredgropa er lav for beregninger ved totalspenningsbasis.