
RAPPORT

Jarlheimsletta

OPPDRAGSGIVER
OBOS Nye Hjem AS

EMNE
Datarapport - Geotekniske
grunnundersøkelser

DATO / REVISJON: 07. februar 2020 / 01
DOKUMENTKODE: 10213380-RIG-RAP-001



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Hvis kunden i samsvar med oppdragsavtalen gir tredjepart tilgang til rapporten, har ikke tredjepart andre eller større rettigheter enn det han kan utlede fra kunden. Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

RAPPORT

OPPDRAG	Jarlheimsletta	DOKUMENTKODE	10213380-RIG-RAP-001
EMNE	Datarapport - Geotekniske grunnundersøkelser	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	OBOS Nye Hjem AS	OPPDRAGSLEDER	Lisa Emilie Hoven
KONTAKTPERSON	Adrian Finvold	UTARBEIDET AV	Ivana Anusic
KOORDINATER	SONE: 32 ØST: - NORD: -	ANSVARLIG ENHET	10234011 Geoteknikk Midt
GNR./BNR./SNR.	- / - / - / Trondheim kommune		

SAMMENDRAG

OBOS Nye Hjem planlegger utbygging på Jarlheimsletta i Trondheim. I denne forbindelse er Multiconsult engasjert for å utføre geotekniske grunnundersøkelser og vurderinger. Foreliggende rapport presenterer resultater fra utførte geotekniske grunnundersøkelser.

Utførte grunnundersøkelser omfatter:

- 5 stk. totalsonderinger (Bp. 1 t.o.m. 5)
- 2 stk. trykksonderinger (Bp. 1 og 4)
- 2 stk. elektriske poretrykksmålere (Bp. 1)
- 2 stk. prøveserier med poseprøver og Ø54 mm sylindrerprøver (Bp. 1 og 4)

Utførte grunnundersøkelser viser at grunnforholdene består generelt av antatte fyllmasser av sand og grus over leire og berg. Fyllmasselaget er størst på den vestlige delen av området der det er påvist fyllmasser til ca. 3,5 meters dybde (borpunkt 1). Under topplaget antyder sonderinger siltig leire og leire til avsluttet sondering i borpunkter 2-5. Sonderinger viser økende boremotstand med dybden.

Løsmassemekktigheten på området varierer mellom 10,82 og ca. 57,38 meter. Løsmassemekktigheten er størst på den sørlige og midtre delen av området, og mindre på den vestlige og nordlige delen.

Berg er påvist ca. 10,8 m under terreng i borpunkt 5, dvs. ved kote -3,1. I borpunkt 1, 3 og 4 er det antatt berg på henholdsvis dybde ca. 46,6 m (kote -42,4), ca. 57,1 m under terreng (kote -48,2) og ca. 26,6 m under terreng (kote -16,7).

Bergoverflaten antas å stige i nordlig retning, den er dypest på den sør-østlige delen av området (kote -48,2), og ser ut til å stige til en topp på den nord-østlige delen (kote -3,1).

Det er satt ned to elektriske piezometer med registrering en gang hver 12 timer i borpunkt 1-PZ. Piezometerne er installert henholdsvis 17m (1-PZA) og 30 m (1-PZB) under terreng. Poretrykksmålinger indikerer noe poreovertrykk med dybden.

Det antas at grunnvannstand ligger i overgang mellom fyllmasser og leire ca. 3,5 m under terreng (Bp. 1).

REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV
01	07.02.2020	Revidert datarapport for å fikse referanser	Ivana Anusic	Joar S Gloppestad	Joar S Gloppestad
00	03.02.2020	Utarbeidet datarapport grunnundersøkelser	Ivana Anusic	Joar S Gloppestad	Joar S Gloppestad

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	6
1.1	Formål og bakgrunn	6
1.2	Utførelse	6
1.3	Kvalitetssikring og standardkrav	7
1.4	Innhold og bruk av rapporten	7
2	Områdebeskrivelse	8
2.1	Befaring	8
2.2	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	11
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	14
5	Geoteknisk evaluering av resultatene	15
5.1	Avvik fra standard utførelsesmetoder	15
5.2	Viktige forutsetninger	15
5.3	Undersøkelles- og prøve kvalitet	15
5.4	Måling av poretrykk	15
5.5	Generell kommentar om påvisning av bergnivå	15
6	Behov for supplerende grunnundersøkelser	17
7	Referanser	18

TEGNINGER

10213492-RIG-TEG	-000	Oversiktskart
	-001	Borplan
	-010	Sonderinger, Borpunkt 1
	-011	Sonderinger, Borpunkt 2, 4 og 5
	-012	Sonderinger, Borpunkt 3
	-200	Geotekniske data PR-1
	-200	Geotekniske data PR-4
	-300	Korngraderingsanalyser, PR-1, d= 5,35 og 13,36 m
	-350	Elektrisk poretryksmåling, BP-1, d= 17 og 30 m
	-400.1	Ødometerforsøk, CRS-rutine, PR-1, d=5,55m. Plott A: $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, M og c_v
	-400.2	Ødometerforsøk, CRS-rutine, PR-1, d=5,55m. Plott B: $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, k og u_b/σ
	-401.1	Ødometerforsøk, CRS-rutine, PR-1, d=13,30m. Plott A: $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, M og c_v
	-401.2	Ødometerforsøk, CRS-rutine, PR-1, d=13,30m. Plott B: $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, k og u_b/σ
	-450.1	Aktivt treksialforsøk, PR-1, d=5,20m, Spenningssti i skjærfase, σ'_r - τ plott (NTNU)
	-450.2	Aktivt treksialforsøk, PR-1, d=5,20m, Spenningssti i skjærfase, p' -q plott
	-450.3	Aktivt treksialforsøk, PR-1, d=5,20m, Spenningssti i skjærfase, s' - τ plott (MIT)
	-450.4	Aktivt treksialforsøk, PR-1, d=5,20m, Bruddutvikling i skjærfase, ε_a - τ og ε_a -u plott
	-450.5	Aktivt treksialforsøk, PR-1, d=5,20m, Konsolidering
	-451.1	Aktivt treksialforsøk, PR-1, d=7,45m, Spenningssti i skjærfase, σ'_r - τ plott (NTNU)
	-451.2	Aktivt treksialforsøk, PR-1, d=7,45m, Spenningssti i skjærfase, p' -q plott
	-451.3	Aktivt treksialforsøk, PR-1, d=7,45m, Spenningssti i skjærfase, s' - τ plott (MIT)
	-451.4	Aktivt treksialforsøk, PR-1, d=7,45m, Bruddutvikling i skjærfase, ε_a - τ og ε_a -u plott
	-451.5	Aktivt treksialforsøk, PR-1, d=7,45m, Konsolidering
	-452.1	Aktivt treksialforsøk, PR-1, d=13,50m, Spenningssti i skjærfase, σ'_r - τ plott (NTNU)
	-452.2	Aktivt treksialforsøk, PR-1, d=13,50m, Spenningssti i skjærfase, p' -q plott
	-452.3	Aktivt treksialforsøk, PR-1, d=13,50m, Spenningssti i skjærfase, s' - τ plott (MIT)
	-452.4	Aktivt treksialforsøk, PR-1, d=13,50m, Bruddutvikling i skjærfase, ε_a - τ og ε_a -u plott
	-452.5	Aktivt treksialforsøk, PR-1, d=13,50m, Konsolidering
	-500.1	CPTU-1, dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet
	-500.2	CPTU-1, In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger
	-500.3	CPTU-1, Måledata og korrigerte måleverdier
	-500.4	CPTU-1, Avledede dimensjonsløse forhold
	-501.1	CPTU-4, dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet
	-501.2	CPTU-4, In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger
	-501.3	CPTU-4, Måledata og korrigerte måleverdier
	-501.4	CPTU-4, Avledede dimensjonsløse forhold

VEDLEGG

1. Kalibreringsskjema CPTU-sonde

BILAG

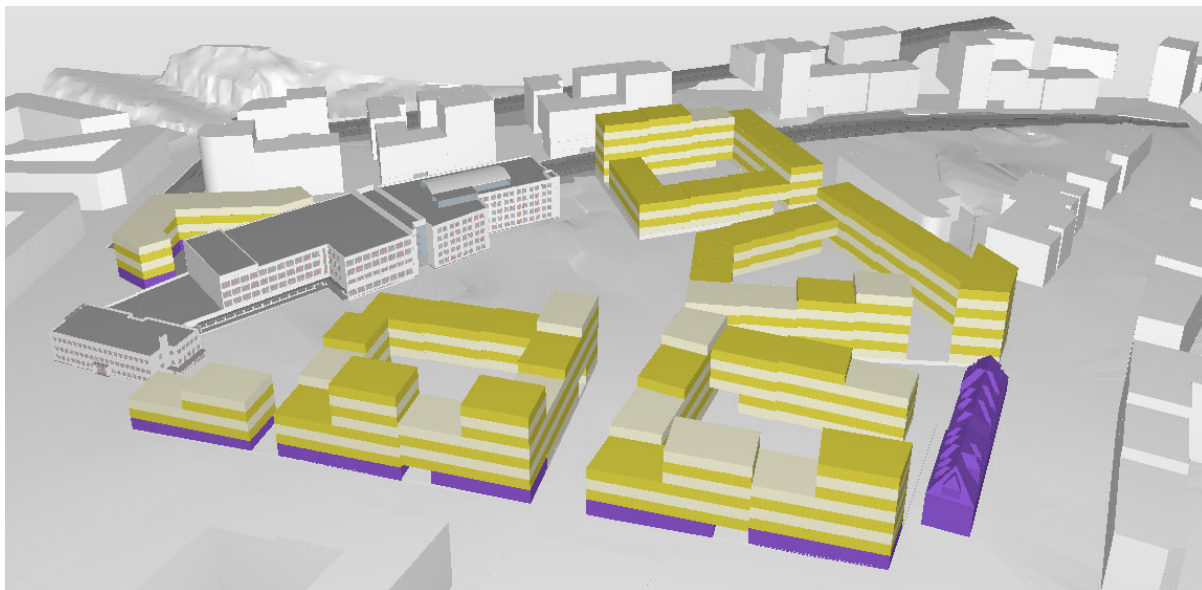
1. Geoteknisk bilag – Feltundersøkelser
2. Geoteknisk bilag – Laboratorieundersøkelser
3. Geoteknisk bilag – Oversikt over metodestandarder og retningslinjer

1 Innledning

Foreliggende rapport presenterer resultater fra utførte geotekniske grunnundersøkelser for Jarlheimsletta i Trondheim.

1.1 Formål og bakgrunn

OBOS Nye Hjem planlegger utbygging på Jarlheimsletta i Trondheim. De nye bygningene er planlagt utført med opptil 8 etasjer over kjeller, se Figur 1-1 for illustrasjon.



Figur 1-1 Illustrasjon av utbygging på Jarlheimsletta (utdrag fra tilsendt IFC-modell)

I denne forbindelse er Multiconsult engasjert for å utføre geotekniske grunnundersøkelser og vurderinger. Resultater av geotekniske grunnundersøkelser dokumenteres i form av denne datarapport, som vil bli underlag for videre overordnede vurderinger av tilsendt plan for utbygging, som dokumenteres via eget notat.

1.2 Utførelse

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.

Feltarbeid for geotekniske grunnundersøkelser ble utført mellom uke 45 og uke 47 i 2019.

Undersøkelsene ble ledet av borleder Stian Langolf, og utført med borerigg av typen Geotech 605HK. Alle kotehøyder referer til NN2000 og borpunktene er målt inn i koordinatsystem Euref 89 UTM 32 av Scan Survey A/S. Borpunktene er satt ut og innmålt med DGPS utstyr (Trimble GeoExplorer 6000 series GeoXR) av borleder. Systemet opplyses å ha en nøyaktighet på inntil +/- 2,0 cm i horisontalplanet, og +/- 5,0 cm i vertikalplanet.

Laboratorieundersøkelsene er utført ved Multiconsults geotekniske laboratorium i Trondheim mellom uke 50/2019 og uke 3/2020.

1.3 Kvalitetssikring og standardkrav

Oppdraget er kvalitetssikret i henhold til Multiconsults styringssystem. Systemet omfatter prosedyrer og beskrivelser som er dekkende for kvalitetsstandard NS-EN ISO 9001:2015 [1]. Feltundersøkelsene er utført iht. NS 8020-1:2016 [2] og tilgjengelige metodestandarder fra Norsk Geoteknisk Forening [3].

Laboratorieundersøkelsene er utført iht. NS 8000-serien og relevante ISO-standarder. Datarapporten er utarbeidet i henhold til NGF-melding nr. 2 [3] og krav i NS-EN-1997 (Eurokode 7) – Del 2 [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.

Det er utført flere miljøgeologiske undersøkelser innenfor planområdet. Undersøkelsene og resultatene fra disse er beskrevet i

- Rambøll-rapport 1350000785-M-rap-001 *Lade teknopark. Datarapport med tiltaksplan*, datert 19. desember 2013 [5]
- Multiconsult-rapport 417484-RIGm-RAP-001 *Jarleveien 8B-D, Trondheim. Miljøgeologisk rapport*, datert 21. august 2015 [6]
- Multiconsult-rapport 418493-RIGm-RAP-001 *Ladebekken 6 m.fl, Trondheim. Miljøgeologisk rapport*, datert 17. februar 2017 [7]

De nevnte undersøkelsene har generelt avdekket forurenset masse innenfor hele planområdet.

2 Områdebeskrivelse

2.1 Befaring

Det er ikke utført særskilt befaring på området i forkant av utførte grunnundersøkelser, men Multiconsult har hatt god kjennskap til området via pågående og tidligere utførte grunnundersøkelser på nabotomtene.

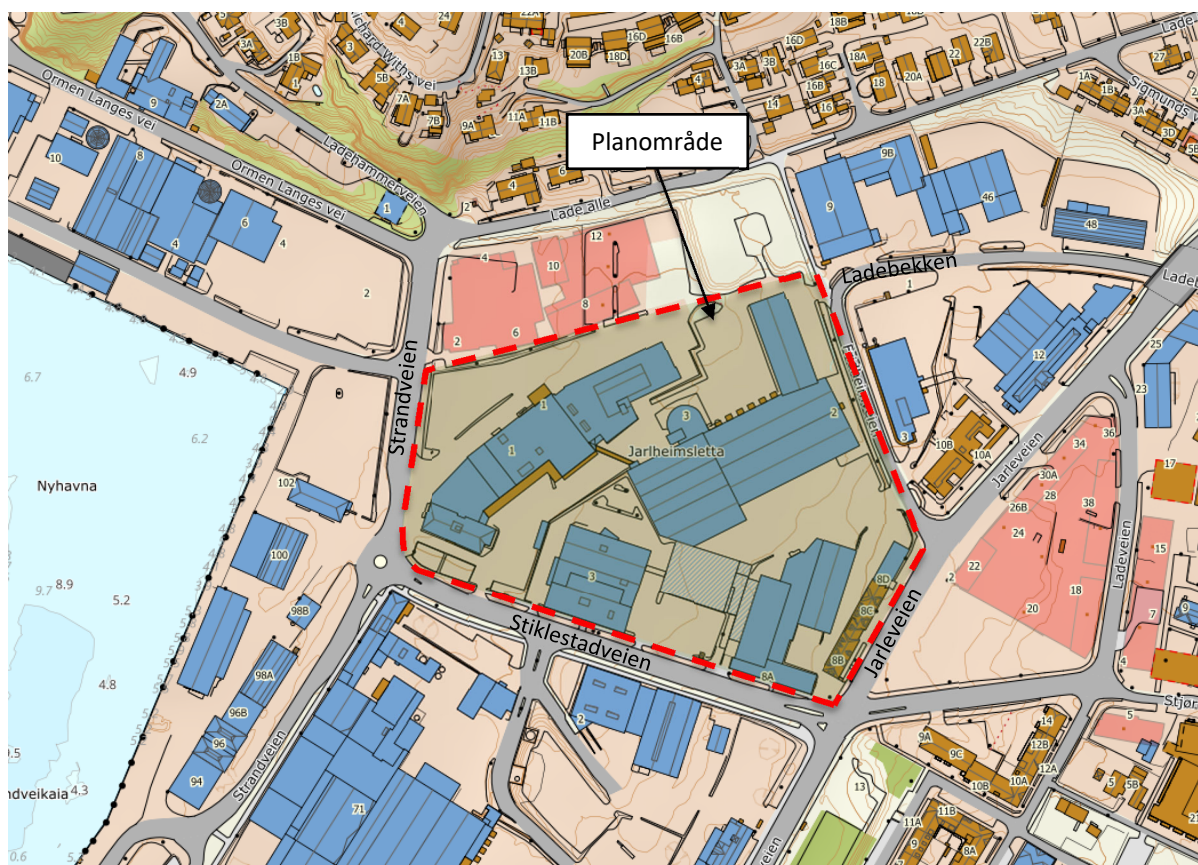
2.2 Området og topografi

Planområdet ligger på Jarlheimsletta i Trondheim mellom Ladehammerkaia og Lilleby. Området avgrenses av Ladebekken i nord, Strandveien i vest, Jarleveien i øst og Stiklestadveien i sør. Planområdet ligger mellom flere andre planlagte og pågående utbyggingsområder. Det vises til Figur 2-1.

Planområdet omfatter gårdsnummer 415, bruksnummer 58 (Jarleveien A-D), 64 (Stiklestadveien 1), 66 (Stiklestadveien 3), 172 (Ladebekken 6), samt tomte med gårdsnummer 439, bruksnummer 220.

Området består per dags dato i hovedsak av diverse industribygg og parkeringsplasser. Ubebygde deler av området er hovedsakelig asfaltert. I hovedsak skal det meste av dagens bebyggelse rives, men Stiklestadveien 1 og Jarleveien 8B/8C/8D skal bevares og innarbeides i prosjektet.

Området har svakt fall mot vest, og ligger på ca. kote +10 i øst og på ca. kote +4 i vest (NN2000).

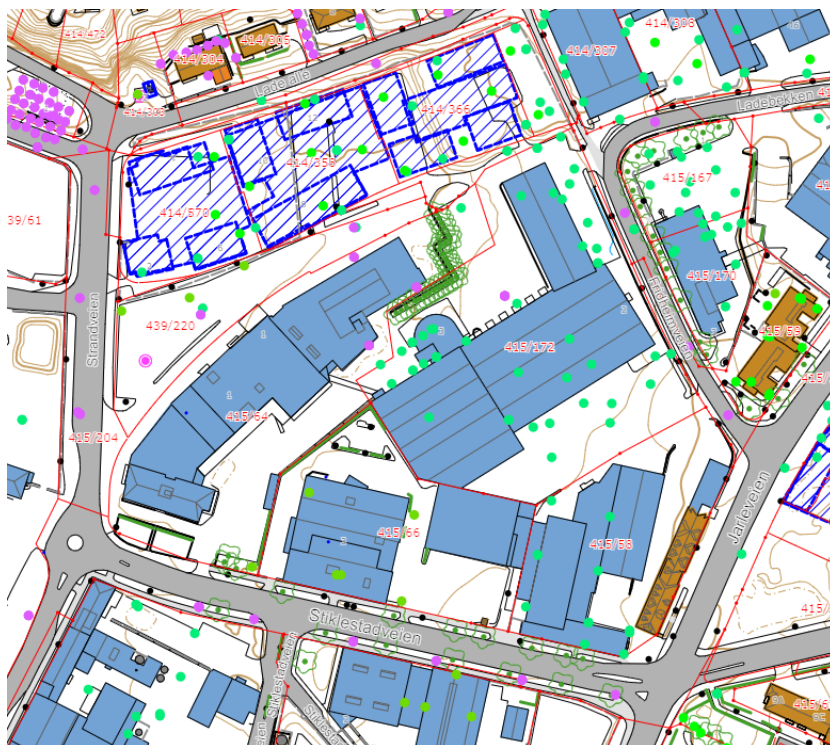


Figur 2-1 Utsnitt av kart over planområdet (kilde: norgeskart.no)

3 Geotekniske grunnundersøkelser

3.1 Tidligere grunnundersøkelser

Det foreligger flere geotekniske grunnundersøkelser for det aktuelle området, se Figur 3-1. Tidligere grunnundersøkelser ble utført av Multiconsult, Trondheim kommune, Kummeneje, Rambøll og NGI.



Figur 3-1 Oversikt over tilgjengelige geotekniske grunnundersøkelser (kilde: trondheim.kommune.no)

Tabell 3-1 viser tidligere relevante grunnundersøkelser utført i området.

Tabell 3-1 Relevante tidligere grunnundersøkelsesrapporter

Ref.	Rapport-nummer	Utført av	År	Oppdragsnavn/ rapportnavn	Vist på borplan
[8]	10206039-RIG-RAP-001	Multiconsult	2019	Nyhavna Øvre	Nei
[9]	R.1746	Trondheim kommune	2018	Stiklestadveien VA	Nei
[10]	R.1300	Trondheim kommune	2006	Stiklestadveien 1	Nei
[11]	R.0895	Trondheim kommune	1993	Ladebekken gate	Nei
[12]	O.8881	Kummeneje	1992	Vinmonopolet bygg 6	Nei
[13]	R.0883	Trondheim kommune	1992	Strandvegen - Møllenberg	Nei
[14]	O.6313-3	Kummeneje	1987	Nidelv Bru - Leangen	Nei
[15]	O.1384	Kummeneje	1972	AS Lade Metall	Nei
[16]	O.1961	Kummeneje	-	AS Lade Metall	Nei
[17]	1350000785	Rambøll	2013	Lade Teknopark	Nei
[18]	O.0673	NGI	-	Stiklestadveien 2	Nei
[19]	O.0027	Kummeneje	-	Stiklestadvegen	Nei

3.2 Utførte grunnundersøkelser

3.2.1 Feltundersøkelser

Utførte grunnundersøkelser omfatter:

- stk. totalsonderinger (Bp. 1 t.o.m. 5)
- 2 stk. trykksonderinger (Bp. 1 og 4)
- 2 stk. elektriske poretrykksmålere (Bp. 1)
- 2 stk. prøveserier med poseprøver og Ø54 mm sylindrerprøver (Bp. 1 og 4)

Borpunktens plassering er vist på borplan, se tegning nr. 10213380-RIG-TEG-001. Utskrifter av sonderinger er vist på tegning –RIG-TEG-010.

Trykksonderingene (CPTU) er vist på tegninger –RIG-TEG-500.1 t.o.m. -502.4.

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 32

Tabell 3-3 Utførte feltundersøkelser

Borpunkt	Koordinater			Metode	Boret dybde			Kommentar
	X	Y	Z		Løs-masse	Ant. Berg	Totalt	
	[m]	[m]	[m]		[m]	[m]	[m]	
1	7035646,125	71245,340	4,223	TOT	47,00	-	47,00	
2	7035695,765	71318,760	6,348	TOT	30,05	-	30,05	
3	7035622,765	71432,550	8,883	TOT	57,38	-	57,38	
4	7035718,325	71464,639	9,889	TOT	29,60	-	29,60	
5	7035836,925	71406,804	7,675	TOT	11,15	-	11,15	
5-BPVS	7035836,925	71406,804	7,675	TOT	10,82	3,0	13,82	A
1-PR	7035646,125	71245,340	4,223	PR	20,00	-	20,00	
4-PR	7035718,325	71464,639	9,889	PR	16,80	-	16,80	
1-CPTU	7035646,125	71245,340	4,223	CPTU	30,02	-	30,02	
4-CPTU	7035718,325	71464,639	9,889	CPTU	25,02	-	25,02	
1-PZA	7035646,125	71245,340	4,223	PZ	17,00	-	17,00	B
1-PZB	7035646,125	71245,340	4,223	PZ	30,00	-	30,00	C

TOT= Totalsondering; DTR= Dreietrykksondering; CPTU= Trykksondering; PZ= Poretrykksmåling; PR= Prøveserie

Kommentarer:

- A: Berg påvisning i Bp. 5 (sonderingen utført før service på rigg, ref. kap. 5.3)

- B: PZ nr. 15178 i dybde 17 m under terreng + 2 m over terreng
- B: PZ nr. 9828 i dybde 30 m under terreng + 1 m over terreng

3.2.2 Laboratorieundersøkelser

Prøvene er undersøkt i geoteknisk laboratorium med tanke på klassifisering og identifisering av jordartene, samt bestemmelse av prøvenes mekaniske egenskaper.

Ved undersøkelsen er prøvene klassifisert og beskrevet med måling av vanninnhold, tyngdetetthet, samt udrenert og omrørt skjærfasthet i massene.

Følgende laboratorieundersøkelser er utført:

- Rutineundersøkelser av poseprøver fra 2 borpunkt
- Rutineundersøkelser av 11 sylinderprøver (54 mm) fra 2 borpunkt
- Korngraderingsanalyser på 1 prøve
- Ødometerforsøk på 2 utvalgte prøver fra 1 borpunkt
- Treksialforsøk på 2 utvalgte prøver fra 1 borpunkt

Resultatene fra rutineundersøkelser er presentert som geotekniske data i tegning -200 t.o.m. -201.

Resultatene fra korngraderingsanalysene er vist i tegning -300.

Resultatene fra ødometerforsøkene er presentert på tegning -401.1 t.o.m. -402.2.

Resultatene fra treksialforsøkene er presentert på tegning -450.1 t.o.m. -452.5.

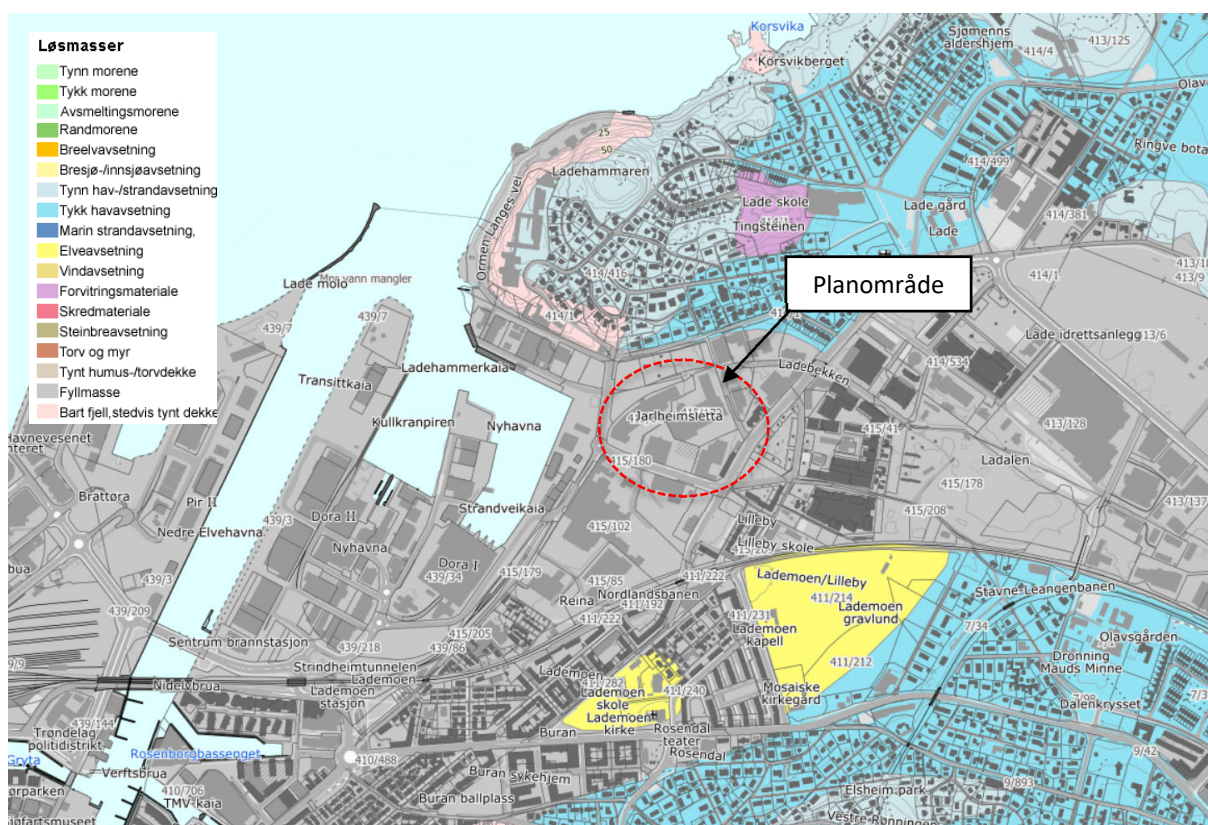
Utførelsen av laboratorieundersøkelsene er generelt beskrevet i geoteknisk bilag 2, mens en oversikt over metodestandarder for utførelse er gitt i geoteknisk bilag 3.

4 Grunnforholdsbeskrivelse

4.1 Kwartærgeologisk kart

Figur 4-1 viser et utsnitt av kvartærgeologisk kart for det aktuelle området [20]. Kartet indikerer at de øvre løsmassene i det undersøkte området hovedsakelig består av fyllmasser, men det er mektige havavsetninger og elveavsetninger i omkringliggende områder. På bakgrunn av dette antas det at det påtreffes marine avsetninger (silt/leire) med eventuelle overliggende strand- eller elveavsetninger (sand) under fyllmassene.

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 løsmassemektighet. For mer informasjon om kvartærgeologiske kart og anvendelse/kvalitet vises til www.ngu.no.



Figur 4-1 Utsnitt fra kvartærgeologisk kart (kilde: www.ngu.no)

4.2 Eksisterende faresoner for kvikkleireskred

I henhold til faresonekart på NVE-Atlas [21] er det ingen tidligere kartlagte faresoner for kvikkleireskred i det aktuelle området. Nærmeste påviste forekomst av kvikkleire i dette faresonekartet er et «SVV kvikkleireområde» ca. 530 meter sør langs Innherredsveien.

4.3 Grunnforhold tolket ut fra grunnundersøkelser

4.3.1 Generelt

Utførte grunnundersøkelser viser at grunnforholdene består generelt av antatte fyllmasser av sand og grus over leire og berg. Fyllmasselaget er størst på den vestlige delen av området der det er påvist fyllmasser til ca. 3,5 meters dybde (borpunkt 1).

Under topplaget antyder sonderinger siltig leire og leire til avsluttet sondering i borpunkter 2-5. Sonderinger viser økende boremotstand med dybden.

I borpunkt 1 indikerer sonderingen noe grovere masser av antatt grus og sand fra dybde ca. 41,5 m ned til antatt berg ved 46,6 m dybde.

Løsmassemektingen på området varierer mellom 10,82 og ca. 57,38 meter. Løsmassemektingen er størst på den sørlige og midtre delen av området, og mindre på den vestlige og nordlige delen.

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

4.3.2 Dybde til berg

Berg er påvist ca. 10,8 m under terreng i borpunkt 5, dvs. ved kote -3,1. I borpunkt 1, 3 og 4 er det antatt berg på henholdsvis dybde ca. 46,6 m (kote -42,4), ca. 57,1 m under terreng (kote -48,2) og ca. 26,6 m under terreng (kote -16,7).

Bergoverflaten antas å stige i nordlig retning, den er dypest på den sør-østlige delen av området (kote -48,2), og ser ut til å stige til en topp på den nord-østlige delen (kote -3,1).

Sonderingen i borpunkt 1 ble avsluttet i antatt berg på 47 m dybde, mens borpunkt 2 er avsluttet på dybde 30 meters under terreng uten at berg er påtruffet.

Bergoverflatens forløp mellom borpunktene vil kunne variere, og det kan finnes lokale forhøyninger eller forsenkninger i bergoverflaten som ikke er fanget opp av utførte undersøkelser.

4.3.3 Løsmasser

Laboratorieundersøkelser av prøver fra borpunkt 1 viser siltig leire og leire under fyllmassene fra ca. 4,0 meter. Topplaget av leire inneholder små skjellrester bed til ca. 8 m dybde. Leira har en uomrørt skjærfasthet mellom 37 – 116 kPa, og omrørt skjærfasthet mellom 2,5 – 7,1 kPa. Enaksialforsøk viser udrenert skjærfasthet mellom 44 – 67 kPa.

Sensitiviteten ligger mellom 16 og 27 i dybden mellom 4 - 8. Denne leira kan ut fra dette betegnes som middels fast til fast, og middels sensitiv i dybden mellom 4 - 8 meter. Fra 12 meter og ned til ca. 20 meters dybde ligger sensitiviteten mellom 5 og 8, og leira kan klassifiseres som middels fast til fast og lite sensitiv (med en prøve i nedre del av skalaen for middels sensitivt materiale).

Vanninnholdet for leira under fyllmassene ned til ca. 8 m dybde ligger i området 24,8 – 28,7 %. I prøvene fra 12 meter og ned til ca. 20 meters dybde er vanninnhold noe høyere, fra 29,1 – 46,5 %.

Plastisitetsindeksen er 9% ved prøve tatt fra ca. 5 m dybde og leiren kan karakteriseres som lite plastisk. Ved prøve tatt fra ca. 13 m dybde er plastisitetsindeksen 26% og leiren kan karakteriseres som meget plastisk.

Laboratorieundersøkelser av prøver fra borpunkt 4 viser leire under fyllmassene fra ca. 3,0 meter. Leira har en uomrørt skjærfasthet mellom 19 – 45 kPa, og omrørt skjærfasthet mellom 1,6 – 9,3 kPa. Enaksialforsøk viser udrenert skjærfasthet mellom 33 – 58 kPa.

Sensitiviteten ligger mellom 16 og 20 i dybden mellom 3 og 4 meter, og leira kan klassifiseres som middels fast og middels sensitiv. I dybden fra 4 ned til ca. 17 m er sensitiviteten mellom 5 og 8, og leira kan klassifiseres som middels fast og lite sensitiv.

Vanninnholdet i leira ligger i området 27,7 – 38,0, og plastisitetindeksen er 17% og 15% ved prøver tatt fra henholdsvis ca. 4 og 8 m dybde. Leira kan klassifiseres som middels plastisk.

4.3.4 Poretrykk og grunnvann

Det er satt ned to elektriske piezometer med registrering en gang hver 12 timer i borpunkt 1-PZ. Piezometerene er installert henholdsvis 17m (1-PZA) og 30 m (1-PZB) under terreng.

Ved siste avlesning 9. desember 2019 lå topp vannsøyle på kote +2,9, dvs. 1,3 meter under terreng for måler med spiss/filter på 17 meter dybde, og tilsvarende 1,3 meter over terreng (kote +5,5) for måler med spiss/filter på 30 meter dybde. Poretrykksmålinger indikerer noe poreovertrykk med dybden. Dette er i samsvar med Multiconsults erfaringer fra området like nord for utbyggingsområdet (Nyhavna Øvre).

Det antas at grunnvannspeilet kan ligge i overgang mellom fyllmasser og leire ca. 3,5 m under terreng i borpunkt 1.

Det vises til tegning nr. -350 for detaljer vedr. de enkelte målepunkter og avlesninger.

5 Geoteknisk evaluering av resultatene

5.1 Avvik fra standard utførelsesmetoder

For å trenge igjennom harde lag som kunne ødelagt utstyret eller forringet poretrykksresponsen under CPTU-sonderingene, ble det forboret i begge to CPTU-sonderinger.

Forboring 1-CPTU: Fra 0 m til 3,0 m under terreng,
 4-CPTU: Fra 0 m til 3,0 m under terreng.

I borpunkt 3 ble boring i berg stoppet på grunn av høy friksjon (57,1m).

I borpunkt 1 ble det stangbrudd ved boring i det som er antatt berg (46,6m). Innboring/påvisning av berg er derfor ikke utført i dette punktet

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 Undersøkelses- og prøve kvalitet

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 – 13 %), noe som indikerer noe prøveforstyrrelser.

Utførelse av 1-CPTU og 4-CPTU ligger i Anvendelsesklasse 1.

Utførte treaks- og ødometerforsøk på prøve fra ca. 5,6 m under terreng er ikke av optimal kvalitet. Forsøkene er utført på prøve med høyt siltinnhold i leira.

Det ble registrert feil på fjærer på tårnet som resulterte i for lav registrert sonderingsmotstand på de første sonderingene utført. Etter service på rigg, ble boringene utført på nytt. Det er de nye boringene er presentert på tegninger -001 og -010, samt gammel boringen i borpunkt 5 hvor det ble påvist berg.

5.4 Måling av poretrykk

Grunnvannstand- og poretrykkssituasjonen i grunnen vil kunne variere med nedbør og årstidsvariasjoner. Registreringene i borpunkt 1-PZ viser lite variasjon over måleperioden på 5 uker. Det kan ikke utelukkes at variasjonen over året eller i nedbørsintensive perioder er større enn det som er påvist ved måling i denne omgang. Vi anbefaler at måling av poretrykk videreføres.

5.5 Generell kommentar om påvisning av bergnivå

Spesielt for påvisning av overgang til antatt berg ved totalsondering anmerkes følgende:

1. Påvisning av overgang til antatt berg foregår normalt sett ved at det kontrollbores 2-3 m ned i antatt berg. Slik påvisning kan være utfordrende i tilfeller med fast morene over berg. Dette på grunn av at sonderingsresultatet (responsen) fra fast morenemateriale i noen tilfeller er vanskelig å skille fra respons i berg.

2. I områder med dårlig bergkvalitet i overgangssonen mellom løsmasser og berg er det ofte meget vanskelig å skille ut berghorisonten, spesielt i overgangen mellom faste løsmasser (f.eks. morene) og berg. Som utgangspunkt settes alltid antatt bergnivå til tolket øvre berghorisont, uavhengig av kvaliteten til berget. Antatt sone med dårlig bergkvalitet er evt. beskrevet i tekst i rapporten og/eller angitt på sonderingsutskriften.
3. I tilfeller der det kan være blokk i grunnen med størrelse over 2-3 m i tverrmål, vil det også være en mulighet for at det som antas som bergnivå i virkeligheten er blokk dersom kontrollboringen avsluttes etter 2-3 m boring i blokk.

I nevnte tilfeller kan virkelig bergnivå/berghorisont avvike vesentlig fra antatte nivåer tolket fra undersøkelsene. Angitte kotenivåer for antatt bergoverflate må derfor benyttes med forsiktighet.

6 Behov for supplerende grunnundersøkelser

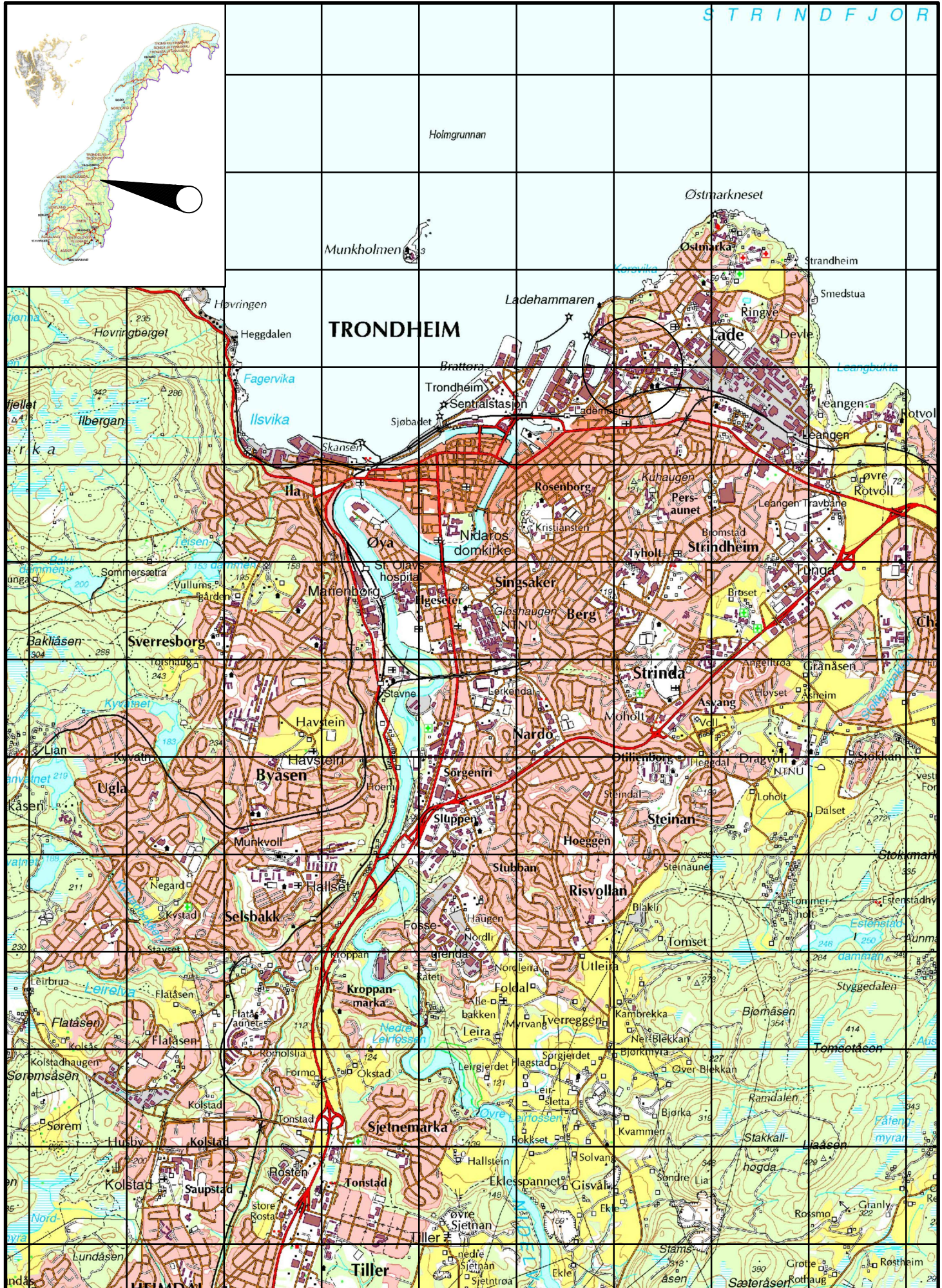
Iht. NS-EN-1997-2 skal grunnundersøkelser normalt utføres i minst to omganger;

- 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, «Systemer for kvalitetsstyring. Krav (ISO 9001:2015)», Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN ISO 9001:2015.
- [2] Standard Norge, «Kvalifikasjonskrav til utførende av grunnundersøkelser – Del 1: Geotekniske feltundersøkelser (NS 8020-1:2016)», Standard Norge, Norsk standard NS 8020-1:2016, Juni 2016
- [3] Norsk Geoteknisk Forening (NGF): NGF-Melding nr. 1-11.
- [4] Standard Norge, «Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver (NS-EN 1997-2:2007)», Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN 1997-2:2007/AC:2010+NA:2008, September 2010
- [5] Rambøll, «1350000785-M-rap-001 Lade teknopark. Datarapport med tiltaksplan», datert 19. desember 2013
- [6] Multiconsult, «417484-RIGm-RAP-001 Jarleveien 8B-D, Trondheim. Miljøgeologisk rapport», datert 21. august 2015
- [7] Multiconsult, «418493-RIGm-RAP-001 Ladebekken 6 m.fl, Trondheim. Miljøgeologisk rapport», datert 17. februar 2017
- [8] Multiconsult, «10206039-RIG-RAP-001_rev03 Nyhavna Øvre. Datarapport geotekniske grunnundersøkelser», datert 06. mai 2019
- [9] Trondheim kommune, «R.1746 Stiklestadveien VA. Datarapport», datert 05. november 2018
- [10] Trondheim kommune, «R.1300 Stiklestadveien 1. Datarapport», datert 04. april 2006
- [11] Trondheim kommune, «R.0895 Ladebekken gate. Datarapport», datert 27. januar 1993
- [12] Kummeneje, «O.8881 Vinmonopolet bygg 6», utført i 1992
- [13] Trondheim kommune, «R.0883 Strandvegen – Møllenberg. Datarapport», datert 31. desember 1992
- [14] Kummeneje, «O.6313-3 Nidelv Bru – Leangen», utført i 1987
- [15] Kummeneje, «O.1384 AS Lade Metall», utført i 1972
- [16] Kummeneje, «O.1961 AS Lade Metall»
- [17] Rambøll, «1350000785 Lade Teknopark», utført i 2013
- [18] NGI, «O.0673 Stiklestadveien 2»
- [19] Kummeneje, «O.0027 Stiklestadvegen»
- [20] NGU, «Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase - kvartærgeologiske kart».
- [21] Norges Vassdrags- og energidirektorat(NVE): atlas.nve.no
- [22] Statens vegvesen, SVV, «Geoteknikk i vegbygging», Håndbok V220, Veidirektorat 2018



TRONDHEIM

Multiconsult
www.multiconsult.no

OBOS Nye Hjem AS
Jarlheimsløtta
OVERSIKTSKART

Revisjon	00	Fag	RIG
Konstr./Tegnet	IVA	Kontrollert	JSG
Oppdragsnr.	10213380		

Original format	A4	Dato	2020-01-31
Godkjent	JSG	Målestokk	1:50000
Tegningsnr.	RIG-TEG-000		

\nsv2-nasuni-01\proj\jekt\101213\10213380-01\10213380-01-03 ARBEIDSONRÅDE\10213380-01 RIG\10213380-01-04 TEGNINGER\10213380-RIG-TEG-001 Borplan.dwg - Layout: (001-tegning (A3)) - Plottet av: iva, Dato: 2020.02.03 kl 11:30



TEGNFORKLARING

- | | | |
|-------------------|------------------------|----------------------|
| ● DREIESONDERING | ⊙ PRØVESERIE | ⊖ PORETRYKKMÅLING |
| ○ ENKEL SONDERING | □ PRØVEGROP | ⊕ KJERNEBORING |
| ▼ RAMSONDERING | ⬇️ DREIETRYKKSONDERING | ⊛ BERGKONTROLLBORING |
| ▽ TRYKKSONDERING | ⊠ SKRUPLATEFORSØK | ^ BERG I DAGEN |
| ⊕ TOTALSONDERING | + VINGEBORING | |
- EKSEMPEL TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE
 BP 1 ⊕ $\frac{430}{28.2}$ 14.8 + 2.4 — BORET DYBDE + BORET I BERG
 ANTATT BERGKOTE
- KARTGRUNNLAG: KART FRA WMS
 KOORDINATSYSTEM: EUREF89, sone 32
 HØYDEREFERANSE: NN2000

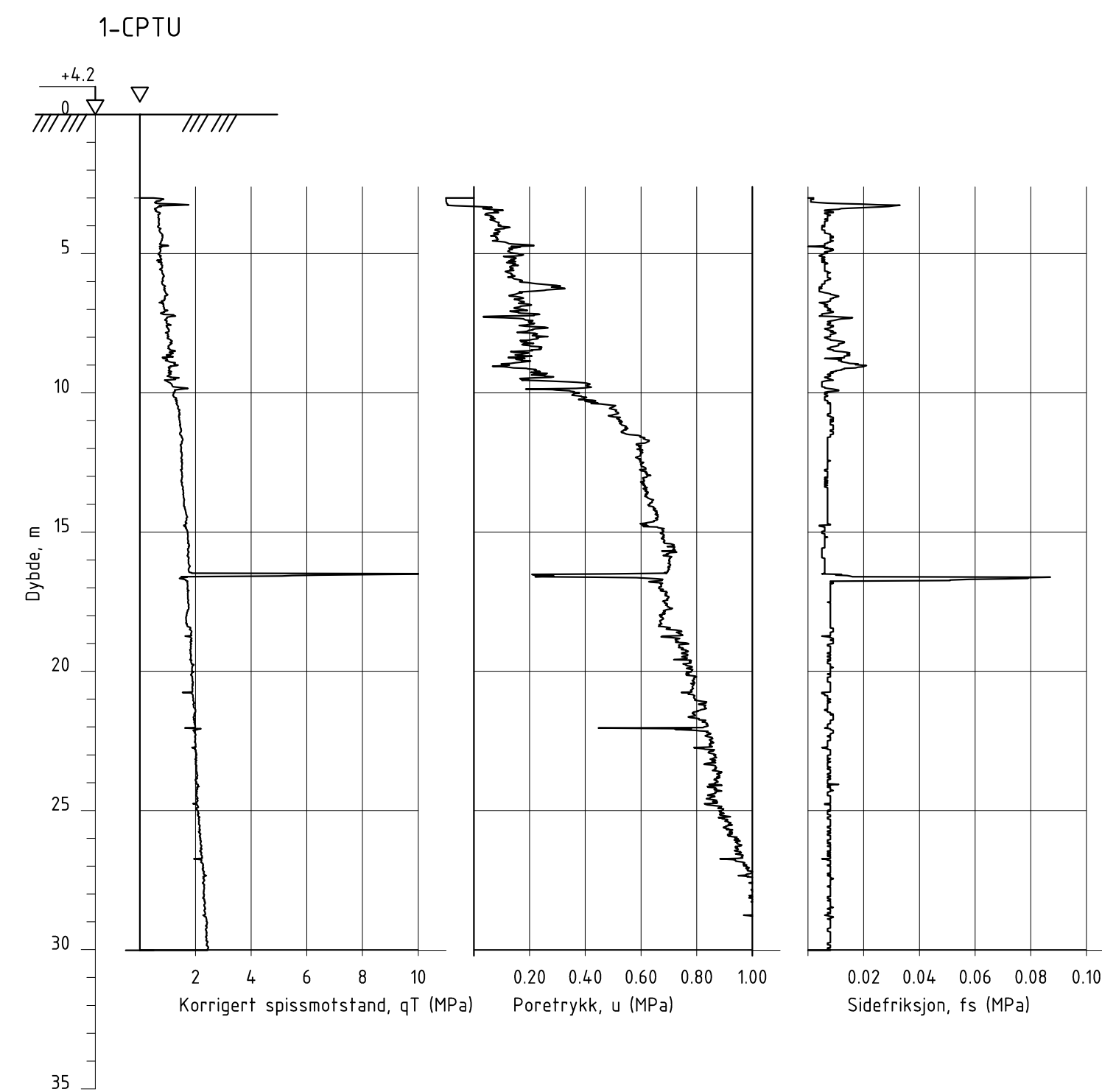
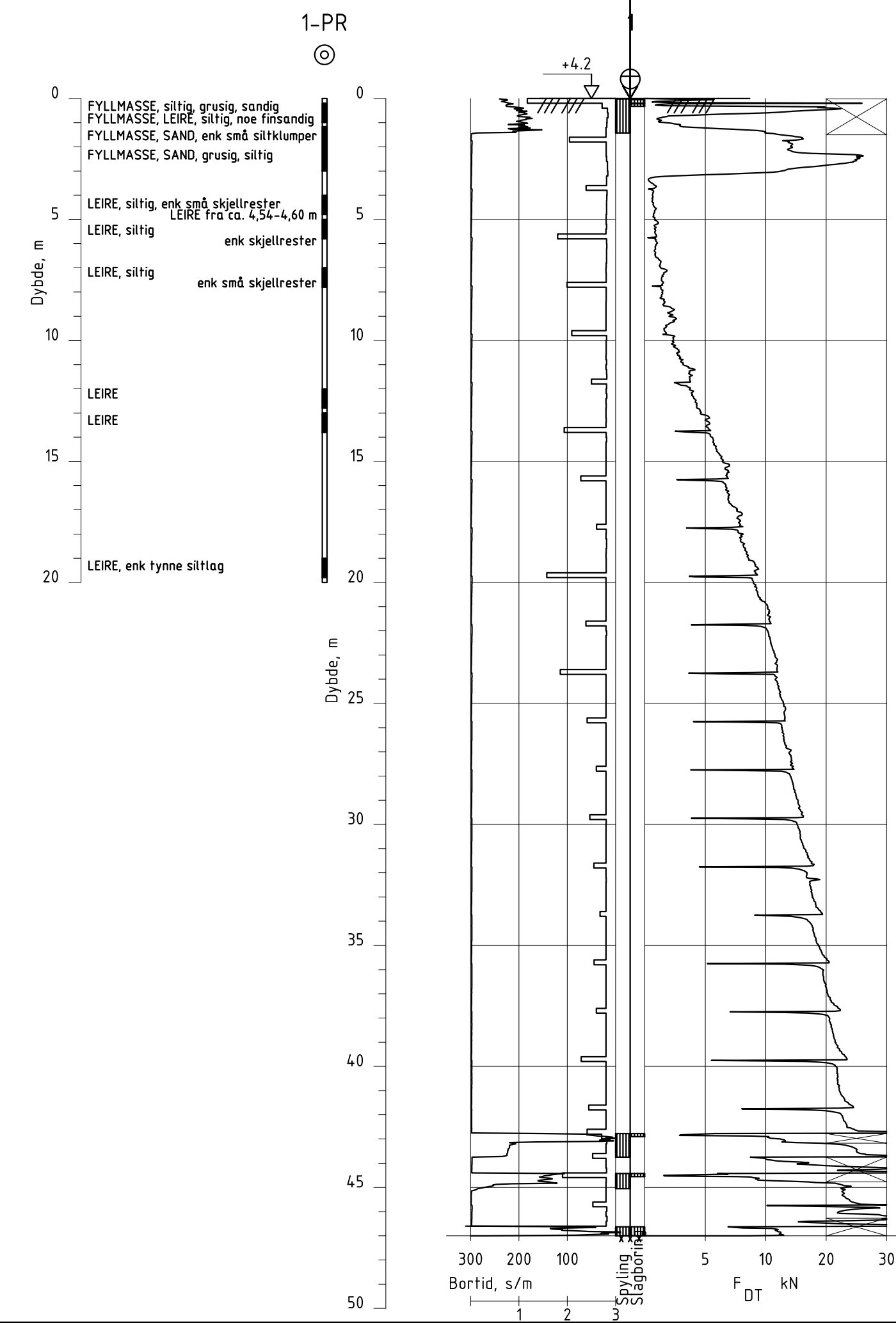
Rev.	Beskrivelse	Endr. liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

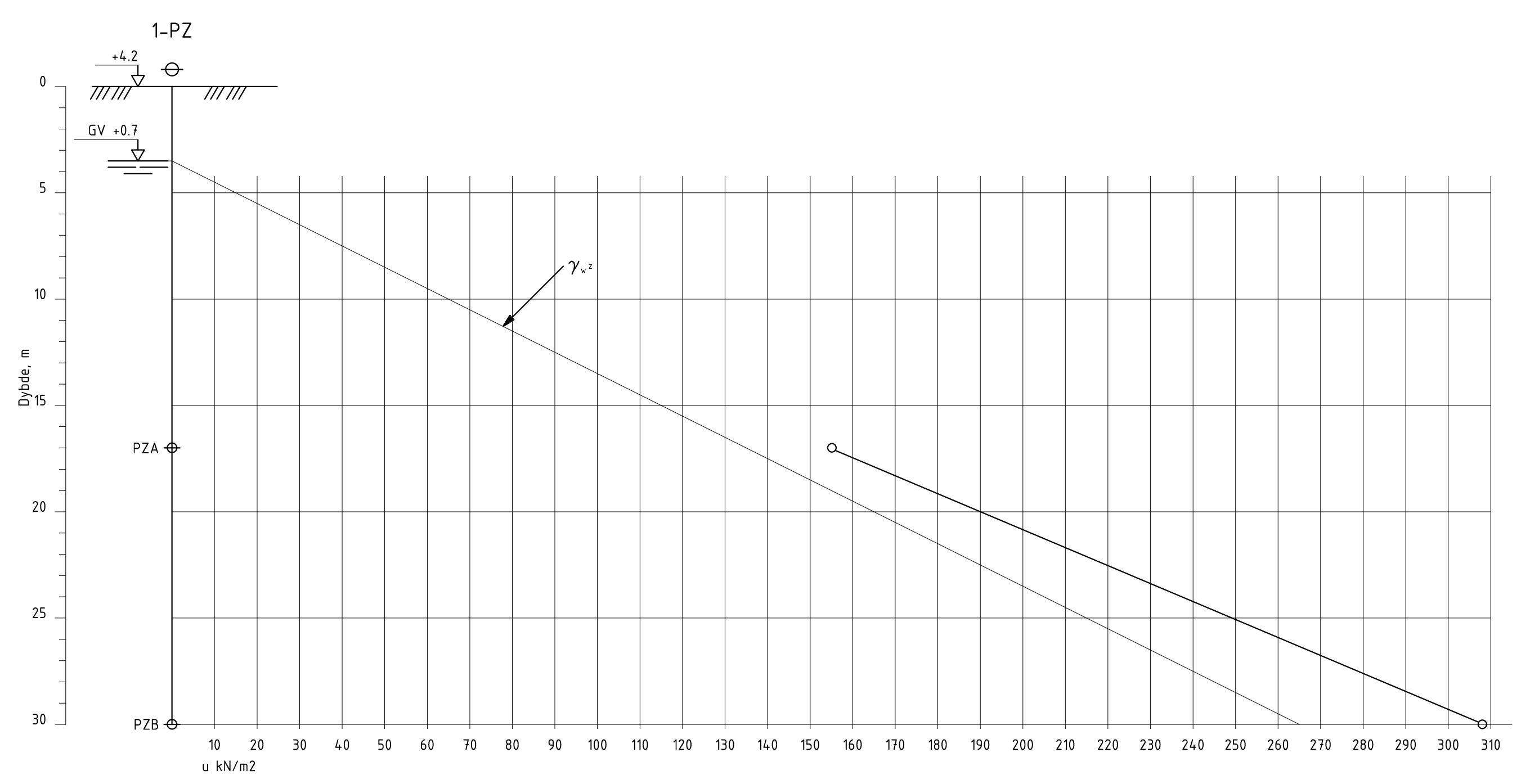
31.01.2020
JARLHEIMSLETTA
BORPLAN

Status	Intern	Fag	RIG	Original format	A3	Dato	31.01.2020
Konstr./Tegnet	SIVMH	Kontrollert	JSG	Godkjent	JSG	Målestokk	1:1000
Oppdragsnr.	10213380	Tegningsnr.	RIG-TEG-001	Rev.	00		

\ns\2-nasuni-07\prosjekt\10213380-01\10213380-01-03 ARBEIDSDOKUMENTER\10213380-01-04-TEGNINGER\10213380-01-04-TEGNINGER\10213380-01-04-TEGNINGER\10213380-01-04-TEGNINGER.dwg - Layout: 1610-tegning (Profiler - A3LL) - Plottet av: iwa, Dato: 2020.02.03 kl



Antatt berg på 46,6 m.
Innboring ikke utført pga
stangbrudd etter ca. 30 cm
boring i antatt berg.



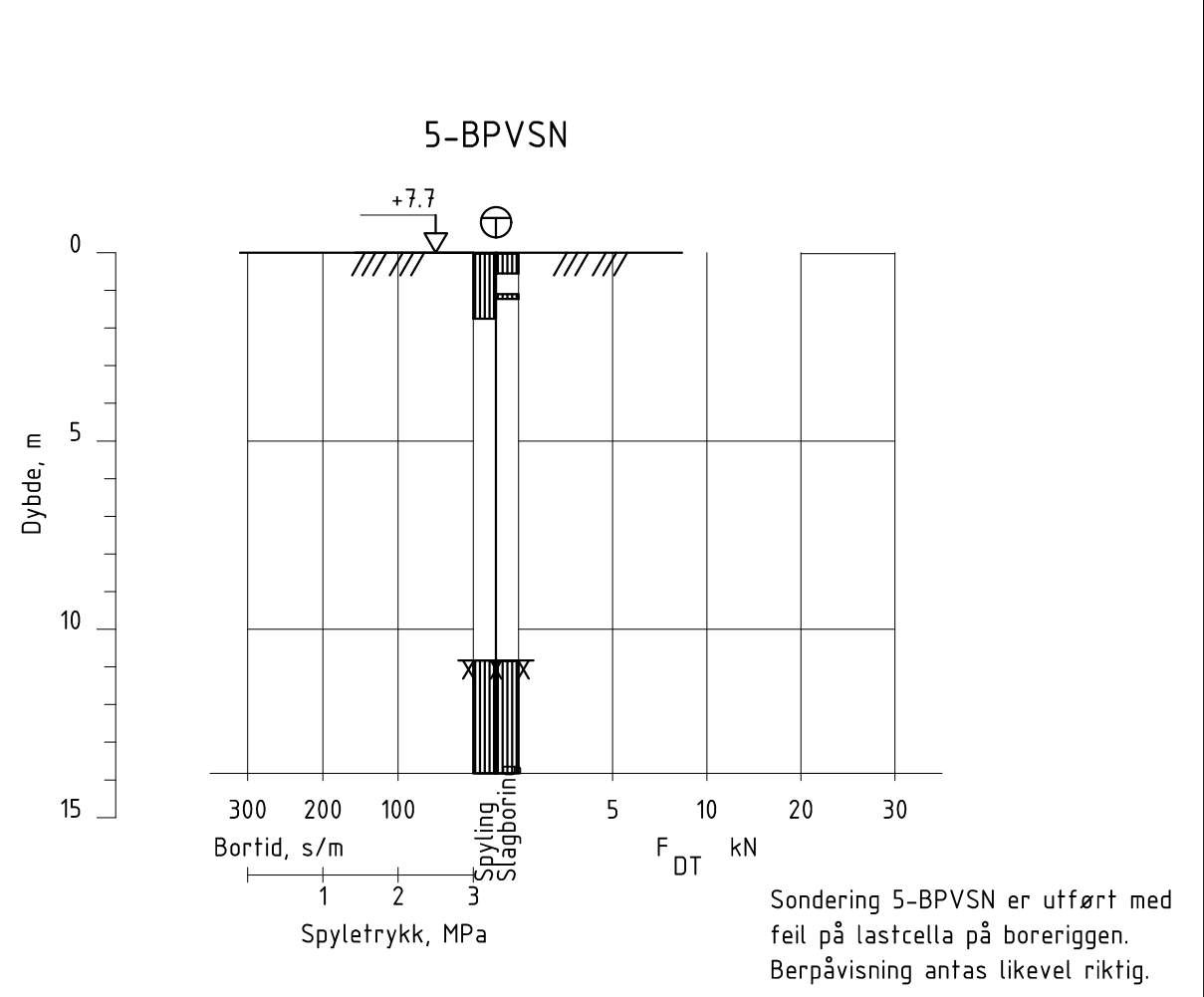
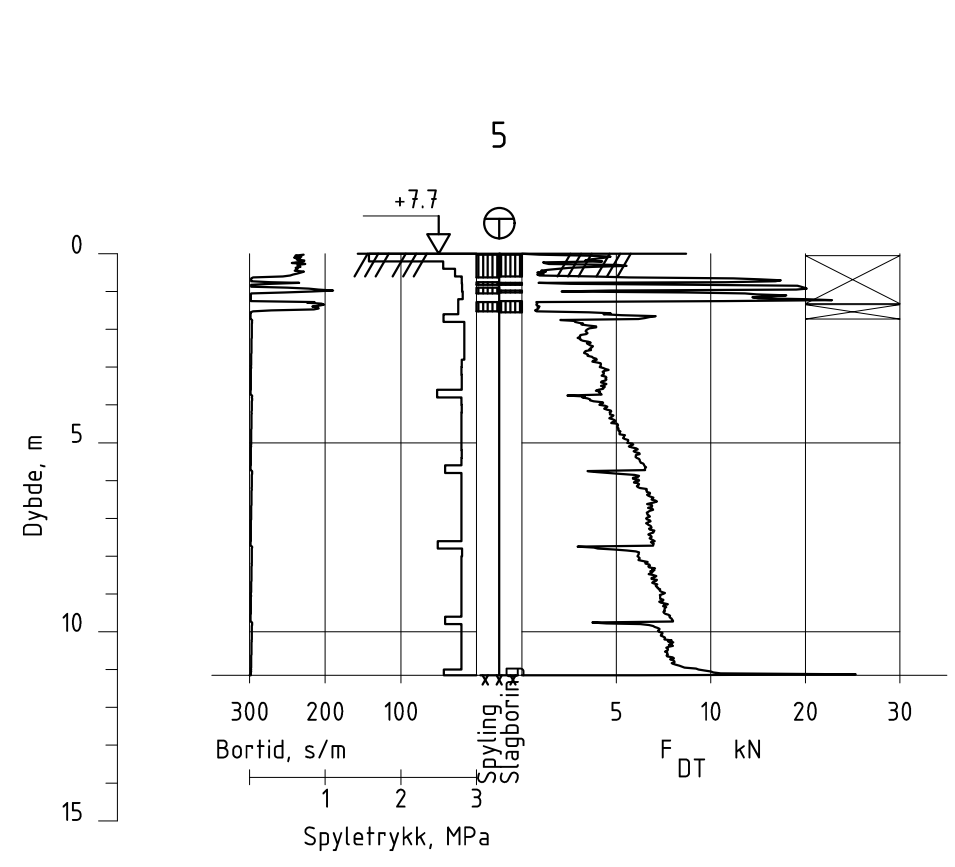
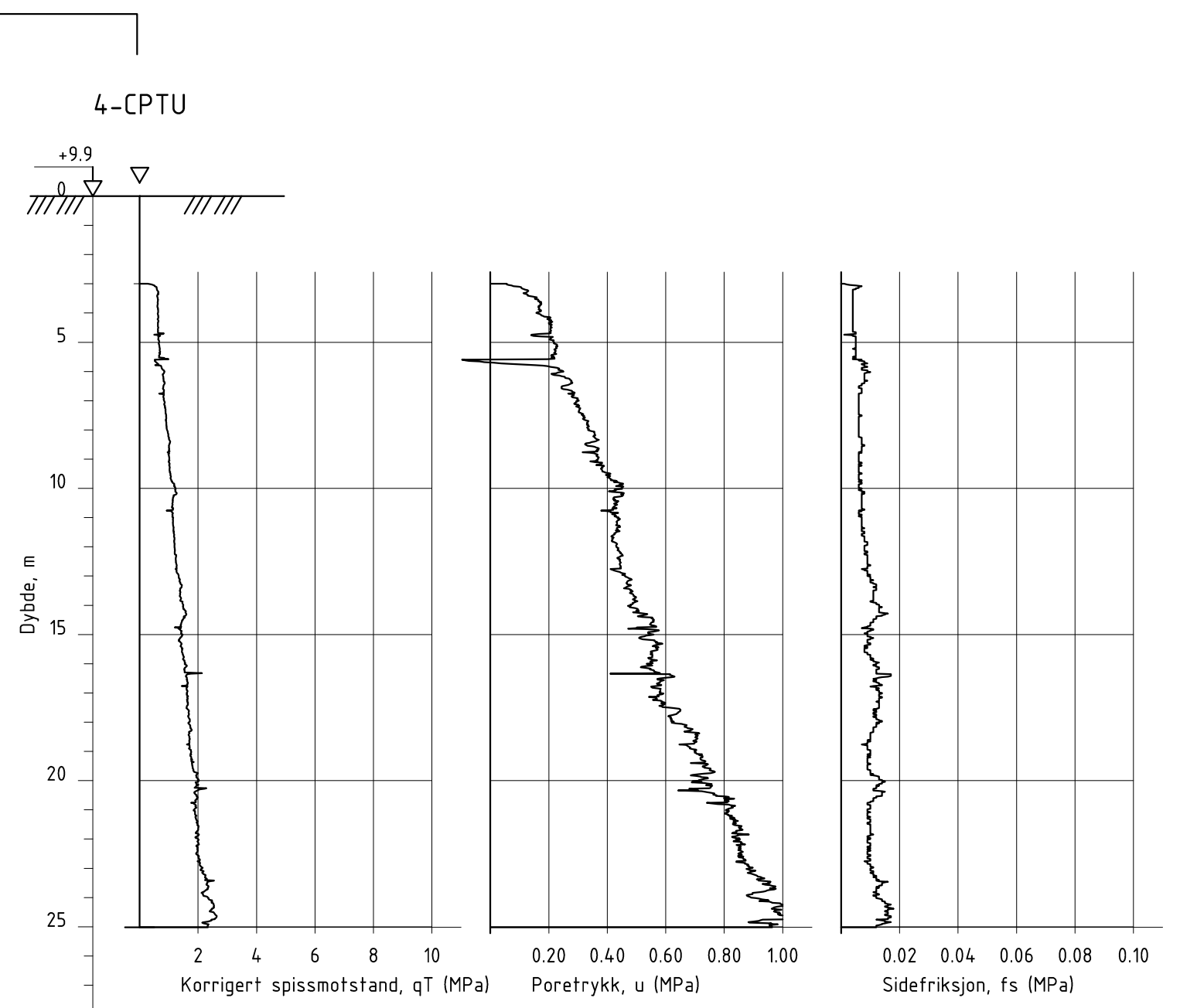
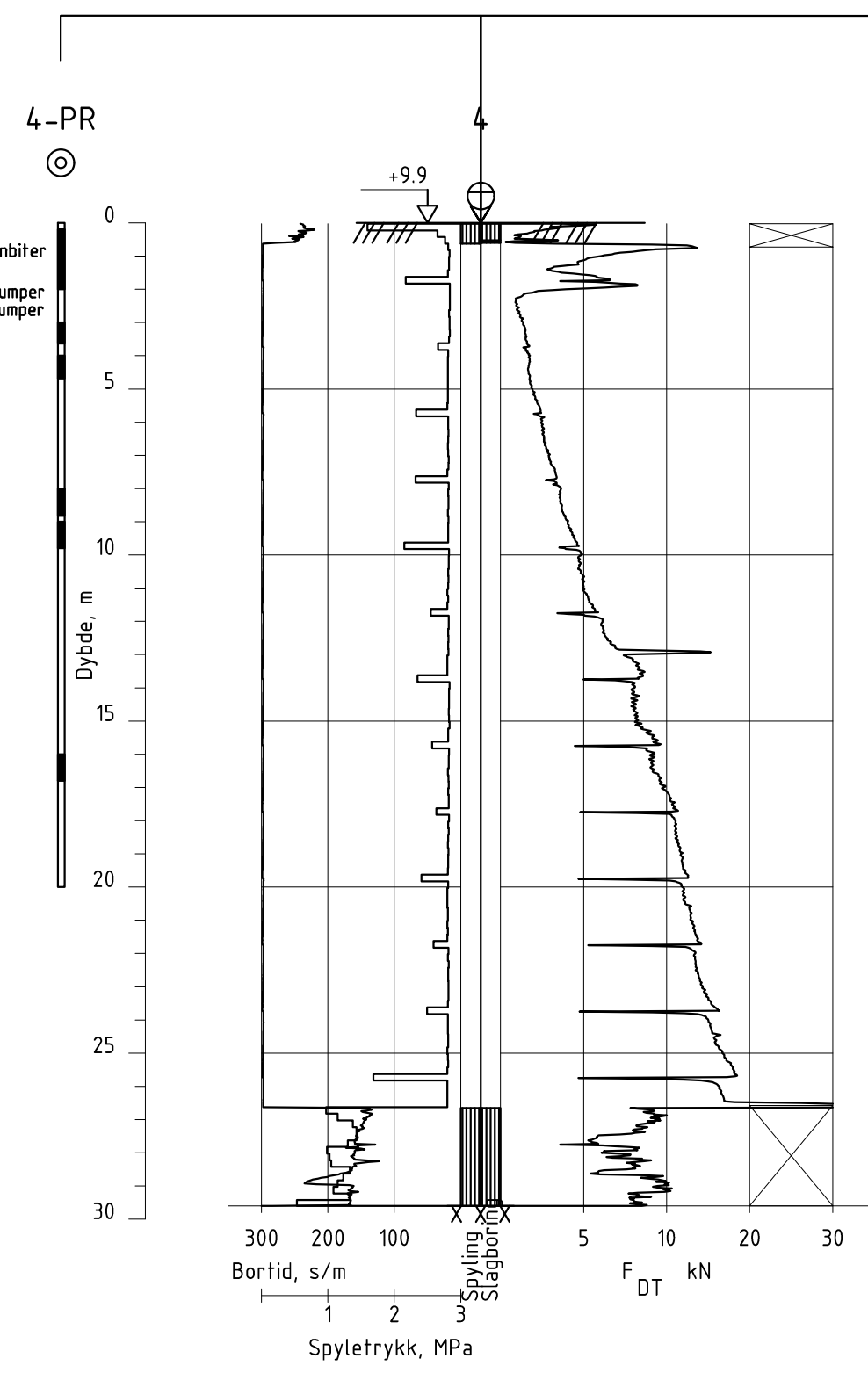
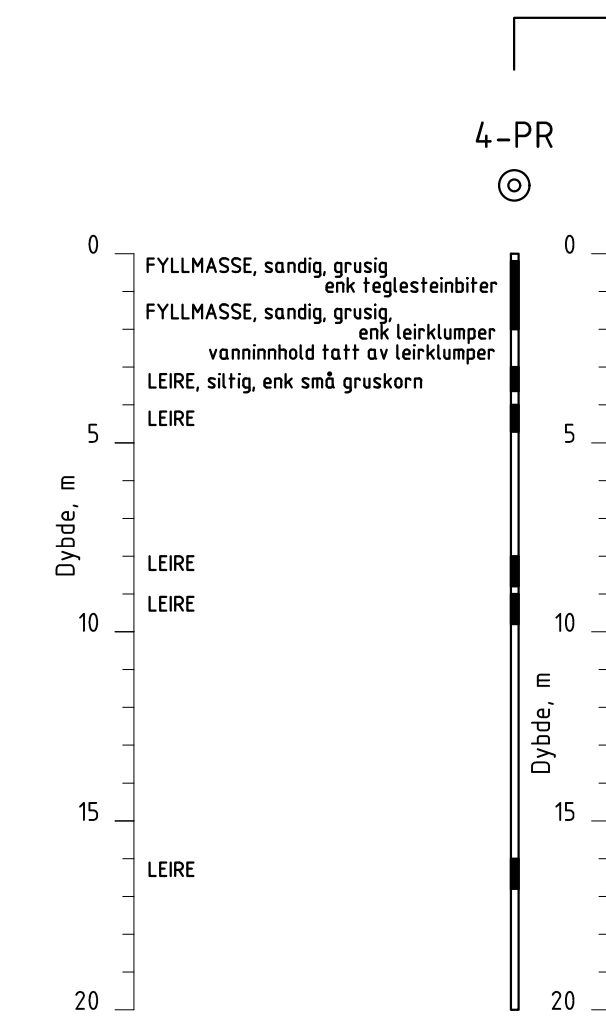
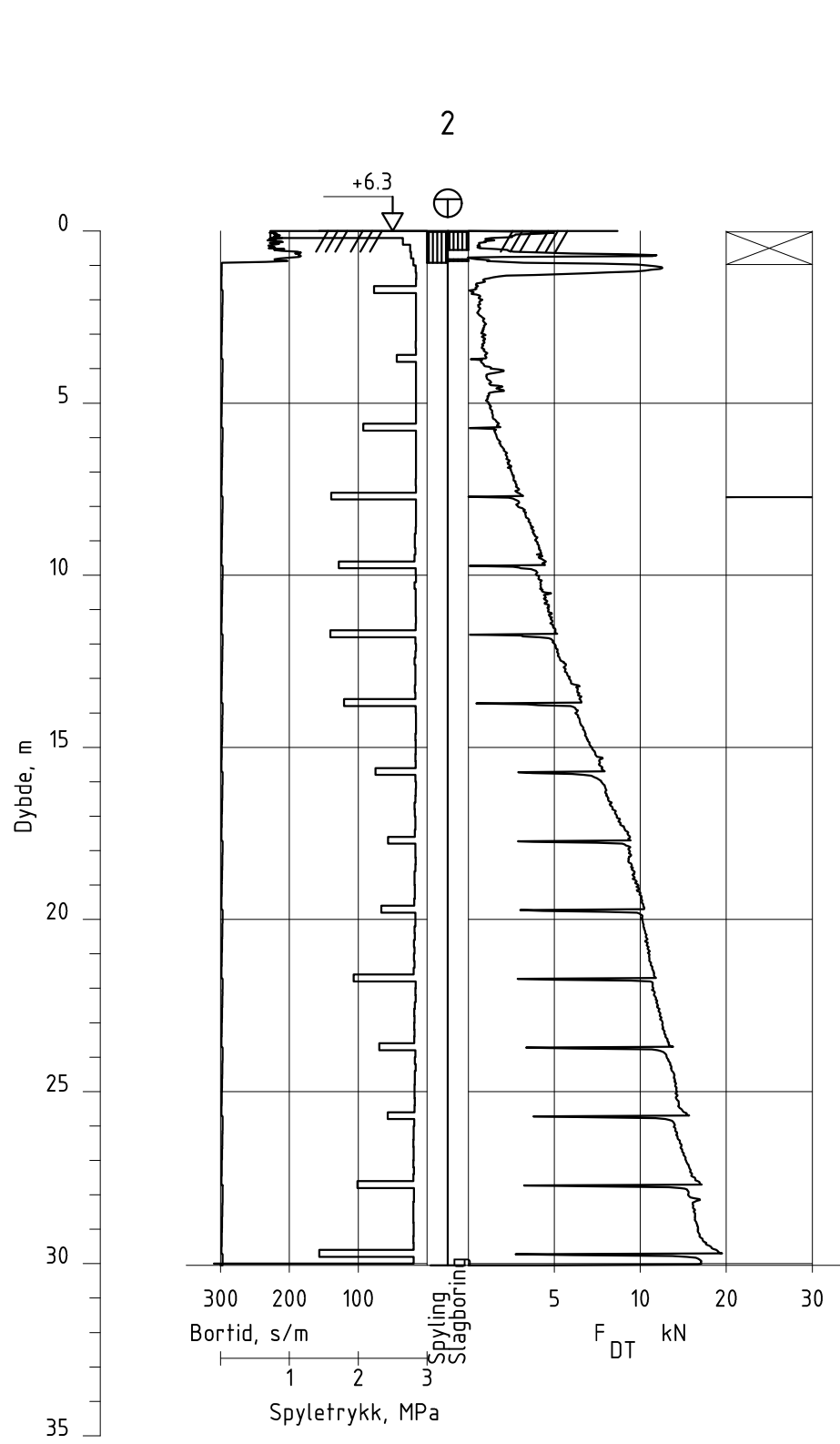
Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.



OBOS Nye Hjem AS
Jarlheimstletta
Sonderinger
Borpunkt 1

Status	Fag	Original format	Dato
Konstr./Tegnet	RIG	A3LL	2020-01-31
Oppdragsnr.	Kontrollert	Godkjent	Målestokk
10213380	JSG	JSG	1:200
Tegningsnr.	Rev.		
RIG-TEG-010	00		

\ns\2-nasuni-01\prosjekt\10121\10213380-01\10213380-01-03 ARBEIDSDOKUMENTER\10213380-01-04. TEGNINGER\10213380-RIG-TEG-010 Sonderinger.dwg. - Layout: 160- tegning (Profiler - A3L) [B] - Plottet av: Iva. Dato: 2020.02.03

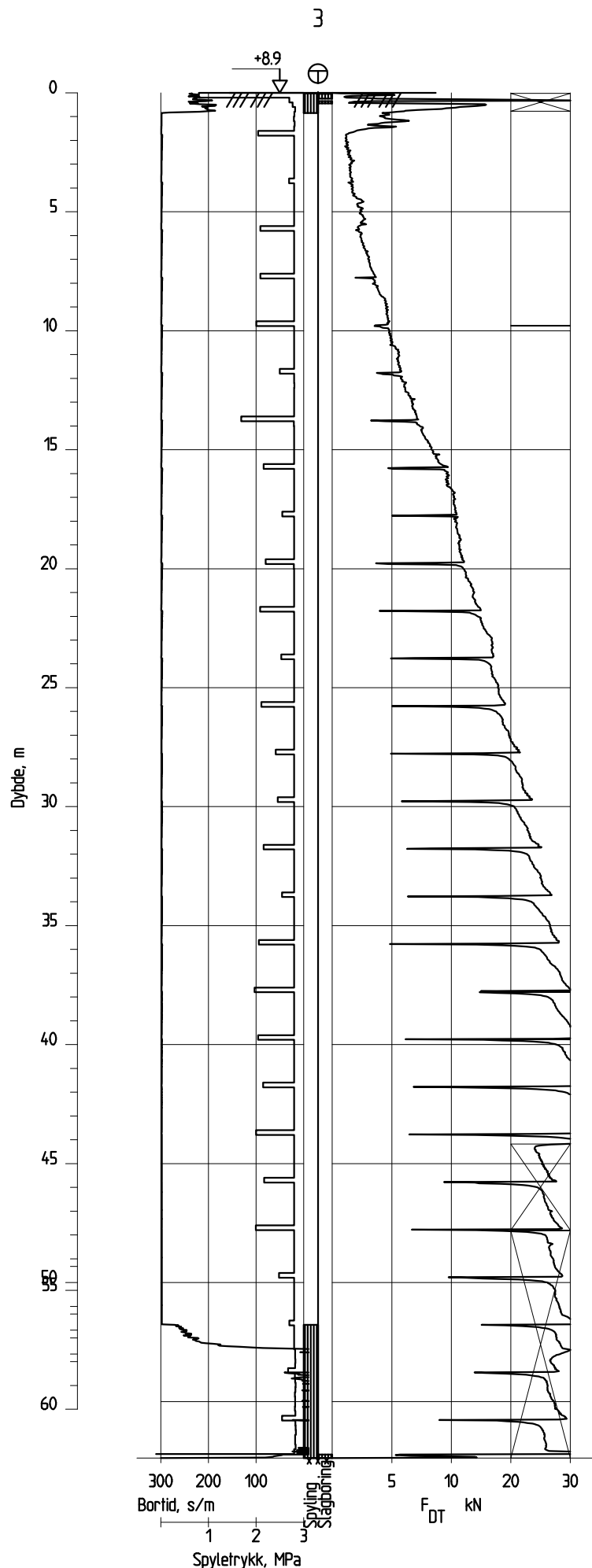


Rev.	Beskrivelse	Endr.liste	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

OBOS Nye Hjem AS
Jarheimstletta
Sonderinger
Borpunkt 2, 4 og 5

Status	Fag	Original format	Dato
Konstr./Tegnet	RIG	A3LL	2020-01-31
Oppdragsnr.	Kontrollert	Godkjent	Målestokk
10213380	JSG	JSG	1:200
Tegningsnr.	Rev.		
RIG-TEG-011	00		



Antatt berg på 57,1 m.
 Innboring i berg måtte
 stoppes pga høy friksjon og
 lite nedtrengningsevne i
 boreprosessen.

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					ρ (g/cm ³)	Porsisitet (%)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)										St (-)	
				10	20	30	40	50				10	20	30	40	50	60	70	80	90			
	FYLLMASSE, siltig, grusig, sandig																						
	FYLLMASSE, LEIRE, siltig, noe finsandig																						
	FYLLMASSE, SAND, enk små siltklumper																						
5	FYLLMASSE, SAND, grusig, siltig																						
	LEIRE, siltig, enk små skjellrester LEIRE fra ca 4,54-4,60m		T						2,04														21 19
	LEIRE, siltig		K Ø T						2,03														16 27
	LEIRE, siltig		T						2,03														17 24
10	LEIRE								1,81														5 7
	LEIRE		K Ø						1,85														8 11
15	LEIRE, enk tynne siltlag								1,93														5 7

Symboler:

15-5 Enaksialforsøk (strek angir aksiell tøyning (%) ved brudd)

○ Vanninnhold¹⁰

▼ Omrørt konus

ρ = Densitet

T = Treaksialforsøk

ρ_s : 2,75 g/cm³

Grunnvannstand: m

┌─ Plastisitetsindeks, Ip

▽ Uomrørt konus

S_t = Sensitivitet

Ø = Ødometerforsøk

Borbok:

Lab-bok: Digital

K = Korngradering

PRØVESERIE

Borhull: 1

OBOS Nye Hjem AS

Dato: 2020-01-31

Jarlheimsletta, geotekniske grunnundersøkelser

Multiconsult
www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet: mash

Kontrollert: vt

Godkjent: JSG

Oppdragsnummer: 10213380

Tegningsnr.: RIG-TEG-200

Rev. nr.: 00

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser					ρ (g/cm ³)	Porøsitet (%)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)					St (-)
				10	20	30	40	50				10	20	30	40	50	
5	FYLLMASSE, sandig, grusig enk teglsteinbiter	[Grid]	[Grid]														
	FYLLMASSE, sandig, grusig, enk leirklumper vanninnhold tatt av leirklumper																
5	LEIRE, siltig, enk små gruskorn	[Diagonal]	[Diagonal]						1,90							20	
	LEIRE								1,95								7
10	LEIRE	[Diagonal]	[Diagonal]						1,97							7	
	LEIRE								1,96								5
15	LEIRE	[Diagonal]	[Diagonal]						2,01							5	
	LEIRE																5

Symboler:



Enaksialforsøk (strek angir akseil tøying (%) ved brudd)

○ Vanninnhold¹⁰

▼ Omrørt konus

ρ = Densitet

T = Treaksialforsøk

ρ_s : 2,75 g/cm³

┌ Plastisitetsindeks, Ip

▽ Uomrørt konus

S_t = Sensitivitet

Ø = Ødometerforsøk

Grunnvannstand: m

K = Korngradering

Borbok:

Lab-bok: Digital

PRØVESERIE

Borhull:

4

OBOS Nye Hjem AS

Dato:

2020-01-16

Jarlheimsletta, geotekniske grunnundersøkelser

Multiconsult
www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet:

mash

Kontrollert:

vt

Godkjent:

JSG

Oppdragsnummer:

10213380

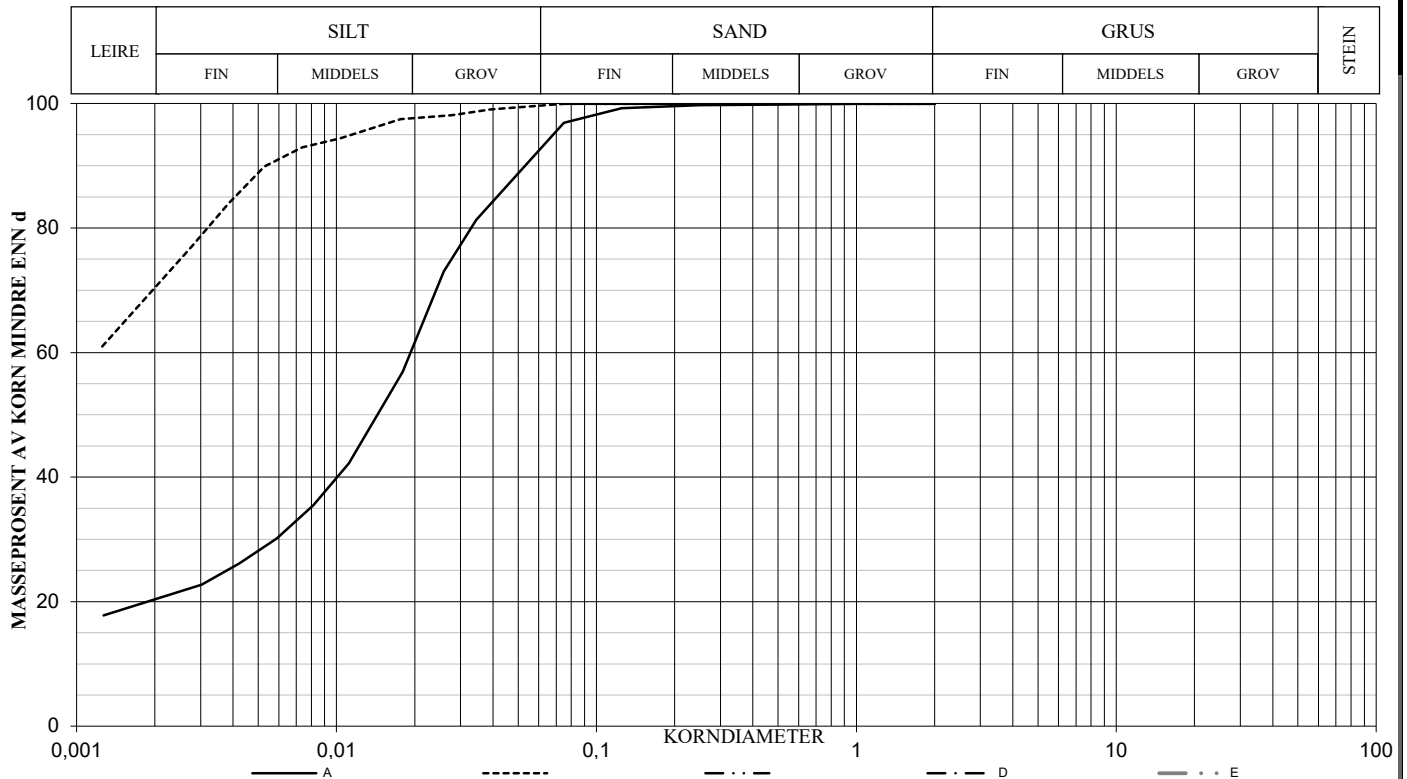
Tegningsnr.:

RIG-TEG-201

Rev. nr.:

00

SYMBOL	SERIE NR.	DYBDE (m)	JORDARTS BETEGNELSE	Anmerkninger	METODE		
					TS	VS	HYD
A	1	5,35	LEIRE, siltig		X		X
B	1	13,36	LEIRE		X		X
C							
D							
E							



SYMBOL:

Ogl. = Glødetap (%)

Ona. = Humusinnhold (%)

Perm. = Permeabilitet (m/s)

$$C_c = \frac{D_{20}^2}{(D_{60})(D_{10})}$$

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

METODE:

TS = Tørr sikt

VS = Våt sikt

HYD = Hydrometer

SYM BOL	Tele gruppe	W %	Su kN/m ²	Su r kN/m ²	Plastisitet		Glødetap Ogl %	< 0,02 mm %	Tot. densitet kN/m ³	D ₁₀ mm	D ₃₀ mm	D ₅₀ mm	D ₆₀ mm
					W _f	W _p							
A		26,9									0,0058	0,0148	0,0195
B		44,0											
C													
D													
E													

KORNGRADERING

OBOS Nye Hjem AS
Jarlheimsletta, geotekniske grunnundersøkelser
Grunnundersøkelser

Konstr./Tegnet
mash

Kontrollert
vt

Godkjent
JSG

Dato
10.12.19

Multiconsult
www.multiconsult.no

OPPDRAK NR.

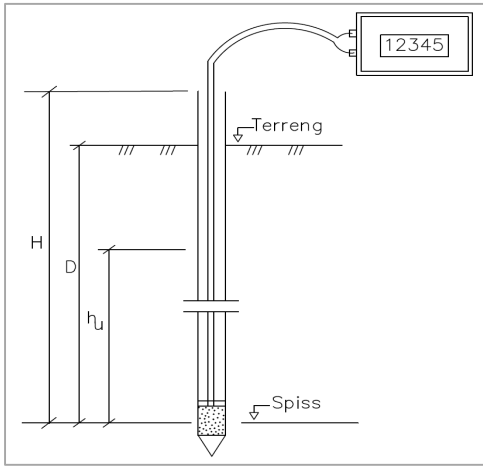
10213380

TEGN.NR.

RIG-TEG-300

REV.

00



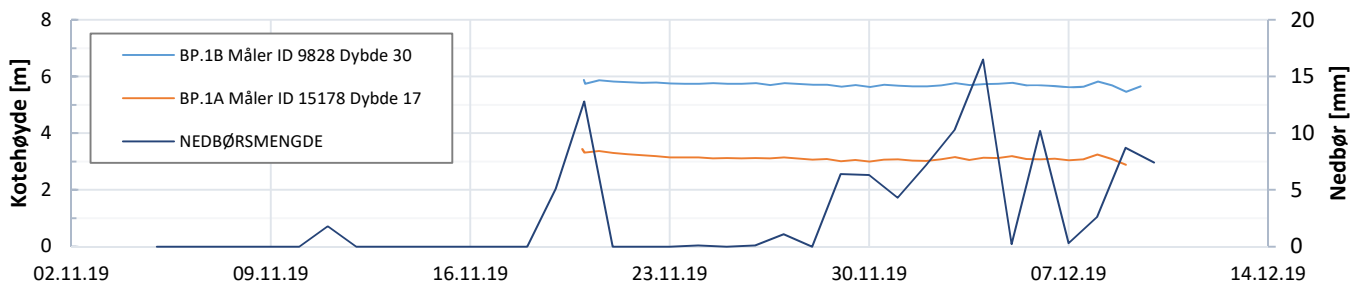
	ID	Bor.pkt	Kote [m]	Anmerkning
Poretrykksmåler	9828	1B	-25,8	Dybde 30
Poretrykksmåler	15178	1A	-12,8	Dybde 17

Lokasjon og geometri

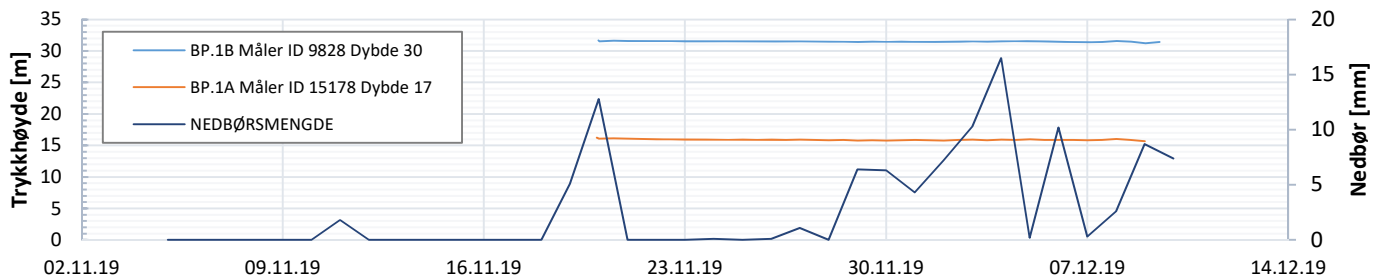
Måler/ID **9828 15178**

Koordinat NORD (X) [m]	#####	#####
Koordinat ØST (Y) [m]	71245	71245,3
Terrengkote [m]	4,2	4,2
Topp rør over terreng [m]	1,0	2,0
Topp rør kote [m]	5,2	6,2
Lengde rør + spiss (H) [m]	31,0	19,0
Dybde filterspiss under terreng (D) [m]	30,0	17,0
Filterspiss kote [m]	-25,8	-12,8

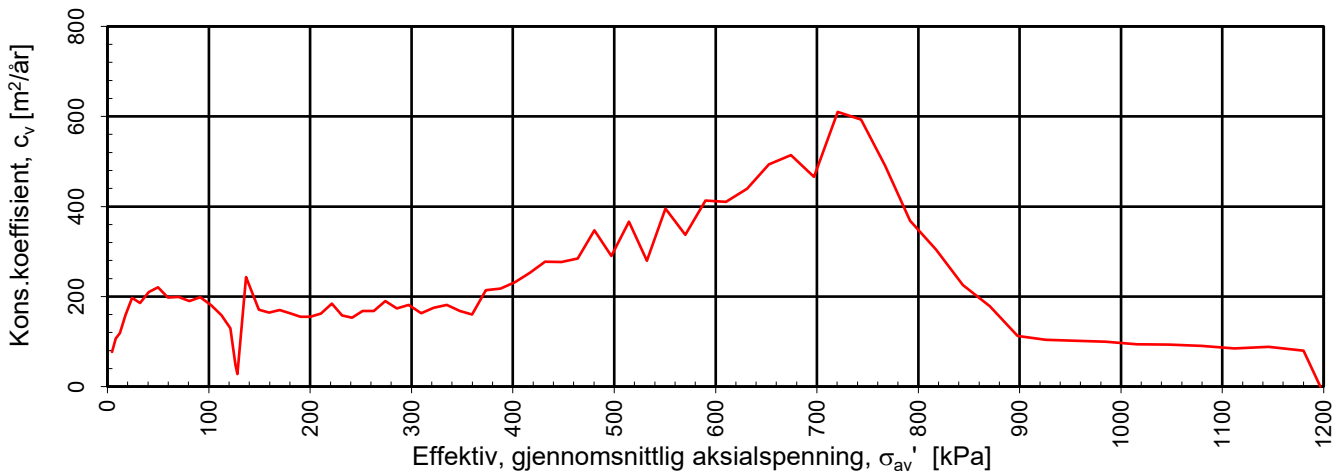
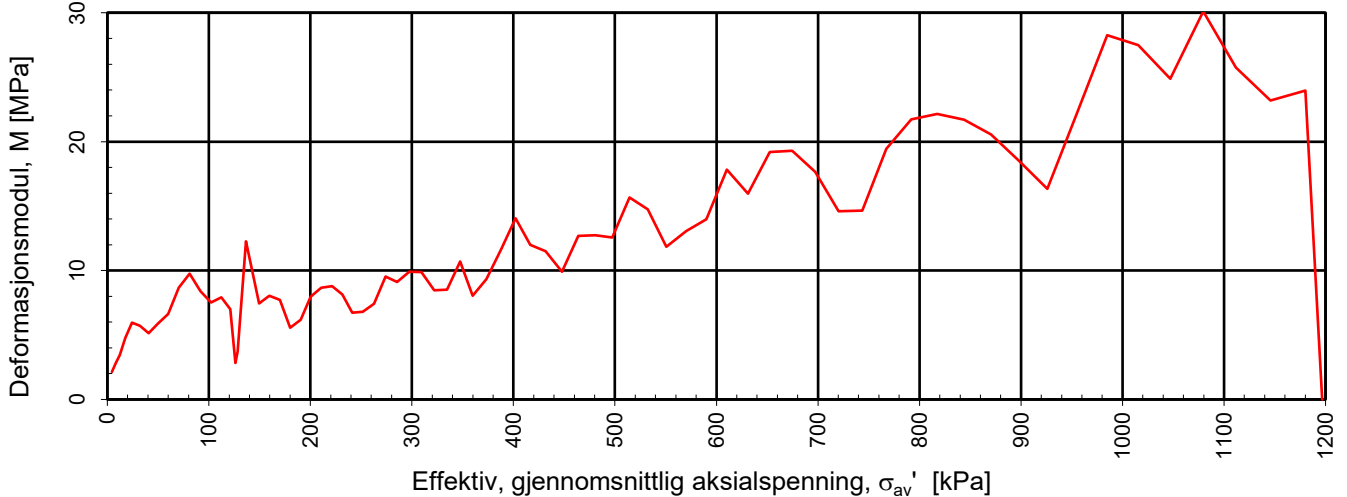
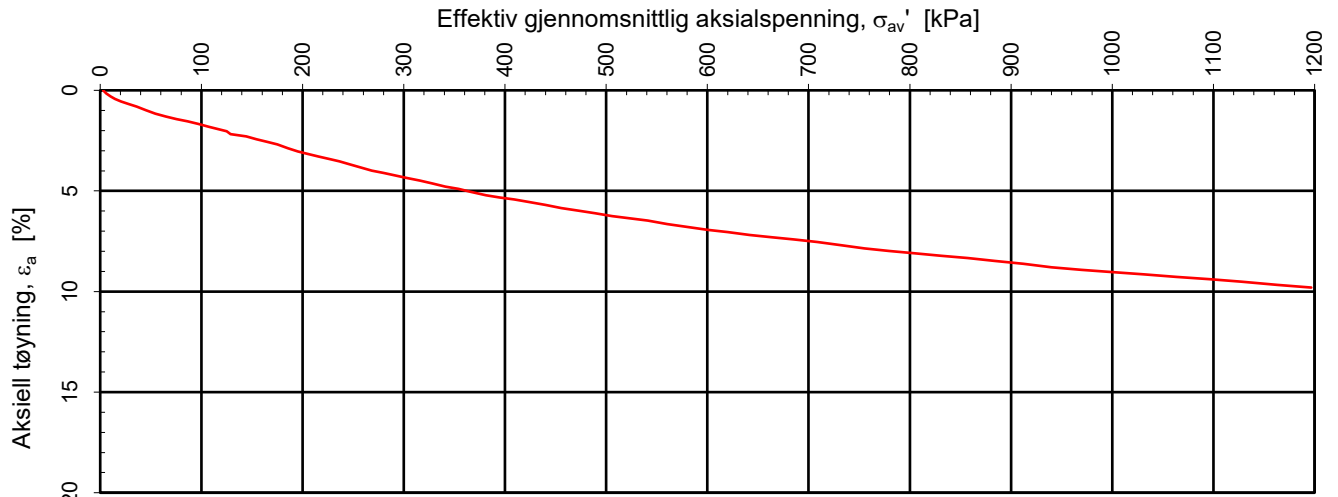
Trykkehøyde [kt]



Trykkehøyde [hu]



Type	Elektrisk poretrykksmåling, 2 dybder	Borpunkt	1	ID	1-PZA, 1-PZB	Installert dato	05.11.2019	Borboek nr	Digital
OBOS Nye Hjem AS	Jarlheimsletta	Status	Utfendt	ag	RIG	Original terminal	A4	Dato	31.01.2020
Poretrykksregistrering	10213380	Konstr./regnet	IVA	Kontrollert	JSG	Udskrift	JSG	Målestokk	-
		Opprager		Regningsnr	RIG-TEG-350			Rev	0



Densitet ρ (g/cm³): **2,03**
 Vanninnhold w (%): **27,00**

Effektivt overlagingstrykk, σ_{vo}' (kPa): **55,00**

OBOS Nye Hjem AS
Jarlheimsletta, geotekniske grunnundersøkelser

Tegningens filnavn:
 10213380-RIG-TEG-401_h1, d5.55.xlsx

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Plott A: $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, M og c_v .

**MULTICONSULT
 NORGE AS**
 Sluppenvegen 15,
 7486 TRONDHEIM
 Tlf.: 73 10 62 00
 Faks: 73 10 62 30

Forsøksdato:
 10.12.2019

Dybde, z (m):
 5,55

Borpunkt nr.:
 1

Forsøknr.:
 1

Tegnet av:
 vt

Kontrollert:
 mash

Godkjent:
 JSG

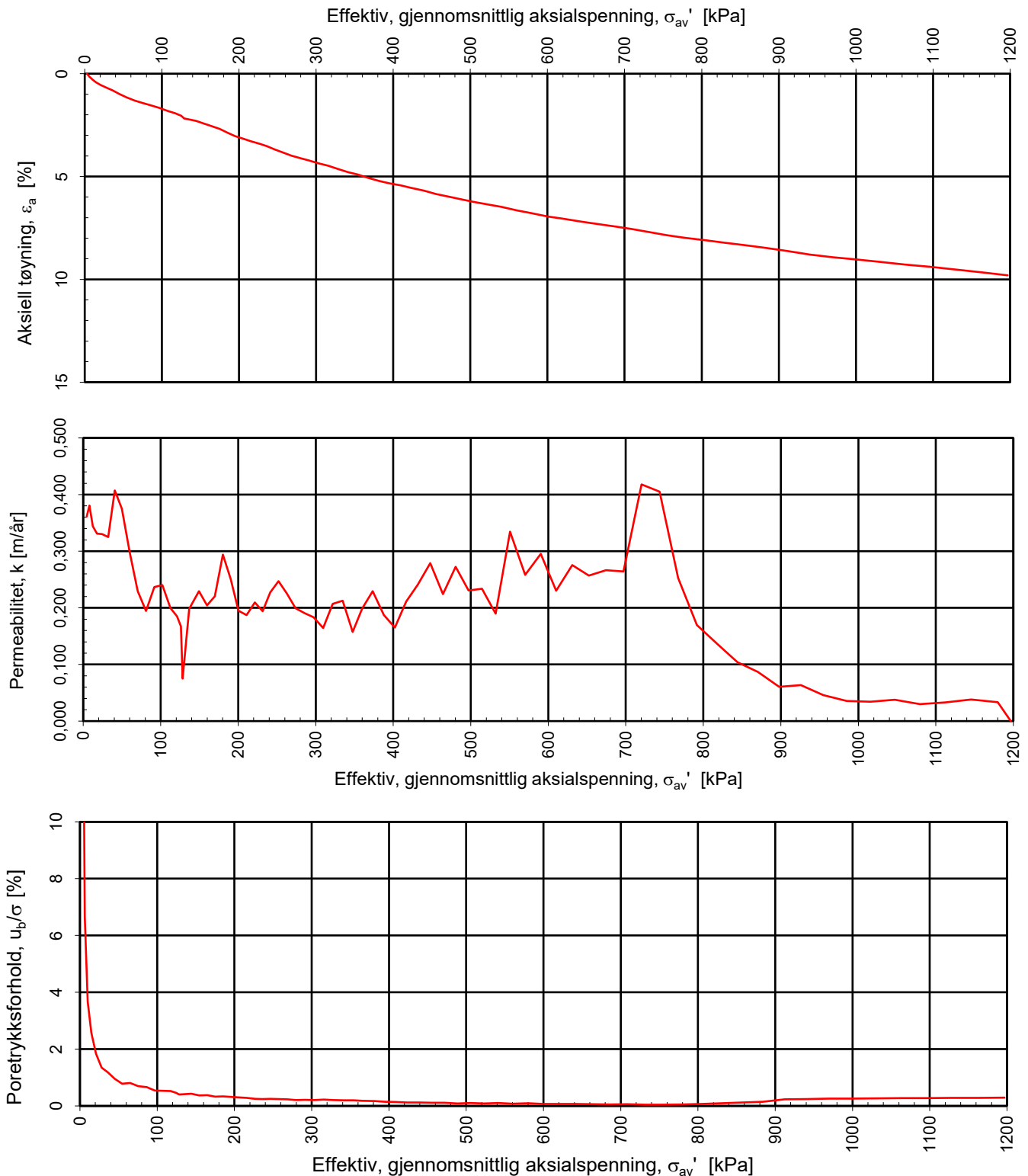
Oppdrag nr.:
 10213380

Tegning nr.:
 RIG-TEG-401.1

Prosedyre:
 CRS

Programrevisjon:
 16.07.2018





Densitet ρ (g/cm³):

2,03

Vanninnhold w (%):

27,00

Effektivt overlagingstrykk, σ_{vo}' (kPa):

55,00

OBOS Nye Hjem AS

Jarlheimsletta, geotekniske grunnundersøkelser

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Plott B: $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, k og u_b/σ .

Tegningens filnavn:

10213380-RIG-TEG-401_h1, d5.55.xlsx

MULTICONSULT NORGE AS

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

Forsøksdato:

10.12.2019

Dybde, z (m):

5,55

Borpunkt nr.:

1

Forsøknr.:

1

Tegnet av:

vt

Kontrollert:

mash

Oppdrag nr.:

10213380

Tegning nr.:

RIG-TEG-401.2

Prosedyre:

CRS

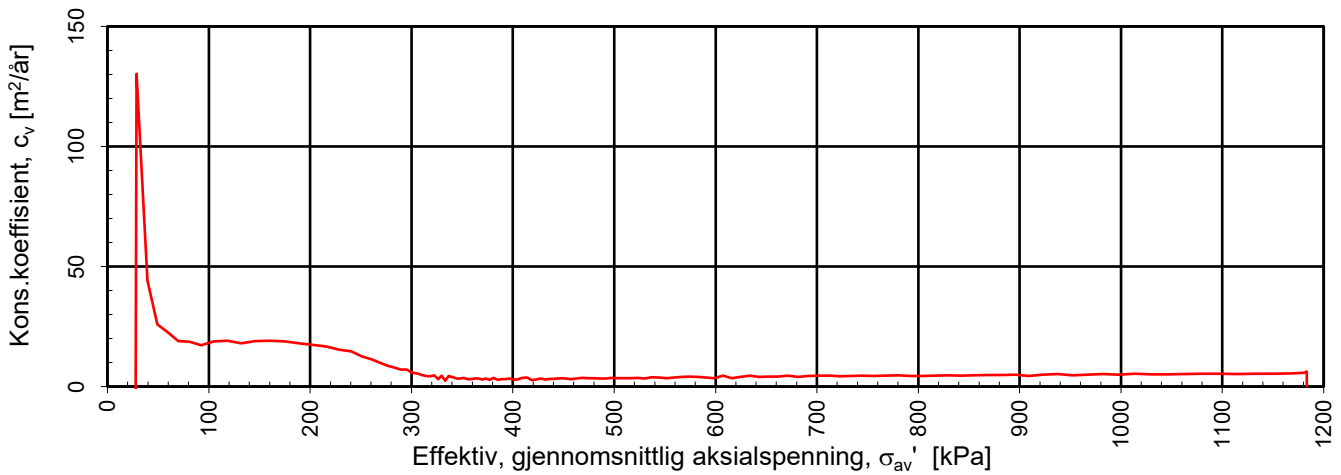
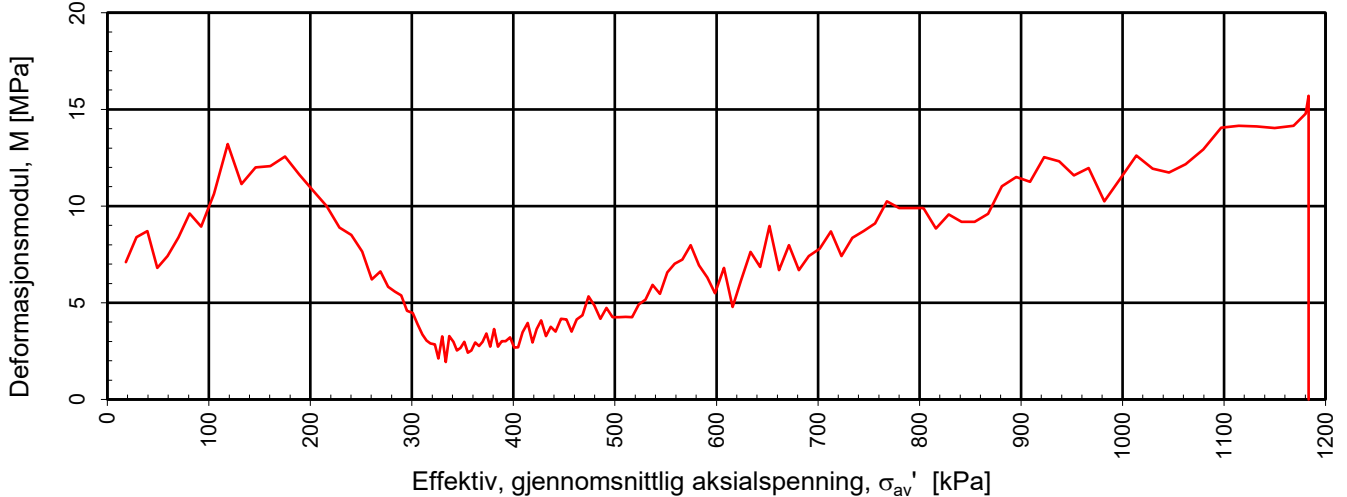
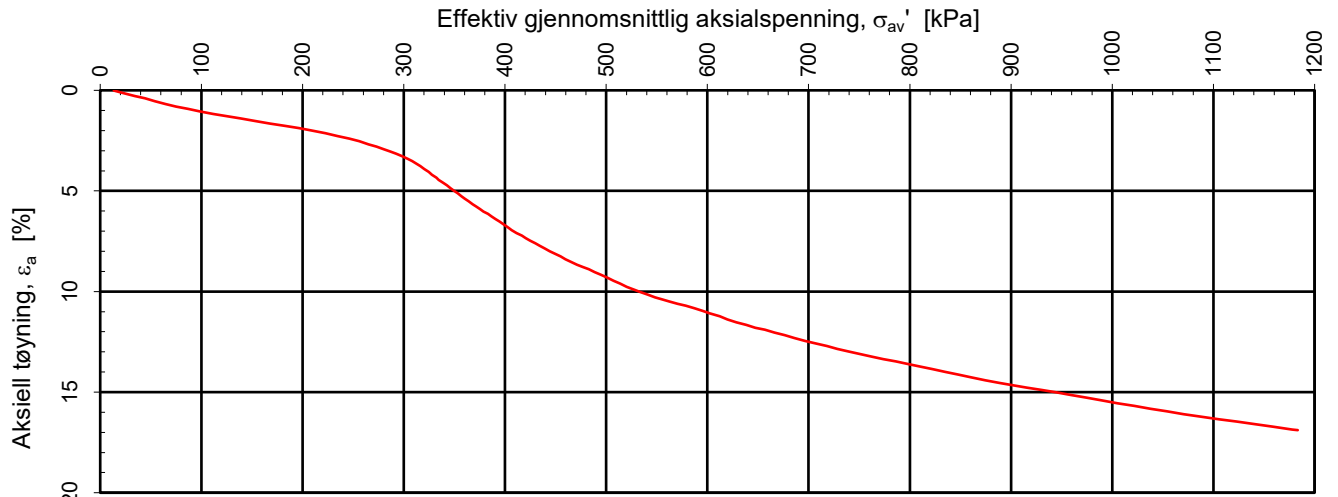
Godkjent:

JSG

Programrevisjon:

16.07.2018

Multi
consult



Densitet ρ (g/cm³): **1,85**
 Vanninnhold w (%): **44,00**

Effektivt overlagingstrykk, σ_{vo}' (kPa): **108,26**

OBOS Nye Hjem AS
Jarlheimsletta, geotekniske grunnundersøkelser

Tegningens filnavn:

10213380-RIG-TEG-401_h1, d13,30m.xlsx

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Plott A: $\sigma_{av}' - \epsilon_a$, M og c_v .

MULTICONSULT
NORGE AS

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

Forsøksdato:
 11.12.2019

Dybde, z (m):
 13,30

Borpunkt nr.:
 1

Forsøknr.:
 2

Tegnet av:
 vt

Kontrollert:
 mash

Oppdrag nr.:
 10213380

Tegning nr.:
 RIG-TEG-402.1

Prosedyre:
 CRS

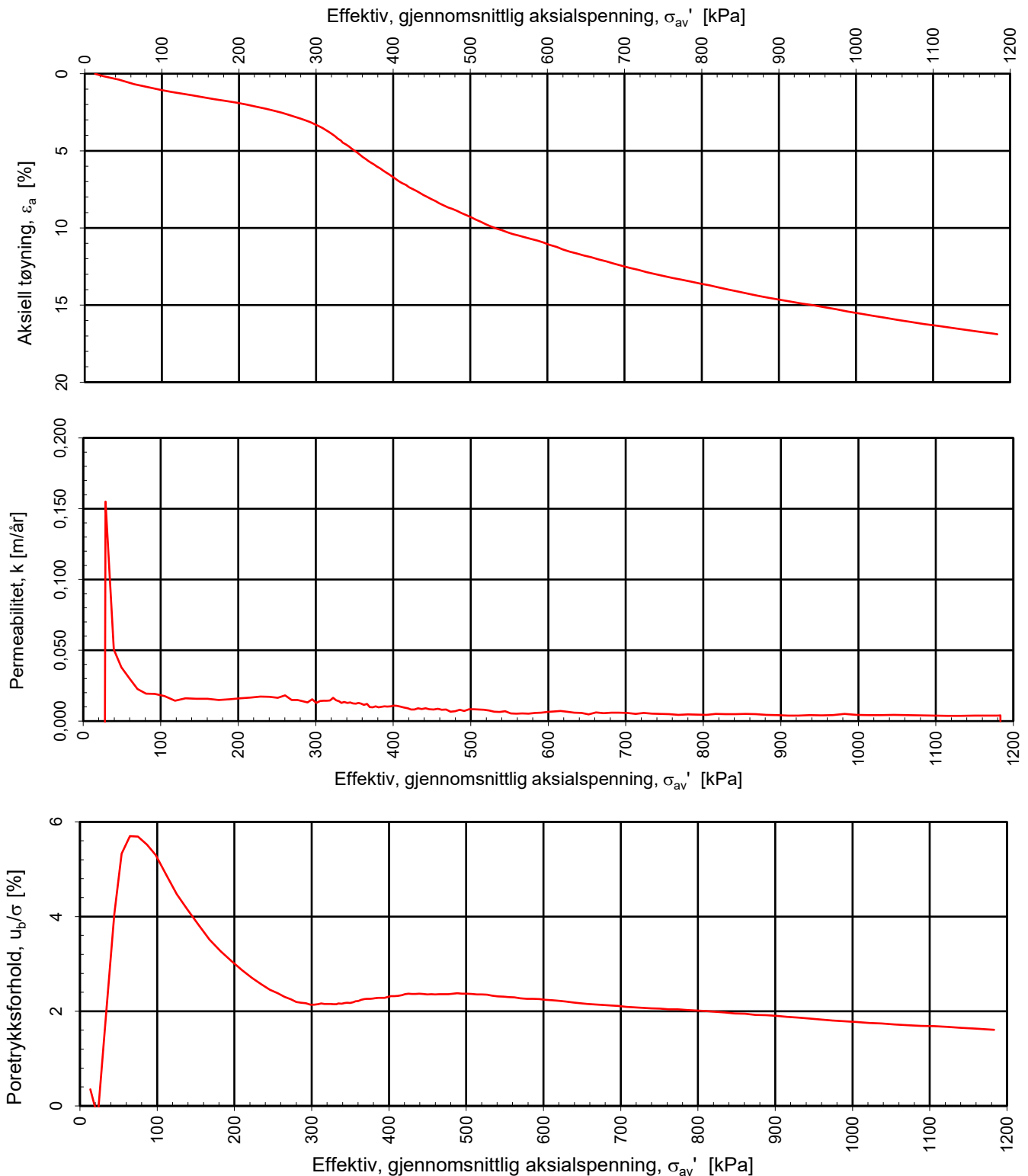
Godkjent:

JSG

Programrevisjon:

16.07.2018





Densitet ρ (g/cm³):

1,85

Vanninnhold w (%):

44,00

Effektivt overlagingstrykk, σ_{vo}' (kPa):

108,26

OBOS Nye Hjem AS

Jarlheimsletta, geotekniske grunnundersøkelser

Kontinuerlig ødometerforsøk, CRS-rutine. Plott B: $\sigma_{av}' - \varepsilon_a$, k og u_b/σ .

Tegningens filnavn:

10213380-RIG-TEG-401_h1, d13.30m.xlsx

MULTICONSULT NORGE AS

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

Forsøksdato:

11.12.2019

Dybde, z (m):

13,30

Borpunkt nr.:

1

Forsøknr.:

2

Tegnet av:

vt

Kontrollert:

mash

Oppdrag nr.:

10213380

Tegning nr.:

RIG-TEG-402.2

Prosedyre:

CRS

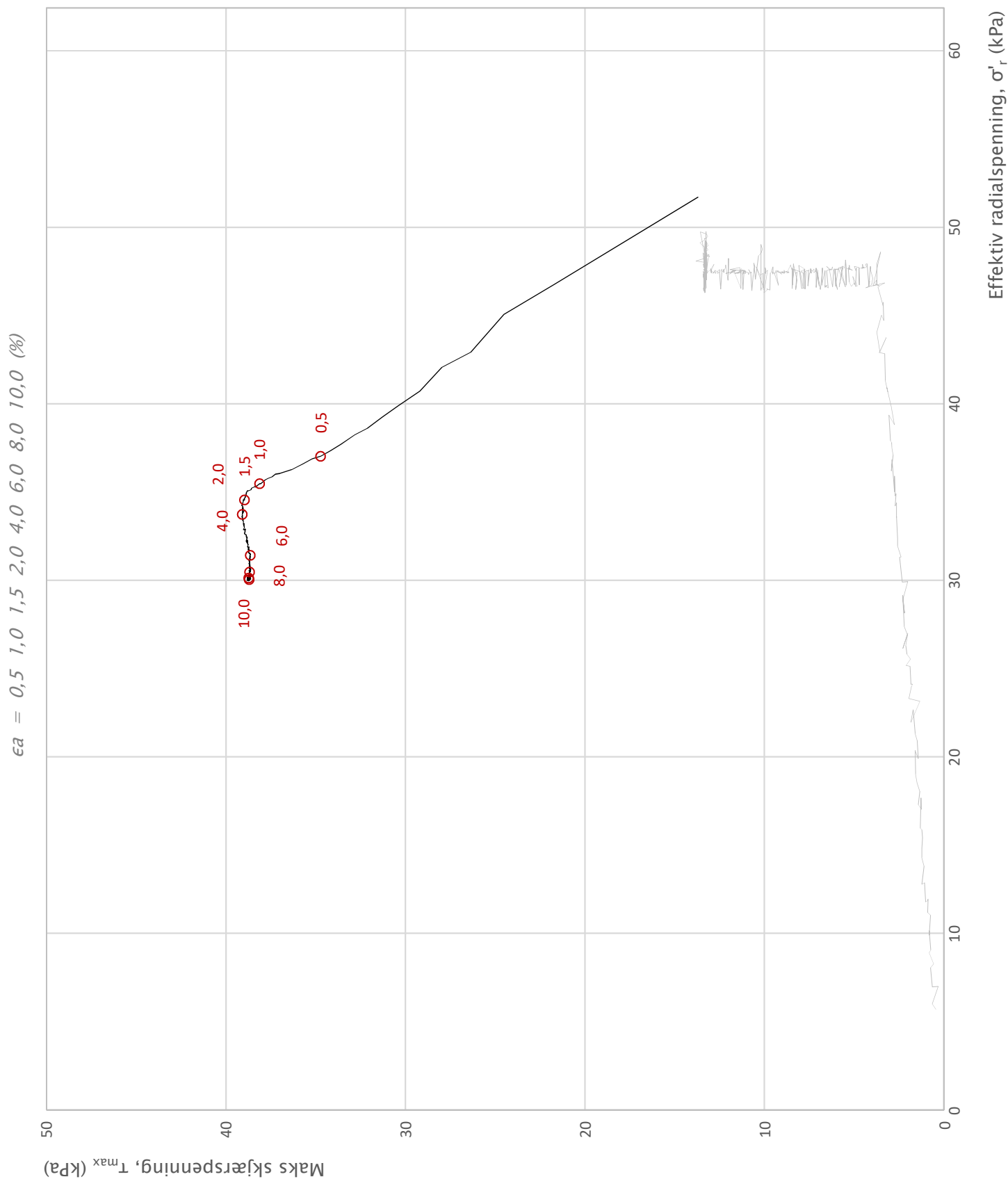
Godkjent:

JSG

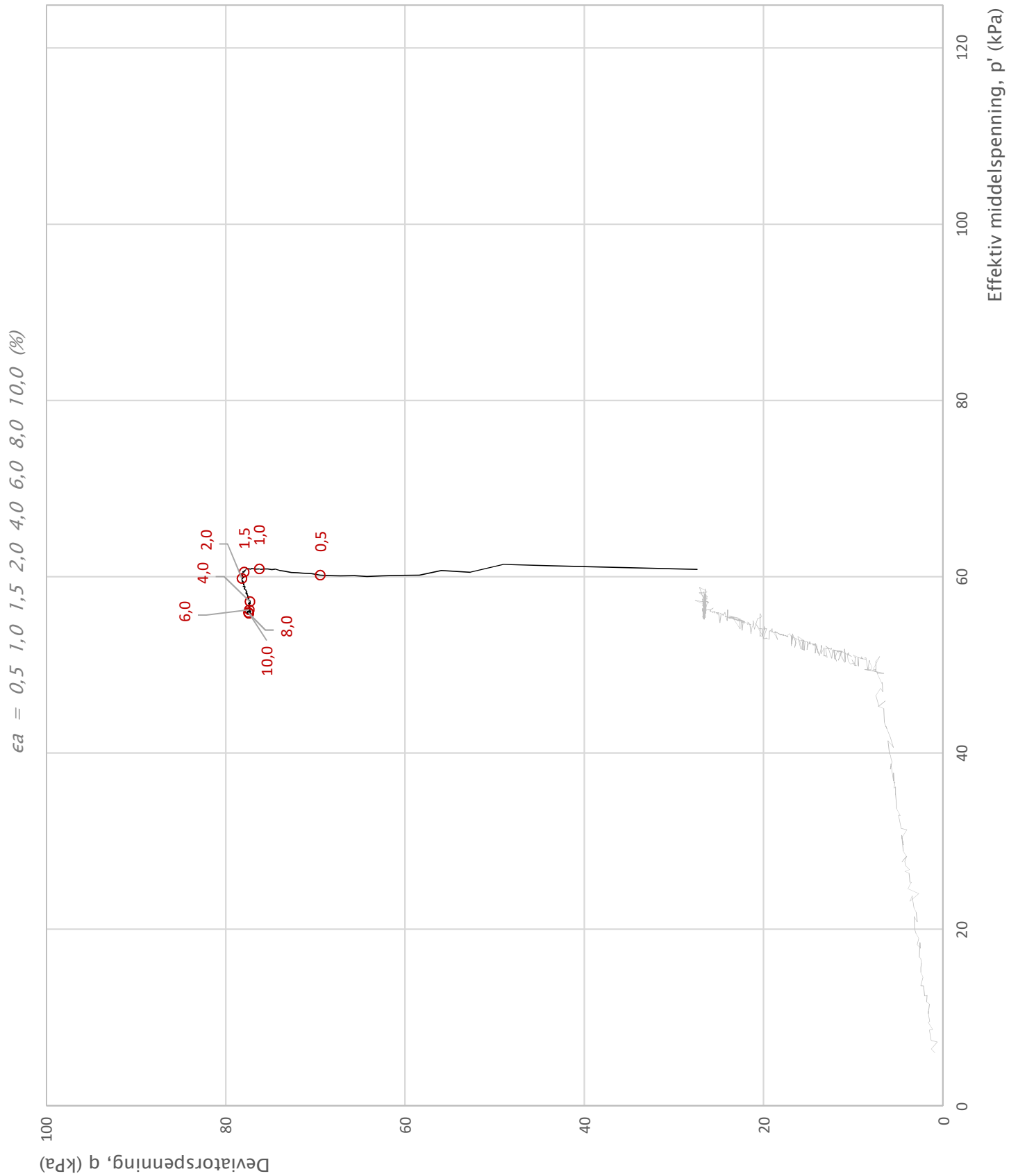
Programrevisjon:

16.07.2018

Multi
consult

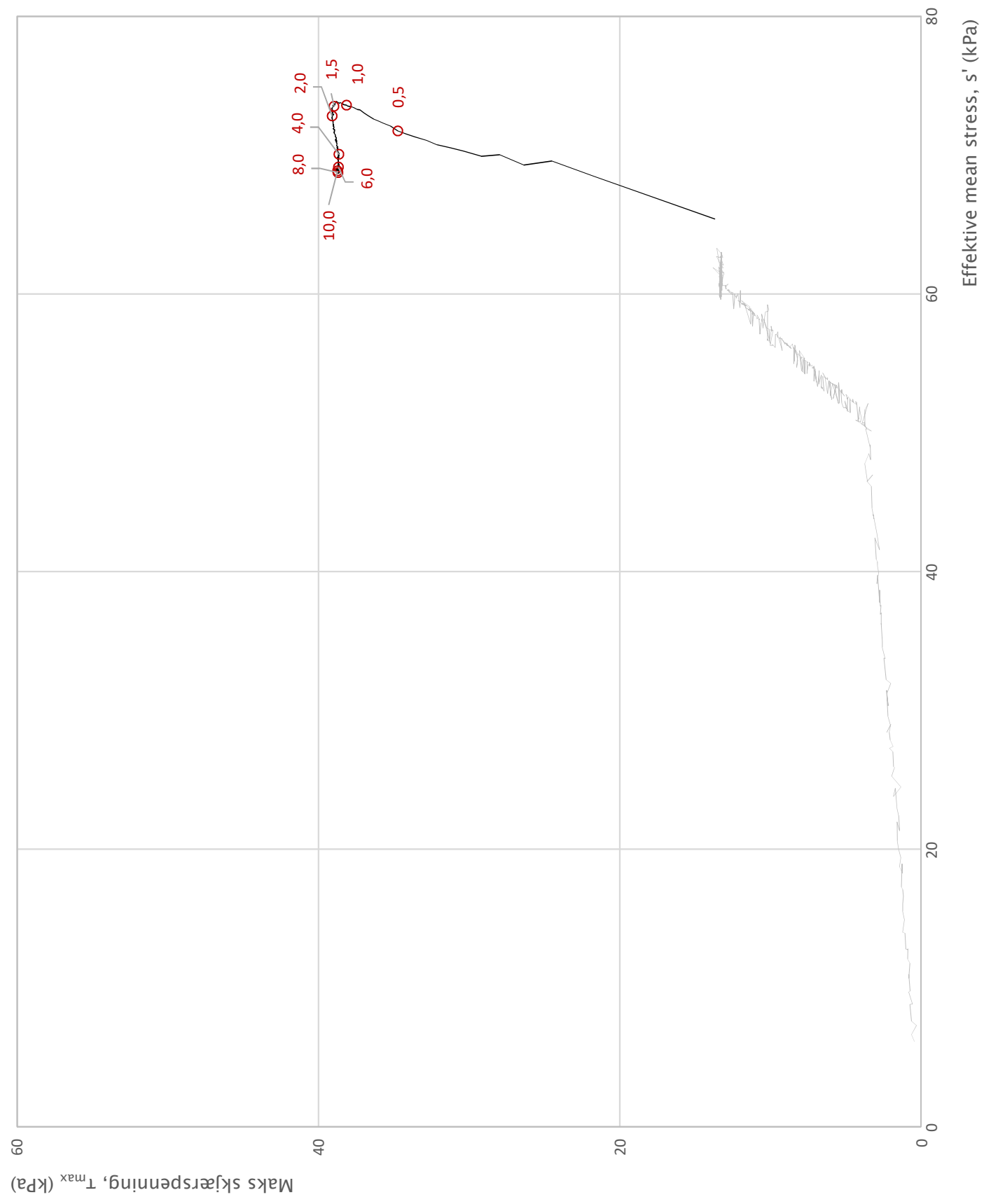


Prosjekt			Prosjektnummer: 10213380. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev01		Borhull
Jarlheimsletta, geoteknisk grunnundersøkelser					1
Innhold			Spenningssti i skjærfase, σ'_r - τ plott (NTNU)		Dybde (m)
					5,20
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype	
	mash	vt	JSG	CAUc	
	Kontor	Dato utført	Revisjon	RIG-TEG	450.1
	Trondheim	11.12.2019	0 Rev. dato 06.01.2020		

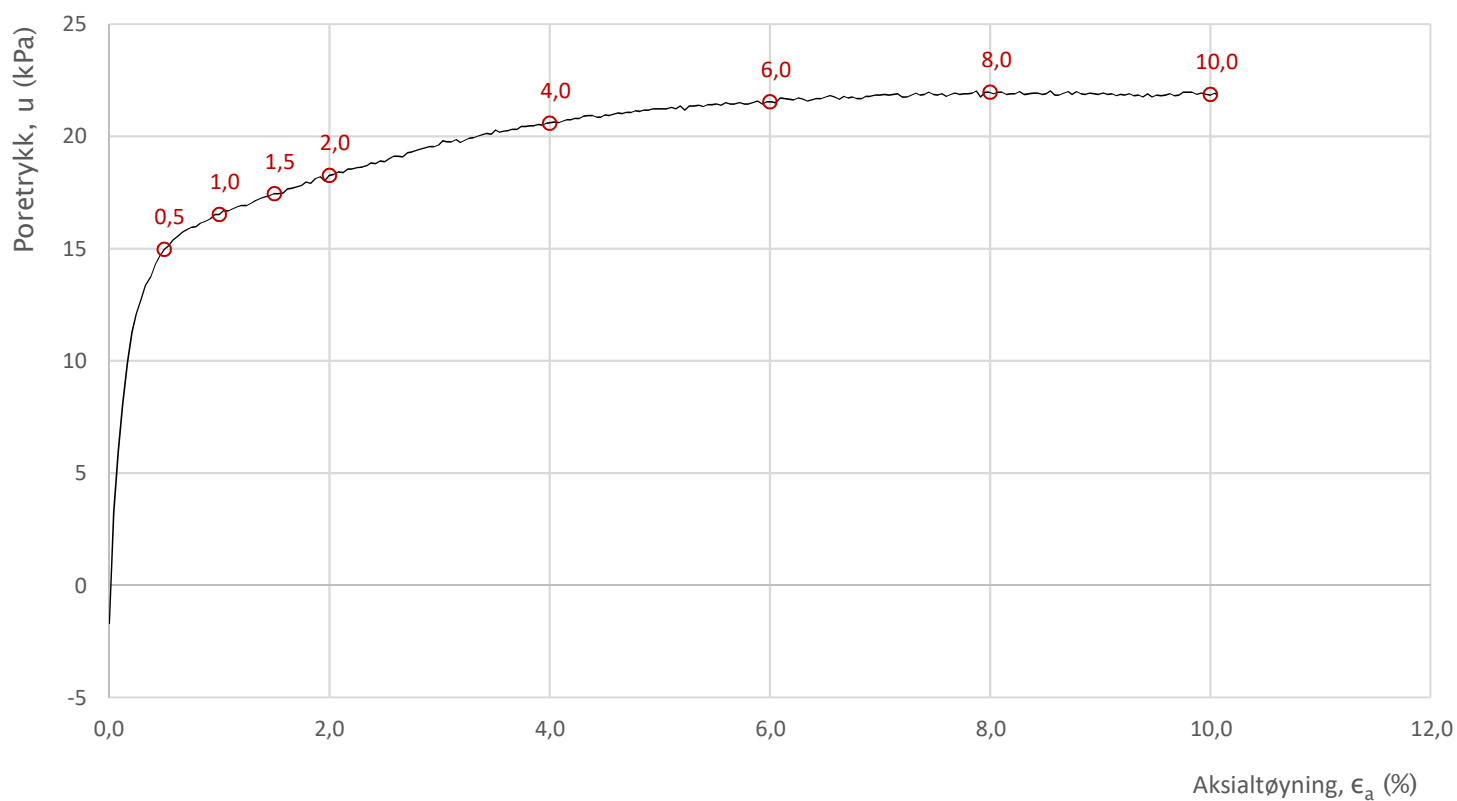
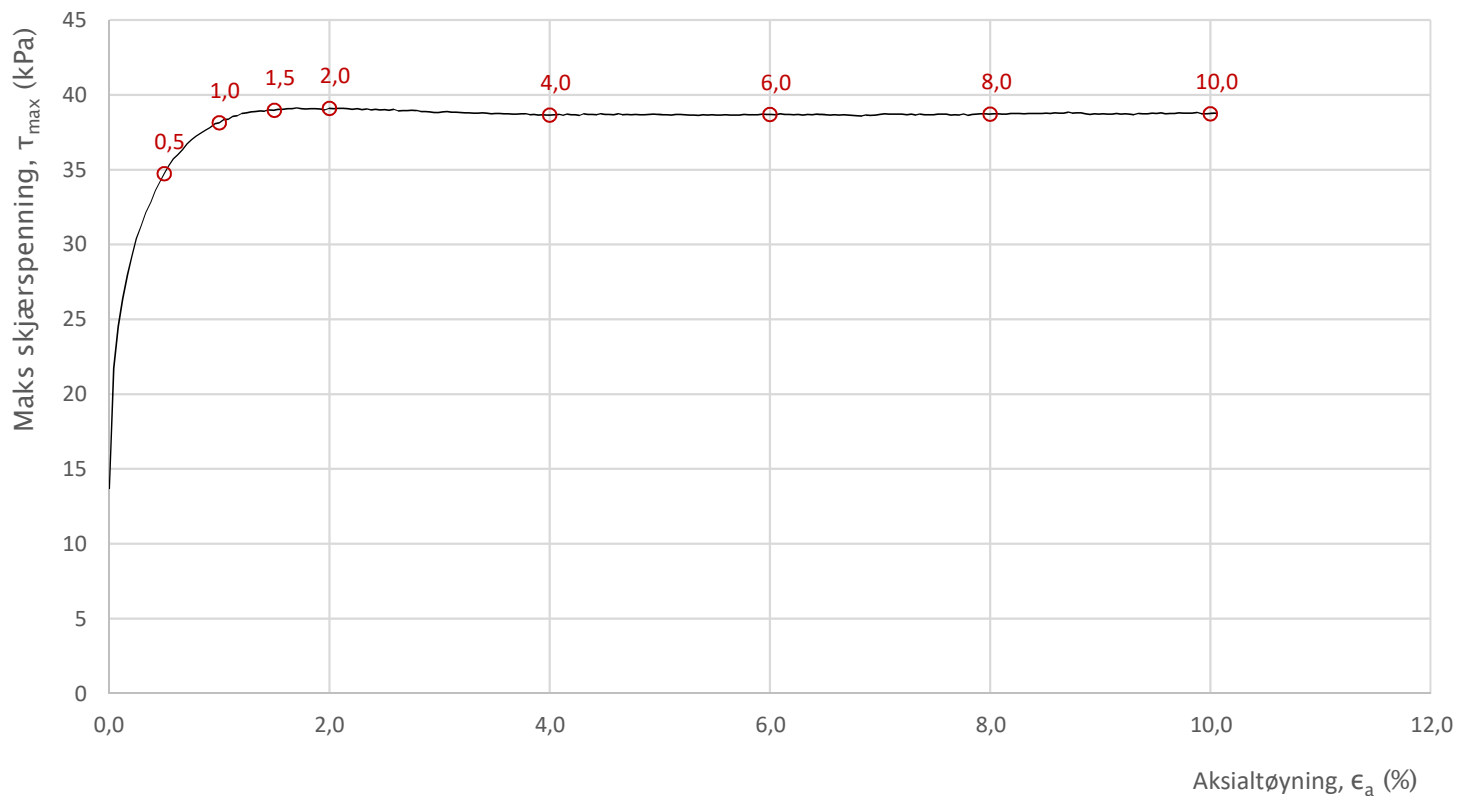


Prosjekt			Prosjektnummer: 10213380. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev01		Borhull
Jarlheimsletta, geoteknisk grunnundersøkelser					1
Innhold			Spenningssti i skjærfase, p'-q plott		Dybde (m)
					5,20
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype	
	mash	vt	JSG	CAUc	
	Kontor	Dato utført	Revisjon	RIG-TEG	450.2
	Trondheim	11.12.2019	0 Rev. dato 06.01.2020		

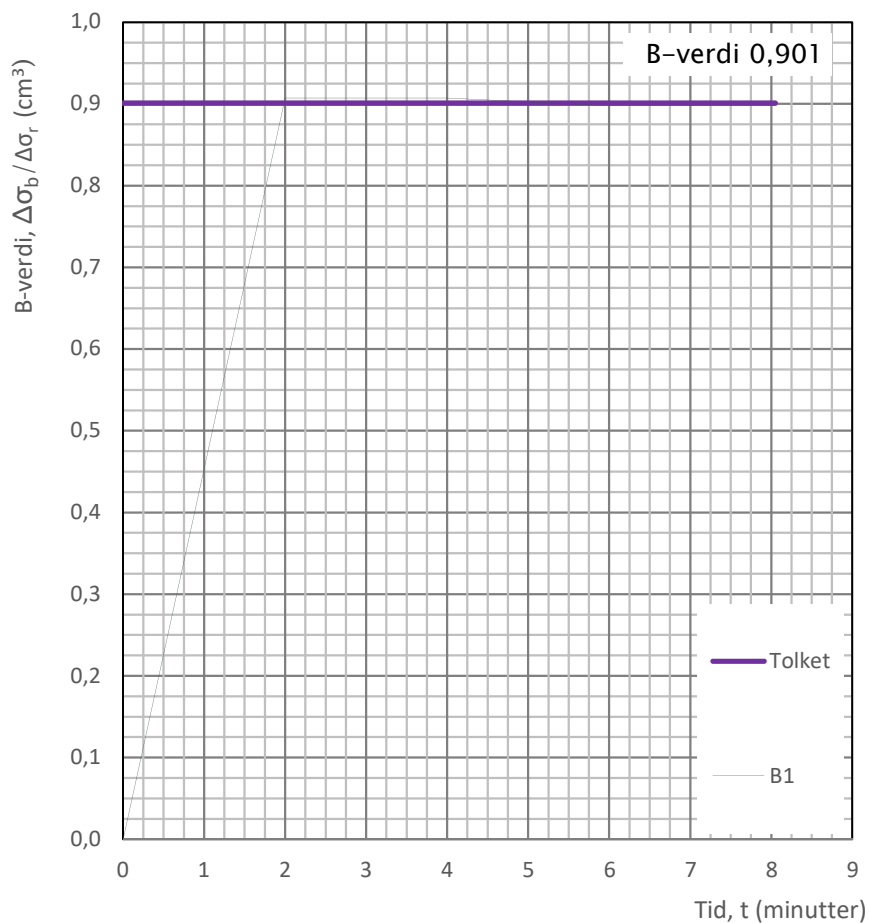
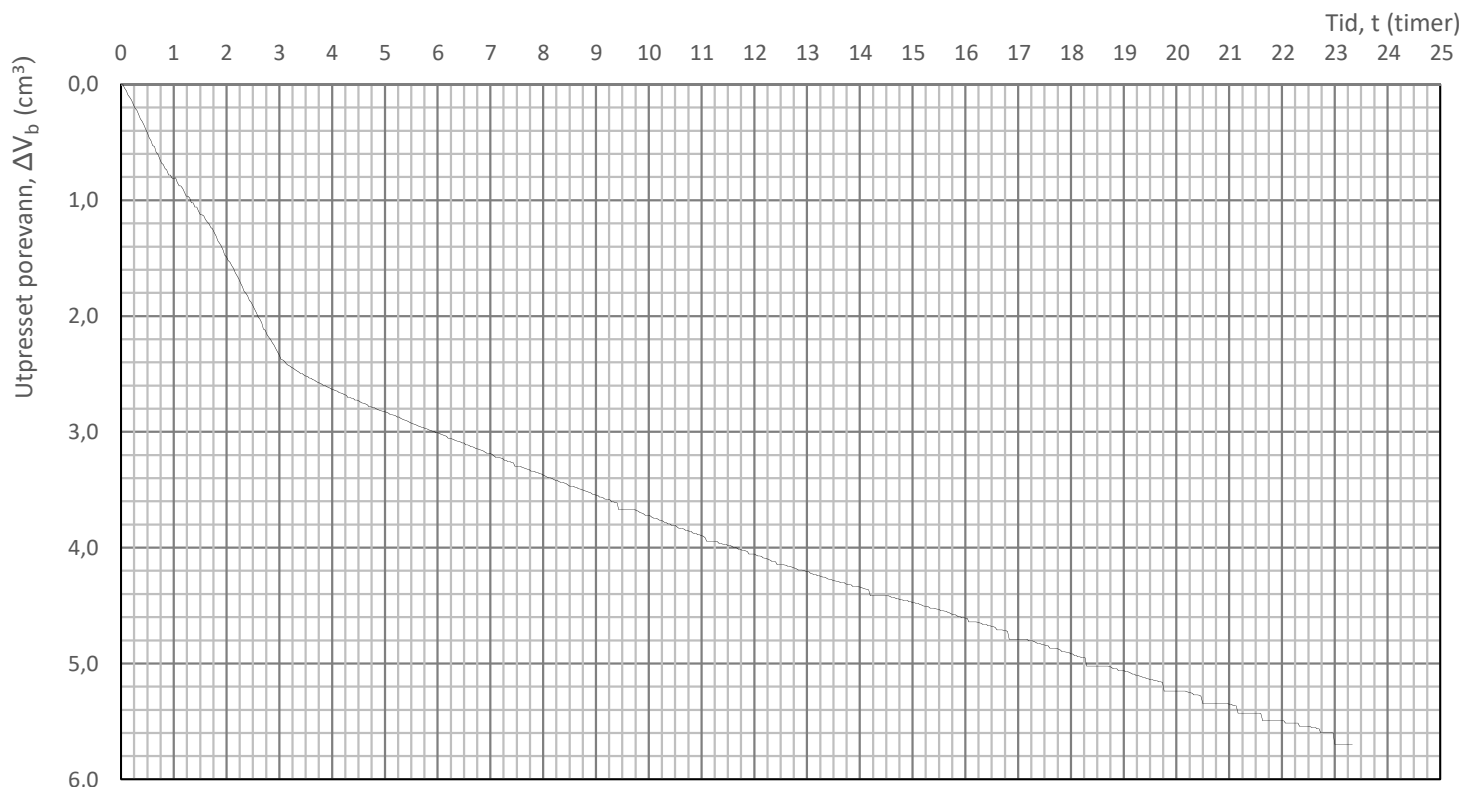
$\epsilon_a = 0,5 \ 1,0 \ 1,5 \ 2,0 \ 4,0 \ 6,0 \ 8,0 \ 10,0 \ (%)$



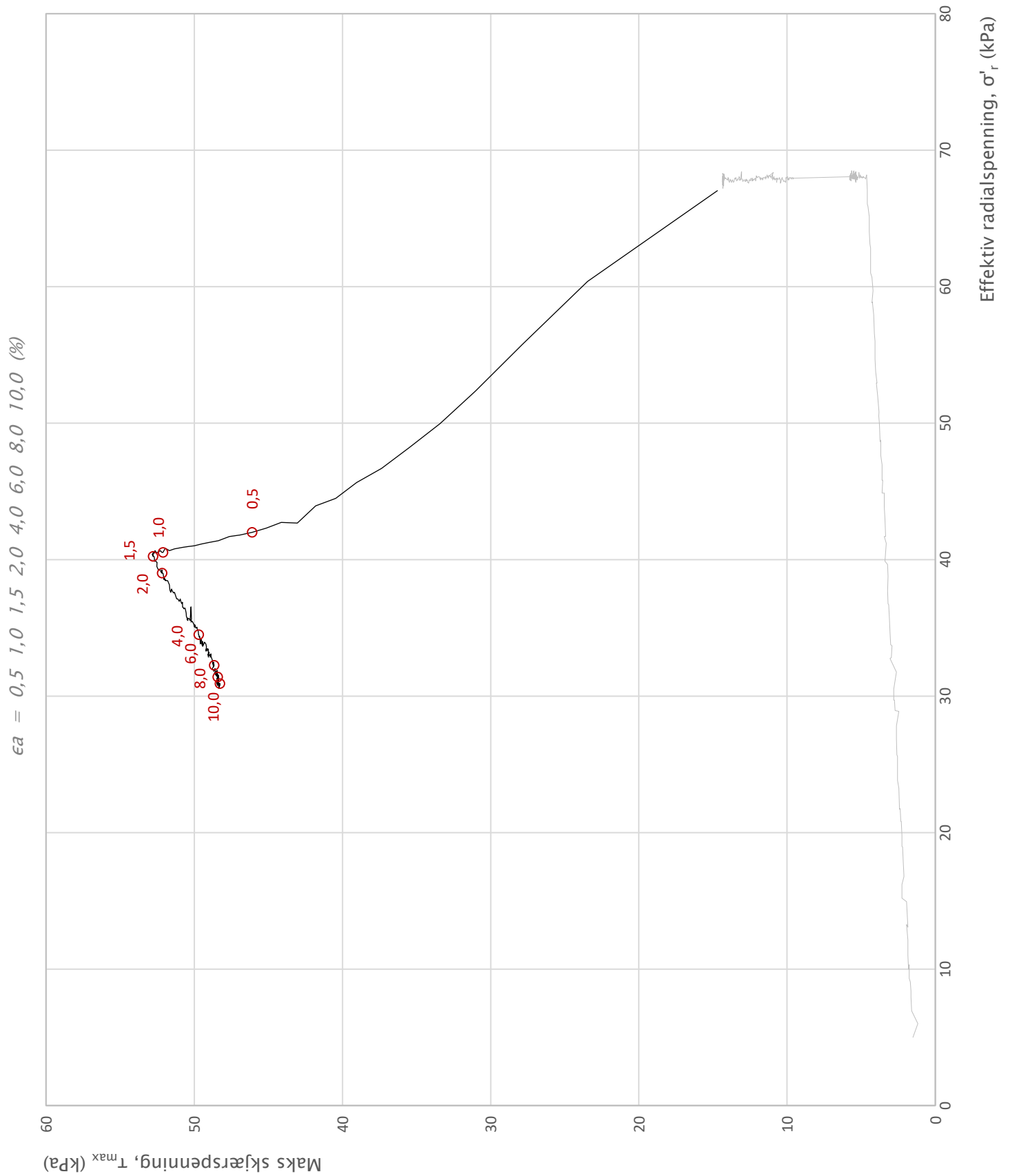
Prosjekt			Prosjektnummer: 10213380. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev01		Borhull
Jarlheimsletta, geoteknisk grunnundersøkelser					1
Innhold			Spenningssti i skjærfase, s' - τ plott (MIT)		Dybde (m)
					5,20
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype	
	mash	vt	JSG	CAUc	
	Kontor	Dato utført	Revisjon	RIG-TEG	450.3
Trondheim	11.12.2019	0 Rev. dato 06.01.2020			



Prosjekt			Prosjektnummer: 10213380. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev01		Borhull
Jarlheimsletta, geoteknisk grunnundersøkelser					1
Innhold			Bruddutvikling i skjærfase, ϵ_a - τ og ϵ_a -u plott		Dybde (m)
					5,20
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype	
	mash	vt	JSG	CAUc	
	Kontor	Dato utført	Revisjon	RIG-TEG	450.4
Trondheim	11.12.2019	0 Rev. dato 06.01.2020			

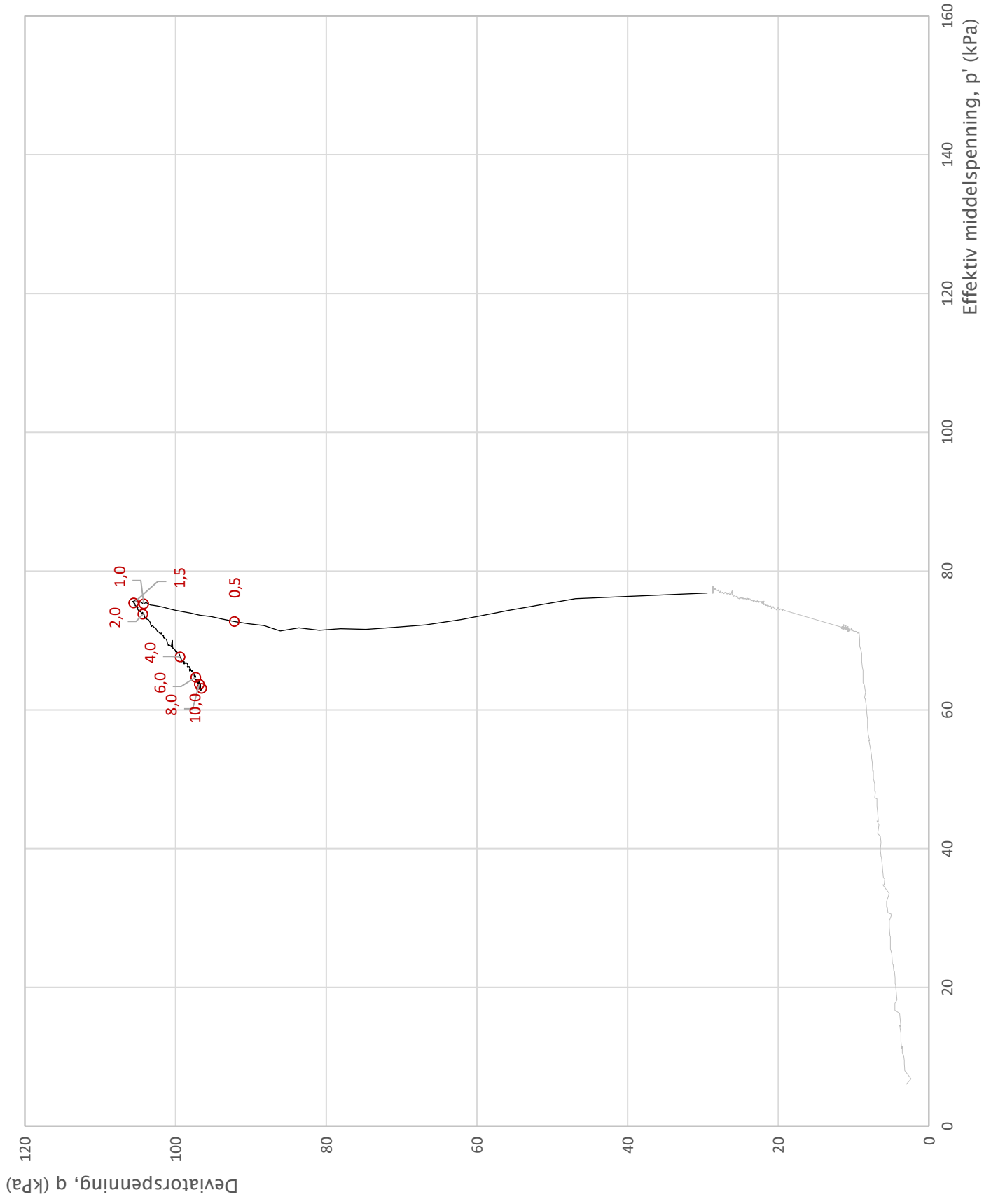


Prosjekt			Prosjektnummer: 10213380. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev01		Borhull	
Jarlheimsletta, geoteknisk grunnundersøkelser					1	
Innhold					Dybde (m)	
Konsolidering					5,20	
Multiconsult	Utført		Kontrollert		Godkjent	
	mash		vt		JSG	
	Kontor		Dato utført		Revisjon	
Trondheim		11.12.2019		0		Forsøkstype
				Rev. dato 06.01.2020		CAUc
						RIG-TEG
						450.5

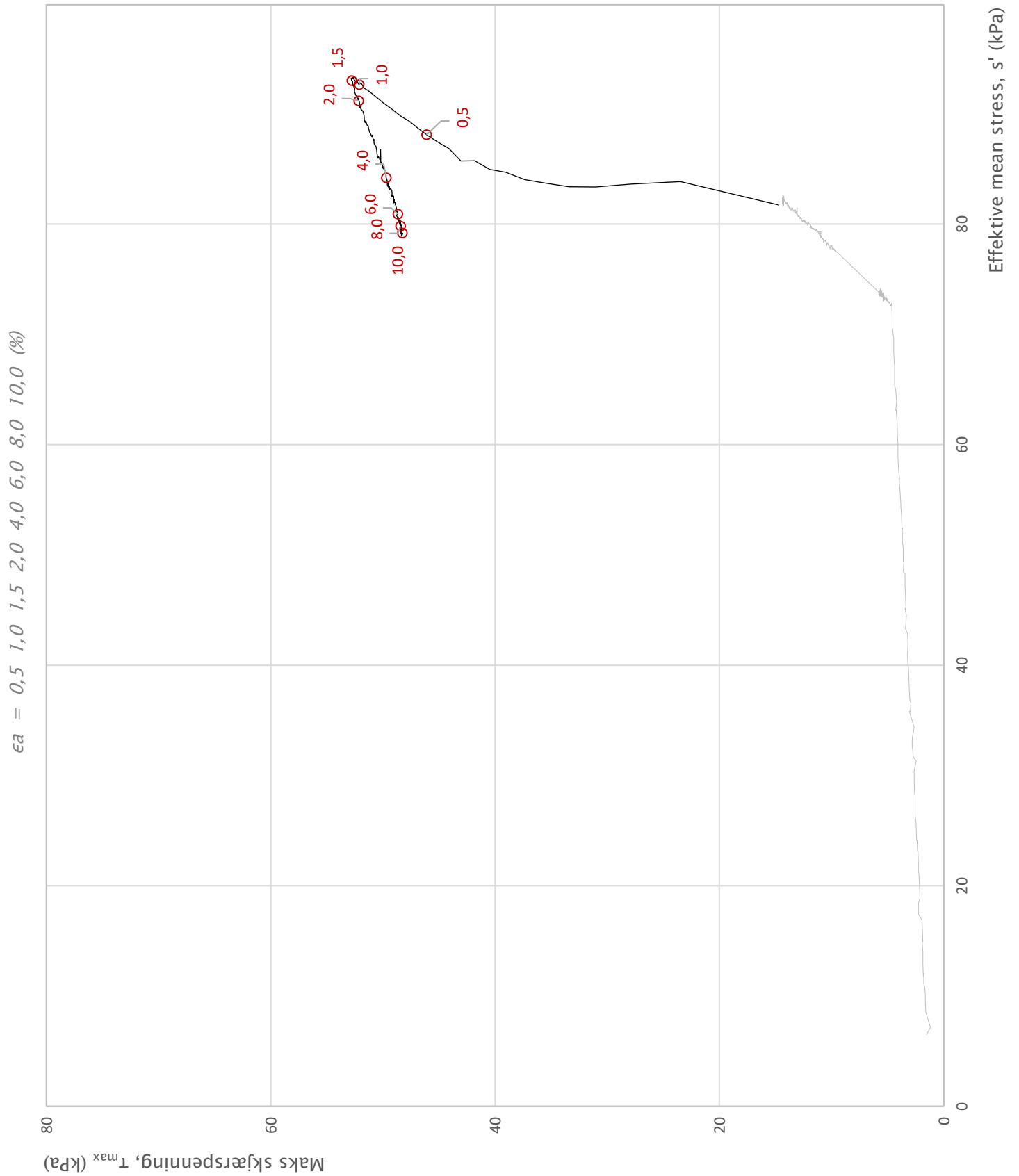


Prosjekt Jarlheimsletta			Prosjektnummer: 10213380. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00		Borhull 1
Innhold Spenningssti i skjærfase, σ'_r - τ plott (NTNU)			Dybde (m) 7,45		
Multiconsult	Utført mash	Kontrollert vt	Godkjent JSG		Forsøkstype CAUc
	Kontor Trondheim	Dato utført 08.01.2020	Revisjon 0 Rev. dato 10.01.2020		RIG-TEG 451.1

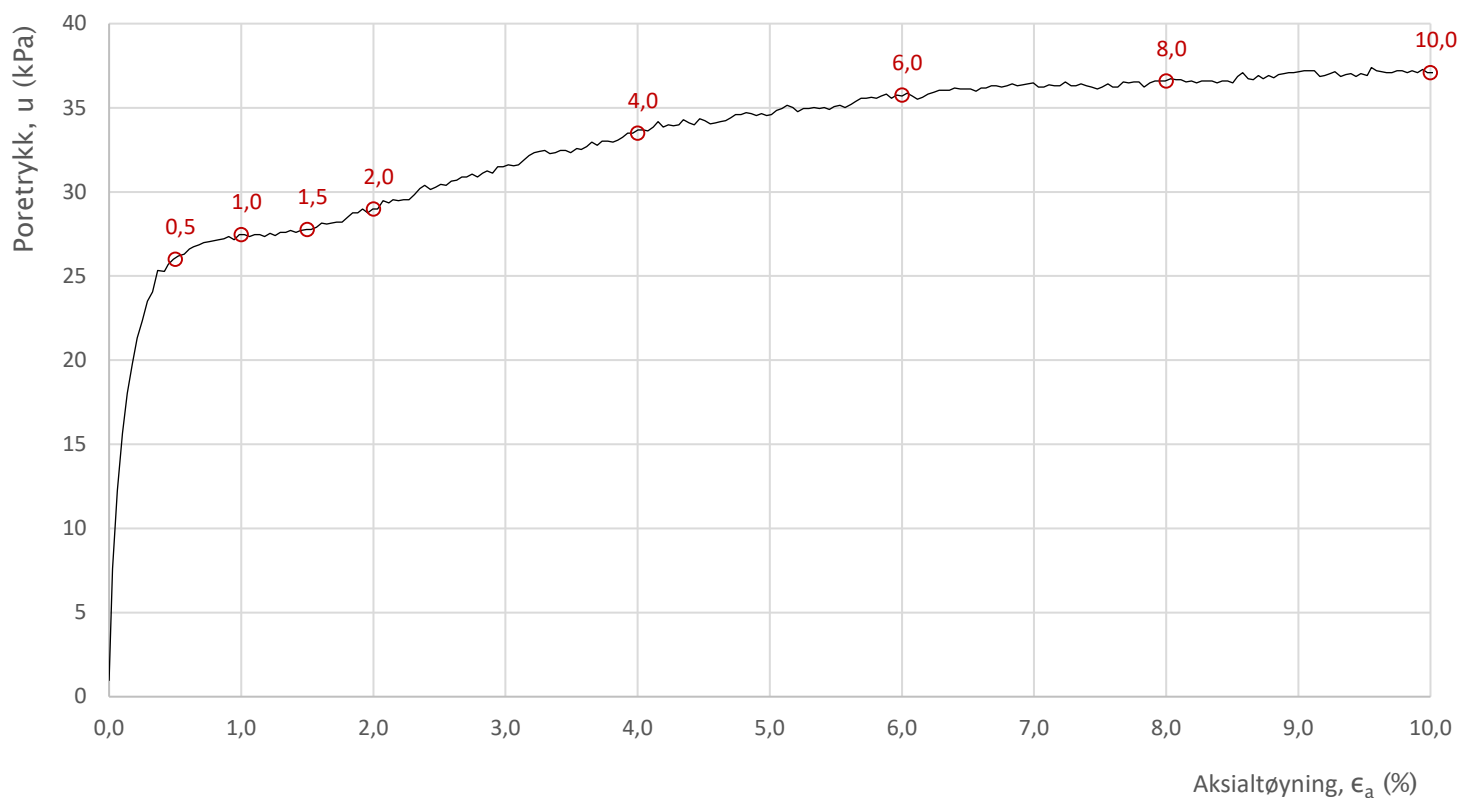
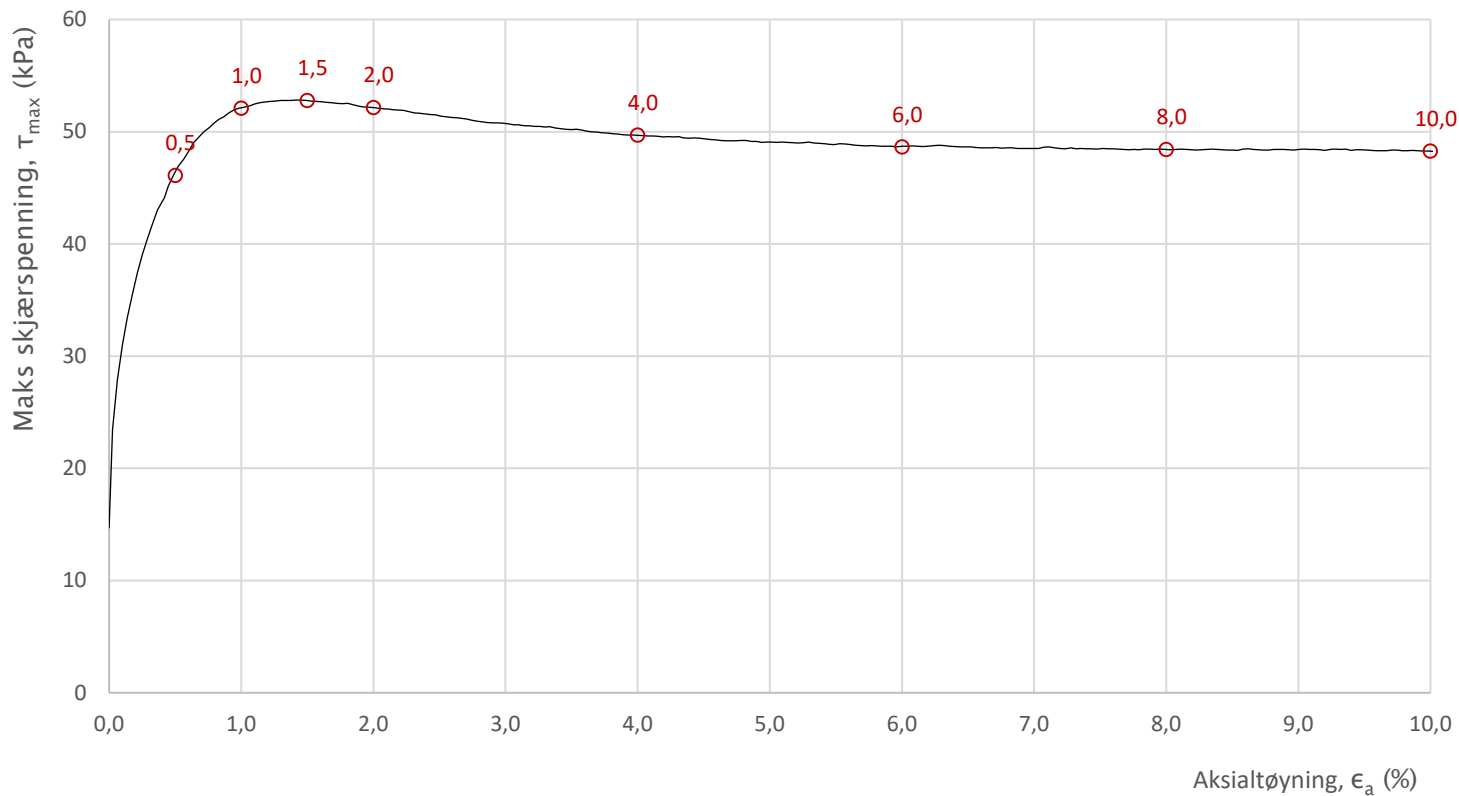
$\epsilon_a = 0,5 \ 1,0 \ 1,5 \ 2,0 \ 4,0 \ 6,0 \ 8,0 \ 10,0 \ (%)$



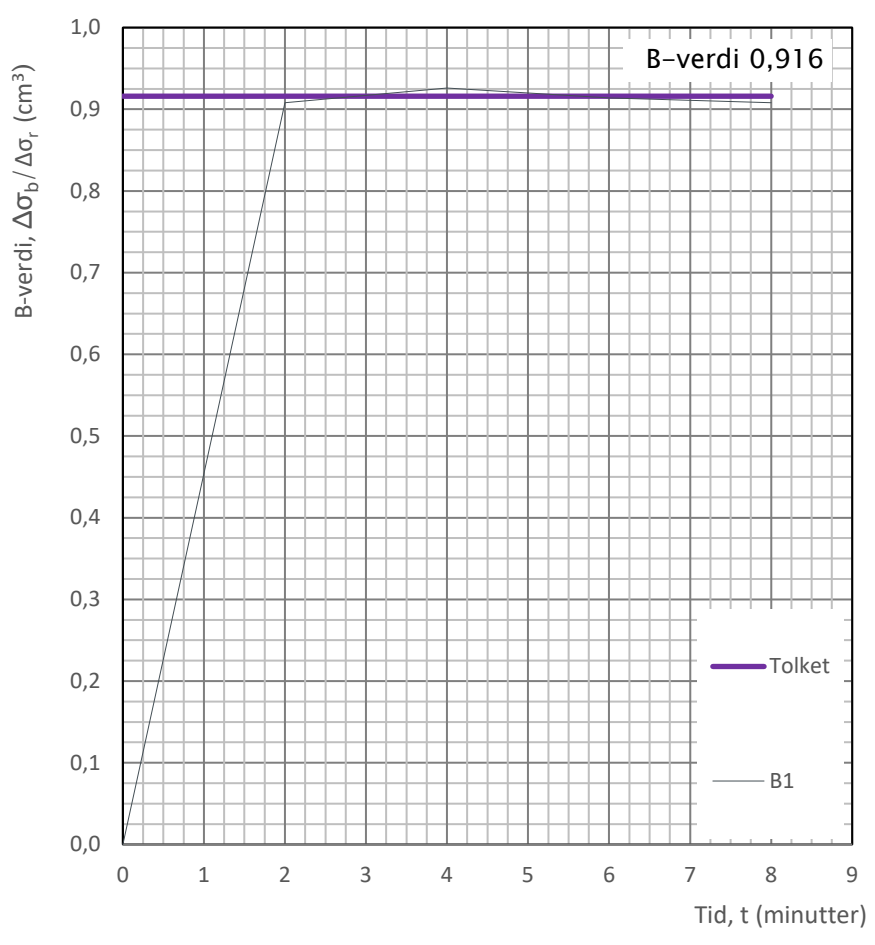
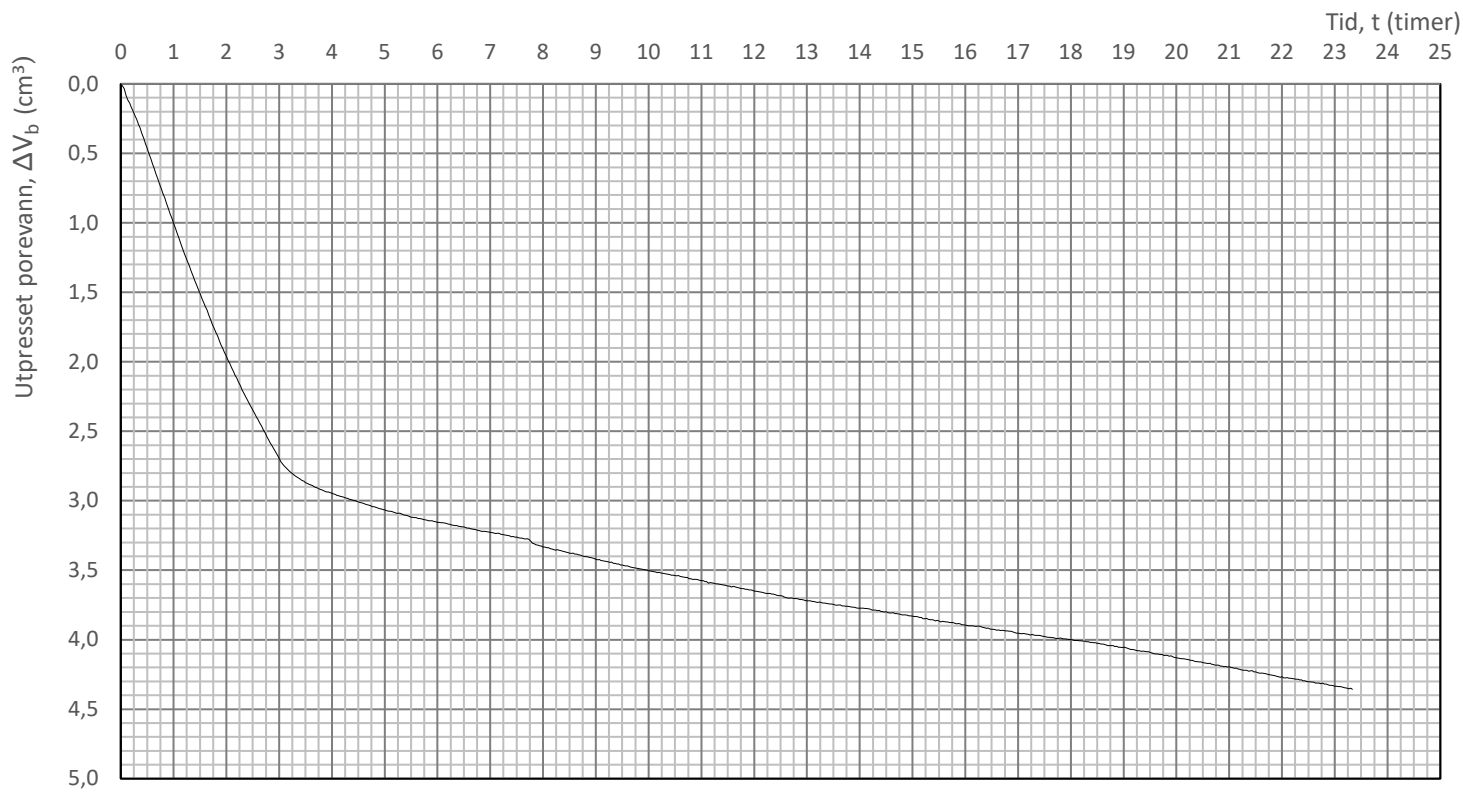
Prosjekt Jarlheimsletta			Prosjektnummer: 10213380. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00		Borhull 1
Innhold Spenningssti i skjærfase, p'-q plott					Dybde (m) 7,45
Multiconsult	Utført mash	Kontrollert vt	Godkjent JSG		Forsøkstype CAUc
	Kontor Trondheim	Dato utført 08.01.2020	Revisjon 0 Rev. dato 10.01.2020		RIG-TEG 451.2



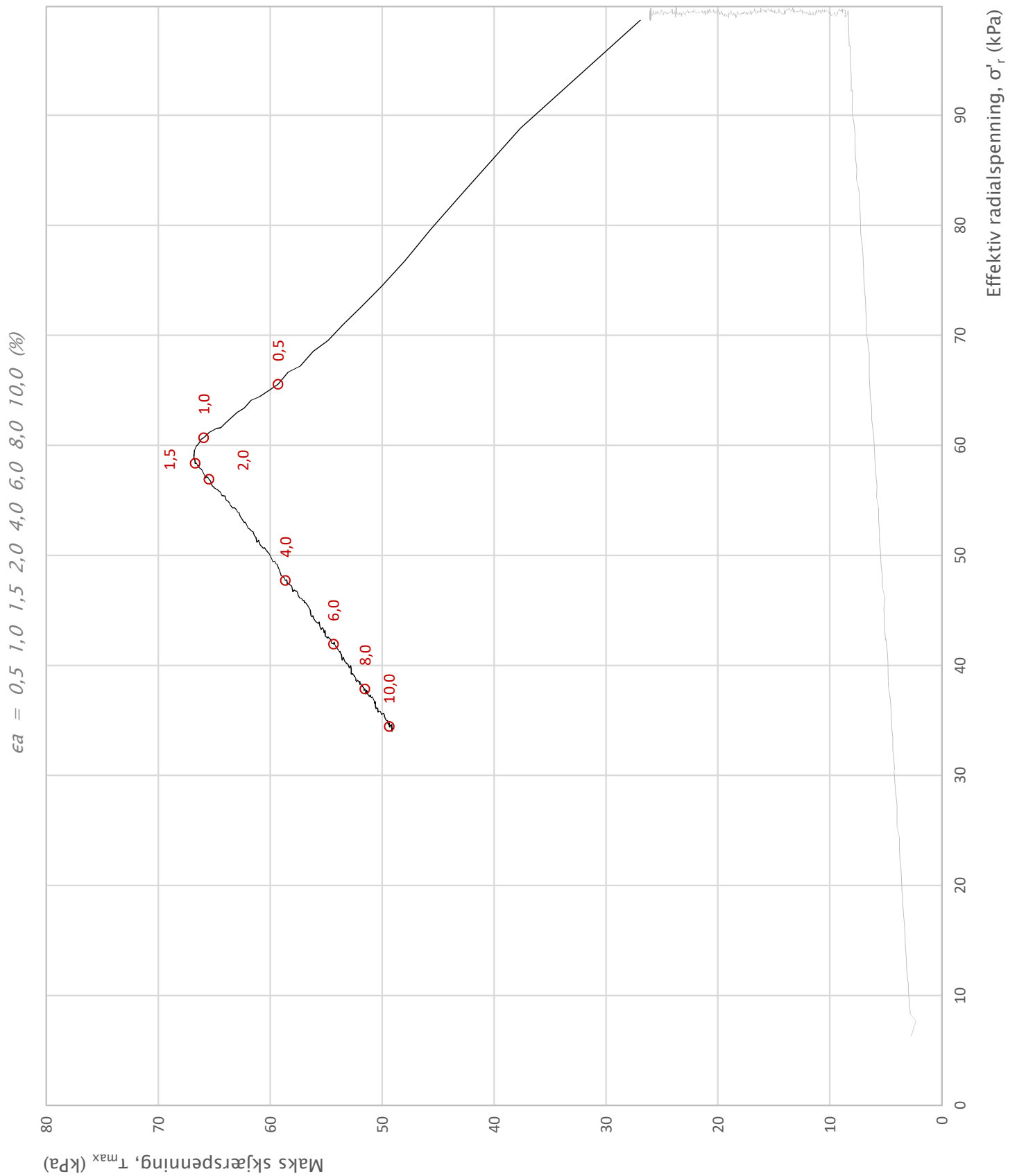
Prosjekt		Prosjektnummer: 10213380. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00		Borhull
Jarlheimsletta				1
Innhold		Spenningssti i skjærfase, s' - τ plott (MIT)		Dybde (m)
				7,45
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype
	mash	vt	JSG	CAUc
	Kontor	Dato utført	Revisjon	RIG-TEG
Trondheim	08.01.2020	0	10.01.2020	451.3



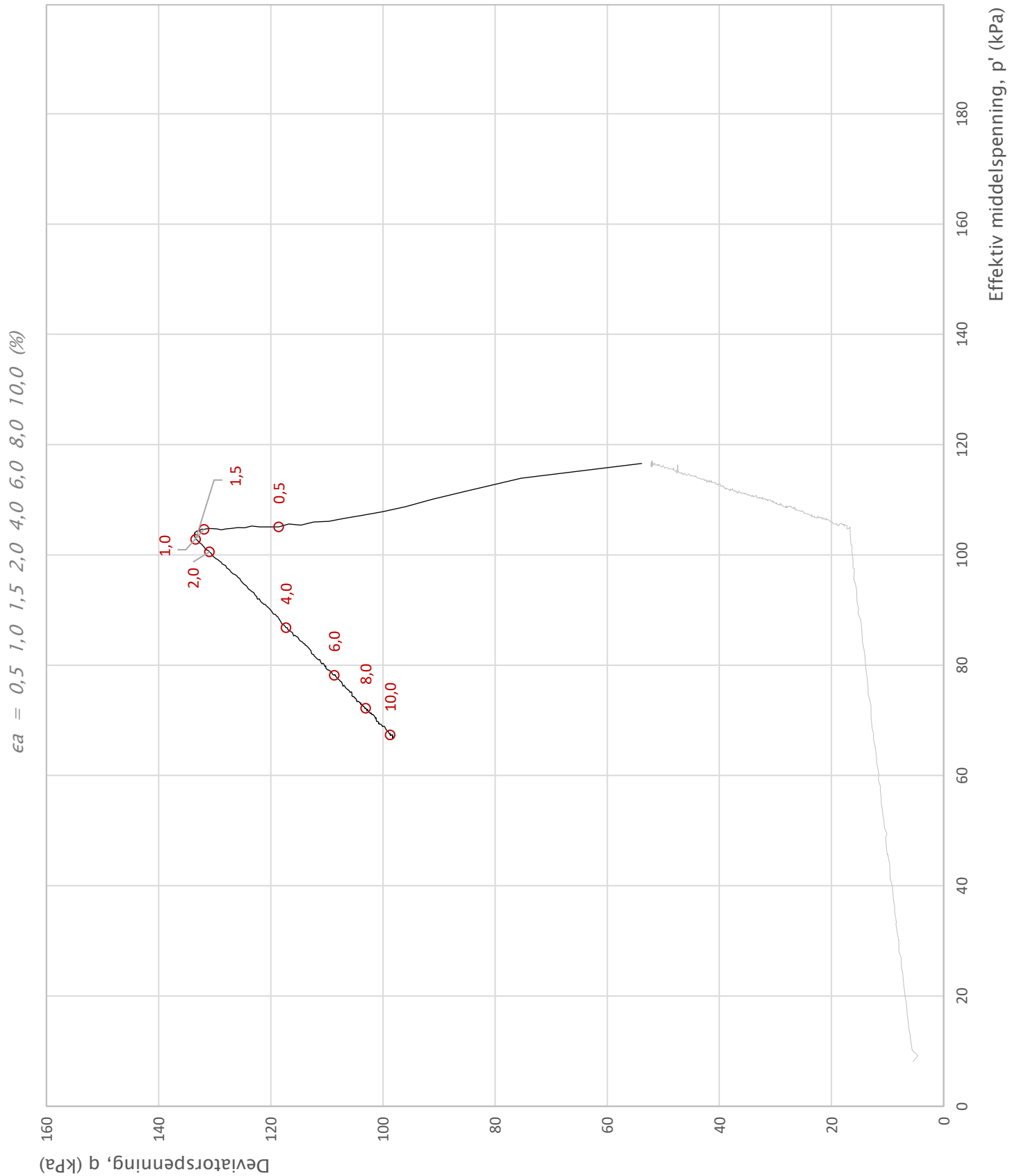
Prosjekt Jarlheimsletta			Prosjektnummer: 10213380. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00		Borhull 1
Innhold Bruddutvikling i skjærfase, ϵ_a - τ og ϵ_a - u plott			Dybde (m) 7,45		
Multiconsult	Utført mash	Kontrollert vt	Godkjent JSG		Forsøkstype CAUc
	Kontor Trondheim	Dato utført 08.01.2020	Revisjon 0 Rev. dato 10.01.2020		RIG-TEG 451.4



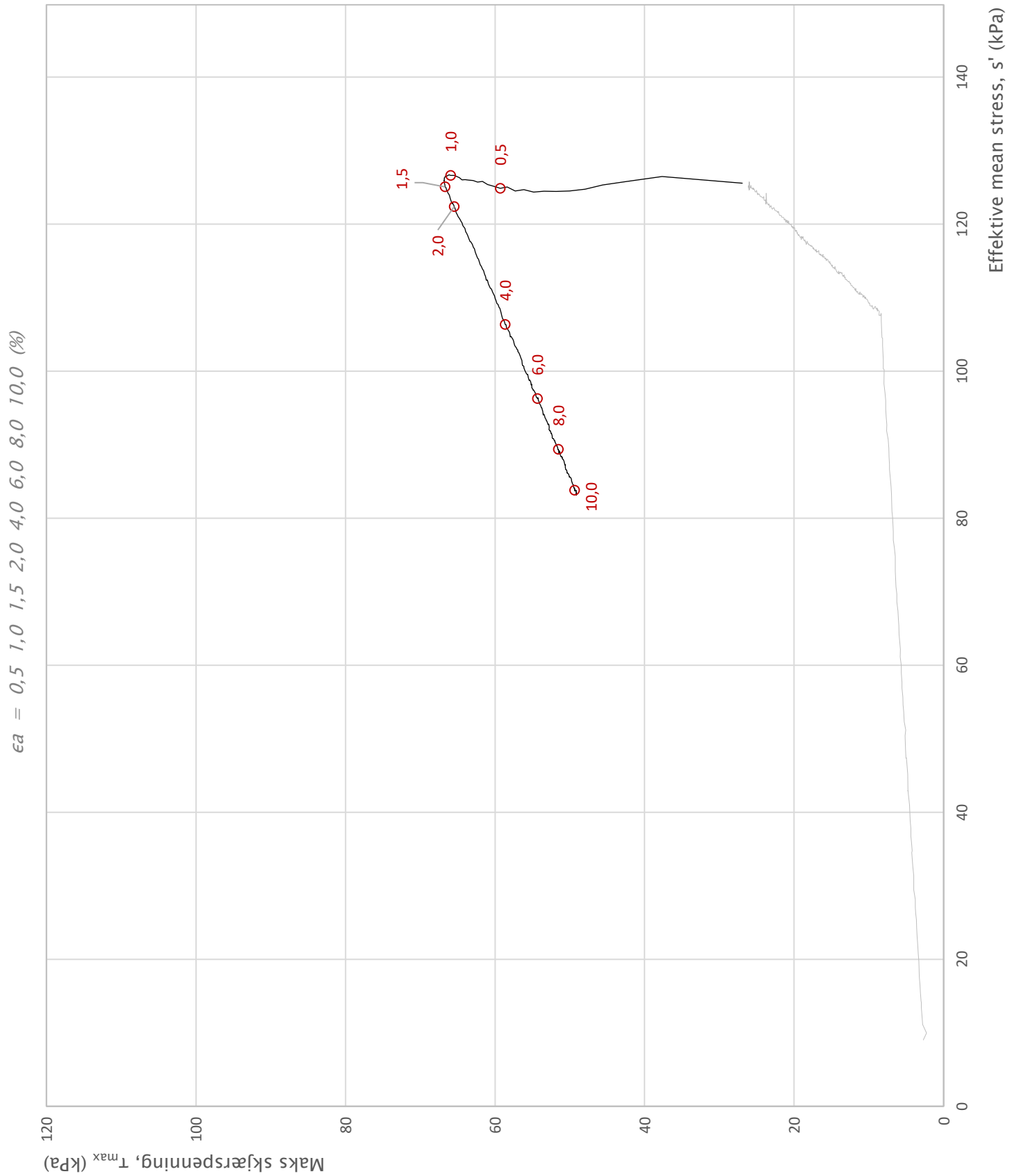
Prosjekt Jarlheimsletta			Prosjektnummer: 10213380. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev00		Borhull 1
Innhold Konsolidering					Dybde (m) 7,45
Multiconsult	Utført mash	Kontrollert vt	Godkjent JSG		Forsøkstype CAUc
	Kontor Trondheim	Dato utført 08.01.2020	Revisjon 0 Rev. dato 10.01.2020		RIG-TEG 451.5



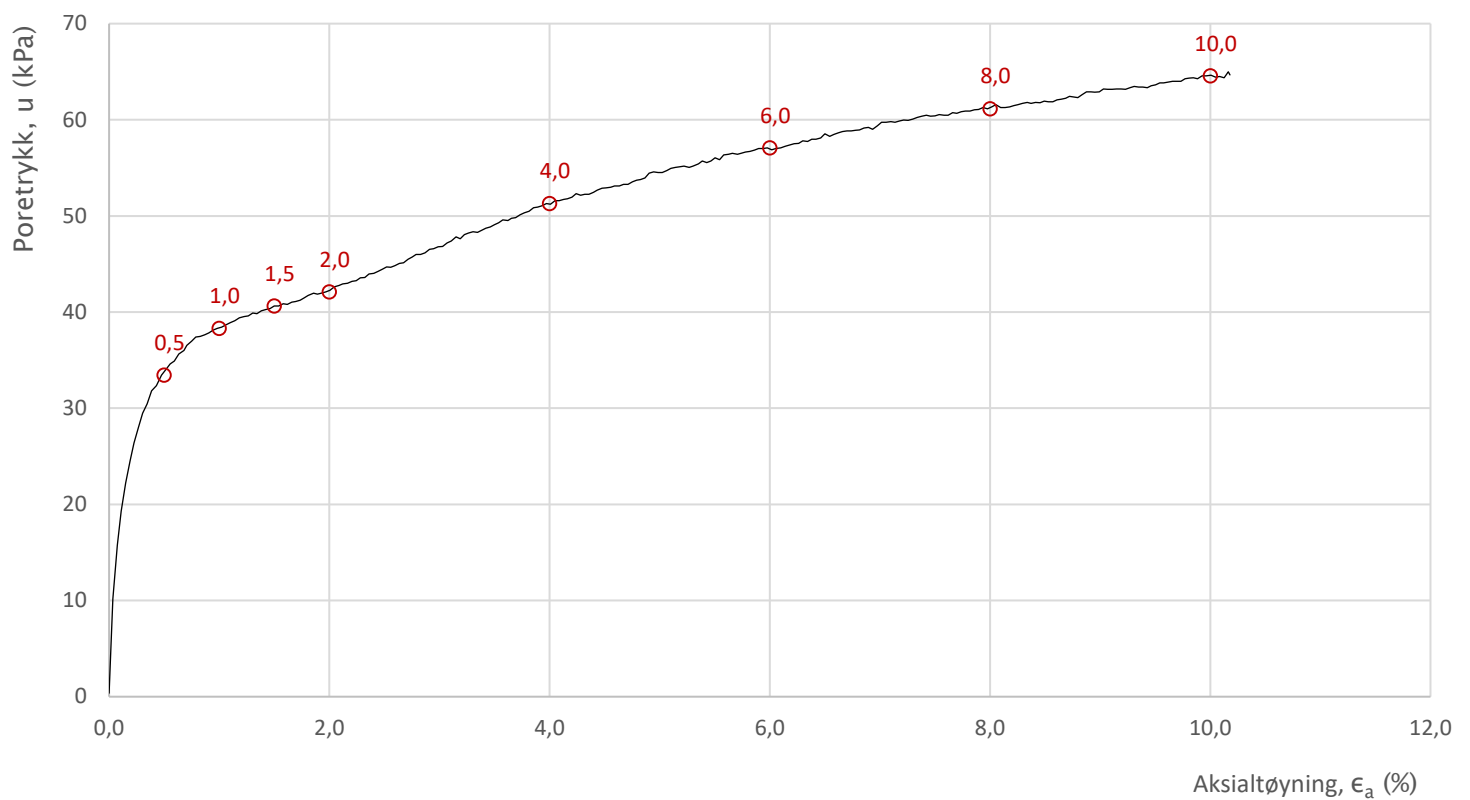
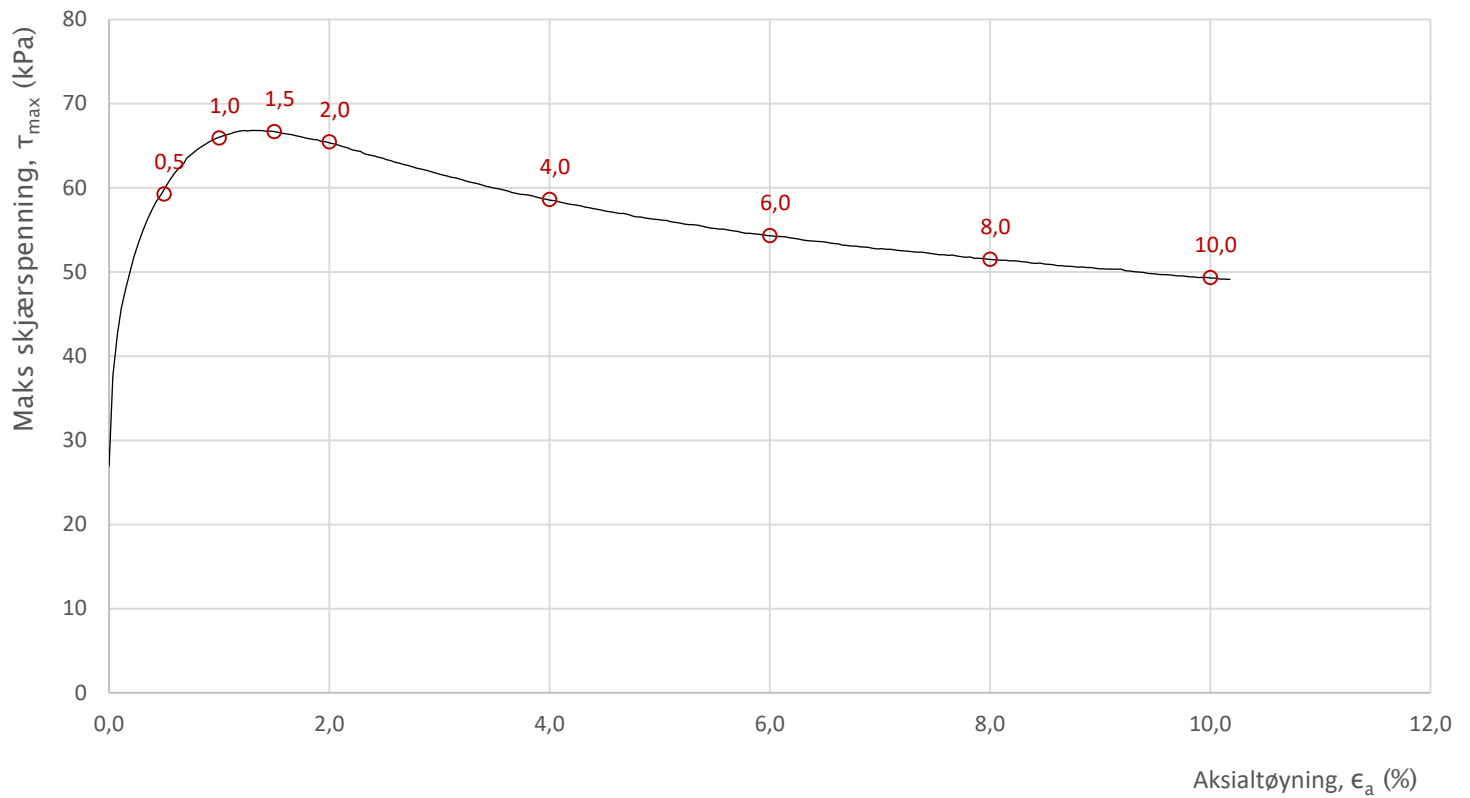
Prosjekt			Prosjektnummer: 10213380. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev01		Borhull
Jarlheimsletta, geoteknisk grunnundersøkelser					1
Innhold			Spenningssti i skjærfase, σ'_r - τ plott (NTNU)		Dybde (m)
					13,50
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype	
	mash	vt	JSG	CAUc	
	Kontor	Dato utført	Revisjon	RIG-TEG	452.1
Trondheim	11.12.2019	0 Rev. dato 06.01.2020			



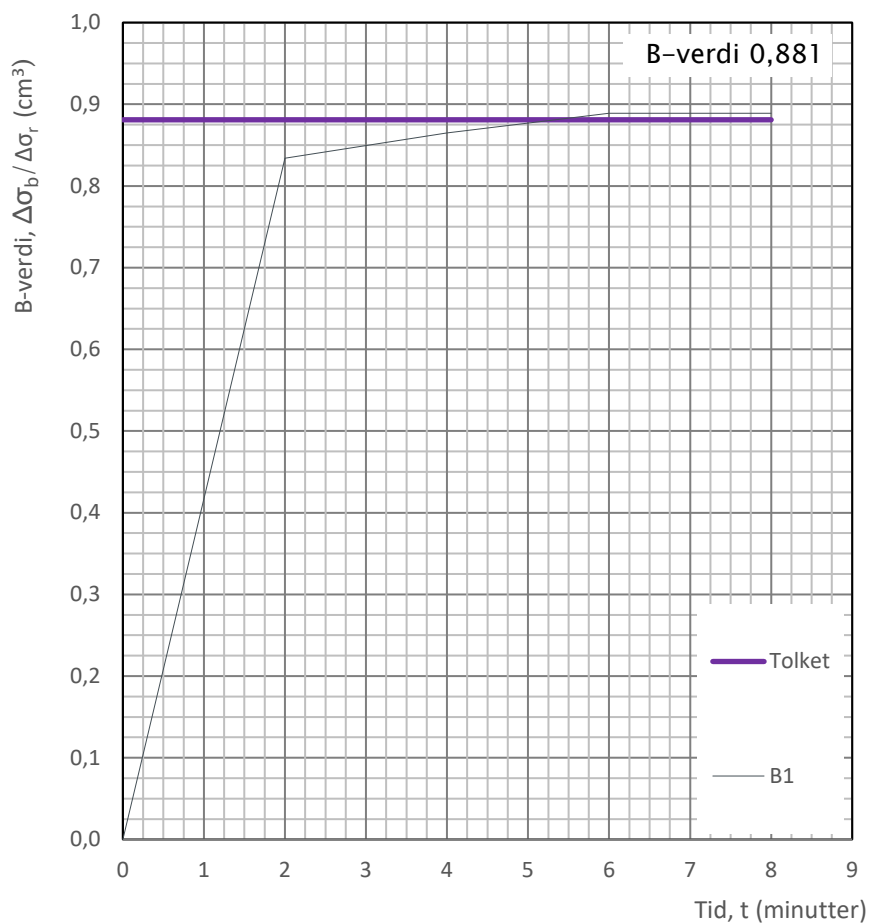
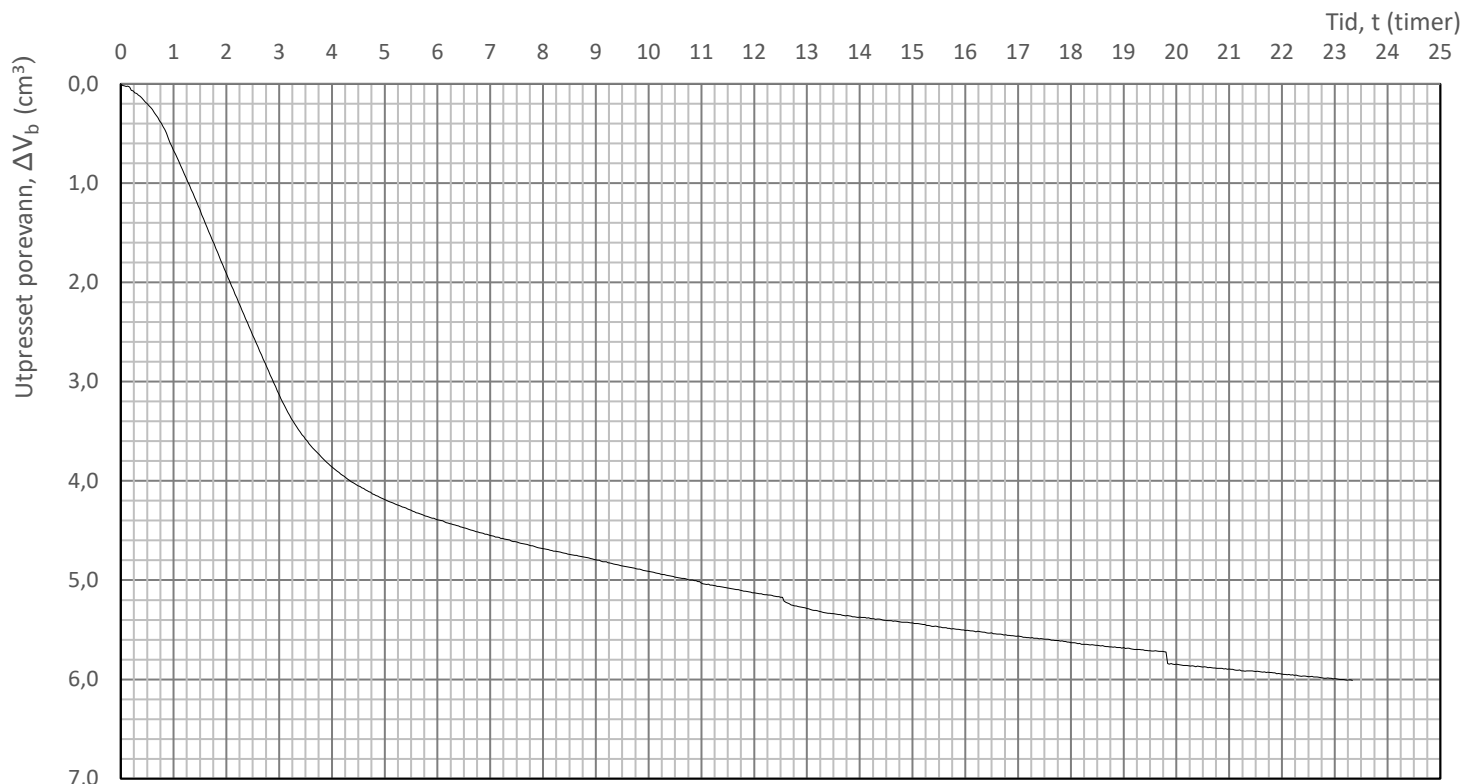
Prosjekt			Prosjektnummer: 10213380. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev01		Borhull
Jarlheimsletta, geoteknisk grunnundersøkelser					1
Innhold			Spenningssti i skjærfase, p'-q plott		Dybde (m)
					13,50
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype	
	mash	vt	JSG	CAUc	
	Kontor	Dato utført	Revisjon	RIG-TEG	
	Trondheim	11.12.2019	0 Rev. dato 06.01.2020	452.2	



Prosjekt			Prosjektnummer: 10213380. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev01		Borhull
Jarlheimsletta, geoteknisk grunnundersøkelser					1
Innhold			Spenningssti i skjærfase, s' - τ plott (MIT)		Dybde (m)
					13,50
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Forsøkstype	
	mash	vt	JSG	CAUc	
	Kontor	Dato utført	Revisjon	RIG-TEG	452.3
Trondheim	11.12.2019	0 Rev. dato 06.01.2020			

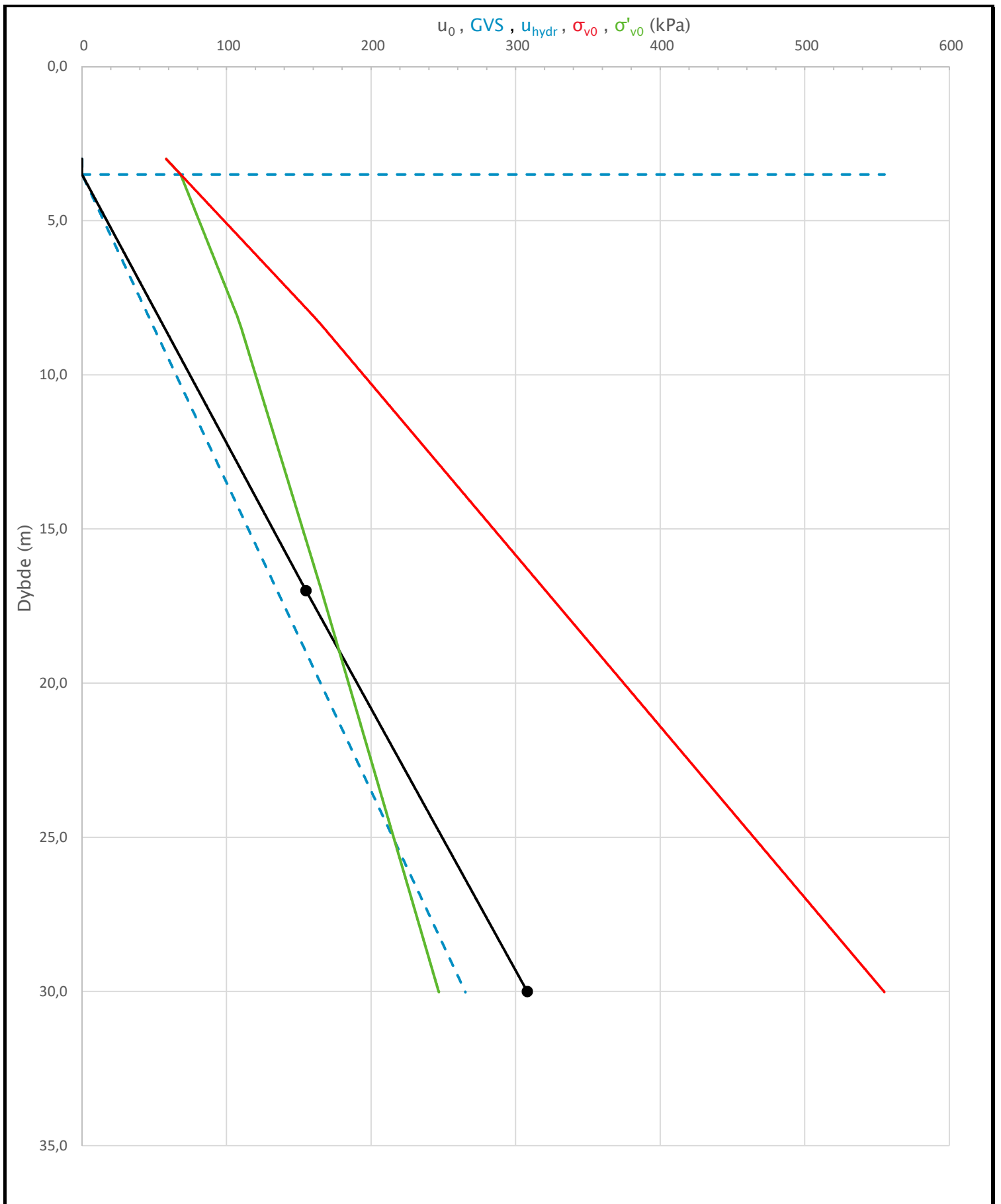


Prosjekt			Prosjektnummer: 10213380. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev01		Borhull
Jarlheimsletta, geoteknisk grunnundersøkelser					1
Innhold			Bruddutvikling i skjærfase, ϵ_a - τ og ϵ_a - u plott		Dybde (m)
					13,50
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent		Forsøkstype
	mash	vt	JSG		CAUc
	Kontor	Dato utført	Revisjon	0	RIG-TEG
Trondheim		11.12.2019	Rev. dato	06.01.2020	452.4

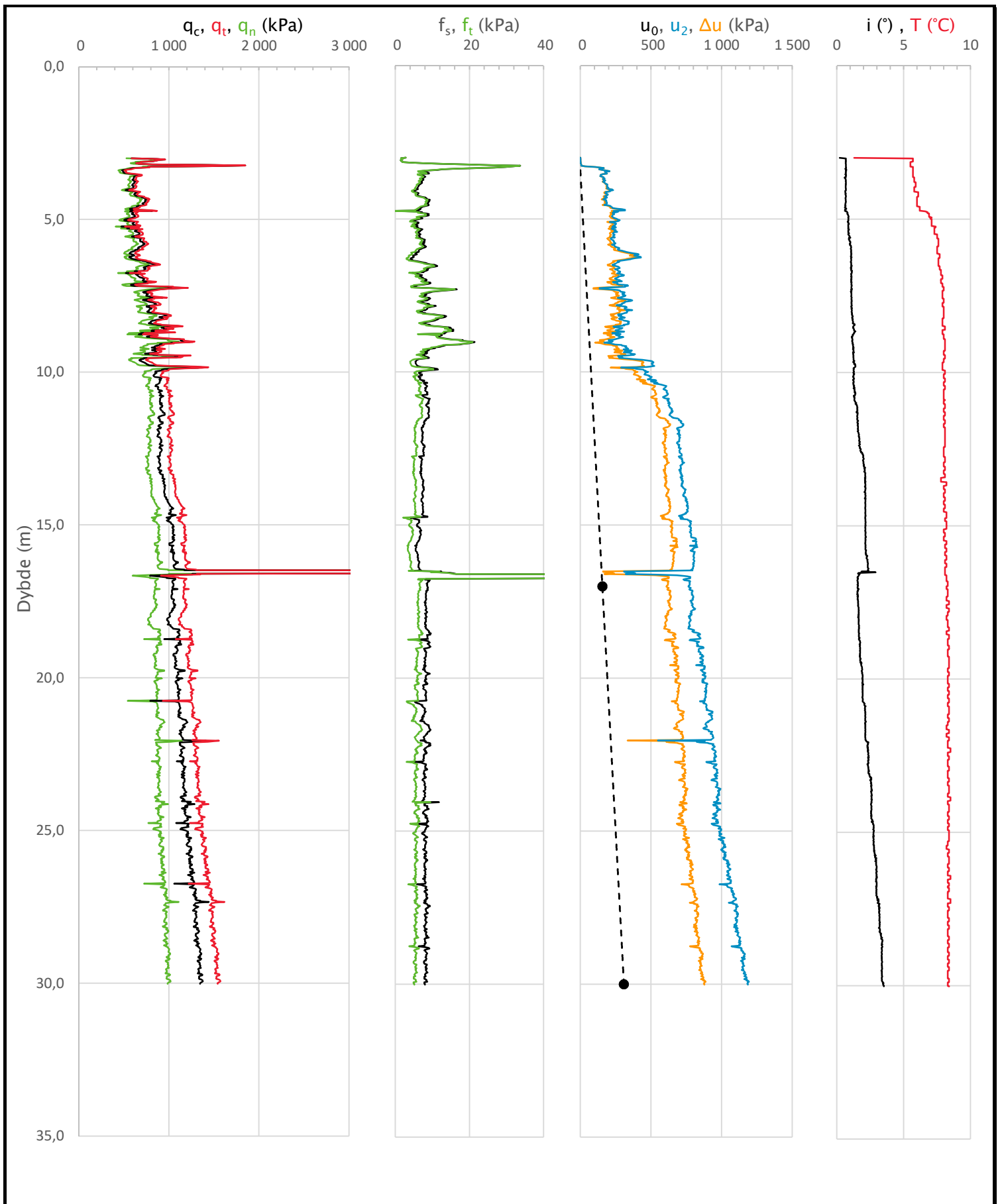


Prosjekt			Prosjektnummer: 10213380. Rapportnummer: RIG-RAP-001_rev01		Borhull		
Jarlheimsletta, geoteknisk grunnundersøkelser					1		
Innhold					Dybde (m)		
Konsolidering					13,50		
Multiconsult	Utført		Kontrollert		Godkjent		
	mash		vt		JSG		
	Kontor		Dato utført		Revisjon		
Trondheim		11.12.2019		0			
				Rev. dato		Forsøkstype	
				06.01.2020		CAUc	
						RIG-TEG	
						452.5	

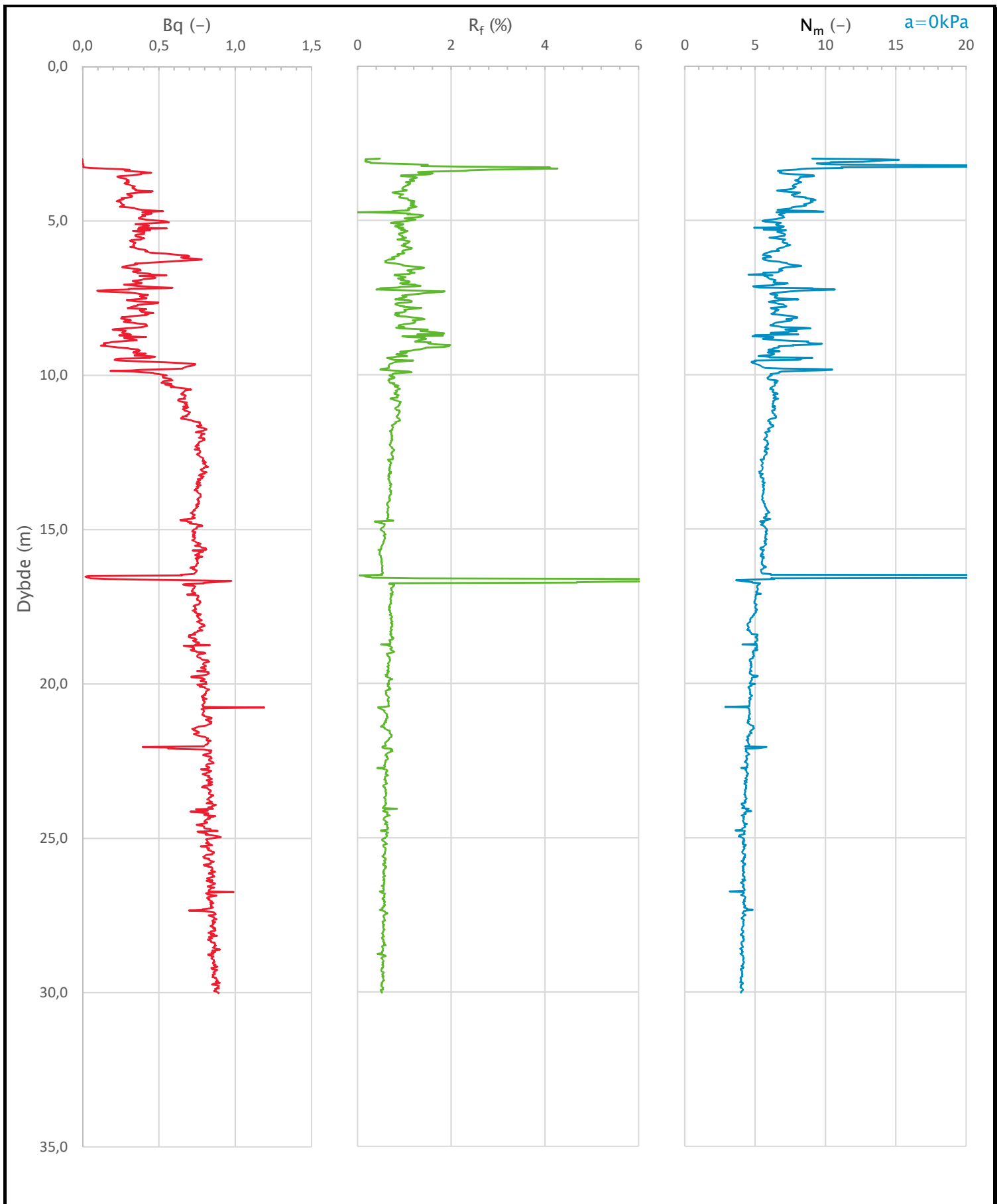
Sonde og utførelse						
Sondennummer	5288		Boreleder	Aslak		
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)	7,2		
Kalibreringsdato	18.02.2019		Maks helning (°)	3,5		
Dato sondering	14.11.2019		Maks avstand målinger (m)	0,02		
Filtertype						
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0,5		2	
Måleområde (MPa)	50		0,5		2	
Skaleringsfaktor	1193		3871		3976	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	-		0,0099		0,0192	
Arealforhold	0,8360		0,0000			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	6,391		0,403		2,991	
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	8098,6		121,3		231,3	
Registrert etter sondering (kPa)	14,1		-1,3		-2,2	
Avvik under sondering (kPa)	14,1		1,3		2,2	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	1,2		0,1		0,5	
Maksverdi under sondering (kPa)	11362,1		87,9		1194,3	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	15,3	0,1	1,4	1,6	2,8	0,2
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	1					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon		Poretrykk		Helning	
OK	OK		OK		OK	
Kommentarer:						
Prosjekt			Prosjektnummer: 10213380 Rapportnummer: RIG-RAP-001			Borhull
Jarlheimsletta						1-CPTU
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					5288	
Multiconsult	Tegnet		Kontrollert		Godkjent	
	IVA		JSG		JSG	
Utførende		Dato sondering		Revisjon		Anvend.klasse
Multiconsult		14.11.2019		0		
				Rev. dato		1
				31.01.2020		500.1



Prosjekt Jarlheimsletta		Prosjektnummer: 10213380 Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull 1-CPTU
Innhold In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				Sondennummer 5288
Multiconsult	Tegnet IVA	Kontrollert JSG	Godkjent JSG	Anvend.klasse 1
	Utførende Multiconsult	Dato sondering 14.11.2019	Revisjon 0 Rev. dato 31.01.2020	RIG-TEG 500.2

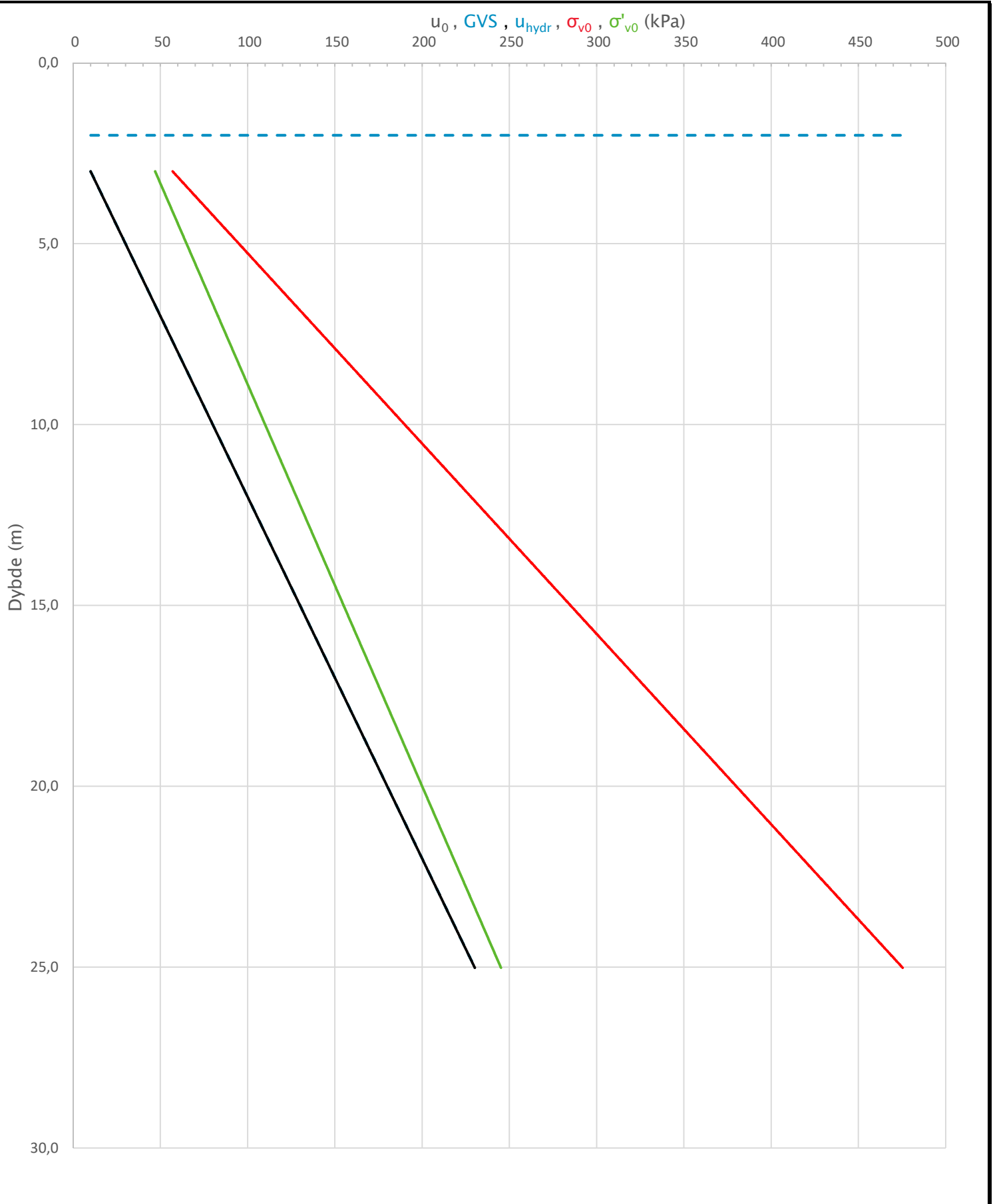


Prosjekt Jarlheimsletta		Prosjektnummer: 10213380 Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull 1-CPTU
Innhold Måledata og korrigerte måleverdier				Sondennummer 5288
Multiconsult	Tegnet IVA	Kontrollert JSG	Godkjent JSG	Anvend.klasse 1
	Utførende Multiconsult	Dato sondering 14.11.2019	Revisjon 0 Rev. dato 31.01.2020	RIG-TEG 500.3

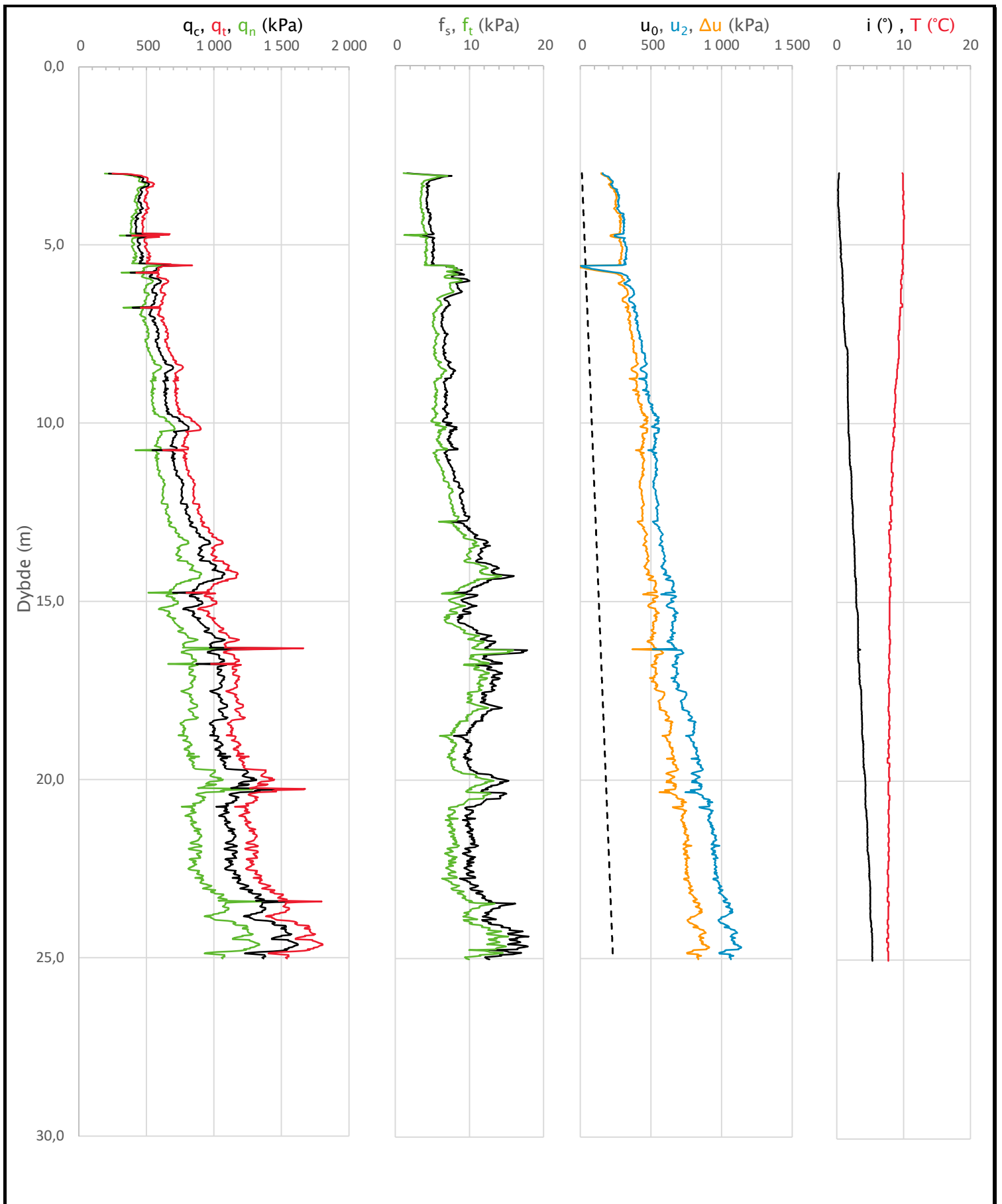


Prosjekt Jarlheimsletta		Prosjektnummer: 10213380 Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull 1-CPTU
Innhold Avledede dimensjonsløse forhold				Sondennummer 5288
Multiconsult	Tegnet IVA	Kontrollert JSG	Godkjent JSG	Anvend.klasse 1
	Utførende Multiconsult	Dato sondering 14.11.2019	Revisjon 0 Rev. dato 31.01.2020	RIG-TEG 500.4

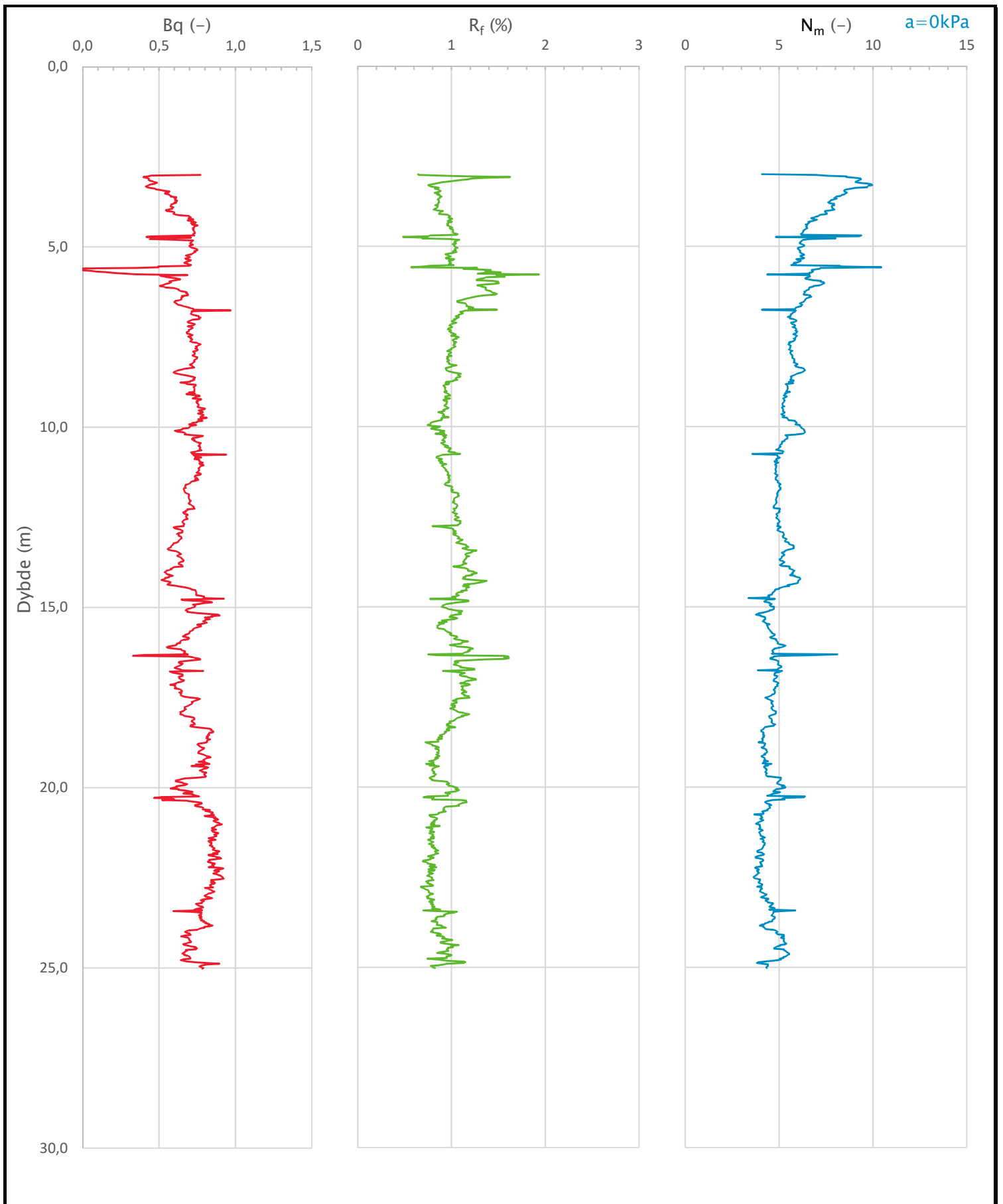
Sonde og utførelse						
Sondennummer	5288		Boreleder		Aslak	
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)		2,6	
Kalibreringsdato	18.02.2019		Maks helning (°)		5,3	
Dato sondering	19.11.2019		Maks avstand målinger (m)		0,02	
Filtertype						
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0,5		2	
Måleområde (MPa)	50		0,5		2	
Skaleringsfaktor	1193		3871		3976	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	-		0,0099		0,0192	
Arealforhold	0,8360		0,0000			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	6,391		0,403		2,991	
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	8116,5		120,7		229,9	
Registrert etter sondering (kPa)	-21,7		-0,3		-1,0	
Avvik under sondering (kPa)	21,7		0,3		1,0	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	0,4		0,0		0,2	
Maksverdi under sondering (kPa)	1631,7		18,0		1139,3	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	22,1	1,4	0,3	1,9	1,2	0,1
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:						
Prosjekt			Prosjektnummer: 10213380 Rapportnummer: RIG-RAP-001			Borhull
Jarlheimsletta						4-CPTU
Innhold					Sondennummer	
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					5288	
Multiconsult	Tegnet		Kontrollert		Godkjent	
	IVA		JSG		JSG	
Utførende		Dato sondering		Revisjon		Anvend.klasse
Multiconsult		19.11.2019		0		
				Rev. dato		RIG-TEG
				31.01.2020		501.1



Prosjekt Jarlheimsletta		Prosjektnummer: 10213380 Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull 4-CPTU
Innhold In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger				Sondennummer 5288
Multiconsult	Tegnet IVA	Kontrollert JSG	Godkjent JSG	Anvend.klasse 1
	Utførende Multiconsult	Dato sondering 19.11.2019	Revisjon 0 Rev. dato 31.01.2020	RIG-TEG 501.2



Prosjekt Jarlheimsletta		Prosjektnummer: 10213380 Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull 4-CPTU
Innhold Måledata og korrigerte måleverdier				Sondennummer 5288
Multiconsult	Tegnet IVA	Kontrollert JSG	Godkjent JSG	Anvend.klasse 1
	Utførende Multiconsult	Dato sondering 19.11.2019	Revisjon 0 Rev. dato 31.01.2020	RIG-TEG 501.3



Prosjekt Jarlheimsletta		Prosjektnummer: 10213380 Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull 4-CPTU
Innhold Avledede dimensjonsløse forhold				Sondennummer 5288
Multiconsult	Tegnet IVA	Kontrollert JSG	Godkjent JSG	Anvend.klasse 1
	Utførende Multiconsult	Dato sondering 19.11.2019	Revisjon 0 Rev. dato 31.01.2020	RIG-TEG 501.4

VEDLEGG 1

Kalibrerings skjema CPTU-sonde

(1 side)

CALIBRATION CERTIFICATE FOR CPT PROBE 5288

Probe No 5288
 Date of Calibration 2019-02-18
 Calibrated by Joakim Tingström.....
 Run No 725
 Test Class: ISO 1

Point Resistance		Tip Area 10cm²	
Maximum Load	50	MPa	
Range	50	MPa	
Scaling Factor	1193		
Resolution	0,6395	kPa	
Area factor (a)	0,836		

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 6,391 kPa
 Temperature range 5 –40 deg. Celsius.

Local Friction		Sleeve Area 150cm²	
Maximum Load	0,5	MPa	
Range	0,5	MPa	
Scaling Factor	3871		
Resolution	0,0099	kPa	
Area factor (b)	0		

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 0,403 kPa
 Temperature range 5 –40 deg. Celsius.

Pore Pressure			
Maximum Load	2	MPa	
Range	2	MPa	
Scaling Factor	3976		
Resolution	0,0192	kPa	

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 2,991 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

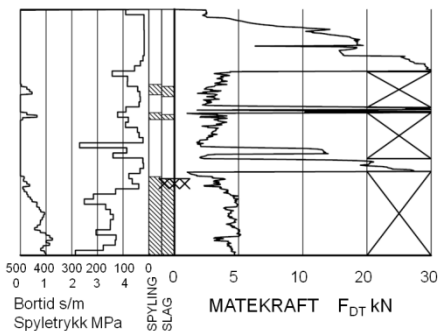


BILAG 1

Feltundersøkelser

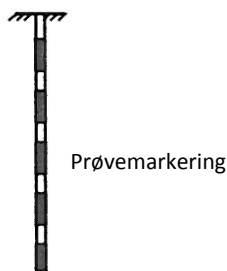
(2 sider)

<p>Avsluttet mot stein, blokk eller fast grunn</p>	<p>Avsluttet mot antatt berg</p>	<p>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».</p>
<p>Forboret Middels stor motstand Meget liten motstand Meget stor motstand Avsluttet uten å nå fast grunn eller berg</p>	<p>Forboret 0,25 0,50 0,75 1,00 Slått med slegge Halve omdreininger pr. m synk</p>	<p>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 dybdeskala 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.</p>
<p>Middels stor motstand Liten motstand Stor motstand 0 50 100 150 kNm/m</p>	<p>0 50 Q₀ kNm/m</p>	<p>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. $Q_0 = \text{loddets tyngde} \cdot \text{fallhøyde/synk pr. slag (kNm/m)}$</p>
<p>CPT2 +18,5 5 10 15 Korr. spissmotstand [MPa] Poretrykk [MPa] Sidefriksjon [MPa]</p>	<p>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).</p>	
<p>0 5 10 20 30 F_{DT} kN</p>	<p>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.</p>	
<p>Stein Borsynk i berg cm/min. 10 15 20</p>	<p>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.</p>	



TOTALSONDERING

Kombinerer metodene dreietrykksondring 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.



PRØVETAKING

Utføres for undersøkelse av jordlagenes geotekniske egenskaper i laboratoriet.

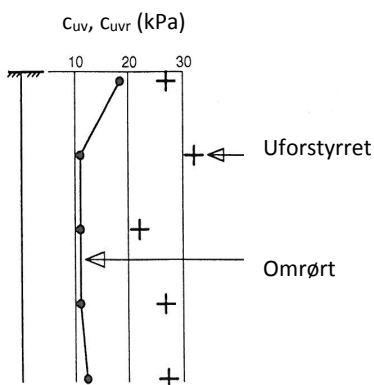
Maskinell naverboring (forstyrrede poseprøver):

Utføres med hul borstang påsveiset en metallspiral med fast stighøyde (auger). Med borrhjull 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):

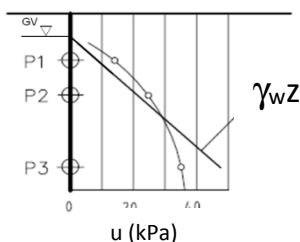
Vanligvis benyttes stempel-prøvetaking med innvendig stempel for opptak av 60-100 cm lange sylinderprøver. Prøvesylinderen kan være av plast eller stål, og det kan benyttes utstyr både med og uten innvendig prøvesylinder. På ønsket dybde skjæres det ut en jordprøve som trekkes opp til overflaten, der 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 stighøyde 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). Leirinholdet 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
<ul style="list-style-type: none"> Fibrig torv Delvis fibrig torv, mellomtorv Amorf torv, svarttorv 	Fibrig med lett gjenkjennelig plantestruktur. Viser noe styrke Gjenkjennelig plantestruktur, ingen styrke i planterestene 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 ovre 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

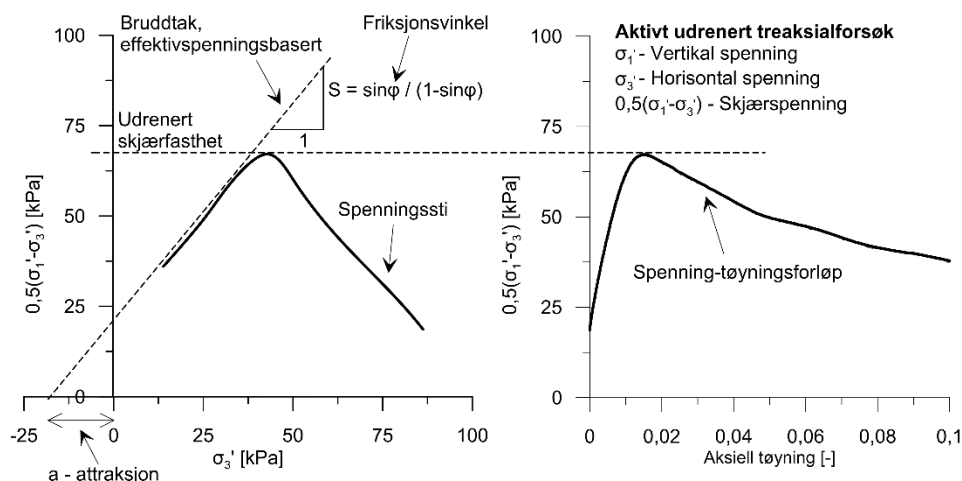
Navn	Symbol	Enhet	Beskrivelse
Densitet	ρ	g/cm ³	Masse av prøve per volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del
Korndensitet	ρ_s	g/cm ³	Masse av fast stoff per volumenhet fast stoff
Tørr densitet	ρ_d	g/cm ³	Masse tørt stoff per volumenhet
Tyngdetetthet	γ	kN/m ³	Tyngde av prøve per volumenhet ($\gamma = \rho g = \gamma_s(1+w/100)(1-n/100)$, 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) ($c_{u\text{CPTU}}$) eller vingebor (uforstyrret c_{uv} , omrørt c_{uvr}).

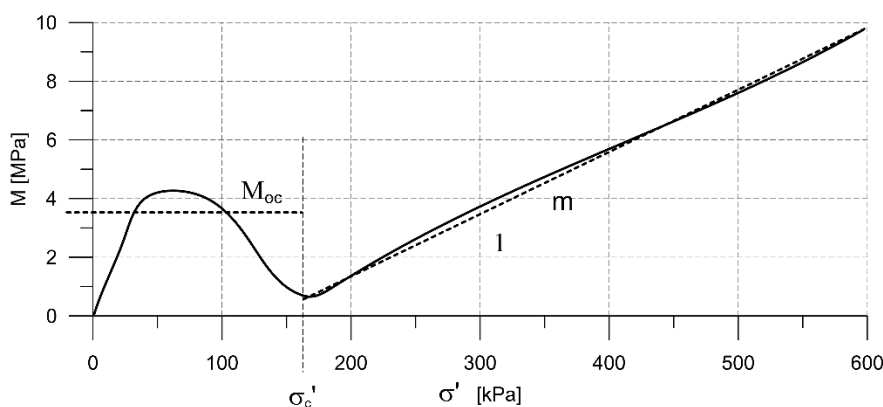


SENSITIVITET

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), 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 $M = \Delta\sigma' / \Delta\epsilon$. 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

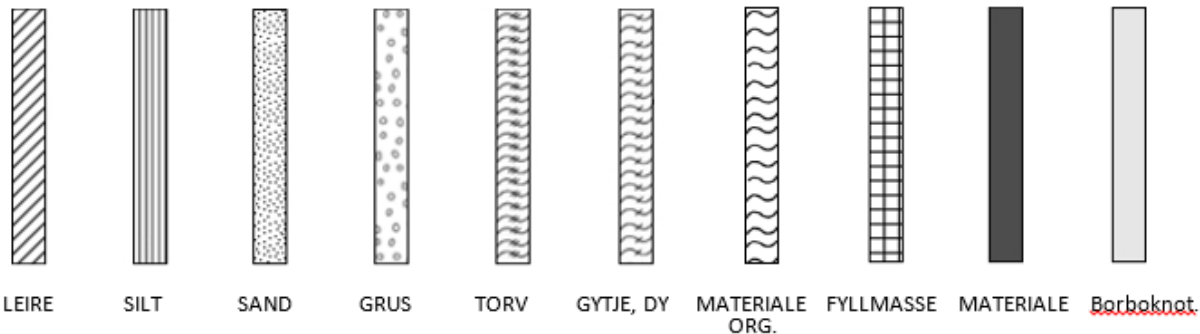
Ved komprimering av en jordart oppnås tettere lagring av mineralkornene. Komprimeringsegenskapene for en jordart bestemmes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Standard eller Modifisert Proctor). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr densitet ρ_d som funksjon av innbyggingsvanninnhold w_i . Den maksimale tørrdensiteten som oppnås (ρ_{dmax}) benyttes ved spesifikasjon 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 maksimumsgrense 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 maksimumsgrense vil verdien oppgis i siffer ved grafens øvre ytterpunkt.

Uomrørt konus c_{urfc}		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	Støtflytegrense
NS8002	Konusflytegrense
NS8003	Plastisitetsgrense (utrullingsgrense)
NS8004	Svinggrense
NS8005, NS-EN ISO 17892-4	Kornfordelingsanalyse
NS8010, NS-EN ISO 14688-1 og -2	Jord – bestanddeler og struktur. Klassifisering og indentifisering.
NS8011, NS-EN ISO 17892-2	Densitet
NS8012, NS-EN ISO 17892-3	Korndensitet
NS8013, NS-EN ISO 17892-1	Vanninnhold
NS8014	Poretall, porøsitet og metningsgrad
ISO 17892-6:2017	Skjærfasthet ved konusforsøk
NS8016	Skjærfasthet ved enaksialt trykkforsøk
NS8017	Ødometerforsøk, trinnvis belastning
NS8018	Ødometerforsøk, kontinuerlig belastning
NS-EN ISO/TS 17892-8 og -9	Treaksialforsøk (UU, CD)
Statens vegvesen Håndbok R210	Laboratorieundersøkelser