Notat

Norconsult

Oppdragsgiver: **Nye Veier**
Oppdragsnr.: **5206182** Dokumentnr.: **NV42E18YR-GTK-NOT-0005**

Til: Nye Veier v/ Thomas Kaaløy Jensen
Fra: Norconsult v/ Jonas Lindgård
Dato 2022-11-30

Områdestabilitet Vige og Sødal

Sammendrag

Norconsult utarbeider på oppdrag fra Nye Veier AS detaljreguleringsplan for Ytre ringvei i Kristiansand kommune. Planlagt Ytre ringvei er om lag 10 kilometer og strekker seg fra Vige i øst til Grauthelleren i vest.

Det er kartlagt en del kvikkleiresoner mellom Vige og Otra over planlagt tunnel. I dette prosjektet er det tidligere utført en oppsummering av kartlagte kvikkleiresoner i Otra. Det henvises til geoteknisk notat NV42E18VK-GTK-NOT-003 [1].

Dette notatet presenterer utredninger av områdestabilitet i Vige og på Sødal terrasse.

I Vige, der det forventes store fyllinger for ny planlagt vei, er det tidligere kartlagt et kvikkleireområde, men det er ikke definert noen kvikkleiresoner. Etter ny tolkning av gamle prøveserier basert på ny definisjon av sprøbruddegenskaper i NVE veileder 1/2019 [2], er det avdekket sprøbruddmateriale i Vige. I den forbindelsen er det utført ny kartlegging av kvikkleiresonen. Beregnet sikkerhet for dagens situasjon oppfyller robusthetskrav i henhold til NVE veileder 1/2019. Prosjektering av nye veifyllinger i henhold til krav fra NVE veileder 1/2019 kan ses i notat NV42E18VK-GTK-NOT-0002 [3].

På Sødal terrasse er det utført nye supplerende grunnundersøkelser. Det er utført en ny utredning av områdestabilitet. Det er kontrollert at dagens sikkerhet holder krav til robusthet som er krav for skråninger i faresonen som ligger utenfor influensområdet for tiltak i tiltakskategori K3 og K4.

Vibrasjoner fra tunnel både i anleggs- og driftsfase må tilfredsstille krav til frekvensveid svinghastighet $v_f \leq$ 45 mm/s i henhold NS 8141-3 [4]. Standarden stiller også krav til omfang og plassering av målinger.

1 Innledning

Norconsult utarbeider på oppdrag fra Nye Veier AS detaljreguleringsplan for Ytre ringvei i Kristiansand kommune. Planlagt Ytre ringvei er om lag 10 kilometer og strekker seg fra Vige i øst til Grauthelleren i vest (figur 1-1). Veianlegget inngår i den 200 kilometer lange strekningen mellom Kristiansand i Agder og Ålgård i Rogaland som Nye Veier har ansvar for å bygge ut.

Ytre ringvei skal bygges som 4-felts motorvei, med fartsgrense 110 km/t på mesteparten av strekningen. Veien vil i stor grad gå i tunnel. Det skal opparbeides to parallelle tunnelløp, et for østgående og et for vestgående trafikk. På bakkeplan vil veien få tilkobling til E18 i Vige, riksvei 9 i Dalane og E39 ved Grauthelleren.

Dette fagnotatet omhandler om utredning av områdestabilitet i Vige og Sødal terrasse.

Figur 1-1: Oversiktsfigur av planlagt Ytre ringvei mellom Vige og Grauthelleren.

2 Regelverk

2.1 Generelt

I henhold til plan- og bygningsloven § 28-1 kan grunn bebygges, eller eiendom opprettes eller endres, bare dersom det er tilstrekkelig sikkerhet mot fare eller vesentlig ulempe som følge av natur- eller miljøforhold. Skredfare er et av temaene som skal inngå i risiko- og sårbarhetsanalyser, som beskrevet i plan og bygningslovens § 4-3. I SAK10 presiseres det i § 7 Sikkerhet mot naturpåkjenninger, at byggverk skal plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger som flom, stormflo og skred.

Kvikkleiresoner skal kartlegges og klassifiseres i henhold til NVE veileder 1/2019 [2], som kom ut desember 2020. Klassifisering av aktuelle kvikkleiresoner er utført i henhold til utgått NVE veileder 7/2014 [5] fra april

2014, som i desember 2020 ble erstattet av NVE veileder 1/2019 [2]. Forekomst av sprøbruddmateriale behandles på lik linje som kvikkleire i begge veilederne. NVE veileder 1/2019 angir at utredninger av kvikkleiresoner skal vurderes i henhold til tiltakskategorier som vist i Figur 2-1.

Ifølge NVEs retningslinjer må en på reguleringsplannivå, der planlagte byggeområder ligger innenfor aktsomhetsområder som omfatter tiltakskategori der områdestabilitet må utredes, identifisere, avgrense og faregradsklassifisere faresoner.

Figur 2-1 viser en veiledning for valg av tiltakskategori basert på NVE veileder 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 2-1: Tiltakskategori med eksempler på type tiltak i henhold til NVE veileder 1/2019.

2.2 Prosedyre for utredning av områdestabilitet

Prosedyre for utredning av områdestabilitet er beskrevet i NVEs veileder 1/2019. De ulike utredningstrinnene er gjengitt i tabell 3.4 i veilederen. Punkt 1 – 5 skal undersøkes i kommunedelplanfasen. Dersom dette ikke er utført, skal også disse punktene undersøkes i reguleringsplanfasen i tillegg til punktene 6 – 11.

Tabell 3.4 Anbefalt detaljeringsnivå for vurderinger på ulike plannivå. For byggesaker hvor det ikke er gjort utredning, må utredning iht. alle stegene i prosedyren gjøres. Steg merket X må utføres, mens steg merket (x) kan vurderes utsatt til neste plannivå dersom det er hensiktsmessig; utredningskrav må da tas inn i bestemmelsene til det gjeldende plannivået.

	Steg i prosedyren	Anbefalt detaljeringsnivå for arealplaner	Kommuneplan	Områderegulering	Detaljregulering
AKTSOMHETS-OMRÅDER	1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området	X	X	X
	2	Avgrens områder med mulig marin leire	X	X	X
	3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred	(x)	X	X
UTREDNING AV FARESONER	4	Bestem tiltakskategori	(x)	X	X
	5	Gjennomgang av grunnlag	(x)	(x)	X
	6	Befaring		(x)	X
	7	Gjennomfør grunnundersøkelser		(x)	X
	8	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder		(x)	X
	9	Klassifiser faresoner		(x)	X
	10	Dokumentér tilfredsstillende sikkerhet		(x)	X
	11	Meld inn faresoner og grunnundersøkelser		(x)	X

Figur 2-2: NVE veileder 1/2019 Tiltakskategori med eksempel på type tiltak [2].

2.3 Faregradsklassifisering

Når løsne- og utløpsområdet er avgrenset, klassifiseres faresonen i henhold til metode i NVE Ekstern rapport 9/2020 [6]. Utløpsområder gis samme faregrad som løsneområdet, men vises med egen skravur på faresonekartene i tegning NOT-0005-V-01.

Faktorene som skal vurderes og vekttall for de ulike faktorene er vist i figur 2-3 for faregradsevaluering og figur 2-4 for skadekonsekvens. Produktet av vekttall og score for hver faktor gir en poengverdi. Faregrad og konsekvensklasse angis ut ifra summen av poeng for alle faktorene.

Faregrad:

Lav faregrad: 0-17 poeng

Middels faregrad: 18-25 poeng

Høy faregrad: 26-51 poeng

Konsekvensklasse:

Mindre alvorlig: 0-6 poeng

Alvorlig: 7-22 poeng

Meget alvorlig: 23-45 poeng

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score			
		3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde, meter	2	>30	20 – 30	15 – 20	<15
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0	>2,0
Poretrykk Overtrykk, kPa:	3	> + 30	10 – 30	0 – 10	Hydrostatisk
Undertrykk, kPa:	-3	> - 50	-(20 – 50)	-(0 – 20)	
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20
Erosjon	3	Kraftig	Noe	Litt	Ingen
Inngrep: forverring	3	Stor	Noe	Liten	
forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen
Sum		51	34	17	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %

Figur 2-3: Tabell for faregradsevaluering, i henhold til NVE Ekstern rapport 9/2020 [6].

Faktorer	Vekt-tall	Konsekvens, score			
		3	2	1	0
Boligenheter, antall	4	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen
Næringsbygg, personer	3	> 50	10 – 50	< 10	Ingen
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei, ÅDT	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100
Toglinje, bruk	2	Person-trafikk	Gods-trafikk	Normalt ingen trafikk	Ingen
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Oppdemning og flodbølge	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
Sum poeng		45	30	15	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %

Figur 2-4: Evaluering av skadekonsekvens.

3 Vige

3.1 Krav til sikkerhet

Ferdig veifylling vil klassifiseres i tiltakskategori K4, og siden det nye veitiltaket vil forverre områdestabilitet i Vige, kreves det en absolutt sikkerhetsfaktor F_{cu}≥1,61 for totalspenningsanalyse og $F_{c\varphi}$≥1,25 for effektivspenningsanalyse. Dette gjelder også for stabilitet i alle anleggsfaser.

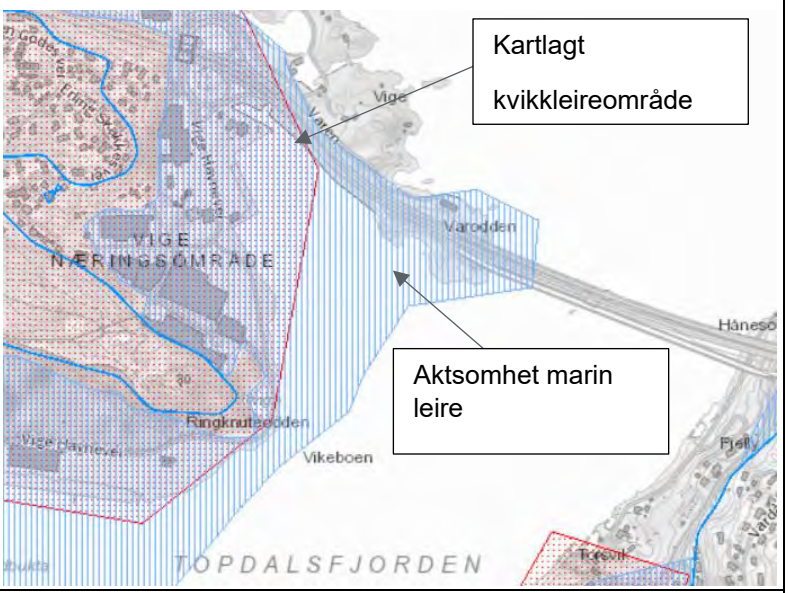
I permanent fase vil krav til sikkerhetsfaktor $\gamma_{a\varphi}$≥1,6 fra Statens vegvesens regelverk overstyre kravene fra NVE veileder. Prosjektering etter disse kravene kan ses i notat NV42E18VK-GTK-NOT-0002 [3].

Dagens situasjon må i tillegg overholde krav til robusthet iht. sikkerhetsfaktor F_{cu}≥1,2 for totalspenningsanalyse og $F_{c\varphi}$≥1,25 for effektivspenningsanalyse. Det er gjort en kontroll av dette i dette notatet.

3.2 Prosedyre for utredning av områdestabilitet

Tabell 3-1 oppsummerer utredning av områdestabilitet i henhold til NVEs veileder 1/2019 [2].

Tabell 3-1: Prosedyre for utredning av områdeskredfare i Vige i henhold til NVEs veileder 1/2019.

Punkt (steg i utredelse)	Krav	Kommentar
1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området	Deler av Vigebukta er definert som kartlagt kvikkleireområde av NVE, se bildet nedenfor (kilde NVE Atlas 28.01.2022). Det er ikke registrert kvikkleiresoner i området. Etter den nye definisjonen av sprøbruddegenskaper i NVEs veileder 1/2019, er det avdekket sprøbruddmateriale i tidligere analyserte prøver. 
2	Avgrens områder med mulig marin leire	Ifølge NGUs løsmassekart ligger området under marin grense. I tillegg viser tidligere grunnundersøkelser stor mektighet av marin leire i Vigebukta. Kartutsnitt som er vist i punkt 1 viser avgrensning av mulig marin leire.

Punkt (steg i utredelse)	Krav	Kommentar
3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred	Områder med høydeforskjeller større enn 5 m og terrenghelning større enn 1:20 identifiseres. Dette er utført ved en kombinasjon av terrenganalyse (sjøbunn) og manuelle vurderinger basert på befaring. Områder som oppfyller terrengkriteriene, og hvor forekomst av sprøbruddmateriale ikke kan utelukkes, er definert som aktsomhetsområder.
4	Bestem tiltakskategori	Tiltak i området gjelder en vei som har en viktig samfunnsfunksjon. Derfor velges tiltakskategori K4.
5	Gjennomgang av grunnlag	Det er innhentet og vurdert store mengder grunnundersøkelser i Vigebukta. Tegning NOT-0005-V-01 viser oversikt over gamle grunnundersøkelser, mens tegning NOT-0005-V-02 viser lagdeling med antatt sprøbruddmateriale.
6	Befaring	Det er utført geoteknisk og ingeniørgeologisk befaring langs vegtraseen inkl. Vige. Den geotekniske befaringen er utført den 26.10.2020. Det er dokumentert terrengforhold og kartlegging av berg i dagen i området.
7	Gjennomfør grunnundersøkelser	Det er utført supplerende grunnundersøkelser på land i Vige. Det er ikke utført nye grunnundersøkelser i sjø, men store mengder tidligere utførte grunnundersøkelser er innhentet og vurdert.
8	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder	Det er antatt et tynt lag med sprøbruddegenskaper som avgrenses mot berg i dagen. Derfor antas flakskred som mulig skredmekanisme. For slike skredmekaniske antas utløpsområde ca. halvt løsneområde. Basert på dette er det kartlagt løsneområde og utløpsområde som vist på tegning NOT-0005-V-01. Retningslinjene i NVEs veileder er utarbeidet for utløpsområder på land, og gjelder ikke nødvendigvis for utløpsområder i/under vann. Det er derfor gjort en skjønnsmessig avgrensning av utløpsområdet for ny kartlagte faresone, basert på topografiske forhold og dybde til berg.
9	Klassifiser faresoner	Området er klassifisert som lav faregrad og alvorlig konsekvensklasse, se kapittel 2.3.
10	Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet	Det er utført en stabilitetsberegning i et representativt profil C-C for vurdering av robusthet i dagens situasjon. Plassering av profilet er vist på tegning NOT-0005-V-01. Stabilitetsberegningene er vist i vedlegg 1. Parametervalg for stabilitetsberegningene er oppsummert i kapittel 3.4. Beregnet sikkerhetsfaktor ligger på F_{cu}=1,43 for dagens situasjon for udrenert analyse. Ettersom området er avgrenset av berg i dagen og/eller gamle fyllinger, vil faktisk sikkerhetsfaktor ligge

Punkt (steg i utredelse)	Krav	Kommentar
		høyere enn det som er beregnet (med hensyn til 3D-effekt). Med hensyn til dette et det vurdert at dagens stabilitet er tilfredsstillende i henhold til krav om robusthet. Prosjektert tiltak i Vigebukta er gjort i henhold sikkerhetskrav som nevnt i kapittel 3.1. Beregningene er dokumentert i NV42E18VK-GTK-NOT-0002 [3].
11	Meld inn faresoner og grunnundersøkelser	Innmelding av faresoner utføres når uavhengig kontroll er utført og dokumentert for den geotekniske prosjekteringen for E18 Ytre ringvei.

3.3 Faregradsklassifisering i Vige

Faregradsklassifisering i Vige er utført som vist i figur 3-1 mens figur 3-2 viser vurdering av konsekvensklasse. Området er vurdert å ha lav faregrad og alvorlig konsekvensklasse for kvikkleireskred.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score 3	2	1	0	Score	Poeng	Kommentarer
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	rapportert om utrasning lengre sørvest i bukta i forbindelse med masseuttipping
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	0	0	Ingen sammenhengende skråningshøyder over 15 meter.
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	1	2	Laveste målt OCR= 1,75
Poretrykk Overtrykk, kPa	3 -3	>+30 >-50	10-30 -(20-50)	0-10 -(0-20)	Hydrostatisk	1 0	3	Poreovertrykk er målt mellom 5 og 9 kPa i V066
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	1	2	Maksimal 4m sprøbruddmateriale
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	0	0	Sensitivitet er målt høyest til St=20
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	0	0	Området ligger under sjøvannstand
Inngrep forverring	3 -3	Stor Stor	Noe Noe	Liten Liten	Ingen Ingen	3 0	9 0	Store fyllinger som forverrer situasjonen
Sum		51	34	16	0		17	Medfører lav faregrad
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		33	

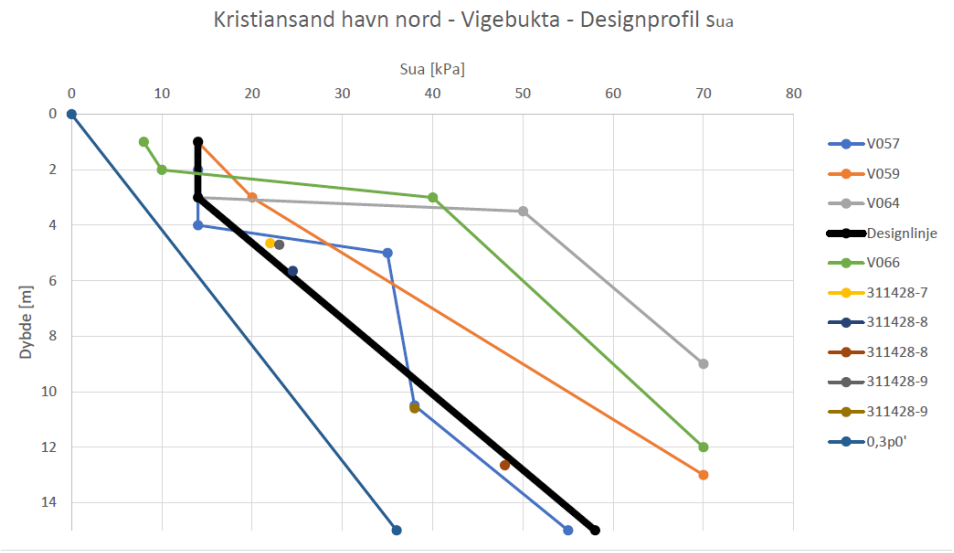
Figur 3-1: Vurdering av faregrad for Vigebukta

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score 3	2	1	0	Score	Poeng
Boligenheter, antall	4	Tett > 5	Spredt < 5	Spredt < 5	Ingen	0	0
Næringsbygg, personer	3	> 50	10 - 50	< 10	Ingen	2	6
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen	0	0
Vei, ÅDT	2	> 5000	1001 - 5000	100 - 1000	< 100	3	6
Toglinje, bruk	2	Person-trafikk	Gods-trafikk	Normalt ingen trafikk	Ingen	0	0
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal	0	0
Oppdemming av flodbølge	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen	0	0
Sum poeng		45	30	15	15		12
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		27

Figur 3-2: Vurdering av konsekvensklasse for Vigebukta.

3.4 Stabilitetsberegninger

Skjærstyrkeprofil i leira er overtatt fra Norconsults rapport 5196817-RAP-V-3100-008 [7] og vises i figur 3-3. Grunnundersøkelsene viser overkonsolidert i de øvre meterne og normalkonsolidert i dybden. Det er ikke vurdert å benytte styrkeøkning fra gamle steinfyllinger.



Figur 3-3: Valgt designprofil s_{uA} for Vigebukta

Tyngdetetthet som er benyttet i beregningene er vist i tabell 3-2 mens tabell 3-3 viser materialparametere for effektivspenningsberegninger.

Tabell 3-2:materialparameter med effektivspenningsanalyse

Materiale	Tyngdetetthet γ [kN/m^3]	Neddykket tyngdetetthet γ'[kN/m^3]
Fyllmasser	19	11
Leire	18	8

Tabell 3-3:materialparameter med effektivspenningsanalyse

Materiale	Friksjonsvinkel φ [˚]	Kohæsjon c [kPa]
Fyllmasser	45	0
Leire	25	2

For plassering av beregningsprofil vises det til tegning NV42E18-GTK-V091.

Error! Reference source not found. oppsummerer resultatene fra stabilitetsberegningene for dagens situasjon i Vige. Beregnet sikkerhet oppfyller robusthetskrav i henhold til NVE veileder 1/2019.

Tabell 3-4: Oppsummering av stabilitetsberegninger for dagens situasjon i Vige

Beregningsprofil	Udrenert analyse	Drenert analyse	Krav til sikkerhet	Merknader
Profil 1-1	Fc = 1,43	$F_{c\phi} = 2,7$	$F_{cu} \geq 1,20$; $F_{c\varphi} \geq 1,25$	Ok!

Prosjektering av nye veifyllinger i henhold til krav fra NVE veileder 1/2019 kan ses i notat NV42E18VK-GTK-NOT-0002 [3].

4 Sødal terrasse

4.1 Krav til sikkerhet

Under Otra ligger veien i tunnel uten inngrep i dagsone. Videre ligger tunnelen ca. 350 m fra kartlagt løsneområde (skråning ved Sødal terrasse). I henhold til NVE veileder 1/2019 stilles det da krav kun om robusthet for tiltak i tiltakskategori K3 og K4.

- For skråninger i faresonen som ligger utenfor influensområdet til tiltaket, gjelder krav til sikkerhet $F_{c\varphi} \geq 1{,}25$, samt krav til robusthet $F_{cu} \geq 1{,}20$.

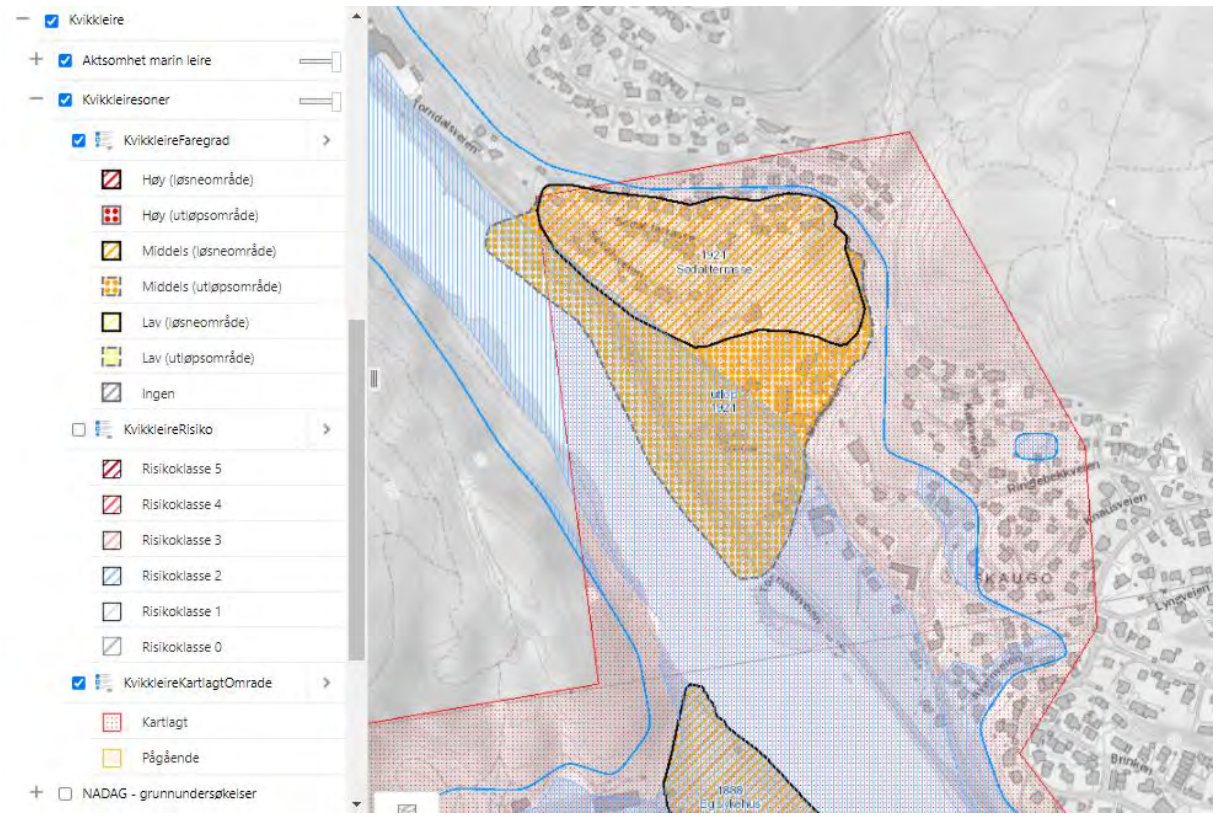
4.2 Prosedyre for utredning av områdestabilitet

Tabell 4-1 oppsummerer utredning av områdestabilitet i henhold til NVEs veileder 1/2019 [2].

Tabell 4-1: Prosedyre for utredning av områdeskredfare ved Sødal terrasse i henhold til NVEs veileder 1/2019.

Punkt (steg i utredelse)	Krav	Kommentar
1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området	Området på Sødal terrasse er det registrert en kvikkleiresone med middels faregrad og alvorlig konsekvensklasse [8], se også figur 4-1.
2	Avgrens områder med mulig marin leire	Ifølge NGUs løsmassekart ligger området under marin grense.
3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred	Det er utført avgrensning av områdeskred i NVEs temakart for kvikkleire, se figur 4-1.
4	Bestem tiltakskategori	Den nye veien ligger i tunnel under et område med flere boenheter. Selv om veitiltaket ikke har inngrep i løsmasser, må vibrasjon fra tunnelsprengning ivaretas. Det er valgt tiltakskategori K4.
5	Gjennomgang av grunnlag	Før planlegging og utførelse av supplerende grunnundersøkelser, ble det gjort en vurdering av terrengforhold fra terrengmodell, samt en vurdering av grunnforhold basert på gamle grunnundersøkelser og NGUs løsmassekart.
6	Befaring	Det er utført geoteknisk og ingeniørgeologisk befaring langs vegtraseen inkl. Otra. Den geotekniske befaringen er utført den 26.10.2020. Det er dokumentert terrengforhold og kartlegging av berg i dagen.
7	Gjennomfør grunnundersøkelser	Det et utført supplerende grunnundersøkelser på Sødal terrasse. Grunnundersøkelsene omfatter 10 totalsonderinger, tre tykksonderinger, to prøveserier og poretrykksmålinger i ett punkt. Se geoteknisk datarapport NV42E18VK-GTK-RAP-001, tegning V024 [9],

Punkt (steg i utredelse)	Krav	Kommentar
8	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder	Basert på antatt bruddlinje og mektighet av sprøbruddmateriale antas det retrogressivt skred.
9	Klassifiser faresoner	Området er klassifisert som middels faregrad og alvorlig konsekvensklasse, se kapittel 4.3. Den nye vurderingen stemmer med foreliggende kartlegging fra NVE.
10	Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet	Det er utført stabilitetsberegninger i tre representative snitt D-D, E-E og F-F. Plassering av snitt er vist på tegning NOT-0005-V-03. Stabilitetsberegningene er vist i vedlegg 1. Stabilitetsberegningene viser tilfredsstillende sikkerhet for robusthetskrav i henhold til NVE veileder 1/2019.
11	Meld inn faresoner og grunnundersøkelser	Melding av faresoner utføres når uavhengig kontroll er utført og dokumentert på den geotekniske prosjekteringen for E18 Ytre ringvei.



Figur 4-1: Eksisterende kvikkleiresoner på Sødal terrasse, kilde NVE Atlas.

4.3 Faregradsklassifisering på Sødal terrasse

Faregradsklassifisering i Sødal terrasse er utført som vist i tabell 4-1 mens **Error! Reference source not found.** viser vurdering av konsekvensklasse. Området er vurdert å ha middels faregrad og alvorlig konsekvensklasse for kvikkleireskred.

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score 3	2	1	0	Score	Poeng	Kommentarer
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Det er ikke dokumentert skredhendelser i området. Det er registret isnedfall (28. 01.2016) ved Torridalsveien (kilde: NVE Atlas)
Skråningshøyde, meter	2	>30	20-30	15-20	<15	2	4	Basert på høydedata.no antas skråningshøyde mellom ca. 20 og 30 m
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2	>2,0	1	2	Det er ikke utført odometerforsøk på Sødal terrasse. Utifra tidligere odømeterforsøk (rapportnr. 5151245-RIG03 rev 03) i omkringsliggende område er det påvist overkonsolidert leire. Der er derfor antatt noe overkonsoliderte leire.
Poretrykk Overtrykk, kPa	3	>+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	1	3	Det antas lite poreovetrykk
Undertrykk, kPa	-3	>-50	-(20-50)	-(0-20)		0		
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	2	4	Utførte grunnundersøkelser på Sødal terrasse viser kvikkleiremektighet opptil 50 % av løsmassemektighet
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	3	3	Prøveserier tatt på Sødal terrasse viser sensitivetet mellom ca. 180 og 600
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	1	3	Massene i overflaten kan være erosjonsomføenglig. Derfor er det antatt
Inngrep forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	Ny Ytre ringvei ligger i tunnel i Otra. Veitiltaket hverken forverrer eller forbedrer dagens situasjon
forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen	0	0	
Sum poeng		51	34	16	0		20	Medfører middels faregrad
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		39	

Figur 4-2: Vurdering av faregrad for Sødal terrasse

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score 3	2	1	0	Score	Poeng
Boligenheter, antall	4	Tett > 5	Spredt < 5	Spredt < 5	Ingen	3	12
Næringsbygg, personer	3	> 50	10 - 50	< 10	Ingen	0	0
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen	0	0
Vei, ÅDT	2	> 5000	1001 - 5000	100 - 1000	< 100	3	6
Toglinje, bruk	2	Person-trafikk	Gods-trafikk	Normalt ingen trafikk	Ingen	0	0
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal	1	1
Oppdemming av flodbølge	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen	1	2
Sum poeng		45	30	15	15		21
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %		47

Figur 4-3: Vurdering av konsekvensklasse for Sødal terrasse

4.4 Stabilitetsberegninger

Tolkning av CPTU kan ses i vedlegg 3. Øvrige benyttede materialparametere er oppsummert i tabellene nedenfor. Leira er sterkt overkonsolidert i hele området, og det er derfor antatt på en viss kohesjon. Resterende materialparametere er valgt basert på erfaring og erfaringsverdier i V220 Tabell 2-21 [10].

Tabell 4-2: Tyngdetetthet

Materiale	Tyngdetetthet γ [kN/m^3]	Neddykket tyngdetetthet γ'[kN/m^3]
Tørrskorpe	18	8
Leire	18	8
Sand	18	8
Morene	18	8

Tabell 4-3: Drenerte parametere

Materiale	Friksjonsvinkel φ [˚]	Kohesjon c [kPa]
Fyllmasser	42	0
Leire	25	15
Sand	33	0
Morene	35	3

Plastisitetsindeks er valgt basert på resultater fra laboratorieanalyser. Anisotropifaktorer er beregnet utfra korrelasjonene i NIFS 14/2014 [11]:

$S_{uD}/ S_{uA} = 0{,}63+0{,}00425*(I_p - 10)$

$S_{uE}/ S_{uA} = 0{,}35+0{,}00375*(I_p - 10)$

Tabell 4-4: Plastisitetsindeks og anisotropifaktorer.

Borhull	Ip [%]	S_{uD}/ S_{uA}	S_{uE}/ S_{uA}
NO507	15	0,65	0,37
NO510	10	0,63	0,35

For plassering av beregningsprofil vises det til tegning NV42E18-GTK-V093.

Error! Reference source not found. oppsummerer resultatene fra stabilitetsberegningene. Stabilitetsberegningene viser tilfredsstillende sikkerhet for robusthetskrav i henhold til NVE veileder 1/2019.

Tabell 4-5: Oppsummering av stabilitetsberegninger

Beregningsprofil	Udrenert analyse	Drenert analyse	Krav til sikkerhet	Merknader
Profil 1-1	Fc = 1,36	$F_{c\phi} = 1{,}52$	$F_{cu} \geq 1{,}20$; $F_{c\varphi} \geq 1{,}25$	Ok!
Profil 2-2	Fc = 1,42	$F_{c\phi} = 1{,}89$	$F_{cu} \geq 1{,}20$; $F_{c\varphi} \geq 1{,}25$	Ok!
Profil 3-3	Fc = 1,26	$F_{c\phi} = 1{,}32$	$F_{cu} \geq 1{,}20$; $F_{c\varphi} \geq 1{,}25$	Ok!

5 Oppsummering

Det er kartlagt flere kvikkleiresoner (som er vist på NVEs temakart) mellom Vige og Otra over planlagt tunnel for ny Ytre ringvei.

I Vige, der det forventes store fyllinger for ny planlagt vei, er det tidligere kartlagt et kvikkleireområde, men det er ikke definert noen kvikkleiresoner. Etter ny tolkning av gamle prøveserier basert på ny definisjon av sprøbruddegenskaper i NVE veileder 1/2019 [2], er det avdekket sprøbruddmateriale i Vige. I den forbindelsen er det utført ny kartlegging av kvikkleiresonen. Beregnet sikkerhet for dagens situasjon oppfyller robusthetskrav i henhold til NVE veileder 1/2019. Prosjektering av nye veifyllinger i henhold til krav fra NVE veileder 1/2019 kan ses i notat NV42E18VK-GTK-NOT-0002 [3].

På Sødal terrasse er det utført supplerende grunnundersøkelser for utredning av områdestabilitet. Det er kontrollert at dagens sikkerhet holder krav til robusthet som er krav for skråninger i faresonen som ligger utenfor influensområdet for tiltak i tiltakskategori K3 og K4.

Vibrasjoner fra tunnel både i anleggs- og driftsfase må tilfredsstille krav til frekvensveid svinghastighet $v_f \leq 45$ mm/s i henhold NS 8141-3. Standarden stiller også krav til omfang og plassering av målinger.

6 Referanser

[1] Norconsult AS, «NV42E18YR-GTK-NOT-0003 rev_c02 Detaljregulering E18 Ytre ringvei. Gjennomgang av kvikkleiresoner ved Otra. Revisjon c02.,» 2022-11-30.

[2] NVE, Veileder nr. 1/2019: "Sikkerhet mot kvikkleireskred", desember 2020.

[3] Norconsult AS, «NV42E18YR-GTK-NOT-0002,» 2022-05-13.

[4] Norsk standard, «NS 8141-3:2014: Vibrasjoner og støy. Veiledende grenseverdier for bygge- og anleggsvirksomhet, bergverk og trafikk. Del 3: Virkning av vibrasjoner fra sprenging på utløsning av skred i kvikkleire,» 2014.

[5] NVE, «Veileder nr . 7/2014 Sikkerhet mot kvikkleireskred.,» 2014.

[6] NVE, *NVE Ekstern rapport Nr. 9/2020. Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred.*

[7] Norconsult AS, «Raport RAP-V-3100-008: Kristiansand havn KF. Kristiansand havneavsnitt Nord. Utvidelse av kaiareal Vigebukta, Kongsgårdbukta og Torsvika. Innledende geotekniske vudrderinger.,» 2020-07-08.

[8] NGI, «Kvikkleirekartlegging Sørlandet - RISIKO FOR KVIKKLEIRESKRED – KRISTIANSAND KOMMUNE. MOSBY-STRAI, KRISTIANSAND BY,» DOK. NR. 20150471-10-R, REV.NR. 2/ 2017-06-23.

[9] Norconsult AS, «NV42E18YR-GTK-RAP-0001 rev_c01 Detaljregulering E18 Ytre ringvei. Geoteknisk datarapport. Revisjon c01,» 2022-03-11.

[10] Statens Vegvesen, «Håndbok V220. Geoteknikk i vegbygging,» 2022.

[11] NIFS, «Rapport 14/2014. En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer.,» 2014.

7 CEEQUAL-tabell

Denne rapporten dekker ett eller flere dokumentasjonskrav under CEEQUAL (BREEAM Infrastructure). CEEQUAL har evidensbaserte vurderingskriterier og ekstern verifisering, og brukes for å måle bærekraft i et prosjekt. For å forbedre erfaringsoverføring til neste fase er de relevante kravene oppsummert og referert til i følgende tabell.

Tabell 7-1: Bærekraftsvurderinger knyttet til CEEQUAL-manualen

Krav i CEEQUAL-manualen	*Relevant avsnitt med dokumentasjon i dette dokument*	*Kommentar*
4.1.4 Site suitability	Hele notat	Vurdering av naturfare

Tegning:

V091: Plan avgrensning av løsne- og utløpsområde i Vige

V092: Lagdeling med antatt sprøbruddmateriale

V093: Sødal terrasse – plassering av profiler for stabilitetsberegninger

Vedlegg:

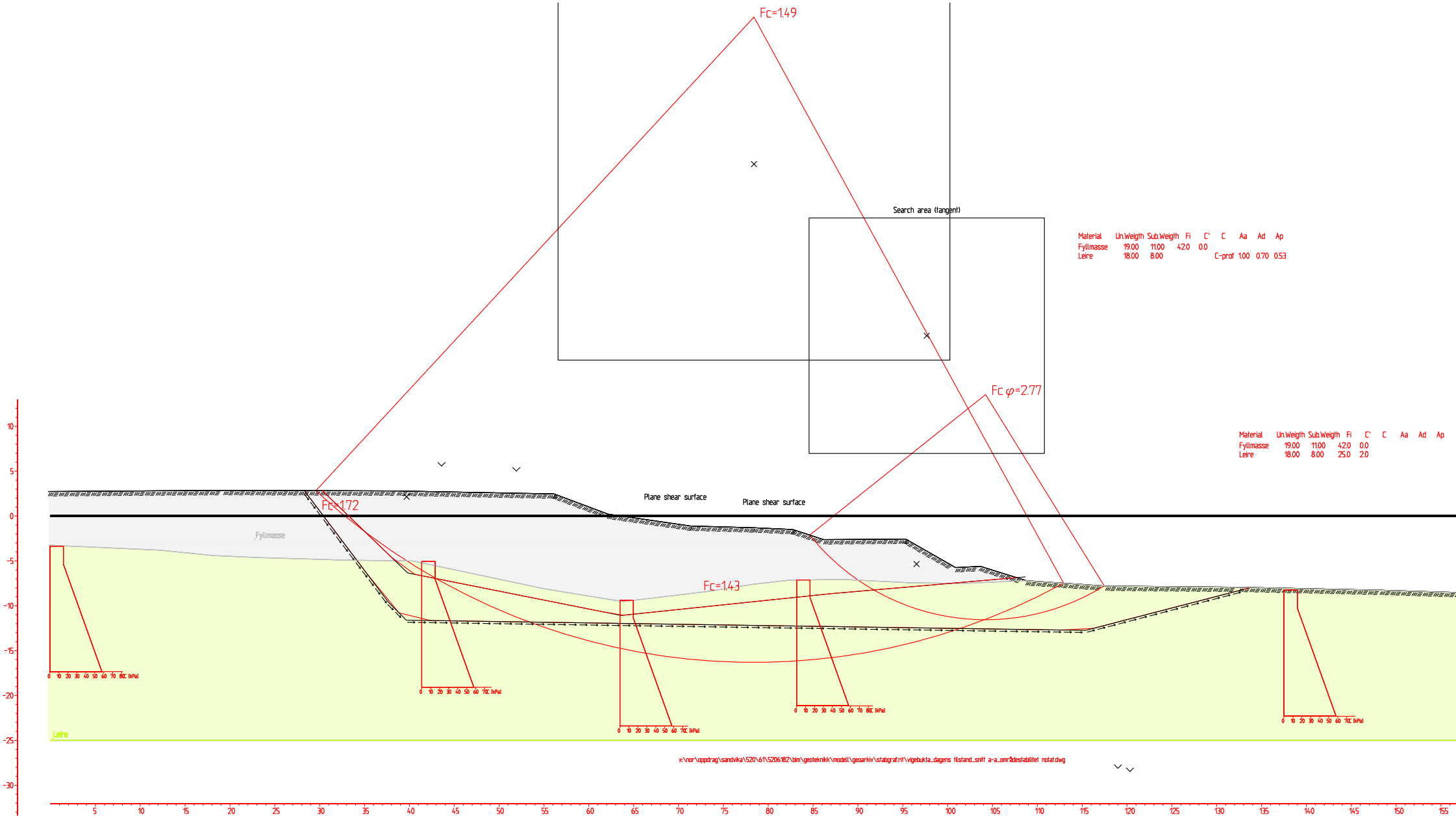
Vedlegg 1: Stabilitetsberegninger

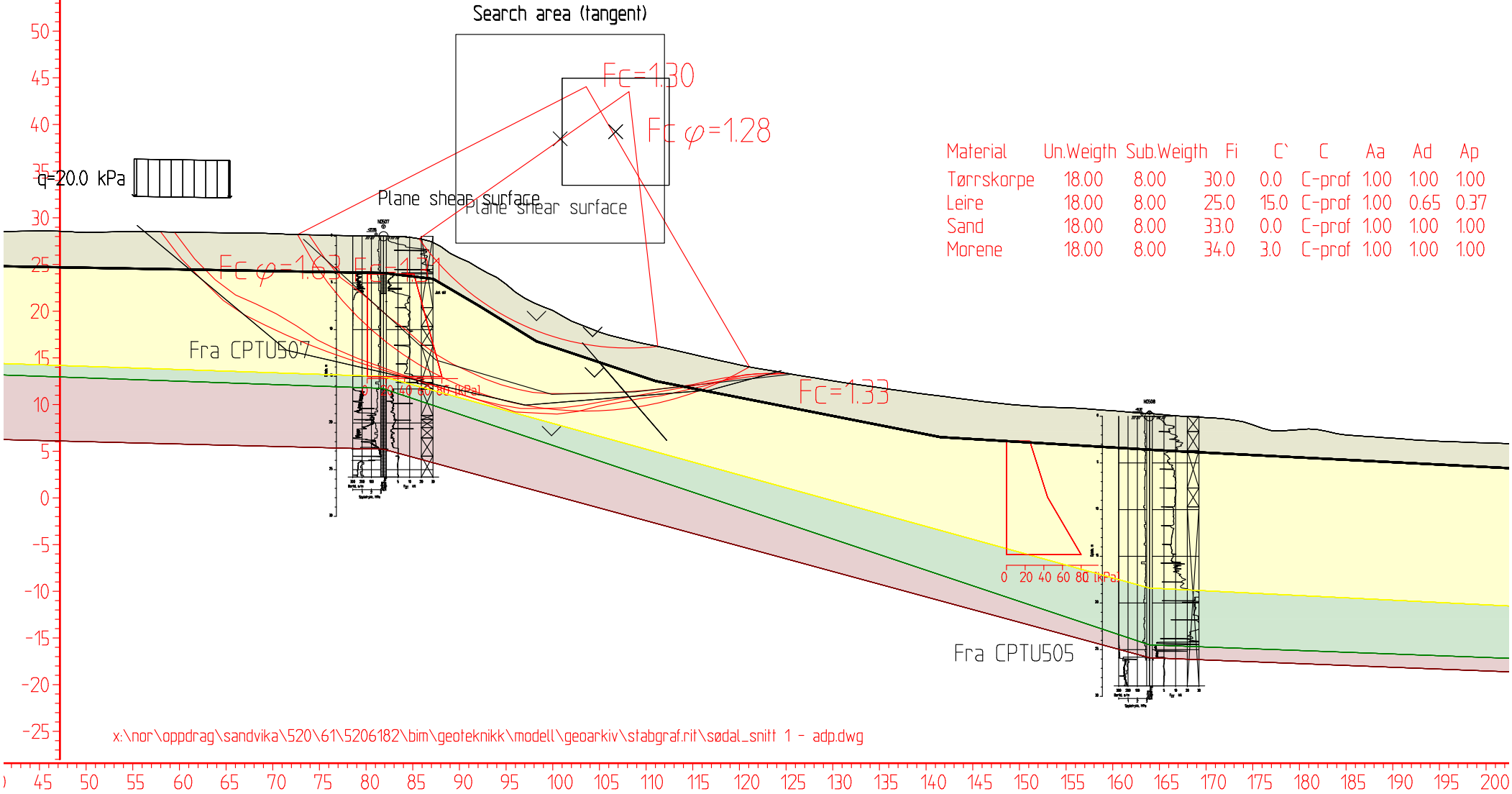
Vedlegg 2: Utvalgte profiler fra eksisterende grunnundersøkelser

Vedlegg 3: Tolkning CPTU

Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent
e03	2022-11-30	For godkjenning hos myndigheter	JoLind	SHY	TeFaa
d03	2022-09-30	For godkjenning hos Nye Veier	JoLind	SHY	TeFaa
c02	2022-09-26	Justert etter kommentarer fra UAK	JoLind	SHY	TeFaa
c01	2022-03-11	Notat, til utvidet prosjekteringskontroll	GiYYe	JoLind	TeFaa

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.


Fc=1.49
Search area (tangent)
Material Un.Weigth Sub.Weigth Fi C' C Aa Ad Ap
Fyllmasse 19.00 11.00 42.0 0.0
Leire 18.00 8.00 C-prof 1.00 0.70 0.53
Fc φ=2.77
Material Un.Weigth Sub.Weigth Fi C' C Aa Ad Ap
Fyllmasse 19.00 11.00 42.0 0.0
Leire 18.00 8.00 25.0 2.0
Fc=1.72
Plane shear surface
Plane shear surface
Fyllmasse
Fc=1.43
Leire
x:\nor\oppdrag\sandvika\520\61\5206182\bim\geoteknikk\modell\geoarkiv\stabgraf.nit\vigebukta_dagens tilstand_snitt a-a_omr4destabilitet notat.dwg



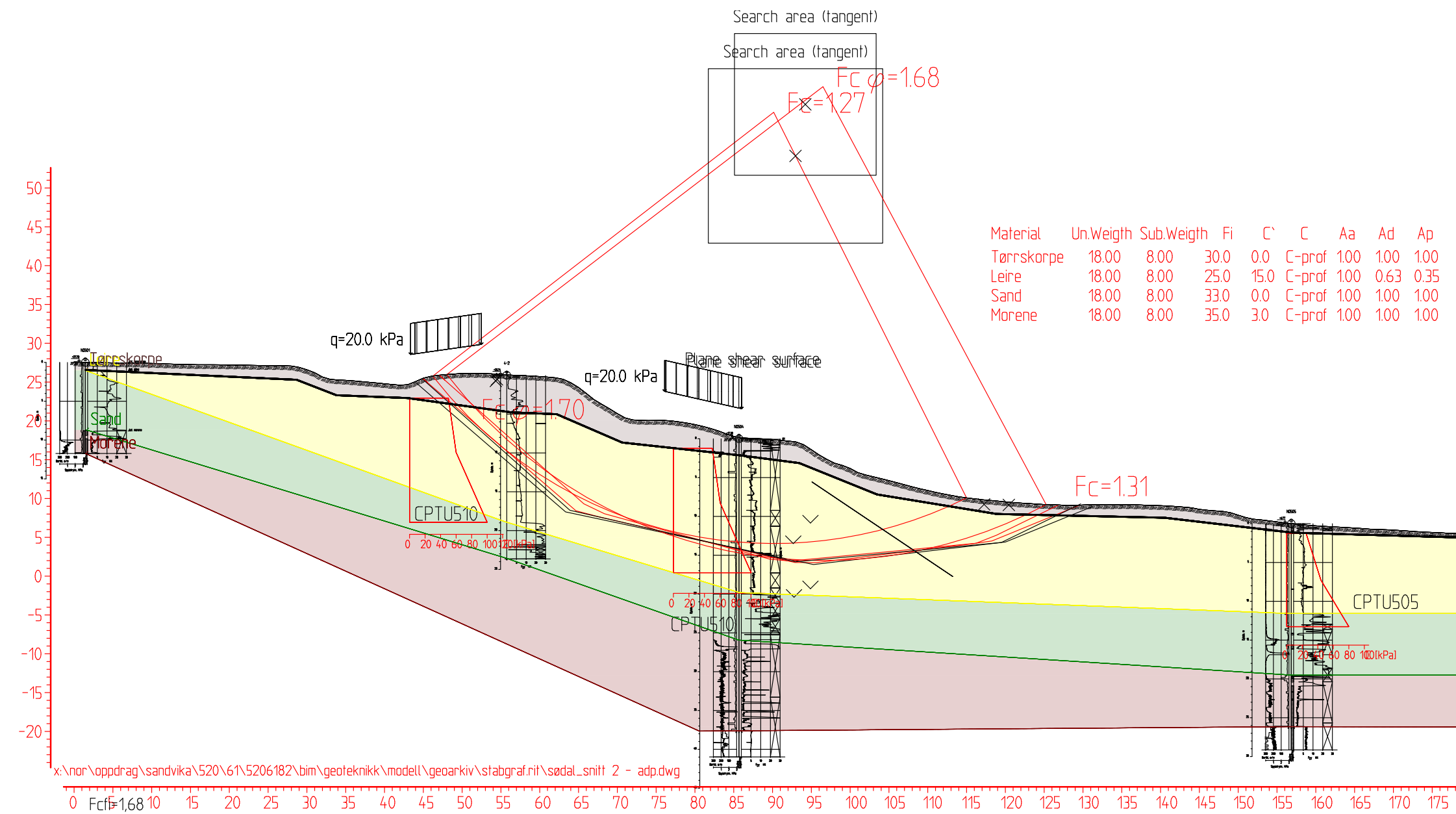
Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	18.00	8.00	30.0	0.0	C-prof	1.00	1.00	1.00
Leire	18.00	8.00	25.0	15.0	C-prof	1.00	0.65	0.37
Sand	18.00	8.00	33.0	0.0	C-prof	1.00	1.00	1.00
Morene	18.00	8.00	34.0	3.0	C-prof	1.00	1.00	1.00

Fcfi=1,28
Bruddsirkel afi
Result file : x:\nor\oppdrag\sandvika\520\61\5206182\bim\geoteknikk\modell\geoarkiv\stabgraf.rit\sødal_snitt 1 - adp.R8

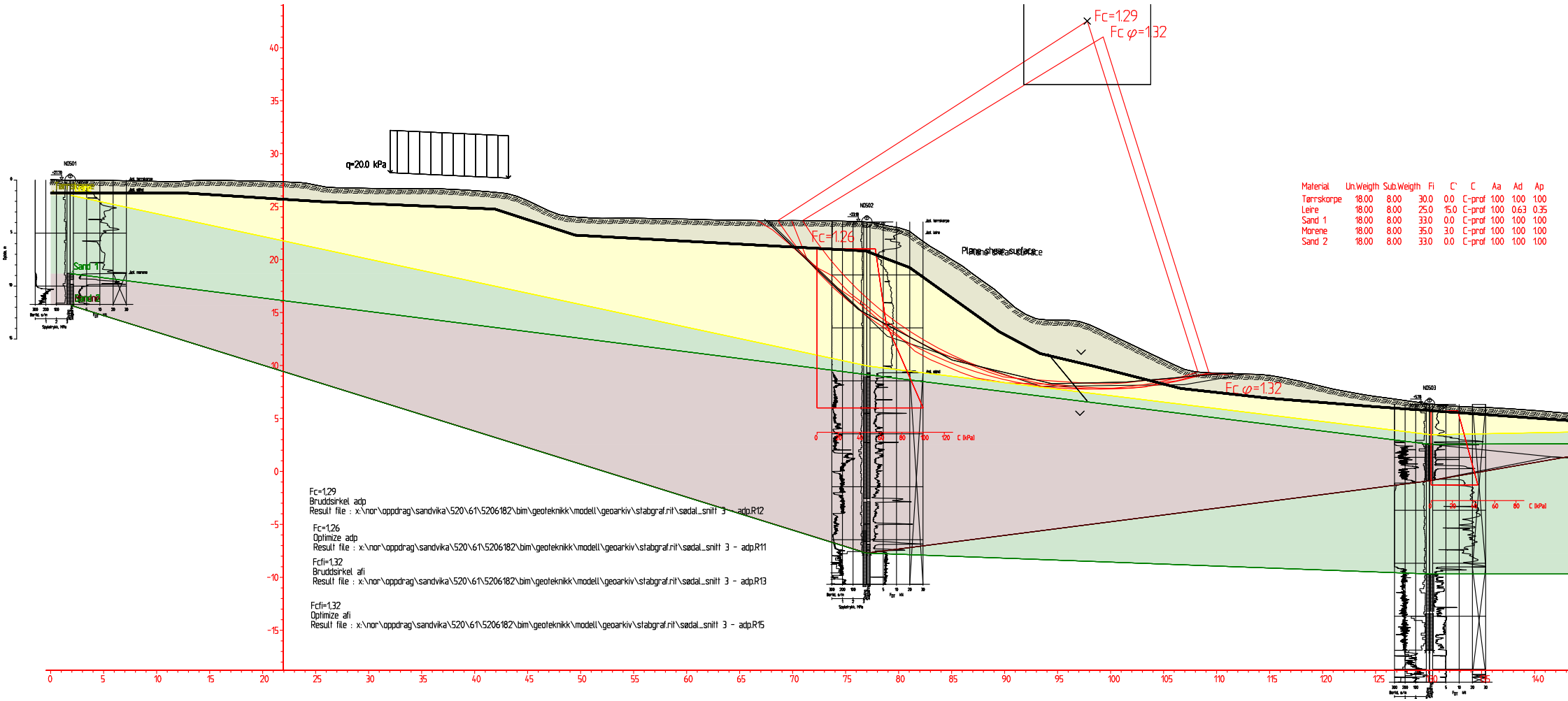
Fc=1,30
bruddsirkel adp
Result file : x:\nor\oppdrag\sandvika\520\61\5206182\bim\geoteknikk\modell\geoarkiv\stabgraf.rit\sødal_snitt 1 - adp.R10

Fc=1,33
optimize adp
Result file : x:\nor\oppdrag\sandvika\520\61\5206182\bim\geoteknikk\modell\geoarkiv\stabgraf.rit\sødal_snitt 1 - adp.R12

Fcfi=1,63
Optimize afi
Result file : x:\nor\oppdrag\sandvika\520\61\5206182\bim\geoteknikk\modell\geoarkiv\stabgraf.rit\sødal_snitt 1 - adp.R13



Fcfi=1,68
Bruddsirkel afi
Result file : x:\nor\oppdrag\sandvika\520\61\5206182\bim\geoteknikk\modell\geoarkiv\stabgraf.rit\sødal_snitt 2 - adp.R17
Fcfi=1,70
Stretch afi
Result file : x:\nor\oppdrag\sandvika\520\61\5206182\bim\geoteknikk\modell\geoarkiv\stabgraf.rit\sødal_snitt 2 - adp.R19
Fc=1,27
Bruddsirkel adp
Result file : x:\nor\oppdrag\sandvika\520\61\5206182\bim\geoteknikk\modell\geoarkiv\stabgraf.rit\sødal_snitt 2 - adp.R16
Fc=1,31
Stretch adp
Result file : x:\nor\oppdrag\sandvika\520\61\5206182\bim\geoteknikk\modell\geoarkiv\stabgraf.rit\sødal_snitt 2 - adp.R18



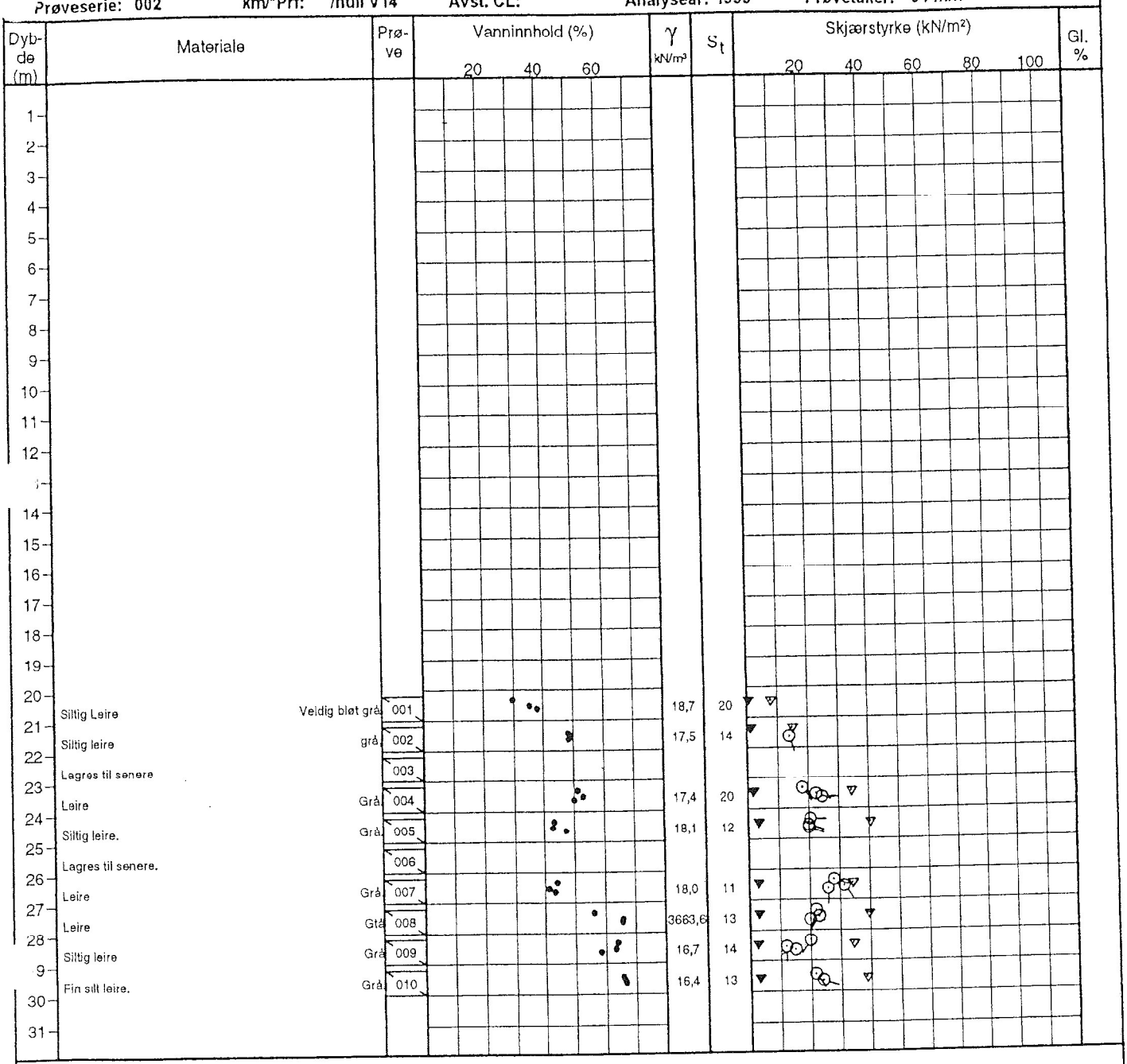
Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	18.00	8.00	30.0	0.0	C-prof	1.00	1.00	1.00
Leire	18.00	8.00	25.0	15.0	C-prof	1.00	0.63	0.35
Sand 1	18.00	8.00	33.0	0.0	C-prof	1.00	1.00	1.00
Morene	18.00	8.00	35.0	3.0	C-prof	1.00	1.00	1.00
Sand 2	18.00	8.00	33.0	0.0	C-prof	1.00	1.00	1.00

Statens vegvesen
Aust Agder

Geoteknisk undersøkelse - Borprofil

Oppdragnr: 9904006 Navn: Vigebukta 54mm - Kristiansand

Prøveserie: 002 km/*Prf: /hull V14 Avst. CL: Analyseår: 1999 Prøvetaker: 54 mm



Rapport

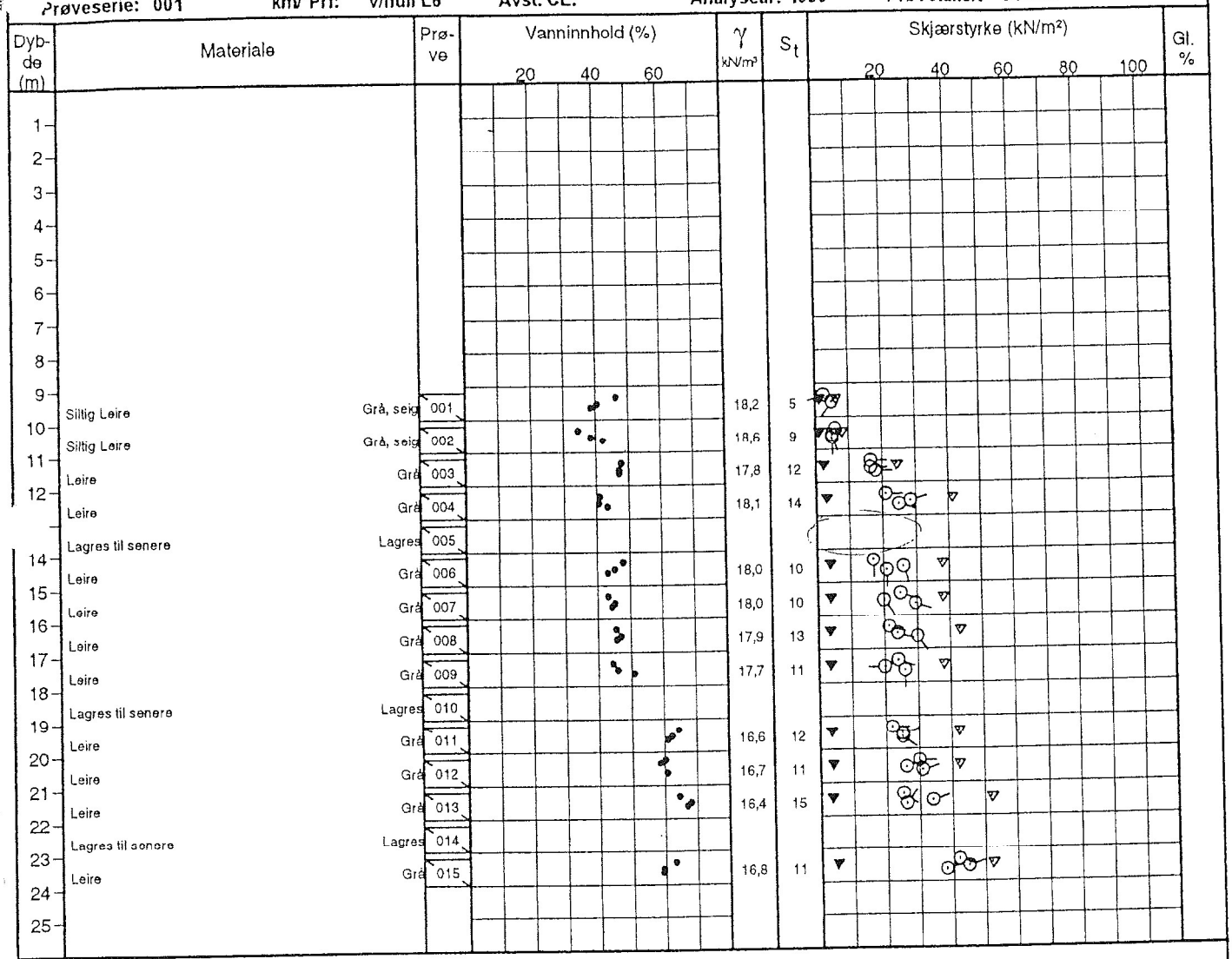
Oppdragsgiver:	**Kristiandsand kommune, Ingeniørvesenet**
Oppdrag:	**Kongsgård havne-og indistriområde**
Emne:	**Vigebukta, Kristiansand**
Rapport:	**Geotekniske vurderinger av fyllingsprosjekter**
Dato:	**3. september 1999**
Rev. - Dato	
Oppdrag-/ Rapportnr.	**100426 – 1**

Statens vegvesen
Aust Agder

Geoteknisk undersøkelse - Borprofil

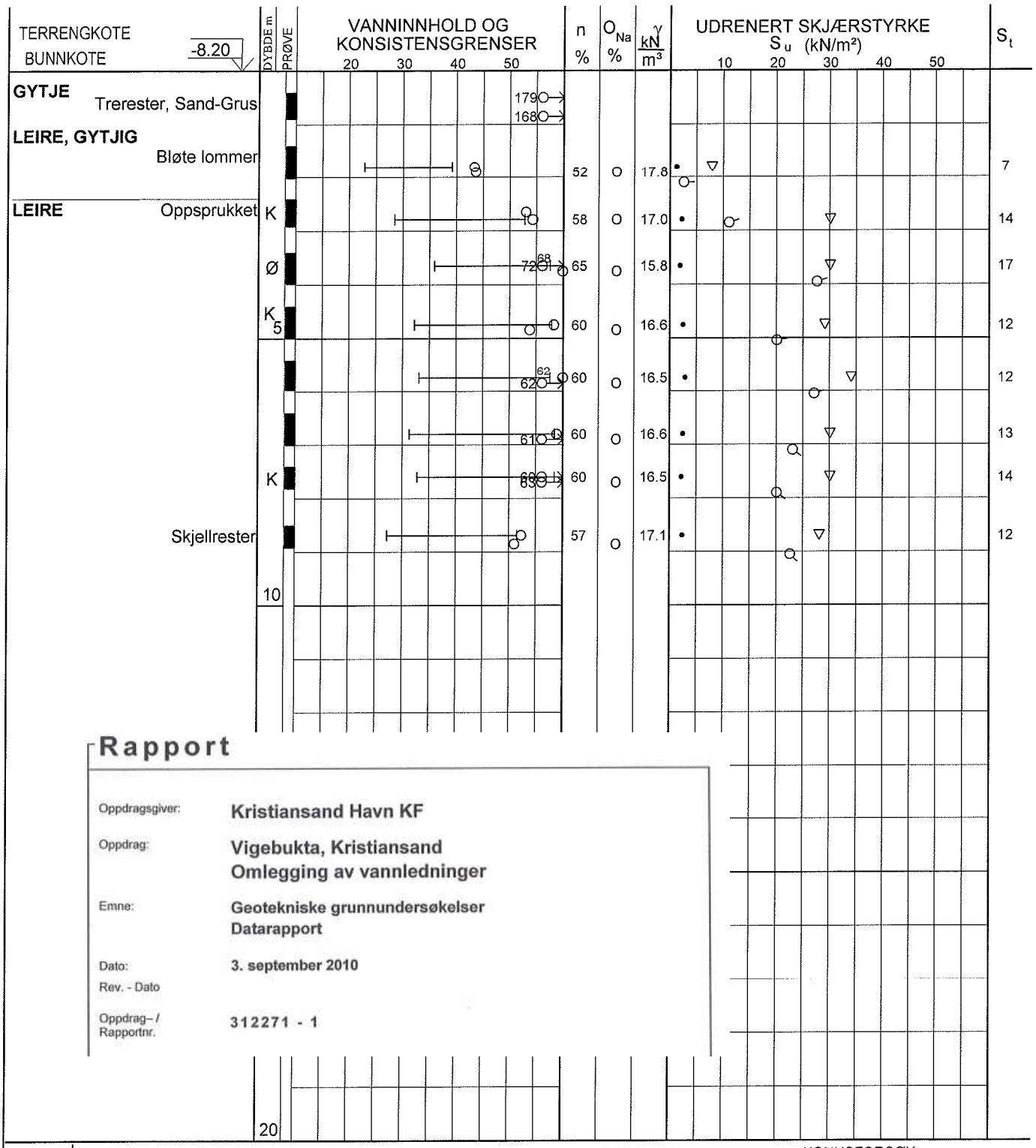
Oppdragnr: 9904006 **Navn:** Vigebukta 54mm - Kristiansand

Prøveserie: 001 **km/*Prf:** v/hull L6 **Avst. CL:** **Analyseår:** 1999 **Prøvetaker:** 54 mm



Rapport

Oppdragsgiver:	**Kristiandsand kommune, Ingeniørvesenet**
Oppdrag:	**Kongsgård havne-og indistriområde**
Emne:	**Vigebukta, Kristiansand**
Rapport:	**Geotekniske vurderinger av fyllingsprosjekter**
Dato:	**3. september 1999**
Rev. - Dato	
Oppdrag-/ Rapportnr.	**100426 – 1**



Rapport

Oppdragsgiver:	**Kristiansand Havn KF**
Oppdrag:	**Vigebukta, Kristiansand** **Omlegging av vannledninger**
Emne:	**Geotekniske grunnundersøkelser** **Datarapport**
Dato:	**3. september 2010**
Rev. - Dato	
Oppdrag– / Rapportnr.	**312271 - 1**

PR= ϕ 54 mm
SK=SKOVLBORING
PG=PRØVEGROP
LAB.BOK 1945
BORBOK 23726

○ VANNINNHOLD
⊣ W_L FLYTEGRENSE
⊢ W_P PLASTISITETSGRENSE

n = PORØSITET
O_{Na} – HUMUSINNHOLD
O_{gl} = GLØDETAP
γ = TYNGDETETTHET

▽ KONUSFORSØK
○ TRYKKFORSØK
15–○– 5 % DEFORMASJON VED BRUDD
♀ OMRØRT SKJÆRSTYRKE
S_t SENSITIVITET

Ø-ØDOMETERFORSØK P=PERMEABILITET K=KORNGRADERING T=TREAKSIALFORSØK

PRØVESERIE

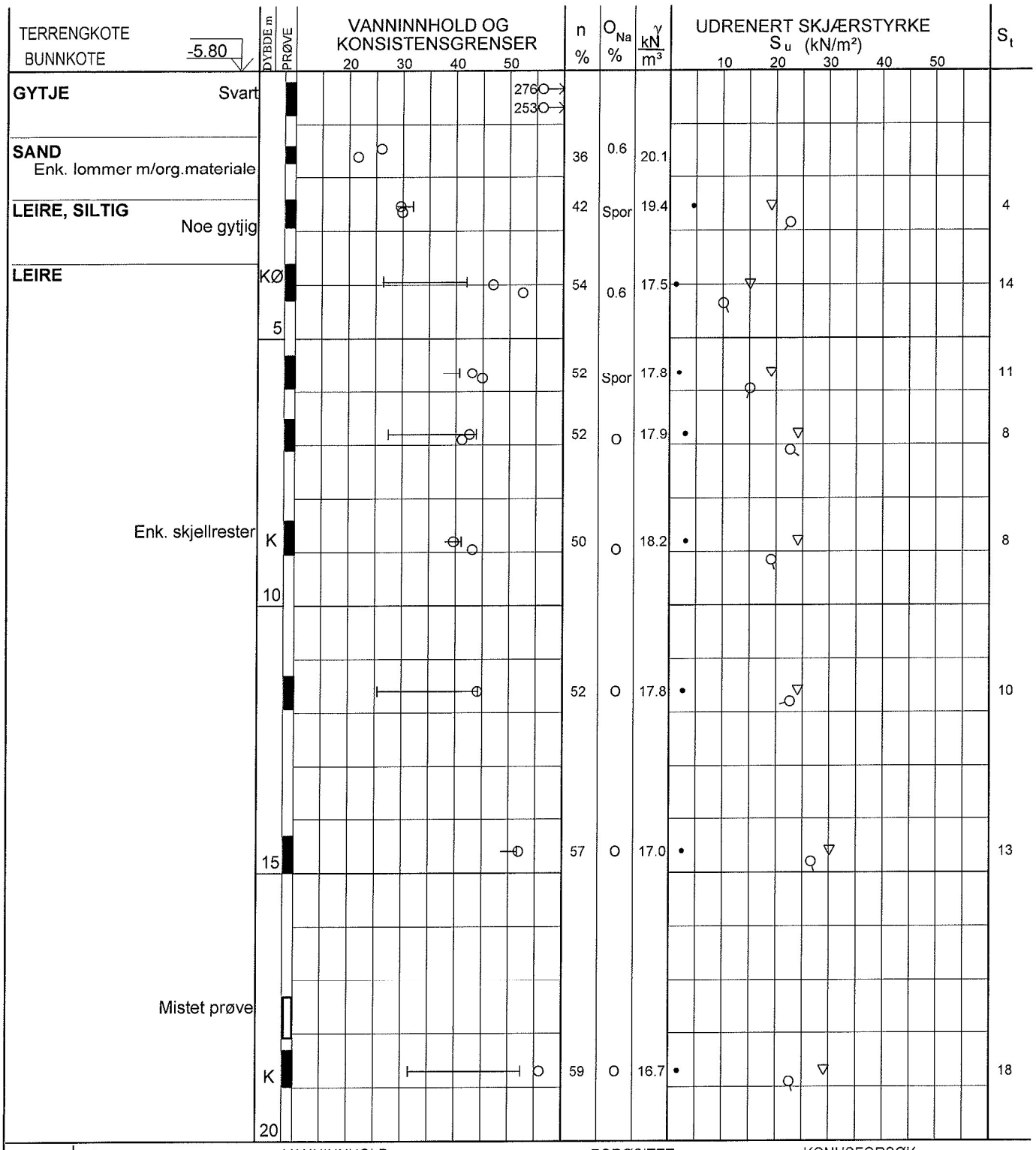
Borpunkt nr.	Tegnet	Side
PR.v/5	**SK**	**1 av 1**

KRISTIANSAND HAVN KF
Vigebukta - Omlegging av vannledninger

Borplan nr.	Kontr.
-1	TOR/TK
Boret dato	**Dato**
15.07.2010	**24.08.10**

MULTICONSULT AS
Nedre Skøyen vei 2 - Pb. 265 Skøyen - 0213 OSLO
Tlf. 21 58 50 00 - Fax: 21 58 50 01

Oppdrag nr.	Tegning nr.	Rev.
312271	**10**	



PR= ϕ 54 mm
SK=SKOVLBORING
PG=PRØVEGROP
LAB.BOK 1945
BORBOK 23726

○ VANNINNHOLD
⊣ W_L FLYTEGRENSE
⊢ W_P PLASTISITETSGRENSE

n = PORØSITET
O_{Na} = HUMUSINNHOLD
O_{gl} = GLØDETAP
γ = TYNGDETETTHET

▽ KONUSFORSØK
○ TRYKKFORSØK
15–○–5 % DEFORMASJON VED BRUDD
♀ OMRØRT SKJÆRSTYRKE
S_t SENSITIVITET

Ø-ØDOMETERFORSØK P=PERMEABILITET K=KORNGRADERING T=TREAKSIALFORSØK

PRØVESERIE

Borpunkt nr.	Tegnet	Side
PR.v/6	**SK**	**1 av 2**

KRISTIANSAND HAVN KF
Vigebukta - Omlegging av vannledninger

Borplan nr.	Kontr.
-1	TDR/
Boret dato	**Dato**
15.07.2010	**24.08.10**

MULTICONSULT AS
Nedre Skøyen vei 2 - Pb. 265 Skøyen - 0213 OSLO
Tlf. 21 58 50 00 - Fax: 21 58 50 01

Oppdrag nr.	Tegning nr.	Rev.
312271	**11**	

TERRENGKOTE
BUNNKOTE

DYBDE m | PRØVE | VANNINNHOLD OG KONSISTENSGRENSER (20 30 40 50) | n % | O_{Na} % | γ kN/m³ | UDRENERT SKJÆRSTYRKE S_u (kN/m²) (10 20 30 40 50) | S_t

LEIRE, SILTIG
Enk. bløte lommer

53 | O | 17.7 | 4

25

40

Rapport

Oppdragsgiver:	**Kristiansand Havn KF**
Oppdrag:	**Vigebukta, Kristiansand** **Omlegging av vannledninger**
Emne:	**Geotekniske grunnundersøkelser** **Datarapport**
Dato:	**3. september 2010**
Rev. - Dato	
Oppdrag– / Rapportnr.	**312271 - 1**

PR= ϕ 54 mm
SK=SKOVLBORING
PG=PRØVEGROP
LAB.BOK 1945
BORBOK 23726

○ VANNINNHOLD
⊣ W_L FLYTEGRENSE
⊢ W_P PLASTISITETSGRENSE

n = PORØSITET
O_{Na} = HUMUSINNHOLD
O_{gl} = GLØDETAP
γ = TYNGDETETTHET

▽ KONUSFORSØK
○ TRYKKFORSØK
15–○–5 % DEFORMASJON VED BRUDD
♀ OMRØRT SKJÆRSTYRKE
S_t SENSITIVITET

Ø-ØDOMETERFORSØK P=PERMEABILITET K=KORNGRADERING T=TREAKSIALFORSØK

PRØVESERIE

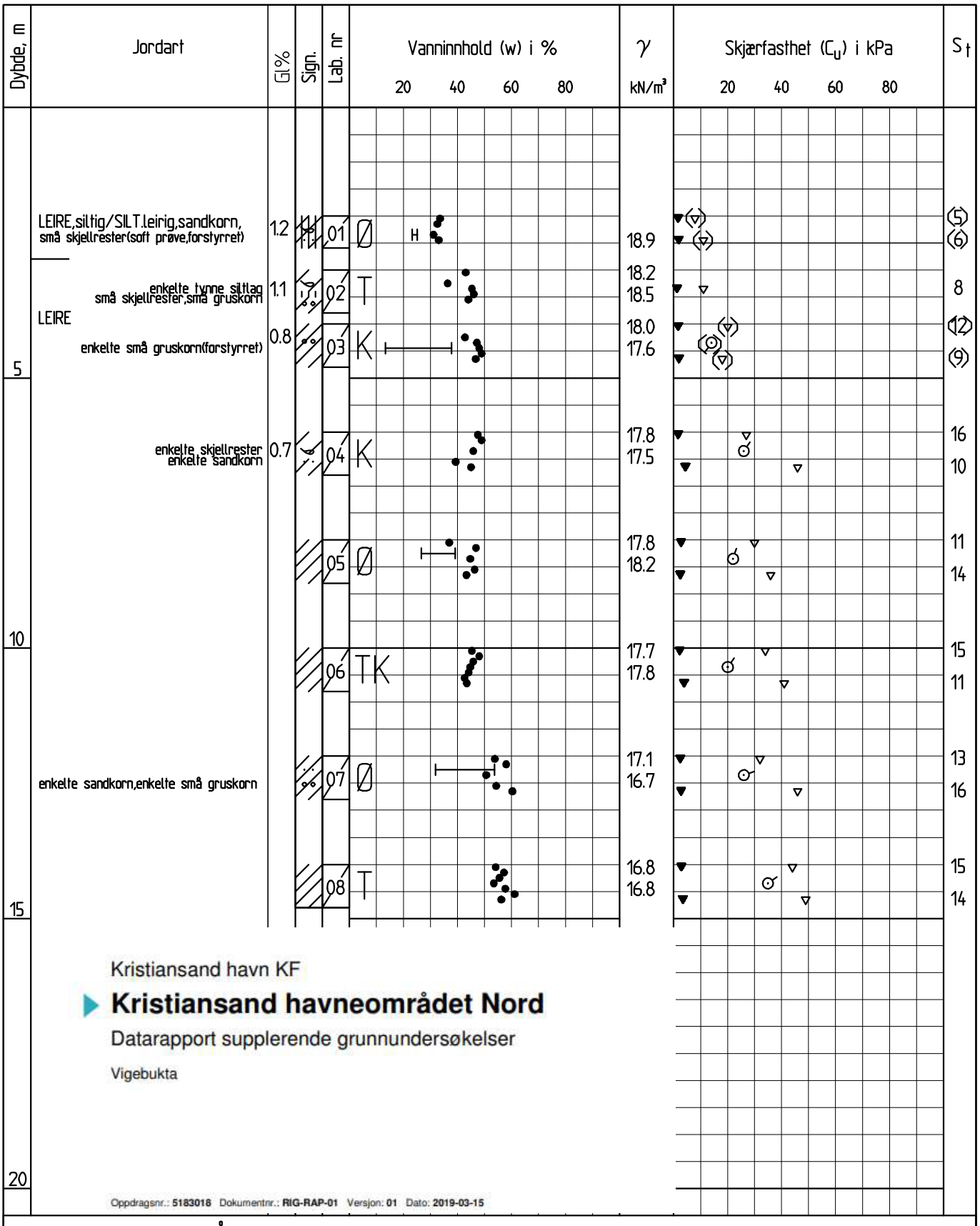
Borpunkt nr.	Tegnet	Side
PR.v/6	**SK**	**2 av 2**

KRISTIANSAND HAVN KF
Vigebukta - Omlegging av vannledninger

Borplan nr.	Kontr.
-1	TOR/ HH
Boret dato	**Dato**
15.07.2010	**24.08.10**

MULTICONSULT AS
Nedre Skøyen vei 2 - Pb. 265 Skøyen - 0213 OSLO
Tlf. 21 58 50 00 - Fax: 21 58 50 01

Oppdrag nr.	Tegning nr.	Rev.
312271	**11**	



Enkelt trykkforsøk : (strek angir def.% v/brudd)

Konusforsøk - Omrørt/uforstyrret: ▼ / ▽

Penetrometerforsøk □ Konsistensgrense w_P ⊢——⊣ w_L

Konusforsøk er utført ihht NS8015:1988

T= Treaksialforsøk Ø= Ødometerforsøk K= Kornfordeling

Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj
0	22.11.2018		AKM	AKM	CHSF

Oppdrag nr. 1350028493 Målestokk: 1:100 Status: Datarapport

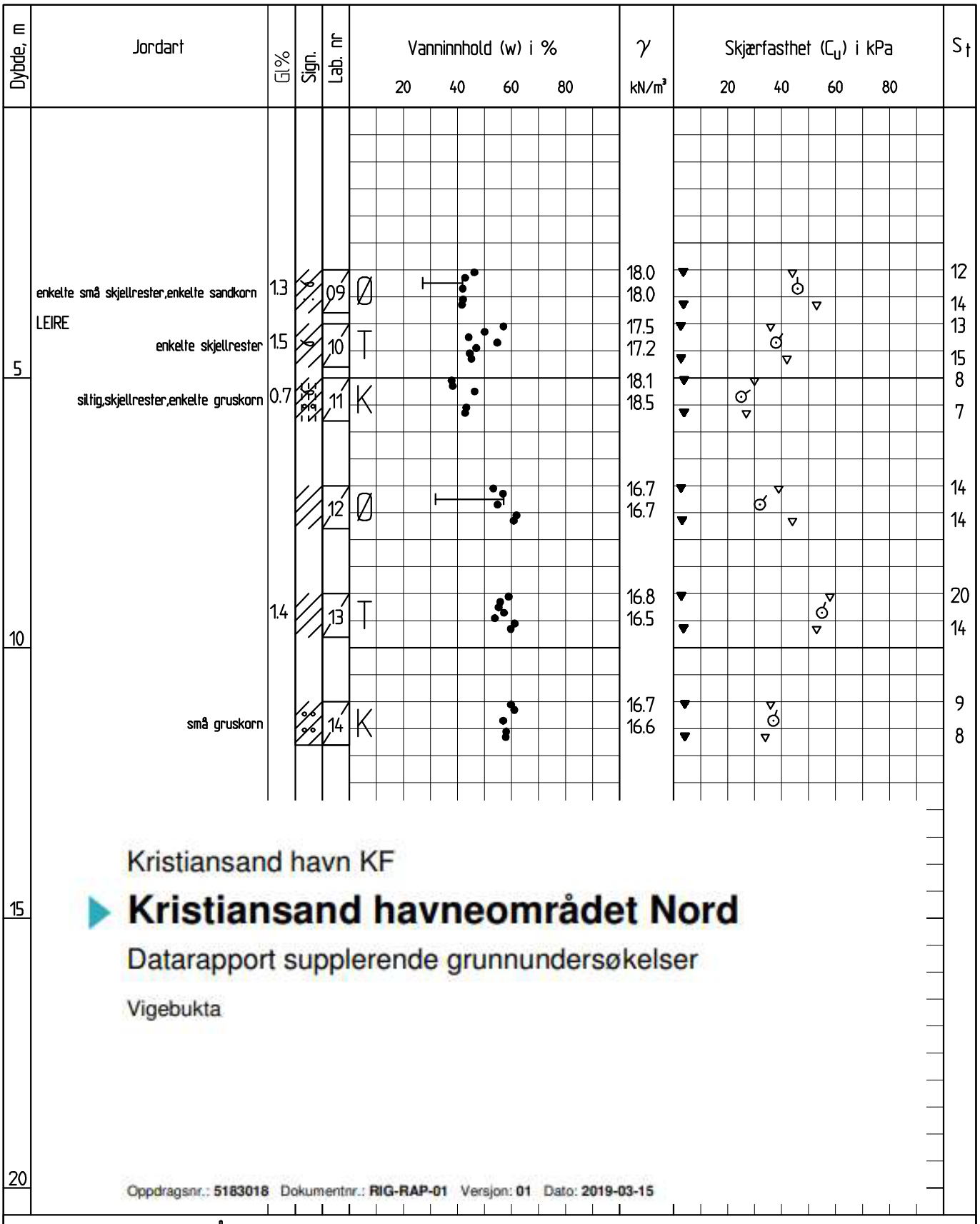
Havneavsnitt vest, supplerende GU fergeterminal
Kristiansand havn KF

BORPROFIL HULL NR.: V057

TERRENGHØYDE: +0.0 PRØVETYPE: 54mm

RAMBØLL
Rambøll Norge AS
P.b. 9420 Torgarden
7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00
www.ramboll.no

Tegning nr. Bilag1 Rev. 0



Kristiansand havn KF

Kristiansand havneområdet Nord

Datarapport supplerende grunnundersøkelser

Vigebukta

Oppdragsnr.: **5183018** Dokumentnr.: **RIG-RAP-01** Versjon: **01** Dato: **2019-03-15**

Enkelt trykkforsøk : (strek angir def.% v/brudd)

Penetrometerforsøk □ Konsistensgrense w_P ⊢——⊣ w_L

T= Treaksialforsøk Ø= Ødometerforsøk

Konusforsøk - Omrørt/uforstyrret: ▼ / ▽

Konusforsøk er utført ihht NS8015:1988

K= Kornfordeling

Rev.	Dato	Tekst	Utarb	Kontr	Godkj
0	22.11.2018		AKM	AKM	CHSF

Oppdrag nr. 1350028493 Målestokk: 1:100 Status: Datarapport

Havneavsnitt vest, supplerende GU fergeterminal
Kristiansand havn KF

BORPROFIL HULL NR.: V059

TERRENGHØYDE: -0.3 PRØVETYPE: 54mm

RAMBØLL
Rambøll Norge AS
P.b. 9420 Torgarden
7493 Trondheim
TLF: 73 84 10 00
www.ramboll.no

Tegning nr. Bilag2 Rev. 0

Sonde og utførelse

Sondenummer	52104	Boreleder	JL
Type sonde	Envi	Temperaturendring (°C)	
Kalibreringsdato	2021-05-11	Maks helning (°)	8,1
Dato sondering	2021-12-06	Maks avstand målinger (m)	0,01
Filtertype			

Kalibreringsdata

	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
Maksimal last (MPa)	50	1	2
Måleområde (MPa)	50	1	2
Skaleringsfaktor	-	-	-
Oppløsning 2^{12} bit (kPa)	-	-	-
Oppløsning 2^{18} bit (kPa)	5	0,1	0,1
Arealforhold	0,7000	0,0060	
Kalibreringsavvik (%)	-	-	-
Temperaturområde (°C)	-		

Nullpunktskontroll

	NA	NB	NC
Registrert før sondering (kPa)	0,0	0,0	0,0
Registrert etter sondering (kPa)	68,0	-0,9	-7,6
Avvik under sondering(kPa)	68,0	0,9	7,6
Beregnet avvik under sondering (kPa)	0,0	0,0	0,0
Maksverdi under sondering (kPa)	11008,0	120,1	1511,7

Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012

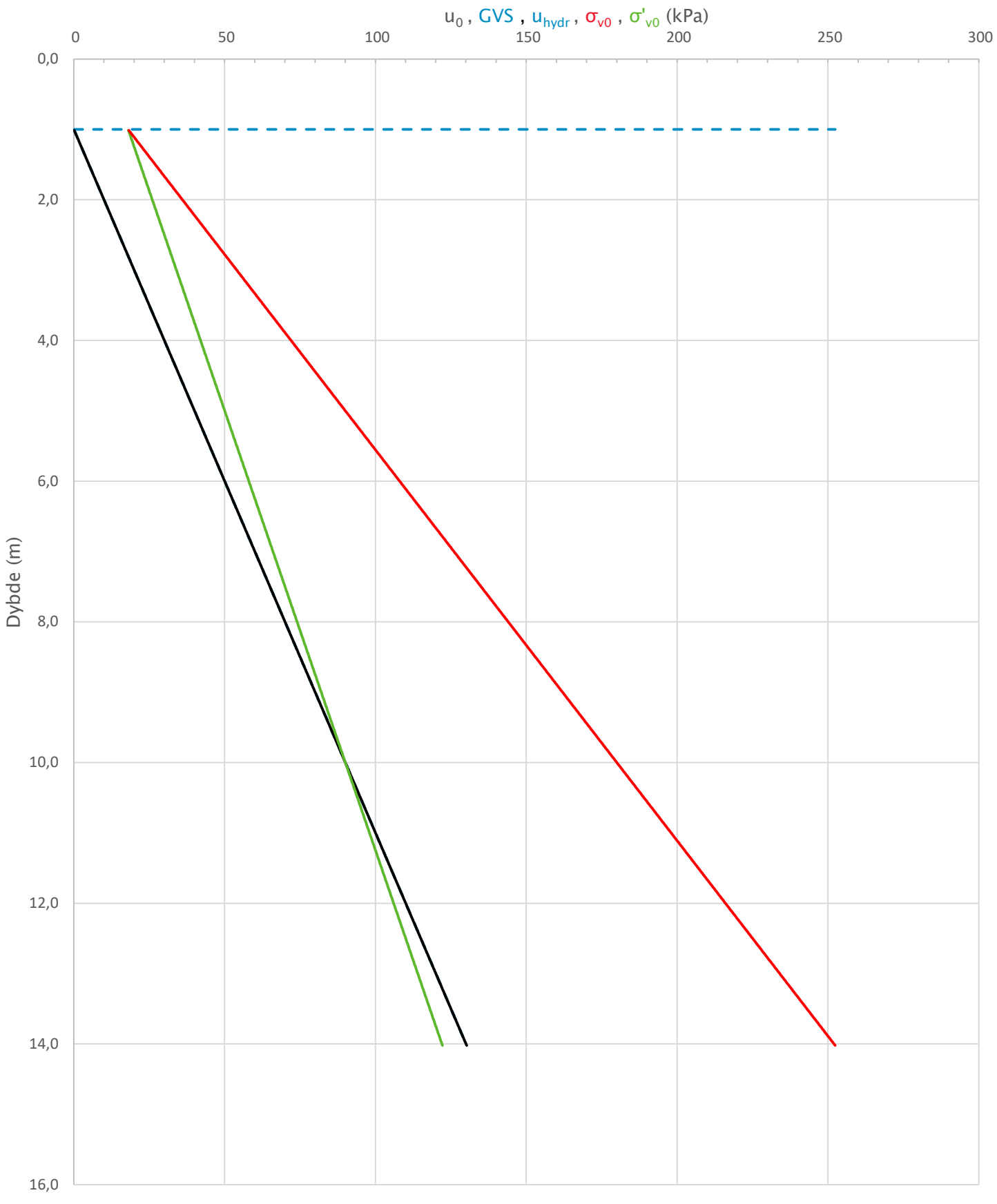
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	**73,0**	**0,7**	**1,0**	**0,8**	**7,7**	**0,5**
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	2	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	**1**					

Måleverdier under kapasitet/krav

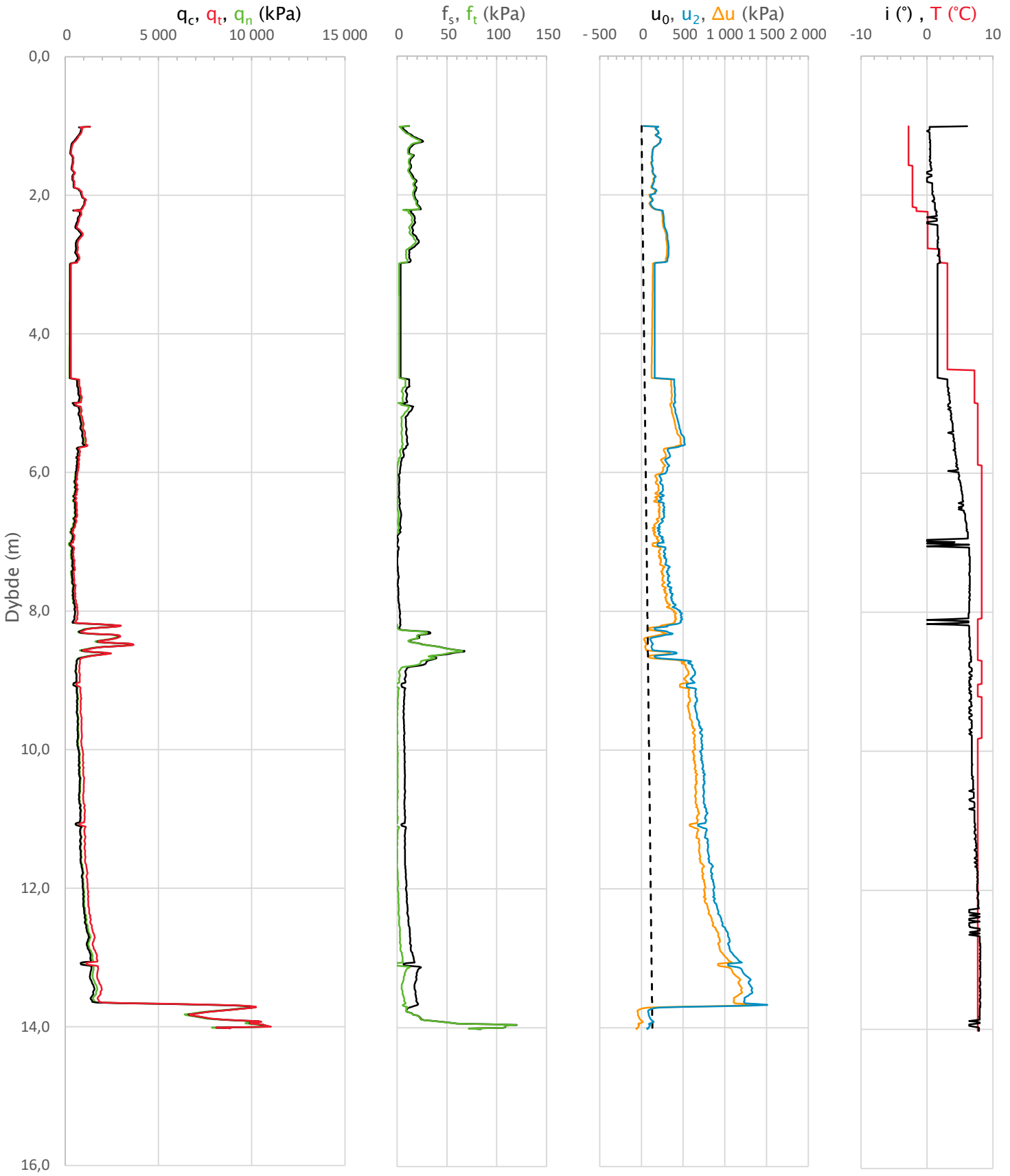
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur
OK	OK	OK	OK	-

Kommentarer:

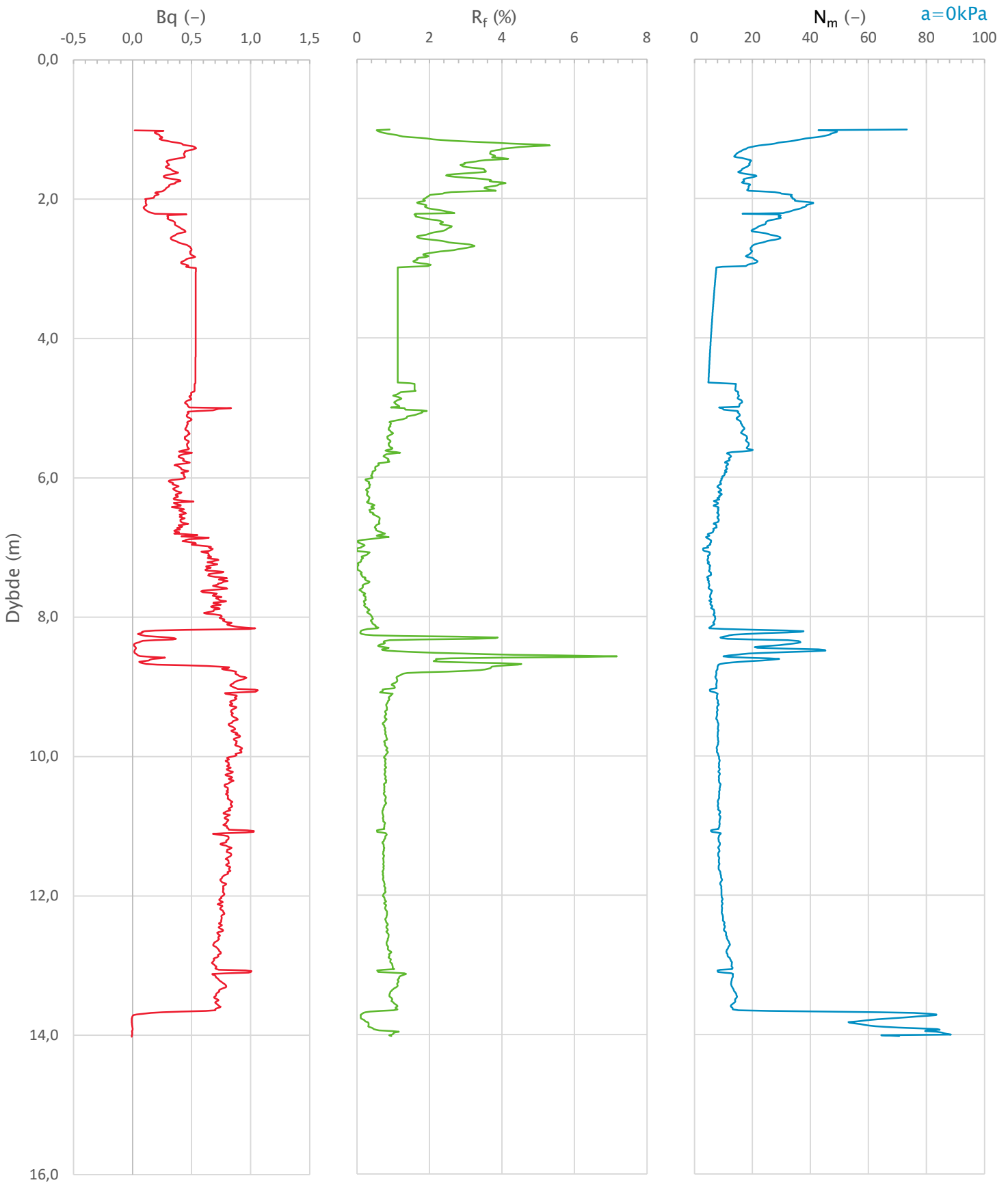
Prosjekt **5206182 Ytre Ringvei**				Borhull 505
Innhold Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet				Sondenummer 52104
Norconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse 1
	Oppdragsgiver Nye Veier	Dato sondering 2021-12-06	Revisjon Rev. dato	Figur 1



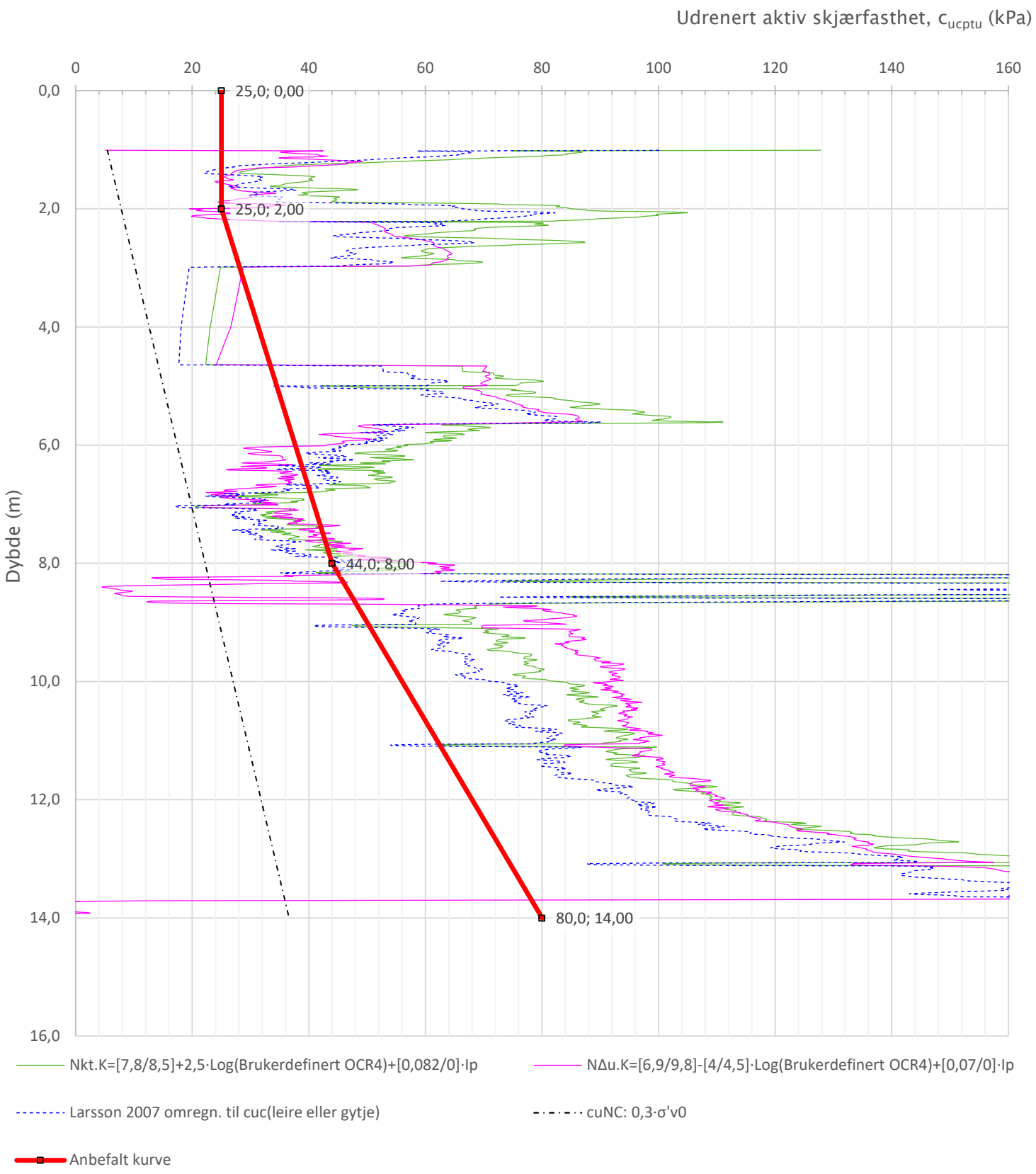
Prosjekt **5206182 Ytre Ringvei**				Borhull **505**
Innhold In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				Sondenummer **52104**
Norconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse 1
	Oppdragsgiver Nye Veier	Dato sondering 2021-12-06	Revisjon Rev. dato	Figur 2



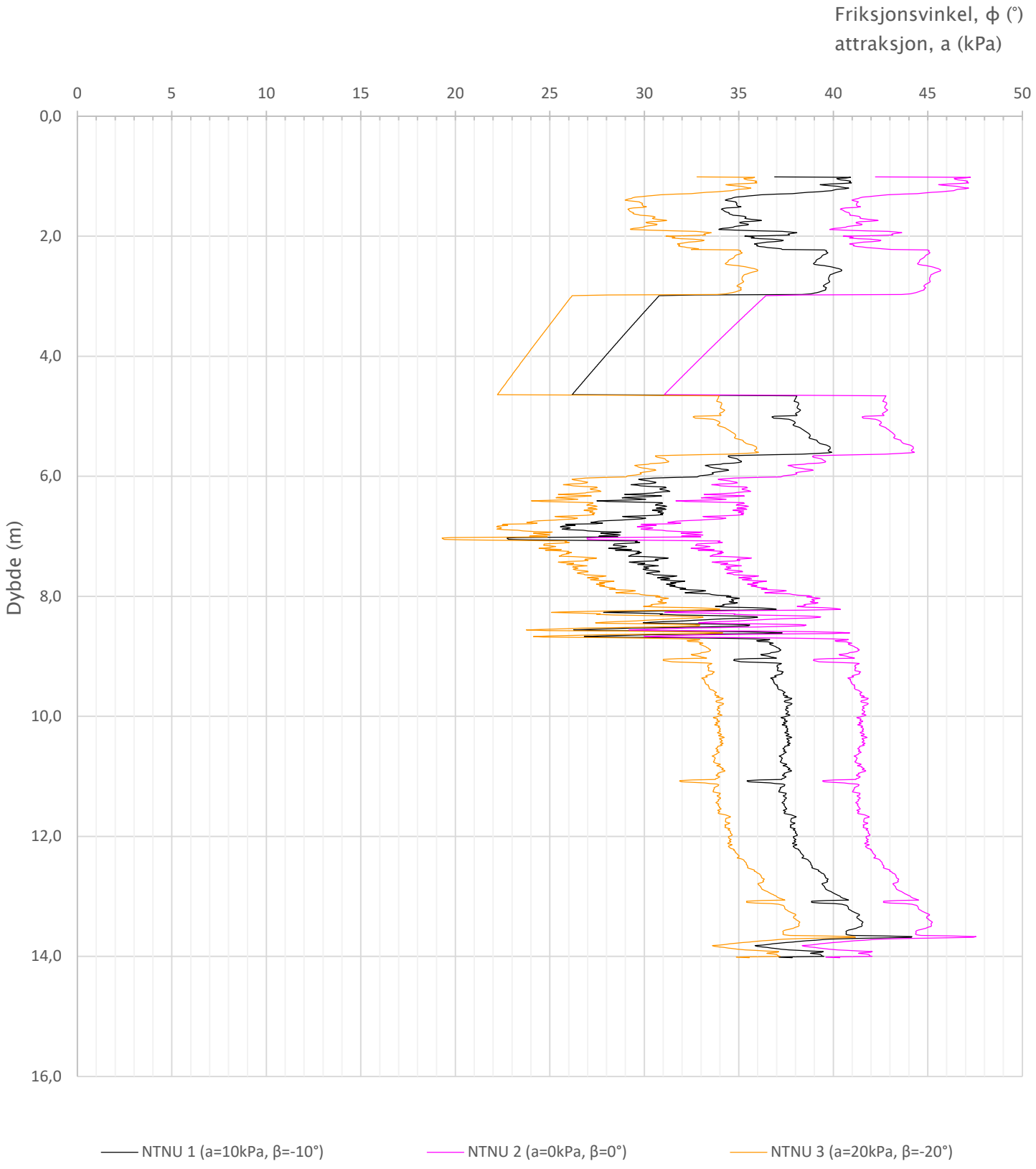
Prosjekt **5206182 Ytre Ringvei**				Borhull **505**	
Innhold Måledata og korrigerte måleverdier				Sondenummer **52104**	
Norconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	Oppdragsgiver Nye Veier	Dato sondering 2021-12-06	Revisjon Rev. dato	Figur	3



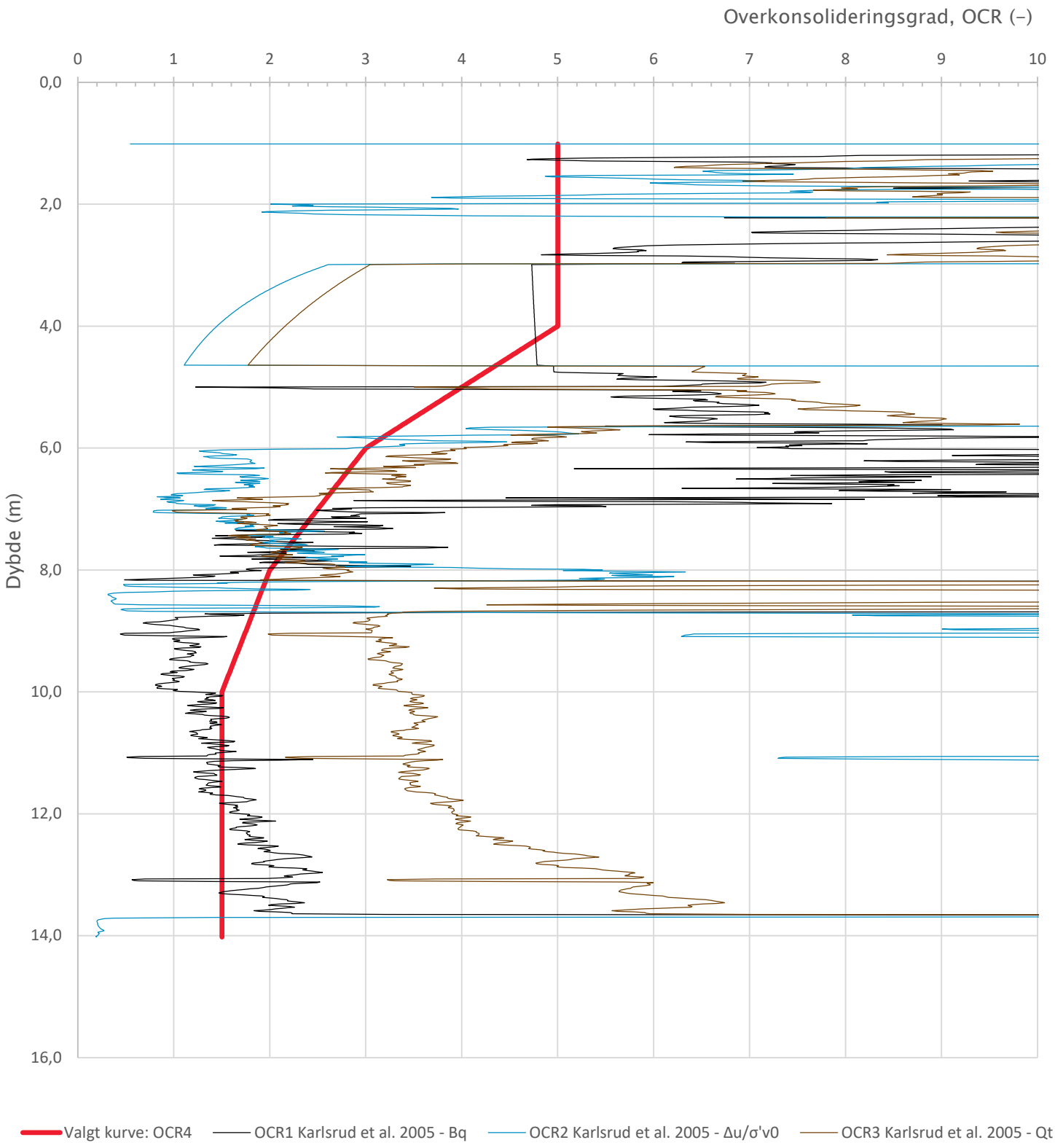
Prosjekt **5206182 Ytre Ringvei**				Borhull **505**	
Innhold Avledede dimensjonsløse forhold				Sondenummer **52104**	
Norconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	Oppdragsgiver Nye Veier	Dato sondering 2021-12-06	Revisjon Rev. dato	Figur	4



Prosjekt **5206182 Ytre Ringvei**				Borhull **505**
Innhold Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondenummer **52104**
Norconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse **1**
	Oppdragsgiver Nye Veier	Dato sondering 2021-12-06	Revisjon Rev. dato	Figur **5**



Prosjekt **5206182 Ytre Ringvei**				Borhull **505**
Innhold Tolkning av friksjonsvinkel og attraksjon				Sondenummer **52104**
Norconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse 1
	Oppdragsgiver Nye Veier	Dato sondering 2021-12-06	Revisjon Rev. dato	Figur 6



Prosjekt **5206182 Ytre Ringvei**				Borhull **505**	
Innhold Overkonsolideringsgrad, OCR				Sondenummer **52104**	
Norconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	Oppdragsgiver Nye Veier	Dato sondering 2021-12-06	Revisjon Rev. dato	Figur	8

Sonde og utførelse

Sondenummer	51709	Boreleder	J.L
Type sonde	Envi	Temperaturendring (°C)	
Kalibreringsdato	2020-12-02	Maks helning (°)	17,1
Dato sondering	2021-05-12	Maks avstand målinger (m)	0,01
Filtertype			

Kalibreringsdata

	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
Maksimal last (MPa)	50	1	2
Måleområde (MPa)	50	1	2
Skaleringsfaktor	-	-	-
Oppløsning 2^{12} bit (kPa)	-	-	-
Oppløsning 2^{18} bit (kPa)	5	0,1	0,1
Arealforhold	0,7100	0,0060	
Kalibreringsavvik (%)	0,04	0,2	0,09
Temperaturområde (°C)	-		

Nullpunktskontroll

	NA	NB	NC
Registrert før sondering (kPa)	0,0	0,0	0,0
Registrert etter sondering (kPa)	26,0	0,1	-2,1
Avvik under sondering(kPa)	26,0	0,1	2,1
Beregnet avvik under sondering (kPa)	2,8	0,3	1,5
Maksverdi under sondering (kPa)	6960,0	171,7	1674,5

Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012

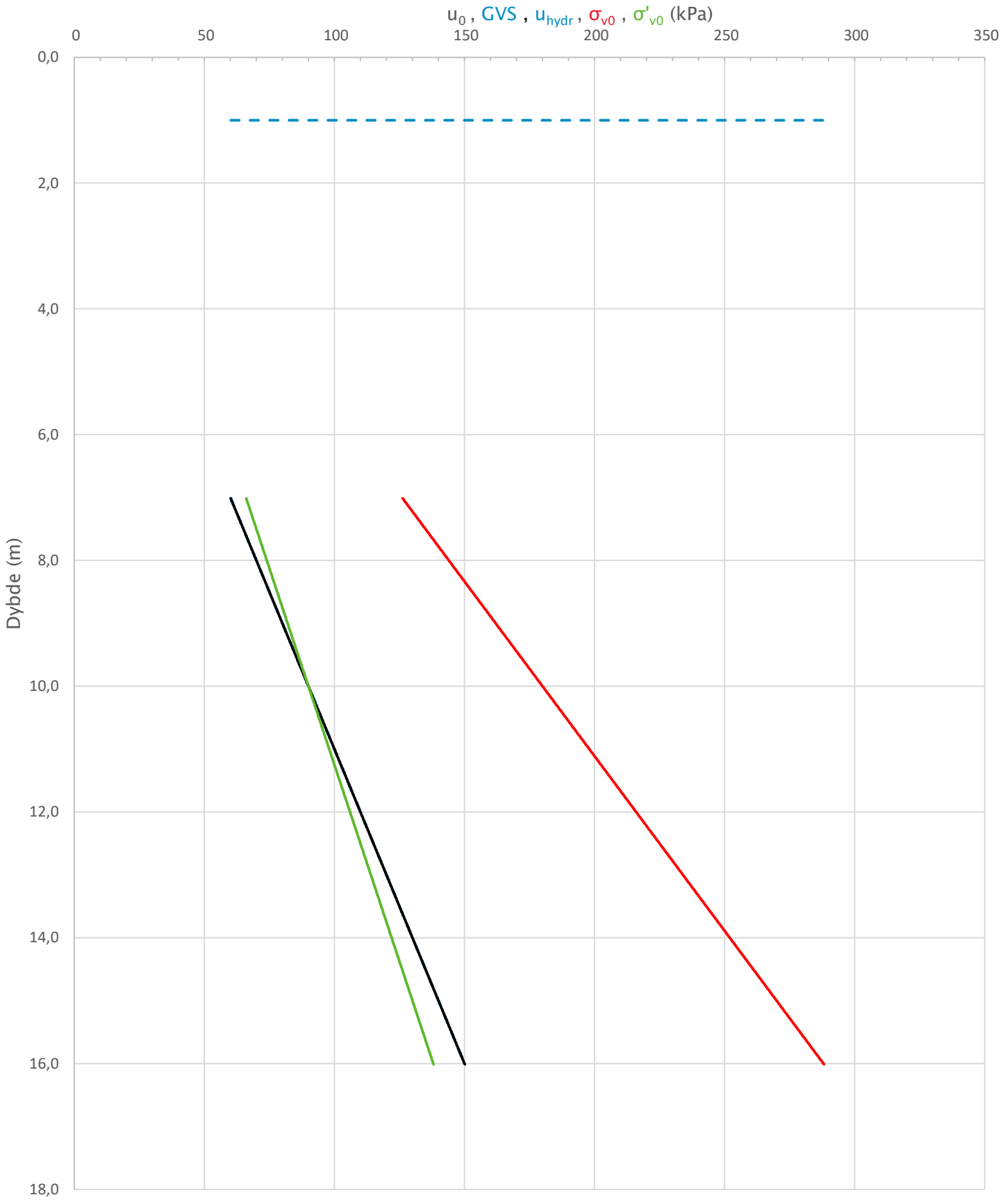
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	**33,8**	**0,5**	**0,5**	**0,3**	**3,7**	**0,2**
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	**1**					

Måleverdier under kapasitet/krav

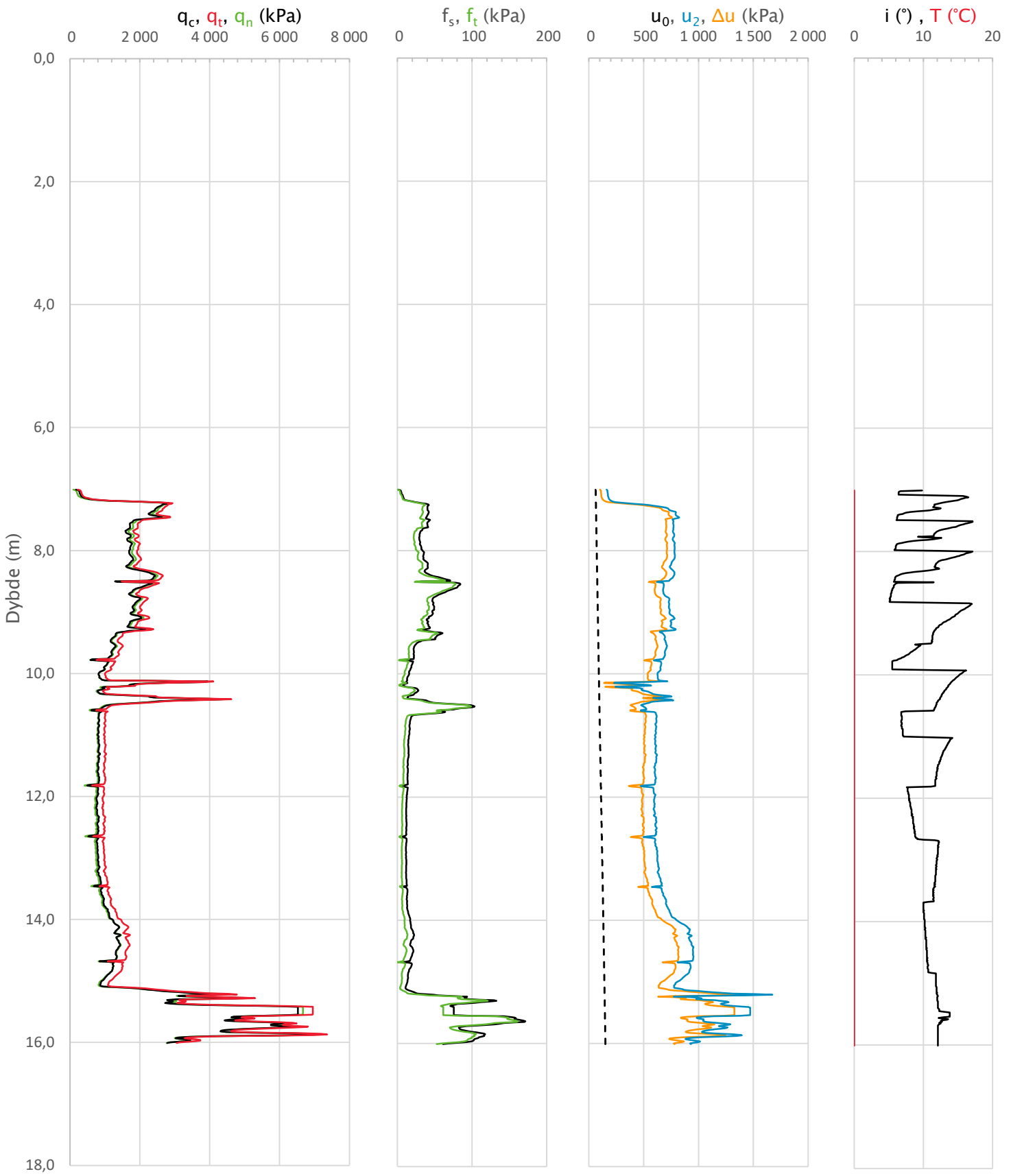
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur
OK	OK	OK	Ikke OK	-

Kommentarer:

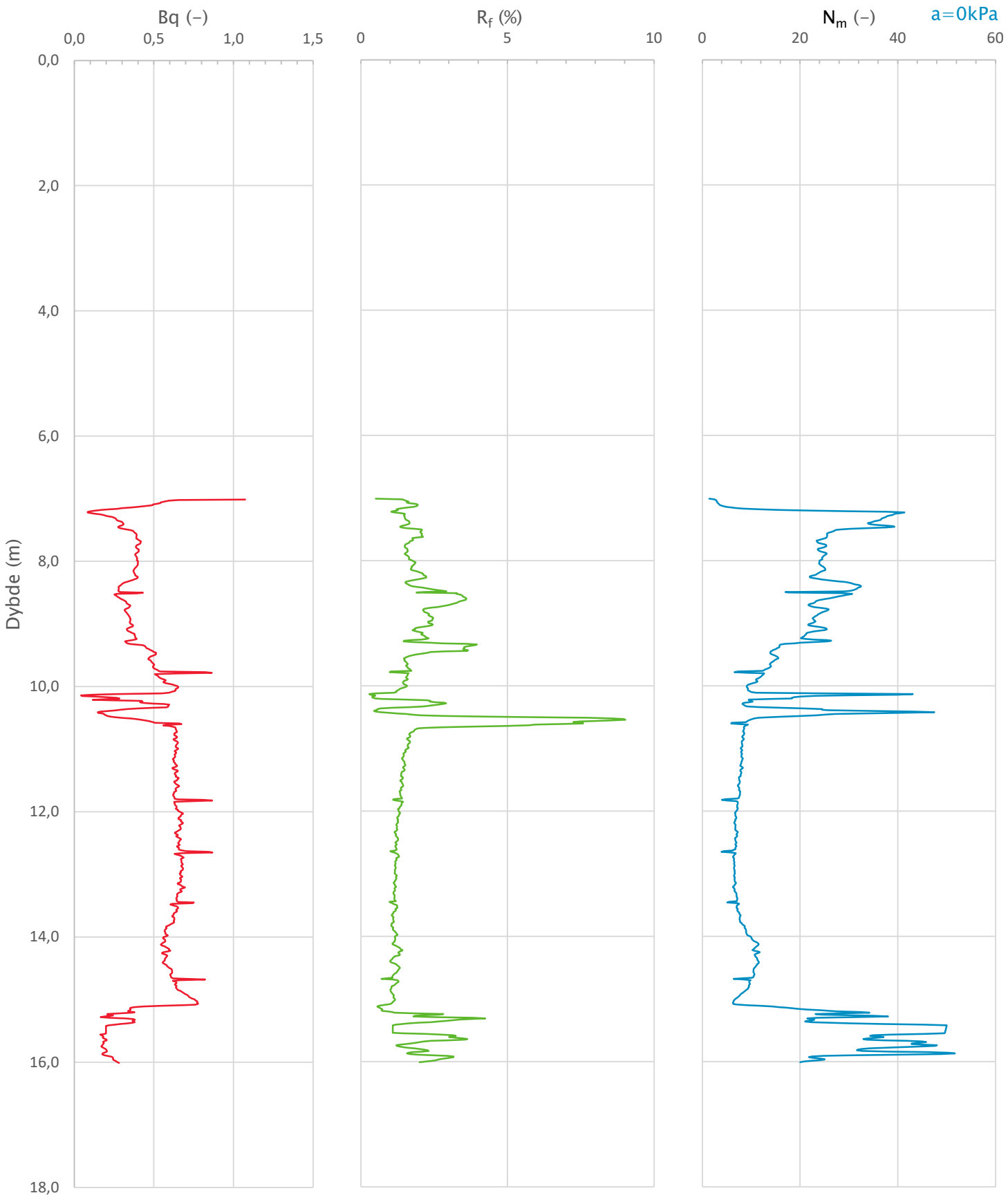
Prosjekt **5206182 Ytre Ringvei**				Borhull **507**
Innhold Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet				Sondenummer **51709**
Norconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse **1**
	Oppdragsgiver Nye Veier	Dato sondering 2021-05-12	Revisjon Rev. dato	Figur **1**



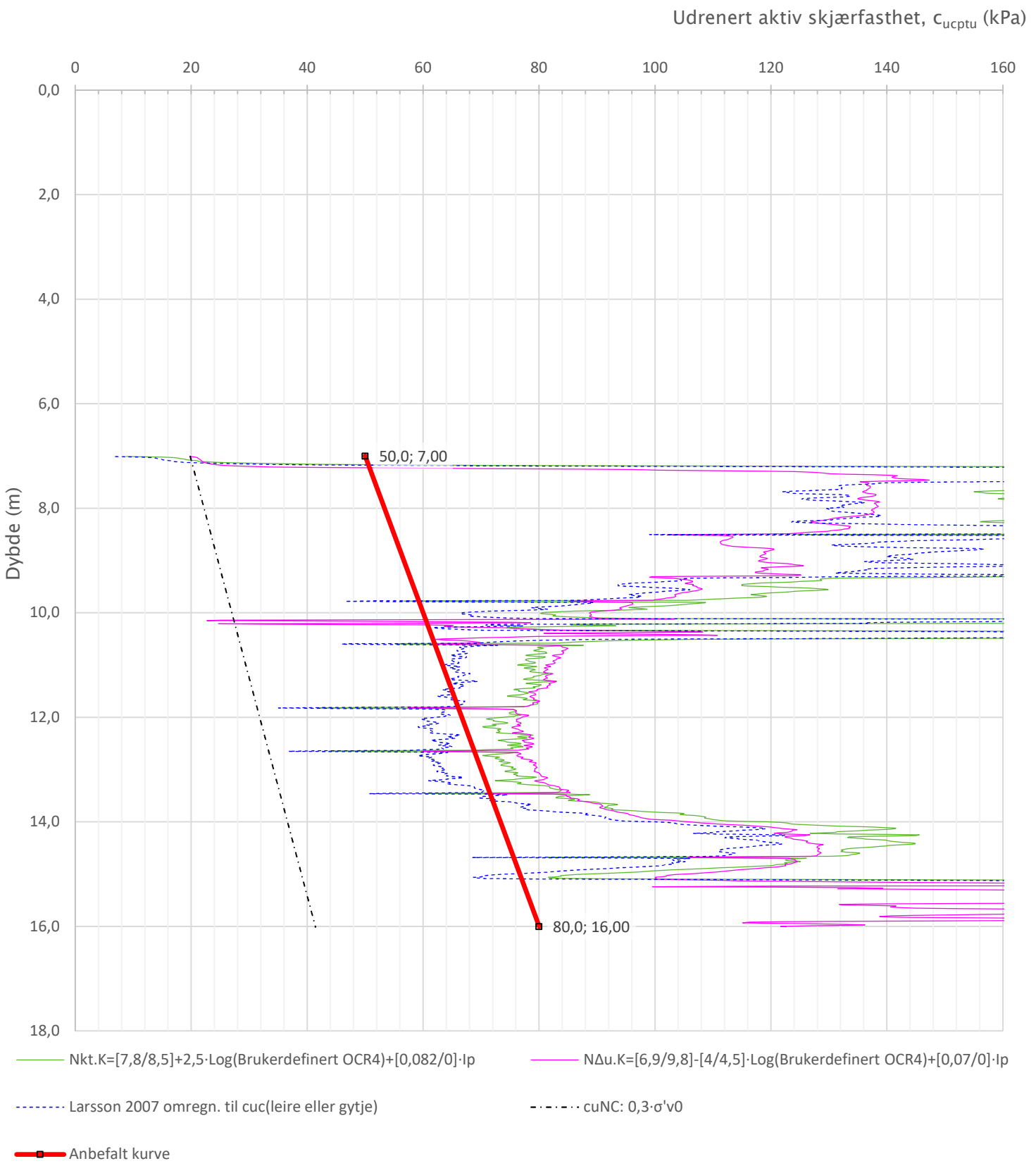
Prosjekt **5206182 Ytre Ringvei**				Borhull **507**
Innhold In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				Sondenummer **51709**
Norconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse 1
	Oppdragsgiver Nye Veier	Dato sondering 2021-05-12	Revisjon Rev. dato	Figur 2



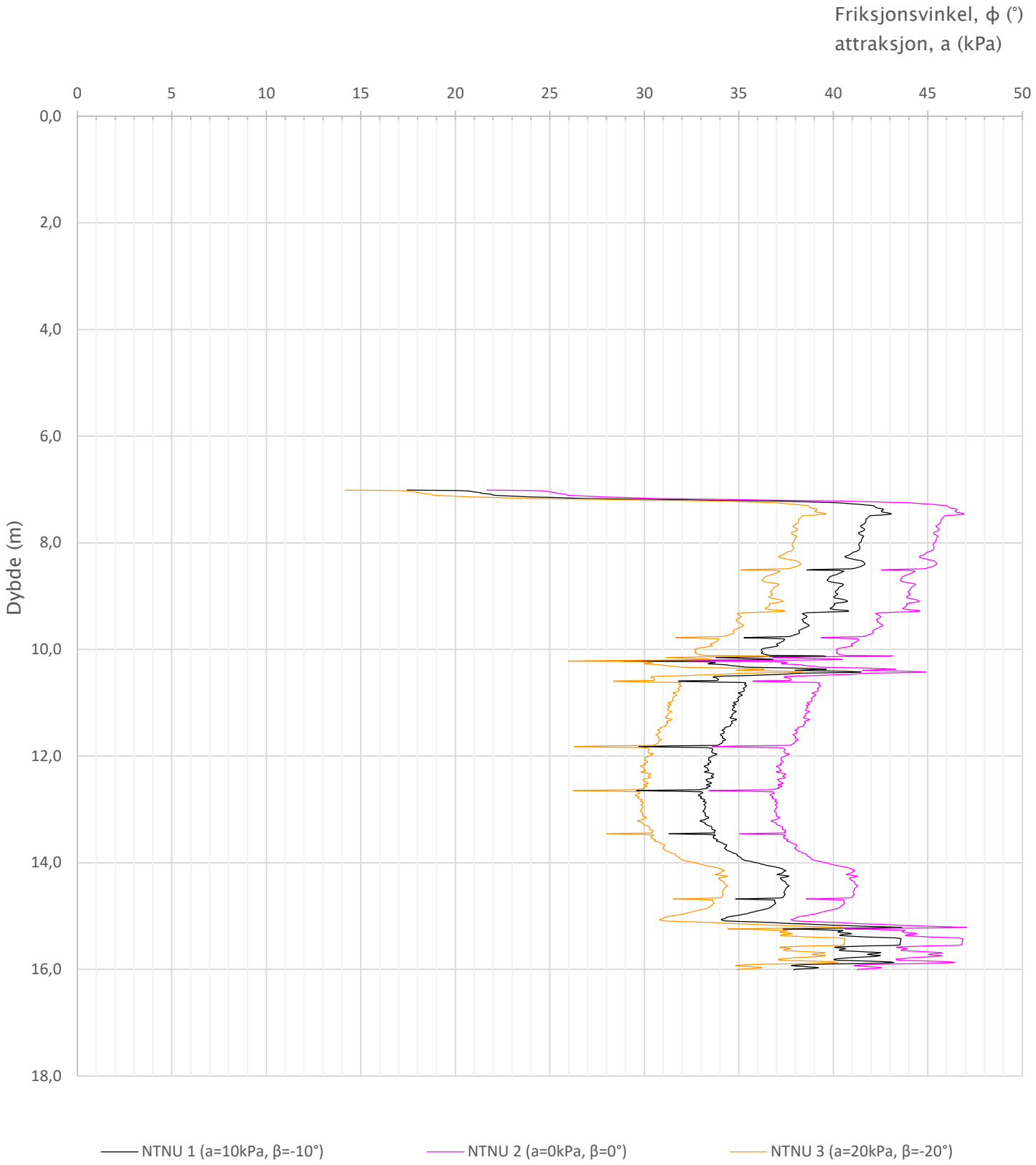
Prosjekt **5206182 Ytre Ringvei**				Borhull **507**	
Innhold Måledata og korrigerte måleverdier				Sondenummer **51709**	
Norconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	Oppdragsgiver Nye Veier	Dato sondering 2021-05-12	Revisjon Rev. dato	Figur	3



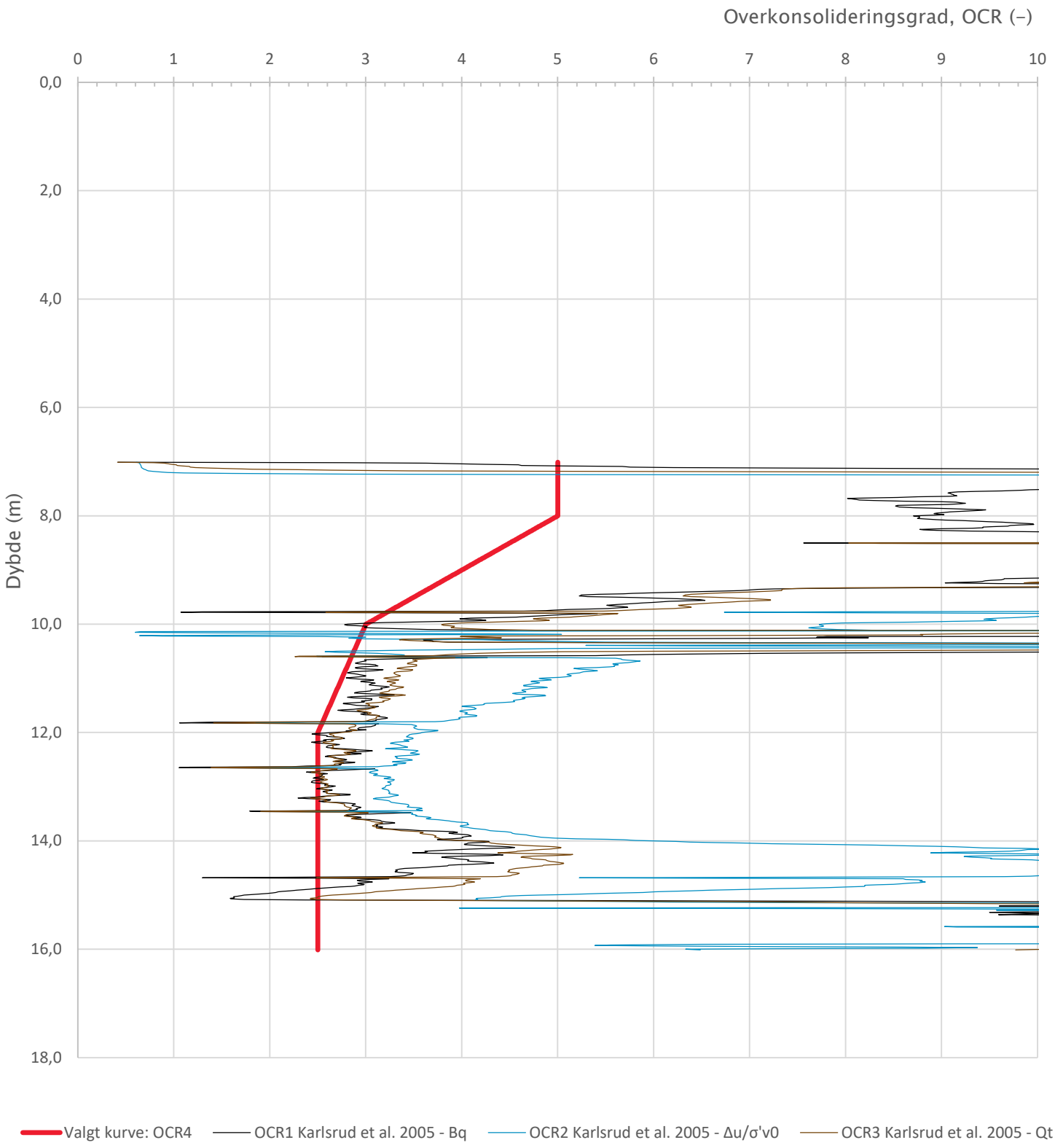
Prosjekt **5206182 Ytre Ringvei**				Borhull **507**
Innhold Avledede dimensjonsløse forhold				Sondenummer **51709**
Norconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse **1**
	Oppdragsgiver Nye Veier	Dato sondering 2021-05-12	Revisjon Rev. dato	Figur **4**



Prosjekt **5206182 Ytre Ringvei**				Borhull **507**
Innhold Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondenummer **51709**
Norconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse **1**
	Oppdragsgiver Nye Veier	Dato sondering 2021-05-12	Revisjon Rev. dato	Figur **5**



Prosjekt **5206182 Ytre Ringvei**				Borhull **507**
Innhold Tolkning av friksjonsvinkel og attraksjon				Sondenummer **51709**
Norconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse 1
	Oppdragsgiver Nye Veier	Dato sondering 2021-05-12	Revisjon Rev. dato	Figur 6



Prosjekt **5206182 Ytre Ringvei**				Borhull **507**
Innhold Overkonsolideringsgrad, OCR				Sondenummer **51709**
Norconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse **1**
	Oppdragsgiver Nye Veier	Dato sondering 2021-05-12	Revisjon Rev. dato	Figur **8**

Sonde og utførelse

Sondenummer	52104	Boreleder	JL
Type sonde	Envi	Temperaturendring (°C)	
Kalibreringsdato	2021-05-11	Maks helning (°)	11,6
Dato sondering	2021-12-02	Maks avstand målinger (m)	0,01
Filtertype			

Kalibreringsdata

	Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk
Maksimal last (MPa)	50	1	2
Måleområde (MPa)	50	1	2
Skaleringsfaktor	-	-	-
Oppløsning 2^{12} bit (kPa)	-	-	-
Oppløsning 2^{18} bit (kPa)	5	0,1	0,1
Arealforhold	0,7000	0,0060	
Kalibreringsavvik (%)	-	-	-
Temperaturområde (°C)	-		

Nullpunktskontroll

	NA	NB	NC
Registrert før sondering (kPa)	0,0	0,0	0,0
Registrert etter sondering (kPa)	42,0	-0,4	0,5
Avvik under sondering(kPa)	42,0	0,4	0,5
Beregnet avvik under sondering (kPa)	0,0	0,0	0,0
Maksverdi under sondering (kPa)	14486,0	173,0	1332,3

Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012

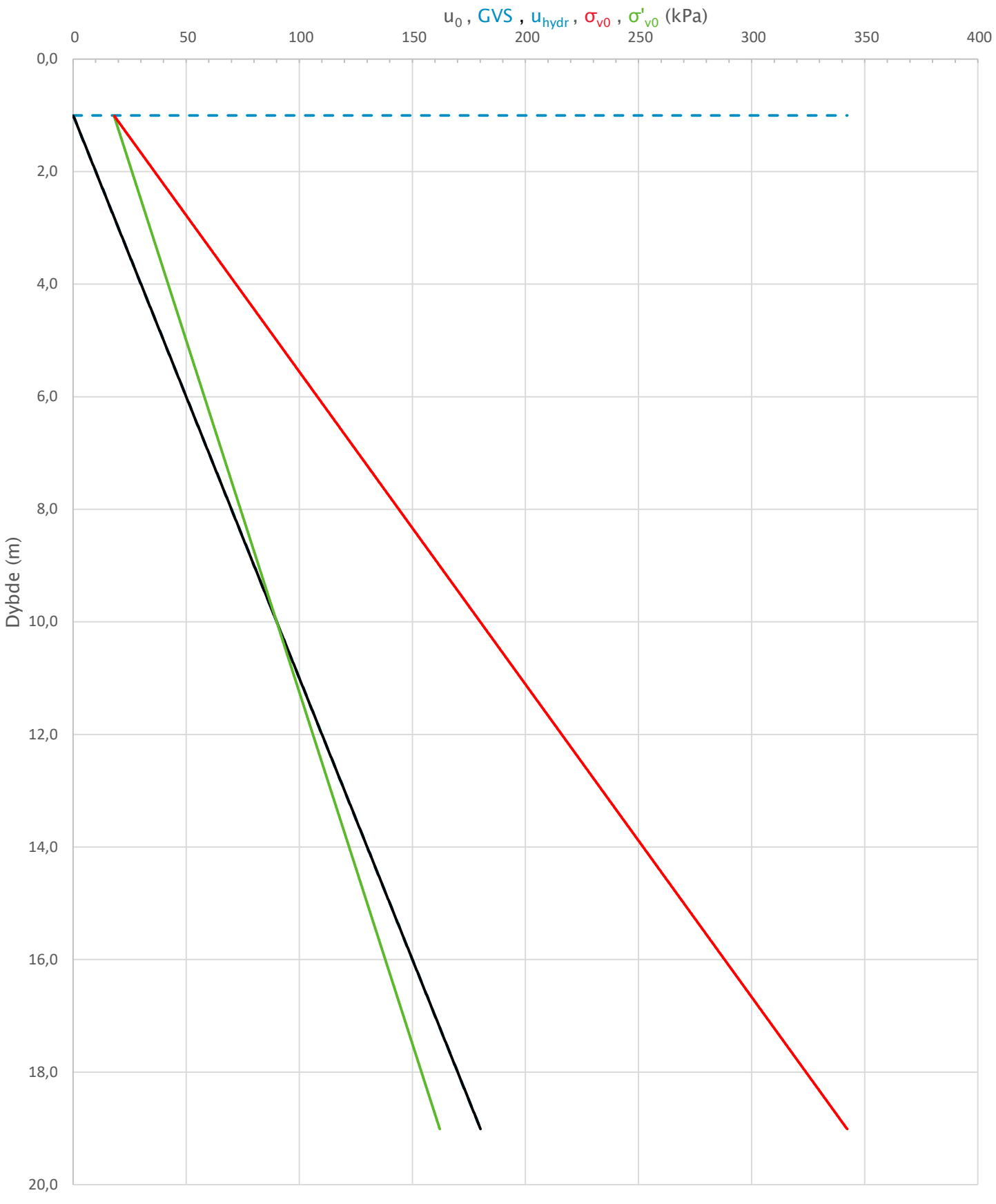
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	**47,0**	**0,3**	**0,5**	**0,3**	**0,6**	**0,0**
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	2	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	**1**					

Måleverdier under kapasitet/krav

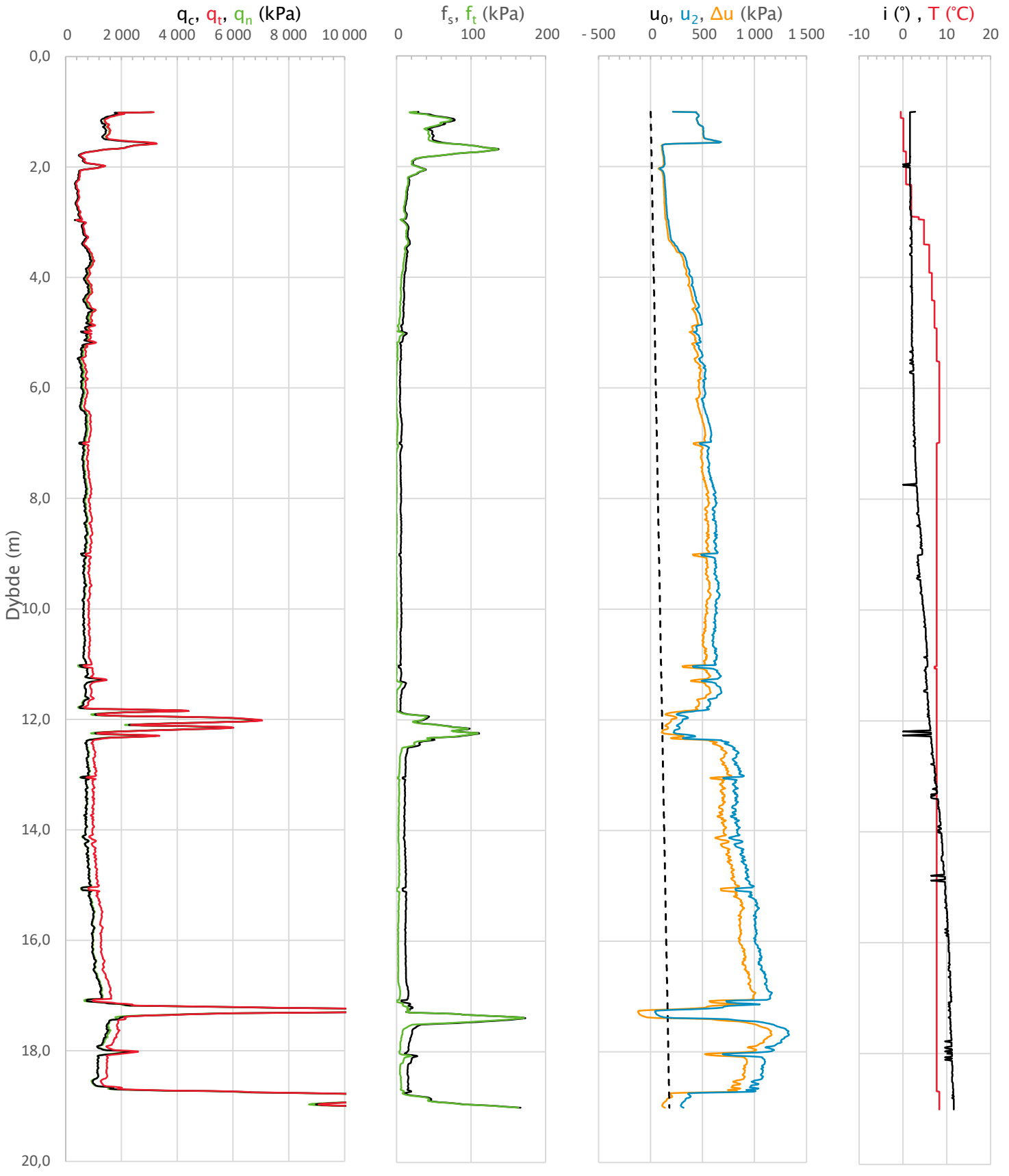
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur
OK	OK	OK	OK	-

Kommentarer:

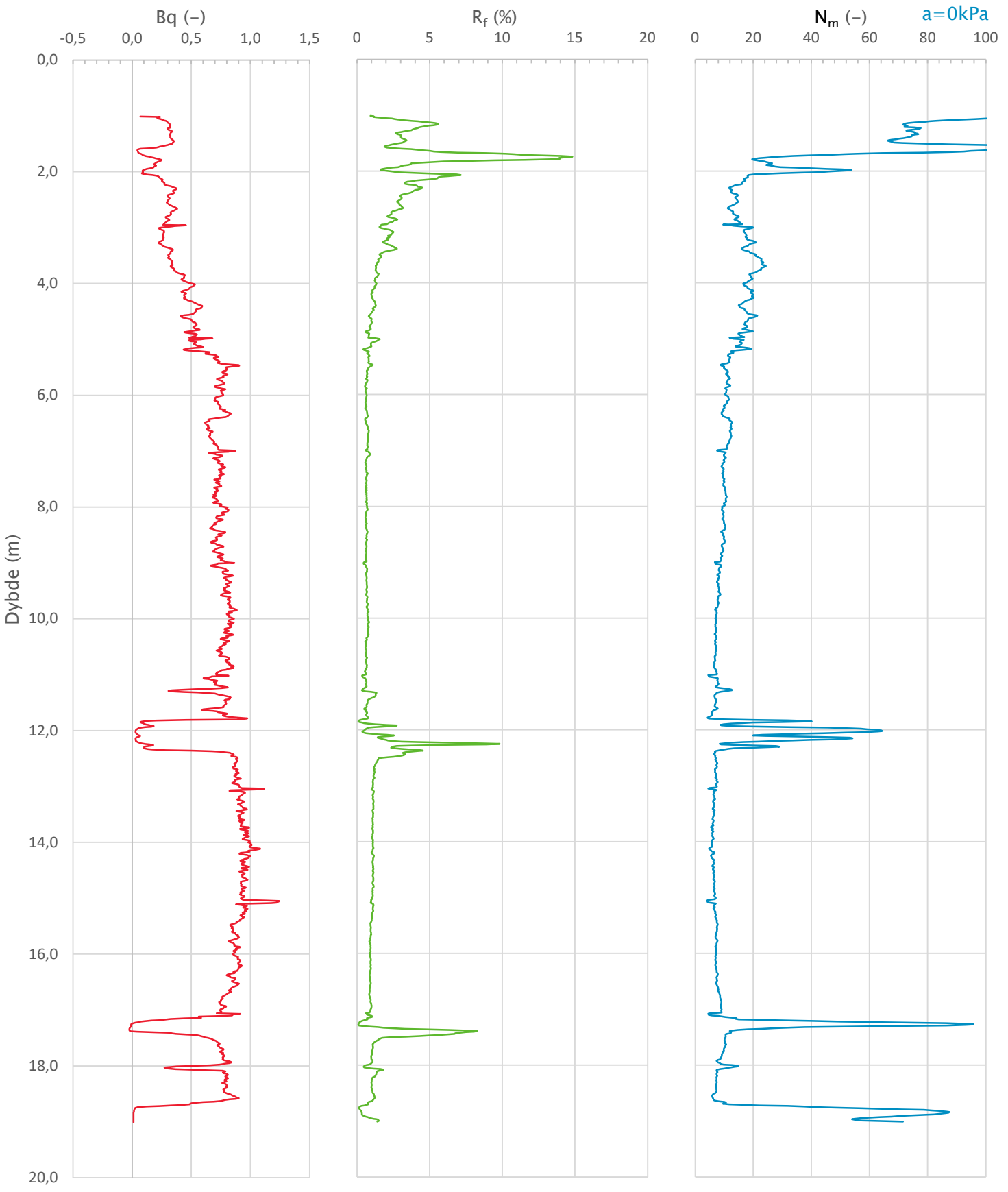
Prosjekt **5206182 Ytre Ringvei**				Borhull **510**
Innhold Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet				Sondenummer **52104**
Norconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse **1**
	Oppdragsgiver Nye Veier	Dato sondering 2021-12-02	Revisjon Rev. dato	Figur **1**



Prosjekt **5206182 Ytre Ringvei**				Borhull **510**	
Innhold In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				Sondenummer **52104**	
Norconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	Oppdragsgiver Nye Veier	Dato sondering 2021-12-02	Revisjon Rev. dato	Figur	2

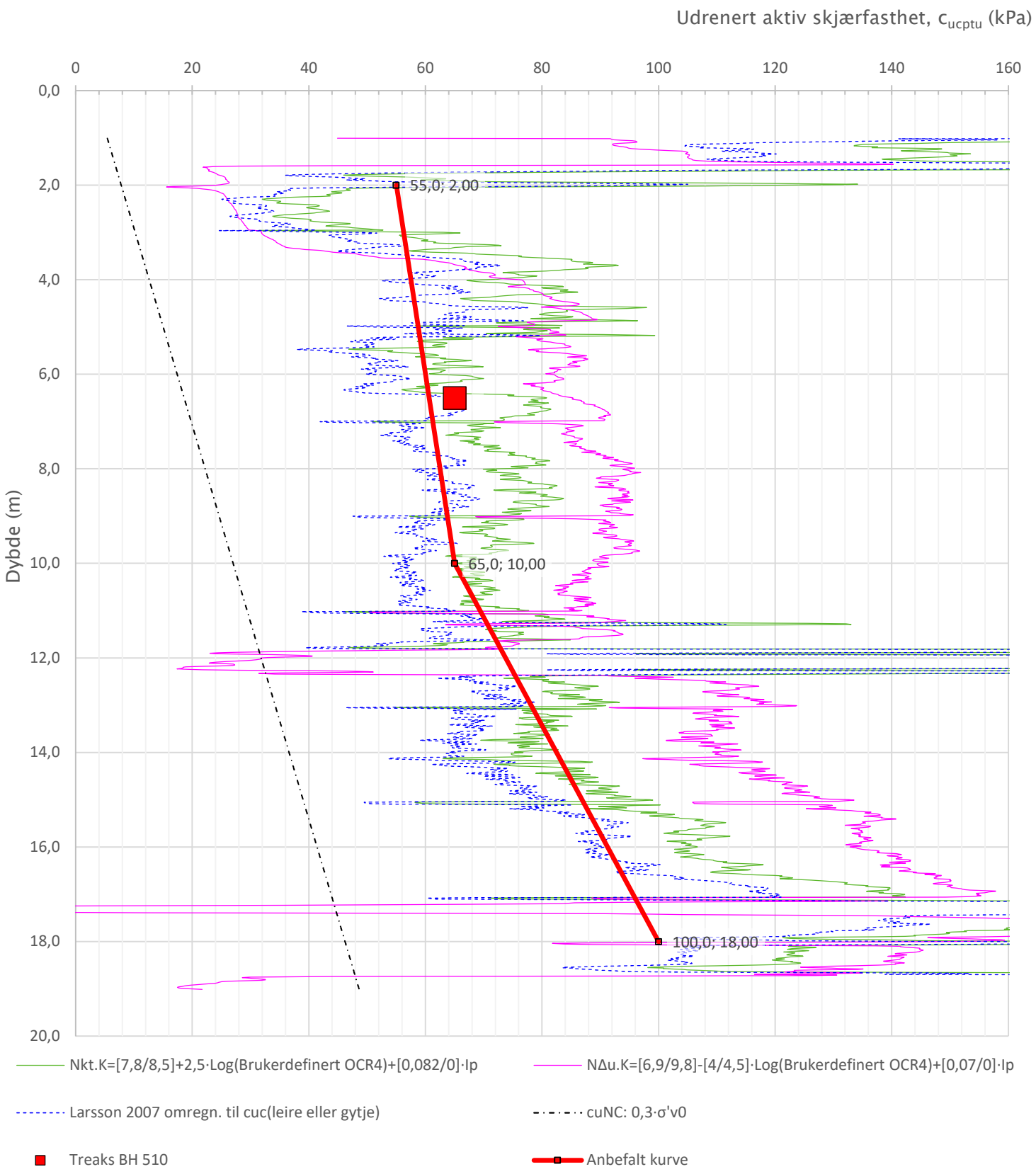


Prosjekt **5206182 Ytre Ringvei**				Borhull **510**	
Innhold Måledata og korrigerte måleverdier				Sondenummer **52104**	
Norconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	Oppdragsgiver Nye Veier	Dato sondering 2021-12-02	Revisjon Rev. dato	Figur	3

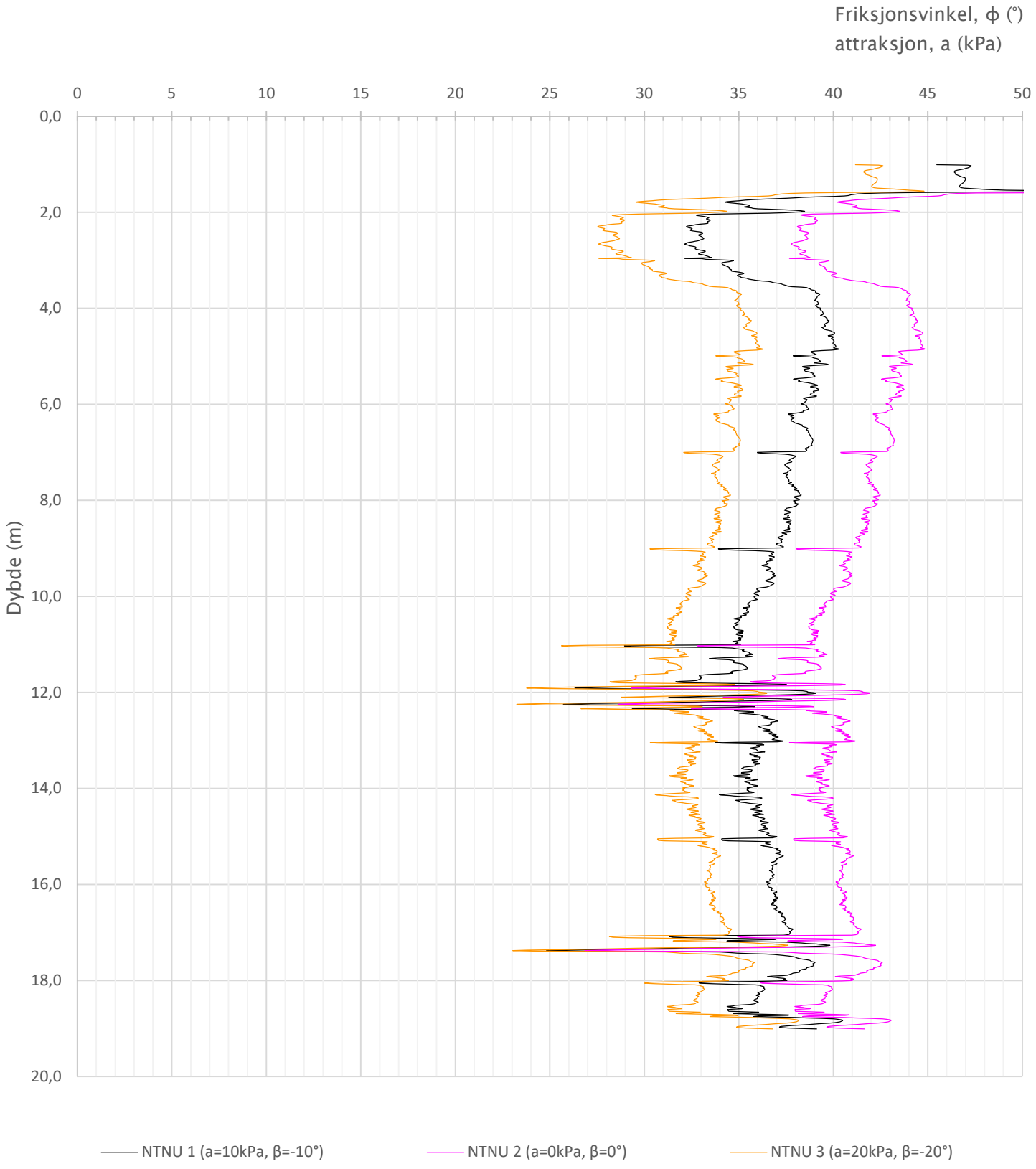


Prosjekt **5206182 Ytre Ringvei**				Borhull **510**
Innhold Avledede dimensjonsløse forhold				Sondenummer **52104**
Norconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse **1**
	Oppdragsgiver Nye Veier	Dato sondering 2021-12-02	Revisjon Rev. dato	Figur **4**

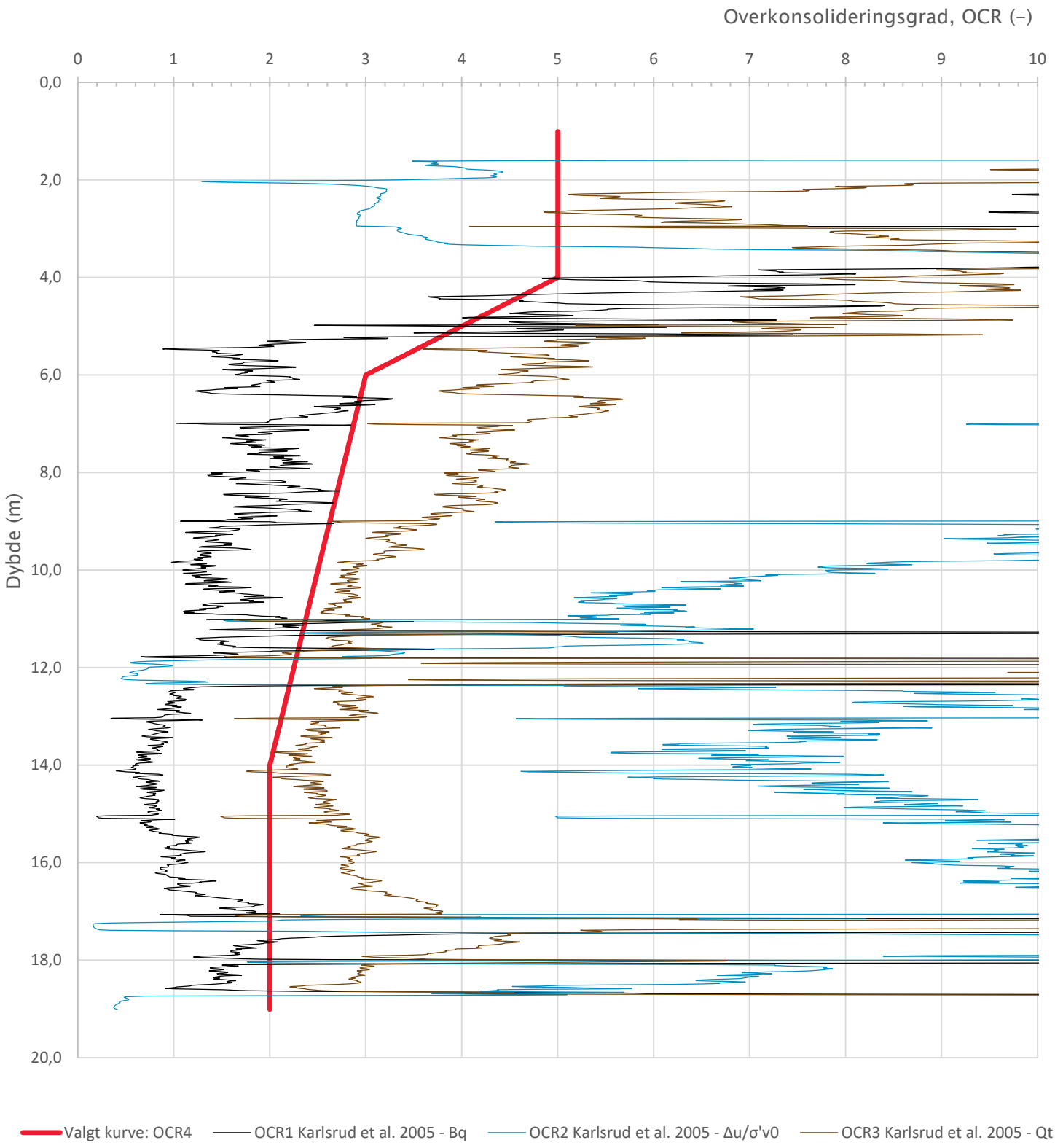
Anisotropiforhold i figur:
Treaks BH 510: cuC/cucptu = 1,000



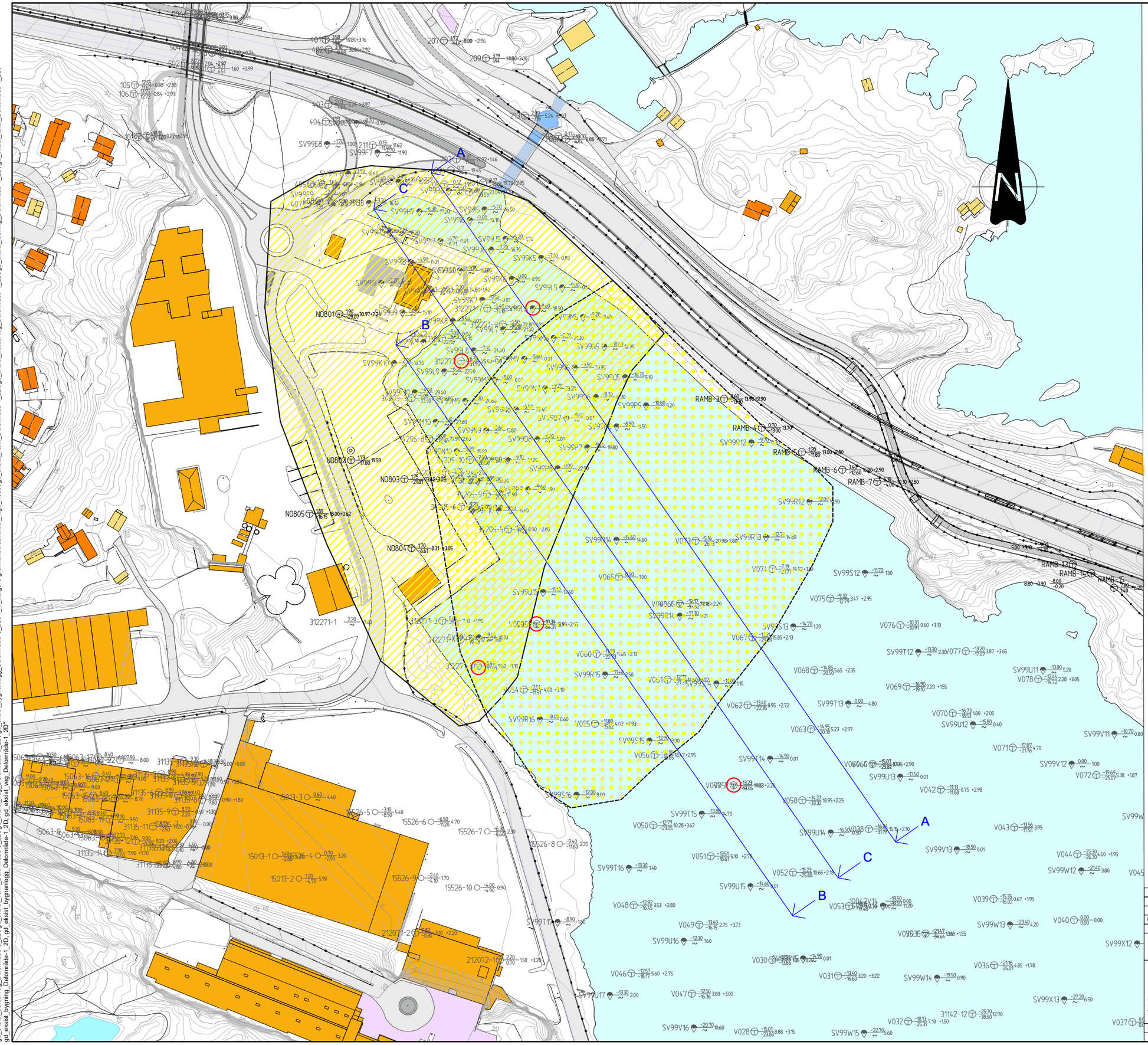
Prosjekt **5206182 Ytre Ringvei**				Borhull **510**
Innhold Tolkning av udrenert aktiv skjærfasthet				Sondenummer **52104**
Norconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse **1**
	Oppdragsgiver Nye Veier	Dato sondering 2021-12-02	Revisjon Rev. dato	Figur **5**



Prosjekt **5206182 Ytre Ringvei**				Borhull **510**
Innhold Tolkning av friksjonsvinkel og attraksjon				Sondenummer **52104**
Norconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse 1
	Oppdragsgiver Nye Veier	Dato sondering 2021-12-02	Revisjon Rev. dato	Figur 6



Prosjekt **5206182 Ytre Ringvei**				Borhull **510**
Innhold Overkonsolideringsgrad, OCR				Sondenummer **52104**
Norconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse 1
	Oppdragsgiver Nye Veier	Dato sondering 2021-12-02	Revisjon Rev. dato	Figur 8



FORKLARINGER

- Prøveserie
- Poretrykksmåler
- Totalsondering
- Trykksondering (CPTU)
- Vingeboring
- Terrengkote / Bergkote — Boret dybde i løsmasser + boret dybde i berg

INFORMASJON OM SPRØBRUDDMATERIALE

- Borpunkter med sprøbruddegenskaper basert på analysrte prøver
- Kvikkleirefaregrad lav Løsneområde
- Kvikkleirefaregrad lav Utløpsområde

HENVISNINGER

-5183018-RIG-RAP-01, rv. 01, Datarapport supplerende grunn-undersøkelser, Kristiansand havneområdet Nord, Norconsult AS datert 2019-03-15.

-1350008426, rapport 01, Grunnundersøkelser Datarapport, Ny Varoddbru, datert 2015-08-31

-NV42E39VK-GTK-RAP-0001,Geoteknisk datarapport, Detaljregulering E39 Ytre Ringvei_J01, datert 2022-03-11

-Tegning V092 - Lag med sprøbruddegenskaper

E03	For godkjennelse hos myndigheter	JoLind	SHY	TeFaa	2022-11-30
D02	For godkjennelse hos Nye Veier	JoLind	SHY	TeFaa	2022-09-30
C01	For kontroll hos eksterne parter	GiYYe	JoLin	TeFaa	2022-03-11
Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent	Revisjonsdato

Saksnr.

Utført av: Norconsult

Tegningsdato	2022-11-30
Bestiller	Thomas K. Jensen
Produsert for	Nye Veier AS
Prosjektnummer	115100
Arkivreferanse	100421
Byggverk nummer	
Koordinatsystem	NTM 7
Høydesystem	NN2000
Målestokk A1	1:1000
Halv målestokk A3	1:2000

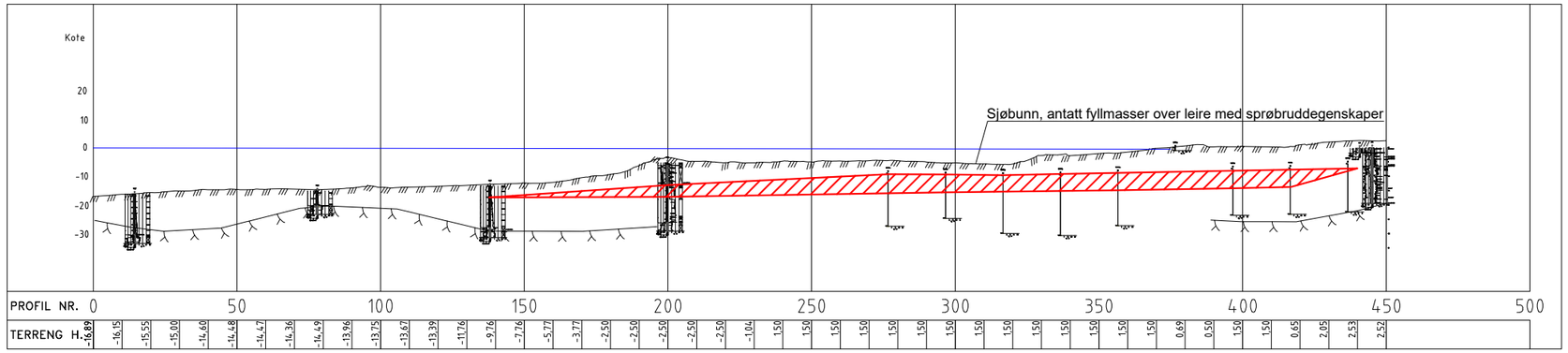
E18 Ytre ringvei
Plantegning
Områdestabilitet Vige
Avgrensning av løsne- og utløpsområde
Detaljregulering

Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv
GiYYe	JoLin	TeFaa	5206182

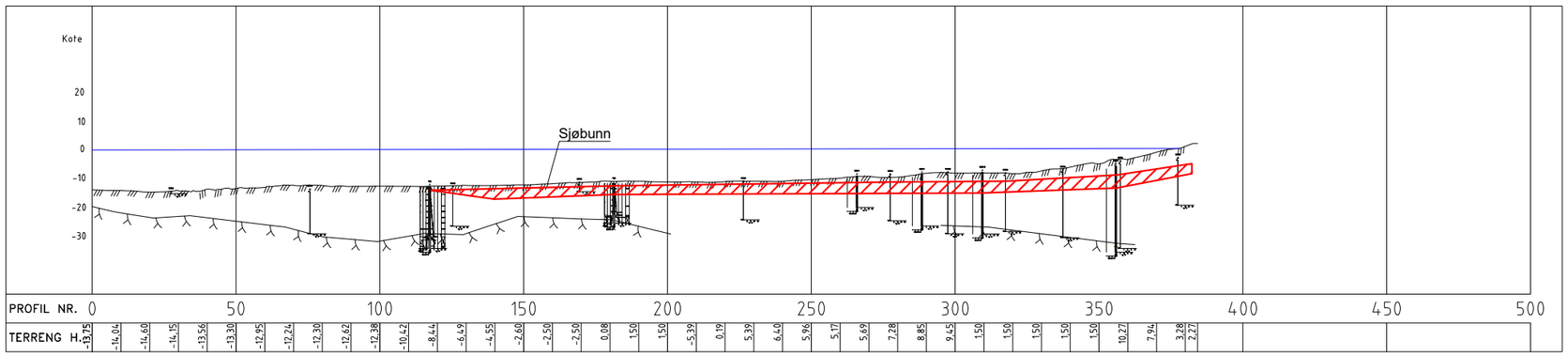
Tegningsnummer/revisjon: V091 E01

"C:\Users\JOLIN\Appdata\Local\Temp\AcPublish_11044\V091 - Kvikkleiresone.dwg - Jolind - Plottet: 2023-01-10, 13:37:3 - LAYOUT = V091 - XREF = T_V_GRU_Nye_NTM7_1000, T_V_GRU_tidligere_utfort_NTM7_1000, Kvikkleiresone, gd_eksist_bygning_Detalmråde-3_2D, gd_eksist_koter_Detalmråde-3_2D, gd_eksist_ledning_Detalmråde-3_2D, gd_eksist_Trafikkanlegg_Detalmråde-3_2D, gd_eksist_Trafikkanlegg_Detalmråde-1_2D, gd_eksist_bygning_Detalmråde-1_2D, gd_eksist_koter_Detalmråde-1_2D, gd_eksist_ledning_Detalmråde-1_2D, gd_eksist_Trafikkanlegg_Detalmråde-1_2D, gd_eksist_vann_Detalmråde-1_2D, gd_eksist_vann_Detalmråde-3_2D, gd_eksist_vann_Detalmråde-3_2D, gd_eksist_vann_Detalmråde-1_2D, gd_eksist_vann_Detalmråde-1_2D, gd_eksist_vann_Detalmråde-1

Profil A-A



Profil B-B



FORKLARINGER

- Prøveserie
- Poretrykksmåler
- Totalsondering
- Trykksondering (CPTU)
- Vingeboring

Terrengkote / Bergkote — Boret dybde i løsmasser + boret dybde i berg

INFORMASJON OM SPRØBRUDDMATERIALE

Lag med antatt sprøbruddmateriale

HENVISNINGER

-Tegning V01 - Avgrensning av løsne- og utløpsområde

E03	For godkjennelse hos myndigheter	JoLind	SHY	TeFaa	2022-11-30
D02	For godkjennelse hos Nye Veier	JoLind	SHY	TeFaa	2022-09-30
C01	For kontroll hos eksterne parter	GiYYe	JoLin	TeFaa	2022-03-11
Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent	Revisjonsdato

Saksnr.

NyeVeier — Utført av: Norconsult

E18 Ytre ringvei
Lengdeprofiler
Områdestabilitet Vige
Lag med sprøbruddegenskaper
Detaljregulering

Tegningsdato	2022-11-30
Bestiller	Thomas K. Jensen
Produsert for	Nye Veier AS
Prosjektnummer	115100
Arkivreferanse	100421
Byggverk nummer	
Koordinatsystem	NTM 7
Høydesystem	NN2000
Målestokk A1	1:1000
Halv målestokk A3	1:2000

Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv	Tegningsnummer/ revisjon
GiYYe	JoLin	TeFaa	5206182	V092 E01

"C:\Users\JOLIND\appdata\local\temp\AcPublish_11044\V091-_Kvikkleiresone_gd_eksist_bygning_Delområde-3_2D_gd_eksist_veg_Delområde-3_2D_gd_eksist_vann_Delområde-3_2D_gd_eksist_trafikkanlegg_Delområde-3_2D_gd_eksist_trafikkanlegg_Delområde-1_2D_gd_eksist_bygning_Delområde-1_2D_gd_eksist_veg_Delområde-1_2D_gd_eksist_vann_Delområde-1_2D_gd_eksist_trafikkanlegg_Delområde-1_2D_gd_eksist_ledning_Delområde-3_2D_gd_eksist_koter_Delområde-3_2D_gd_eksist_ledning_Delområde-1_2D_gd_eksist_koter_Delområde-1_2D_gd_eksist_trafikkanlegg_Delområde-3_2D_gd_eksist_bygning_Delområde-3_2D_gd_eksist_veg_Delområde-3_2D_gd_eksist_vann_Delområde-3_2D_gd_eksist_trafikkanlegg_Delområde-1_2D_gd_eksist_bygning_Delområde-1_2D_gd_eksist_veg_Delområde-1_2D_gd_eksist_vann_Delområde-1_2D_gd_eksist_trafikkanlegg_Delområde-1_2D_gd_eksist_ledning_Delområde-1_2D_gd_eksist_koter_Delområde-1_2D_T_V_GRU_tidligere_utført_NTM7_1000_Kvikkleiresone_gd_eksist_bygning_Delområde-3_2D_gd_eksist_koter_Delområde-3_2D_gd_eksist_ledning_Delområde-3_2D_gd_eksist_veg_Delområde-3_2D_gd_eksist_vann_Delområde-3_2D_gd_eksist_trafikkanlegg_Delområde-3_2D_gd_eksist_bygning_Delområde-1_2D_gd_eksist_veg_Delområde-1_2D_gd_eksist_vann_Delområde-1_2D_gd_eksist_trafikkanlegg_Delområde-1_2D_gd_eksist_ledning_Delområde-1_2D_gd_eksist_koter_Delområde-1_2D_T_V_GRU_tidligere_utført_NTM7_1000_V092 - XREF = T_V_GRU_Nye_NTM7_1000_T_V_GRU_tidligere_utført_NTM7_1000_Kvikkleiresone_gd_eksist_bygning_Delområde-3_2D_gd_eksist_veg_Delområde-3_2D_gd_eksist_vann_Delområde-3_2D_gd_eksist_trafikkanlegg_Delområde-1_2D_gd_eksist_bygning_Delområde-1_2D_gd_eksist_veg_Delområde-1_2D_gd_eksist_trafikkanlegg_Delområde-1_2D" - LAYOUT = V092 - XREF = T_V_GRU_Nye_NTM7_1000, T_V_GRU_tidligere_utført_NTM7_1000, gd_eksist_Trafikkanlegg_Delområde-3_2D, gd_eksist_vann_Delområde-3_2D, gd_eksist_veg_Delområde-3_2D, gd_eksist_bygning_Delområde-3_2D, gd_eksist_bygning_Delområde-1_2D, gd_eksist_trafikkanlegg_Delområde-1_2D, gd_eksist_veg_Delområde-1_2D

"C:\Users\JOLIND\appdata\local\temp\AcPublish_11044\V091 - Kvikkleiresone.dwg - jolind - Plottet: 2023-01-10, 13:37:47 - LAYOUT = V093 - XREF = T_V_GRU_Nye_NTM7_1000, T_V_GRU_tidligere_utført_NTM7_1000, Kvikkleiresone_gd_eksist_bygning_Delområde-3_2D, gd_eksist_veg_Delområde-3_2D, gd_eksist_koter_Delområde-3_2D, gd_eksist_ledning_Delområde-3_2D, gd_eksist_traktorveg_Delområde-1_2D, gd_eksist_vann_Delområde-1_2D, gd_eksist_bygninnlegg_Delområde-1_2D, gd_eksist_bygninnlegg_Delområde-1_2D, gd_eksist_veg_Delområde-1_2D, gd_eksist_ledning_Delområde-1_2D, gd_eksist_koter_Delområde-1_2D,

FORKLARINGER

- Prøveserie
- Poretrykksmåler
- Totalsondering
- Trykksondering (CPTU)
- Vingeboring

Terrengkote / Bergkote — Boret dybde i løsmasser + boret dybde i berg

HENVISNINGER

-NV42E39VK-GTK-RAP-0001,Geoteknisk datarapport, Detaljregulering E39 Ytre Ringvei_J01, datert 2022-03-11

Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent	Revisjonsdato
E03	For godkjennelse hos myndigheter	JoLind	SHY	TeFaa	2022-11-30
D02	For godkjennelse hos Nye Veier	JoLind	SHY	TeFaa	2022-09-30
C01	For kontroll hos eksterne parter	GiYYe	JoLin	TeFaa	2022-03-11

Saksnr.

NyeVeier — Utført av: Norconsult

Tegningsdato	2022-11-30
Bestiller	Thomas K. Jensen
Produsert for	Nye Veier AS
Prosjektnummer	115100
Arkivreferanse	100421
Byggverk nummer	
Koordinatsystem	NTM 7
Høydesystem	NN2000
Målestokk A1	1:1000
Halv målestokk A3	1:2000

E18 Ytre ringvei
Plantegning
Områdestabilitet Sødal terrasse
Profiler for stabilitetsberegning
Detaljregulering

Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv	Tegningsnummer/ revisjon
GiYYe	JoLin	TeFaa	5206182	V093 E01