
RAPPORT

132 kV kraftledning Myrhaugen-Holla

OPPDRAAGSGIVER

Tensio TS AS

EMNE

Datarapport - Geotekniske
grunnundersøkelser

DATO / REVISJON: 26. april 2024 / 00

DOKUMENTKODE: 10246143-RIG-RAP-001



Multiconsult

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

RAPPORT

OPPDRAAG	132 kV kraftledning Myrhaugen-Holla	DOKUMENTKODE	10246143-RIG-RAP-001
EMNE	Datarapport - Geotekniske grunnundersøkelser	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Tensio TS AS	OPPDRAAGSLEDER	Lars Håkon Bjugan
KONTAKTPERSON	Daniel Morken	UTARBEIDET AV	Jin Kjellsdatter Melhus
KOORDINATER	Sone: UTM, sone 32V Øst: 507488 Nord: 7020117	ANSVARLIG ENHET	10234011 Geoteknikk Midt
GNR./BNR./SNR.	- / - / / Heim kommune		

SAMMENDRAG

Tensio TS har fått konsesjon til ny 132 kV dobbelkurs mellom Hemne transformatorstasjon og Holla smelteverk. Strekningen er ca. 1,2 km. Mastene skal utformes som dobbelkurs med vertikaloppheng og med AL59-865.

Multiconsult Norge AS er engasjert av Tensio TS AS til å utføre geotekniske grunnundersøkelser og utarbeide en geoteknisk datarapport med beskrivelse av grunnforholdene, samt utarbeide en detaljplan med geoteknisk vurdering av områdeskredfare (kvikkleire) for kraftlinjen iht. NVEs veileder 1/2019 [9]. Foreliggende rapport presenterer resultater fra de geotekniske grunnundersøkelsene. Geotekniske vurderinger presenteres i rapport nr. 10246143-RIG-RAP-002.

Utførte geotekniske grunnundersøkelser omfattet:

- 4 stk. dreietrykkssonderinger, BP 1 t.o.m. BP 4
- 2 stk. trykksonderinger, CPTU 2 og CPTU 3
- Opptak av ø54 mm sylindrerprøver og poseprøver, PR 2, PR 3 og PR 4

Utførte sonderinger er avsluttet mellom 13,8 og 24,2 m under terreng. Det er ikke påvist berg i de utførte dreietrykkssonderingene. BP. 2 og BP. 4 er antatt stoppet i berg på dybde henholdsvis 19,5 m og 14,3 m under terrengnivå.

Grunnundersøkelsene antyder at grunnen i nord, ved BP 1, domineres av faste friksjonsmasser av sand, grus og stein ned til maksimalt boredyp 24,2 m. Det er derfor ikke undersøkt ytterligere i dette området. Sentralt og mot sør i det undersøkte området beskrives grunnforholdene som en veksling mellom et topplag av torv og myr, med underliggende sand inntil 6 m dybde. Under sandlaget i BP 2 og BP 4, og direkte under torv/myr i BP 3, er det påvist et inntil ca. 12 m tykt leirlag med innslag av silt og enkelte grus og sandkorn. Leira betegnes generelt som lite plastisk til middels plastisk, bløt til fast og lite sensitiv til middels sensitiv.

I BP 3 og BP 4, sentralt og mot sør i det undersøkte området, er det påvist sprøbruddmaterialer ned til 3,2 m dybde ved BP 3, og i en prøve fra 6,2 m dybde i BP 4. Sprøbruddmaterialer har lignende egenskaper som kvikkleire og må følgelig hensyntas ved planlegging av tiltak, dette i henhold til NVE veileder 1/2019 [9].

00	2024-04-26	Datarapport – Geotekniske grunnundersøkelser	Jin Kjellsdatter Melhus	Arve Nes Sleveland	Guro T. Vassenden
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	6
1.1	Formål og bakgrunn	6
1.2	Utførelse	6
1.3	Kvalitetssikring og standardkrav	6
1.4	Innhold og bruk av rapporten	6
2	Områdebeskrivelse	8
2.1	Området og topografi	8
3	Geotekniske grunnundersøkelser	9
3.1	Tidligere grunnundersøkelser	9
3.2	Utførte grunnundersøkelser	10
3.2.1	Feltundersøkelser	10
3.2.2	Laboratorieundersøkelser	10
4	Grunnforholdsbeskrivelse	12
4.1	Kvartærgeologisk kart	12
4.2	Eksisterende faresoner for kvikkleireskred	12
4.3	Grunnforhold tolket ut fra grunnundersøkelser	13
4.3.1	Generelt	13
4.3.2	Dybde til berg	13
4.3.3	Løsmasser	13
4.3.4	Poretrykk og grunnvann	13
5	Geoteknisk evaluering av resultatene	15
5.1	Avvik fra standard utførelsesmetoder	15
5.2	Viktige forutsetninger	15
5.3	Undersøkelles- og prøvekvalitet	15
5.4	Måling av poretrykk	15
5.5	Påvisning av bergnivå	15
6	Behov for supplerende grunnundersøkelser	16
7	Referanser	17

TEGNINGER

10246143-RIG-TEG	-000	Oversiktskart
	-001	Borplan
	-010	Sonderingsresultat, BP. 1 t.o.m. BP. 4
	-200	Geotekniske data, PR. 2, dybder 1,0-9,8 m
	-201	Geotekniske data, PR. 3, dybder 1,0-11,7 m
	-202	Geotekniske data, PR. 2, dybder 2,5-9,8 m
	-300	Kornfordelingsanalyse, PR. 2, dybde 6,5 m
	-301	Kornfordelingsanalyse, PR. 4, dybder 4,2-5,2 m
	-450.1	Aktivt treaksialforsøk, PR. 3, dybde 3,36 m, spenningssti i skjærfase, σ'_r - τ plott (NTNU)
	-450.2	Aktivt treaksialforsøk, PR. 3, dybde 3,36 m, spenningssti i skjærfase p' - q plott
	-450.3	Aktivt treaksialforsøk, PR. 3, dybde 3,36 m, spenningssti i skjærfase, s' - τ plott, (MIT)
	-450.4	Aktivt treaksialforsøk, PR. 3, dybde 3,36 m, bruddutvikling i skjærfase, ϵ_a - τ og ϵ_a - u plott
	-450.5	Aktivt treaksialforsøk, PR. 3, dybde 3,36 m, konsolidering
	-451.1	Aktivt treaksialforsøk, PR. 3, dybde 11,52 m, spenningssti i skjærfase, σ'_r - τ plott (NTNU)
	-451.2	Aktivt treaksialforsøk, PR. 3, dybde 11,52 m, spenningssti i skjærfase p' - q plott
	-451.3	Aktivt treaksialforsøk, PR. 3, dybde 11,52 m, spenningssti i skjærfase, s' - τ plott, (MIT)
	-451.4	Aktivt treaksialforsøk, PR. 3, dybde 11,52 m, bruddutvikling i skjærfase, ϵ_a - τ og ϵ_a - u plott
	-451.5	Aktivt treaksialforsøk, PR. 3, dybde 11,52 m, konsolidering
	-500.1	CPTU 2 - Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet
	-500.2	CPTU 2 - In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger

Datarapport - Geotekniske grunnundersøkelser

-500.3	CPTU 2 - Måledata og korrigerte måleverdier
-500.4	CPTU 2 - Avledede dimensjonsløse forhold
-501.1	CPTU 3 - Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet
-501.2	CPTU 3 - In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger
-501.3	CPTU 3 - Måledata og korrigerte måleverdier
-501.4	CPTU 3 - Avledede dimensjonsløse forhold

VEDLEGG

1. Kalibreringsskjema CPTU-sonder

BILAG

1. Geoteknisk bilag – Feltundersøkelser
2. Geoteknisk bilag – Laboratorieundersøkelser
3. Geoteknisk bilag – Oversikt over metodestandarder og retningslinjer

1 Innledning

Foreliggende rapport presenterer resultater fra utførte geotekniske grunnundersøkelser for Myrhaugen-Holla, Heim kommune.

1.1 Formål og bakgrunn

Tensio TS har fått konsesjon til ny 132 kV dobbelkurs mellom Hemne transformatorstasjon og Holla smelteverk. Strekningen er ca. 1,2 km. Mastene skal utformes som dobbelkurs med vertikaloppheng og med AL59-865.

Multiconsult Norge AS er engasjert av Tensio TS AS til å utføre geotekniske grunnundersøkelser og utarbeide en geoteknisk datarapport med beskrivelse av grunnforholdene, samt utarbeide en detaljplan med geoteknisk vurdering av områdeskredfare (kvikkleire) for kraftlinjen iht. NVEs veileder 1/2019. Foreliggende rapport presenterer resultater fra de geotekniske grunnundersøkelsene. Geotekniske vurderinger presenteres i rapport nr. 10246143-RIG-RAP-002.

1.2 Utførelse

Feltundersøkelsene ble utført av Multiconsult Norge AS med hydraulisk borerigg av typen Geotech 605FM i februar 2024, under ledelse av borleder Bård Einar Krogstad. Borpunktene er målt inn med Trimble GPS CPOS. Alle kotehøyder refererer til høydedatum NN2000 og koordinatsystemet er EUREF89, UTM sone 32V.

Laboratorieundersøkelsene er utført ved Multiconsults geotekniske laboratorium i Trondheim i uke 12/2024.

Boringens utførelse er generelt beskrevet i geoteknisk bilag 1, mens oversikt over metodestandarder for utførelse er gitt i geoteknisk bilag 3.

Metodikk/prosedyre for utførelse av laboratorieundersøkelsene er generelt beskrevet i geoteknisk bilag 2.

1.3 Kvalitetssikring og standardkrav

Oppdraget er kvalitetssikret i henhold til Multiconsults styringssystem. Systemet er bygget opp med prosedyrer og beskrivelser som er dekkende for kvalitetsstandard NS-EN ISO 9001:2015 [1].

Oppdraget er også gjennomført i henhold til Eurokode EN-1997, del 1 for geoteknisk prosjektering [2] og – Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver [3] samt gjeldende metodestandarder. I tillegg er NS 8000-serien benyttet ved utførelse av laboratorieundersøkelsene, mens feltundersøkelsene er utført i henhold til Norsk Geoteknisk Forenings meldinger [4].

Oversikt over utvalgte metodestandarder er vist i geoteknisk bilag 3.

1.4 Innhold og bruk av rapporten

Geoteknisk datarapport presenterer resultater fra utførte geotekniske grunnundersøkelser i geotekniske termer og krever geoteknisk kompetanse for videre bruk i rådgivings- og prosjekteringsammenheng. Rapporten inneholder i så måte ingen vurderinger av byggbarhet, metoder eller tiltak, og vi anbefaler at det engasjeres geoteknisk kompetanse i det videre arbeidet med prosjektet.

Geoteknisk datarapport omhandler ikke data eller vurderinger knyttet til tilstedeværelse av forurenset grunn i det undersøkte området. Dersom det foreligger mistanke om forurenset grunn anbefaler vi at det bestilles miljøtekniske grunnundersøkelser. Dersom miljøtekniske

grunnundersøkelser er utført av Multiconsult, rapporteres disse undersøkelsene med tilhørende analyser og resultater i separat miljøteknisk datarapport.

2 Områdebeskrivelse

2.1 Området og topografi

Det undersøkte området ligger på Hollamyran, vest for Hollaseterveien, nordøst for Kyrksæterøra sentrum, mellom Hollabugen og Spjøtvollbukta i Heim kommune. Området består i hovedsak av dyrket mark, skog, noe bebyggelse og myr (Hollamyran). Gjennom området går det en bekk mellom Hollamyran og Hollaelva. På området er det en terrengrygg med høyeste punkt på Kleivhaugen, kote ca. +81. Se Figur 2-1 og Figur 2-2. Kotenivå i borpunktene ligger mellom +33,3 og +41,9.



Figur 2-1: Oversiktskart. Det undersøkte området er markert med rødt. Kilde: www.norgeskart.no.



Figur 2-2: Oversiktskart. Det undersøkte området er markert med rødt. Kilde: www.norgeskart.no.

3 Geotekniske grunnundersøkelser

3.1 Tidligere grunnundersøkelser

Statens vegvesen har tidligere utført geotekniske grunnundersøkelser i forbindelse med ras ved Holla. Resultatene fra undersøkelsene er ikke medtatt i denne rapporten, men henviser til rapporter listet opp i Tabell 3-1.

Tabell 3-1: Tidligere grunnundersøkelsesrapporter.

Ref.	Rapport-nummer	Utført av	År	Oppdragsgiver	Oppdragsnavn/ rapportnavn
[10]	U71	Statens vegvesen	1968	Statens vegvesen	Redegjørelse om grunn- og stabilitetsforholdene på veganlegger Holla-Berdal
[11]	Ud108Ar01	Statens vegvesen	1973	Statens vegvesen	Grunnundersøkelser for planlagt utfylling ved tunnel veganl. Holla - Ytre Snillfjord
[12]	Ud825Ar01	Statens vegvesen	1999	Statens vegvesen	Fv. 314 Ras ved Holla
[13]	52203733-RIG-02	Norconsult AS	2023	Wacker Chemicals Norway AS	Reguleringsplan Holla – Geotekniske grunnundersøkelser datarapport

3.2 Utførte grunnundersøkelser

3.2.1 Feltundersøkelser

Borplan med plassering av grunnundersøkelsene er vist på tegning nr. 10246143-RIG-TEG-001.

Utskrift av sonderingsresultat, er vist på tegning nr. -010

Utskift av trykksonderingene (CPTU) er vist på tegning nr. -500.1 t.o.m. 501.4.

Koordinater og høydesystem benyttet ved grunnundersøkelsene er vist i Tabell 3-2.

Utførte feltundersøkelser er presentert i Tabell 3-3.

Tabell 3-2: Koordinat-/høydesystem.

Høydesystem	Koordinatsystem	Sone
NN 2000	Euref 89	UTM 32V

Tabell 3-3: Utførte feltundersøkelser.

Bp	Koordinater			Metode	Boret dybde			Dybde PR	Kommentar
	X	Y	Z		Løs- masse	Ant. Berg	Tot.		
	[m]	[m]	[m]		[m]	[m]	[m]		
1	7020480,3	507369,1	35,9	DrT	24,2	-	24,2		Grus og steinmasser. Avbrøt sondering
2	7020222,7	507459,5	33,3	DrT	19,5	-	19,5		Stopp i mulig antatt berg
				PR				9,8	4 stk. poseprøver og 3 stk. sylinderprøver. Ikke mulig å peile vannspeil
				CPTU	19,8	-	19,8		Lagdelte leirmasser med faste sandlag
3	7020116,6	507487,9	34,8	DrT	13,8	-			Stopp i antatt faste masser
				PR				11,7	1 stk. poseprøve og 5 stk. sylinderprøver. Vannspeil på dybde 1,5 m
				CPTU	12,7	-			Stopp i antatt faste masser
4	7019840,0	507527,7	41,9	DrT	14,3	-	14,3		Stopp i mulig antatt blokk eller berg
				PR				9,8	2 stk. pose prøver og 3 stk. sylinderprøver. Vannspeil på dybde 0,9 m

DrT=Dreietrykksondering; CPTU=Trykksondering; PR=Prøveserie.

3.2.2 Laboratorieundersøkelser

Prøvene er undersøkt i Multiconsults geotekniske laboratorium i Trondheim basert på klassifisering og identifisering av jordartene, samt bestemmelse av prøvenes mekaniske egenskaper.

Ved undersøkelsen er prøvene klassifisert og beskrevet med måling av vanninnhold og tyngdetetthet, korndensitet, organisk innhold, samt udrenert og omrørt skjærfasthet i massene. Det er også utført korngraderingsanalyse og treksialforsøk for bestemmelse av styrkeegenskaper.

Følgende laboratorieundersøkelser er utført:

- Rutineundersøkelser av 7 poseprøver
- Rutineundersøkelser av 11 sylinderprøver
- Konsistensgrenser på 8 utvalgte prøver.
- Korndensitet på 2 utvalgte prøver.
- Organisk innhold på 1 utvalgt prøve.
- Kornfordelingsanalyse på 2 utvalgte prøver.
- Treksialforsøk på 2 utvalgte prøver.

Henvisninger utførte laboratorieundersøkelser:

Resultatene fra rutineundersøkelsene er presentert som geotekniske data i tegning nr. 10256906-RIG-TEG-200 t.o.m. -202.

Resultat av kornfordelingsanalysene er vist på tegning nr. -300 og -301.

Resultat av treksialforsøk er vist på tegning nr. -450.1 - t.o.m. -451.5.

4 Grunnforholdsbeskrivelse

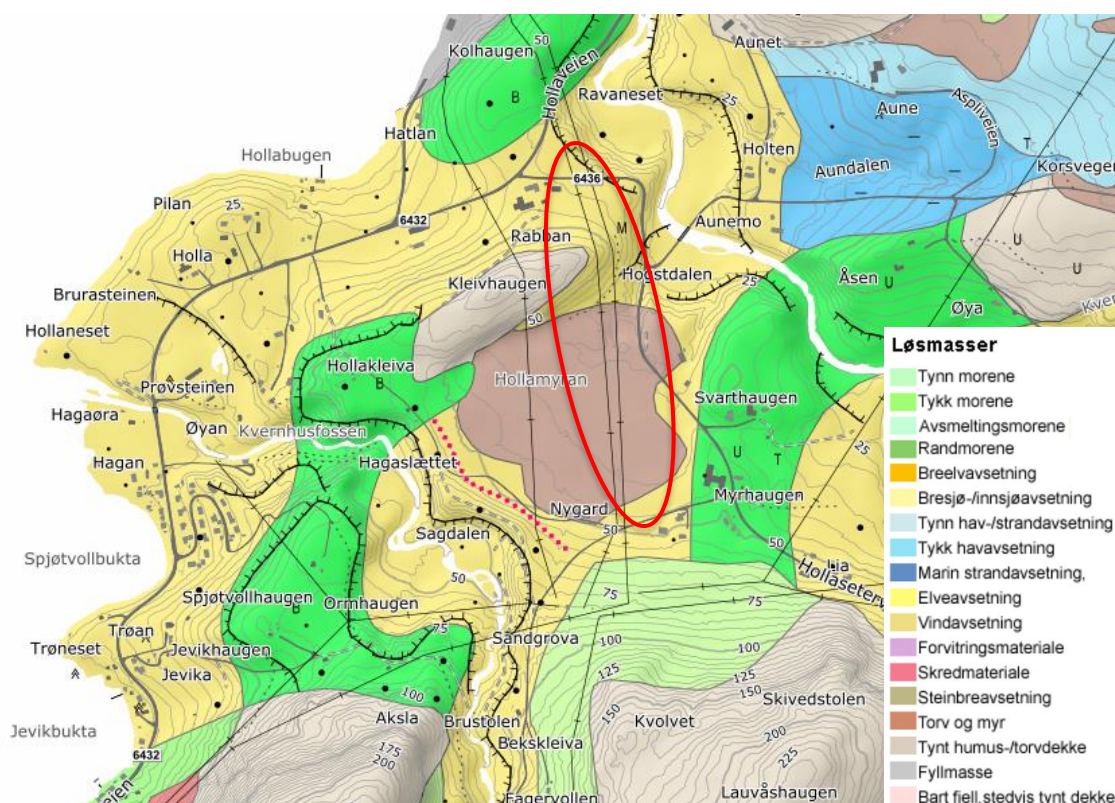
4.1 Kvartærgeologisk kart

NGUs kvartærgeologiske løsmassekart domineres av elveavsetning, samt torv og myr på det undersøkte området. Se Figur 4-1.

Elveavsetning er løsmasser som er forflyttet, slemmet opp og avsatt på bunnen av elv. Elveavsetning består i hovedsak av sand og grus som ikke er forstenet til fast berg.

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 løsmassemeknighet. For mer informasjon om kvartærgeologiske kart og bruk/kvalitet vises til www.ngu.no.



Figur 4-1: Utsnitt av kvartærgeologisk kart – løsmasser. Det undersøkte området er markert med rødt. Kilde: https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/

4.2 Eksisterende faresoner for kvikkleireskred

I henhold til faresonekart på NVE-Atlas [7] er det ingen kjente og utredede faresoner for kvikkleireskred nærliggende til planområdet.

4.3 Grunnforhold tolket ut fra grunnundersøkelser

4.3.1 Generelt

Beskrivelse av usikkerhet og evaluering av resultatene fra grunnundersøkelsen er angitt i kap. 5.

4.3.2 Dybde til berg

Utførte sonderinger er avsluttet mellom 13,8 og 24,2 m under terreng. Det er ikke påvist berg i de utførte dreietrykksonderingene. BP. 2 og BP. 4 er antatt stoppet i berg på dybde henholdsvis 19,5 m og 14,3 m under terrengnivå.

Dreietrykksonderingen gir informasjon om løsmassenes beskaffenhet og lagringsforhold, samt dybde til fast grunn. Utstyret har begrenset nedtrengningsevne i steinholdig grunn og kan ikke benyttes til bergpåvisning.

4.3.3 Løsmasser

Fra utførte grunnundersøkelser ved sondering antas det at løsmassene i hovedsak består av et topplag av torv og myr over lagdelte masser med sand, grus og stein i nord, ved BP 1, og sand, silt og leire, sentralt og mot sør, ved BP 2, 3 og 4.

Dreietrykksonderingen i BP 1 antyder faste til svært faste løsmasser av sand, grus og stein i hele sonderingsprofilen, ned til ca. 24 m dybde under terreng. Området sør for terrengryggen mellom BP 1 og BP 2 viser lagdelte avsetninger som varierer i innhold mellom sand, silt og leire.

Fra laboratorieundersøkelsene er det i BP 2 og BP 4 påvist et lag av sand i topp under terreng, med innhold av silt, enkelte planterester og enkelte gruskorn. Mektigheten er ca. 6 m under terreng både i BP 2 og 4, men er ikke påtruffet i BP 3.

Under sandlaget er det påtruffet leire med innhold av silt, enkelte sandkorn, enkelte gruskorn og små skjellrester. Leira er ca. 12 m tykk i BP 2 og 12-13 m tykk i BP 3. Ved BP 4 er det påvist leire med ca. 5 m mektighet over et antatt sandlag ved 11-14 m under terreng. Under leirlaget er det innslag av et bløtere lag av sand ved ca. 15 m dybde i BP 2 og ca. 11 m dybde i BP 3. Under dette sandlaget er det påtruffet leire ned til 18,5 m under terreng i BP 2 og ned til ca. 13 m under terreng i BP 3.

I BP 3 er det påvist sprøbruddmateriale ca. 1,5 m, 2,6 m og 3,2 m under terrengnivå. I BP 4, er det påvist sprøbruddmateriale ca. 6,2 m under terrengnivå og glødetapsanalyse viser organisk innhold på 0,7 %. Sprøbruddmaterialer har lignende egenskaper som kvikkleire og må følgelig hensyntas ved planlegging av tiltak, dette i henhold til NVE veileder 1/2019 [9].

Basert på resultatene fra prøvene har leira et naturlig vanninnhold mellom ca. 21-35 %. Plastisitetsindeksen (I_p) ligger mellom ca. 7-15 % og uomrørt skjærfasthet ligger mellom ca. 14 og 51 kPa. Omrørt skjærfasthet ligger mellom 0,9 og 5,1 kPa. Sensitivitet er målt fra 5 til 15 %.

Fra målt plastisitetsindeks og uomrørt skjærfasthet og sensitivitet, klassifiseres leira som lite plastisk til middels plastisk, bløt til fast og lite sensitiv til middels sensitiv. Omrørt skjærfasthet viser at det forekommer sprøbruddmaterialer i det undersøkte området, påvist ved BP 3 og BP 4, mot sør i området.

For ytterlige opplysninger om grunnforholdene vises det til rapportens tegninger.

4.3.4 Poretrykk og grunnvann

Det ble ikke installert poretrykksmålere for måling av poretrykk og grunnvannstand i forbindelse med grunnundersøkelsen. For øvrig er det etter utført prøvetaking observert og målt vannspeil ved ca. 1,5

m dybde i prøvetakingshull ved BP. 3 og tilsvarende ca. 0,9 m dybde ved BP.4. I BP. 2 ble det ikke observert noe vannspeil etter ferdig utført prøvetaking.

Det bemerkes at metoden med peiling av grunnvann i borhull er usikker.

5 Geoteknisk evaluering av resultatene

5.1 Avvik fra standard utførelsesmetoder

Det er ikke identifisert noen avvik fra standard utførelsesmetode. Samtlige sonderinger og laboratorieundersøkelser ble utført i henhold til gjeldende standardprosedyrer, se henvisninger i vedlagt bilag 3.

5.2 Viktige forutsetninger

Det gjøres oppmerksom på at grunnundersøkelsene kun avdekker lokale forhold i de respektive utførte borpunktene. Dette benyttes videre til å gi en generell beskrivelse av grunnforholdene i området. Grunnforholdene mellom borpunktene kan variere mer enn det som eventuelt kan interpoleres fra utførte grunnundersøkelser.

5.3 Undersøkelles- og prøvekvalitet

Generelt vurderes kvaliteten på opptatte prøver og utførte undersøkelser som god/akseptabel. Noe prøveforstyrrelse må forventes i lagdelte masser, spesielt med siltinnhold. Utførte enaksiale trykkforsøk viser bruddtøyning (2,5-15 %).

Trykksonderingene har anvendelsesklasse 1[8]. Grunnvannstand er ikke målt og er antatt ved opptegning av CPTU.

5.4 Måling av poretrykk

Det ble ikke installert poretrykksmålere i forbindelse med grunnundersøkelsene. Grunnvannstand- og poretrykkssituasjonen i grunnen vil kunne variere med nedbør og årstidsvariasjoner.

5.5 Påvisning av bergnivå

I denne grunnundersøkelsen ble det utført dreietrykksonderinger, og utstyret har begrenset nedtrengningsevne i steinholdig grunn og kan ikke benyttes til bergpåvisning.

6 Behov for supplerende grunnundersøkelser

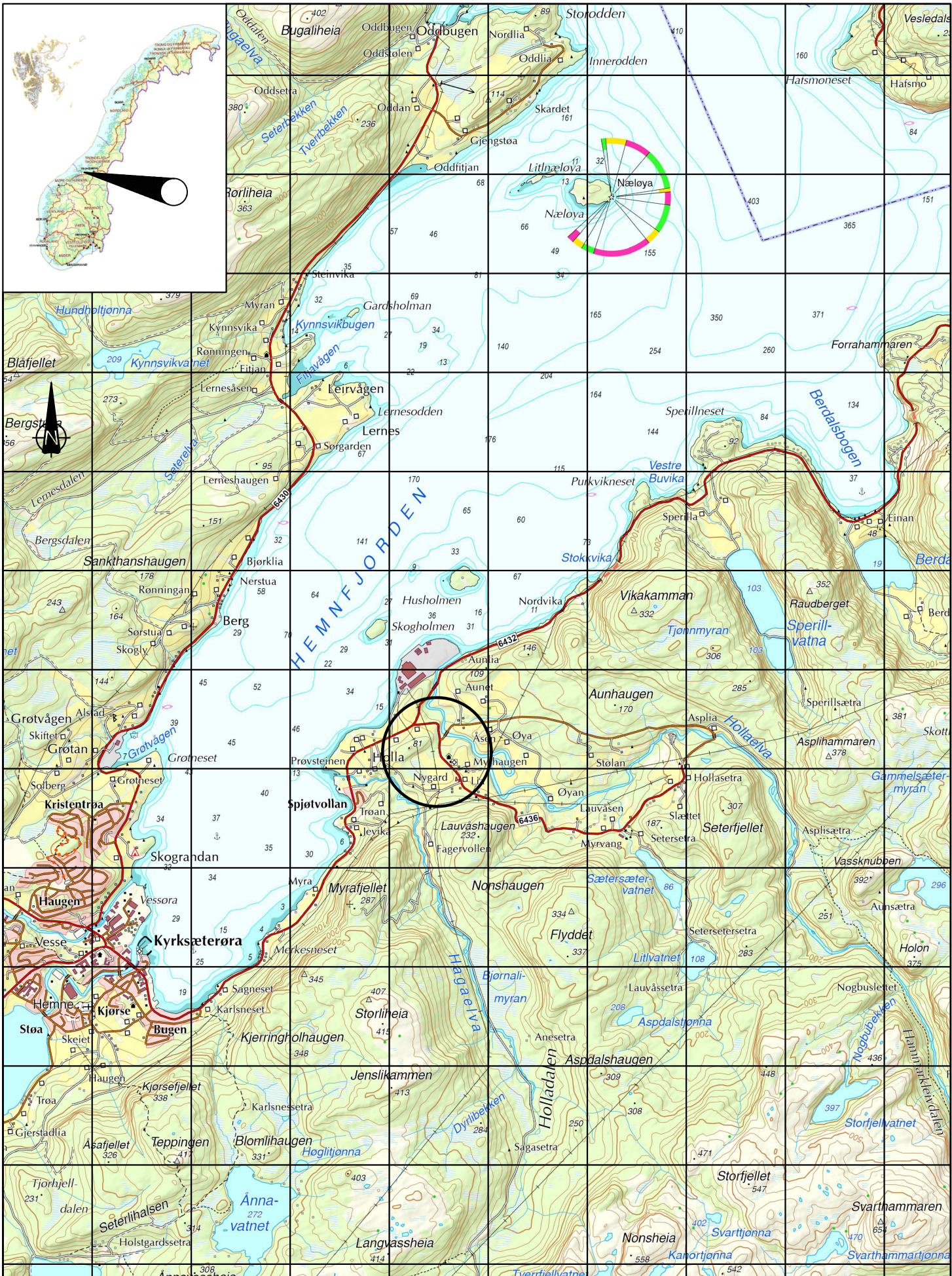
Iht. NS-EN-1997-2 skal grunnundersøkelser normalt utføres i minst to omganger;

- Forundersøkelser (typisk skisse-/forprosjekt)
- Prosjekteringsundersøkelser (typisk detaljprosjekt)

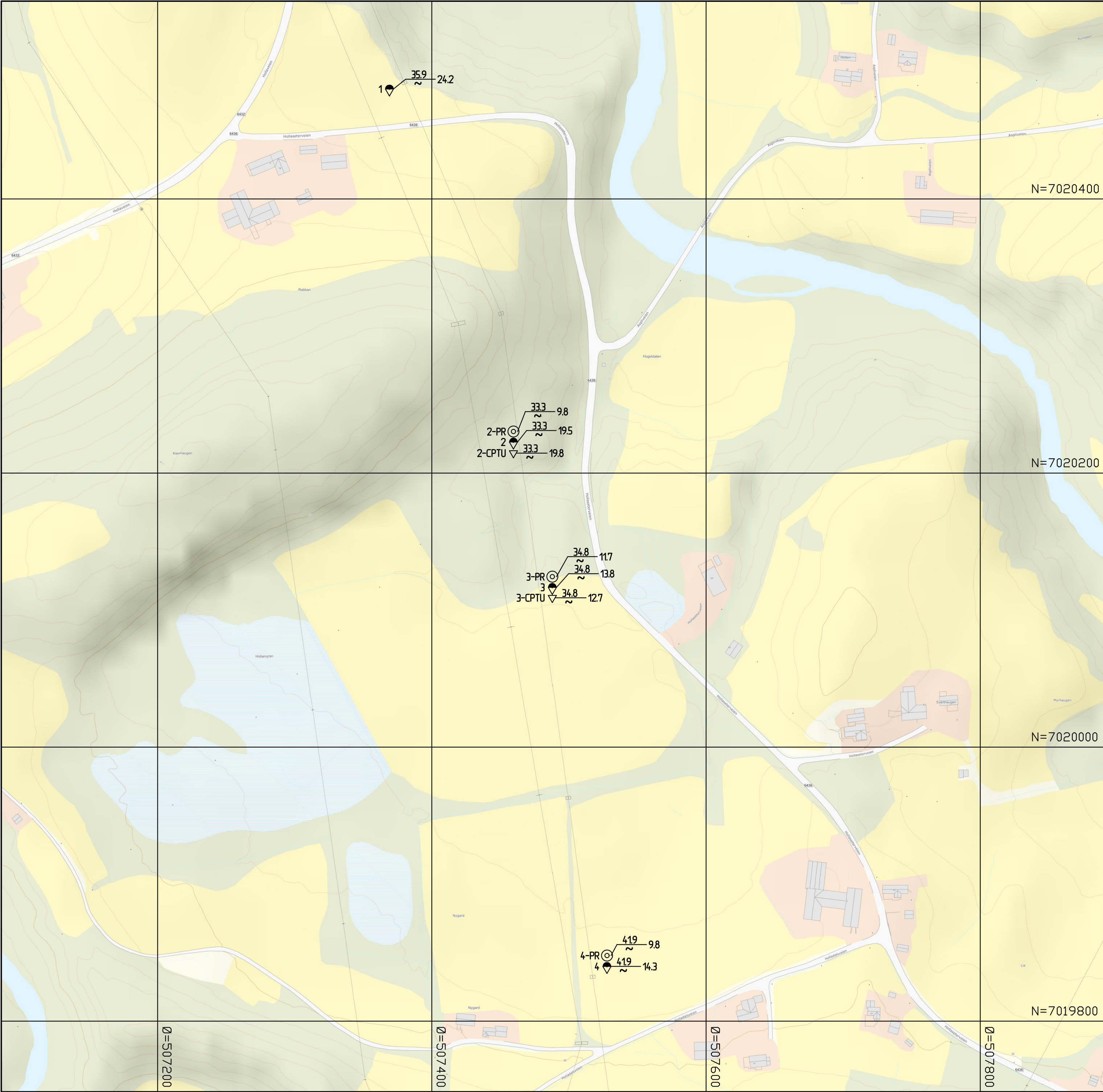
Det er geoteknisk prosjekterende som er ansvarlig for å bedømme nødvendig omfang for geotekniske grunnundersøkelser for aktuelt prosjekt og relevante problemstillinger. Tilsvarende er det også geoteknisk prosjekterende som må vurdere om det er behov for supplerende grunnundersøkelser, utover de undersøkelsene som er presentert i foreliggende rapport.

7 Referanser

- [1] Standard Norge (2015). Systemer for kvalitetsstyring. Krav. (ISO 9001:2015). NS-EN ISO 9001:2015. September 2015.
- [2] Standard Norge (2020) Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering - Del 1: Allmenne regler. NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA2020.
- [3] Standard Norge (2008) Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering – Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver. NS-EN 1997-2:2007+NA2008.
- [4] Norsk Geoteknisk Forening (NGF): NGF-Melding nr. 1-11.
- [5] Statens kartverk, www.norgeskart.no
- [6] Norges Geologiske Undersøkelse (NGU), https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/
«Løsmasser – Nasjonal løsmassedatabase – Kvartærgeologisk kart»:
https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/
- [7] Norges Vassdrags- og energidirektorat (NVE), faresonekart for kvikkleireskred.
<https://atlas.nve.no/>
- [8] CPTU- regneark er utviklet av Statens vegvesen, versjon v.2023.02.
- [9] NVE veileder 1/2019: Sikkerhet mot kvikkleireskred.
https://publikasjoner.nve.no/veileder/2019/veileder2019_01.pdf
- [10] Rapport U71, utført av Statens vegvesen i 1968 «Redegjørelse om grunn- og stabilitetsforholdene på veganlegger Holla-Berdal»
- [11] Rapport Ud108Ar01, utført av Statens vegvesen i 1973 «Grunnundersøkelser for planlagt utfylling ved tunnel veganl. Holla - Ytre Snillfjord»
- [12] Rapport Ud825Ar01, utført av Statens vegvesen i 1999 «Fv. 314 Ras ved Holla»
- [13] Rapport 52203733-RIG-02, utført av Norconsult AS i 2023 på vegne av Wacker Chemicals Norway AS «Reguleringsplan Holla – Geotekniske grunnundersøkelser datarapport»



Z:\10246\10246143-03\10246143-03-03 ARBEIDSOHRAADE\10246143-03-04 TEGNINGER\10246143-03-04 RIG-TEG-001 BORPLAN-WMS.dwg, - Layout: (001 (A2)), - Plottet av: jkm, Dato: 2024-04-12 kl 12:37

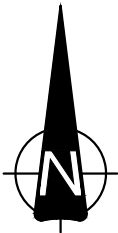


TEGNFORKLARING:

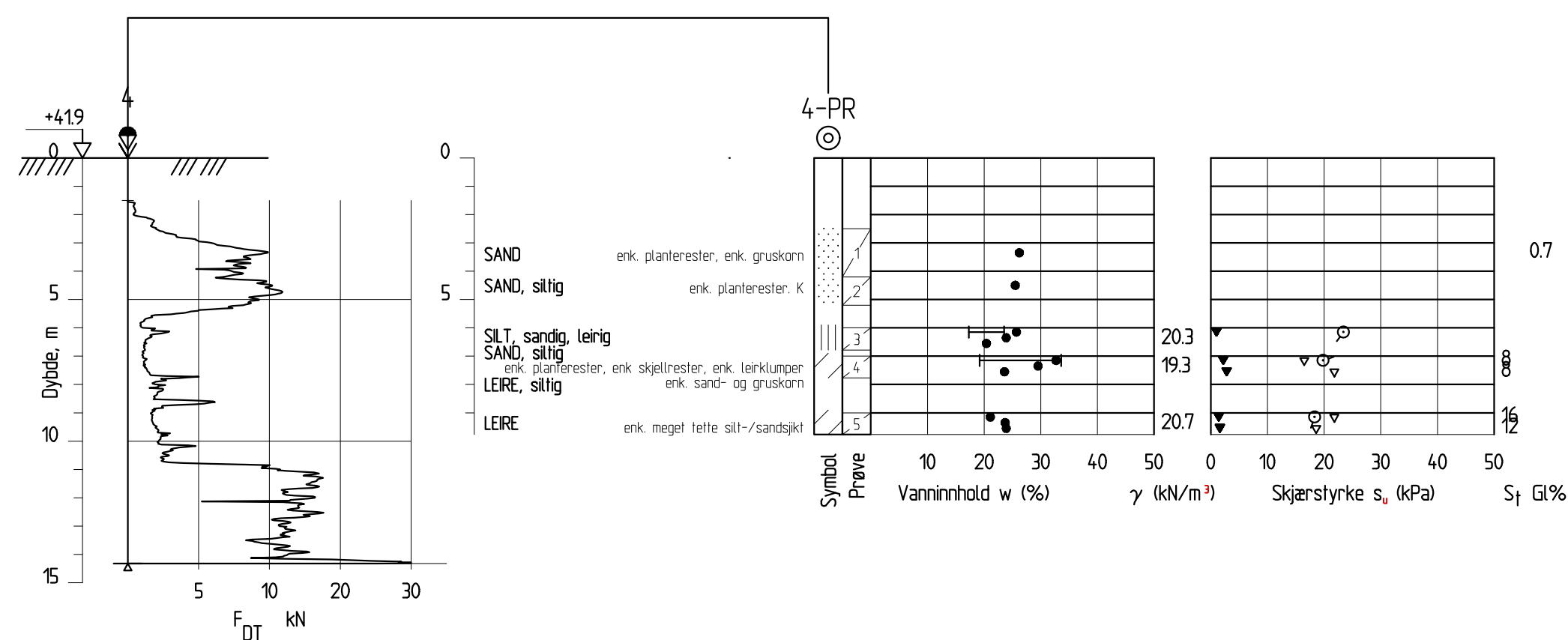
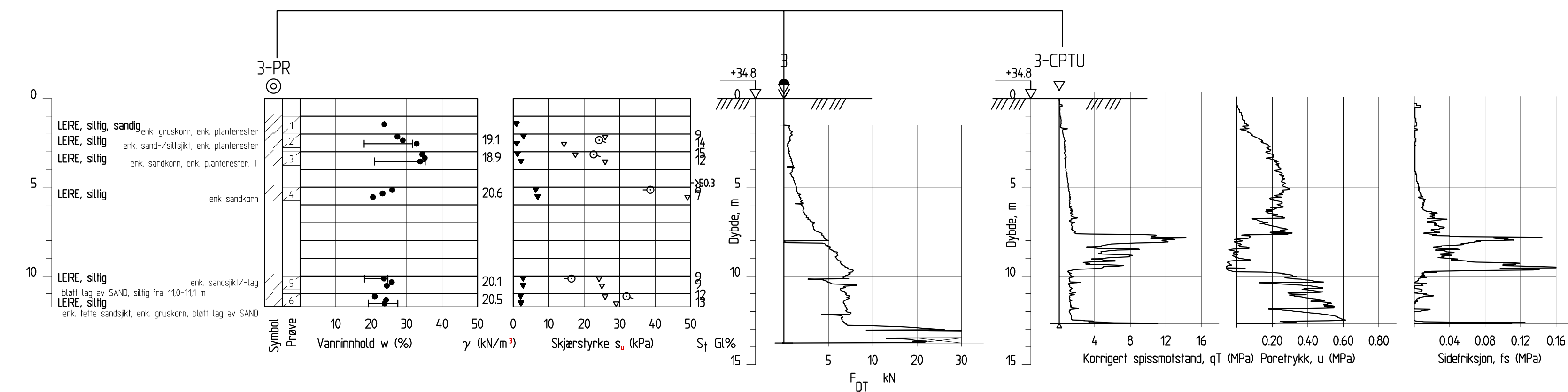
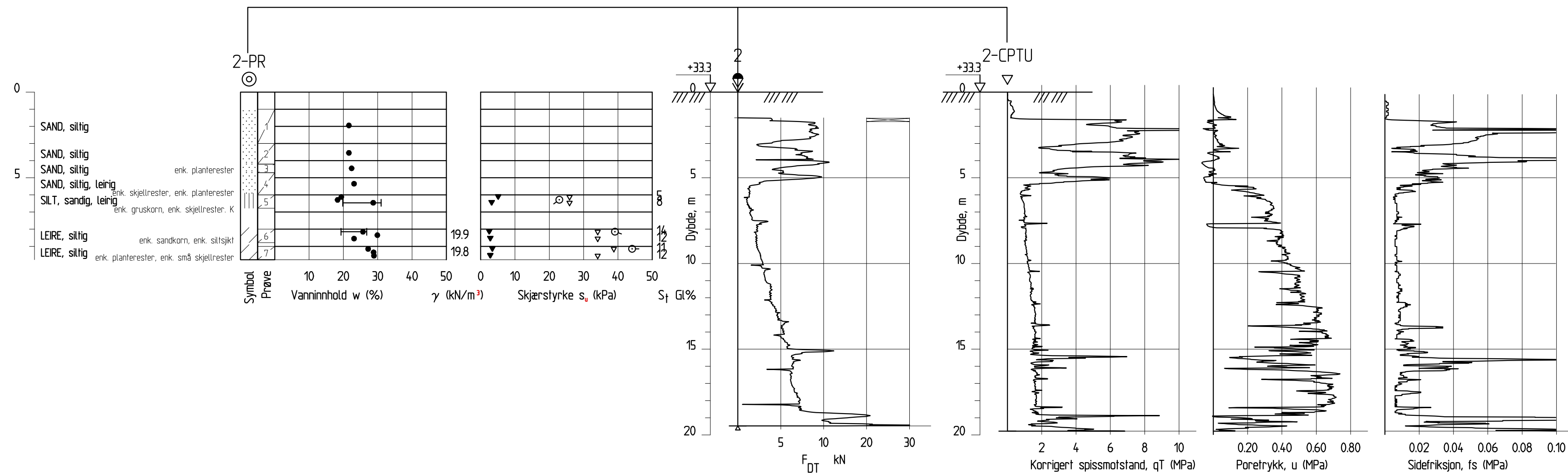
- DRIESONDERING
- ENKEL SONDERING
- ▼ RAMSONDERING
- ▽ TRYKKSONDERING
- ⊕ TOTALSONDERING
- ⊙ PRØVESERIE
- PRØVEGRØP
- ◆ DREIETRYKKSONDERING
- ⊗ SKRUPLATEFORSØK
- +
- ⊕ PORETRYKKMÅLING
- ⊕ KJERNEBORING
- ★ FJELLKONTROLLBORING
- ⌘ BERG I DAGEN

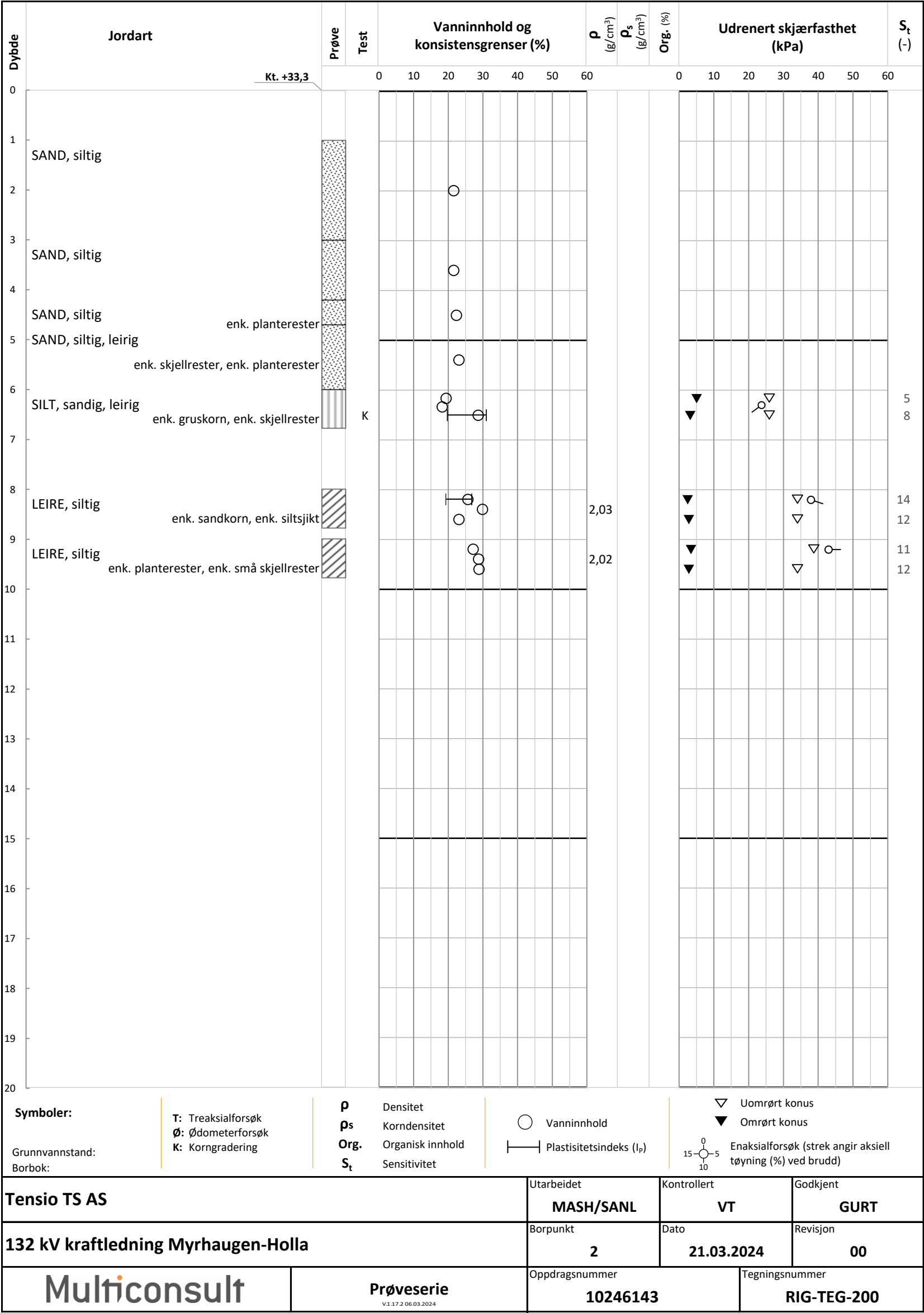
KARTGRUNNLAG: WMS KART
KARTGRUNNLAG: EUREF89, UTM sone 32V
HØYDEREFERANSE: NN1954/NN2000/SJØKARTNULL

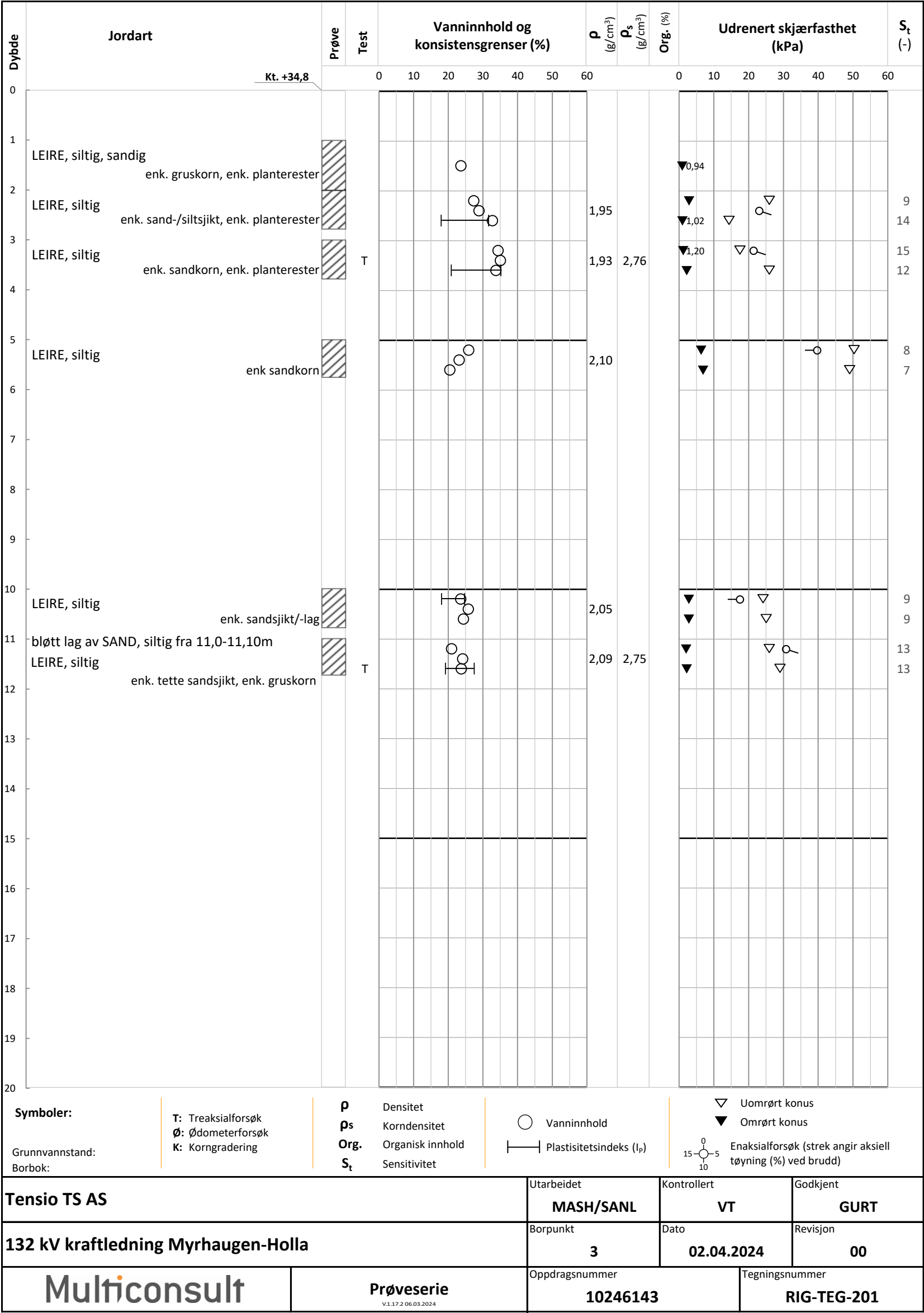
EKSEMPEL
BP 1 $\frac{43.0}{28.2}$ TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE
14.8+2.4 — BORET DYBDE + BORET I BERG
ANTATT BERGKOTE

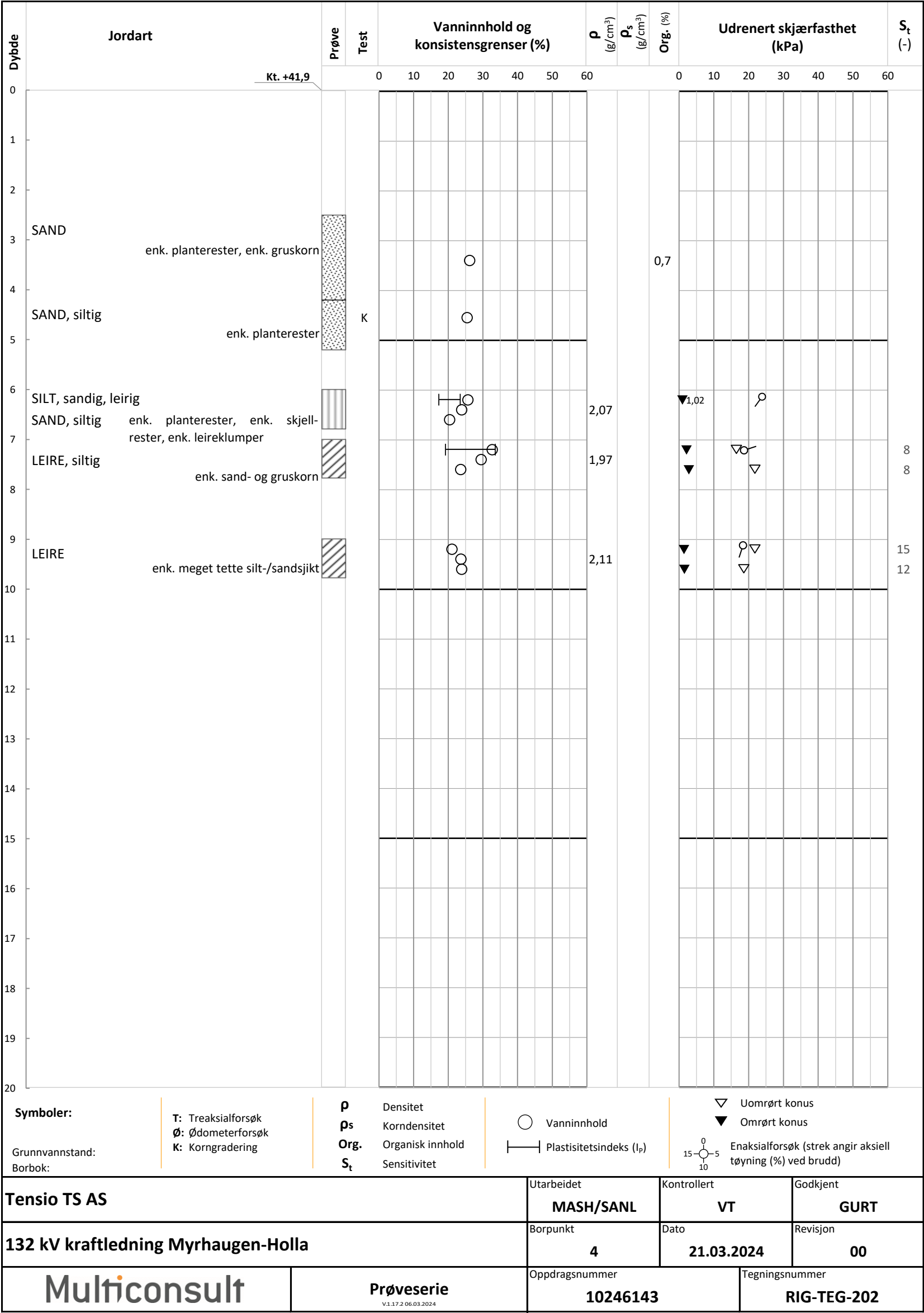


-	-	-	-	-	-
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
Tensio TS AS 132kV kraftledning Myrhaugen-Holla Borplan			Fag RIG	Format A2	
			Dato 2024-04-12		
			Målestokk: 1:2000		
Multiconsult www.multiconsult.no		Status -	Konstr./Tegnet JKM	Kontrollert ARNIS	Godkjent GURT
		Oppdragsnr. 10246143	Tegningsnr. RIG-TEG-001	Rev. 00	

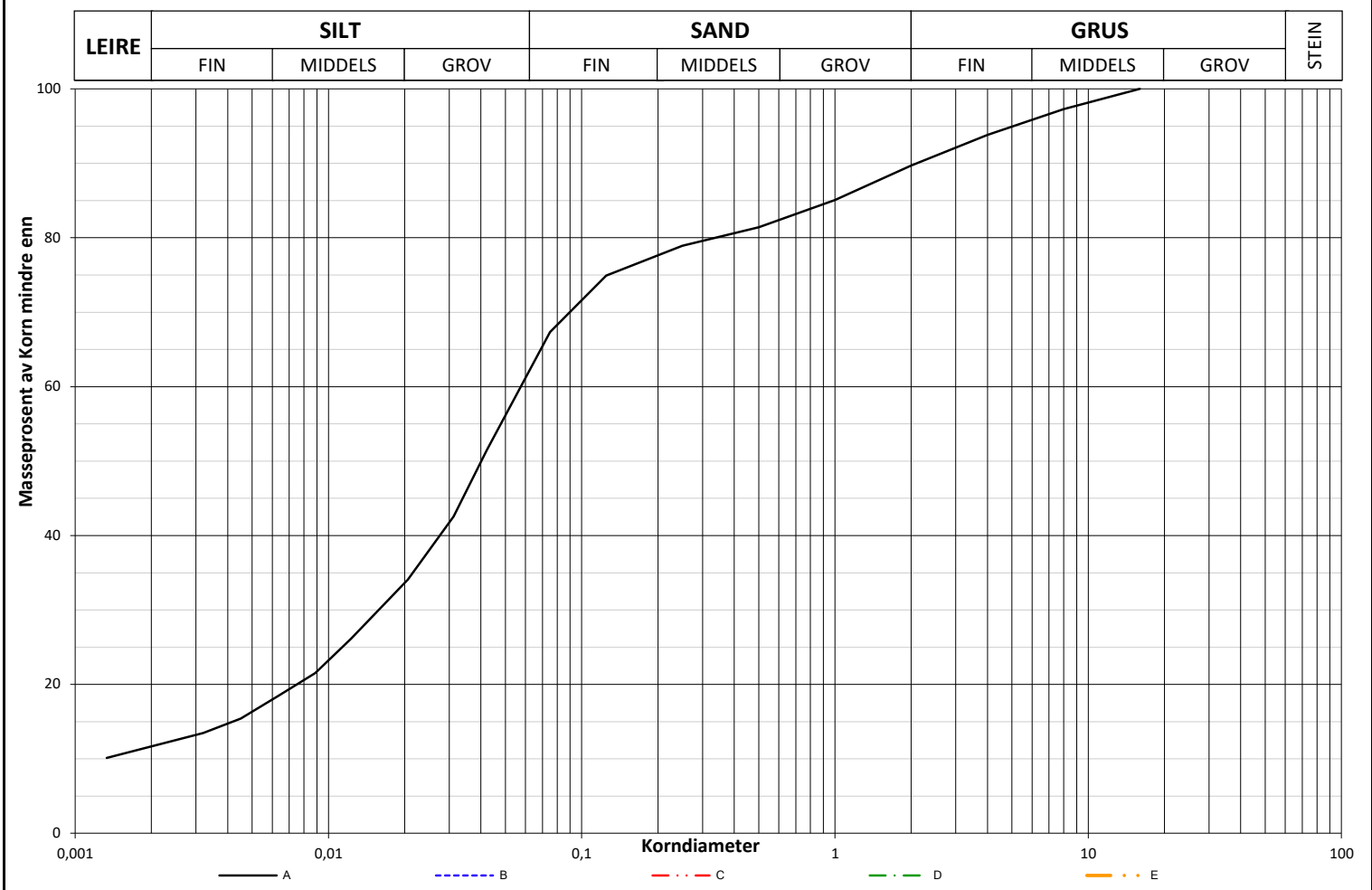
[illegible]







Prøve	Borpunkt	Dybde (m)	*Jordartsbetegnelse	Anmerkinger	Metode		
					TS	VS	HYD
A	2	6,5	SILT, sandig, leirig			X	X
B							
C							
D							
E							



METODE:

TS = Tørrsikt

VS = Våtsikt

HYD = Hydrometer

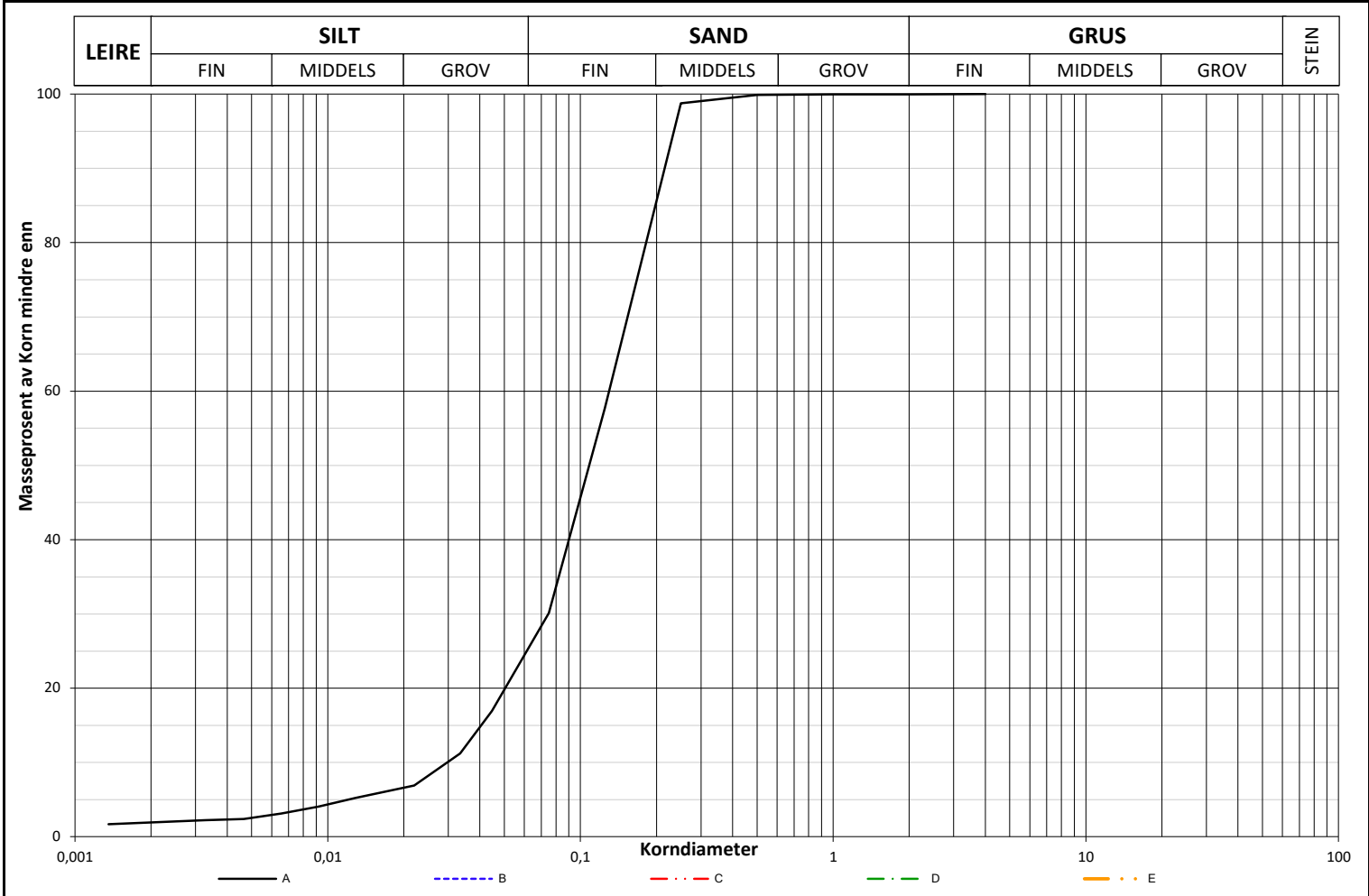
*Jordartsbetegnelse er basert på massefraksjoner fra tabellen under, avvik fra grafen kan forekomme.

**Telefarlighet er beregnet fra massefraksjonene i tabellen under.

Prøve	w (%)	Gløde- tap %	**Tele- gruppe	Masse % < diameter (mm)			0,002 - 0,063 mm (%)	0,063 - 2 mm (%)	2 - 63 mm (%)	<i>D</i> ₁₀ mm	<i>D</i> ₃₀ mm	<i>D</i> ₅₀ mm	<i>D</i> ₆₀ mm
				< 0,002	< 0,02	< 0,2							
A	18,2		T4	11,3	33,5	77,3	49,0	29,1	10,3		0,0163	0,0404	0,0598
B													
C													
D													
E													

Tensio TS AS		Utarbeidet IEL	Kontrollert VT	Godkjent GURT
132 kV kraftledning Myrhaugen-Holla		Borpunkt 2	Dato 21.03.2024	Revisjon 0
Multiconsult	Korngradering V1.17.8 23.11.2023	Oppdragsnummer 10246143		Tegningsnummer RIG-TEG-300

Prøve	Borpunkt	Dybde (m)	*Jordartsbetegnelse	Anmerkinger	Metode		
					TS	VS	HYD
A	4	4,2-5,2	SAND, siltig			X	X
B							
C							
D							
E							



METODE:

TS = Tørrsikt

VS = Våtsikt

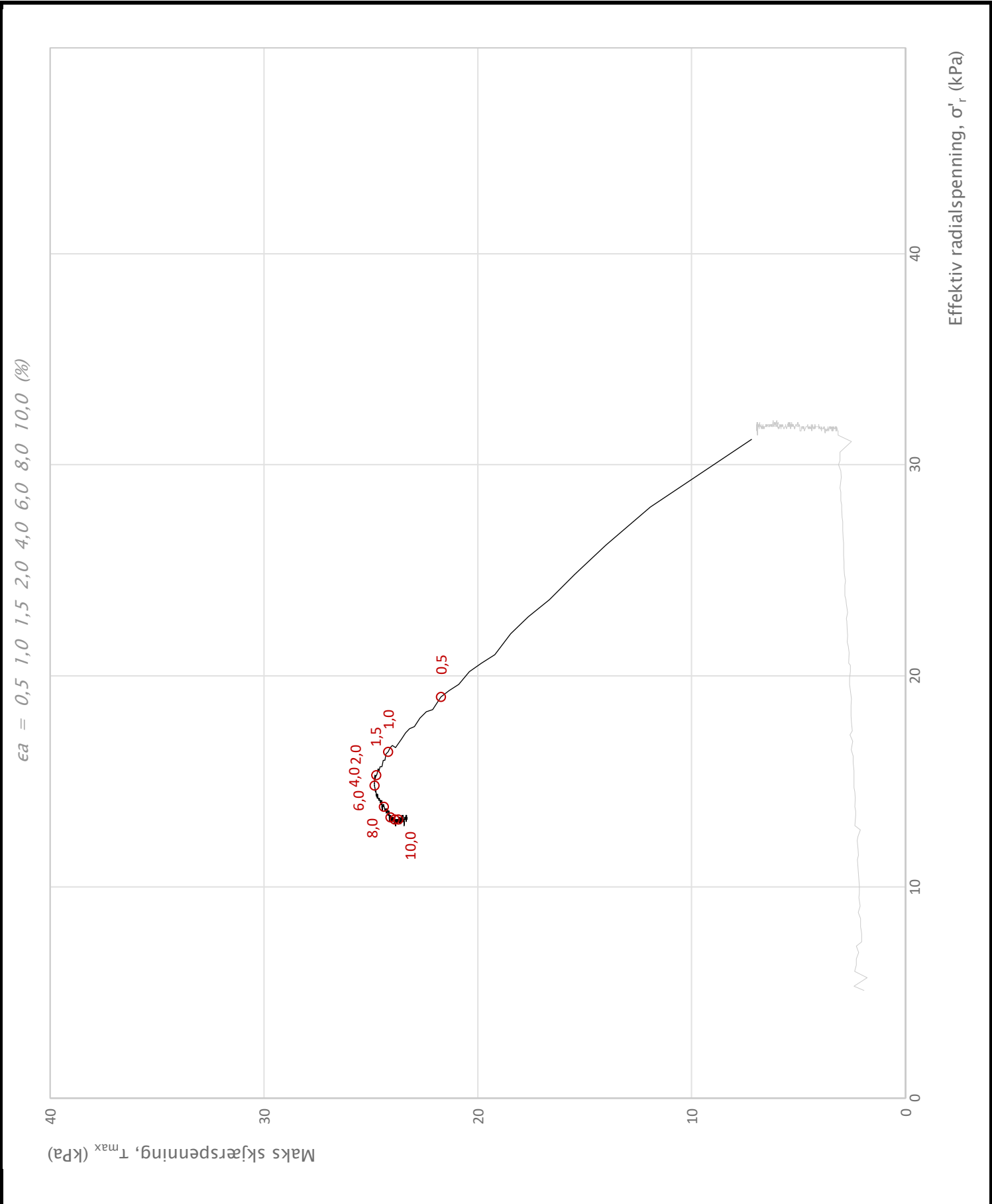
HYD = Hydrometer

*Jordartsbetegnelse er basert på massefraksjoner fra tabellen under, avvik fra grafen kan forekomme.

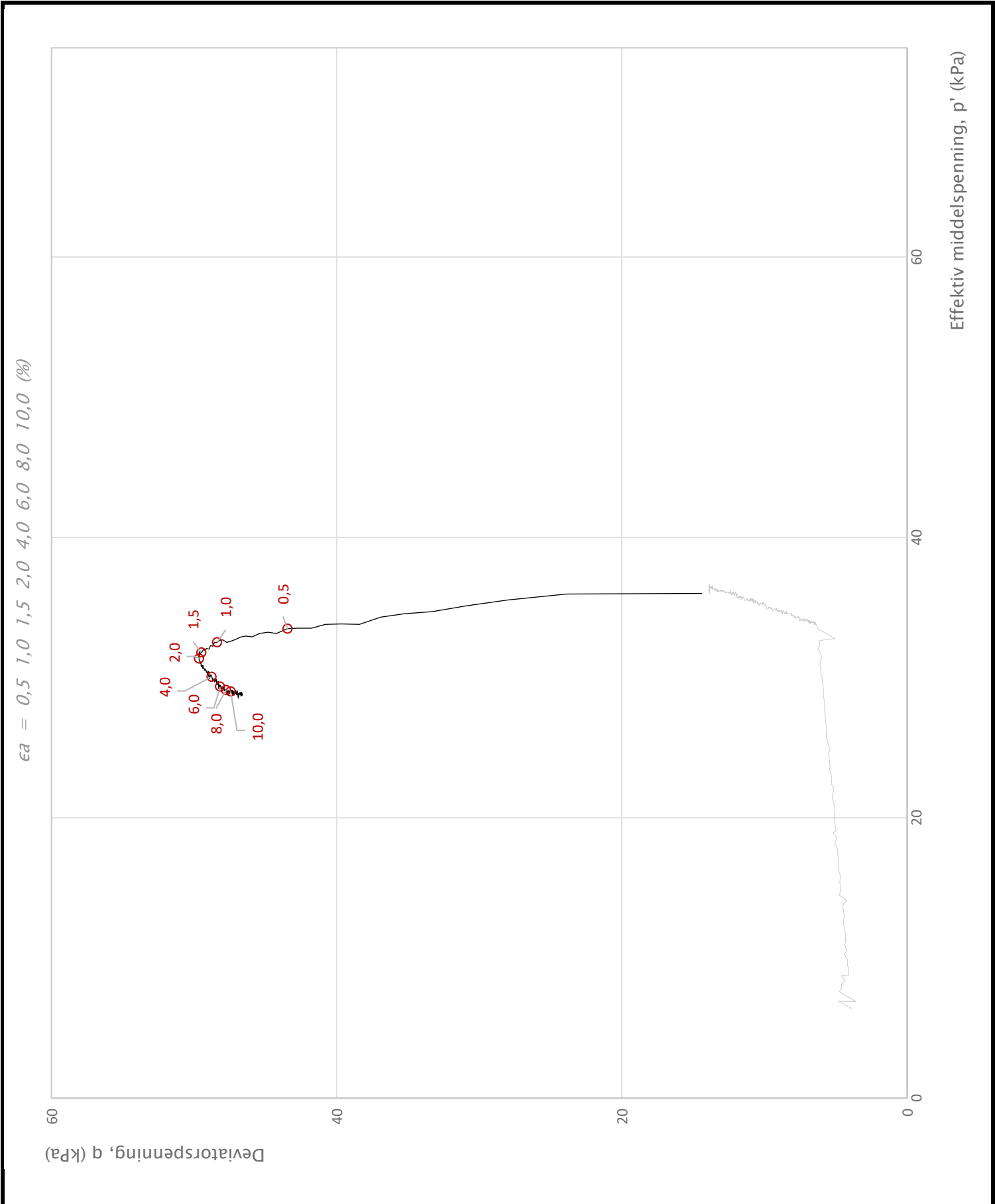
**Telefarlighet er beregnet fra massefraksjonene i tabellen under.

Prøve	w (%)	Gløde- tap %	**Tele- gruppe	Masse % < diameter (mm)			0,002 - 0,063 mm (%)	0,063 - 2 mm (%)	2 - 63 mm (%)	<i>D</i> ₁₀ mm	<i>D</i> ₃₀ mm	<i>D</i> ₅₀ mm	<i>D</i> ₆₀ mm
				< 0,002	< 0,02	< 0,2							
A	24,7		T2	1,9	6,5	82,4	22,2	75,9	0,0	0,0302	0,0747	0,1110	0,1319
B													
C													
D													
E													

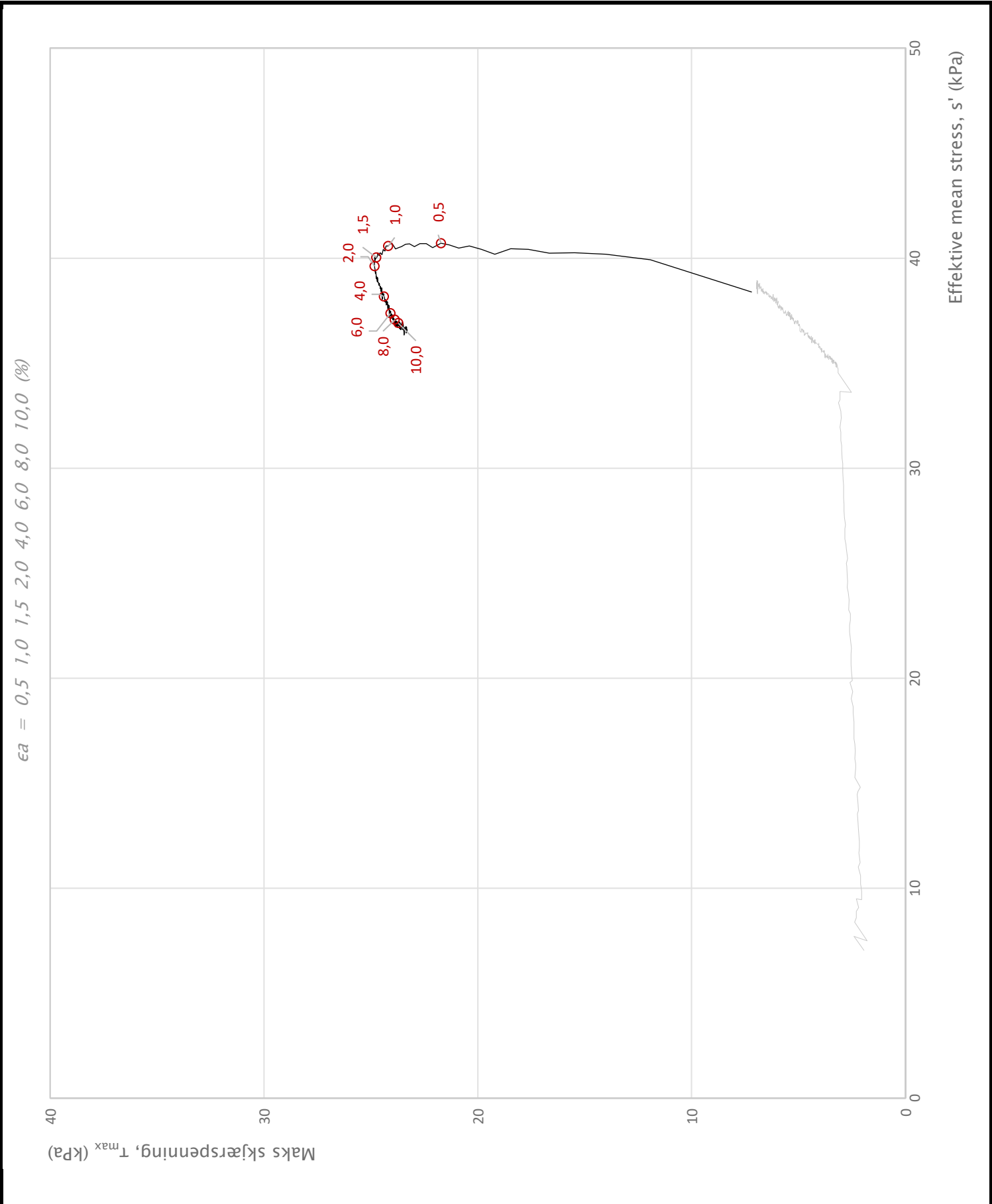
Tensio TS AS		Utarbeidet IEL	Kontrollert VT	Godkjent GURT
132 kV kraftledning Myrhaugen-Holla		Borpunkt 4	Dato 07.03.2024	Revisjon 0
Multiconsult	Korngradering V1.17.8 23.11.2023	Oppdragsnummer 10246143		Tegningsnummer RIG-TEG-301



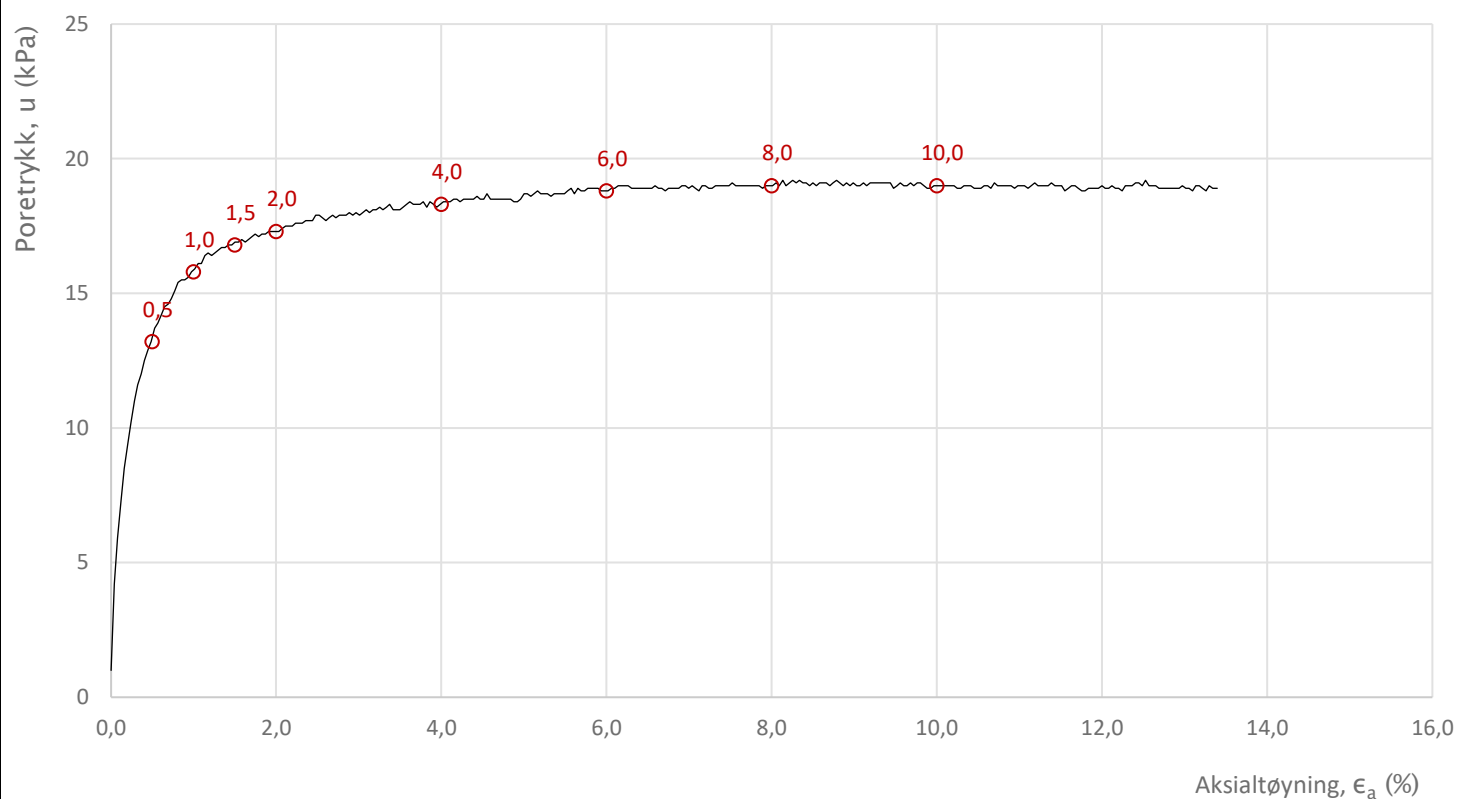
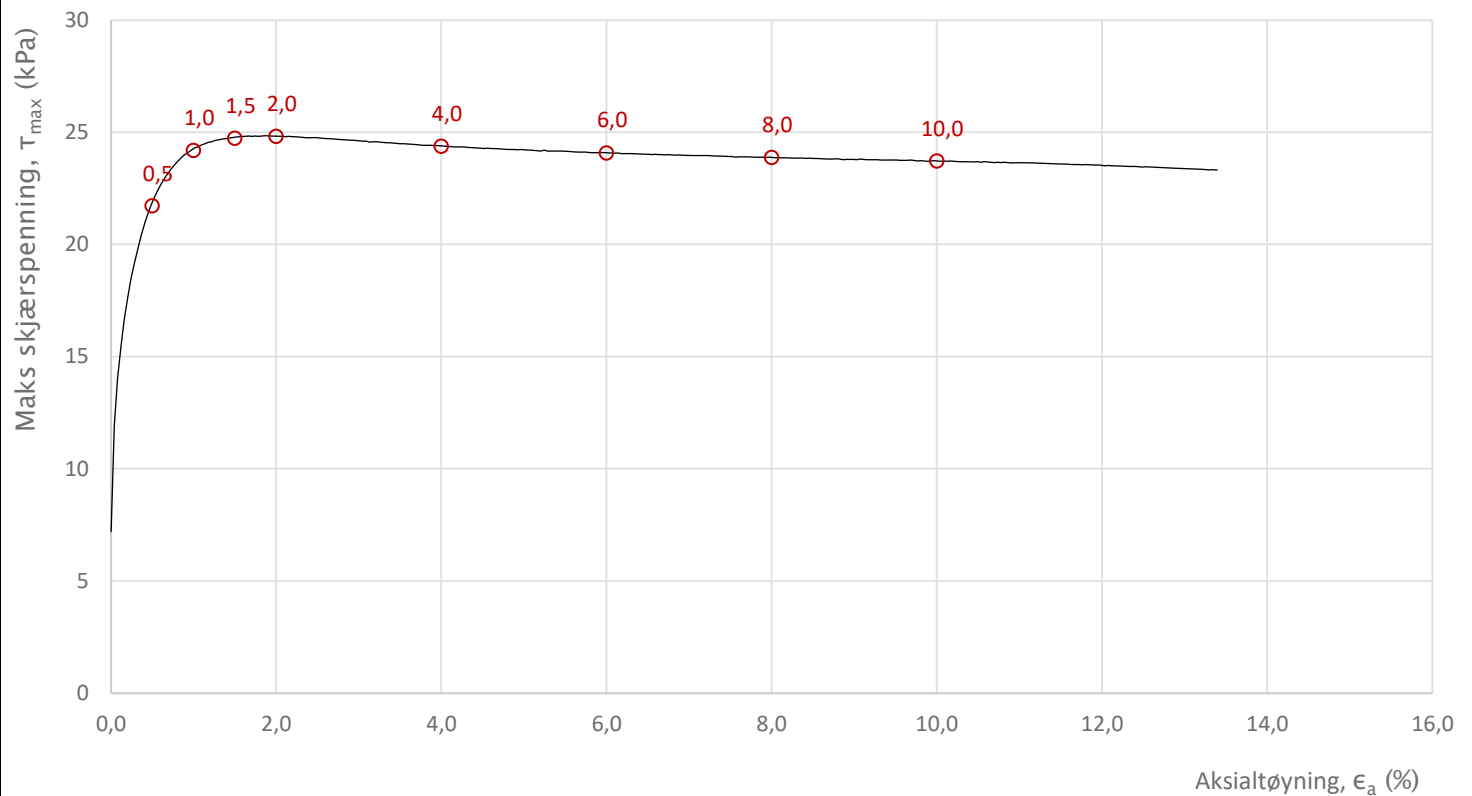
Prosjekt 132 kV kraftledningen Myrhaugen–Holla				Prosjektnummer: 10246143 Rapportnummer: RIG–RAP–001_rev00		Borhull 3		
Innhold Spenningssti i skjærfase, σ'_r – τ plott (NTNU)						Dybde (m) 3,36		
Multiconsult	Utført	MASH	Kontrollert	VT	Godkjent	GURT	Forsøkstype	CAUc
	Region	Midt	Dato utført	11.03.2024	Revisjon		Figur	450.1
					Rev. dato			



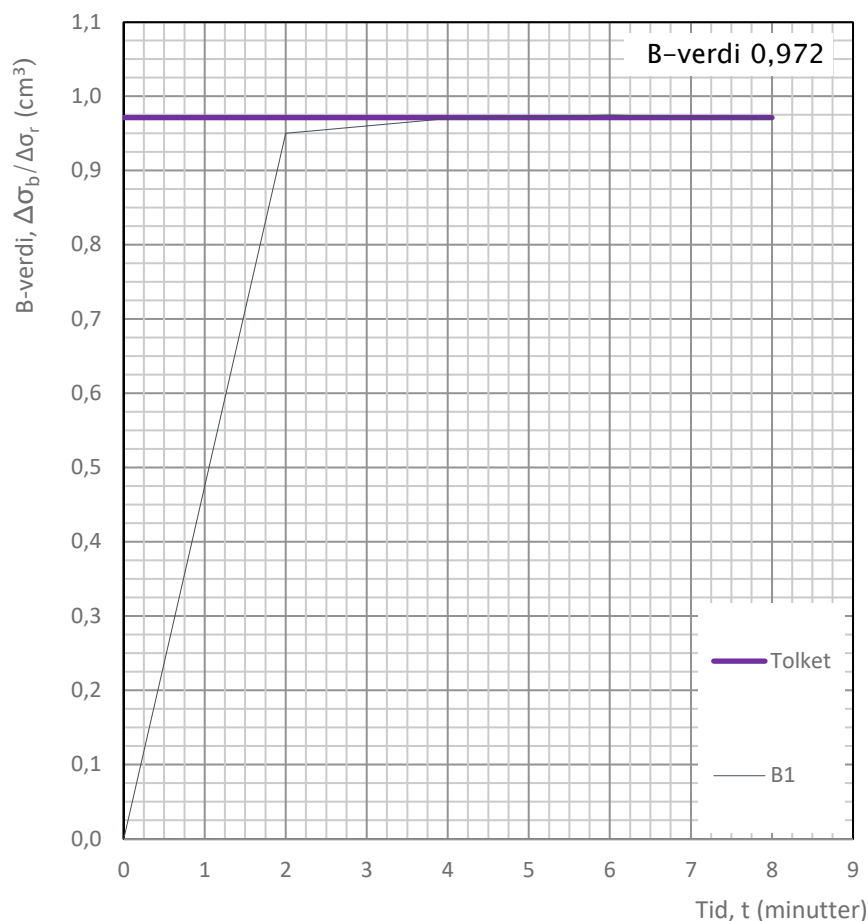
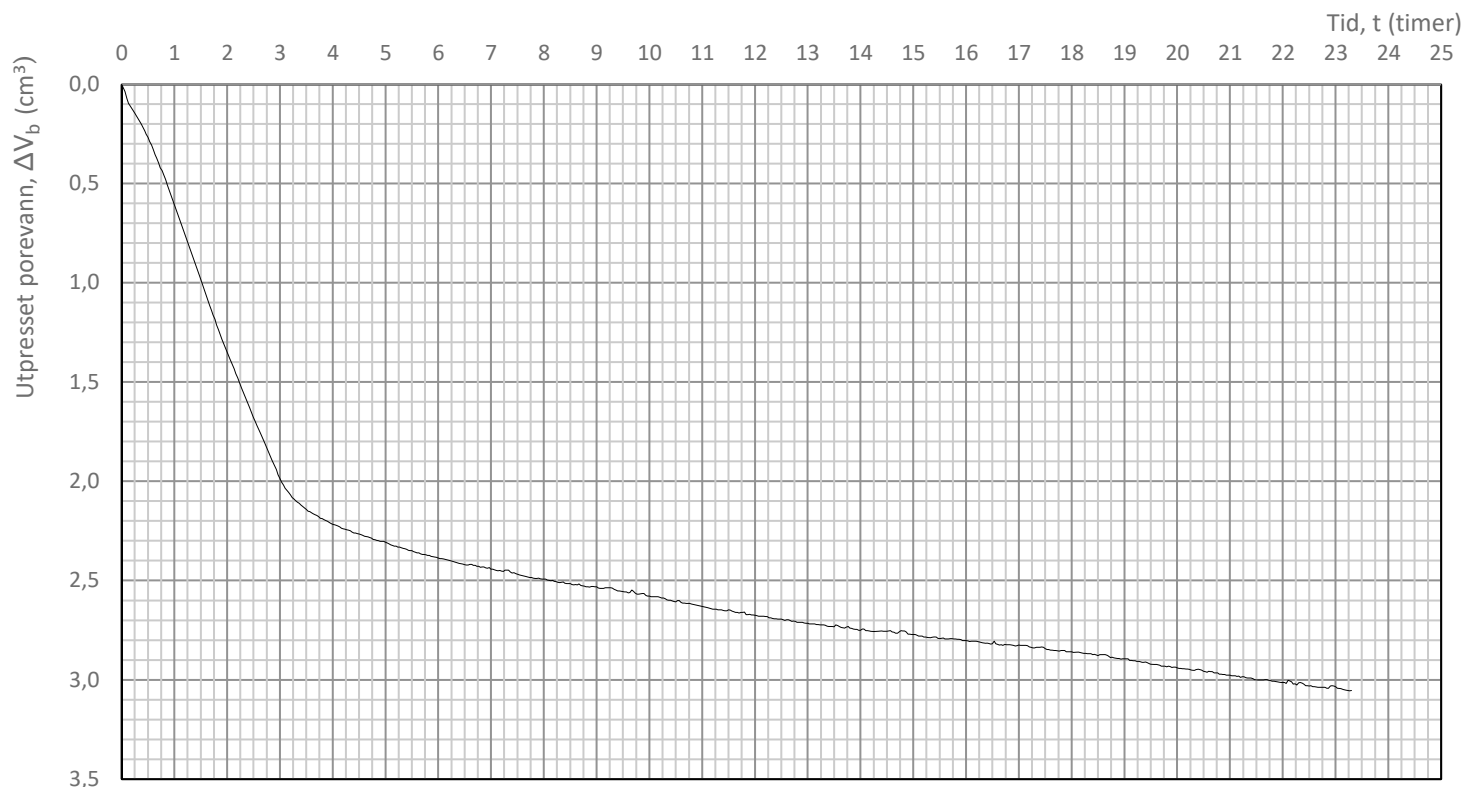
Prosjekt			Prosjektnummer: 10246143 Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00		Borhull
132 kV kraftledningen Myrhaugen-Holla					3
Innhold			Dybde (m)		3,36
Spenningssti i skjærfase, p'-q plott					
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype	
	MASH	VT	GURT	CAUc	
	Region	Dato utført	Revisjon	Figur	
	Midt	11.03.2024	Rev. dato	450.2	



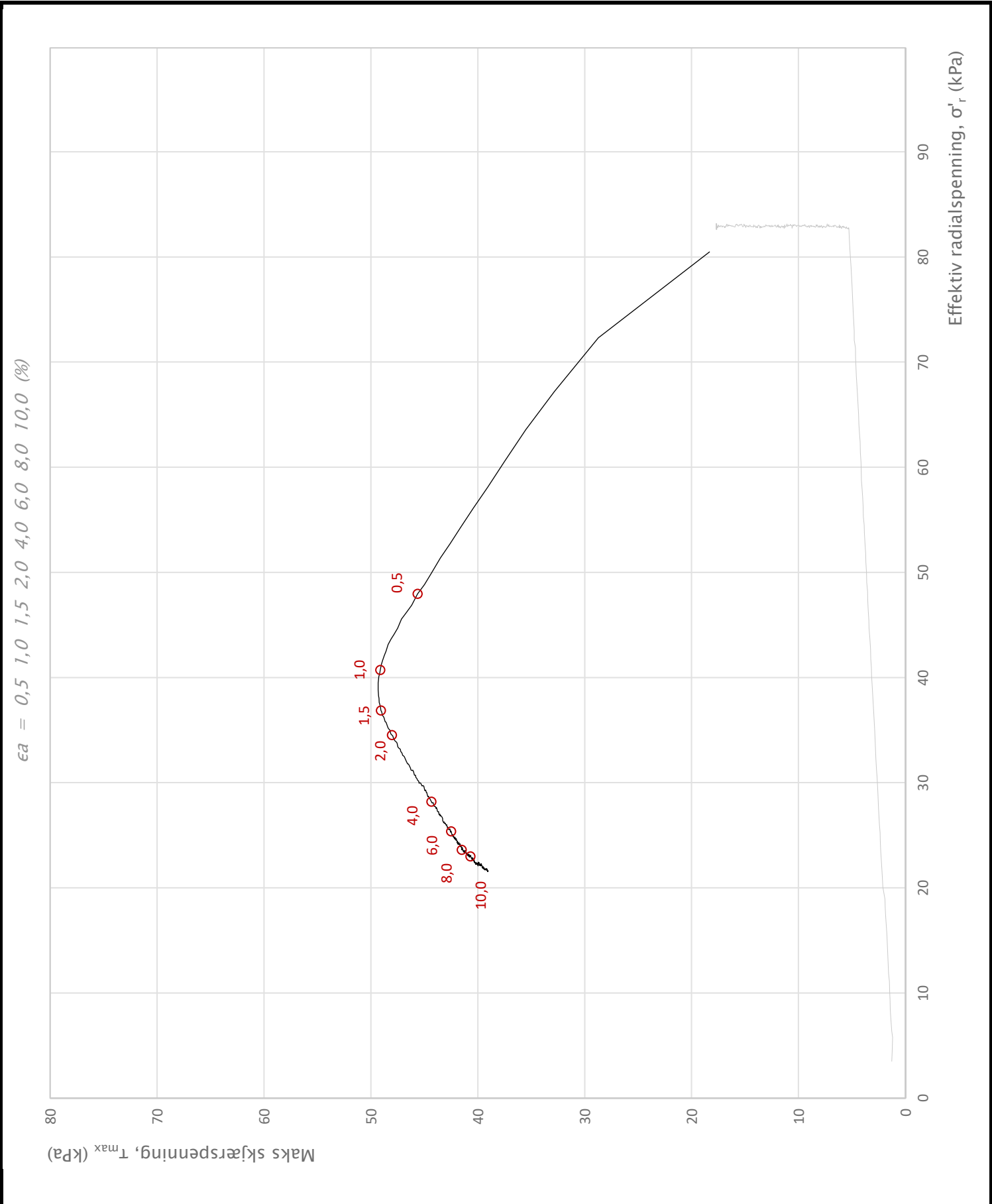
Prosjekt Prosjektnummer: 10246143 Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00				Borhull
132 kV kraftledningen Myrhaugen–Holla				3
Innhold				Dybde (m)
Spenningssti i skjærfase, s' – τ plott (MIT)				3,36
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype
	MASH	VT	GURT	CAUc
	Region	Dato utført	Revisjon	Figur
	Midt	11.03.2024	Rev. dato	450.3



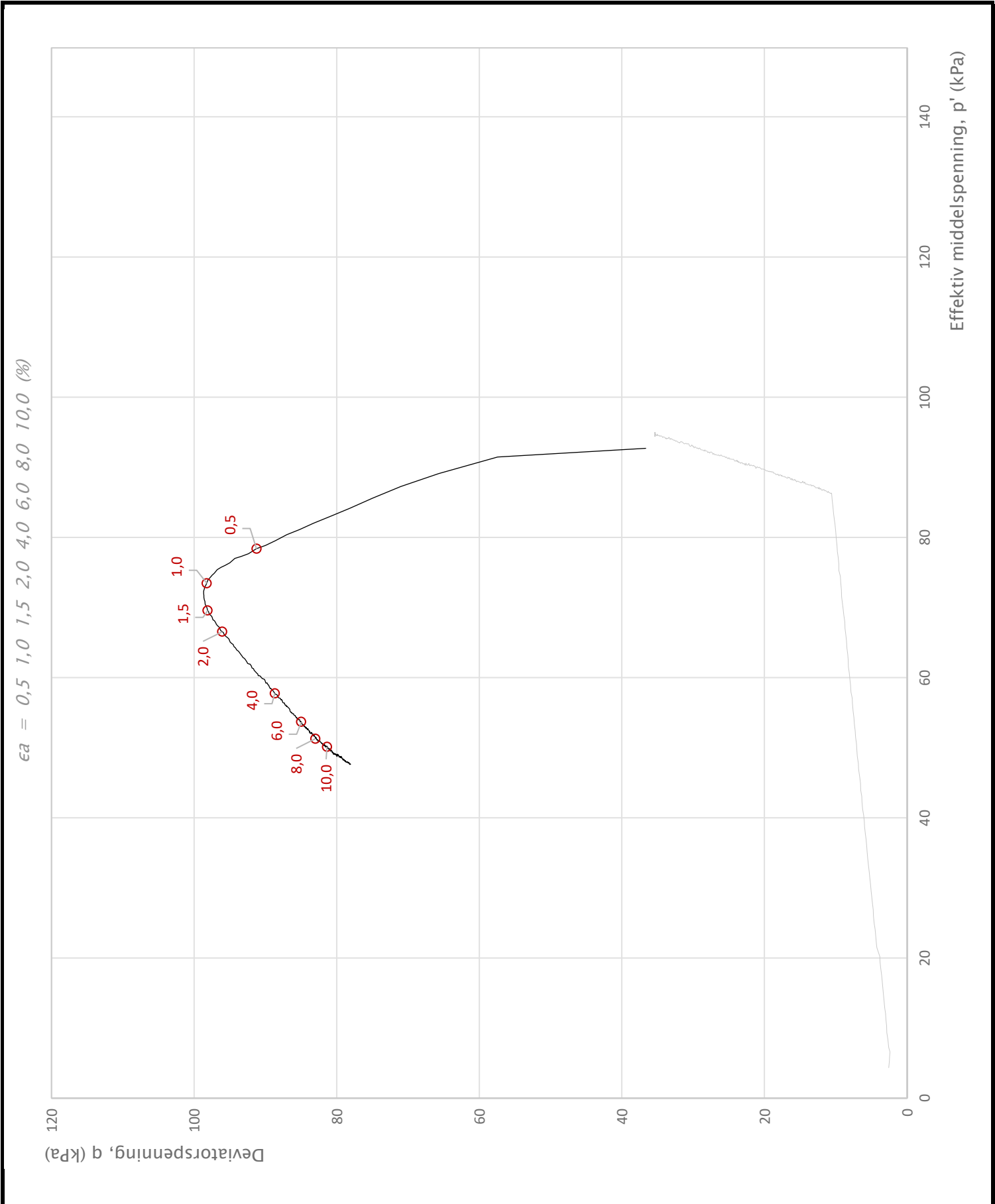
Prosjekt		Prosjektnummer: 10246143 Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00		Borhull
132 kV kraftledningen Myrhaugen-Holla				3
Innhold		Bruddutvikling i skjærfase, ϵ_a - τ og ϵ_a - u plott		Dybde (m)
				3,36
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype
	MASH	VT	GURT	CAUc
	Region	Dato utført	Revisjon	Figur
	Midt	11.03.2024	Rev. dato	450.4



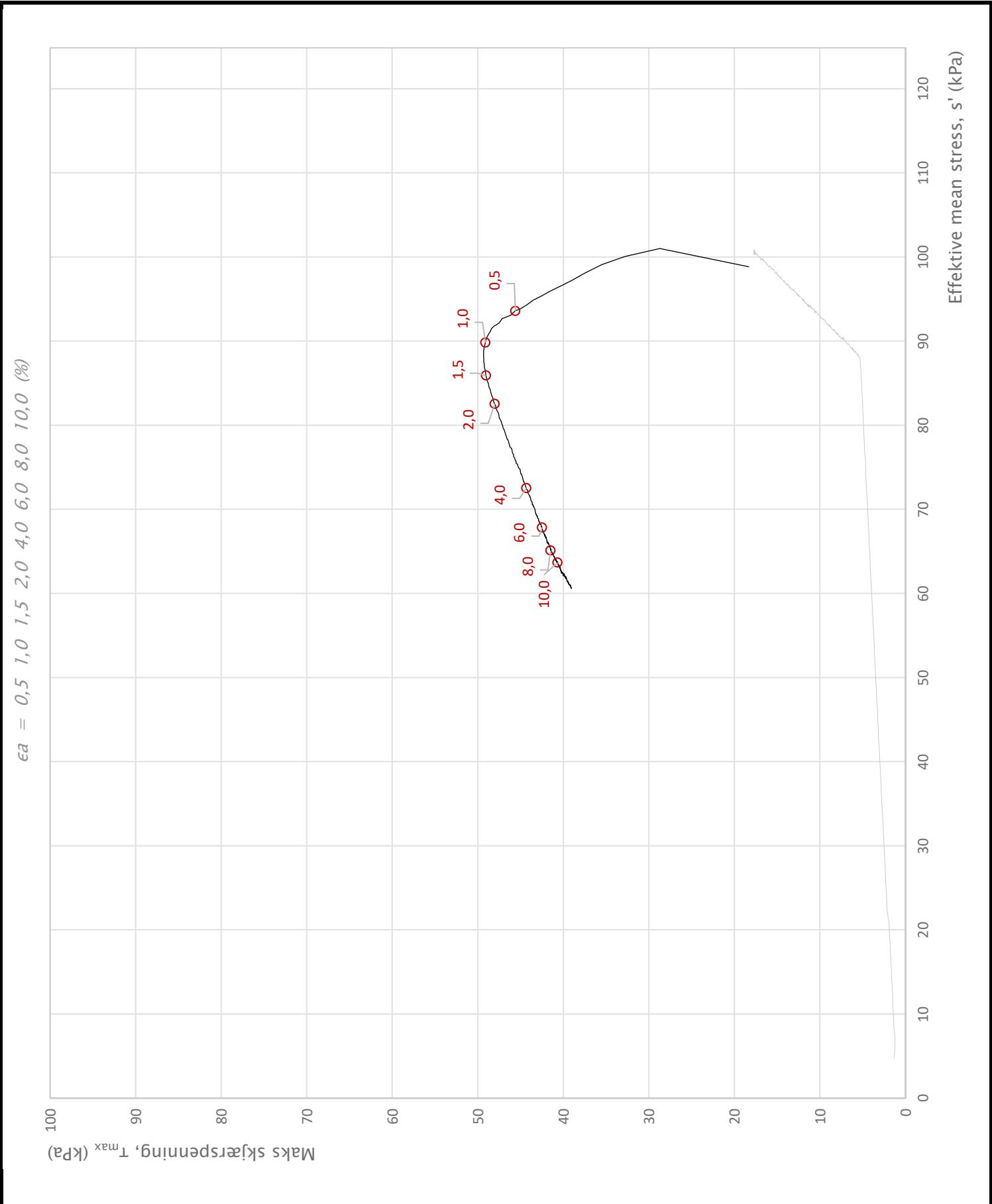
Prosjekt Prosjektnummer: 10246143 Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00 132 kV kraftledningen Myrhaugen-Holla				Borhull 3
Innhold Konsolidering				Dybde (m) 3,36
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype
	MASH	VT	GURT	CAUc
	Region	Dato utført	Revisjon	Figur
	Midt	11.03.2024	Rev. dato	450.5



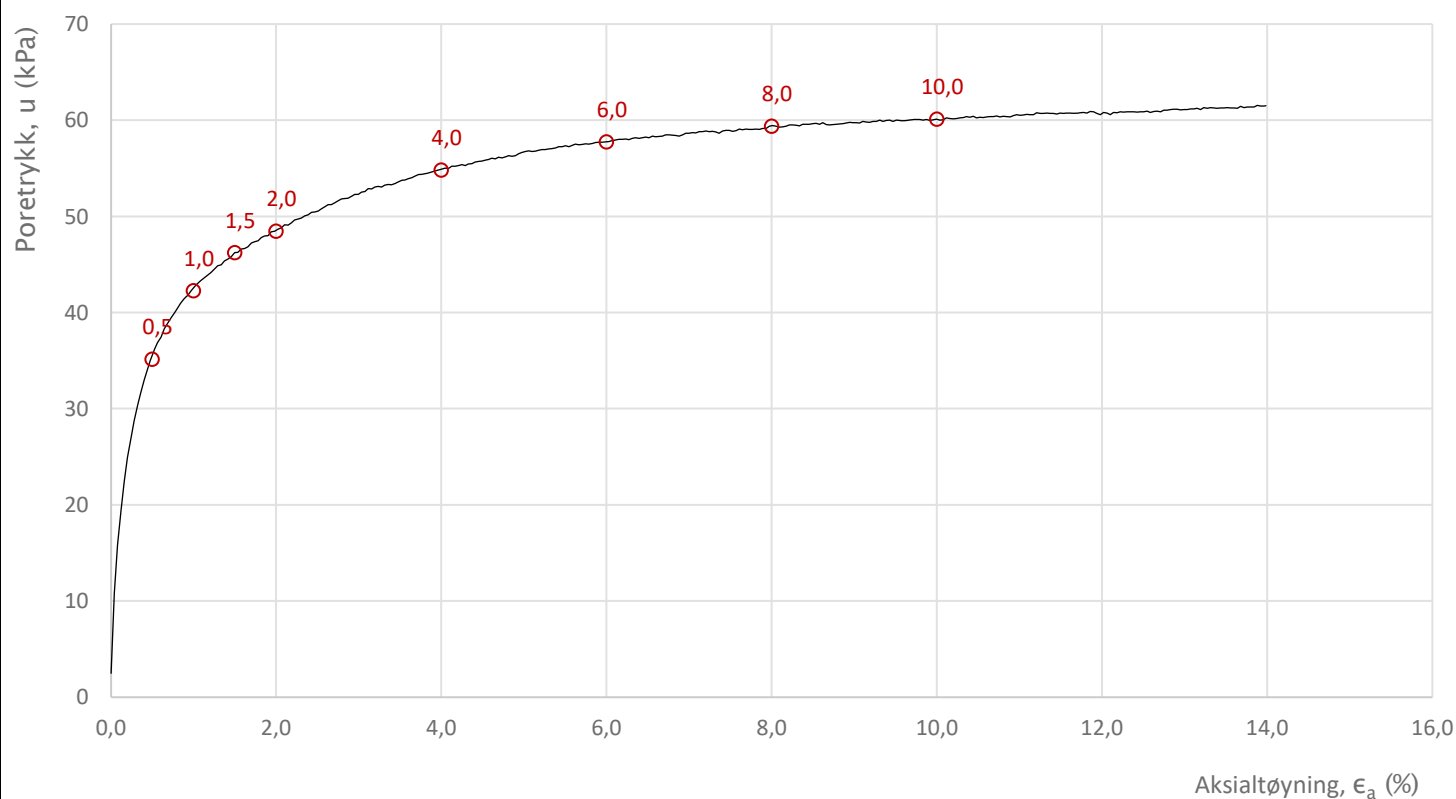
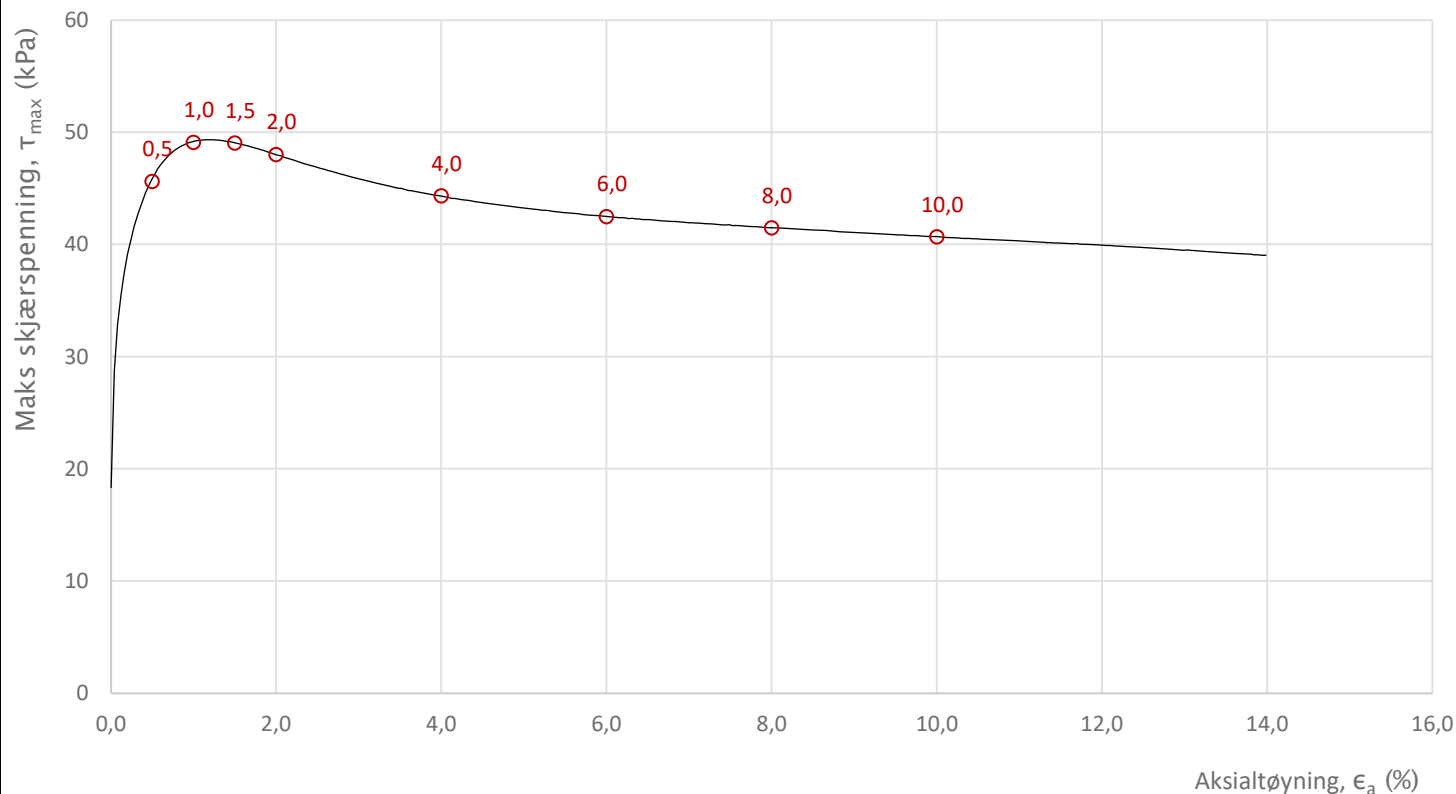
Prosjekt 132 kV kraftledning Myrhaugen–Holla				Borhull 3
Innhold Spenningssti i skjærfase, σ'_r - τ plott (NTNU)				Dybde (m) 11,52
Multiconsult	Utført SANL	Kontrollert VT	Godkjent GURT	Forsøkstype CAUc
	Region Midt	Dato utført 11.03.2024	Revisjon Rev. dato	Figur 451.1



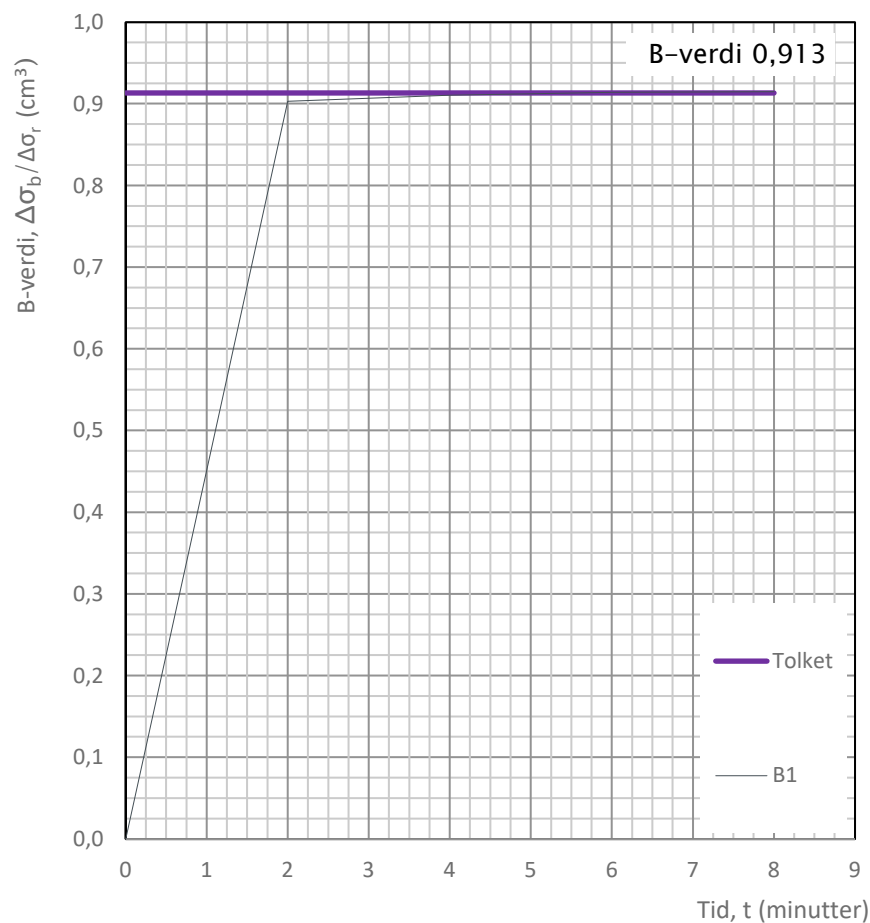
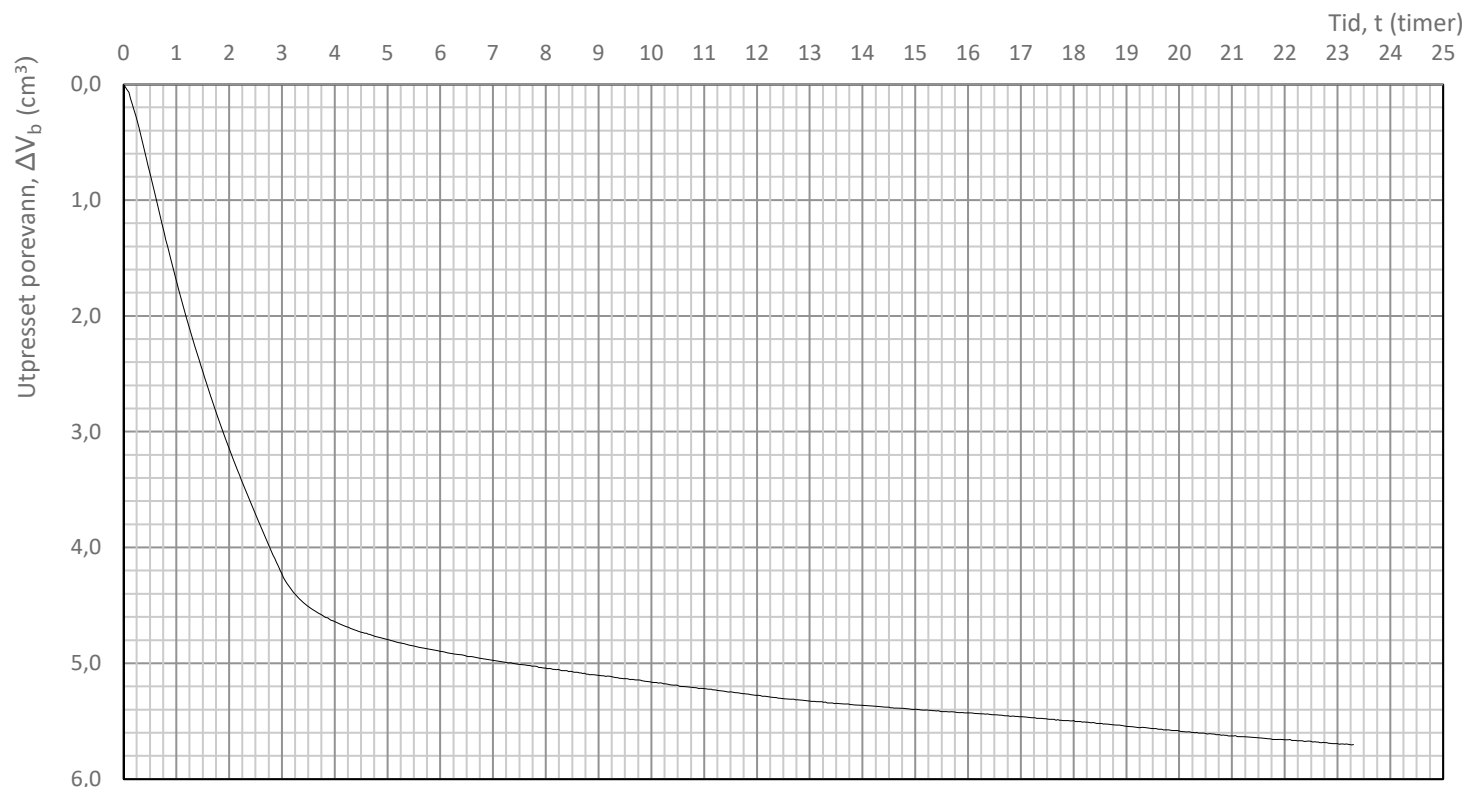
Prosjekt 132 kV kraftledning Myrhaugen–Holla				Borhull 3
Innhold Spenningssti i skjærfase, p'-q plott				Dybde (m) 11,52
Multiconsult	Utført SANL	Kontrollert VT	Godkjent GURT	Forsøkstype CAUc
	Region Midt	Dato utført 11.03.2024	Revisjon Rev. dato	Figur 451.2



Prosjekt 132 kV kraftledning Myrhaugen–Holla				Prosjektnummer: 10246143 Rapportnummer: RIG–RAP–001_rev00		Borhull 3	
Innhold Spenningssti i skjærfase, s'-τ plott (MIT)						Dybde (m) 11,52	
Multiconsult	Utført SANL	Kontrollert VT	Godkjent GURT		Forsøkstype CAUc		
	Region Midt	Dato utført 11.03.2024	Revisjon		Figur 451.3		
			Rev. dato				

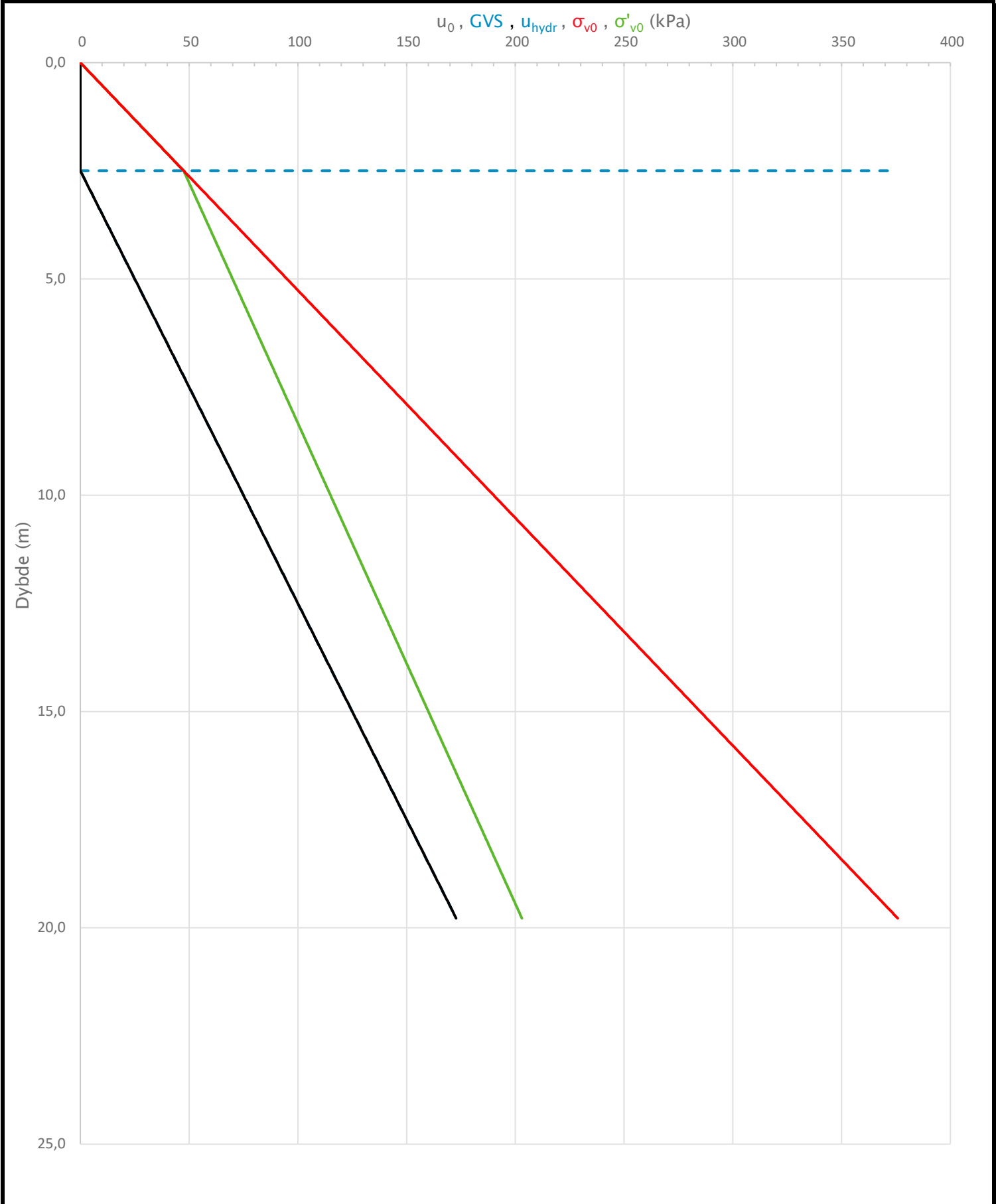


Prosjekt			Prosjektnummer: 10246143 Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00		Borhull
132 kV kraftledning Myrhaugen-Holla					3
Innhold			Dybde (m)		11,52
Bruddutvikling i skjærfase, ϵ_a - τ og ϵ_a - u plott					
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype	
	SANL	VT	GURT	CAUc	
	Region	Dato utført	Revisjon	Figur	
	Midt	11.03.2024	Rev. dato	451.4	

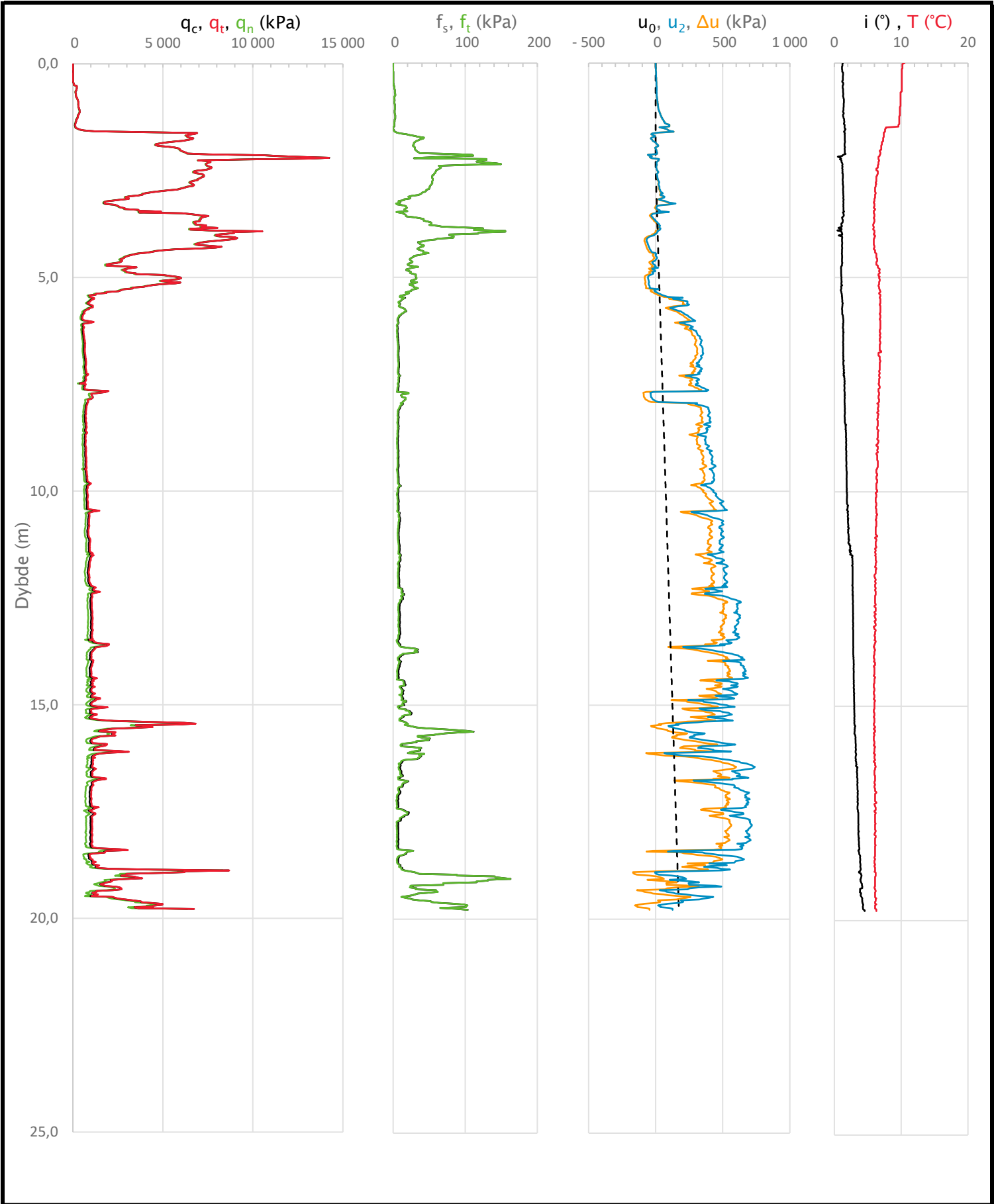


Prosjekt Prosjektnummer: 10246143 Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00 132 kV kraftledning Myrhaugen-Holla				Borhull 3
Innhold Konsolidering				Dybde (m) 11,52
	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype
	SANL	VT	GURT	CAUc
	Region	Dato utført	Revisjon	Figur
	Midt	11.03.2024	Rev. dato	451.5

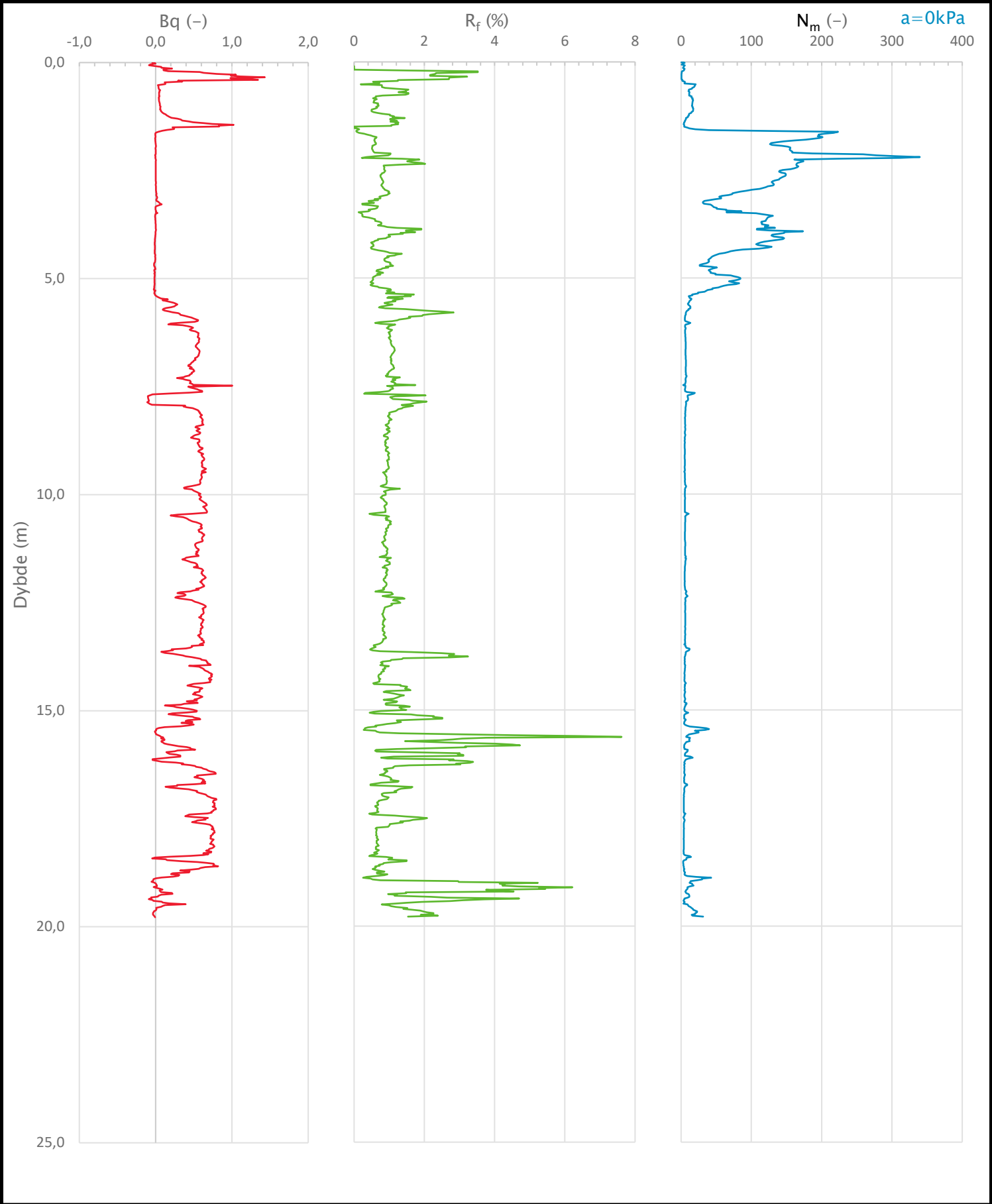
Sonde og utførelse						
Sondennummer	4354		Boreleder		Krogstad	
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)		4,7	
Kalibreringsdato	05.07.2023		Maks helning (°)		4,5	
Dato sondering	07.02.2024		Maks avstand målinger (m)		0,02	
Filtertype	Porøst filter					
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		1		4	
Måleområde (MPa)	50		1		4	
Skaleringsfaktor	1304		3770		1562	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	–		–		–	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	0,5851		0,0101		0,0488	
Arealforhold	0,8720		0,0010			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	21,05		0,353		1,025	
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	7274,7		123,1		596,2	
Registrert etter sondering (kPa)	1,2		1,7		0,0	
Avvik under sondering(kPa)	1,2		1,7		0,0	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	2,5		0,0		0,1	
Maksverdi under sondering (kPa)	14246,0		163,1		739,4	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476–1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	4,3	0,0	1,8	1,1	0,2	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	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	1					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon	Poretrykk	Helning	Temperatur		
OK	OK	OK	OK	OK		
Kommentarer:						
Grunnvannstand er ikke målt og er antatt.						
Prosjekt 132 kV kraftledning Myrhaugen–Holla					Borhull Kote +33,3 2	
Innhold Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					Sondennummer 4354	
Multiconsult	Tegnet JKM	Kontrollert ARNS	Godkjent GURT		Anvend.klasse 1	
	Utførende Multiconsult Norge AS	Dato sondering 07.02.2024	Revisjon 0		RIG–TEG 500.1	
			Rev. dato 12.04.2024			



Prosjekt		Prosjektnummer: 10246143 Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00		Borhull	Kote +33,3
132 kV kraftledning Myrhaugen-Holla				2	
Innhold		Sondenummer			
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger		4354			
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	JKM	ARNS	GURT	1	
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	
Multiconsult Norge AS		07.02.2024	Rev. dato		
			12.04.2024	500.2	

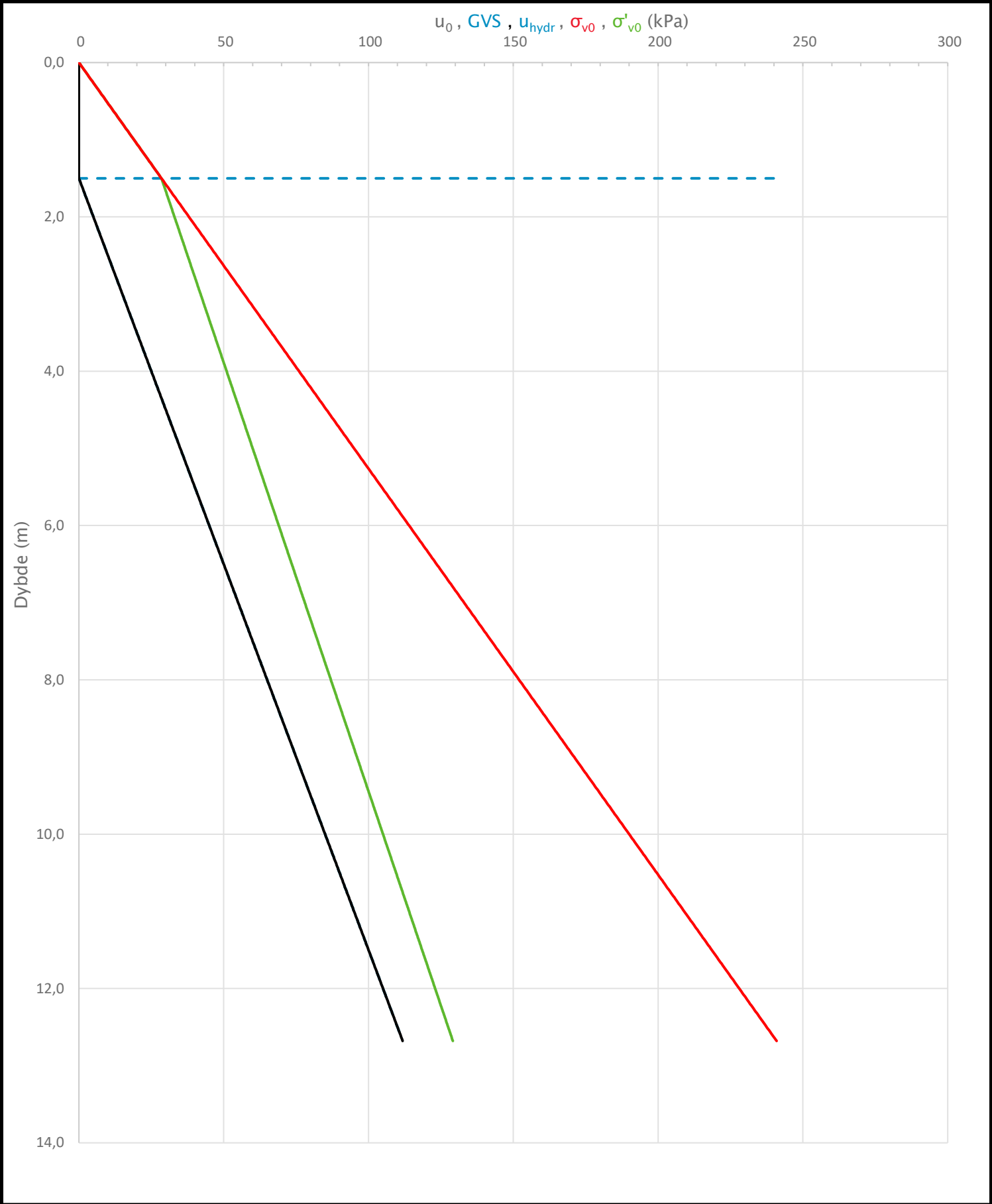


Prosjekt		Prosjektnummer: 10246143 Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00		Borhull	Kote +33,3
132 kV kraftledning Myrhaugen-Holla				2	
Innhold				Sondennummer	
Måledata og korrigerte måleverdier				4354	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	JKM	ARNS	GURT		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	500.3
	Multiconsult Norge AS	07.02.2024	Rev. dato 12.04.2024		

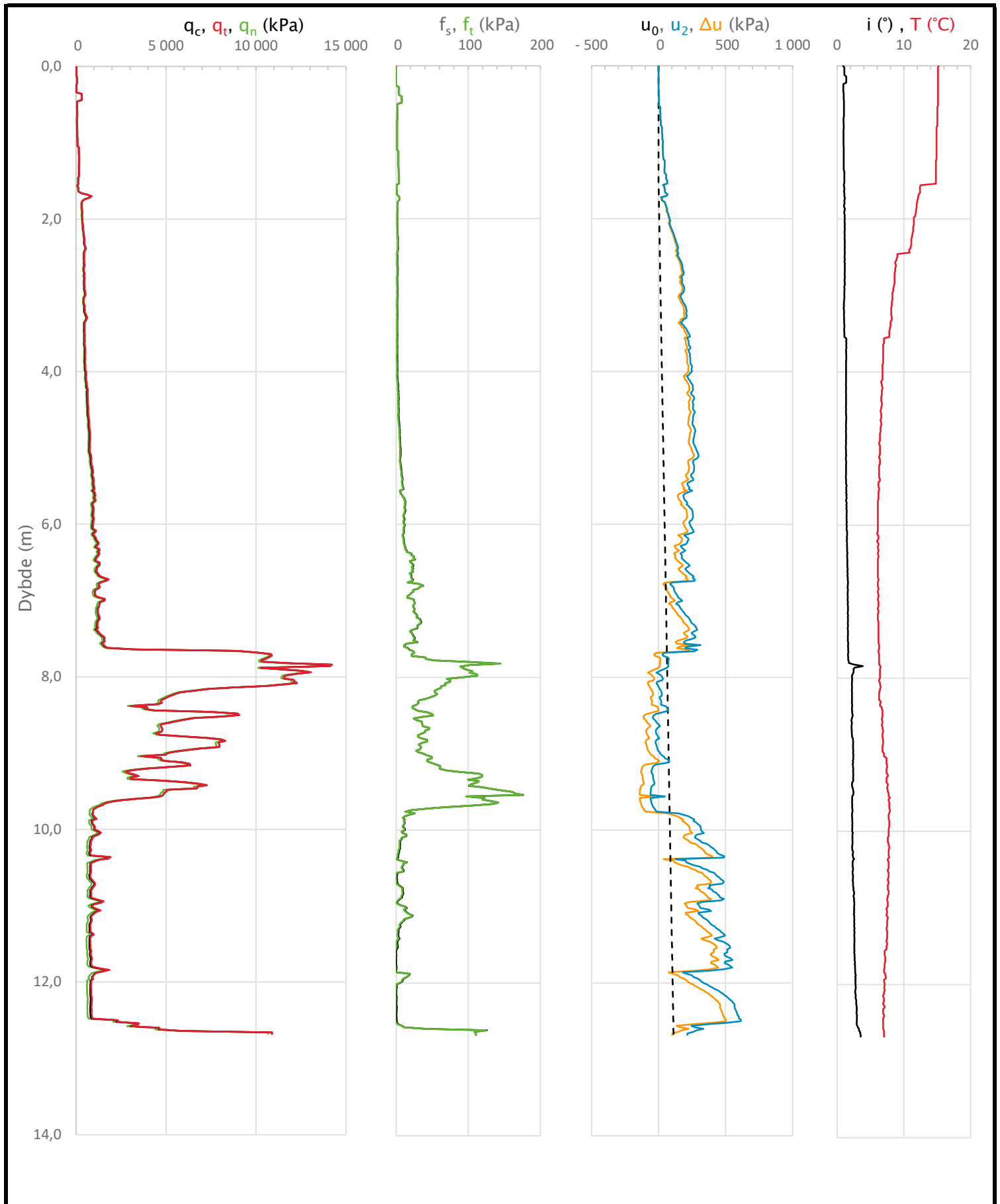


Prosjekt			Prosjektnummer: 10246143 Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00		Borhull	Kote +33,3
132 kV kraftledning Myrhaugen-Holla					2	
Innhold					Sondennummer	
Avledede dimensjonsløse forhold					4354	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	JKM	ARNS	GURT	1		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG		
Multiconsult Norge AS		07.02.2024	Rev. dato	0	12.04.2024	500.4

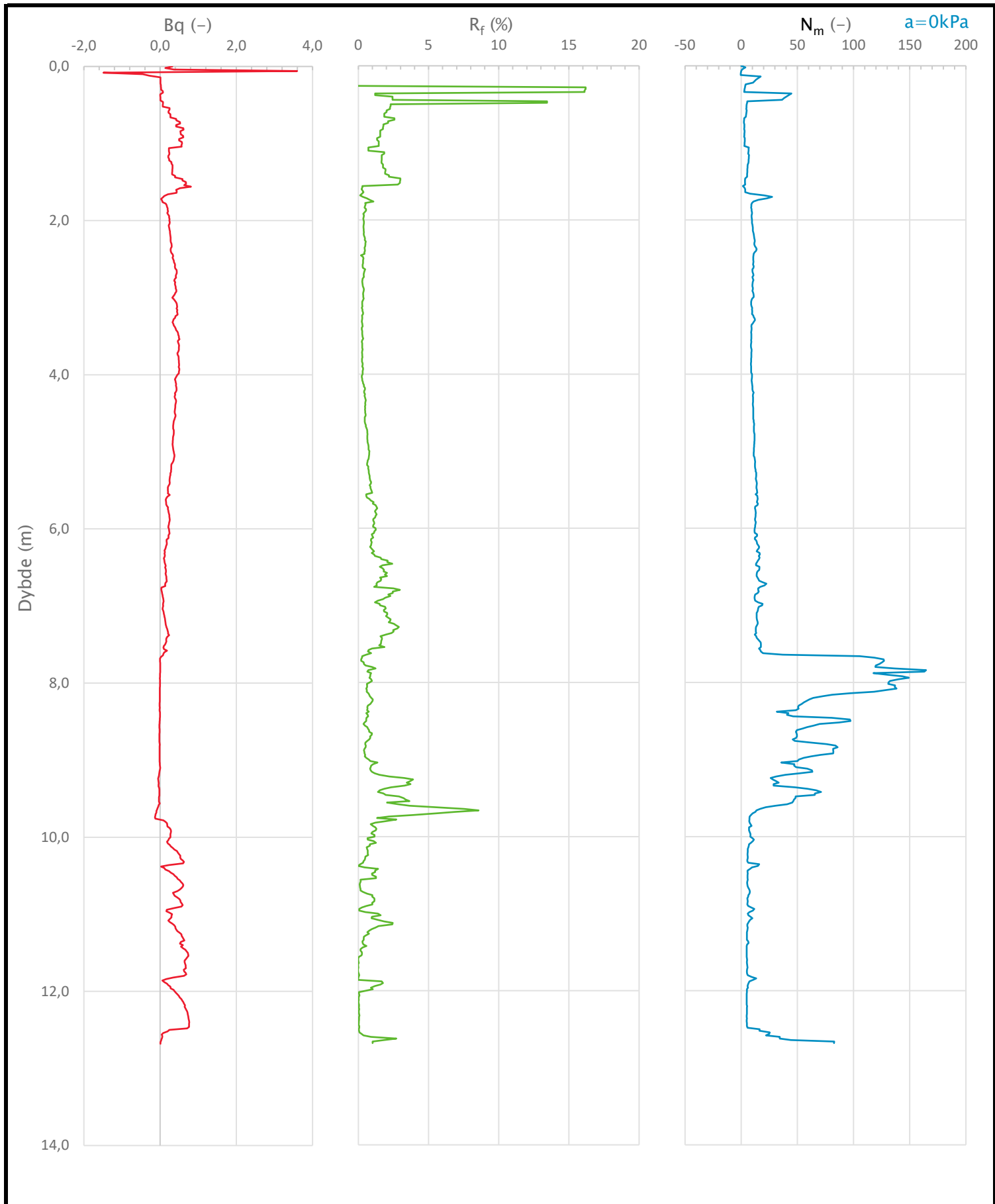
Sonde og utførelse						
Sondennummer	4354		Boreleder		Krogstad	
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)		9,2	
Kalibreringsdato	05.07.2023		Maks helning (°)		3,8	
Dato sondering	07.02.2024		Maks avstand målinger (m)		0,02	
Filtertype	Porøst filter					
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		1		4	
Måleområde (MPa)	50		1		4	
Skaleringsfaktor	1304		3770		1562	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	–		–		–	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	0,5851		0,0101		0,0488	
Arealforhold	0,8720		0,0010			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	21,05		0,353		1,025	
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	7246,7		123,4		595,8	
Registrert etter sondering (kPa)	–12,3		–0,3		–1,6	
Avvik under sondering(kPa)	12,3		0,3		1,6	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	4,8		0,1		0,2	
Maksverdi under sondering (kPa)	14215,6		176,6		614,6	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476–1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	17,7	0,1	0,4	0,2	1,9	0,3
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	
OK	OK		OK		OK	
Kommentarer:						
Grunnvannstand er ikke målt og er antatt.						
Prosjekt 132 kV kraftledning Myrhaugen–Holla					Prosjektnummer: 10246143 Rapportnummer: RIG–RAP–001_rev00	
Innhold Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					Borhull Kote +34,8 3	
					Sondennummer 4354	
Multiconsult	Tegnet JKM		Kontrollert ARNS		Godkjent GURT	
	Utførende Multiconsult Norge AS		Dato sondering 07.02.2024		Anvend.klasse 1	
			Revisjon 0		RIG–TEG 501.1	
		Rev. dato 12.04.2024				



Prosjekt			Prosjektnummer: 10246143 Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00		Borhull	Kote +34,8
132 kV kraftledning Myrhaugen-Holla					3	
Innhold			Sondenummer		4354	
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger						
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		
	JKM	ARNS	GURT	1		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG		
Multiconsult Norge AS		07.02.2024	0	501.2		
			Rev. dato	12.04.2024		



Prosjekt		Prosjektnummer: 10246143 Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00		Borhull	Kote +34,8
132 kV kraftledning Myrhaugen-Holla				3	
Innhold				Sondennummer	
Måledata og korrigerte måleverdier				4354	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	1
	JKM	ARNS	GURT		
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	501.3
	Multiconsult Norge AS	07.02.2024	Rev. dato 12.04.2024		



Prosjekt				Prosjektnummer: 10246143 Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00		Borhull	Kote +34,8
132 kV kraftledning Myrhaugen-Holla						3	
Innhold						Sondennummer	
Avledede dimensjonsløse forhold						4354	
Multiconsult	Tegnet	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		1	
	JKM	ARNS	GURT				
	Utførende	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG		501.4	
Multiconsult Norge AS		07.02.2024	Rev. dato	12.04.2024			

VEDLEGG 1

Kalibreringsskjema CPTU-sonde

(1 side)

CALIBRATION CERTIFICATE FOR CPT PROBE 4354

Probe No	4354
Date of Calibration	2023-07-05
Calibrated by	Alexander Dahlin 
Run No	2888
Test Class:	ISO 1

Point Resistance	Tip Area 10cm²
Maximum Load	50 MPa
Range	50 MPa
Scaling Factor	1304
Resolution	0,5851 kPa
Area factor (a)	0,872
Zero	7,255 MPa

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 21,05 kPa
 Temperature range 5 –40 deg. Celsius.

Local Friction	Sleeve Area 150cm²
Maximum Load	1 MPa
Range	1 MPa
Scaling Factor	3770
Resolution	0,0101 kPa
Area factor (b)	0,001
Zero	124,94 kPa

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 0,353 kPa
 Temperature range 5 –40 deg. Celsius.

Pore Pressure	
Maximum Load	4 MPa
Range	4 MPa
Scaling Factor	1562
Resolution	0,0488 kPa
Zero	612,59 kPa

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 1,025 kPa
 Temperature range 5 –40 deg. Celsius.

Tilt Angle

Scaling Factor	0,93
Range	0 - 40 Deg.

Backup memory

Temperature sensor



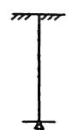
Specialists in
Geotechnical
Field Equipment



BILAG 1

Feltundersøkelser

(2 sider)

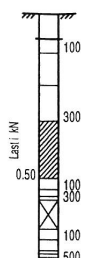


Avsluttet mot stein,
blokk eller fast
grunn



Avsluttet mot
antatt berg

Sonderinger utføres for å få en indikasjon på grunnens relative fasthet, lagdeling og dybder til antatt berg eller fast grunn. For utførelsesstandarder henvises det til «Geoteknisk bilag – Oversikt over metodestandarder og retningslinjer».



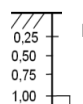
Forboret

Middels stor motstand

Meget liten motstand

Meget stor motstand

Avsluttet uten å nå fast
grunn eller berg



Forboret

Slått med slegge

Halve omdreininger
pr. m synk



DREIESONDERING

Utføres med skjøtbare $\phi 22$ mm borstenger med 200 mm vridd spiss. Boret dreies manuelt eller maskinelt ned i grunnen med inntil 1 kN (100 kg) vertikalbelastning på stengene. Hvis det ikke synker for denne lasten, dreies boret maskinelt eller manuelt. Antall $\frac{1}{2}$ -omdreininger pr. 0,2 m synk registreres.

Boremotstanden presenteres i diagram med vertikal dybde-skala og tverrstrek for hver 100 $\frac{1}{2}$ -omdreininger. Skravur angir synk uten dreining, med påført vertikallast under synk angitt på venstre side. Kryss angir at borstengene er rammet ned i grunnen.

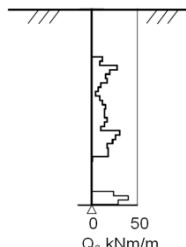


Middels stor motstand

Liten motstand

Stor motstand

0 50 100 150 kNm/m



Q_0 kNm/m



RAMSONDERING

Boringen utføres med skjøtbare $\phi 32$ mm borstenger og spiss med normert geometri. Boret rammes med en rammeenergi på 0,38 kNm. Antall slag pr. 0,2 m synk registreres. Boremotstanden illustreres ved angivelse av rammemotstanden Q_0 pr. m nedramming.

Q_0 = loddets tyngde * fallhøyde/synk pr. slag (kNm/m)

CPT2

+14.5

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

70

75

80

85

90

95

100

105

110

115

120

125

130

135

140

145

150

155

160

165

170

175

180

185

190

195

200

205

210

215

220

225

230

235

240

Korr. spissmotstand [MPa]

Poretrykk [MPa]

Sidefriksjon [MPa]



TRYKKSONDERING (CPT - CPTU)

Utføres ved at en sylindrisk, instrumentert sonde med konisk spiss presses ned i grunnen med konstant penetrasjonshastighet 20 mm/s. Under nedpressingen måles kraften mot konisk spiss og friksjonshylse, slik at spissmotstand q_c og sidefriksjon f_s kan bestemmes (CPT). I tillegg kan poretrykket u måles like bak den koniske spissen (CPTU). Målingene utføres kontinuerlig for hver 0,02 m, og metoden gir derfor detaljert informasjon om grunnforholdene.

Resultatene kan benyttes til å bestemme lagdeling, jordart, lagringsbetingelser og mekaniske egenskaper (skjærfasthet, deformasjons- og konsolideringsparametre).



F_{DT} kN

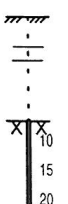


DREIETRYKKSONDERING

Utføres med glatte skjøtbare $\phi 36$ mm borstenger med en normert spiss med hardmetallsveis. Borstengene presses ned i grunnen med konstant hastighet 3 m/min og konstant rotasjonshastighet 25 omdreininger/min.

Rotasjonshastigheten kan økes hvis nødvendig (markeres med kryss på høyre side). Nedpressingskraften F_{DT} (kN) registreres automatisk under disse betingelsene, og gir grunnlag for å bedømme grunnforholdene.

Metoden er spesielt hensiktsmessig ved påvisning av kvikkleire i grunnen, men den gir ikke sikker dybde til bergoverflaten.



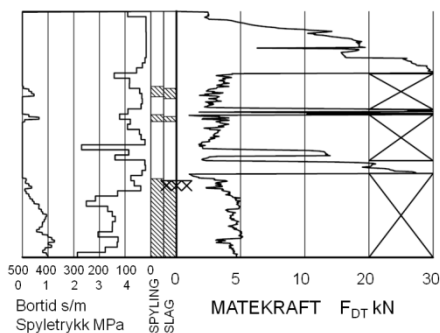
Stein

Borsynk i berg cm/min.



BERGKONTROLLBORING

Utføres med skjøtbare $\phi 45$ mm stenger og hardmetall borkrone med tilbakeslagsventil. Det benyttes tung slagborhammer og vannspyling med høyt trykk. Boring gjennom lag med ulike egenskaper, for eksempel grus og leire, kan registreres, likedan penetrasjon av blokker og større steiner. For verifisering av berginntrengning bores 3 m ned i berget, eventuelt med registrering av borsynk for sikker påvisning.



TOTALSONDERING

Kombinerer metodene dreietrykkssondering og bergkontrollboring. Det benyttes $\phi 45$ mm borstenger og $\phi 57$ mm stiftborkrone med tilbakeslagsventil. Under nedboring i bløte lag presses boret ned i bakken med konstant hastighet 3 m/min og konstant rotasjonshastighet 25 omdreininger/min. Når faste lag påtreffes økes først rotasjonshastigheten (markeres som kryss til høyre). Gir ikke dette synk av boret benyttes spyling og slag på borkronen.

Nedpressingskraften F_{DT} (kN) registreres kontinuerlig og vises på diagrammets høyre side, mens markering av spyletrykk, slag og bortid vises til venstre.



Prøvemarkering



PRØVETAKING

Utføres for undersøkelse av jordlagenes geotekniske egenskaper i laboratoriet.

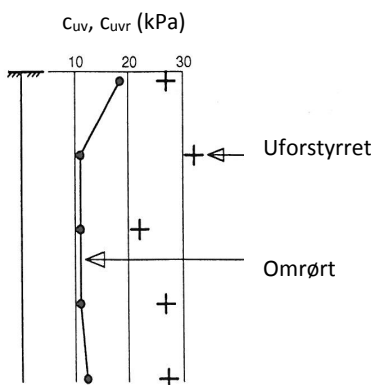
Maskinell naverboring (forstyrrede poseprøver):

Utføres med hul borstang påsveiset en metallspiral med fast stige høyde (auger). Med borrhjelp kan det bores til 5-20 m dybde, avhengig av jordart, lagringsfasthet og beliggenhet av grunnvannstanden. Med denne metoden kan det tas forstyrrede poseprøver ved å samle materialet mellom spiralskivene. Det er også mulig å benytte enklere håndholdt utstyr som for eksempel skovlprøvetaking.

Sylinder/blokkprøvetaking (Uforstyrrede prøver):

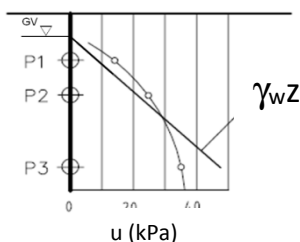
Vanligvis benyttes stempel-prøvetaking med innvendig stempel for opptak av 60-100 cm lange sylinderprøver. Prøvesylinderen kan være av plast eller stål, og det kan benyttes utstyr både med og uten innvendig prøvesylinder. På ønsket dybde skjæres det ut en jordprøve som trekkes opp til overflaten, der den blir forseglet for transport til laboratoriet. Prøvediameteren kan variere mellom $\phi 54$ mm (vanligst) og $\phi 95$ mm. Det er også mulig å benytte andre typer prøvetakere, som for eksempel ramprøvetakere og blokkprøvetakere.

Prøvekvaliteten inndeles i Kvalitetsklasse 1-3, der 1 er høyeste kvalitet.



VINGEBORING

Utføres ved at et vingekorset med dimensjoner $b \times h = 55 \times 110$ mm eller 65×130 mm presses ned i grunnen til ønsket målenivå. Her blir vingekorset påført et økende dreiemoment til jorden rundt vingen når brudd. Det tilhørende dreiemomentet blir registrert. Dette utføres med jorden i uforstyrret ved første gangs brudd og omrørt tilstand etter 25 gjentatte omdreininger av vingekorset. Udrenert skjærfasthet c_{uv} og c_{ur} beregnes ut fra henholdsvis dreiemomentet ved brudd og etter omrøring. Fra dette kan også sensitiviteten $S_t = c_{uv}/c_{ur}$ bestemmes. Tolkede verdier må vanligvis korrigeres empirisk for opptredende effektivt overlagingstrykk i måledybden, samt for jordartens plastisitet.



PORETRYKSMÅLING

Målingene utføres med et standrør med filterspiss eller med hydraulisk (åpent)/elektrisk piezometer (poretrykksmåler). Filteret eller piezometerspissen påmontert piezometerrør presses ned i grunnen til ønsket dybde. Stabilt poretrykk registreres fra vannets stige høyde i røret, eller ved avlesning av en elektrisk trykkmåler i spissen. Valg av utstyr vurderes på bakgrunn av grunnforhold og hensikten med målingene.

Grunnvannstand observeres eller peiles direkte i borhullet.

BILAG 2

Geotekniske bilag - laboratorieforsøk

(4 sider)

Laboratorieundersøkelser utføres for sikker klassifisering og bestemmelse av mekaniske egenskaper. Forsøkene utføres på prøver som er tatt opp i felt. For utførelsesstandarder henvises det til «Geoteknisk bilag 3 – Oversikt over metodestandarder og retningslinjer».

MINERALSKE JORDARTER

Ved prøveåpning klassifiseres og indentifiseres jordarten. Mineralske jordarter klassifiseres vanligvis på grunnlag av korngraderingen. Betegnelse og kornstørrelser for de enkelte fraksjonene er:

Fraksjon	Leire	Silt	Sand	Grus	Stein	Blokk
Kornstørrelse [mm]	<0,002	0,002-0,063	0,063-2	2-63	63-630	>630

En jordart kan inneholde en eller flere av fraksjonene over. Jordarten benevnes i henhold til korngraderingen med substantiv for den fraksjon som har dominerende betydning for jordartens egenskaper og adjektiv for medvirkende fraksjoner (for eksempel siltig sand). Leirinnholdet har størst betydning for benevnelse av jordarten. Morene er en usortert breavsetning som kan inneholde alle fraksjoner fra leir til blokk. Den største fraksjonen angis først i beskrivelsen etter egne benevningsregler, for eksempel grusig morene.

ORGANISKE JORDARTER

Organiske jordarter klassifiseres på grunnlag av jordartens opprinnelse og omdanningsgrad. De viktigste typer er:

Benevnelse	Beskrivelse
Torv	Myrplanter, mer eller mindre omdannet
Fibrig torv	Fibrig med lett gjenkjennelig plantestruktur. Viser noe styrke
Delvis fibrig torv, mellomtorv	Gjenkjennelig plantestruktur, ingen styrke i planterestene
Amorf torv, svarttorv	Ingen synlig plantestruktur, svampig konsistens
Gytje og dy	Nedbrutt struktur av organisk materiale, kan inneholde mineralske bestanddeler
Humus	Planterester, levende organismer sammen med ikke-organisk innhold
Mold og matjord	Sterkt omdannet organisk materiale med løs struktur, utgjør vanligvis det øvre jordlaget

KORNFORDELINGSANALYSER

En kornfordelingsanalyse utføres ved våt eller tørr sikting av fraksjonene med diameter $d > 0,063$ mm. For mindre partikler bestemmes den ekvivalente korndiameteren ved slemmeanalyse og bruk av hydrometer. I slemmeanalysen slemmes materialet opp i vann og densiteten av suspensjonen måles ved bestemte tidsintervaller. Kornfordelingen kan da bestemmes fra Stokes lov om sedimentering av kuleformede partikler i vann. Det vil ofte være nødvendig med en kombinasjon av metodene.

VANNINNHOOLD

Vanninnholdet angir masse av vann i % av masse tørt (fast) stoff i massen og bestemmes fra tørking av en jordprøve ved 110°C i 24 timer.

KONSISTENSGRENSER

Konsistensgrensene (Atterbergs grenser) for en jordart angir vanninnholdsområdet der materialet er plastisk (formbart). Flytegrensen angir vanninnholdet der materialet går fra plastisk til flytende tilstand. Plastisitetsgrensen (utrullingsgrensen) angir vanninnholdet der materialet ikke lenger kan formes uten at det sprekker opp. Plastisitetsindeksen $I_p = w_f - w_p$ (%) angir det plastiske området for jordarten og benyttes til klassifisering av plastisiteten. Er det naturlige vanninnholdet høyere enn flytegrensen blir materialet flytende ved omrøring (vanlig for kvikkleire).

HUMUSINNHOOLD

Humusinnholdet kan bestemmes ved kolorimetri og bruk av natronlut (NaOH-forbindelse), glødning av jordprøve i varmeovn eller våt-oksidasjon med hydrogenperoksyd. Metoden angir innholdet av humufiserte organiske bestanddeler i en relativ skala.

DENSITET, TYNGDETETHET, PORETALL OG PORØSITET

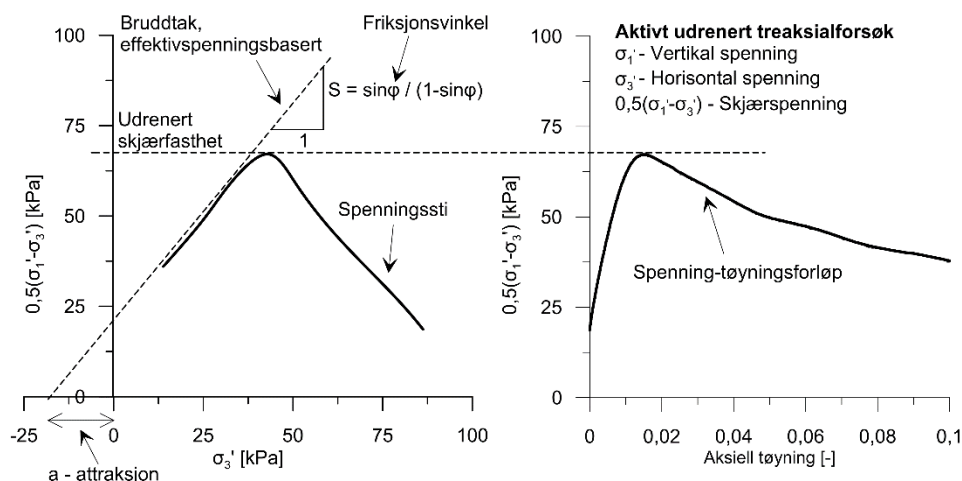
Navn	Symbol	Enhet	Beskrivelse
Densitet	ρ	g/cm ³	Masse av prøve per volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del
Korndensitet	ρ_s	g/cm ³	Masse av fast stoff per volumenhet fast stoff
Tørr densitet	ρ_d	g/cm ³	Masse tørt stoff per volumenhet
Tyngdetetthet	γ	kN/m ³	Tyngde av prøve per volumenhet ($\gamma = \rho g = \gamma_s(1+w/100)(1-n/100)$, der g er tyngdeakselerasjonen)
Spesifikk tyngdetetthet	γ_s	kN/m ³	Tyngde av fast stoff per volumenhet fast stoff ($\gamma_s = \rho_s g$)
Tørr tyngdetetthet	γ_d	kN/m ³	Tyngde av tørt stoff per volumenhet ($\gamma_d = \rho_d g = \gamma_s(1-n/100)$)
Poretall	e	-	Volum av porer dividert med volum av fast stoff ($e = n/(1-n)$, n som desimaltall)
Porøsitet	n	%	Volum av porer i % av totalt volum av prøven ($n = e/(1+e)$)

SKJÆRFASTHET

Skjærfastheten beskriver jordens styrke og benyttes bla. til beregning av motstand mot utglidninger og grunnbrudd. Skjærfasthet benyttes i beregninger av skråningsstabilitet og bæreevne. For korttidsbelastninger i finkornige materialer (leire) oppfører jorden seg udrenert og skjærfastheten beskrives ved udrenert skjærfasthet. Over lengre tidsintervaller vil oppførselen karakteriseres som drenert. Det benyttes da effektivspenningsparametere.

Effektive skjærfasthetsparametre a (attraksjon) og $\tan \phi$ (friksjon) bestemmes ved treaksiale belastningsforsøk på uforstyrrede (leire) eller innbyggede prøver (sand). Skjærfastheten er avhengig av effektiv normalspenning (totalspenning – poretrykk) på kritisk plan. Forsøksresultatene fremstilles som spenningsstier som viser spenningsutvikling og tilhørende tøyningutvikling i prøven frem mot brudd. Fra disse, samt fra annen informasjon, bestemmes karakteristiske verdier for skjærfasthetsparametre for det aktuelle problemet.

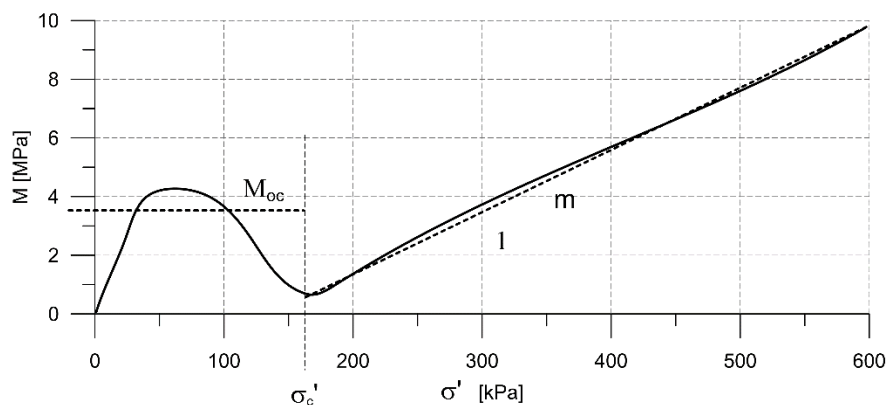
Udrenert skjærfasthet c_u (kPa) bestemmes som den maksimale skjærspenning et materiale kan påføres før det bryter sammen i en situasjon med raske spenningsendringer uten drenering av poretrykk. I laboratoriet bestemmes denne egenskapen ved enaksiale trykkforsøk (c_{ut}), konusforsøk (uforstyrret c_{ufc} , omrørt c_{urfc}), udrenerte treaksialforsøk (kompresjon/aktiv c_{uA} , avlastning/passiv c_{uP}) og direkte skjærforsøk (c_{ud}). Udrenert skjærfasthet kan også bestemmes i felt ved for eksempel trykksondering med poretrykksmåling (CPTU) (c_{ucptu}) eller vingebor (uforstyrret c_{uv} , omrørt c_{uvr}).

**SENSITIVITET**

Sensitiviteten $St = c_u/c_r$ uttrykker forholdet mellom en leires udrenerte skjærfasthet i uforstyrret og omrørt tilstand. Denne størrelsen kan bestemmes fra konusforsøk i laboratoriet eller ved vingeborforsøk i felt. Kvikkleire har for eksempel meget lav omrørt skjærfasthet ($c_r < 0,5$ kPa NS8015, $c_r < 0,33$ kPa ISO 17892-6), og viser derfor som regel meget høye sensitivitetsverdier.

DEFORMASJONS- OG KONSOLIDERINGSEGENSKAPER

Jordartens deformasjons- og konsolideringsegenskaper benyttes ved beregning av setninger og deformasjoner. Disse mekaniske egenskapene bestemmes ved hjelp av belastningsforsøk i ødometer. Jordprøven bygges inn i en stiv ring som forhindrer sideveis deformasjon. Belastningen skjer vertikalt med trinnvis eller kontinuerlig økende last/spenning (σ'). Sammenhørende verdier for spenning og deformasjon (tøyning ε) registreres, og materialets stivhet (deformasjonsmodul) kan beregnes som $M = \Delta\sigma' / \Delta\varepsilon$. Denne presenteres som funksjon av vertikalspenningen. En sentral parameter som tolkes i sammenheng med ødometerforsøk er forkonsolideringsspenningen (σ'_c). Dette er det største lastnivået som jorda har opplevd tidligere (f.eks. tidligere overlaging eller islast). Deformasjonsmodulen viser typisk forskjellig oppførsel under og over forkonsolideringsspenningen. I leire vil stivheten for spenningsnivåer under σ'_c representeres ved en konstant stivhetsmodul M_{oc} . For spenningsnivåer over σ'_c vil stivheten øke med økende spenning. Denne økningen kan beskrives ved modultallet m .

**TELEFARLIGHET**

En jordarts telefarlighet bestemmes ut i fra kornfordelingskurven eller ved å måle den kapillære stighøyde for materialet. Telefarligheten klassifiseres i gruppene T1 (Ikke telefarlig), T2 (Litt telefarlig), T3 (Middels telefarlig) og T4 (Meget telefarlig) etter SVV Håndbok N200.

KOMPRIMERINGSEGENSKAPER

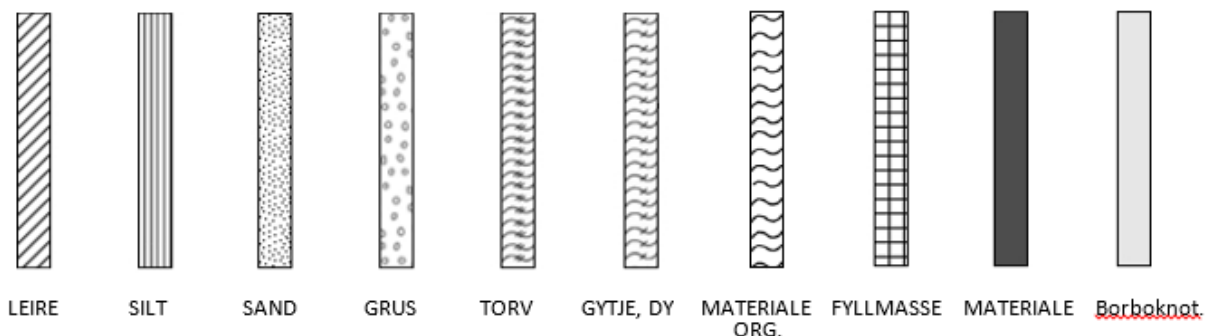
Ved komprimering av en jordart oppnås tettere lagring av mineralkornene. Komprimeringsegenskapene for en jordart bestemmes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Standard eller Modifisert Proctor). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr densitet ρ_d som funksjon av innbyggingsvanninnhold w_i . Den maksimale tørrdensiteten som oppnås (ρ_{dmax}) benyttes ved spesifisering av krav til utførelsen av komprimeringsarbeider. Det tilhørende vanninnhold benevnes optimalt vanninnhold (w_{opt}).

PERMEABILITET

Permeabiliteten defineres som den vannmengden q som under gitte betingelser vil strømme gjennom et jordvolum pr. tidsenhet. Generelt bestemmes permeabiliteten fra følgende sammenheng: $q = kiA$, der A er bruttoareal av tverrsnittet normalt på vannets strømningsretning og i = hydraulisk gradient i strømningsretningen (= potensialforskjell pr. lengdeenhet). Permeabiliteten kan bestemmes ved strømningsforsøk i laboratoriet, ved konstant eller fallende potensial, eventuelt ved pumpe- eller strømningsforsøk i felt samt ødometerforsøk.

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - PRØVESKRAVERING

Analyserte prøver skraveres på prøveserietegningen i henhold til hovedbenevnelsen av materialet. Det er i tillegg en egen skravering for eventuelle notater hentet fra borbok til den gjeldende prøveserien. De ulike skraveringene er som følger:



NB: Med mindre en kornfordelingsanalyse er utført, er dette kun en subjektiv og veiledende klassifisering som er basert på laborantens visuelle vurdering av materialet.

LEIRE: Leirinnholdet er større enn 15 %

SILT: Siltinnholdet er større enn 45 % og leirinnholdet er mindre enn 15 %

SAND: Sandinnholdet er større enn 60 % og leirinnholdet er mindre enn 15 %

GRUS: Grusinnholdet er større enn 60 % og leirinnholdet er mindre enn 15 %

MATERIALE: Brukes når materialet har en slik sammensetning at ingen av de ovennevnte betegnelse kan benyttes. Dette fremkommer normalt fra en kornfordelingsanalyse

TORV: Mer eller mindre omvandlede planterester

GYTJE/DY: Består av vannavsatte plante- og dyrerester. De kan virke fete og elastiske

MATERIALE ORG.: Sterkt omdannet organisk materiale med løs struktur

FYLLMASSE: Avsetninger som ikke er naturlige (utlagte masser)

Borboknotat: Merknader fra borleder (hentet fra borbok), f.eks. «tom sylinder», «foringsrør», «forboring» osv.

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SPESIALFORSØK – Korngradering (K) / Treksialforsøk (T) / Ødometerforsøk (Ø)

Eventuelt utførte spesialforsøk på en prøveserie markeres med K, T eller Ø ved tilhørende prøve. Markeringene indikerer ikke nøyaktig dybde for spesialforsøkene, men er referanse til at det foreligger egne tegninger for forsøket inkludert resultater og ytterlig forsøksinformasjon.

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SYMBOLFORKLARING - Vanninnhold og konsistensgrenser

Vanninnhold og konsistensgrenser utført ved rutineundersøkelsen fremvises på prøveserietegningen ved plassering av symboler på tilhørende graf. Dersom et vanninnhold overstiger grafens maksgrænse vil verdien oppgis i siffer ved grafens øvre ytterpunkt.

Vanninnhold w		Plastisitetsgrense w_p	
		Flytegrense w_f	

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SYMBOLFORKLARING - Udrenert skjærfasthet

Resultatene fra utførte konus- og enaksiale trykkforsøk ved rutineundersøkelsen fremvises på prøveserietegningen ved plassering av symboler på tilhørende graf. Dersom en skjærfasthetverdi overstiger grafens maksgrænse vil verdien oppgis i siffer ved grafens øvre ytterpunkt.

Uomrørt konus c_{ufc}		Omrørt konus c_{urfc}	
Enaksialt trykkforsøk Strek angir aksial tøyning (%) ved brudd		Omrørt konus $c_{urfc} \leq 2,0 \text{ kPa}$	0,9

BILAG 3

Oversikt over metodestandarder og retningslinjer

(2 sider)

METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – FELTUNDERSØKELSER

Feltundersøkelsesmetoder beskrevet i geotekniske bilag, samt terminologi og klassifisering benyttet i rapportering, baserer seg på gjeldende versjon av følgende standarder og referansedokumenter:

Dokument	Tema
NGF Melding 1	SI-enheter
NGF Melding 2, NS-EN ISO 14688-1 og -2	Symboler og terminologi
NGF Melding 3	Dreiesondering
NGF Melding 4	Vingeboring
NGF Melding 5, NS-EN ISO 22476-1	Trykksondering med poretrykksmåling (CPTU)
NGF Melding 6	Grunnvanns- og poretrykksmåling
NGF Melding 7	Dreietrykksondering
NGF Melding 8	Kommentarkoder for feltundersøkelser
NGF Melding 9	Totalsondering
NS-EN ISO 22476-2	Ramsondering
NGF Melding 10	Beskrivelsestekster for grunnundersøkelser
NGF Melding 11, NS-EN ISO 22475-1	Prøvetaking
Statens vegvesen Håndbok R211	Feltundersøkelser
NS 8020-1	Kvalifikasjonskrav til utførende av grunnundersøkelser

METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – LABORATORIEUNDERSØKELSER

Laboratorieundersøkelser beskrevet i geotekniske bilag, samt terminologi og klassifisering benyttet i rapportering, baserer seg på følgende standarder og referansedokumenter:

Dokument	Tema
NS8000	Konsistensgrenser – terminologi
NS8001, NS-EN ISO 17892-12:2018	Støtflytegrense
NS8002, NS-EN ISO 17892-12:2018	Konusflytegrense
NS8003, NS-EN ISO 17892-12:2018	Plastisitetsgrense (utrullingsgrense)
NS8004	Svinngrense
NS8005, NS-EN ISO 17892-4:2016	Kornfordelingsanalyse
NS8010, NS-EN ISO 14688-1 og -2	Jord – bestanddeler og struktur. Klassifisering og indentifisering.
NS8011, NS-EN ISO 17892-2:2014	Densitet
NS8012, NS-EN ISO 17892-3:2015	Korndensitet
NS8013, NS-EN ISO 17892-1:2014	Vanninnhold
NS8014	Poretall, porøsitet og metningsgrad
NS-EN ISO 17892-6:2017	Skjærfasthet ved konusforsøk
NS8016, NS-EN ISO 17892-7:2018	Skjærfasthet ved enaksialt trykkforsøk
NS-EN ISO 17892-11:2019	Permeabilitetsforsøk
NS-EN ISO 17892-5:2017	Ødometerforsøk, trinnvis belastning
NS8018	Ødometerforsøk, kontinuerlig belastning
NS-EN ISO/TS 17892-8 og -9:2018	Treaksialforsøk (UU, CD)
Statens vegvesen Håndbok R210	Laboratorieundersøkelser