
GEOTEKNISK DATARAPPORT



Kunde: Bane NOR Eiendom

Prosjekt: Quadrum infrastruktur

Prosjektnummer: 10210295

Dokumentnummer: RIG-RAP-01

Rev.: 00

Sammendrag:

Sweco Norge AS har fått i oppdrag av Bane NOR Eiendom å utføre geoteknisk prosjektering for Quadrum i Kristiansand. Resultatene fra undersøkelsene er sammenstilt i denne datarapporten.

Det er utført grunnundersøkelser i området flere omganger. Denne supplerende grunnundersøkelsen er utført for å kartlegge grunnforhold øst på tomten mer nøyaktig.

Grunnundersøkelser består av 7 totalsonderinger, 5 CPTU-sonderinger og 2 prøveserier.

Feltarbeidene er utført av Romerike Grunnboring AS i juli 2020. Laboratorieundersøkelser er utført av Multiconsult AS i juli 2020.

Rapporten gir en oppsummering av utførte grunn- og laboratorieundersøkelser. Det er ikke foretatt geotekniske vurderinger i denne rapporten.

Rapporteringsstatus:

- Endelig
- Oversendelse for kommentar
- Utkast

Utarbeidet av: Mingbo Yang	Sign.:  Digitally signed by Mingbo Yang Reason: I am the author of this document Date: 2020.09.11 13:13:28 +02'00'
Kontrollert av: Anna-Karin Karlsson	Sign.: 
Prosjektleder: Christian Ferling	Prosjekteier: Arne Bjørseth Nilsen

Revisjonshistorikk:

Rev.	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet av	Kontrollert av
00	11.09.2020	Utarbeidelse av rapporten	NOMING	NOANNK

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	4
2	Lokalisering og tilgjengelig geoteknisk informasjon	4
3	Grunnundersøkelser	6
3.1	Tidligere grunnundersøkelser	6
3.2	Supplerende grunnundersøkelser	7
4	Grunnforhold.....	7
5	Referanser	8

1 Innledning

Sweco Norge AS har fått i oppdrag av Bane NOR Eiendom å utføre geoteknisk prosjektering for Quadrum i Kristiansand.

Grunnundersøkelsene består av 7 totalsonderinger, 5 CPTU-sonderinger og 2 prøveserier. Feltarbeidene er utført av Romerike Grunnboring AS i juli 2020. Laboratorieundersøkelser er utført av Multiconsult AS i juli 2020. Resultatene fra lab- og feltundersøkelsene er sammenstilt i denne datarapporten.

2 Lokalisering og tilgjengelig geoteknisk informasjon

Figur 1, 2 og 3 viser oversiktskart over planområdet. Området huser i dag Kristiansand togstasjon, samt noen industribygg. Området ligger på kote ca. +5,0 moh.

Omfanget av utbyggingsområdet er markert i rød sirkel i de følgende figurene. Borplan er presentert i vedlegg 1.



Figur 1: Oversiktskart (ref: <https://kart.finn.no/>) [1]

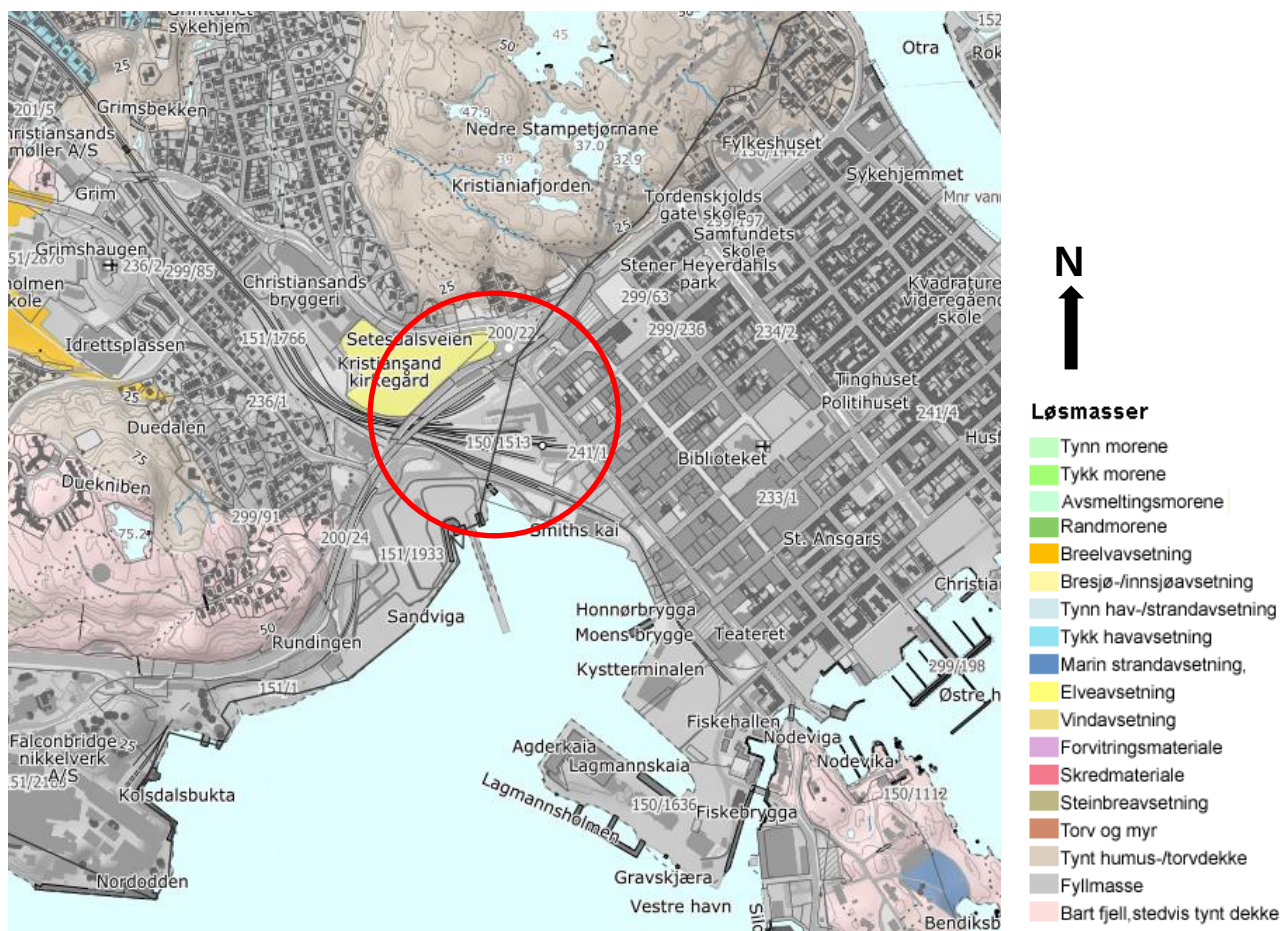


Figur 2: Oversiktskart (ref: <https://kart.finn.no/>) [1]



Figur 3: Oversiktskart, flyfoto (ref: <https://kart.finn.no/>) [1]

Figur 4 viser løsmassekart fra NGU. I følge løsmassekart består området av fyllmasser. Nordvest for området er det registrert elveavsetning.



Figur 4: Løsmassekart over området (ref: <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>) [2]

3 Grunnundersøkelser

3.1 Tidligere grunnundersøkelser

Det var utført grunnundersøkelser i området flere omganger. Alle borpunkter er samlet og tegnet inn i borplanen, se vedlegg 1.

Tilgjengelige borpunkter fra tidligere grunnundersøkelser:

- Grunnundersøkelser utført fra Statens Vegvesen Vegdirektoratet, SVV fra 2004 [3].
- Grunnundersøkelser utført av NGI fra 2007 [4].
- Grunnundersøkelser utført av Multiconsult fra 2019 [5].

3.2 Supplerende grunnundersøkelser

Supplerende/ nye grunnboringer er utført av Romerike Grunnboring AS i juli 2020, hvorav det ble utført 7 totalsonderinger, 5 CPTU-sonderinger og 2 prøveserier. Borpunktene er oppmålte og koordinatbestemt i NTM 7 med høyde NN1954.

Tabell 1 Omfanget av nye grunnundersøkelsene

Borpunkt	X	Y	Terrengkote [moh]	Metode
P1	1016326.681	128637.984	+5.8	Totalsondering, CPTu
P2	1016362.234	128642.992	+4.9	Totalsondering, CPTu
P3	1016412.370	128673.455	+5.6	Totalsondering, CPTu, 54 mm sylindprøver
P4	1016423.039	128680.050	+5.8	Totalsondering, CPTu
P5	1016383.853	128741.098	+5.7	Totalsondering
P6	1016364.759	128706.051	+6.2	Totalsondering, CPTu, poseprøver
P7	1016320.480	128694.999	+5.8	Totalsondering

For beskrivelse av boremetoder henvises det til TILLEGG i rapporten.

4 Grunnforhold

Tabellen under gir en oversikt av grunnforholdet fra supplerende grunnundersøkelsene.

Tabell 2 Grunnforhold sammendrag

Borpunkt	Beskrivelse
P1	Totalsonderingen viser relativt faste masser med unntak av relativt bløte masser i 1-3 m. Sonderingen avsluttet i løsmasser i 80 m.
P2	Profilen er lik P1. Totalsonderingen avsluttet i løsmasser i 78,6 m. CPTU-sonderingen viser sandige masser fra ca. 1-12,5 m.
P3	Totalsonderingen indikerer varierte masser. Fra 3-5 m og 10,5-25 m dybde er det registrert med veldig lav styrke. Det traff trolig grus / blokk i ca. 22 m. Videre varierer styrken ned til dybde 30 m og igjen bløte masser. Fra dybde 37 m øker styrken med dybden. Totalsonderingen avsluttet i løsmasser i 80 m. CPTU-sonderingen viser sandige masser fra ca. 3-11 m og sensitive masser fra 11-22 m. Det er opptatt 54 mm sylindprøveserien fra ca. 10,5 - 21,5 m. Leiren betegnes som middels til meget sensitiv med middels/høy sensitivitet. Udrenert skjærfasthet til leiren er hovedsakelig middels fast. Vanninnholdet w ligger på rundt 55%. Densiteten er på ca. 1,72 g/cm ³ . Plastisitetsindeksen viser høy plastisitet med 25-60 % som indikerer meget plastisk leire. Organisk innhold er lav. Det er ikke påvist kvikkleire fra prøveserien.

P4	Profilen er ganske lik P3. Totalsonderingen avsluttet i løsmasser i 80 m. CPTu-sonderingen viser sandige masser fra ca. 3-8,7 m.
P5	Profilen er ganske lik P3 og P4. Totalsonderingen avsluttet i trolig veldig fast morene/ antatt berg i 86 m.
P6	Totalsonderingen viser relativt fastere masser ift. de andre sonderinger. Totalsonderingen avsluttet i ganske fast lag i 80 m. CPTu-sonderingen viser sandige masser fra ca. 2-12 m. Det er tatt opp 10 stk. poseprøver fra 3-23 m. Løsmasser er i hoved sak fyllmasser, siltig, grusig sand med noen innslag av organisk materiale. Vanninnholdet varierer fra 20-60%. Prøveserien viser til verdier fra 0,8-15,5 % med organisk innhold, som tilsier fra veldig lavt til middels organisk innhold.
P7	Totalsonderingen viser enda fastere masser som er vist fra P6. Sonderingen avsluttet i løsmasser i 106 m.

5 Referanser

- [1] Finn, «Oversiktskart».
- [2] NGU, «Løsmassekart.».
- [3] Statens Vegvesen, *Vedlegg til Rapport: 200302783-71*, Oslo: Statens Vegvesen, 2004.
- [4] Norges Geotekniske Institutt, *Kristiansand Sjøfront - Grunnundersøkelser, datarapport*, Oslo: NGI, 2008.
- [5] Multiconsult AS, *Quadrum Kristiansand - Geotekniske grunnundersøkelser, datarapport*, Oslo: Multiconsult AS, 2019.
- [6] Norconsult AS, *Kristiansand Havneavsnitt Vest, Utvidelse av fergeterminal - Utredning av aktsomhetssoner og faresoner for kvikkleire*, Oslo: Norconsult AS, 2019.

TILLEGG

TILLEGG 1 TEGNFORKLARINGER OG JORDARTSKLASSIFISERING

TILLEGG 2 MARKUNDERSØKELSER – BOREMETODER

TILLEGG 3 LABORATORIEUNDERSØKELSER

VEDLEGG

VEDLEGG 1 BORPLAN

VEDLEGG 2 TOTALSONDERINGER OG CPTU-SONDERINGER

VEDLEGG 3 LABORATORIEUNDERSØKELSER

TILLEGG

TILLEGG 1: TEGNFORKLARING OG JORDARTKLASSIFISERING

TILLEGG 2: MARKUNDERSØKELSER – BOREMETODER

TILLEGG 3: LABORATORIEUNDERSØKELSER

TEGNFORKLARING OG JORDARTSKLASSIFISERING

TEGNINGSSYSTEMER I PLAN

Symbol	Metode	Anmerkning	Symbol	Metode	Anmerkning
●	Dreiesondering	Sondering m. registrering av motstand.	■	Setningsmåling	Nivellements punkt.
⊙	Prøveserie	Prøvene tatt med boringsredskap (skovbor, prøvetager, diamantkjernebor m.m.)	⊖	S.P.T.	Standard Penetration Test
□	Prøvegrop	Prøvene tatt i gropvegg.	⊛	Fjellkontrollboring	Boring ned til og i fjell.
⊗	Prøvebelastning	Peler, terrengplater, fundamenter o.l.	⊖	Poretrykksmåling	Inkludert måling av grunnvannstand.
○	Enkel sondering	Sondering uten registrering av motst., f.eks. spyeboring, slagboring m.m.	⊕	In situ permeabilitetsmåling	Infiltrasjonsforsøk, prøvepumping m.m.
⊖	Dreietrykks-sondering	Moskinsondering med automatisk registrering.	+	Vingeboring	Måling av uomrørt og omrørt udrenert skjærstyrke.
▽	CPTU	Sondering der spissmotstand, lokal friksjon og poretrykk registreres under nedpressing	⊔	Elektrisk sondering	Elektrisk motstand, korrosivitet etc.
⊗	Skruplateforsøk	Kompressometer o.l.	⊞	Helningsmåling	Inklinometer.
▼	Ramsondering	Sondering der borstang slås ned. Stangdiameter, loddvekt og fallhøyde er normert. Q ₀ registreres.	⊕	Totalsondering	Kombinasjonsboring gjennom løsmasser og fjell.

Nivåer og dybder (i meter)

$$\frac{12,8}{+5,7} \quad 18,5 + 3,0$$

Over linjen: Kote terreng eller elvebunn, sjøbunn ved boring i vann

Ut for linjen: Boret dybde i løsmasser (18,5). Event. boret dybde i fjell angis etter plusstegn (+3,0)

Under linjen: Kote antatt fjell (+5,7). Dersom det er antatt at fjell ikke er påtruffet, angis ~

KORNFRAKSJONER

Kornstørrelse i mm	Betegnelse av fraksjonen	Signatur	Betegnelse
> 600	Blokk		STEIN/BLOKK
600-60	Stein		GRUS
60-20	Grovgrus		SAND
20-6	Mellomgrus		SILT
6-2	Fingrus		LEIRE
20-0,6	Grovsand		
0,6-0,2	Mellomsand		
0,2-0,06	Finsand		
0,06-0,002	Silt		
< 0,002	Leir		

Den kvantitative største fraksjon nevnes i substantivform, de øvrige fraksjoner tas med i adjektivform etter prosentandel i den utstrekning det er av betydning for karakterisering av jordarten.

Eksempler: sandig grus; steinig sand; sandig silt.

DREIESONDERING

Sonderingsmotstand	Last kN	Antall halve omdr. pr. m
Meget liten motstand	1	0
Liten motstand	1	< 35
Middels stor motstand	1	35-125
Stor motstand	1	125-250
Meget stor motstand	1	> 250

UDRENERT SKJÆRSTYRKE

Betegnelse av leire	Betegnelse av skjærstyrke	Skjærstyrke kN/m ²
Meget bløt leire	Meget lav skjærstyrke	< 12,5
Bløt leire	Lav skjærstyrke	12,5-25
Middels fast leire	Middels høy skjærstyrke	25-50
Fast leire	Høy skjærstyrke	50-100
Meget fast leire	Meget høy skjærstyrke	> 100

SENSITIVITET

Sensitivitet er forholdet mellom skjærstyrken til uforstyrret og omrørt materiale.

Betegnelse av leire	Betegnelse av sensitivitet	Sensitivitet St
Lite sensitiv leire	Lav sensitivitet	< 8
Middels sensitiv leire	Middels høy sensitivitet	8-30
Meget sensitiv leire	Høy sensitivitet	> 30

Med *kvikkleire* forstås en leire som i omrørt tilstand er flytende, dvs. omrørt skjærstyrke < 0,5 kN/m²

TILLEGG 2

MARKUNDERSØKELSER - BORMETODER

FORMÅL: Grunnundersøkelser utføres vanligvis for å klarlegge grunnens beskaffenhet tilstrekkelig til at grunnarbeider og fundamentering kan utføres på en teknisk og samtidig økonomisk forsvarlig måte.

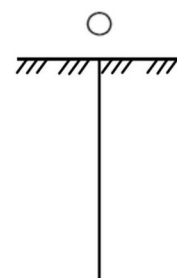
- Sondringer utføres for å få en orientering om grunnens lagringsfasthet og dybder til antatt fjell eller fast grunn.
- Vingeboringer og trykksondringer utføres for in-situ bestemmelse av udrenert skjærfasthet i leire.
- For nærmere bestemmelse av grunnens geotekniske egenskaper tas det opp prøver.

Markundersøkelsene vil også kunne omfatte måling av grunnvannstand og poretrykk, måling av deformasjon i grunnen og på konstruksjoner, samt belastningsforsøk på f.eks. peler.

ENKEL SONDERING

Utstyret består av Ø22 mm stålrør i 1 m lengde som skrues sammen med glatte skjøter. Det benyttes en Ø25 mm 200 mm lang spiss. Boret bores ned ved hjelp av en bærbar slagmaskin. Normal kapasitet 20-100 m pr. dag.

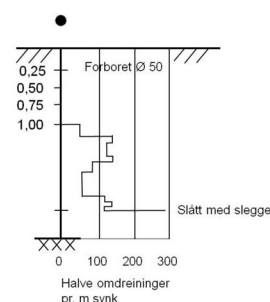
Enkel sondering gir en veiledende bestemmelse av dybden til antatt berg eller fast grunn. Utstyret har begrensninger med hensyn til sikker bergbestemmelse.

**DREIESONDERING**

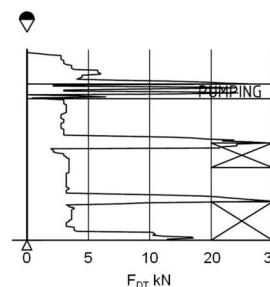
Utstyret består av Ø22 mm stålrør i 1 m lengde som skrues sammen med glatte skjøter. Spissen er pyramideformet med lengde 200 mm og største sidekant 25 mm.

Boret belastes trinnvis opptil 1 kN. Synker ikke boret ved 1 kN belastning, dreies den ned med en motor. Antall halve omdreininger noteres. Normal kapasitet 20-100 m pr. dag.

Diagrammet viser antall halve omdreininger pr. meter synkning. Belastning på utstyret angis i kN til venstre.

**DREIETRYKKSONDERING**

Utstyret består av Ø36 mm stålrør i 2 m lengde som skrues sammen i glatte skjøter. Det benyttes en Ø40 mm 225 mm lang spiss påsveiset en 5 mm høy skrueformet sveiselarve. Boret drives ned med konstant nedpressingshastighet 3 m/min. og med konstant omdreiningshastighet 25 omdr./min. Nedpressingskraften blir målt kontinuerlig ved hjelp av en automatisk skriver. Når motstanden øker slik at normert nedtrengningshastighet ikke kan opprettholdes, økes rotasjonshastigheten. Dette anføres i diagrammet



BERGKONTROLLBORING

Utstyret består av Ø32 mm stålrør med muffeskjøter og hardmetallkrone. Boret drives av en hydraulisk borhammer under spyling med vann under høyt trykk. Når berget er nådd, bores det noe ned i berget, vanligvis ca. 3 m, under registrering av borsynk for sikker påvisning.

TOTALSONDERING

Totalsondering kombinerer prinsippene for dreietrykksondering og bergkontrollboring. Utstyret består av Ø44 mm borstenger med innvendige skjøtetapper. Det benyttes en Ø57 mm stiftborkrone. Normert penetrasjonshastighet er 3 m/min. og normert rotasjonshastighet er 25 omdr./min.

Sonderingen starter som en dreietrykksondering. Når videre nedtrengning stopper, økes rotasjonshastigheten og om nødvendig aktiveres også vannspyling. Hvis dette ikke gir videre nedtrengning, aktiveres også slaghammeren samtidig som rotasjonshastigheten økes.

Når berget er nådd, bores det noe ned i berget, vanligvis ca. 3 m, under registrering av bortid, spyletrykk og matekraft for sikker påvisning.

VINGEBORING

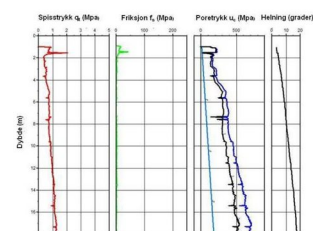
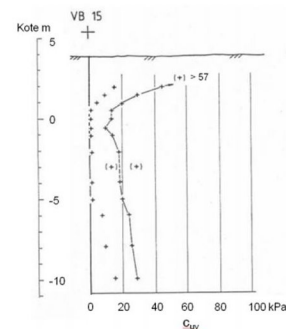
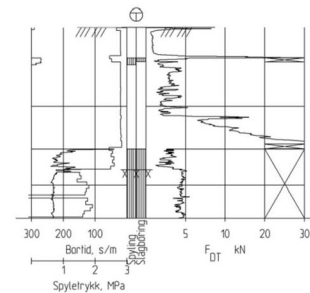
Vingeboring brukes for å bestemme in-situ udrenert skjærfasthet av kohesjonsmaterialer, vesentlig leire. Utstyret består av et vingekors som presses ned i grunnen. I ønsket dybde måles det maksimale torsjonsmomentet ved sakte omdreining til brudd. Maksimale moment gir grunnlag for beregning av skjærfasthet som bestemmes i uforstyrret og etter brudd, i omrørt tilstand. Forholdet mellom skjærfasthet før og etter brudd kalles sensitivitet (S_t).

Lommevingebor er et forenklet utstyr for omtrentlig bestemmelse av udrenert skjærfasthet f.eks. i grøfter og utgravinger. Måledybden er begrenset til 3 meter.

TRYKKSONDERING (CPT)

Utstyret består av en sonde med areal 10 cm², Ø35,7 mm som presses ned med standardisert penetrasjonshastighet 2 cm/sek. Under nedpressingen registreres spissmotstand og sidefriksjon.

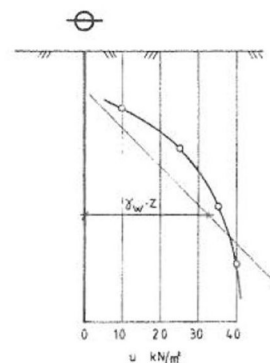
Det kan i tillegg registreres poretrykk (CPTU) og resistivitet (RCPTU). Registrert spissmotstand må korrigeres for poretrykkseffekter.



PORETRYKSMÅLING

Trykket i porevannet i en gitt dybde måles med en poretrykksmåler (piezometer). Utstyret består av et Ø32 mm porøst filter (bronse eller epoxy) som av lengde 300 mm som trykkes ned i ønsket dybde ved hjelp av forlengelsesrør. Fra filteret føres en plastslange opp til over terreng. Poretrykket måles som vannstand i plastslangen eller ved hjelp av manometer tilkoblet systemet.

Alternativt måles poretrykket ved hjelp av elektrisk registrering av trykket på en fleksibel membran.



PRØVETAGNING

For opptak av uforstyrrede prøver benyttes vanligvis Ø54 mm NGI stempelprøvetager. Standard prøvelengde er 800 mm. Det kan også benyttes prøvetakere med Ø75 mm og Ø95 mm.

Skovlbor benyttes for opptak av prøver i de øvre jordlag. Skovlboret er laget av to skålformede stålblad som skrues ned ved hjelp av Ø19 mm forlengelsesrør med muffe.

For opptak av omrørte prøver av torv, leire og delvis sand og grus under grunnvannstanden, kan kannebor benyttes. Kanneboret er nederst forsynt med en snodd spiss og forlenges med Ø22/Ø12 mm sonderør.



TILLEGG 3

LABORATORIEUNDERSØKELSER

FORMÅL: Laboratorieundersøkelsene utføres for klassifisering og identifisering av jordarten. I tillegg utføres forsøk for bestemmelse av jordartens mekaniske egenskaper og parametere for bruk i geotekniske analyser.

Korndensitet (Spesifikk vekt) (ρ_s i t/m^3) er forholdet mellom masse av korn og volum i prøven.

Romvekt (γ i kN/m^3) er forholdet mellom total tyngde og totalt volum av prøven.

Vanninnhold (w) angir prosent forholdet mellom masse av prøvann og masse av korn etter uttørking ved $110^\circ C$.

Flytegrense (w_L) angir prosent vanninnhold av omrørt jord på grensen mellom flytende og plastisk tilstand.

Plastisitetsgrense (w_P) angir i prosent vanninnholdet av omrørt jord på grensen mellom plastisk og halvstiv tilstand.

Plastisitetsindeks (I_p) er differansen mellom flyte- og utrullingsgrense. $I_p = w_L - w_P$

Skjærfasthet beskriver jordens styrke. Ved korttidsbelastning av finkornige jordarter (leire) vil porevannet være fanget i materialet og massene oppfører seg udrenert. Den udrenerte skjærfastheten (c_u i kN/m^2) av leire bestemmes ved enaksiale trykkforsøk, konusforsøk, både uforstyrret og omrørt materiale, udrenerte treaksialforsøk og direkte skjærforsøk. Forholdet mellom skjærfastheten i uforstyrret og omrørt materiale kalles sensitivitet (S_t).

For mer grovkornige jordarter og belastning over lengre tidsperioder vil materialet karakteriseres som drenert. Drenert (effektiv) skjærfasthetsparametere a (atraksjon i kN/m^2) og $\tan \phi$ (friksjon) bestemmes ved treaksiale belastningsforsøk.

Saltinnhold (i g/l) bestemmes ved å måle elektrisk ledningsevne i en liten mengde utpresset porevann. Saltinnholdet angis ekvivalent med en natriumkloridkonsentrasjon med samme ledningsevne.

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser				ρ (g/cm^3)	Plastisitet (%)	Omrørt vanninnhold (%)
				10	20	30	40			
	MATERIALE, sandig, siltig, leirig enk. gruskom, spor av plantester, kalk									
	MATERIALE, sandig, siltig, leirig enk. gruskom, spor av plantester									
	MATERIALE, sandig, siltig, leirig enk. gruskom									
5	LEIRE, sandig, siltig øvre 20cm SAND, siltig							1,99	44	
	LEIRE, sandig, siltig							1,92	48	
	LEIRE, sandig, siltig spor av skjellrester							1,89	49	
	LEIRE, sandig, siltig skjellrester							1,99	43	
	LEIRE, sandig, siltig, gruslig spor av skjellrester							2,08	37	
10	LEIRE, sandig, siltig enk. gruskom							2,01	44	
	LEIRE, sandig, siltig enk. gruskom							1,95	46	
	LEIRE, siltig, sandig enk. gruskom							2,05	41	
	LEIRE, siltig, sandig enk. gruskom							1,92	46	
	LEIRE, siltig, sandig enk. gruskom							2,04	41	
15	LEIRE, siltig, sandig enk. gruskom							2,06	41	

Dybde (m)	Udrenert skjærfasthet (kPa)	S _t (%)					
			10	20	30	40	50
7							
5							
4							
3							
3							
5							
8							
12							
9							
5							
8							
7							
6							
5							
9							
11							
6							
10							
8							
12							

Kornfordeling i jord bestemmes ved sikting og dråpeforsøk. For fraksjoner større enn 0,063 mm utføres kornfordelingsanalysen ved hjelp av en siktesats. For finere fraksjoner (silt og leire) bestemmes kornfordelingen ved hjelp av slemmeanalyse og bruk av hydrometer. Analysen bygger på Stokes lov. En viss mengde tørket materiale slemmes opp med vann til en jevn suspensjon som settes til sedimentasjon. Etter bestemte tidsintervaller måles densiteten av suspensjonen. Kornfordelingen kan da bestemmes fra Stokes lov om sedimentering av kuleformede partikler i vann.

Kompressibilitet av jord bestemmes ved komprimeringsforsøk i ødometer. Prøvehøyden er 20 mm og diameter 50 mm. Prøven bygges inn i en stårling og belastes enten trinnvis eller med kontinuerlig økende last. Sammenhørende verdier for spenning og tøyning registreres og materialets kompressibilitet (deformasjonsmodul, M) kan beregnes.

$$M = \frac{\delta\sigma'}{\delta\varepsilon}$$

Forsøksresultatene gir grunnlag for beregning av konsolideringssetningene og setningenes tidsforløp.

Komprimeringsforsøk (Proctor-forsøk) utføres for bestemmelse av jordens komprimeringsegenskaper. Forsøket utføres ved innstamping av materiale i en stålsylinder ved varierende vanninnhold. Stempelets tyngde, fallhøyde og antall slag holdes konstant. Den maksimale tørrdensiteten ρ_{dopt} og vanninnhold w_{opt} bestemmes.

Luftporøsitet (A_r) er volumet av luft (gass), V_g , angitt i prosent av totalt volum, V .

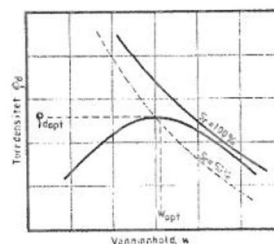
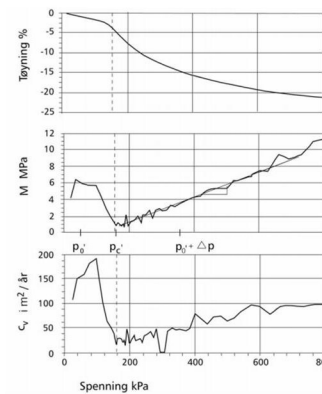
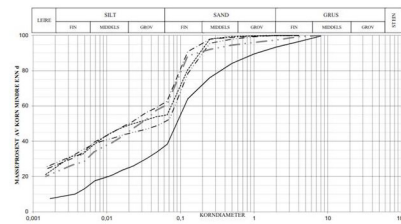
Metningsgrad (S) er volum av porevann, V_w , angitt i prosent av porevolum V_p .

Porøsitet (n) er porevolum, V_p , angitt i prosent av totalt volum, V .

Permeabilitetskoeffisienten (k i mm/s) er et uttrykk for materialets evne til å slippe væske gjennom porene, definert som strømningshastighet for en hydraulisk gradient lik 1. I laboratoriet måles permeabiliteten ved direkte vanngjennomgangsforsøk.

I finkornig jord kan permeabiliteten bestemmes på grunnlag av konsolideringsforsøk i ødometer.

Fri svelling er volum av en leirprøve som får svulle fritt etter tilsetning av destillert vann, angitt i prosent av volumet av tørr prøve.



$$A_r = \frac{V_g}{V}$$

$$S = \frac{V_w}{V_p} \quad V_p = V_w + V_g$$

$$n = \frac{V_p}{V}$$

Jordart	k (mm/s)
grus	10
sand	$10^{-3} - 10^{-3}$
silt	$10^{-3} - 10^{-6}$
leire	$10^{-6} - 10^{-8}$

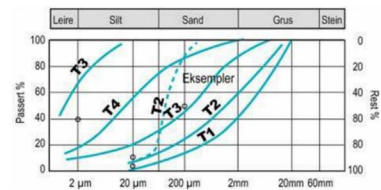
Typiske variasjonsområder

Fritt svellevolum er volum av vann innesluttet i en leirprøve etter fri svelling, angitt i prosent av volumet av tørr prøve.

Svelletrykk på leire fra svakhetssoner i berg måles i ødometer. En tørket prøve bygges inn, konsolideres og tilføres destillert vann. Volumet av prøven holdes konstant under svelling, og prøvens aktive svelletrykk registreres.

Humusinnhold bestemmes ved kolorimetri og bruk av natronlut (NaOH-forbindelse), gløding av prøve eller våt-oksydasjon med hydrogenperoksyd, angitt i masseprosent av tørrstoff.

Telefarlighet bestemmes ut i fra kornfordelingskurven eller ved å måle den kapillære stighøyde for materialet.



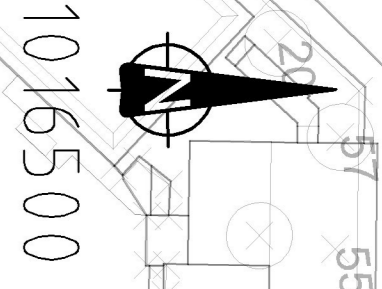
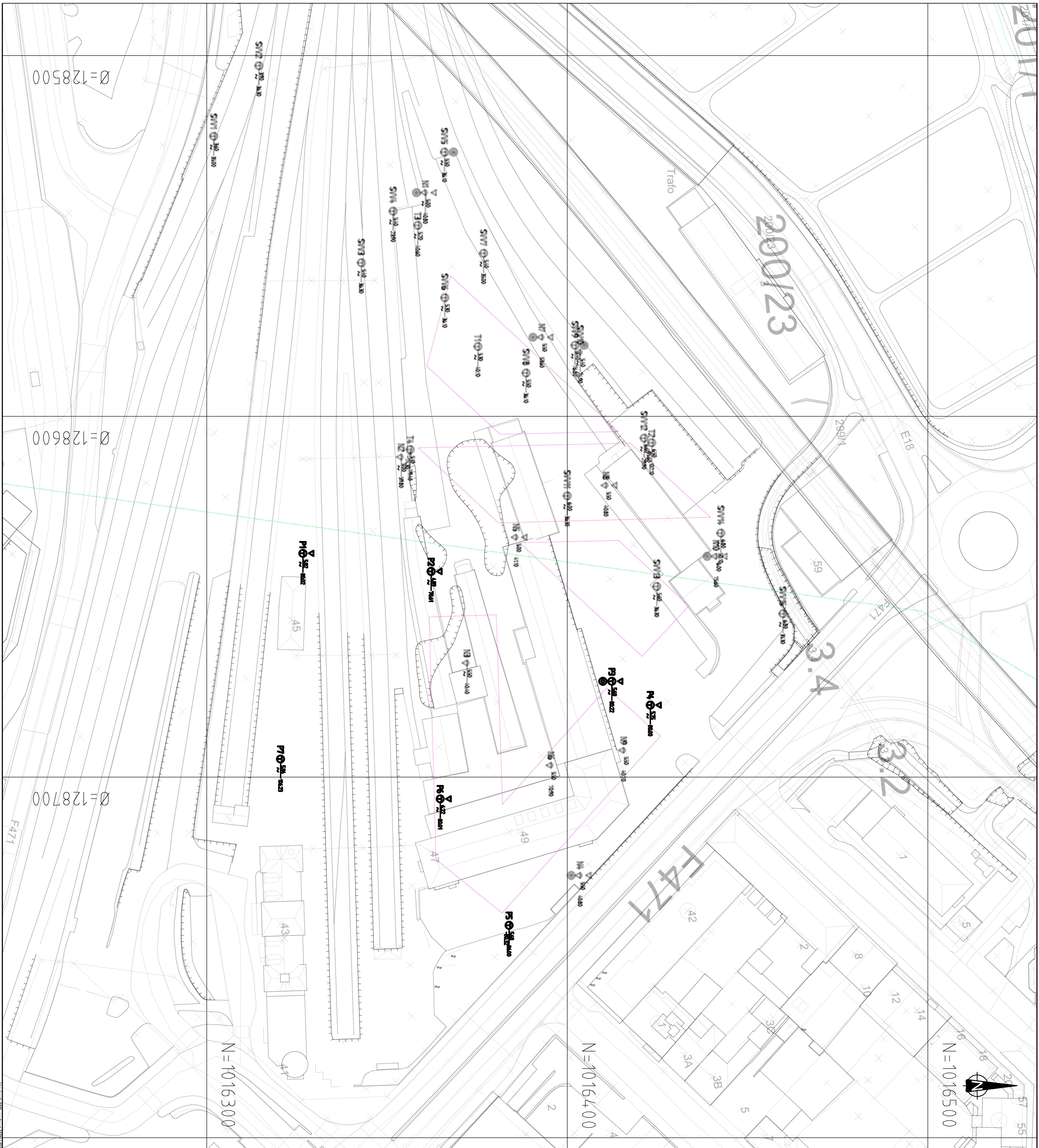
VEDLEGG

VEDLEGG 1: BORPLAN

VEDLEGG 2: TOTALSONDERINGER OG CPTU-SONDERINGER

VEDLEGG 3: LABORATORIEUNDERSØKELSER

VEDLEGG 1: BORPLAN



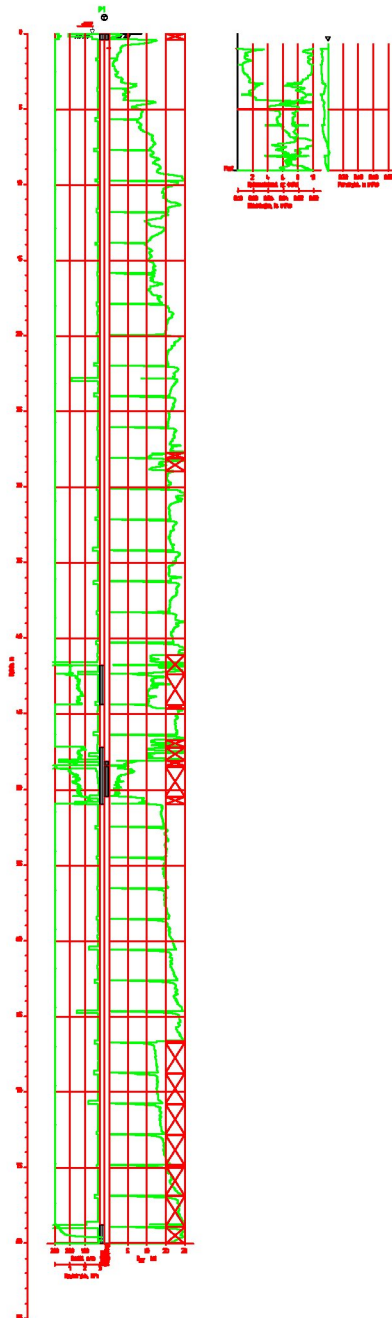
TEGNFORKLARING:


- ⊕ TOTALSONDERING
 - ⊙ PRØVERIERE 54 MM
 - ▽ CPTU-SONDERING
- TIDLIGERE BORINGER ER LAGT INN I PLANEN:
- BORPUNKTER T - MULTICONSULT, 2019
 - BORPUNKTER N - NGI, 2007
 - BORPUNKTER SW - STATENS VEGVESEN, 2004

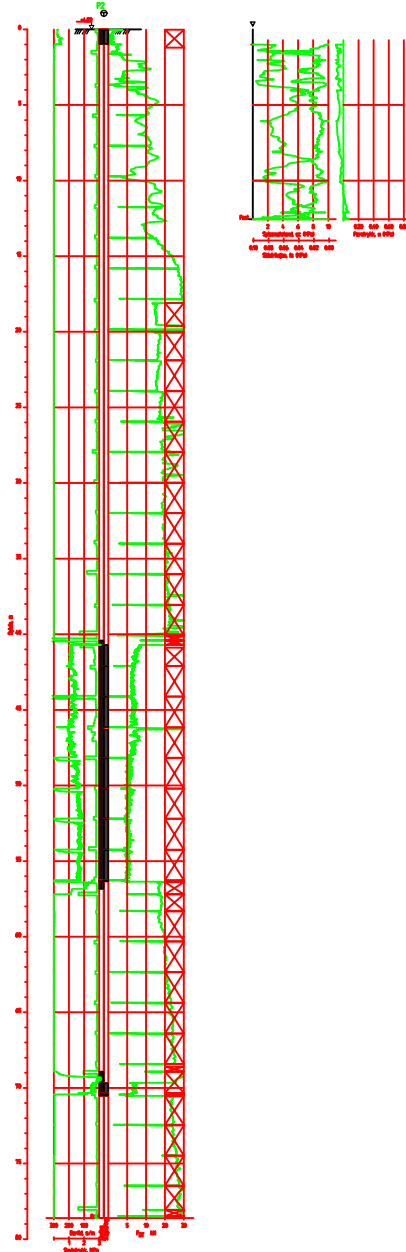
Standard Rev.	Endring		Draplin		Status Rev.
	Uttrent	Kontrollert	Ansatt	Dato	
	KLAR	IKK KLAR		04.09.2020	
Målestokk		1:500		Formål	
Borplan		Oppdragsleder: Mingbo Yang		A1	
Oppdragsnr:		10210295			
SWECO		SWECO Norge AS Tlf: 02728000 - Faks: 0272840		G	
Løpenummer		001			
Statuser		00			


\\msb11001\operavg\2019\10210295\quadrum\struktur\01\quadrum_struktur\03\rapporter\gros\10210295\10210295.dwg 2020.09.04 10:55:22

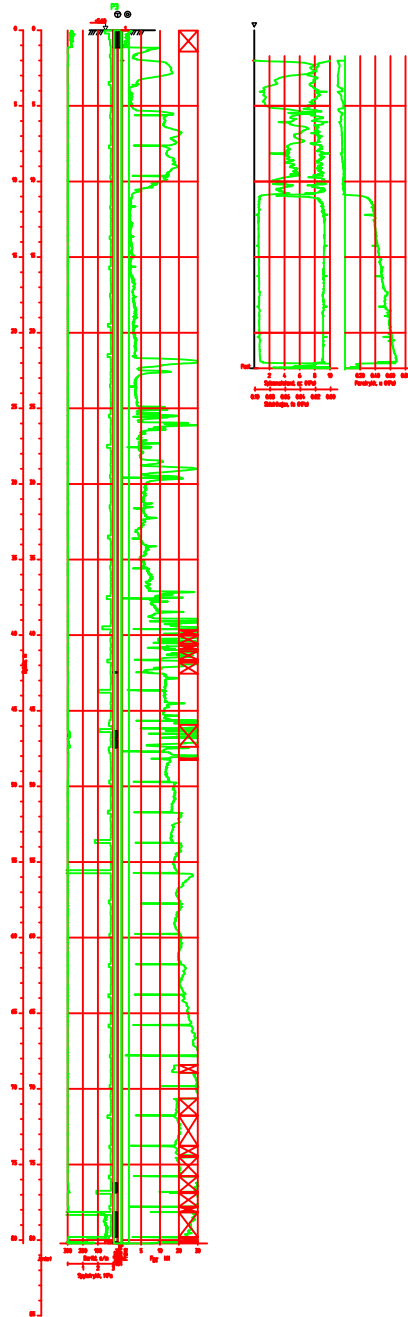
VEDLEGG 2: TOTALSONDERINGER OG CPTU-SONDERINGER




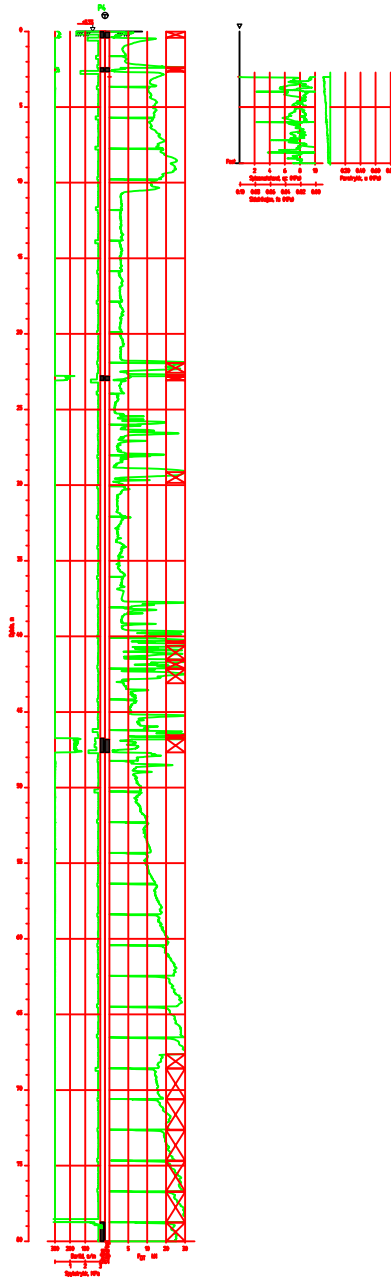
TOTALSONDERING OG CPT-SONDERING	Borpunkt nr.	P1	Dato	29.07.2020
			Målestokk	1:500
Boret av Romerike Grunnboring AS	Tegnet	NOMTRA	Oppdragsnr.	10210295
	Kontr.	NOMING		
Quadrum Kristiansand			Drammensveien 260 PB 80 Skøyen, 0212 Oslo TLF: 67 12 80 00	




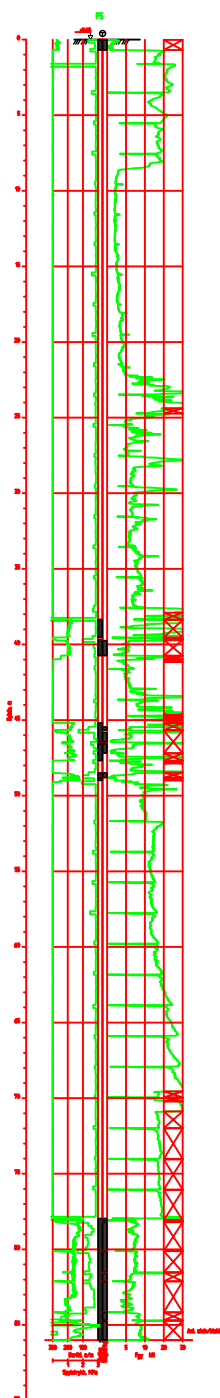
TOTALSONDERING OG CPT-SONDERING	Borpunkt nr.	P2	Dato	29.07.2020
			Målestokk	1:500
Boret av	Tegnet	NOMTRA	Oppdragsnr. 10210295	
Romerike Grunnboring AS	Kontr.	NOMING		
Quadrum Kristiansand			Drammensveien 260 PB 80 Skøyen, 0212 Oslo TLF: 67 12 80 00	




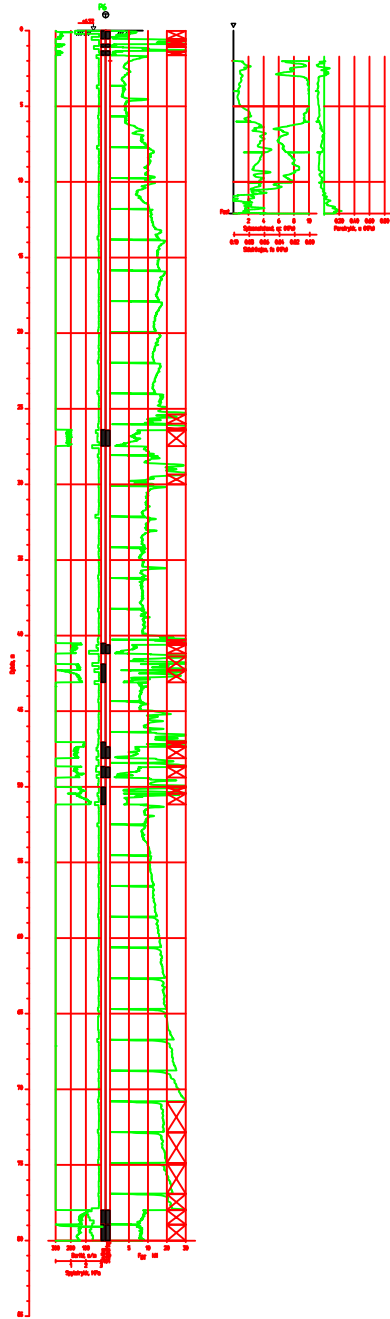
TOTALSONDERING OG CPT-SONDERING	Borpunkt nr.	P3	Dato	29.07.2020
	Boret av	Tegnet	NOMTRA	Målestokk
Romerike Grunnboring AS	Kontr.	NOMING	Oppdragsnr.	10210295
Quadrum Kristiansand			Drammensveien 260 PB 80 Skøyen, 0212 Oslo TLF: 67 12 80 00	




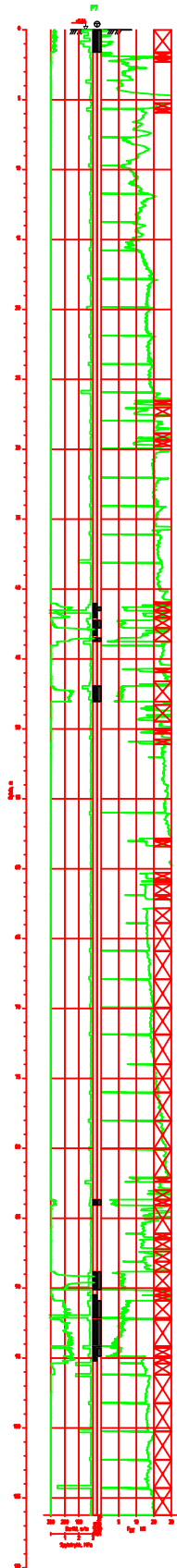
TOTALSONDERING OG CPT-SONDERING	Borpunkt nr.	P4	Dato	29.07.2020
	Boret av	Tegnet	NOMTRA	Målestokk
Romerike Grunnboring AS	Kontr.	NOMING	Oppdragsnr.	10210295
Quadrum Kristiansand			Drammensveien 260 PB 80 Skøyen, 0212 Oslo TLF: 67 12 80 00	




TOTALSONDERING OG CPT-SONDERING	Borpunkt nr.	P5	Dato	29.07.2020
	Boret av	Tegnet	NOMTRA	Målestokk
Romerike Grunnboring AS	Kontr.	NOMING	Oppdragsnr.	10210295
Quadrum Kristiansand			Drammensveien 260 PB 80 Skøyen, 0212 Oslo TLF: 67 12 80 00	



TOTALSONDERING OG CPT-SONDERING	Borpunkt nr.	P6	Dato	29.07.2020
	Boret av	Tegnet	NOMTRA	Målestokk
Romerike Grunnboring AS	Kontr.	NOMING	Oppdragsnr.	10210295
Quadrum Kristiansand			Drammensveien 260 PB 80 Skøyen, 0212 Oslo TLF: 67 12 80 00	



TOTALSONDERING OG CPT-SONDERING	Borpunkt nr.	P7	Dato	29.07.2020
			Målestokk	1:500
Boret av	Tegnet	NOMTRA	Oppdragsnr. 10210295	
Romerike Grunnboring AS	Kontr.	NOMING		
Quadrum Kristiansand			Drammensveien 260 PB 80 Skøyen, 0212 Oslo TLF: 67 12 80 00	

VEDLEGG 3: LABORATORIEUNDERSØKELSER

RAPPORT

Laboratorieundersøkelser

OPPDRAAGSGIVER
Sweco Norge AS

OPPDRAAG
Quadrum

DATO / REVISJON: 29. juli 2020 / 00
DOKUMENTKODE: 10220530-RIG-LAB-RAP



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

EMNE	Laboratorieundersøkelser			DOKUMENTKODE	10220530-RIG-LAB-RAP
OPPDRAG	Quadrum			TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Sweco Norge AS			OPPDRAGSLEDER	Simon O'Rawe
KONTAKTPERSON	Anna-Karin Karlsson			UTARBEIDET AV	Simon O'Rawe
KOORDINATER	SONE: XXX	ØST: XXXX	NORD: XXXXXX	ANSVARLIG ENHET	10101070 GeoLab
GNR./BNR./SNR.	X / X / X / Kristiansand				

SAMMENDRAG

Multiconsult er engasjert av Sweco Norge AS til å utføre laboratorieundersøkelser på prøver fra grunnundersøkelser utført av Romerike Grunnboring AS.

Foreliggende rapport beskriver utførelse og presenterer resultater fra utførte laboratorieundersøkelser.

00	29.07.2020	Første utsendelse av rapport		SIOR	SIOR
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Bakgrunn	5
2	Omfang av laboratorieundersøkelsen	5
3	Prosedyrer for gjennomføring	5
4	Resultater	6
4.1	Borpunkt P3	6
4.2	Borpunkt P6, dybde 0-11 m	7
4.3	Borpunkt P6, dybde 12-23 m	8
5	Tegningsliste.....	8
6	Vedlegg.....	8
6.1	Geotekniske bilag.....	8

1 Bakgrunn

Multiconsult AS har på oppdrag fra Sweco Norge AS utført laboratorieundersøkelser for oppdrag Quadrum. Omfang av undersøkelsen er i henhold til bestilling mottatt fra oppdragsgiver 13.07.2020 og er angitt i tabell i pkt. 2. Prøvetakingen er utført av Romerike Grunnboring AS og prøvene ble levert til vårt laboratorium som poseprøver og 54 mm sylindereprøver den 09.07.2020. Multiconsult AS har ikke vært involvert i bestemmelse av omfang, verken for prøvetaking eller analyse.

2 Omfang av laboratorieundersøkelsen

Laboratorieundersøkelsen ble utført i perioden 14-24.07.2020 og omfatter følgende undersøkelser:

Undersøkelse	Type	Antall	Merknad/avvik
Prøveåpning	Poser	14	10 stk. vanninnhold
Prøveåpning (standard undersøkelse)	54mm	6	
Konsistensgrenser	wf/wp	6	
Kornfordeling	Kombianalyse	3	
	Våtsikting	9	
	Slemming	12	
	Tørresikting	1	
Organisk innhold	Gløding	20	
Ødometerforsøk	CRS	2	CRS-forsøk bestilt ved dybde 19-20 m ble flyttet til sylindere over fordi prøven var kort
Treaksialforsøk	CAUa	3	K0-verdier justert opp litt på grunn av bløte prøver. Det vises til oppgitte konsolideringsspenninger på tegningene.

3 Prosedyrer for gjennomføring

Multiconsult utfører sine laboratorieundersøkelser i henhold til Norsk standard NS 8000-serien og NS-EN ISO 17892 serien, samt vår interne laboratoriehåndbok som er basert på disse. En oversikt over gjeldende standarder er vist i vedlegg 2.

Gjennomføringen av oppdraget er kvalitetssikret i henhold til Multiconsults styringssystem. Systemet er bygget opp med prosedyrer og beskrivelser som er dekkende for NS-EN ISO 9000 serien og NS-EN ISO/IEC 17025

4 Resultater

Laboratorieundersøkelsen er utført i henhold til avtalt omfang og følgende resultater er oppnådd:

4.1 Borpunkt P3

Borpunkt P3															
Beskrivelse				Konus											
	Dybde-intervall	Dybde	Vann-innhold	Uforstyrret	Omrørt	Sensitivitet	Enaks	Brudd-tøyning	Utrullingsgrense	Flytegrense	Glødetap	Korn-densitet	Total densitet	Porøsitet	Spes.forsøk
	z m	z m	w %	C _{ufc} kN/m ²	C _{urfc} kN/m ²	S _t	C _{uuc} kN/m ²	ε _f %	w _p %	w _l %	O %	ρ _s g/cm ³	ρ g/cm ³	n %	
LEIRE	11,0-12,0	11,2	49,3	46,7	1,92	24									
		11,4	56,5				43	4			1,5		1,68		K
		11,6	59,3	44,5	1,39	32			30,6	58					
LEIRE	13,0-14,0	13,2	55,5	25,0	0,94	27						2,67			
		13,4	59,1				25,6	3			1,0		1,67	60	KT
		13,6	57,3	30,2	0,65	47			26,7	51					∅
LEIRE	15,0-16,0	15,2	57,3	18,0	0,82	22						2,81			
		15,4	56,1				32,6	4,4			0,9		1,68	62	KT
		15,6	57,3	25,9	0,93	28			29,8	52					
LEIRE	17,0-18,0	17,2	57,4	21,8	1,76	12									
		17,4	51,0				48,25	3,06			0,9		1,75		K∅
		17,6	51,3	21,8	1,02	21			26,2	48					
LEIRE	19,0-20,0	19,1	48,7	26,9	1,20	22						2,69			
		19,25	52,4				26,9	5,5			0,8		1,73		KT
enk. gruskorn		19,4	48,3	19,8	0,86	23			25,5	44					
LEIRE	21,0-22,0	21,2	50,1	21,8	1,76	12									
		21,4	41,7				45	5,5			0,5		1,78		K
ca 10 cm sandlag i bunnen		21,6	46,5	31,4	1,31	24			25,8	45					

4.2 Borpunkt P6, dybde 0-11 m

Borpunkt P6															
Beskrivelse				Konus											
	Dybde-intervall	Dybde	Vann-innhold	Uforstyrret	Omrørt	Sensitivitet	Enaks	Brudd-tøyning	Utrullingsgrense	Flytegrense	Glødetap	Korn-densitet	Total densitet	Porøsitet	Spe.s.forsøk
	z	z	w	C _{ufc}	C _{urfc}	S _t	C _{uuc}	ε _f	W _p	W _l	O	ρ _s	ρ	n	
m	m	%	kN/m ²	kN/m ²		kN/m ²	%	%	%	%	g/cm ³	g/cm ³	%		
FYLLMASSE: SAND, siltig leirklumper, teglsteinrester, porselen, gruskorn	3,0-4,0		17,7								1,7				K
FYLLMASSE: SAND, grusig enk. leirklumper, teglsteinrester	4,0-5,0										1,5				
FYLLMASSE: SAND, organisk enk. leirklumper, teglsteinrester, plast	5,0-6,0		21,6								2,7				K
FYLLMASSE: SAND, siltig enk. trerester, leirklumper, gruskorn	6,0-7,0										2,0				
FYLLMASSE: SAND enk. trerester	7,0-8,0		36,2								1,4				K
FYLLMASSE: SAND, siltig enk. gruskorn	8,0-9,0										0,8				
FYLLMASSE, sandig, siltig, leirig enk. teglsteinrester	9,0-10,0		19,5								0,9				K
ORG. MATR., siltig, sandig fyllmasse, enk. trerester	10,0-11,0										15,5				

4.3 Borpunkt P6, dybde 12-23 m

ORG. MATR.: SILT, sandig fyllmasse	12,0-13,0	61,6					9,8		K
FYLLMASSE, sandig, grusig, siltig enk. teglsteinrester	14,0-15,0	24,8					1,8		K
ORG. MATR.: FYLLMASSE, sandig, enk. asfaltrester	16,0-17,0	47,1					7,2		K
FYLLMASSE, sandig, siltig, organisk	18,0-19,0	31,3					3,2		K
ORG. MATR.: FYLLMASSE, sandig, enk. trerester	20,0-21,0	40,8					6,1		K
FYLLMASSE: SILT, sandig, leirig, organisk enk. teglsteinrester, planterester	22,0-23,0	24,9					2,3		K

5 Tegningsliste

10220530-RIG-TEG-200.1-2	Geotekniske data, borpunkt P3
10220530-RIG-TEG-201.1-2	Geotekniske data, borpunkt P6
10220530-RIG-TEG-251.1-6	Enaksialforsøk, borpunkt P3
10220530-RIG-TEG-300	Kornfordelingskurver, borpunkt P3
10220530-RIG-TEG-301	Kornfordelingskurver, borpunkt P3
10220530-RIG-TEG-302	Kornfordelingskurver, borpunkt P6
10220530-RIG-TEG-303	Kornfordelingskurver, borpunkt P6
10220530-RIG-TEG-400.1-2	Geotekniske data, borpunkt P3, dybde 13,45 m
10220530-RIG-TEG-401.1-2	Geotekniske data, borpunkt P3, dybde 17,40 m
10220530-RIG-TEG-450.1-3	Geotekniske data, borpunkt P3, dybde 13,35 m
10220530-RIG-TEG-451.1-3	Geotekniske data, borpunkt P3, dybde 15,40 m
10220530-RIG-TEG-452.1-3	Geotekniske data, borpunkt P3, dybde 19,20 m

6 Vedlegg

6.1 Geotekniske bilag

1. Laboratorieforsøk
2. Oversikt over metodestandarder og retningslinjer

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser										ρ (g/cm ³)	ρ_s (g/cm ³)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)					St (-)	
				10	20	30	40	50	60	70	80	90	10				20	30	40	50			
5																							
10																							
15	LEIRE		K											1,68		1,5							24 32
15	LEIRE		K \emptyset											1,67	2,67	1,0	0,94 0,65						27 47
20	LEIRE		KT											1,68	2,81	0,9	0,82 0,93						22 28
20	LEIRE		K \emptyset											1,75		0,9	1,02						12 21
20	LEIRE	enk. gruskorn	KT											1,73	2,69	0,8	1,20 0,86						22 23

Symboler: Enaksialforsøk (strek angir aksial tøyning (%) ved brudd)

Vanninnhold
 Plastisitetssindeks, I_p

Omrørt konus
 Uomrørt konus













ISO 17892-6: 2017
 ρ = Densitet
 ρ_s = Korndensitet
 S_t = Sensitivitet


T = Treaksialforsøk
 \emptyset = Ødometerforsøk
K = Korngradering

Grunnvannstand: m
 Borrbok: RGB

PRØVESERIE		Borhull: P3	
Sweco Norge AS Quadrum			Dato: 2020-07-28
 www.multiconsult.no		Konstr./Tegnet: DPA	Kontrollert: SIOR
		Oppdragsnummer: 10220530	Tegningsnr.: RIG-TEG-200.1
		Godkjent: SIOR	
		Rev. nr.: 00	

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser																ρ (g/cm ³)	ρ_s (g/cm ³)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)					St (-)											
				10	20	30	40	50	60	70	80	90	10	20	30	40	50																						
25	LEIRE ca 10 cm sandlag i bunnen		K															1,78		0,5																		12 24	
30																																							
35																																							
40																																							

Symboler:  Enaksialforsøk (strek angir akseil tøyning (%) ved brudd)
 Vanninnhold
 Plastisitetsindeks, I_p
 ISO 17892-6: 2017
 Omrørt konus
 Uomrørt konus
 ρ = Densitet
 ρ_s = Korndensitet
 S_t = Sensitivitet
 T = Treaksialforsøk
 Ø = Ødometerforsøk
 K = Korngredning
Grunnvannstand: m
Borbok: RGB

PRØVESERIE		Borhull: P3	
Sweco Norge AS			Dato: 2020-07-28
Quadrum			
 www.multiconsult.no	Konstr./Tegnet: DPA	Kontrollert: SIOR	Godkjent: SIOR
	Oppdragsnummer: 10220530	Tegningsnr.: RIG-TEG-200.2	Rev. nr.: 00

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser										ρ (g/cm ³)	ρ_s (g/cm ³)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)					St (-)	
				10	20	30	40	50	60	70	80	90	10				20	30	40	50			
5	FYLLMASSE: SAND, siltig leirklumper, teglsteinrester, porselen, gruskorn		K														1,7						
	FYLLMASSE: SAND, grusig enk. leirklumper, teglsteinrester																		1,5				
10	FYLLMASSE: SAND, organisk enk. leirklumper, teglsteinrester, plast		K														2,7						
	FYLLMASSE: SAND, siltig enk. trerester, leirklumper, gruskorn																		2,0				
	FYLLMASSE: SAND enk. trerester																		1,4				
	FYLLMASSE: SAND, siltig enk. gruskorn																		0,8				
	FYLLMASSE, sandig, siltig, leirig enk. teglsteinrester																		0,9				
	ORG. MATR., siltig, sandig fyllmasse, enk. trerester																		15,5				
15	ORG. MATR.: SILT, sandig fyllmasse		K														9,8						
	FYLLMASSE, sandig, grusig, siltig enk. teglsteinrester																	1,8					
	ORG. MATR.: FYLLMASSE, sandig, siltig enk. asfaltrester																		7,2				
20	FYLLMASSE, sandig, siltig, organisk		K													3,2							

Symboler:



Enaksialforsøk (strek angir aksiell tøyning (%) ved brudd)

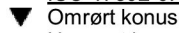


Vanninnhold

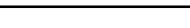


Plastisitetsindeks, I_p

ISO 17892-6: 2017



Omrørt konus



Uomrørt konus

ρ = Densitet

ρ_s = Korndensitet

S_t = Sensitivitet

T = Treaksialforsøk

\emptyset = Ødometerforsøk

K = Korngradering

Grunnvannstand: m

Borbok: RGB

PRØVESERIE

Borhull:

P6

Sweco Norge AS

Dato:

2020-07-29

Quadrum

Multiconsult
www.multiconsult.no

Konstr./Tegnet:

DPA

Kontrollert:

SIOR

Godkjent:

SIOR

Oppdragsnummer:

10220530

Tegningsnr.:

RIG-TEG-201.1

Rev. nr.:

00

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve	Test	Vanninnhold (%) og konsistensgrenser										ρ (g/cm ³)	ρ_s (g/cm ³)	Organisk innhold (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)					St (-)	
				10	20	30	40	50	60	70	80	90	10				20	30	40	50			
25	ORG. MATR.: FYLLMASSE, sandig, siltig enk. trerester	kt.	K														6,1						
	FYLLMASSE: SILT, sandig, leirig, organisk enk. teglsteinrester, planterester		K															2,3					
30																							
35																							
40																							

Symboler:



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

○ Vanninnhold
 ┌─┘ Plastisitetsindeks, I_p

ISO 17892-6: 2017
 ▼ Omrørt konus
 ▽ Uomrørt konus

ρ = Densitet
 ρ_s = Korndensitet
 S_t = Sensitivitet

T = Treaksialforsøk
 Ø = Ødometerforsøk
 K = Korngradering

Grunnvannstand: m
 Borbok: RGB

PRØVESERIE

Borhull: P6

Sweco Norge AS

Dato: 2020-07-29

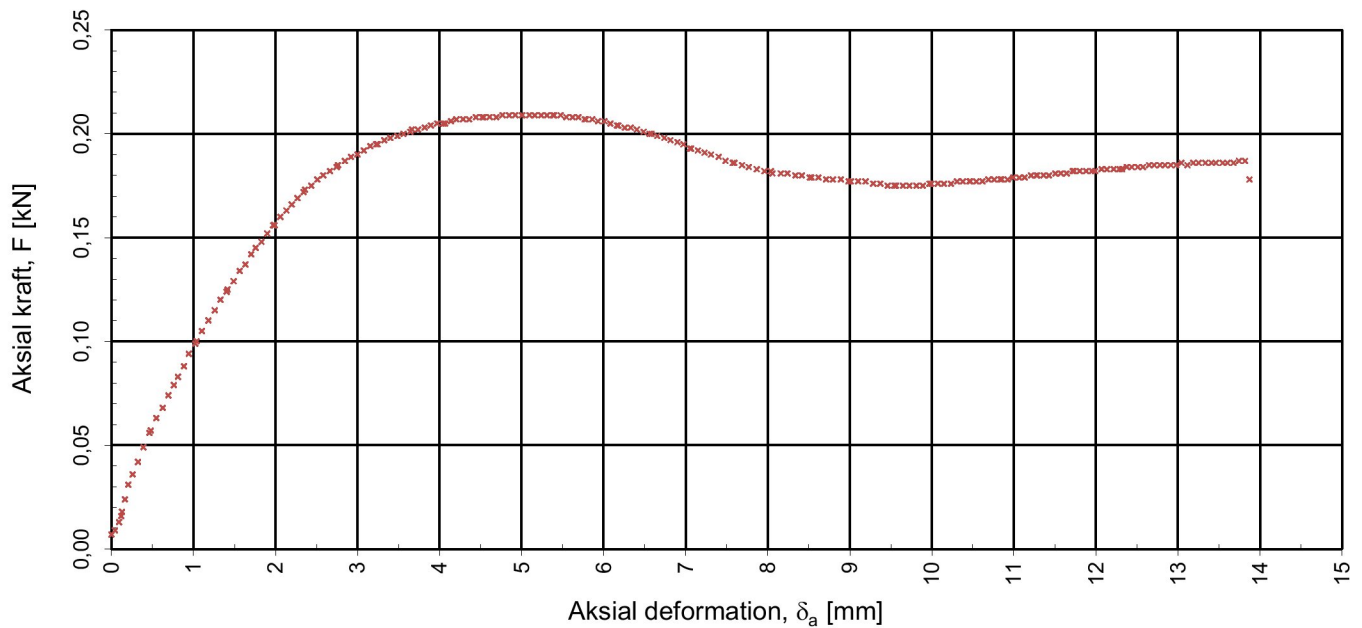
Quadrum

Multiconsult
 www.multiconsult.no

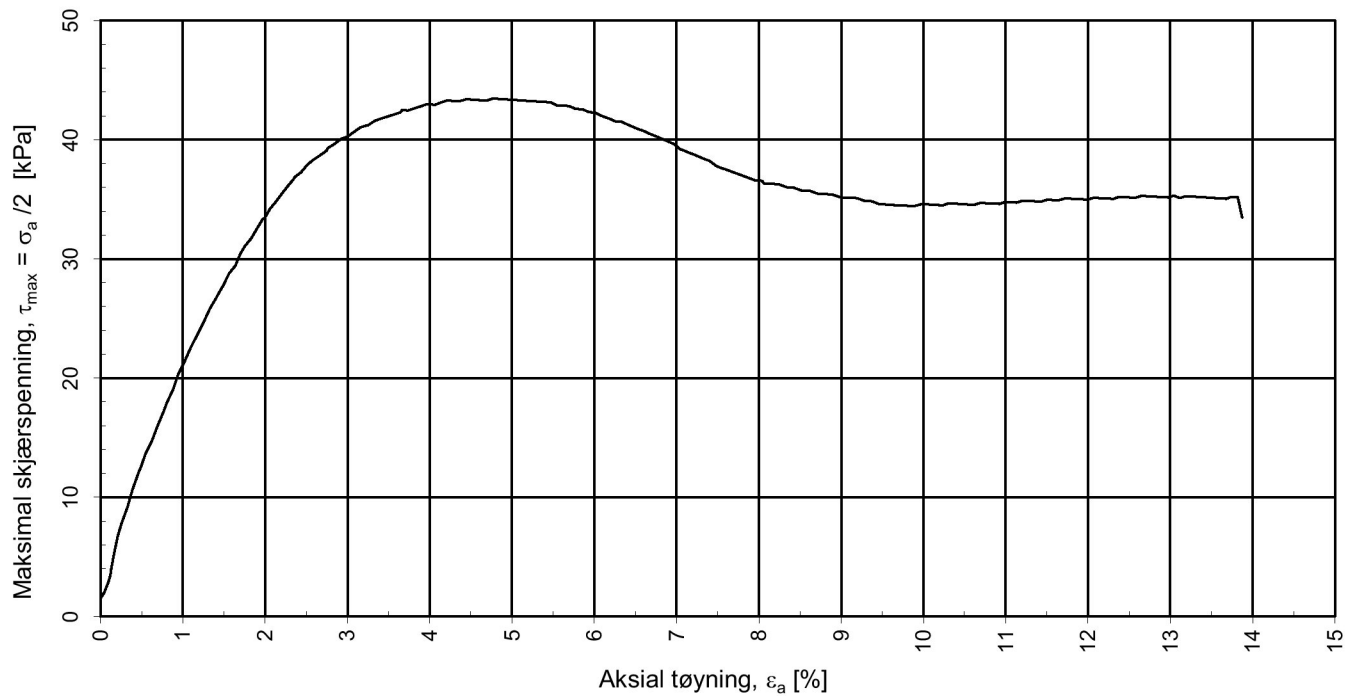
Konstr./Tegnet: DPA
 Oppdragsnummer: 10220530


Kontrollert: SIOR
 Tegningsnr.: RIG-TEG-201.2

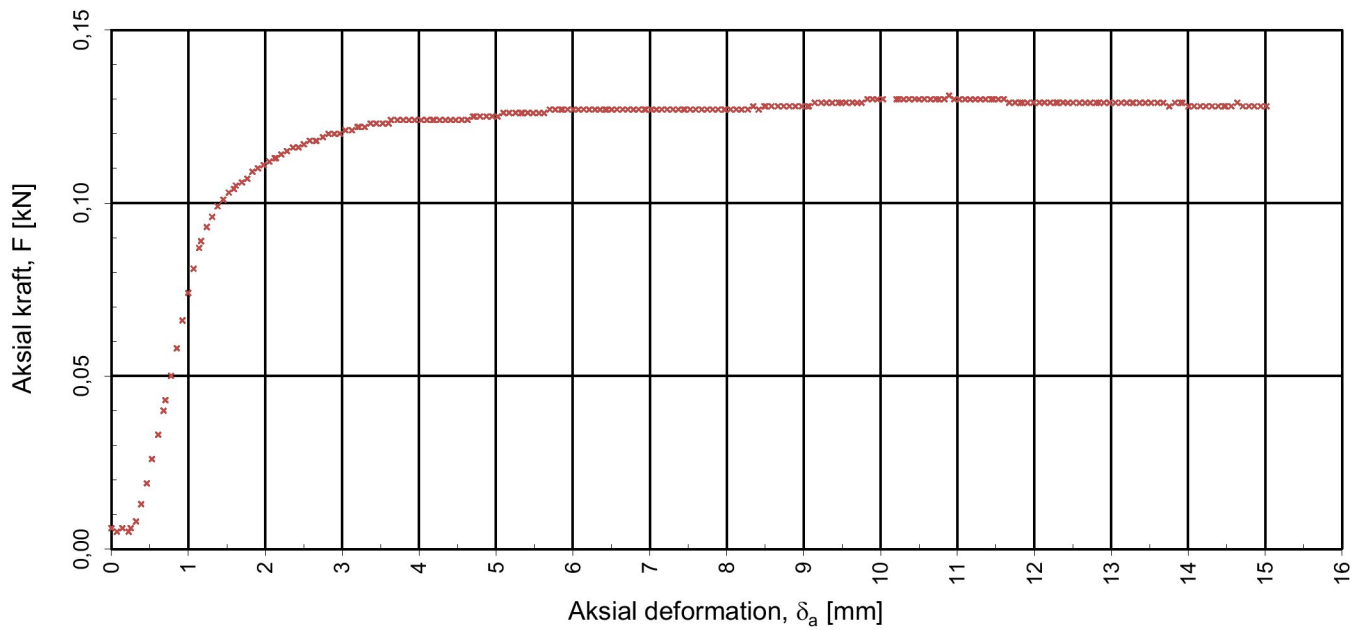
Godkjent: SIOR
 Rev. nr.: 00



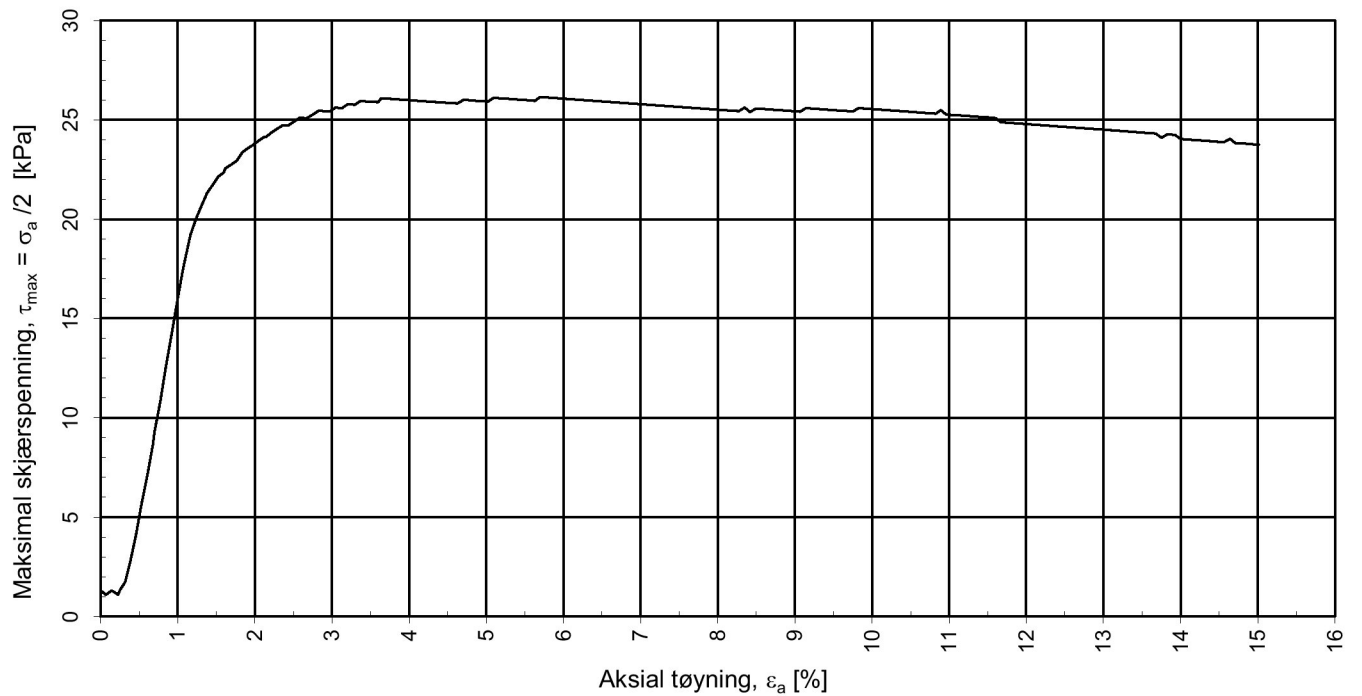
strain v av stress




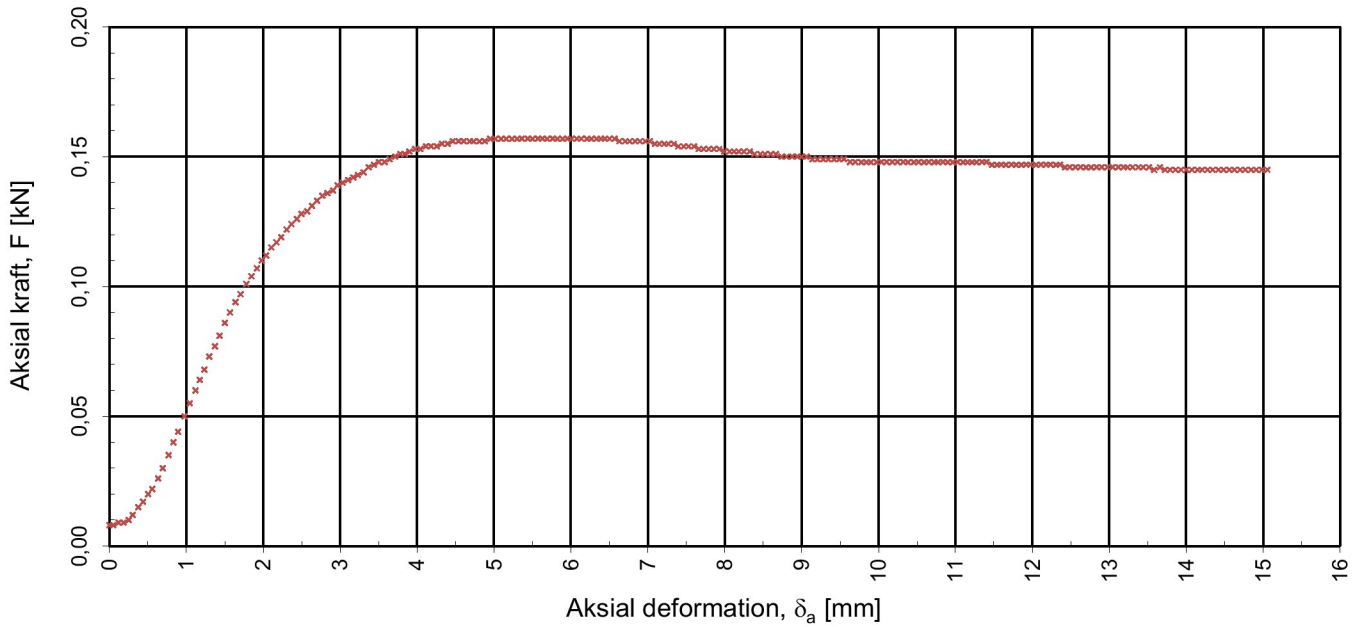
				Tegningens filnavn:
Prøvediameter	Prøvehøyde			
54,00	100,00			
MULTICONSULT AS Nedre Skøyen vei 2, 0213 OSLO Tlf.: +47 21 58 50 00 www.multiconsult.no	Forsøksdato:	Dybde, z (m):	Borpunkt nr.:	Godkjent:
	22.07.2020	11,4	P3	
	Forsøk nr.:	Tegnet:	Kontrollert:	Prosedyre:
1	DPA	DPA	Enaks	00
Oppdrag nr.:	Tegning nr.:			
10220530	RIG-TEG-251.1			



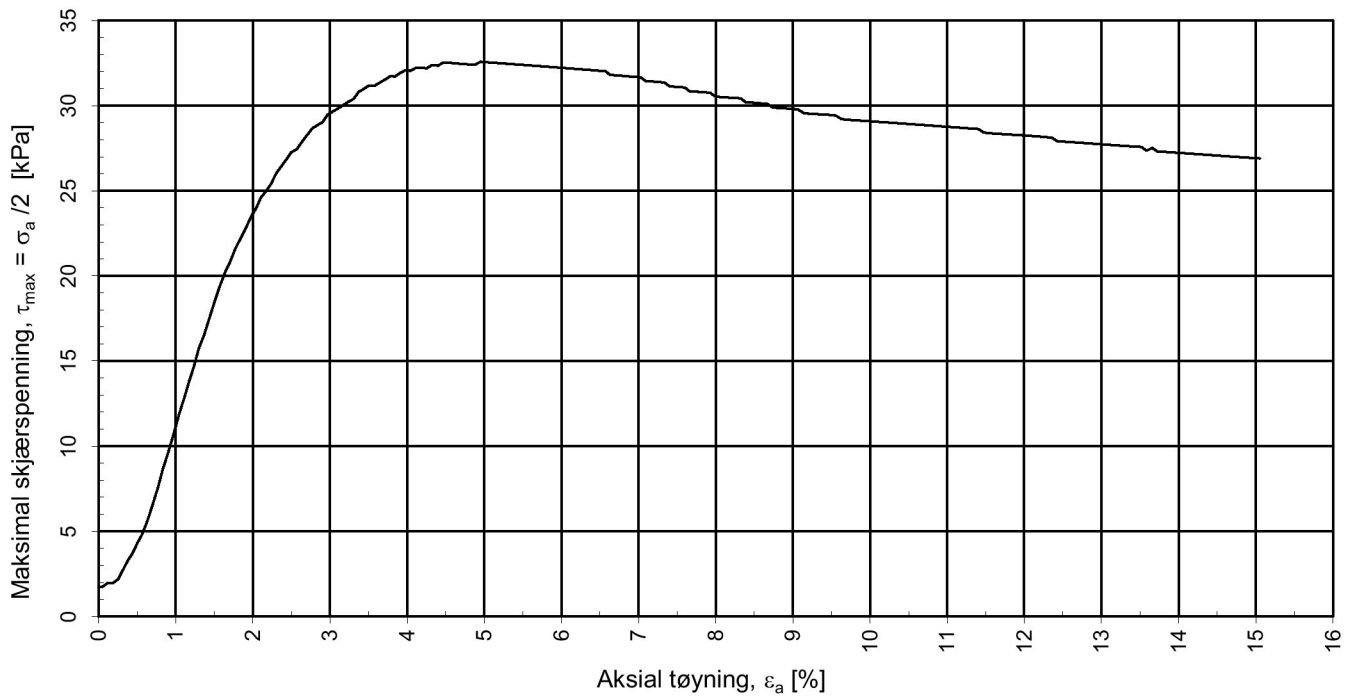
strain v av stress




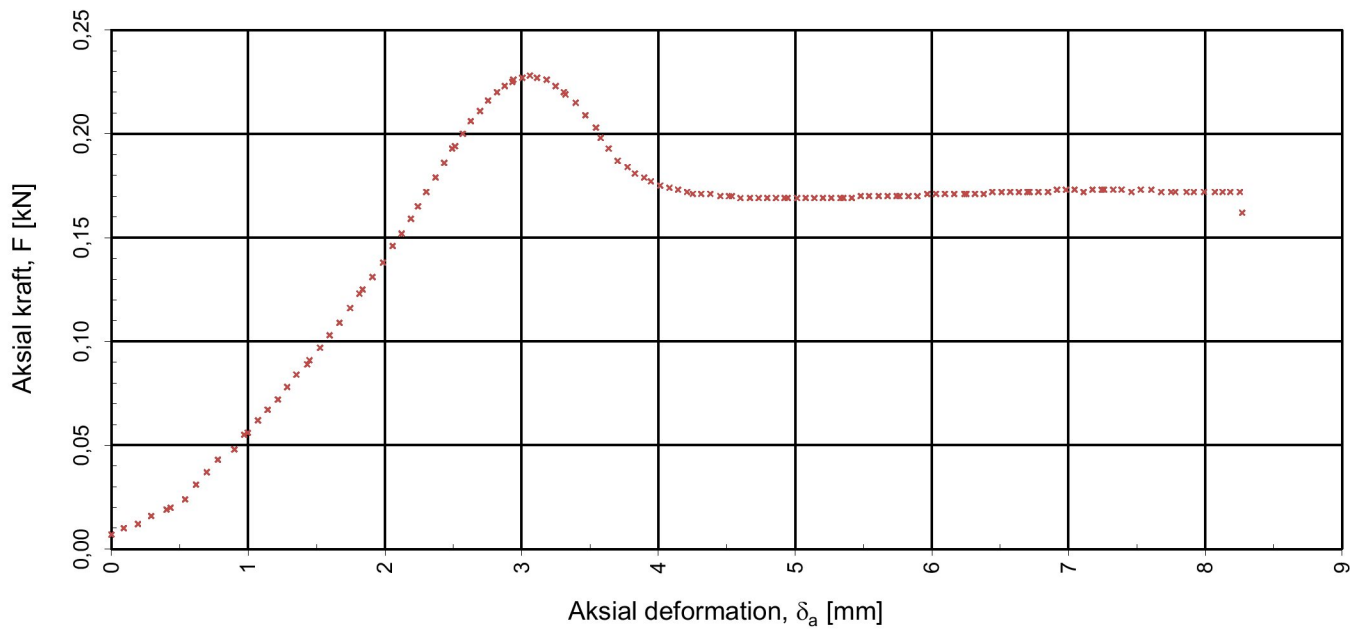
				Tegningens filnavn:
Prøvediameter 54,00	Prøvehøyde 100,00			
MULTICONSULT AS Nedre Skøyen vei 2, 0213 OSLO Tlf.: +47 21 58 50 00 www.multiconsult.no	Forsøksdato: 14.07.2020	Dybde, z (m): 13,50	Borpunkt nr.: P3	
	Forsøk nr.: 1	Tegnet: DPA	Kontrollert: SIOR	Programrevisjon: 00
	Oppdrag nr.: 10220530	Tegning nr.: RIG-TEG-251.2	Prosedyre: Enaks	



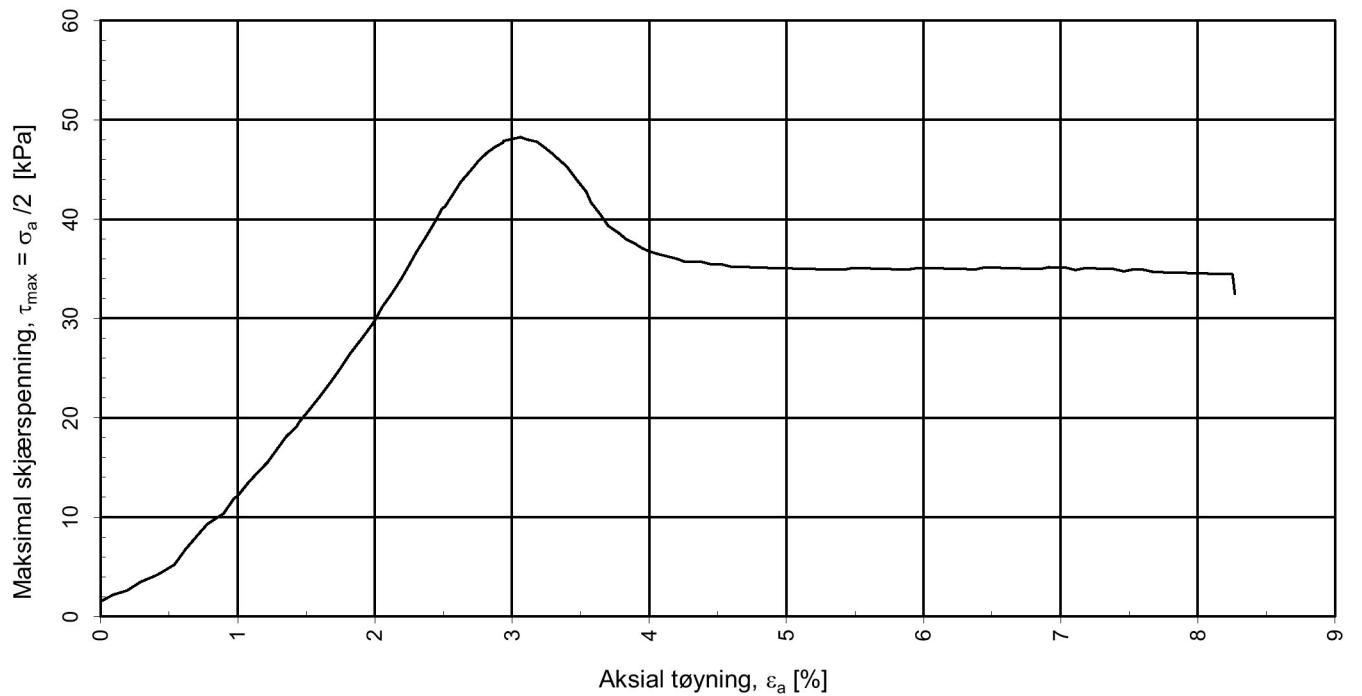
strain v av stress



				Tegningens filnavn:
Prøvediameter	Prøvehøyde			
54,00	100,00			
MULTICONSULT AS Nedre Skøyen vei 2, 0213 OSLO Tlf.: +47 21 58 50 00 www.multiconsult.no	Forsøksdato:	Dybde, z (m):	Borpunkt nr.:	Godkjent:
	15.07.2020	15,3	P3	SIOR
	Forsøk nr.:	Tegnet:	Kontrollert:	Programrevisjon:
1	DPA	SIOR	00	
Oppdrag nr.:	Tegning nr.:	Prosedyre:		
10220530	RIG-TEG-251.3	Enaks		



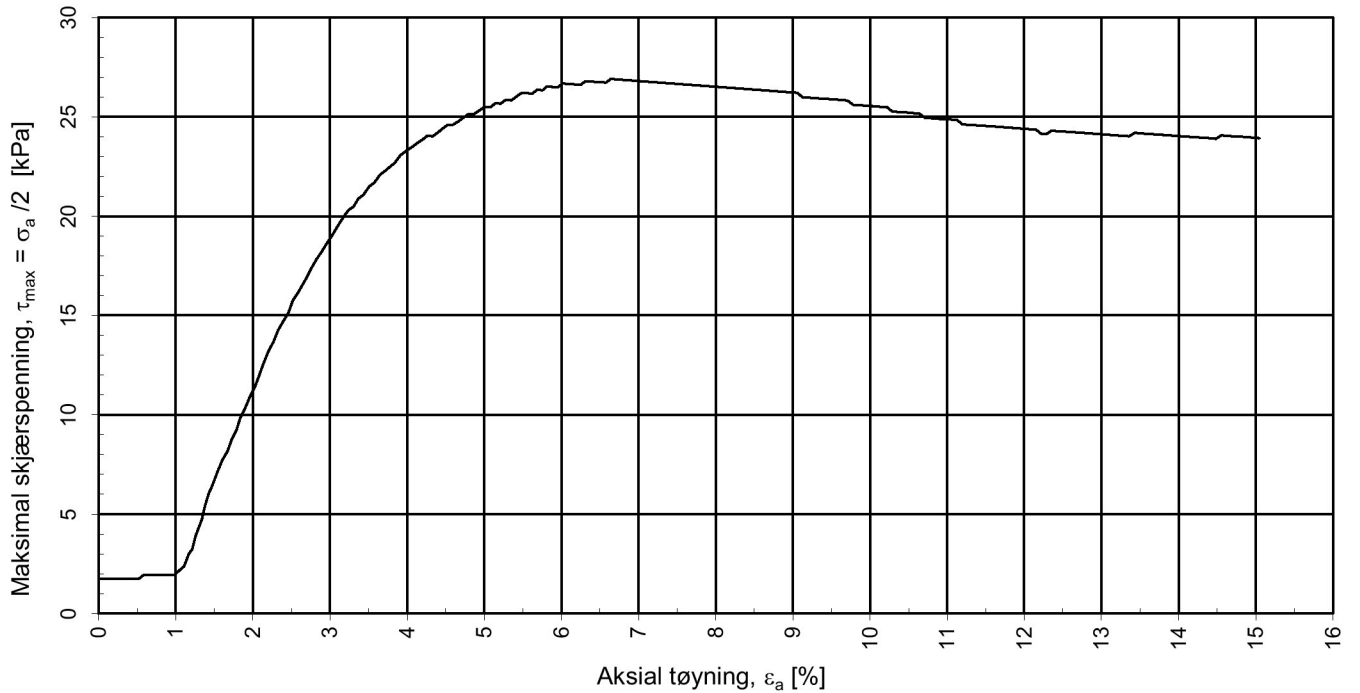
strain v av stress




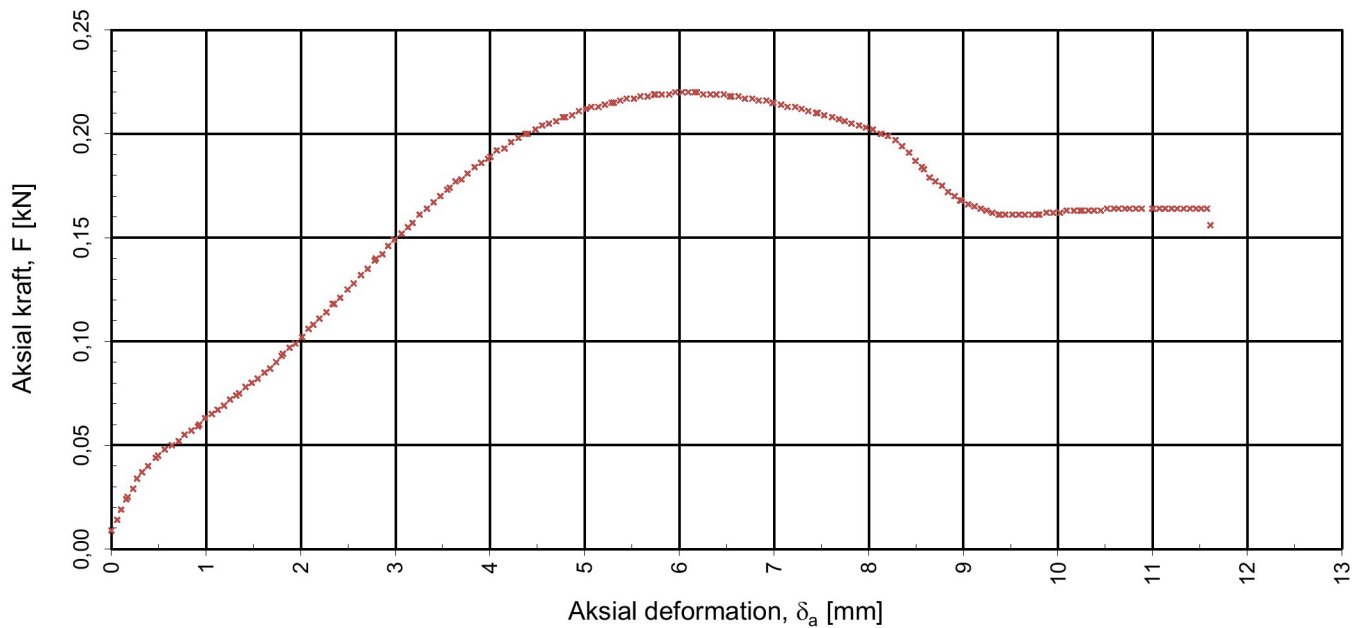
				Tegningens filnavn:
Prøvediameter	Prøvehøyde			
54,00	100,00			
MULTICONSULT AS Nedre Skøyen vei 2, 0213 OSLO Tlf.: +47 21 58 50 00 www.multiconsult.no	Forsøksdato:	Dybde, z (m):	Borpunkt nr.:	Godkjent:
	22.07.2020	17,50	P3	
	Forsøk nr.:	Tegnet:	Kontrollert:	Prosedyre:
1	DPA	SIOR	Enaks	00
Oppdrag nr.:	Tegning nr.:			
10220530	RIG-TEG-251.4			



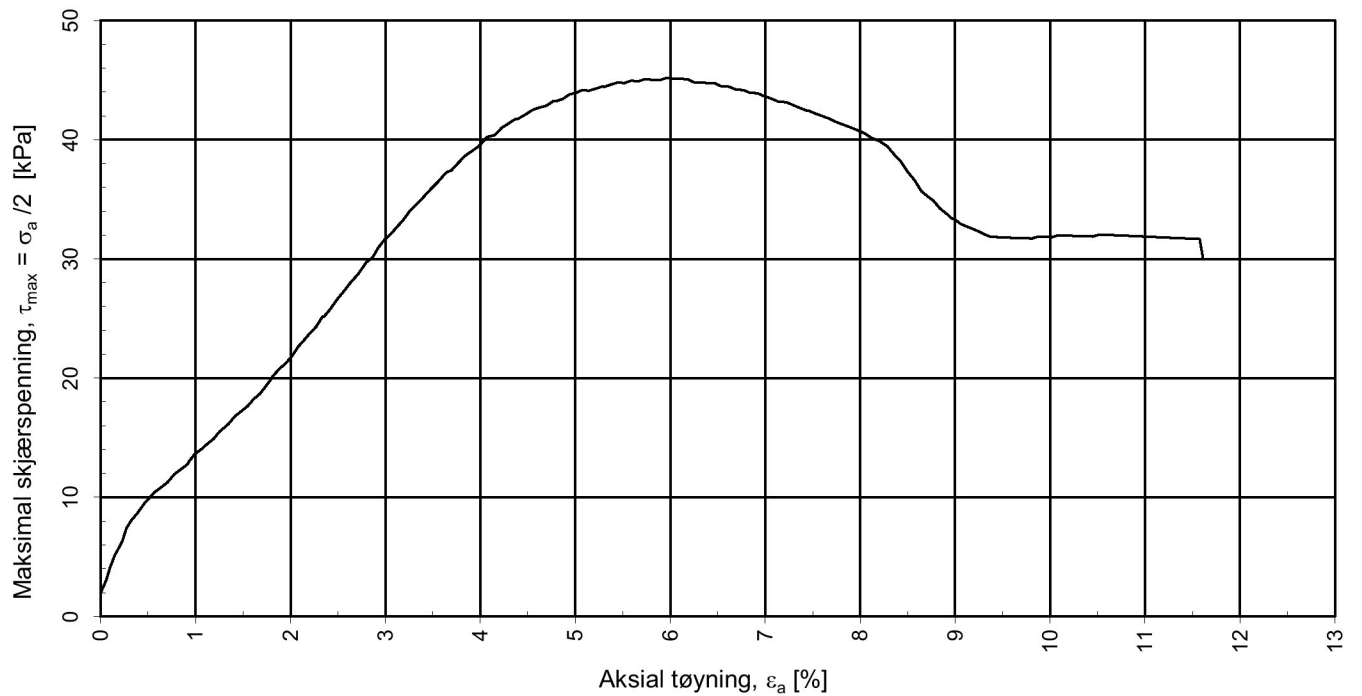
strain v av stress




				Tegningens filnavn:
Prøvediameter 54,00	Prøvehøyde 100,00			
MULTICONSULT AS Nedre Skøyen vei 2, 0213 OSLO Tlf.: +47 21 58 50 00 www.multiconsult.no	Forsøksdato: 15.07.2020	Dybde, z (m): 19,50	Borpunkt nr.: P3	
	Forsøk nr.: 1	Tegnet: DPA	Kontrollert: SIOR	Programrevisjon: 00
	Oppdrag nr.: 10220530	Tegning nr.: RIG-TEG-251.5	Prosedyre: Enaks	

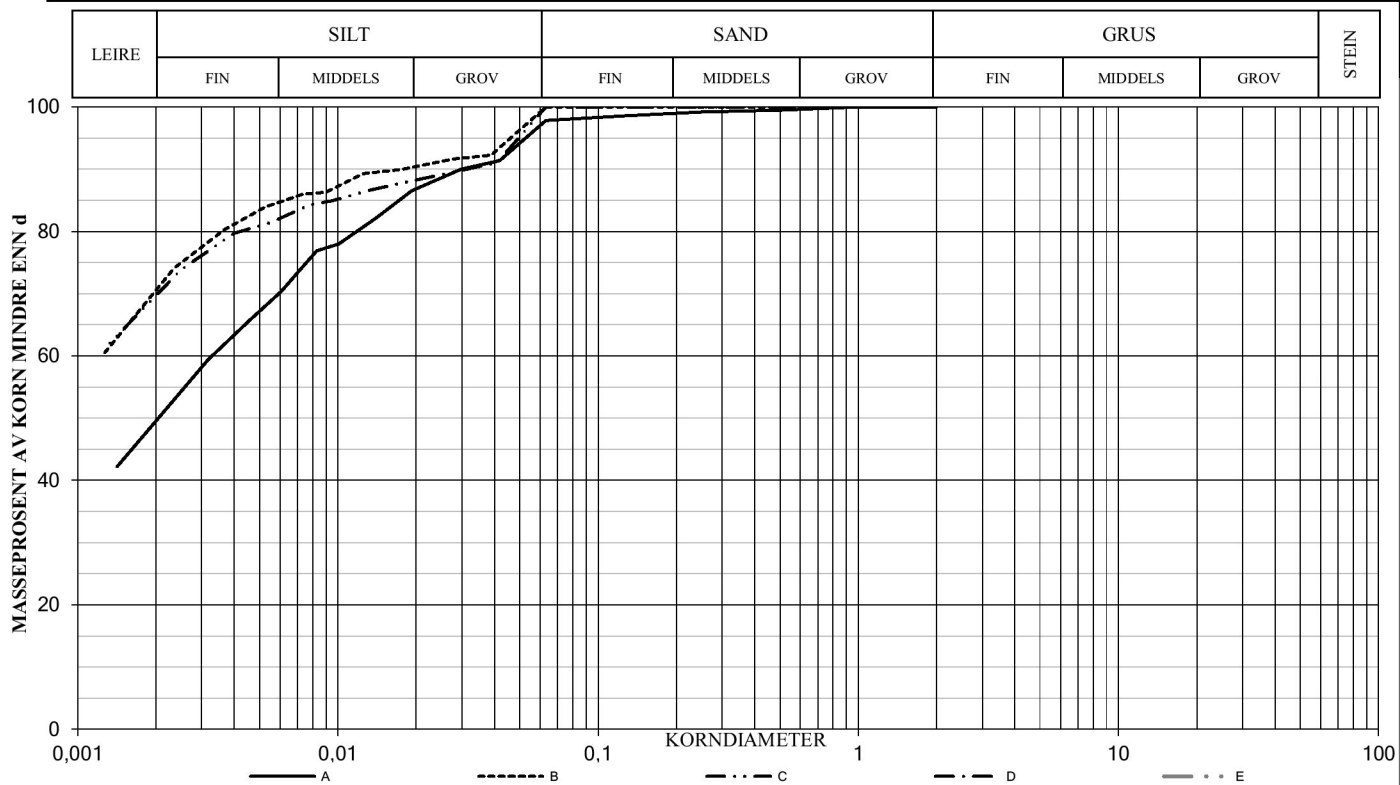


strain v av stress



				Tegningens filnavn:
Prøvediameter 54,00	Prøvehøyde 100,00			
MULTICONSULT AS Nedre Skøyen vei 2, 0213 OSLO Tlf.: +47 21 58 50 00 www.multiconsult.no	Forsøksdato: 22.07.2020	Dybde, z (m): 21,4	Borpunkt nr.: P3	
	Forsøk nr.: 1	Tegnet: DPA	Kontrollert: SIOR	Godkjent: SIOR
	Oppdrag nr.: 10220530	Tegning nr.: RIG-TEG-251.6	Prosedyre: Enaks	Programrevisjon: 00

SYMBOL	SERIE NR.	DYBDE (m)	JORDARTS BETEGNELSE	Anmerkninger	METODE		
					TS	VS	HYD
A	P3	11,0-12,0	LEIRE		X	X	
B	P3	13,0-14,0	LEIRE			X	
C	P3	15,0-16,0	LEIRE			X	
D							
E							



SYMBOL:

Ogl. = Glødetap (%)

Ona. = Humusinnhold (%)

Perm. = Permeabilitet (m/s)

METODE:

TS = Tørr sikt

VS = Våt sikt

HYD = Hydrometer

$$C_z = \frac{D_{30}^2}{(D_{60})(D_{10})}$$

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

SYM BOL	Tele gruppe	W %	S _u kN/m ²	S _{ur} 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												0,0022	0,0033
B													
C													
D													
E													

KORNGRADERING

Sweco Norge AS
Quadrum

Konstr./Tegnet
DPA

Kontrollert
SIOR

Godkjent
SIOR

Dato
27.07.20

Multiconsult
www.multiconsult.no

OPPDRAK NR.

10220530

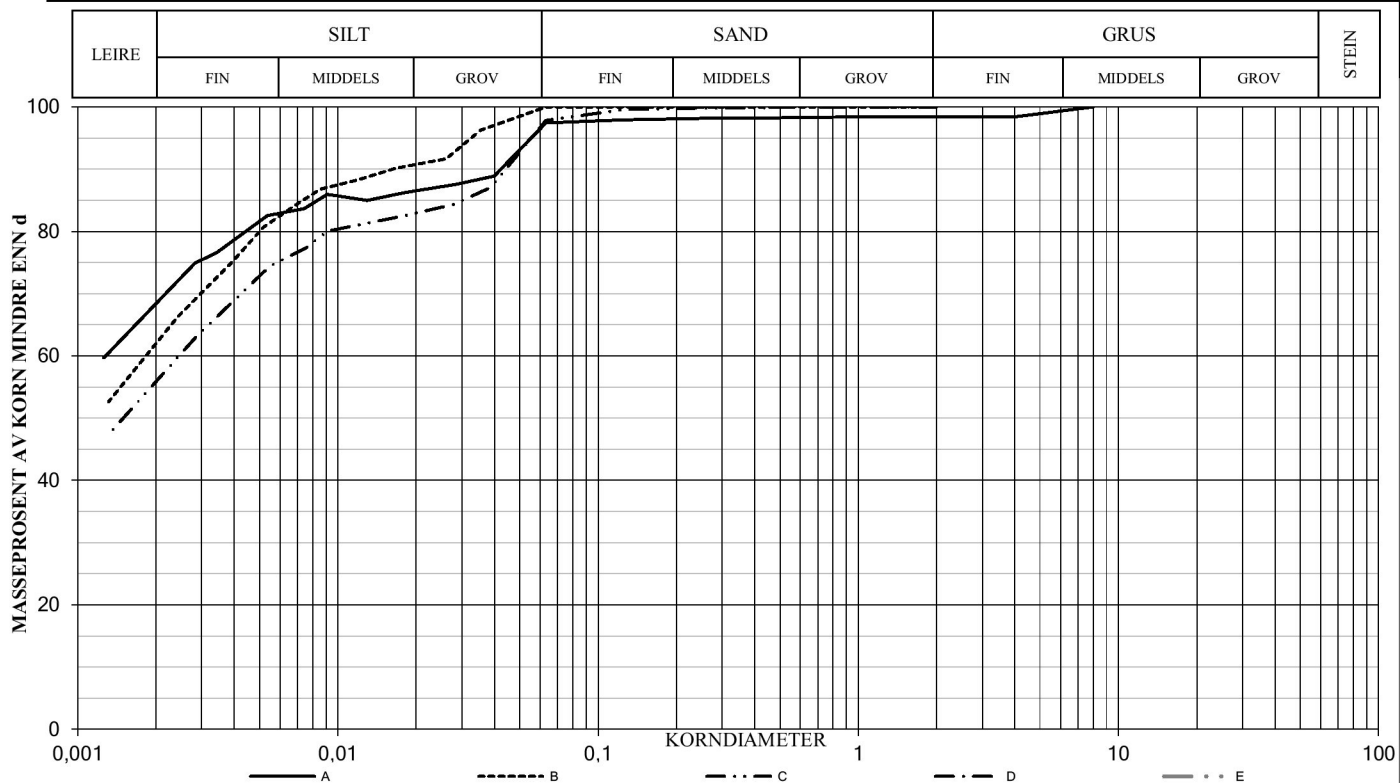
TEGN. NR.

RIG-TEG-300

REV.

00

SYMBOL	SERIE NR.	DYBDE (m)	JORDARTS BETEGNELSE	Anmerkninger	METODE		
					TS	VS	HYD
A	P3	17,0-18,0	LEIRE		X	X	
B	P3	19,0-20,0	LEIRE			X	
C	P3	21,0-22,0	LEIRE		X	X	
D							
E							



SYMBOL:

Ogl. = Glødetap (%)

Ona. = Humusinnhold (%)

Perm. = Permeabilitet (m/s)

METODE:

TS = Tørr sikt

VS = Våt sikt

HYD = Hydrometer

$$C_z = \frac{D_{30}^2}{(D_{60})(D_{10})}$$

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

SYM BOL	Tele gruppe	W %	S_u kN/m ²	S_{ur} 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													0,0013
B													0,0019
C												0,0016	0,0026
D													
E													

KORNGRADERING

Sweco Norge AS
Quadrum

Konstr./Tegnet
DPA

Kontrollert
SIOR

Godkjent
SIOR

Dato
27.07.20

Multiconsult
www.multiconsult.no

OPPDRAK NR.

10220530

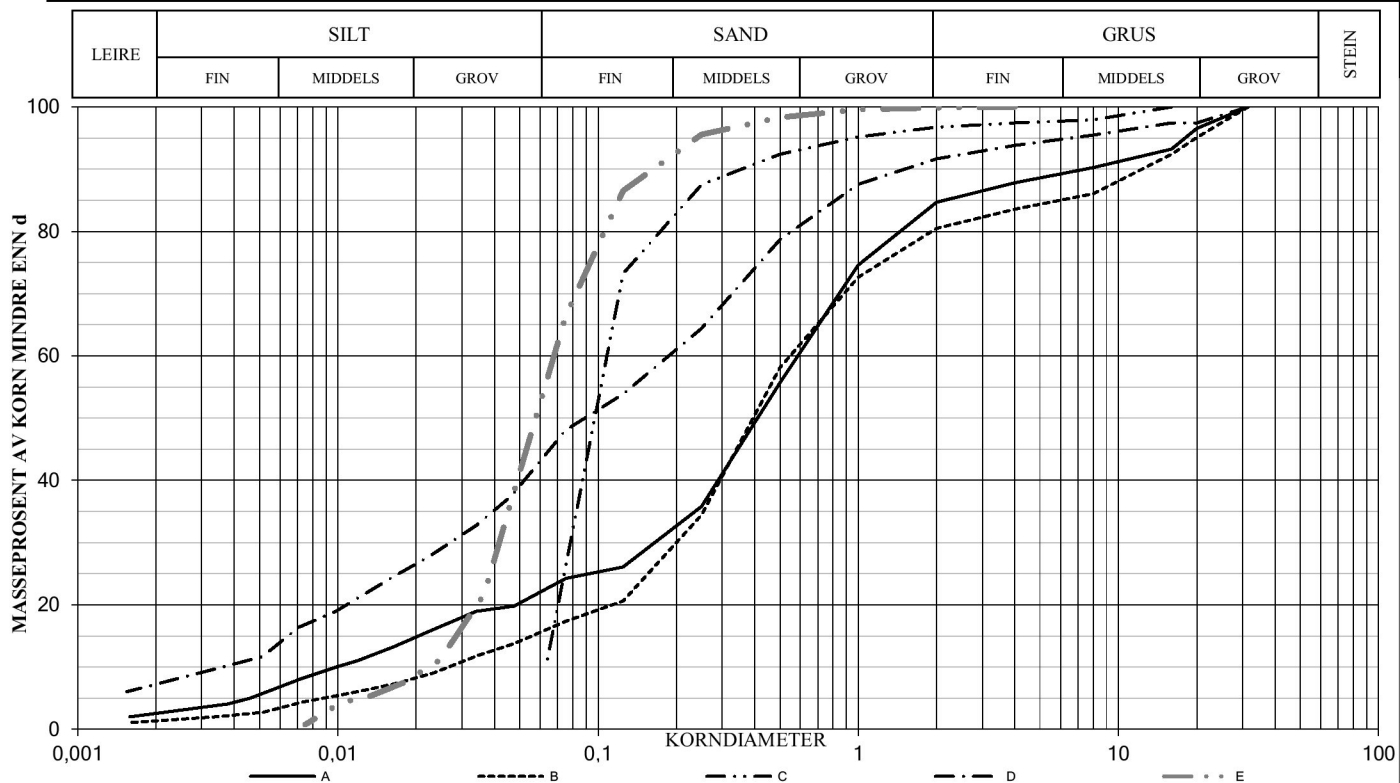
TEGN. NR.

RIG-TEG-301

REV.

00

SYMBOL	SERIE NR.	DYBDE (m)	JORDARTS BETEGNELSE	Anmerkninger	METODE		
					TS	VS	HYD
A	P6	3,0-4,0	SAND, siltig		X	X	
B	P6	5,0-6,0	SAND		X	X	
C	P6	7,0-8,0	SAND		X		
D	P6	9,0-10,0	MATERIALE, sandig, siltig, leirig		X	X	
E	P6	12,0-13,0	SILT, sandig		X	X	



SYMBOL:

Ogl. = Glødetap (%)

Ona. = Humusinnhold (%)

Perm. = Permeabilitet (m/s)

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

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

METODE:

TS = Tørr sikt

VS = Våt sikt

HYD = Hydrometer

SYM BOL	Tele gruppe	W %	S_u kN/m ²	S_{ur} 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
					Wf	Wp							
A										0,0099	0,1752	0,4286	0,6144
B										0,0271	0,2099	0,4141	0,5641
C										0,0630	0,0827	0,1023	0,1121
D										0,0036	0,0276	0,0918	0,1975
E										0,0226	0,0420	0,0592	0,0688

KORNGRADERING

Sweco Norge AS
Quadrum

Konstr./Tegnet
DPA

Kontrollert
SIOR

Godkjent
SIOR

Dato
27.07.20

Multiconsult
www.multiconsult.no

OPPDRAK NR.

10220530

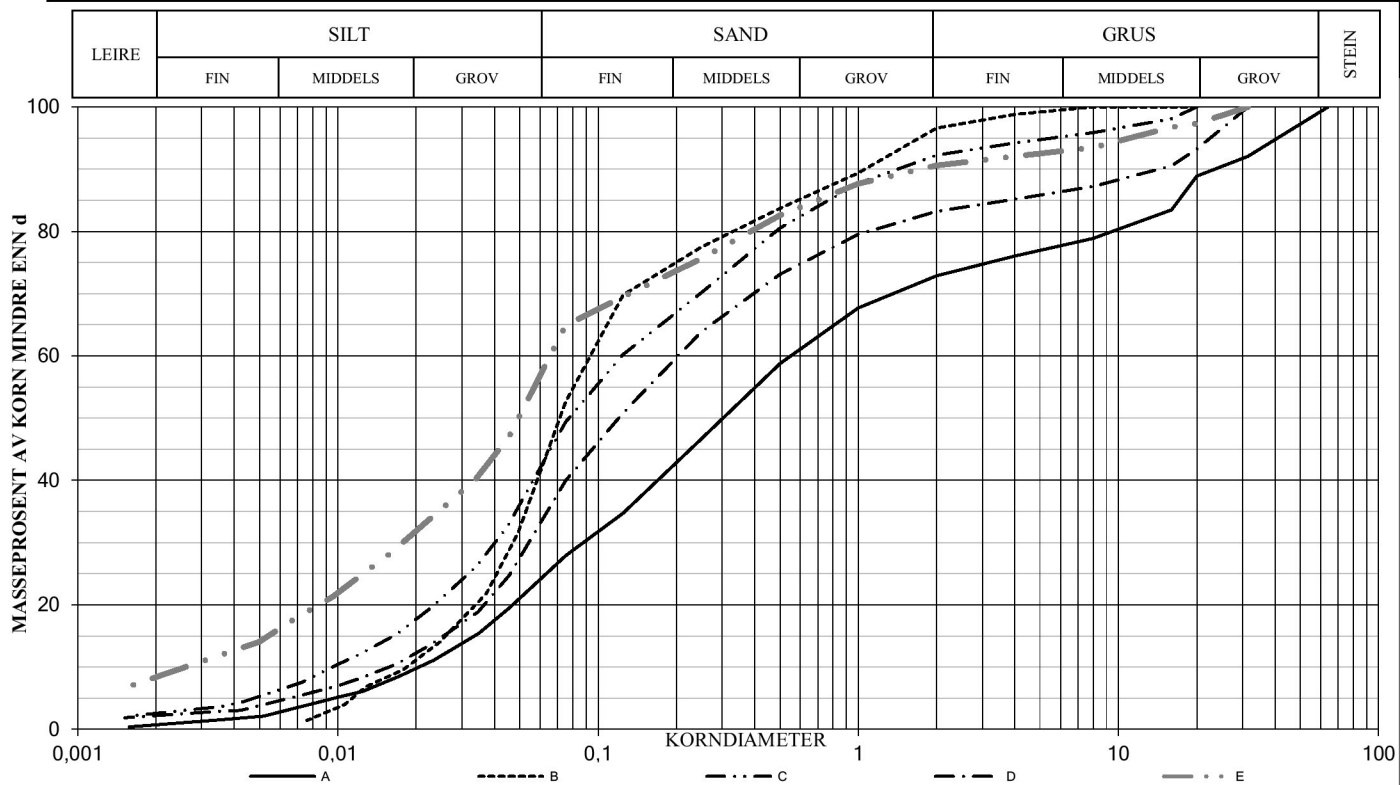
TEGN. NR.

RIG-TEG-302

REV.

00

SYMBOL	SERIE NR.	DYBDE (m)	JORDARTS BETEGNELSE	Anmerkninger	METODE		
					TS	VS	HYD
A	P6	14,0-15,0	MATERIALE, sandig, grusig, siltig		X	X	
B	P6	16,0-17,0	MATERIALE, sandig, siltig		X	X	
C	P6	18,0-19,0	MATERIALE, sandig, siltig		X	X	
D	P6	20,0-21,0	MATERIALE, sandig, siltig		X	X	
E	P6	22,0-23,0	SILT, sandig, leirig		X	X	



SYMBOL:

Ogl. = Glødetap (%)

Ona. = Humusinnhold (%)

Perm. = Permeabilitet (m/s)

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

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

METODE:

TS = Tørr sikt

VS = Våt sikt

HYD = Hydrometer

SYM BOL	Tele gruppe	W %	S _u kN/m ²	S _{ur} 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										0,0207	0,0903	0,3186	0,5699
B										0,0185	0,0474	0,0718	0,0965
C										0,0096	0,0405	0,0778	0,1239
D										0,0159	0,0558	0,1211	0,2128
E										0,0028	0,0180	0,0504	0,0669

KORNGRADERING

Sweco Norge AS
Quadrum

Konstr./Tegnet
DPA

Kontrollert
SIOR

Godkjent
SIOR

Dato
27.07.20

Multiconsult
www.multiconsult.no

OPPDRAG NR.

10220530

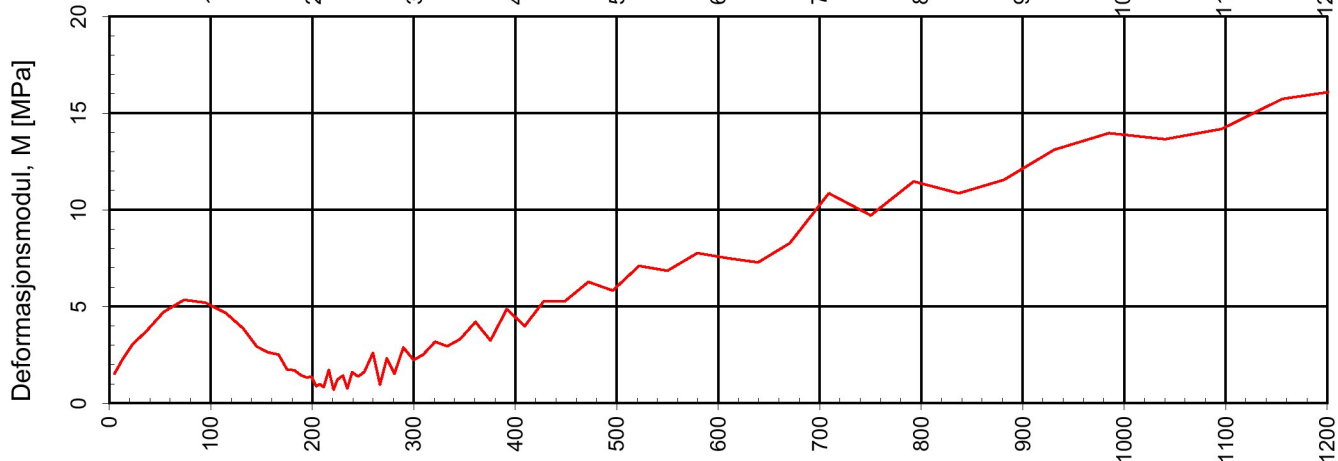
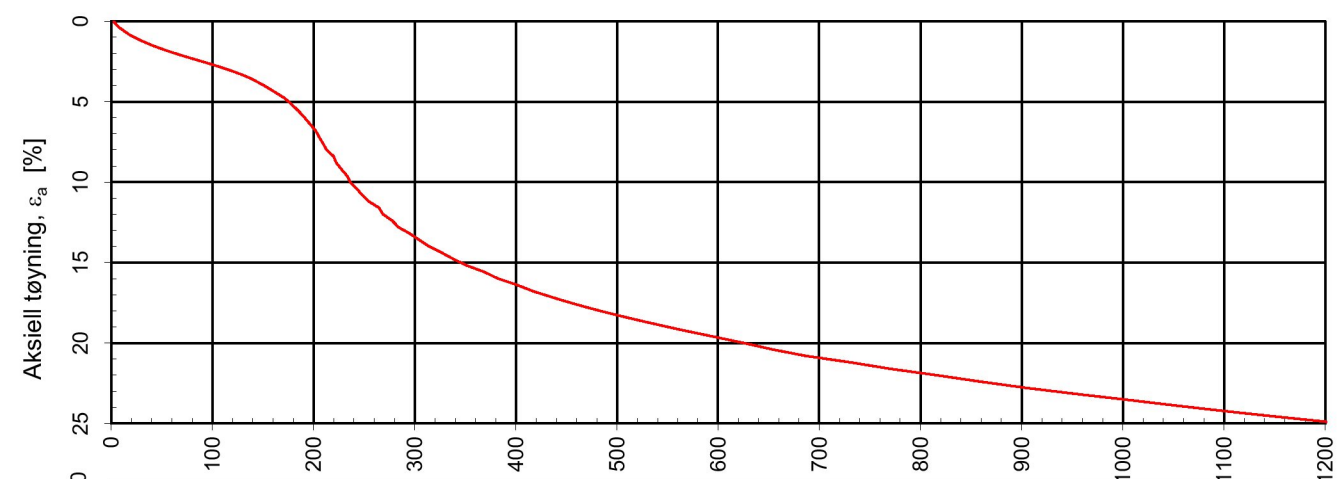
TEGN. NR.

RIG-TEG-303

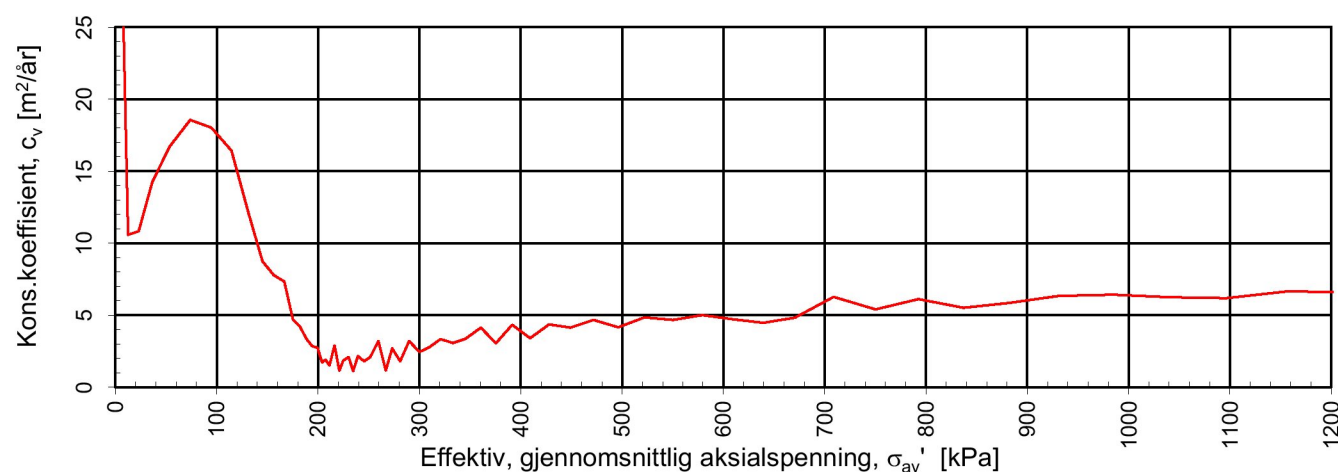
REV.

00

Effektiv gjennomsnittlig aksialspenning, σ_{av}' [kPa]



Effektiv, gjennomsnittlig aksialspenning, σ_{av}' [kPa]



Densitet ρ (g/cm³): **1,68**
 Vanninnhold w (%): **54,73**

Sweco Norge AS
Quadrum

Rapportdato:
 20.07.2020

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

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

Forsøksdato:
 14.07.2020

Dybde, z (m):
 13,45

Borpunkt nr.:
 P3

Forsøknr.:
 1

Tegnet av:
 DPA

Kontrollert:
 SIOR

Oppdrag nr.:
 10220530

Tegning nr.:
 RIG-TEG-400.1

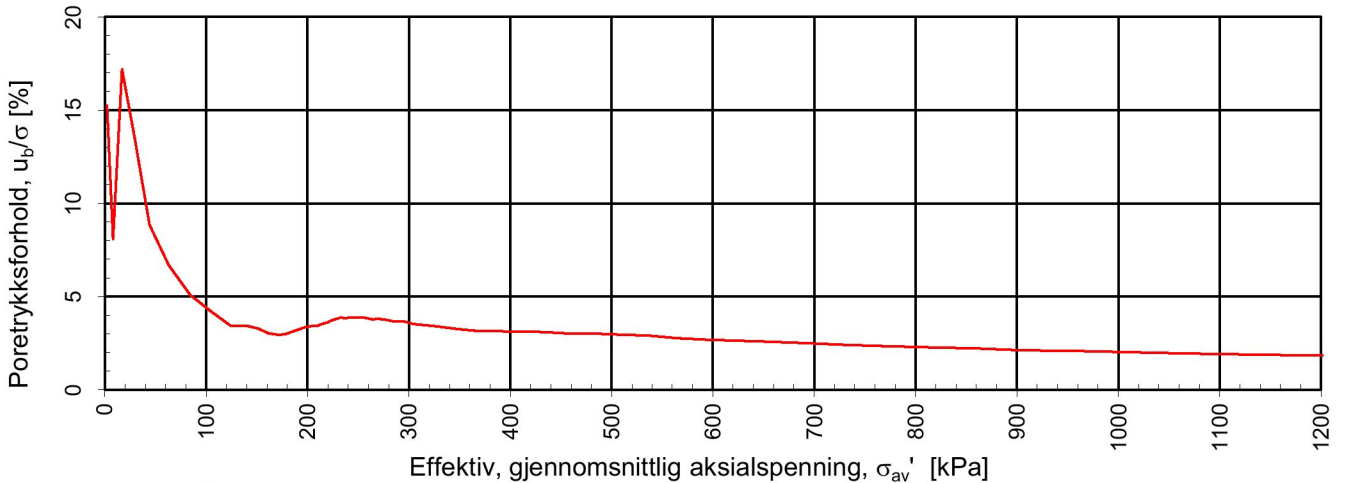
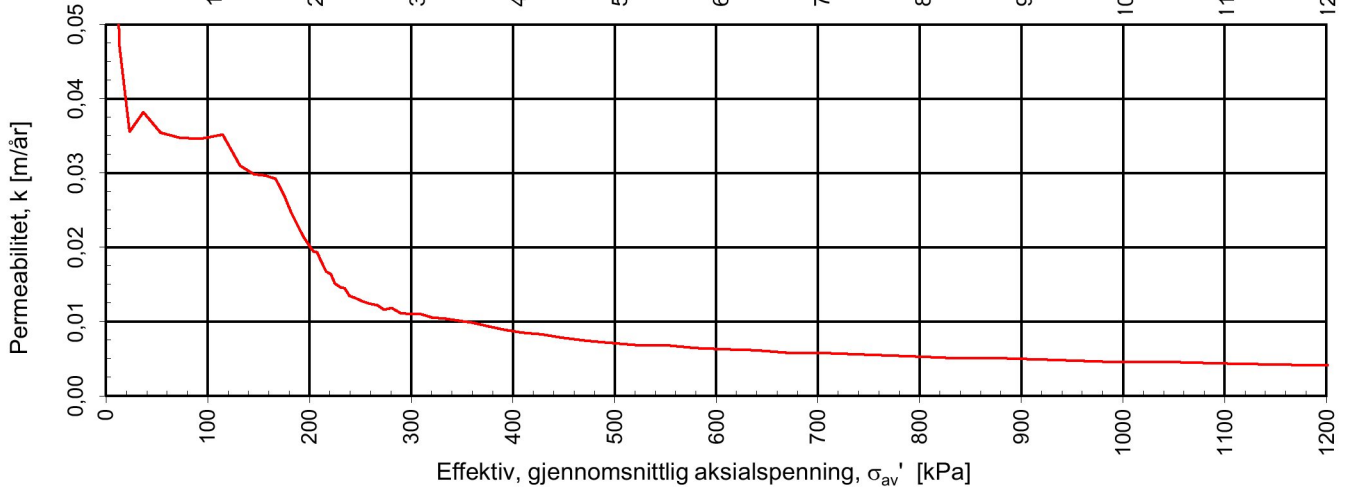
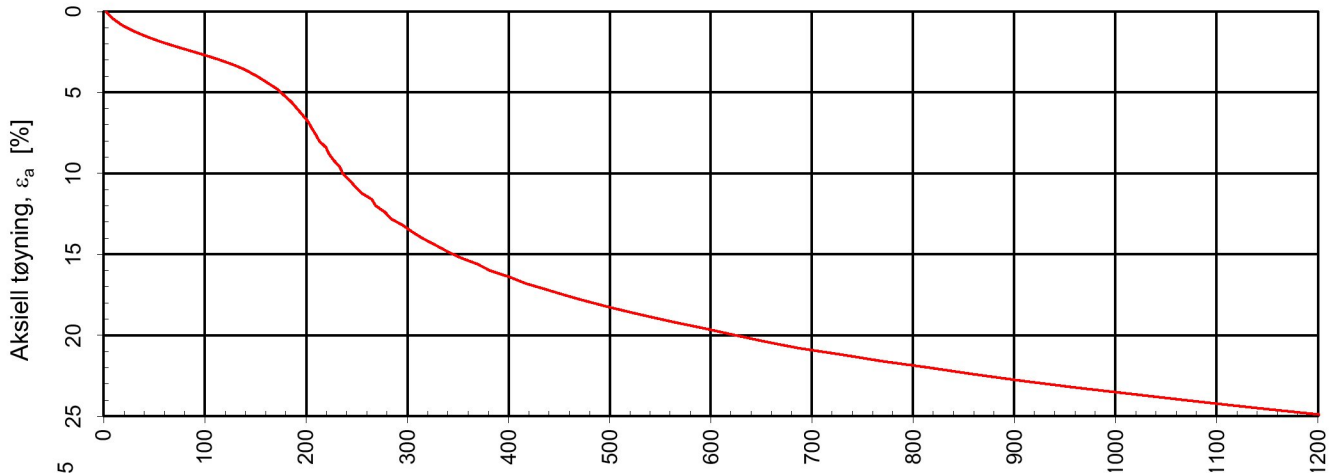
Prosedyre:
 CRS

Multi
 consult

Godkjent:
 SIOR

Programrevisjon:
 30.01.2018

Effektiv, gjennomsnittlig aksialspenning, σ_{av}' [kPa]



Densitet ρ (g/cm³): 1,68

Vanninnhold w (%): 54,73

Sweco Norge AS

Quadrum

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

Rapportdato:

20.07.2020

MULTICONSULT AS

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

Forsøksdato:

14.07.2020

Dybde, z (m):

13,45

Borpunkt nr.:

P3

Forsøknr.:

1

Tegnet av:

DPA

Kontrollert:

SIOR

Oppdrag nr.:

10220530

Tegning nr.:

RIG-TEG-400.2

Prosedyre:

CRS

Godkjent:

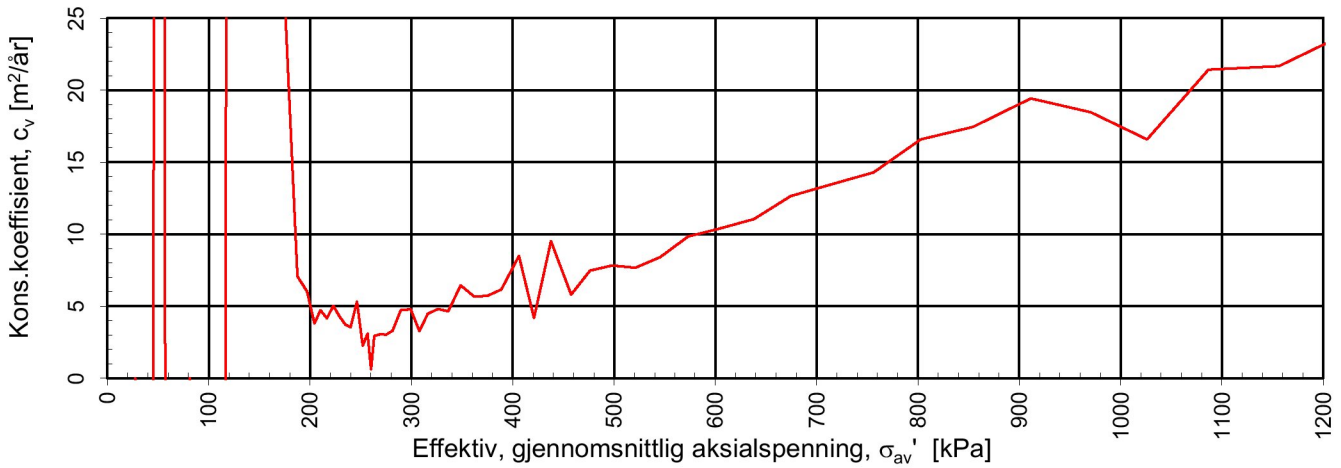
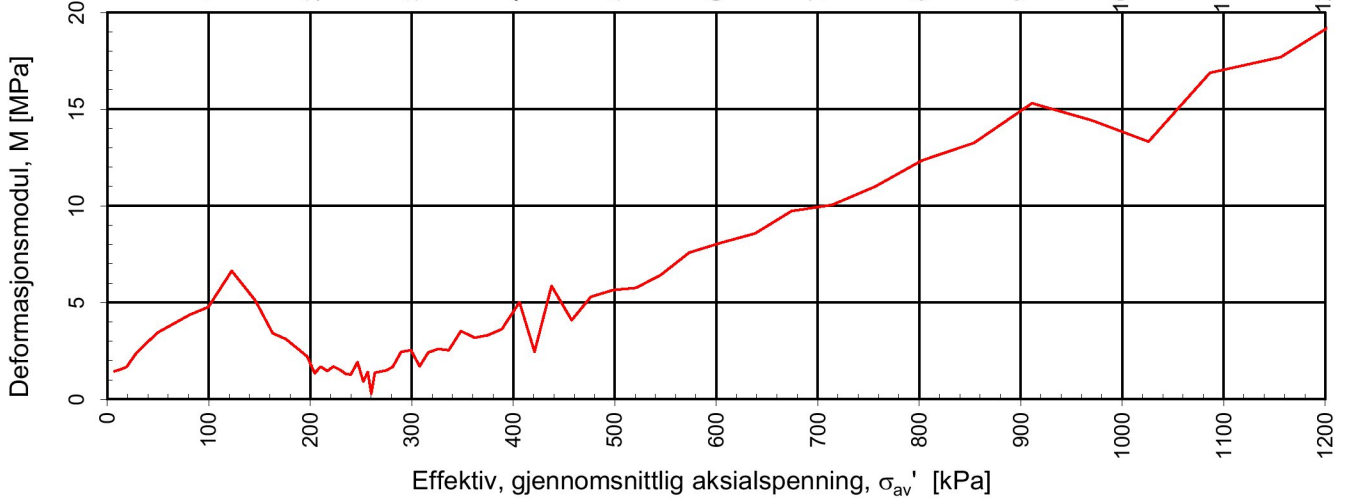
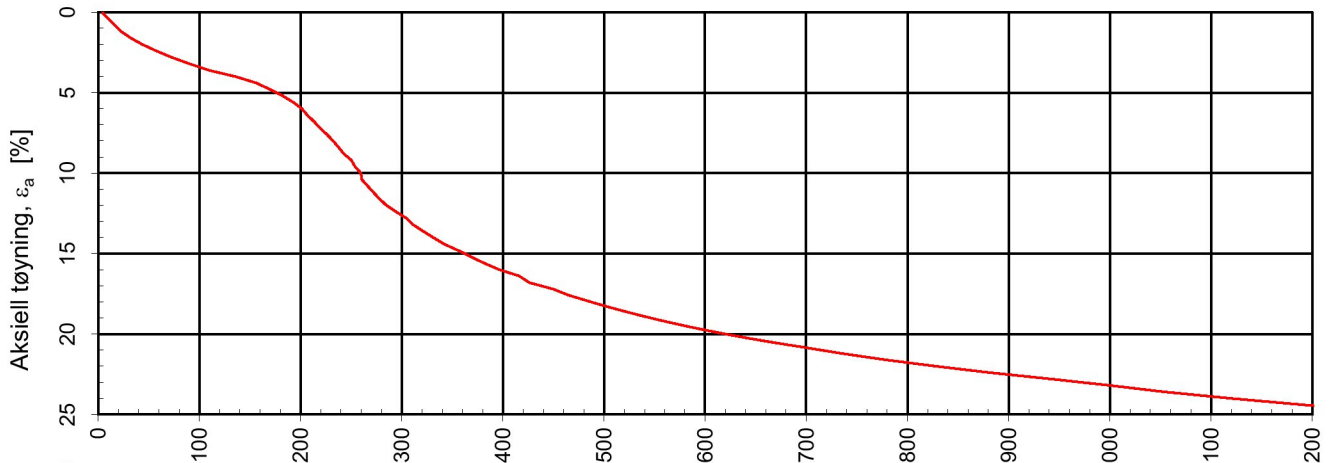
SIOR

Programrevisjon:

30.01.2018

**Multi
consult**

Effektiv gjennomsnittlig aksialspenning, σ_{av}' [kPa]



Densitet ρ (g/cm³): **1,70**
 Vanninnhold w (%): **56,62**

Sweco Norge AS
Quadrum

Rapportdato:
 28.07.2020

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

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

Forsøksdato:
 22.07.2020

Dybde, z (m):
 17,40

Borpunkt nr.:
 P3

Forsøknr.:
 1

Tegnet av:
 DPA

Kontrollert:
 SIOR

Oppdrag nr.:
 10220530

Tegning nr.:
 RIG-TEG-401.1

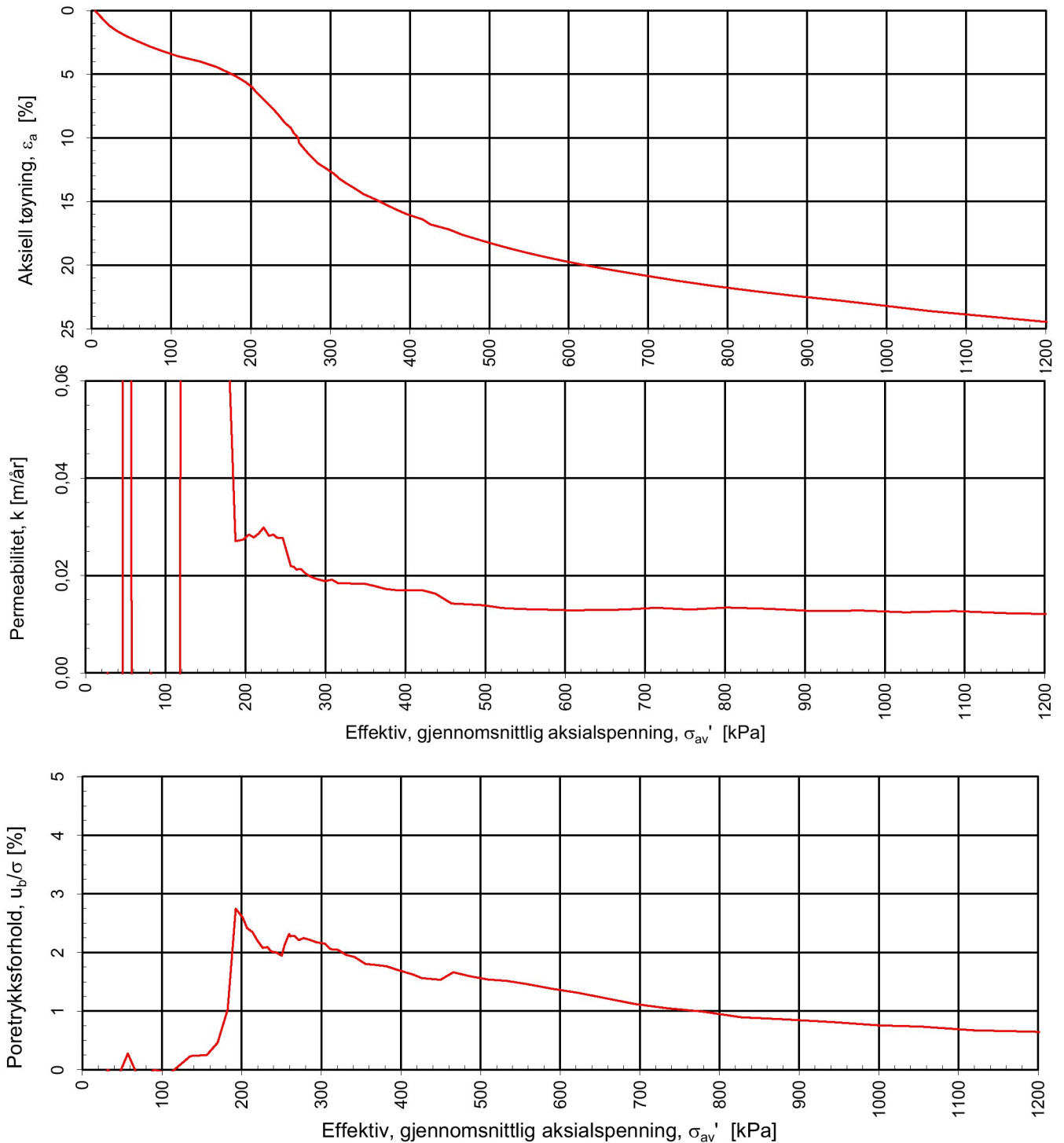
Prosedyre:
 CRS

Multi
 consult

Godkjent:
 SIOR

Programrevisjon:
 30.01.2018

Effektiv, gjennomsnittlig aksialspenning, σ_{av}' [kPa]



Densitet ρ (g/cm³): 1,70

Vanninnhold w (%): 56,62

Sweco Norge AS

Quadrum

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

Rapportdato:

28.07.2020

MULTICONSULT AS

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

Forsøksdato:

22.07.2020

Dybde, z (m):

17,40

Borpunkt nr.:

P3

Forsøknr.:

1

Tegnet av:

DPA

Kontrollert:

SIOR

Oppdrag nr.:

10220530

Tegning nr.:

RIG-TEG-401.2

Prosedyre:

CRS

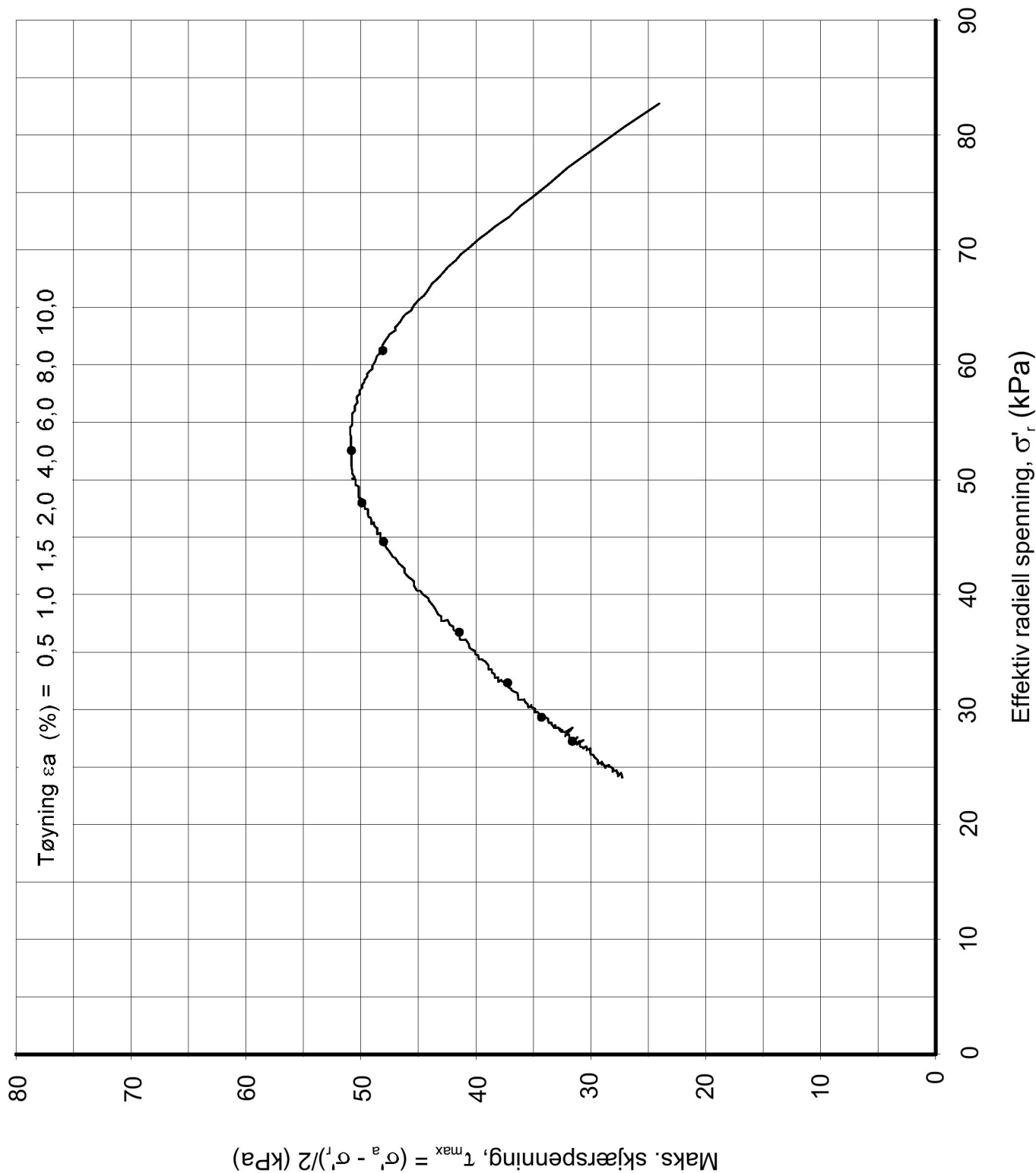
Godkjent:

SIOR

Programrevisjon:

30.01.2018

**Multi
consult**



Forsøksdata

$\gamma_i = 16,6 \text{ kN/m}^3$
 Dybde: 13,35 m $\epsilon_{\text{vol}} = \Delta V/V = 6,14 \%$
 Gvs. = 4 m $\Delta e/e_0 (-) = 0,102$
 $w_i = 59,1 \%$
 $w_f = - \%$
 $w_p = - \%$
 Tan. $\phi_f = -$
 Attraksjon = - kPa
 $\sigma'_{\text{vo}} = 129,2 \text{ kPa}$
 $\sigma'_{\text{ac}} = 126,4 \text{ kPa}$
 $\sigma'_{\text{rc}} = 85,4 \text{ kPa}$

Treksialforsøk CAUa Deviatorspenningsti. NTNU-plott

Borpunkt:
P3

Sweco Norge AS

Dato:
23.07.2020

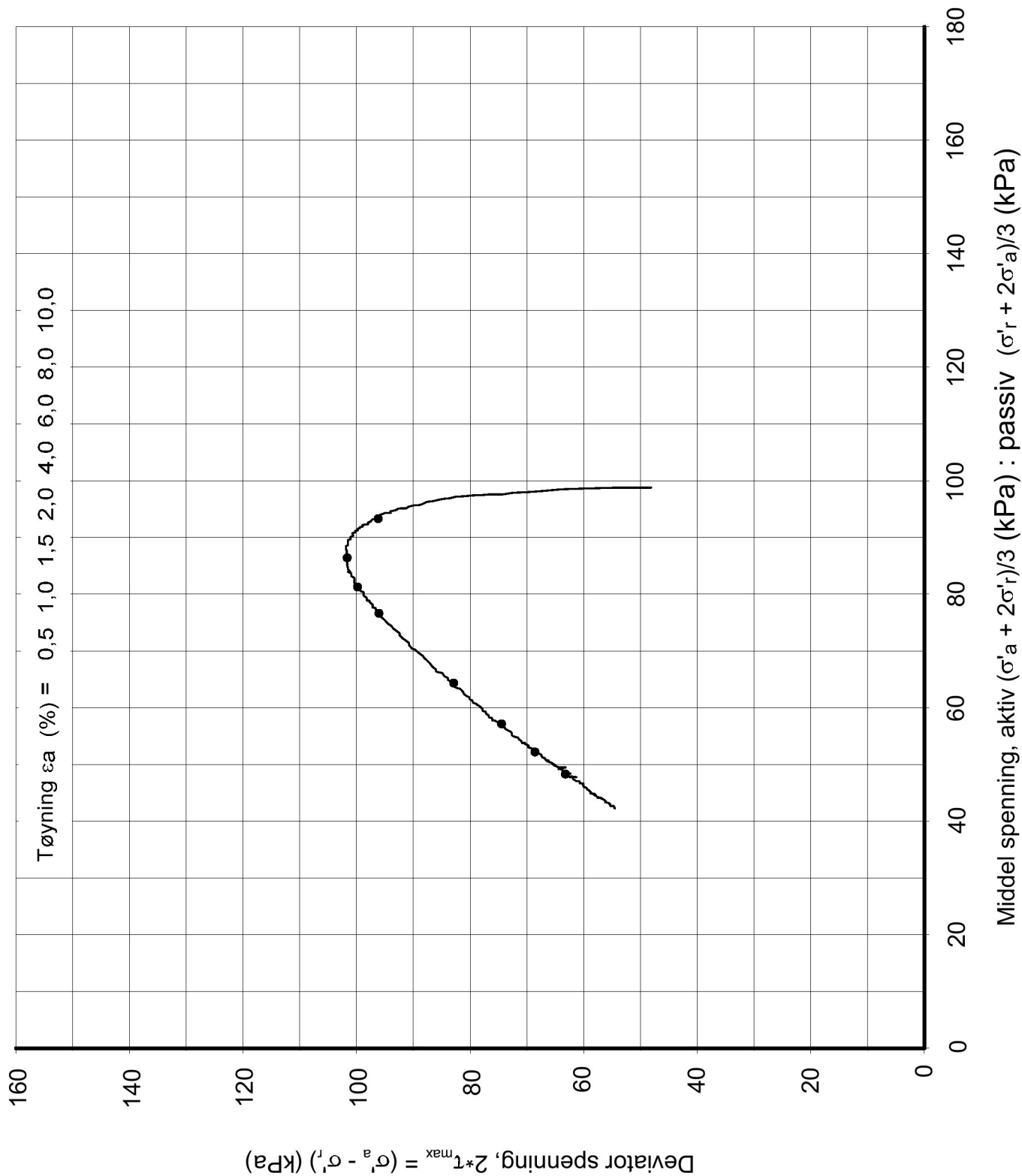
Quadrum

Multiconsult
www.multiconsult.no

Tegnet
DPA
Oppdragsnr:
10220530

Kontrollert:
SIOR
Tegning nr.:
RIG-TEG-450.1

Godkjent:
SIOR
Rev nr.
00



Forsøksdata

$\gamma_i = 16,6 \text{ kN/m}^3$	$w_i = 59,1 \%$	$\sigma'_{vo} = 129,2 \text{ kPa}$
Dybde: 13,35 m	$w_f = - \%$	$\sigma'_{ac} = 126,4 \text{ kPa}$
Gvs. = 4 m	$w_p = - \%$	$\sigma'_{rc} = 85,4 \text{ kPa}$
$\epsilon_{vol} = \Delta V/V = 6,14 \%$		
$\Delta e/e_0 (-) = 0,102$		
	Tan. $\phi_f = -$	
	Attraksjon = - kPa	

Treaksialforsøk CAUa

Borpunkt:
P3

Sweco Norge AS

Dato:
23.07.2020

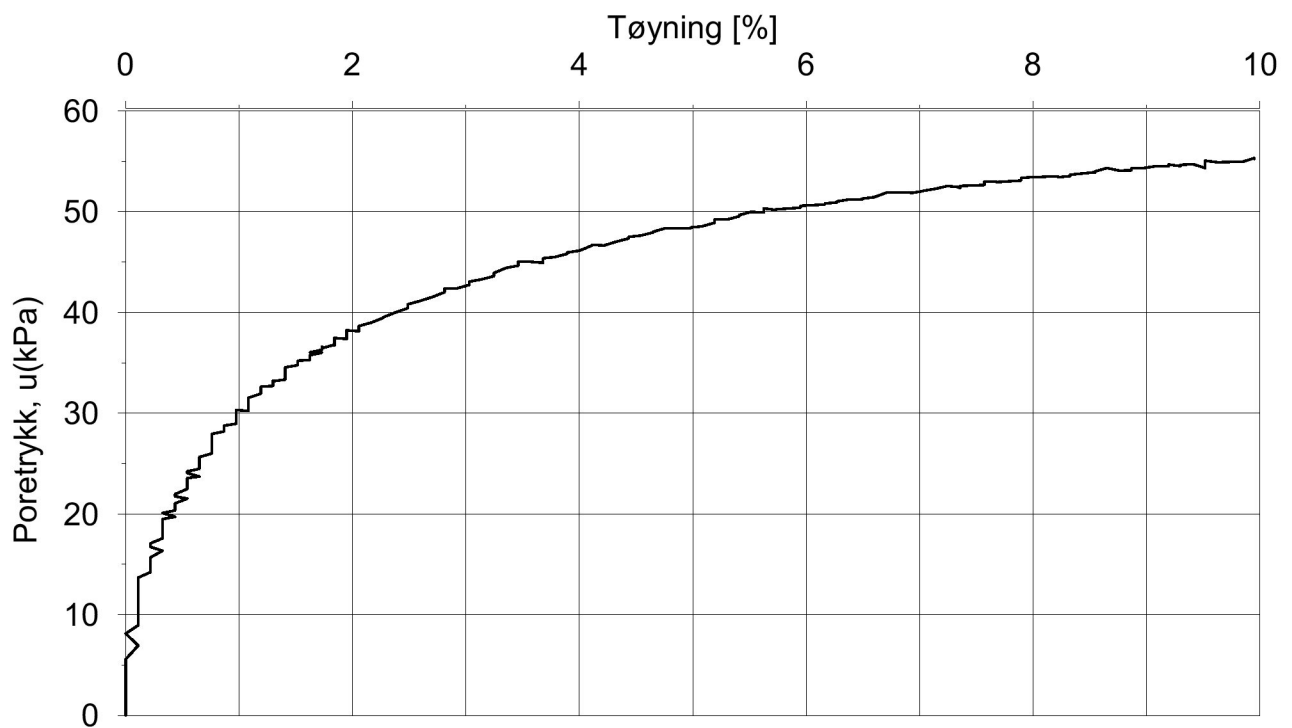
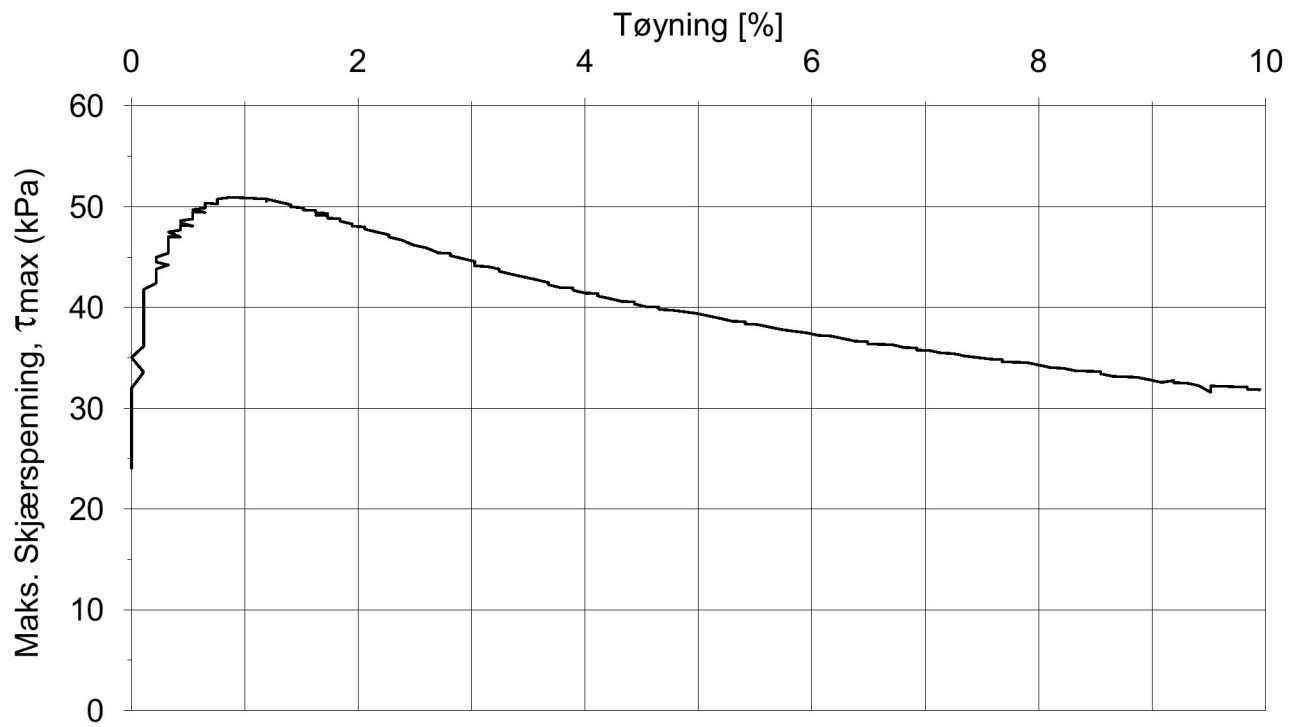
Quadrum

Multiconsult
www.multiconsult.no

Tegnet
DPA
Oppdragsnr:
10220530

Kontrollert:
SIOR
Tegning nr.:
RIG-TEG-450.2

Godkjent:
SIOR
Rev nr.
00



Forsøksdata

$\gamma_i = 16,6 \text{ kN/m}^3$	$w_i = 59,1 \%$	$\sigma'_{vo} = 129,2 \text{ kPa}$
Dybde: 13,35 m	$\epsilon_{vol} = \Delta V/V = 6,14 \%$	$\sigma'_{ac} = 126,4 \text{ kPa}$
Gvs. = 4 m	$\Delta e/e_0 (-) = 0,102$	$\sigma'_{rc} = 85,4 \text{ kPa}$

Treacks CAUa Poretrykk- og mobiliseringsforsøk

Borpunkt:

P3

Sweco Norge AS

Dato:

23.07.2020

Quadrum

Multiconsult
www.multiconsult.no

Tegnet

DPA

Kontrollert:

SIOR

Godkjent:

SIOR

Oppdragsnr:

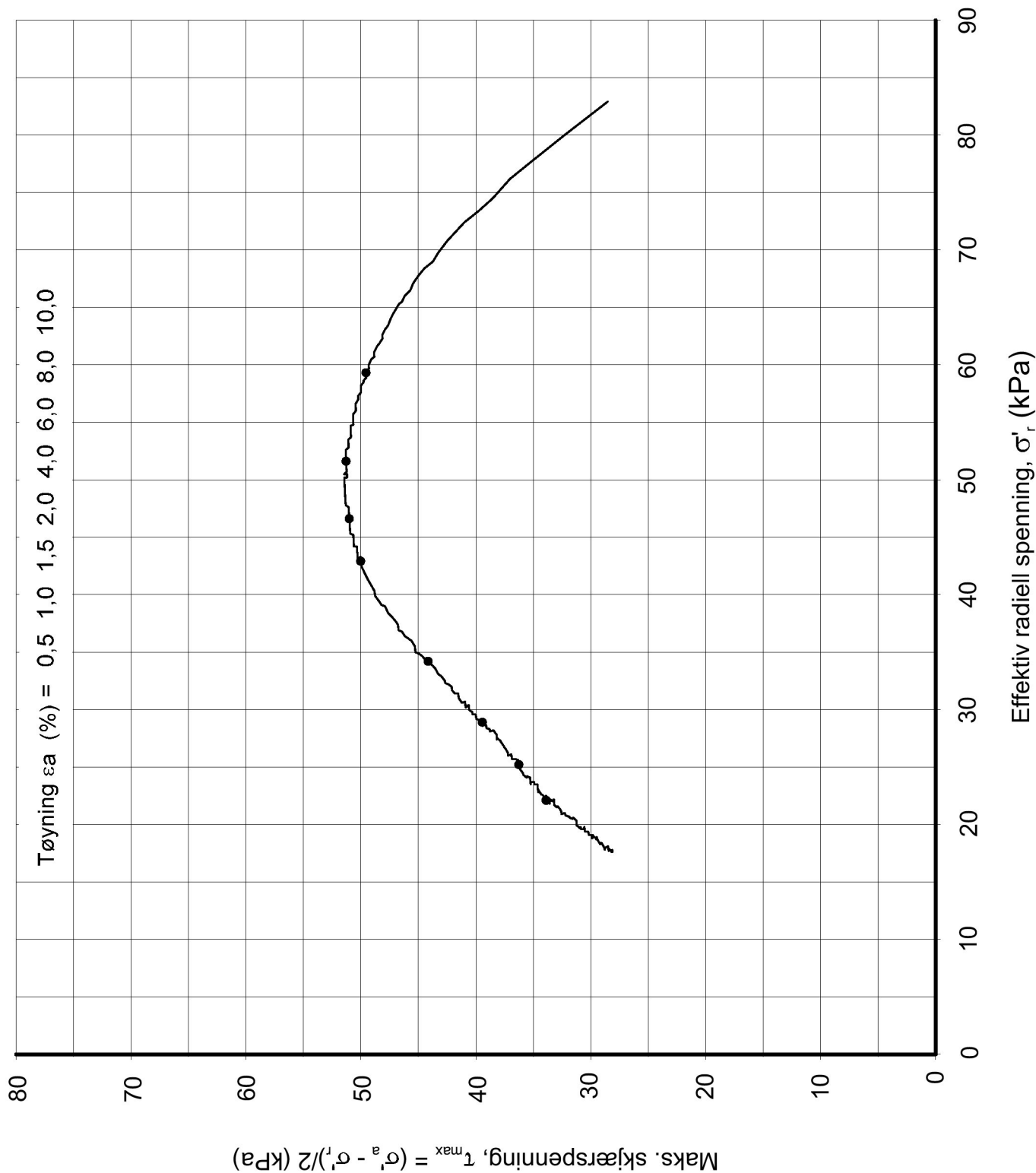
10220530

Tegning nr.:

RIG-TEG-450.3

Rev nr.

00



Forsøksdata

$\gamma_i = 17,7 \text{ kN/m}^3$	$w_i = 56,1 \%$	$\sigma'_{vo} = 140,9 \text{ kPa}$
Dybde: 15,40 m	$w_f = - \%$	$\sigma'_{ac} = 140,2 \text{ kPa}$
Gvs. = 4 m	$w_p = - \%$	$\sigma'_{rc} = 84,2 \text{ kPa}$
$\varepsilon_{vol} = \Delta V/V = 16,16 \%$	Tan. $\phi_f = -$	
$\Delta e/e_0 (-) = 0,274$	Attraksjon = - kPa	

Treaksialforsøk CAUa Deviatorspenningsti. NTNU-plott

Borpunkt:
P3

Sweco Norge AS

Dato:
23.07.2020

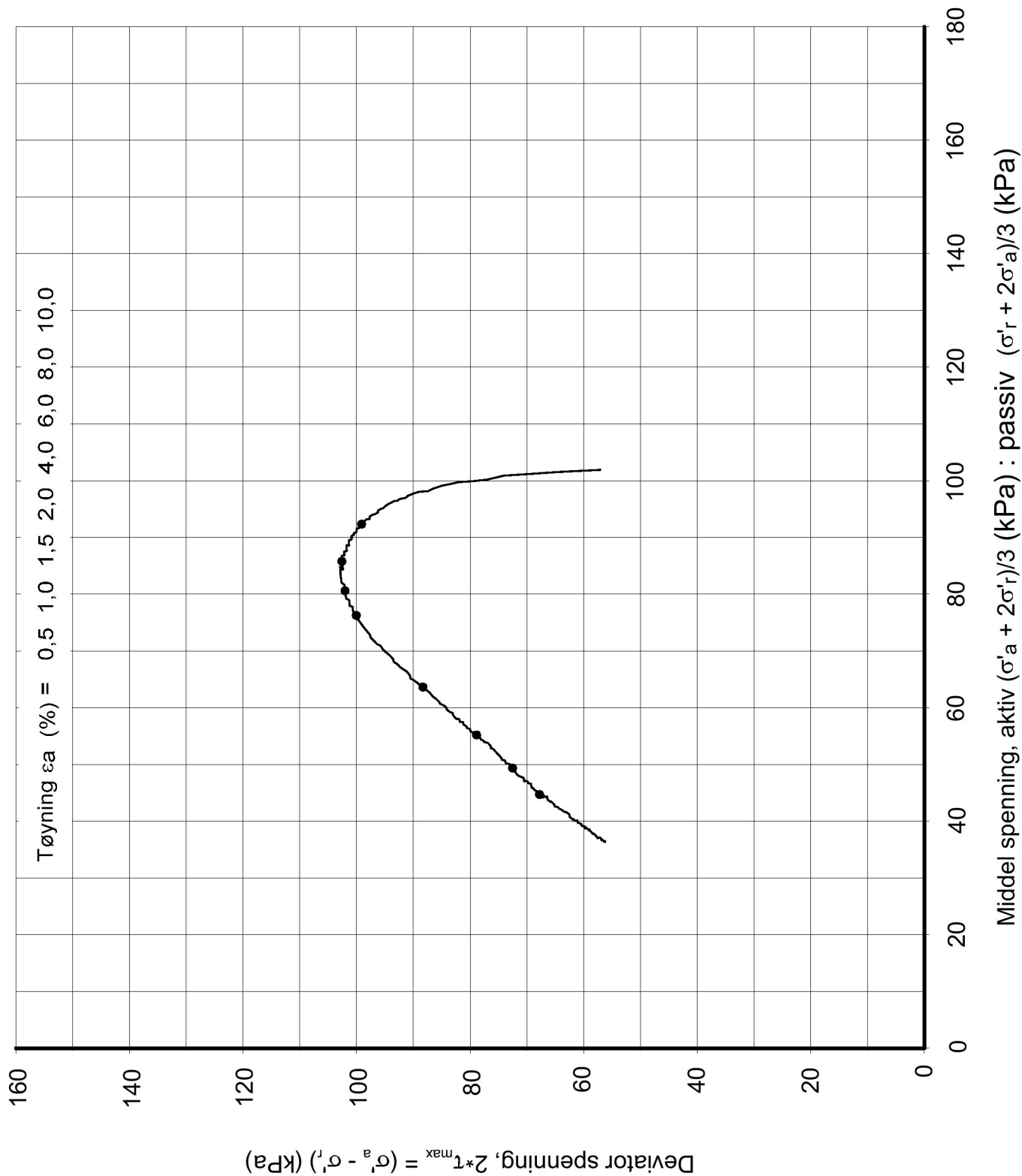
Quadrum

Multiconsult
www.multiconsult.no

Tegnet
DPA
Oppdragsnr:
10220530

Kontrollert:
SIOR
Tegning nr.:
RIG-TEG-451.1

Godkjent:
SIOR
Rev nr.
00



Forsøksdata

Dybde: 15,40 m	$\gamma_i = 17,7 \text{ kN/m}^3$	$w_i = 56,1 \%$	$\sigma'_{vo} = 140,9 \text{ kPa}$
Gvs. = 4 m	$\epsilon_{vol} = \Delta V/V = 16,16 \%$	$w_f = - \%$	$\sigma'_{ac} = 140,2 \text{ kPa}$
	$\Delta e/e_0 (-) = 0,274$	$w_p = - \%$	$\sigma'_{rc} = 84,2 \text{ kPa}$
		Tan. $\phi_f = -$	
		Attraksjon = - kPa	

Treaksialforsøk CAUa

Borpunkt:
P3

Sweco Norge AS

Dato: 23.07.2020

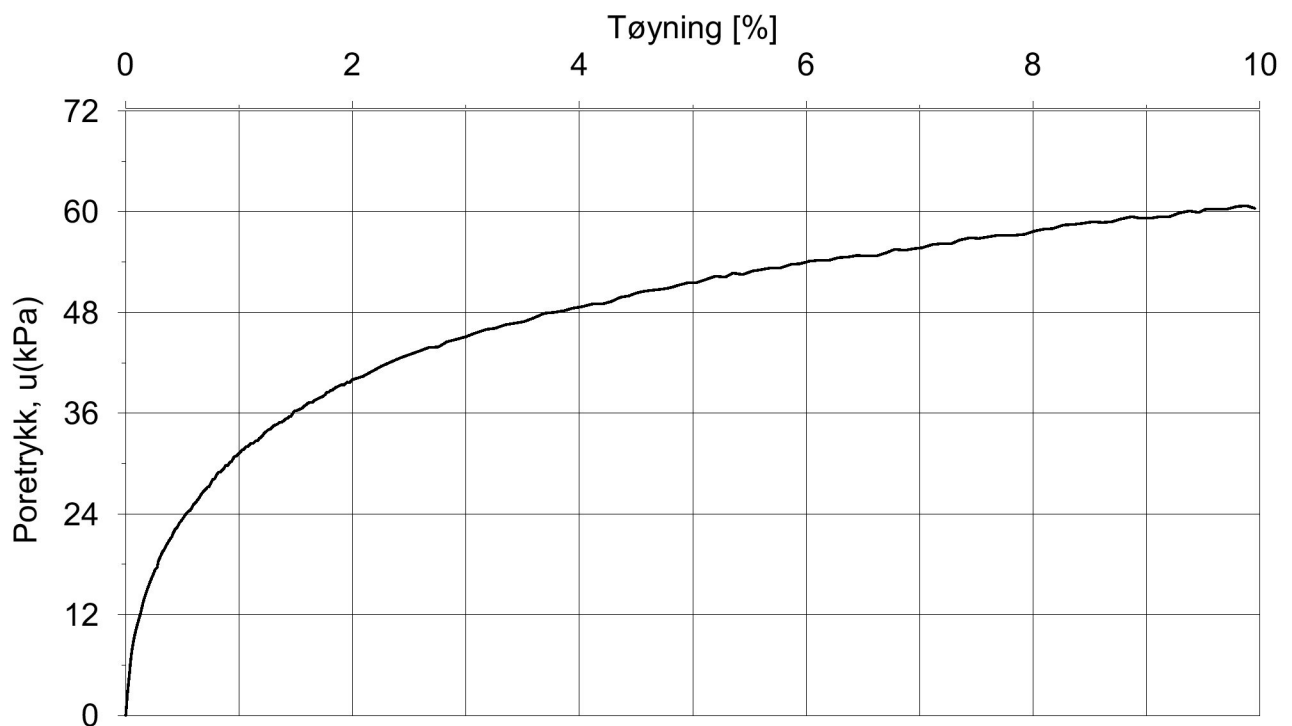
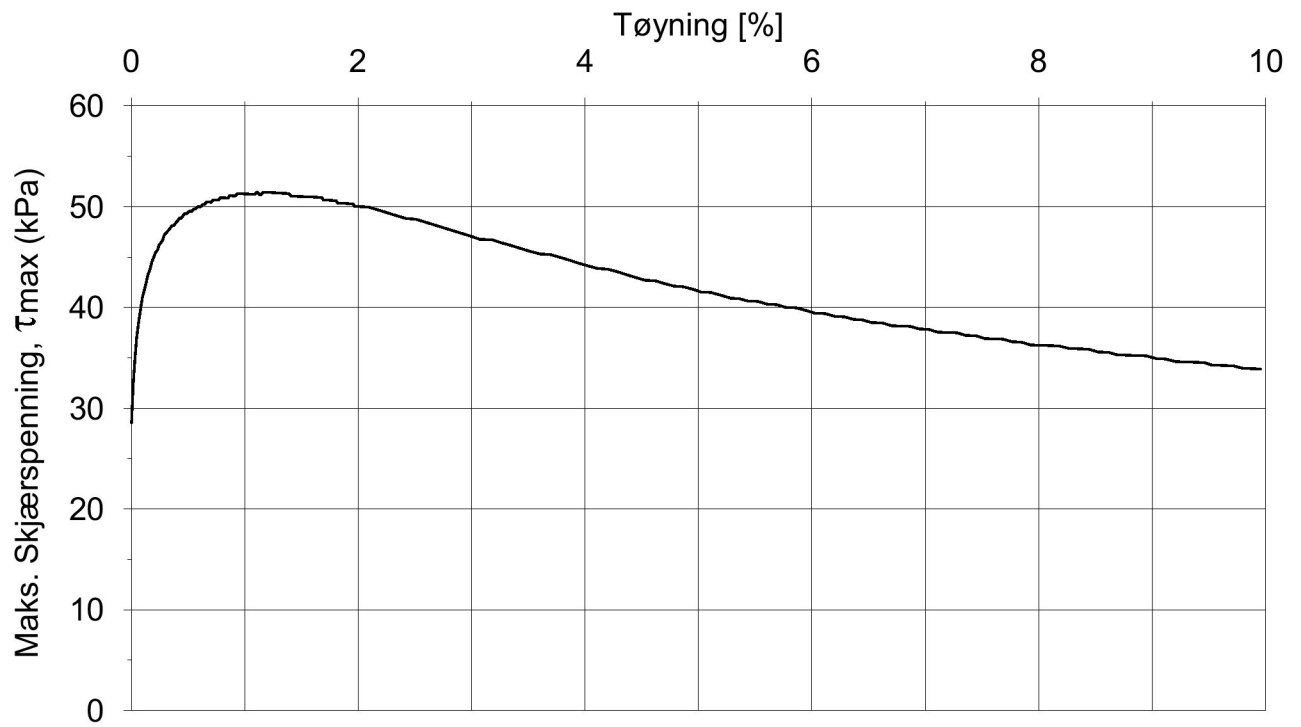
Quadrum

Multiconsult
www.multiconsult.no

Tegnet
DPA
Oppdragsnr:
10220530

Kontrollert:
SIOR
Tegning nr.:
RIG-TEG-451.2

Godkjent:
SIOR
Rev nr.
00



Forsøksdata

$\gamma_i = 17,7 \text{ kN/m}^3$	$w_i = 56,1 \%$	$\sigma'_{vo} = 140,9 \text{ kPa}$
Dybde: 15,40 m	$\epsilon_{vol} = \Delta V/V = 16,16 \%$	$\sigma'_{ac} = 140,2 \text{ kPa}$
Gvs. = 4 m	$\Delta e/e_0 (-) = 0,274$	$\sigma'_{rc} = 84,2 \text{ kPa}$

Treks CAUa Poretrykk- og mobiliseringsforsøk

Borpunkt:

P3

Sweco Norge AS

Dato:

23.07.2020

Quadrum

Multiconsult
www.multiconsult.no

Tegnet

DPA

Kontrollert:

SIOR

Godkjent:

SIOR

Oppdragsnr:

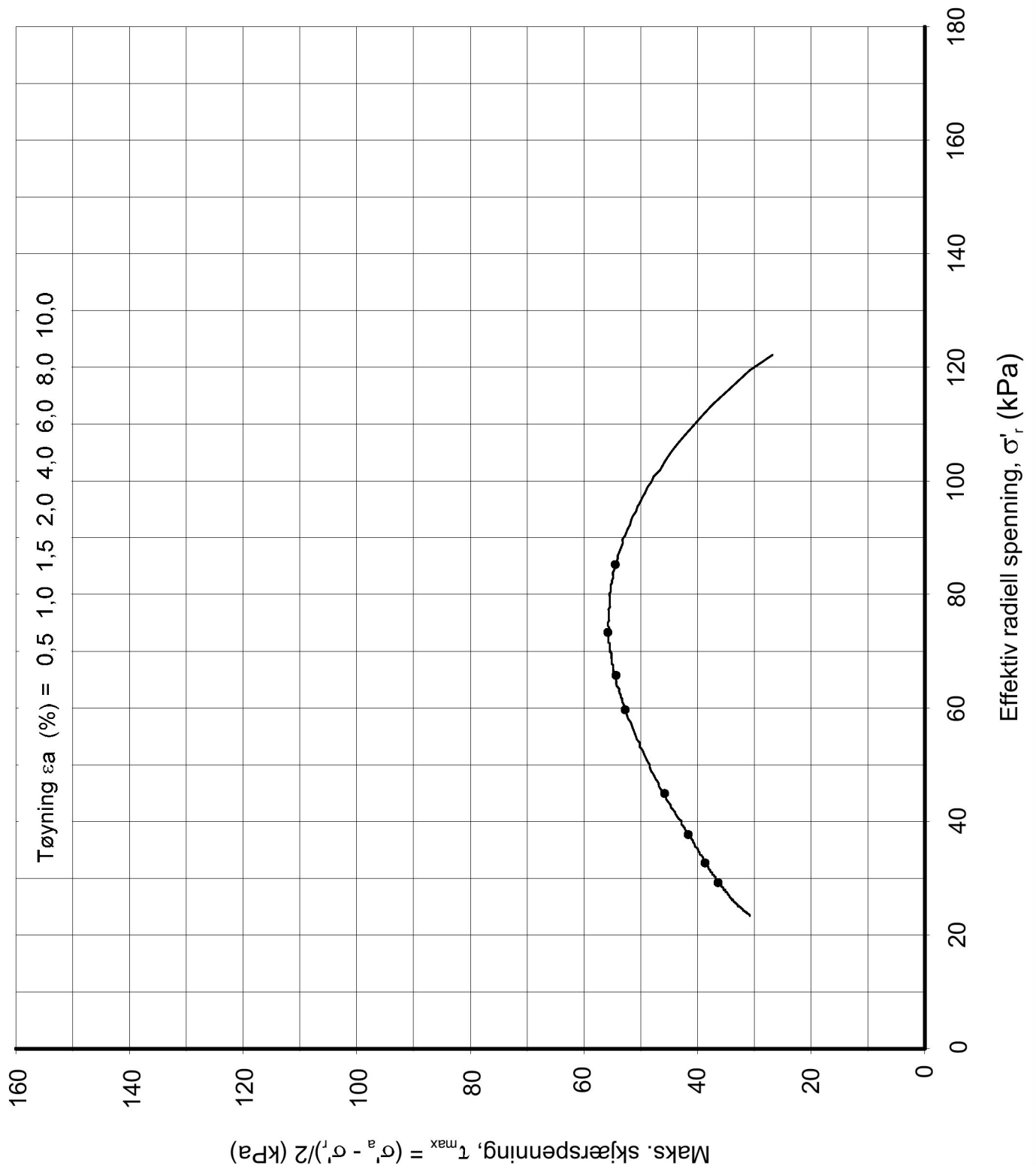
10220530

Tegning nr.:

RIG-TEG-451.3

Rev nr.

00



Forsøksdata

$\gamma_i = 17,1 \text{ kN/m}^3$	$w_i = 52,4 \%$	$\sigma'_{vo} = 178,1 \text{ kPa}$
Dybde: 19,15 m	$w_f = - \%$	$\sigma'_{ac} = 178,3 \text{ kPa}$
Gvs. = 4 m	$w_p = - \%$	$\sigma'_{rc} = 125,2 \text{ kPa}$
$\epsilon_{vol} = \Delta V/V = 7,30 \%$	Tan. $\phi_f = -$	
$\Delta e/e_0 (-) = 0,127$	Attraksjon = - kPa	

Treaksialforsøk CAUa Deviatorspenningsti. NTNU-plott

Borpunkt:
P3

Sweco Norge AS

Dato:
23.07.2020

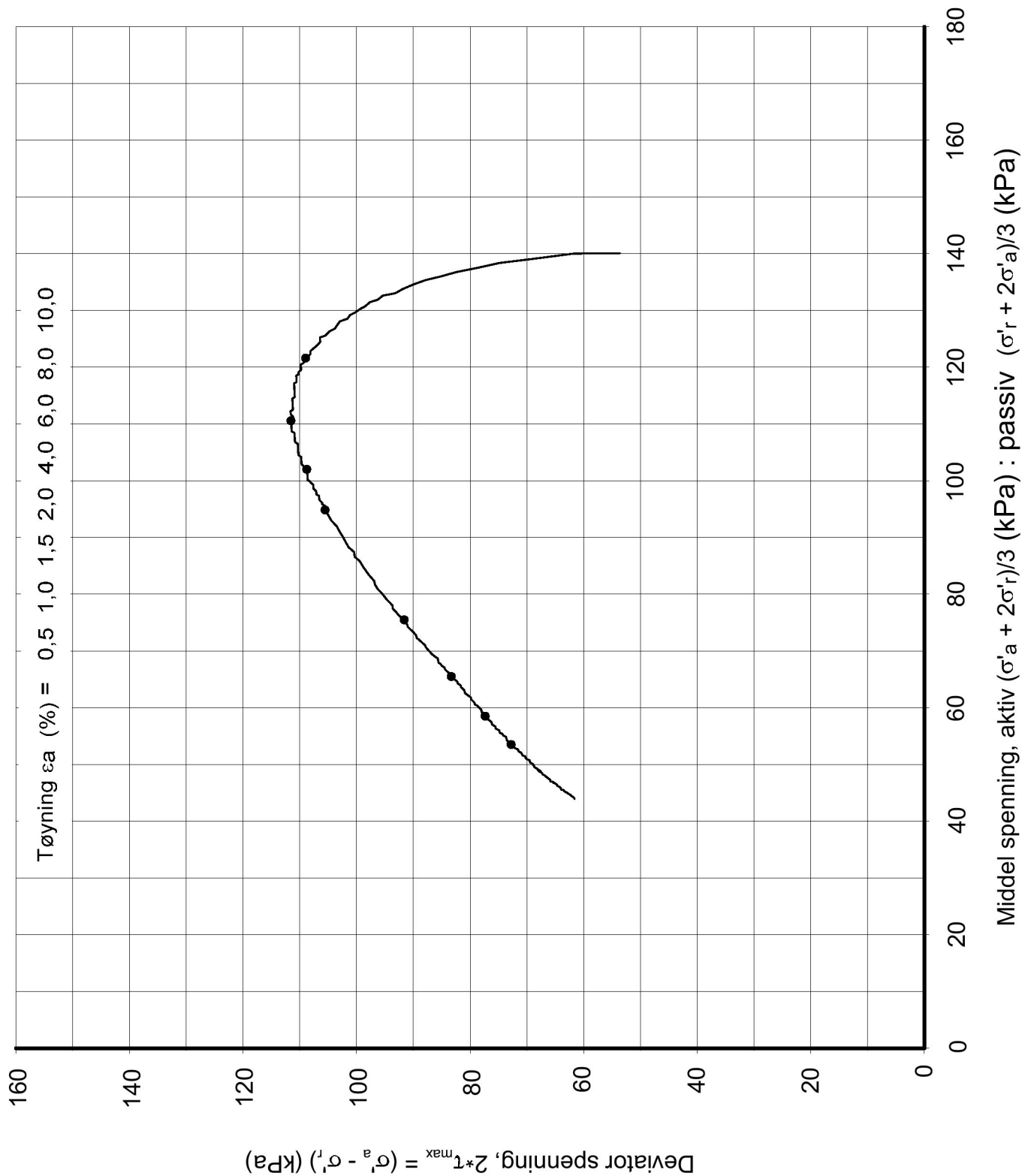
Quadrum

Multiconsult
www.multiconsult.no

Tegnet
DPA
Oppdragsnr:
10220530

Kontrollert:
SIOR
Tegning nr.:
RIG-TEG-452.1

Godkjent:
SIOR
Rev nr.
00



Forsøksdata

Dybde: 19,15 m	$\gamma_i = 17,1 \text{ kN/m}^3$	$w_i = 52,4 \%$	$\sigma'_{vo} = 178,1 \text{ kPa}$
Gvs. = 4 m	$\epsilon_{vol} = \Delta V/V = 7,30 \%$	$w_f = - \%$	$\sigma'_{ac} = 178,3 \text{ kPa}$
	$\Delta e/e_0 (-) = 0,127$	$w_p = - \%$	$\sigma'_{rc} = 125,2 \text{ kPa}$
		Tan. $\phi_f = -$	
		Attraksjon = - kPa	

Treaksialforsøk CAUa

Borpunkt:
P3

Sweco Norge AS

Dato:
23.07.2020

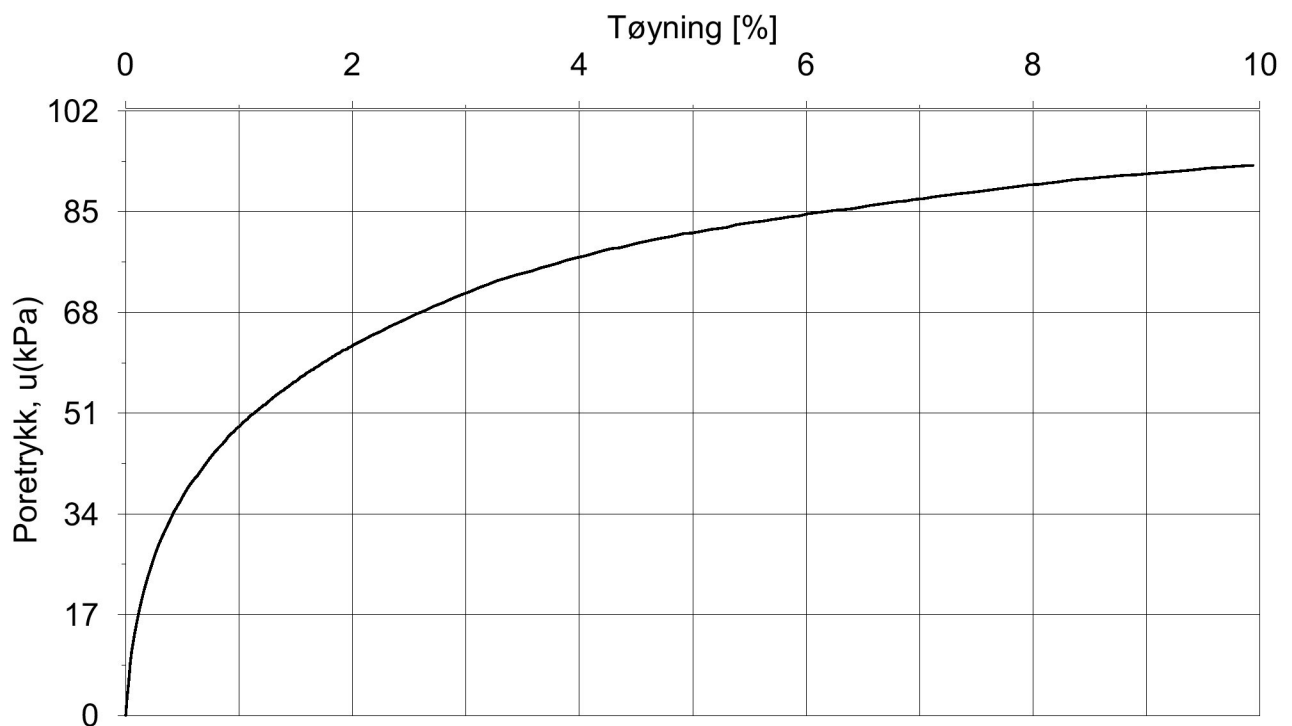
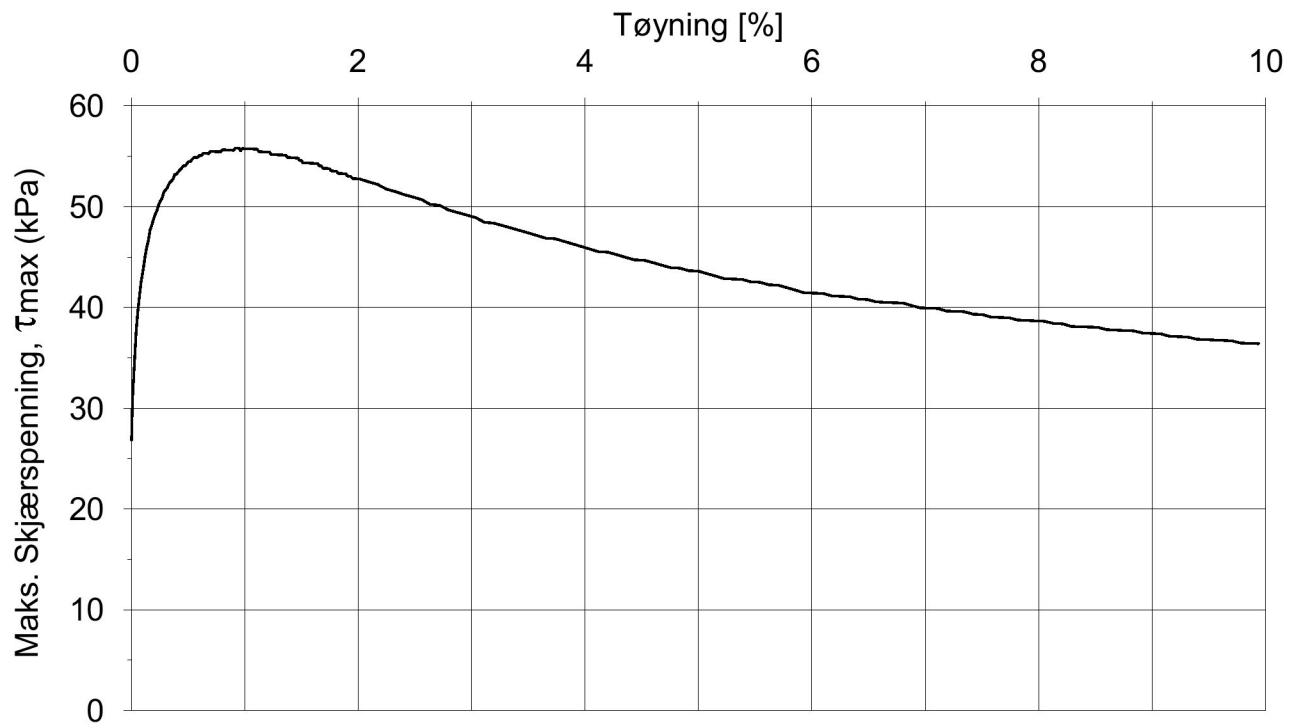
Quadrum

Multiconsult
www.multiconsult.no

Tegnet
DPA
Oppdragsnr:
10220530

Kontrollert:
SIOR
Tegning nr.:
RIG-TEG-452.2

Godkjent:
SIOR
Rev nr.
00



Forsøksdata

$\gamma_i = 17,1 \text{ kN/m}^3$	$w_i = 52,4 \%$	$\sigma'_{vo} = 178,1 \text{ kPa}$
Dybde: 19,15 m	$\epsilon_{vol} = \Delta V/V = 7,30 \%$	$\sigma'_{ac} = 178,3 \text{ kPa}$
Gvs. = 4 m	$\Delta e/e_0 (-) = 0,127$	$\sigma'_{rc} = 125,2 \text{ kPa}$
	$w_f = - \%$	
	$w_p = - \%$	

Treaks CAUa Poretrykk- og mobiliseringsforsøk

Borpunkt:

P3

Sweco Norge AS

Dato:

23.07.2020

Quadrum

Multiconsult
www.multiconsult.no

Tegnet

DPA

Kontrollert:

SIOR

Godkjent:

SIOR

Oppdragsnr:

10220530

Tegning nr.:

RIG-TEG-452.3

Rev nr.

00

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 	Fibrig med lett gjenkjennelig plantestruktur. Viser noe styrke
<ul style="list-style-type: none"> Delvis fibrig torv, mellomtorv 	Gjenkjennelig plantestruktur, ingen styrke i planterestene
<ul style="list-style-type: none"> 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 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.

VANNINNHold

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).

HUMUSINNHold

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

DENSITET, TYNGDETETHET, PORETALL OG PORØSITET

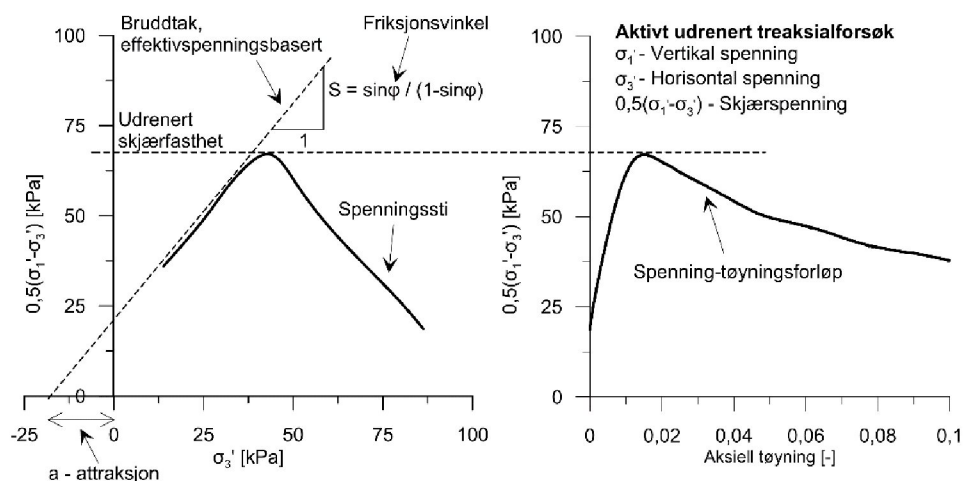
Navn	Symbol	Enhet	Beskrivelse
Densitet	ρ	g/cm^3	Masse av prøve per volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del
Korndensitet	ρ_s	g/cm^3	Masse av fast stoff per volumenhet fast stoff
Tørr densitet	ρ_d	g/cm^3	Masse tørt stoff per volumenhet
Tyngdetetthet	γ	kN/m^3	Tyngde av prøve per volumenhet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

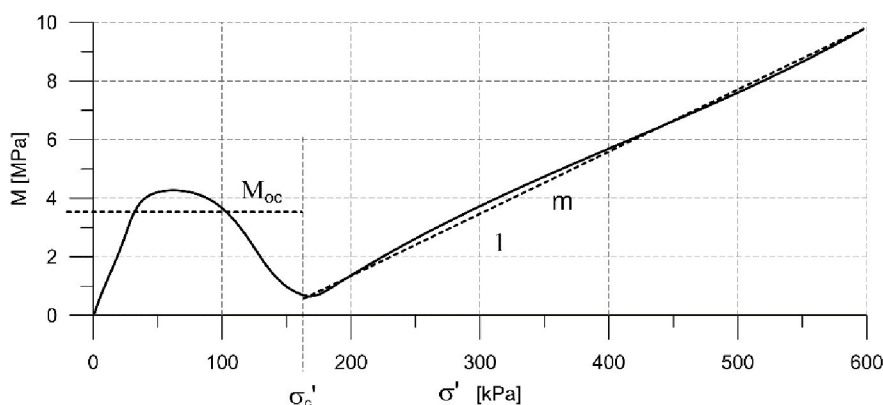


SENSITIVITET

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 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 $M = \Delta\sigma'/\Delta\epsilon$. 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 ifra 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

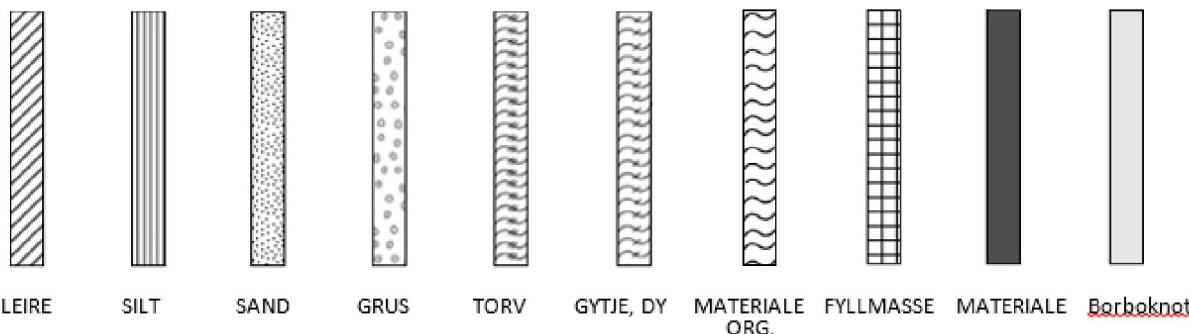
Ved komprimering av en jordart oppnås tettere lagring av mineral Kornene. Komprimeringsegenskapene for en jordart bestemmes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Standard eller Modifisert Proctor). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr 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 maksimum 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 maksimum 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

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