
RAPPORT

Laboratorieundersøkelser

OPPDRAAGSGIVER

DMR Miljø og Geoteknikk AS

OPPDRAAG

Vurdering områdeskred kvikkleire, Øystese

DATO / REVISJON: 7. november 2023 / 00

DOKUMENTKODE: 10254589-RIG-LAB-RAP



Multiconsult

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

RAPPORT

RAPPORT	Laboratorieundersøkelser	DOKUMENTKODE	10254589-RIG-LAB-RAP
OPPDRAAG	Vurdering områdeskred kvikkleire, Øystese	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	DMR Miljø og Geoteknikk AS	OPPDRAAGSLEDER	Anna Molnes
KONTAKTPERSON	Sanchya Rathy	UTARBEIDET AV	Silje Skibeli Johannessen
KOORDINATER	Sone: Øst: Nord:	ANSVARLIG ENHET	10101070 GeoLab
GNR./BNR./SNR.	/ /		

SAMMENDRAG

Multiconsult er engasjert av DMR Miljø og Geoteknikk AS til å utføre laboratorieundersøkelser på prøver fra grunnundersøkelser utført av Norsk Grunnboring AS.

Foreliggende rapport beskriver utførelse og presenterer resultater fra utførte laboratorieundersøkelser.

00	07.11.2023	Første utsendelse av rapport	Silje Skibeli Johannessen	Grete Olaussen	Anna Molnes
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Bakgrunn	5
2	Omfang av laboratorieundersøkelsen	5
3	Prosedyrer for gjennomføring	5
3.1	Avvik	5
4	Resultater	6
4.1	Borpunkt 4A	6
4.2	Borpunkt A9	6
4.3	Borpunkt A13	6
5	Foto	7
5.1	Borpunkt 4A dybde 3,5-4,5 meter	7
5.2	Borpunkt 4A dybde 4,5-5,5 meter	7
5.3	Borpunkt A9 dybde 2,5-3,5 meter	7
5.4	Borpunkt A9 dybde 6,5-7,5 meter	8
5.5	Borpunkt A9 dybde 9,0-10,0 meter	8
5.6	Borpunkt A9 dybde 10,0-11,0 meter	8
5.7	Borpunkt A13 dybde 2,5-3,5 meter	9
5.8	Borpunkt A13 dybde 4,5-5,5 meter	9
6	Tegningsliste	9
7	Vedlegg	10
7.1	Geotekniske bilag	10

1 Bakgrunn

Multiconsult AS har på oppdrag fra DMR Miljø og Geoteknikk AS utført laboratorieundersøkelser for oppdrag Vurdering områdeskred kvikkleire, Øystese. Omfang av undersøkelsen er i henhold til bestilling mottatt fra oppdragsgiver 19.10.2023 og er angitt i tabell i pkt. 2. Prøvetakingen er utført av Norsk Grunnboring AS og prøvene ble levert til vårt laboratorium som 54 mm sylinderprøver den 13.10.2023. Multiconsult har ikke vært involvert i bestemmelse av omfang, verken for prøvetaking eller analyse.

2 Omfang av laboratorieundersøkelsen

Laboratorieundersøkelsen ble utført i perioden 31.10-06.11.2023 og omfatter følgende undersøkelser:

Undersøkelse	Type	Antall	Merknad/avvik
Prøveåpning (standard undersøkelse)	54mm	8	Se avsnitt 3.1 for avvik
Konsistensgrenser	wf/wp	5	3 stk. wf/wp utgår pga. uegnet materiale
Kornfordeling	Kombianalyse	2	
Organisk innhold	Glødning	1	Ekstra glød faktureres ikke
Treaksialt forsøk	CAUa	3	

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.

3.1 Avvik

- Borpunkt 4A dybde 3,5-4,5 meter, konus utgår pga. uegnet materiale
- Borpunkt 4A dybde 4,5-5,5 meter, 1 stk. omrørt konus utgår pga. uegnet materiale
- Borpunkt A9 dybde 2,5-3,5 meter, konus utgår pga. uegnet materiale
- Borpunkt A13 dybde 2,5-3,5 meter, konus utgår pga. uegnet materiale

4 Resultater

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

4.1 Borpunkt 4A

Borpunkt:	4A	Dybde intervall	Dybde	Vann - innhold	Densitet	Korn - densitet	Glødetap	Utrullings - grense	Flyte - grense	Plastisitets -indeks	Brudd - tøyning	Enaks	Umrørt konus	Omrørt konus	Sensitivitet	Spesialforsøk
Beskrivelse		z	w	ρ	ρ _s	Org.	w _p	w _l	I _p	ε _f	C _{uuc}	C _{ufc}	C _{urfc}	S _t		
		[m]	[%]	[g/cm³]	[g/cm³]	[%]		[%]		[%]	[kPa]	[kPa]				
SILT, sandig	3,5-4,5	3,65	28,2													
spor av forvitring		3,80	29,2	1,93						7	36,9					
		3,95	23,5													
		-														
SILT, sandig, leirig	4,5-5,5	4,70	32,2				24,6	34,0	9,4			25,9	2,48	10		
forvitrede sjikt og lag av sand i hele prøven		4,90	28,8	1,98						7	23,9					K
		5,10	25,2									21,8				
		-														

4.2 Borpunkt A9

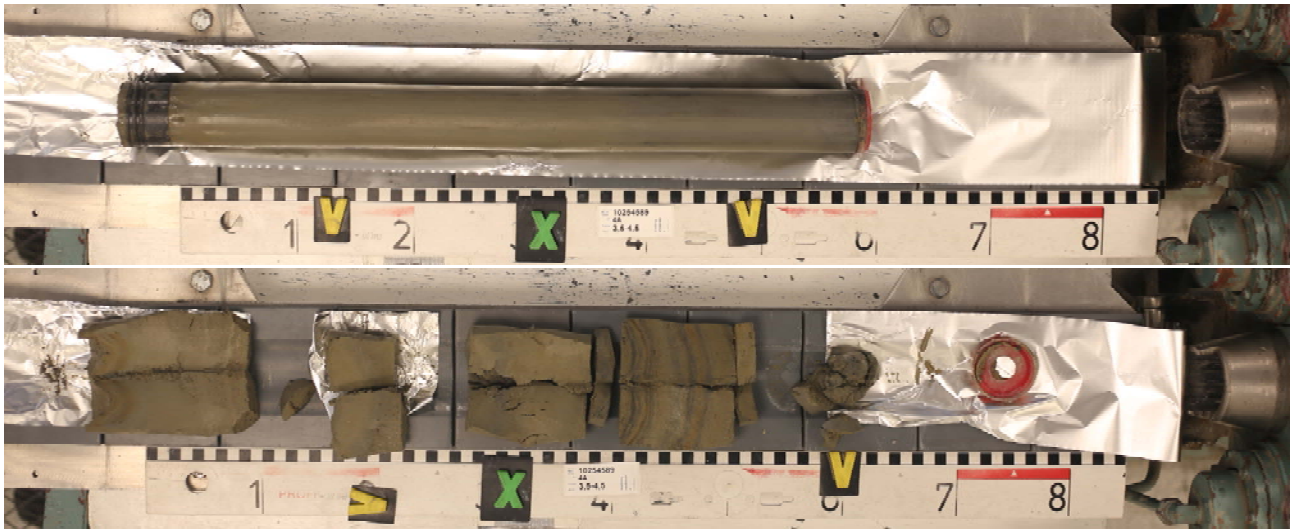
Borpunkt:	A9	Dybde intervall	Dybde	Vann - innhold	Densitet	Korn - densitet	Glødetap	Utrullings - grense	Flyte - grense	Plastisitets -indeks	Brudd - tøyning	Enaks	Umrørt konus	Omrørt konus	Sensitivitet	Spesialforsøk
Beskrivelse		z	w	ρ	ρ _s	Org.	w _p	w _l	I _p	ε _f	C _{uuc}	C _{ufc}	C _{urfc}	S _t		
		[m]	[%]	[g/cm³]	[g/cm³]	[%]		[%]		[%]	[kPa]	[kPa]				
SILT, sandig	2,5-3,5	2,70	53,8			1,9										
spor av organisk		2,90	48,1	1,75							8	18,0				K
		3,10	43,4													
		-														
SILT, leirig	6,5-7,5	6,70	31,0										7,9	1,76	4	
		6,90	32,2	1,91							15	16,9				K
		7,10	30,8				21,7	30,8	9,1				16,0	1,59	10	
		-														
LEIRE, siltig	9,0-10,0	9,20	32,0		2,76								8,7	0,76	12	T
lag og sjikt av silt og sand i hele prøven		9,40	30,5	1,93							10	12,0				
		9,60	28,3				19,1	29,4	10,3				5,3	0,41	13	
		-														
SILT, leirig (KVIKK)	10,0-11,0	10,20	34,4				19,9	27,0	7,1				5,3	0,29	18	
sjikt og lag av silt og sand, sandlag på 7 cm ved 10,7m		10,40	34,2	1,90	2,75						10	7,5				T
		10,60	27,5										7,9	0,26	30	
		-														

4.3 Borpunkt A13

Borpunkt:	A13	Dybde intervall	Dybde	Vann - innhold	Densitet	Korn - densitet	Glødetap	Utrullings - grense	Flyte - grense	Plastisitets -indeks	Brudd - tøyning	Enaks	Umrørt konus	Omrørt konus	Sensitivitet	Spesialforsøk
Beskrivelse		z [m]	w [%]	ρ [g/cm³]	ρ _s [g/cm³]	Org. [%]	w _p	w _l [%]	I _p	ε _f [%]	C _{uuc} [kPa]	C _{ufc} [kPa]	C _{urfc}	S _t		
SAND, siltig	2,5-3,5	2,65	26,5													
		2,80	27,2	1,98							3	28,5				
		2,95	28,7													
		-														
LEIRE, siltig	4,5-5,5	4,60	29,3										14,0	1,59	9	
		4,70	29,8	1,91	2,70						14	11,9				T
		4,80	28,4					20,2	27,6	7,4			12,3	1,10	11	
		-														

5 Foto

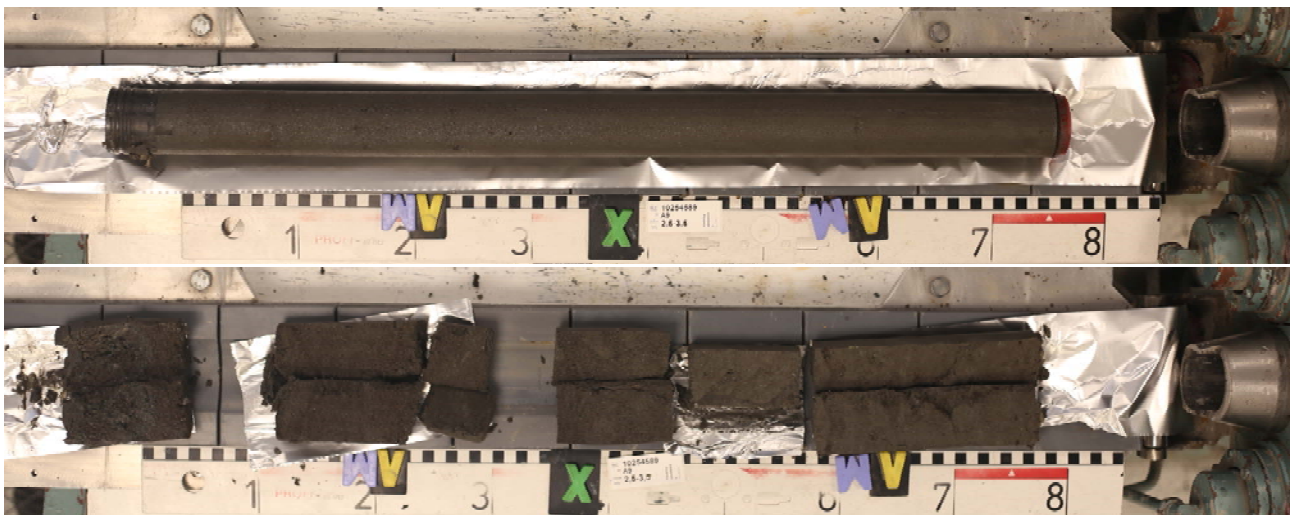
5.1 Borpunkt 4A dybde 3,5-4,5 meter

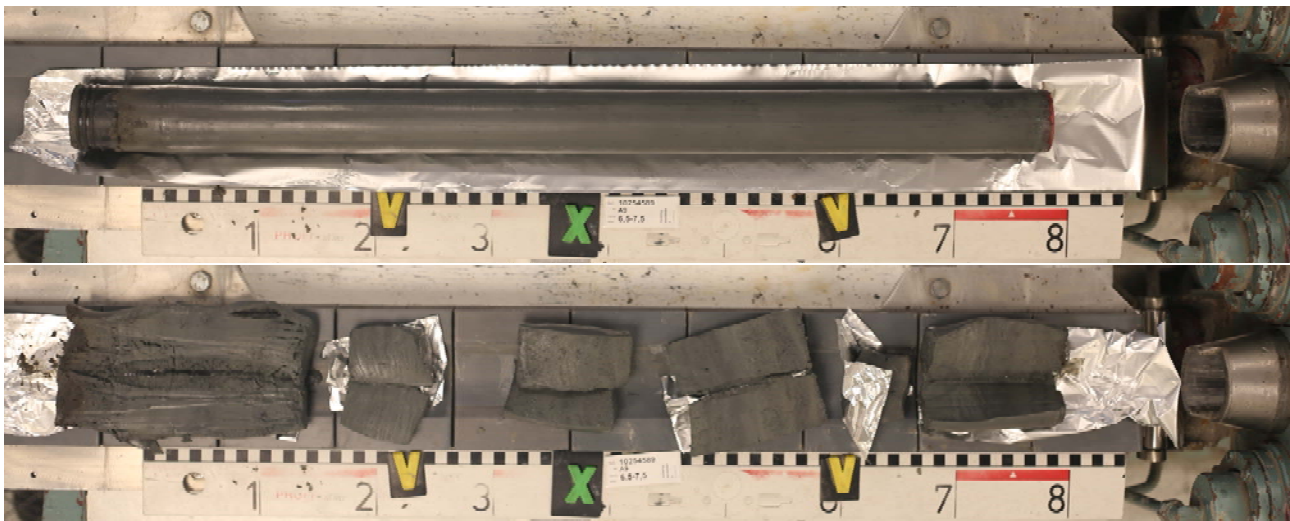
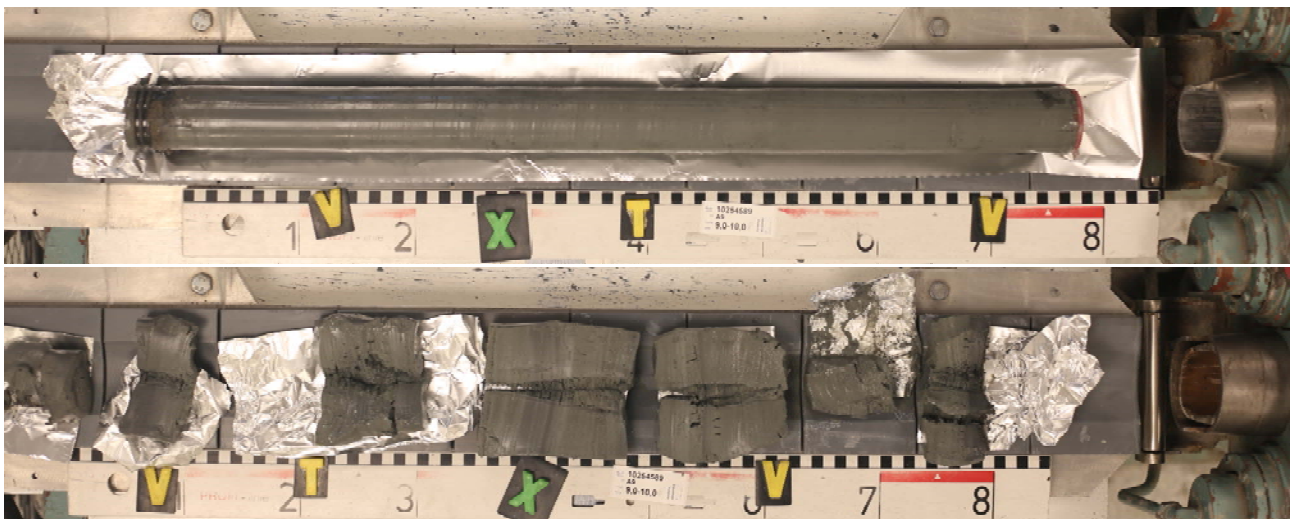
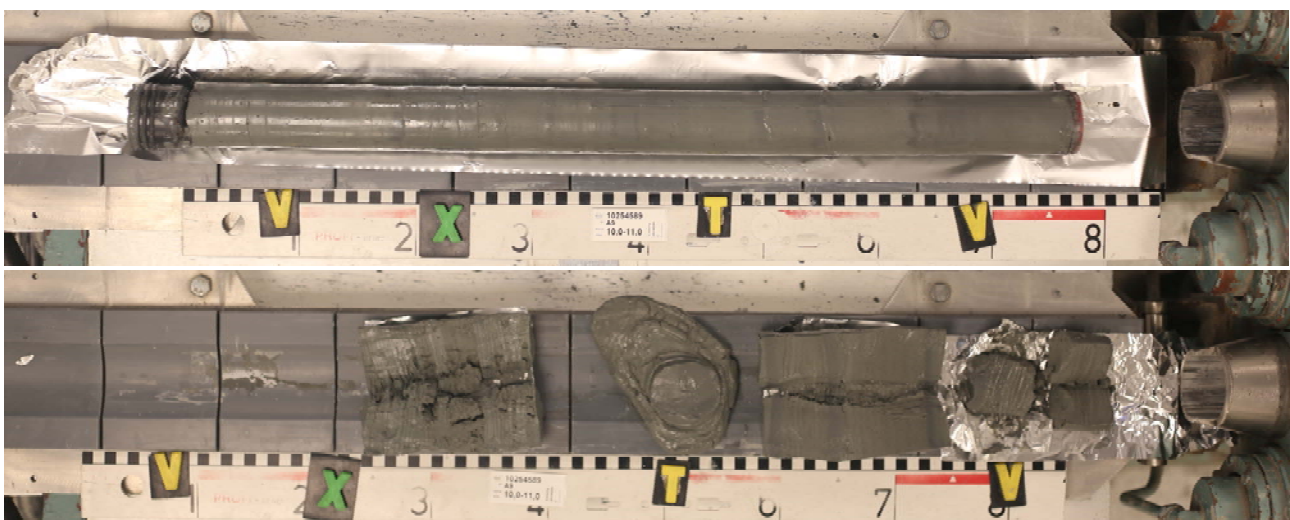


5.2 Borpunkt 4A dybde 4,5-5,5 meter

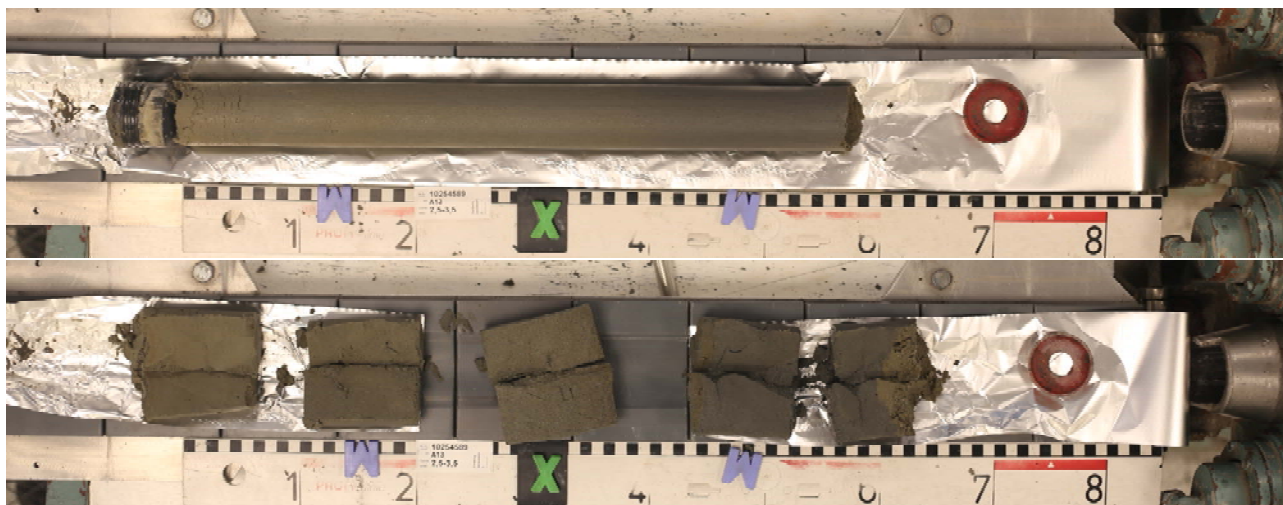


5.3 Borpunkt A9 dybde 2,5-3,5 meter

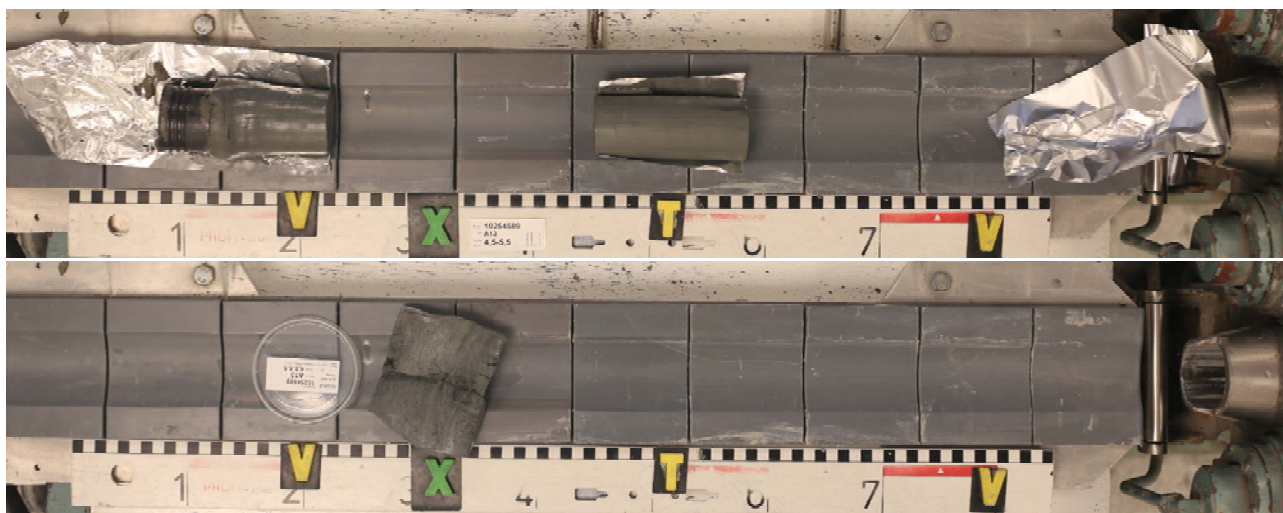


5.4 Borpunkt A9 dybde 6,5-7,5 meter**5.5 Borpunkt A9 dybde 9,0-10,0 meter****5.6 Borpunkt A9 dybde 10,0-11,0 meter**

5.7 Borpunkt A13 dybde 2,5-3,5 meter



5.8 Borpunkt A13 dybde 4,5-5,5 meter



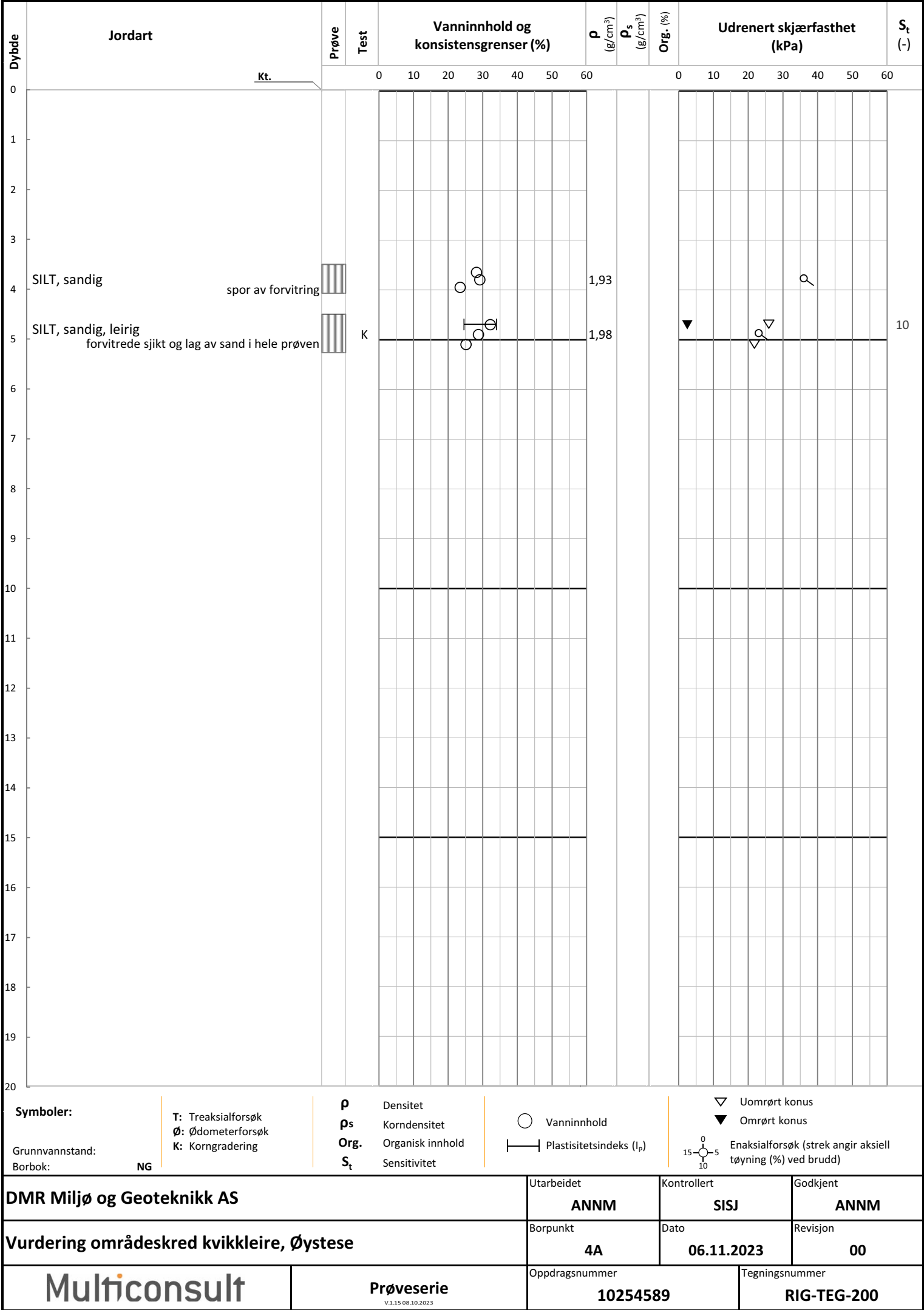
6 Tegningsliste

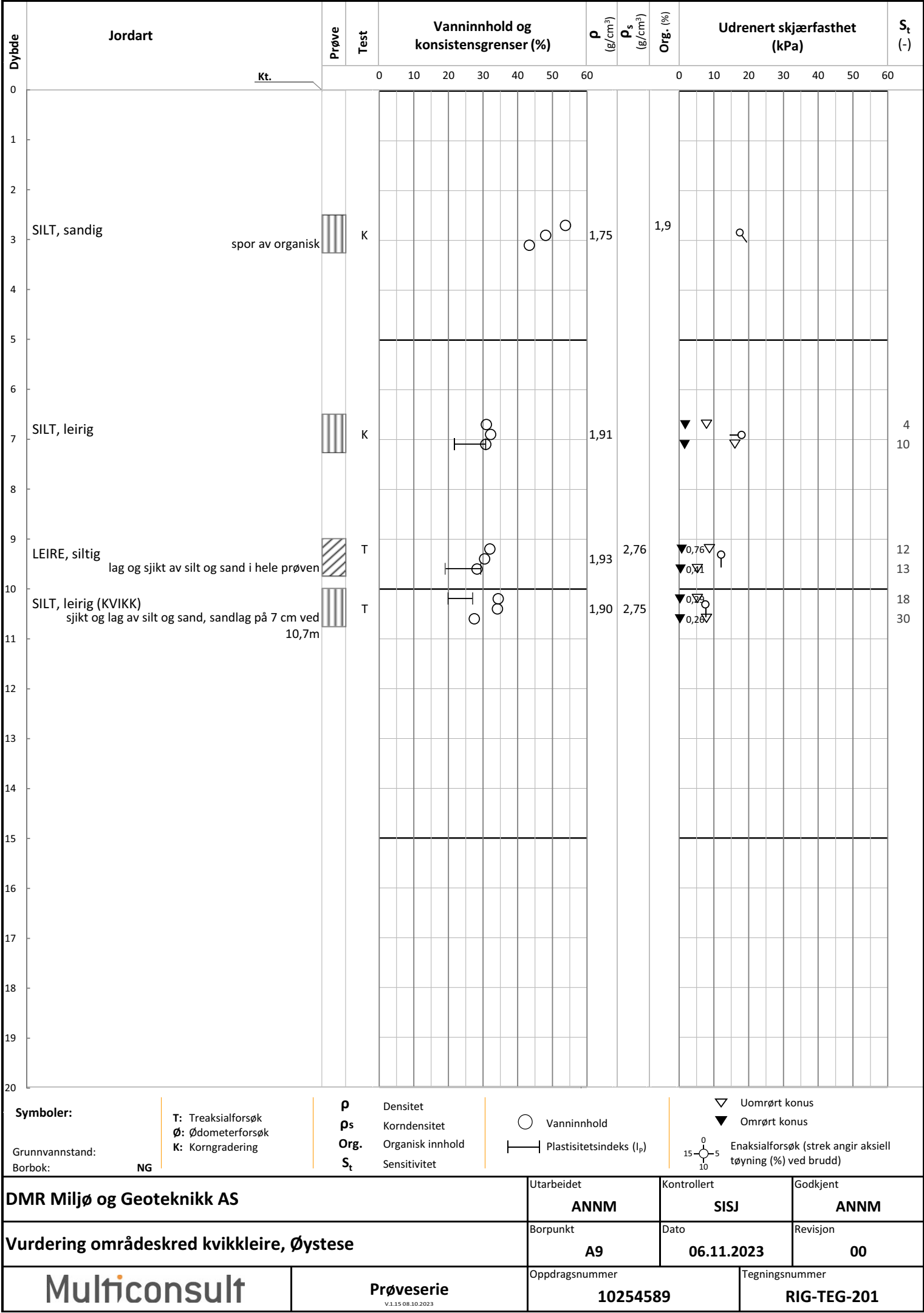
10254589-RIG-TEG-200	Geotekniske data, borpunkt 4A
10254589-RIG-TEG-201	Geotekniske data, borpunkt A9
10254589-RIG-TEG-202	Geotekniske data, borpunkt A13
10254589-RIG-TEG-250.1-2	Enaksialforsøk, borpunkt 4A
10254589-RIG-TEG-251.1-4	Enaksialforsøk, borpunkt A9
10254589-RIG-TEG-252.1-2	Enaksialforsøk, borpunkt A13
10254589-RIG-TEG-300	Kornfordelingskurver, borpunkt 4A og A9
10254589-RIG-TEG-450.1-3	Treaksialforsøk, CAUa, borpunkt A9, dybde 9,20m
10254589-RIG-TEG-451.1-3	Treaksialforsøk, CAUa, borpunkt A9, dybde 10,45m
10254589-RIG-TEG-452.1-3	Treaksialforsøk, CAUa, borpunkt A13, dybde 4,90m

7 Vedlegg

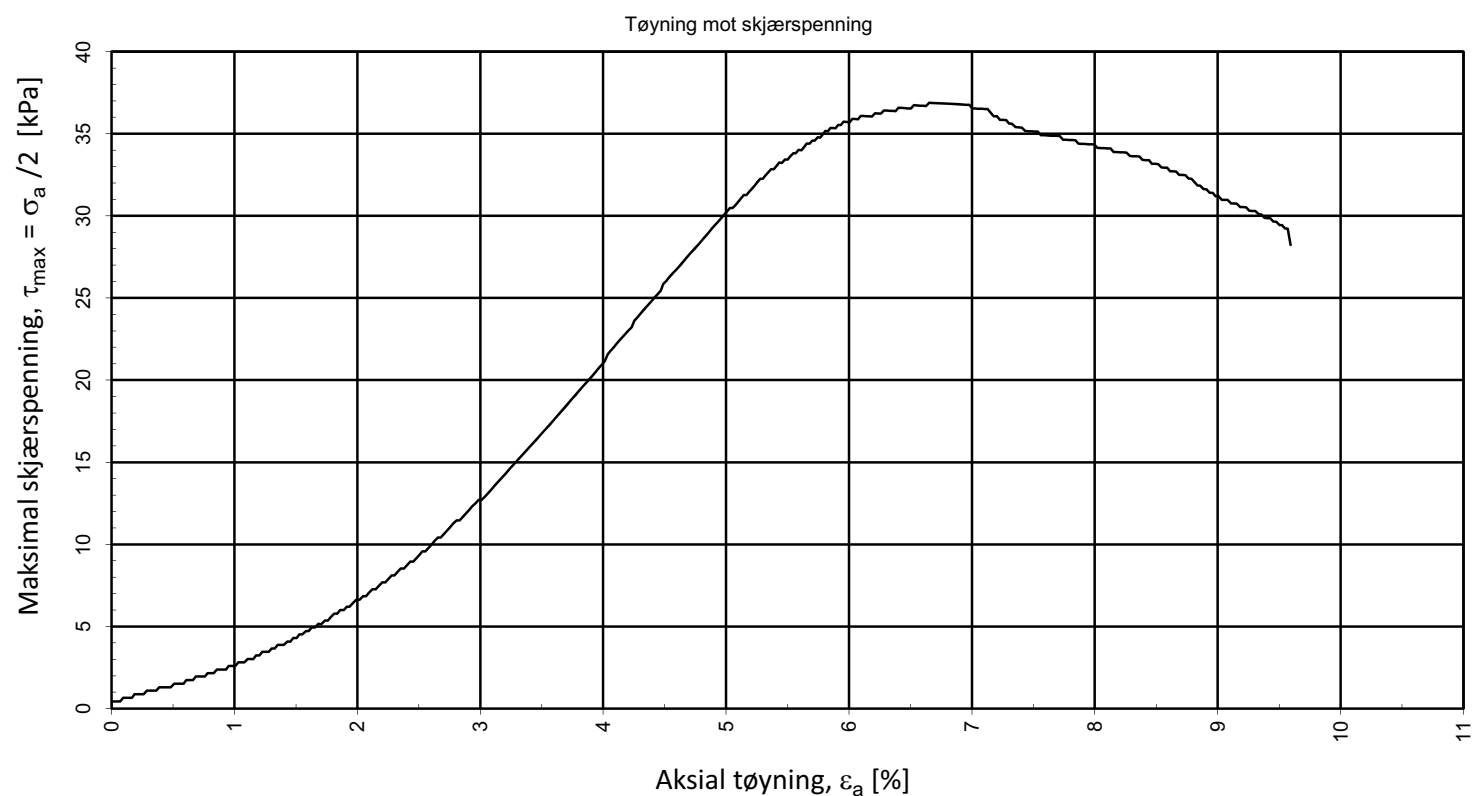
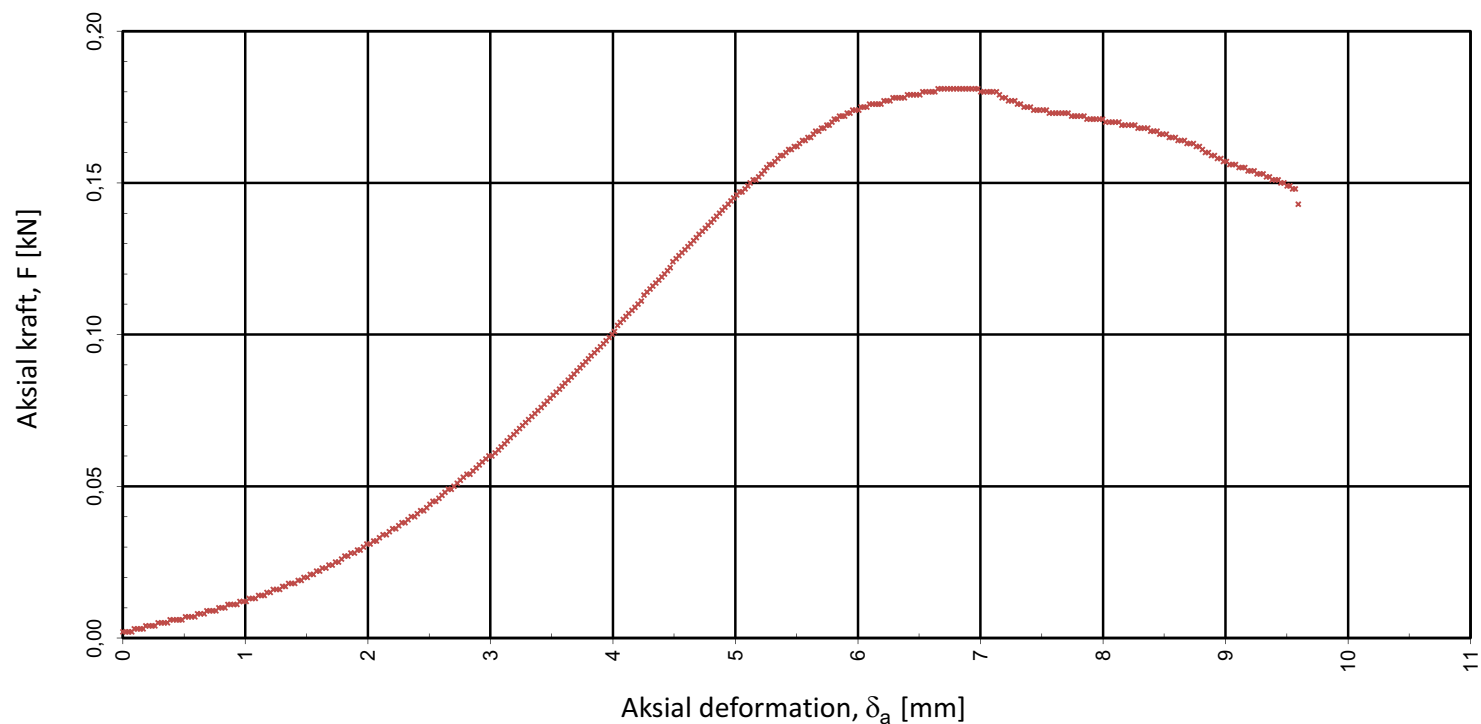
7.1 Geotekniske bilag

1. Laboratorieforsøk
2. Oversikt over metodestandarder og retningslinjer

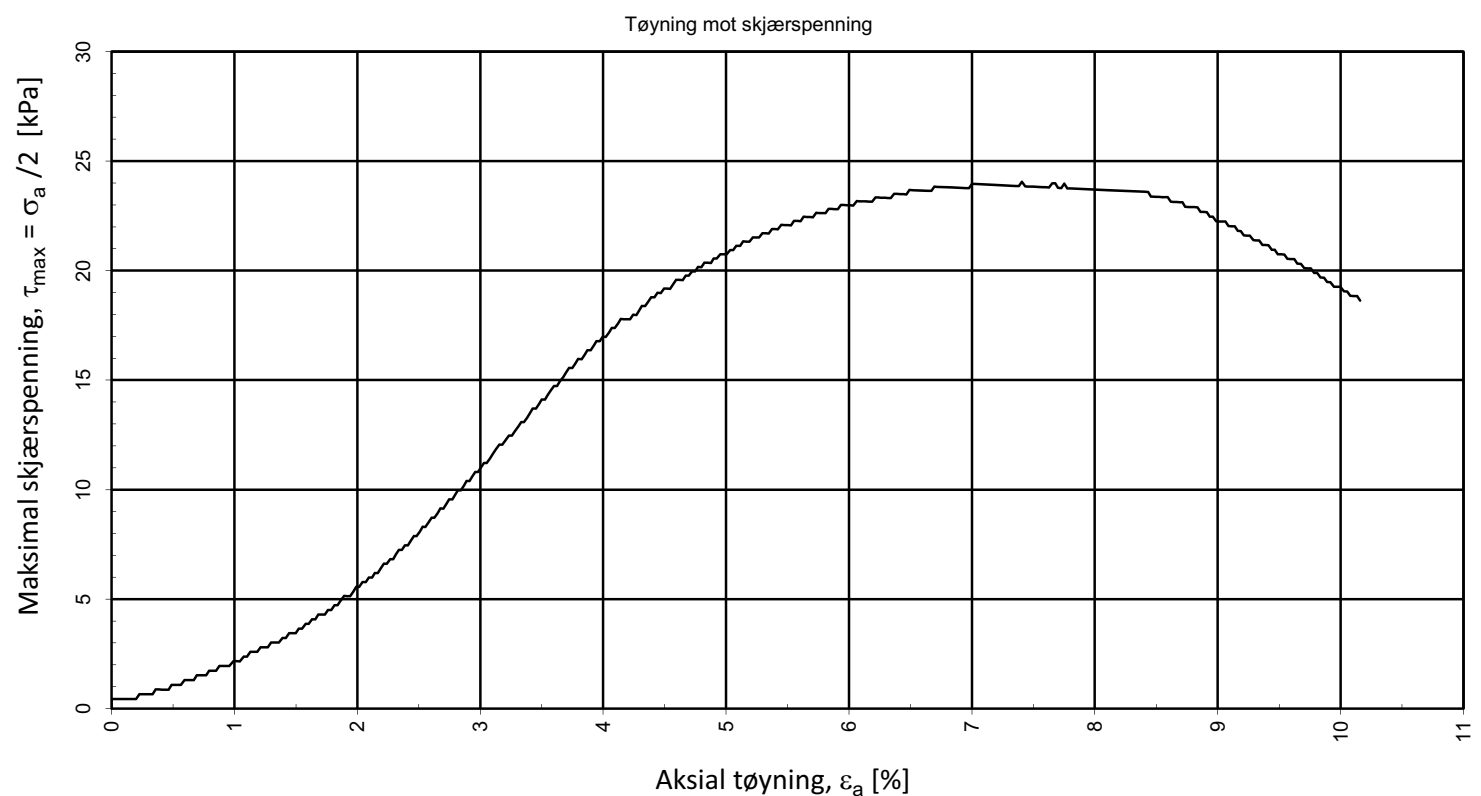
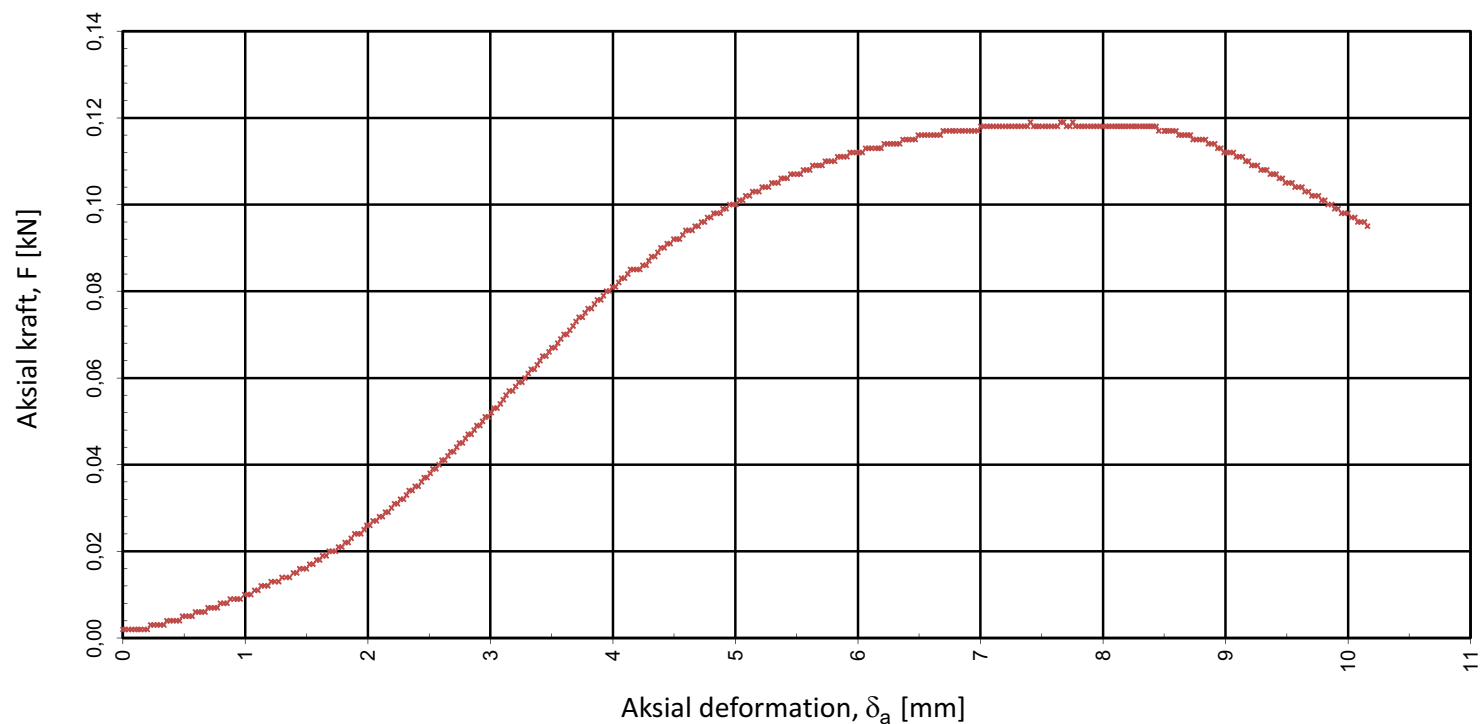




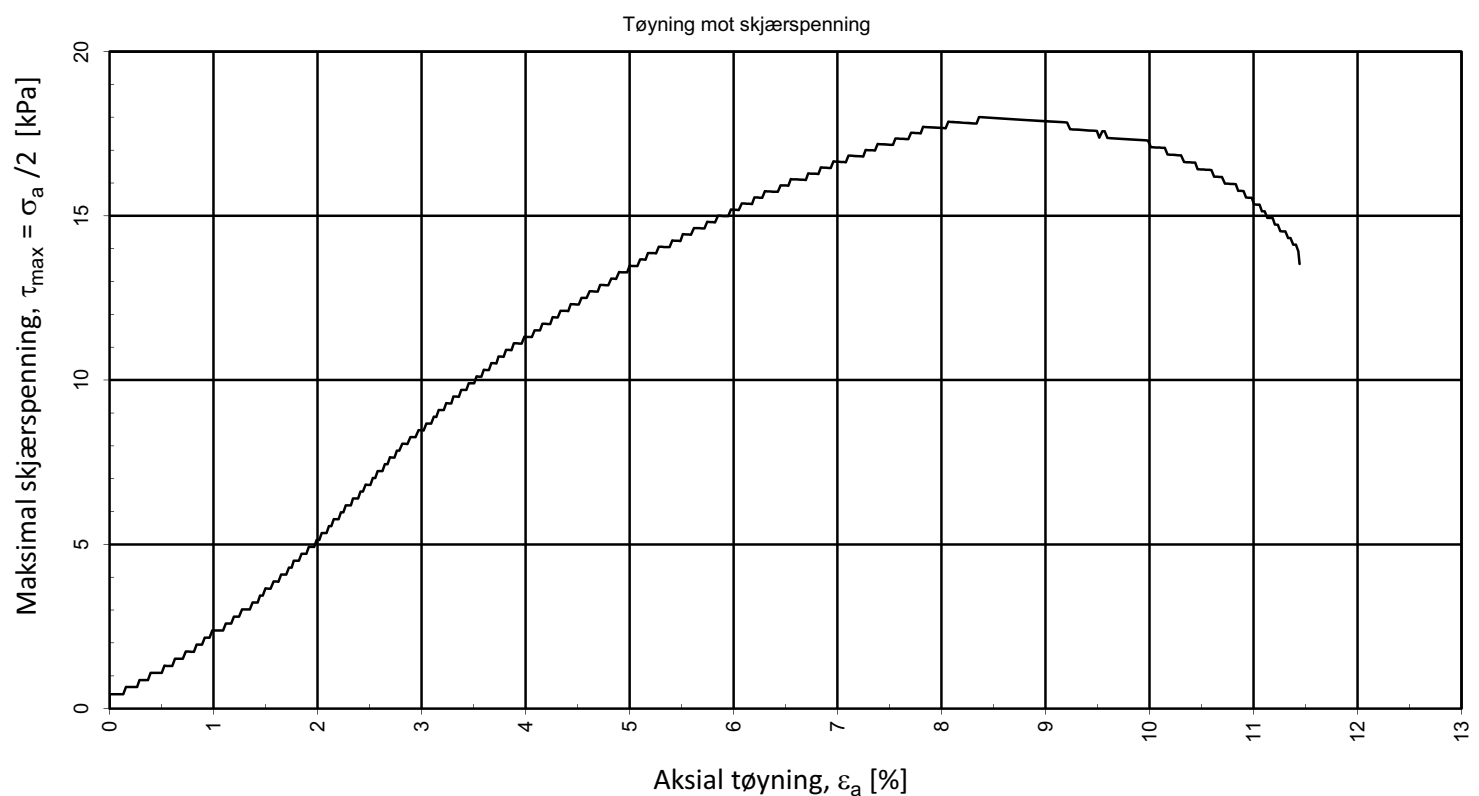
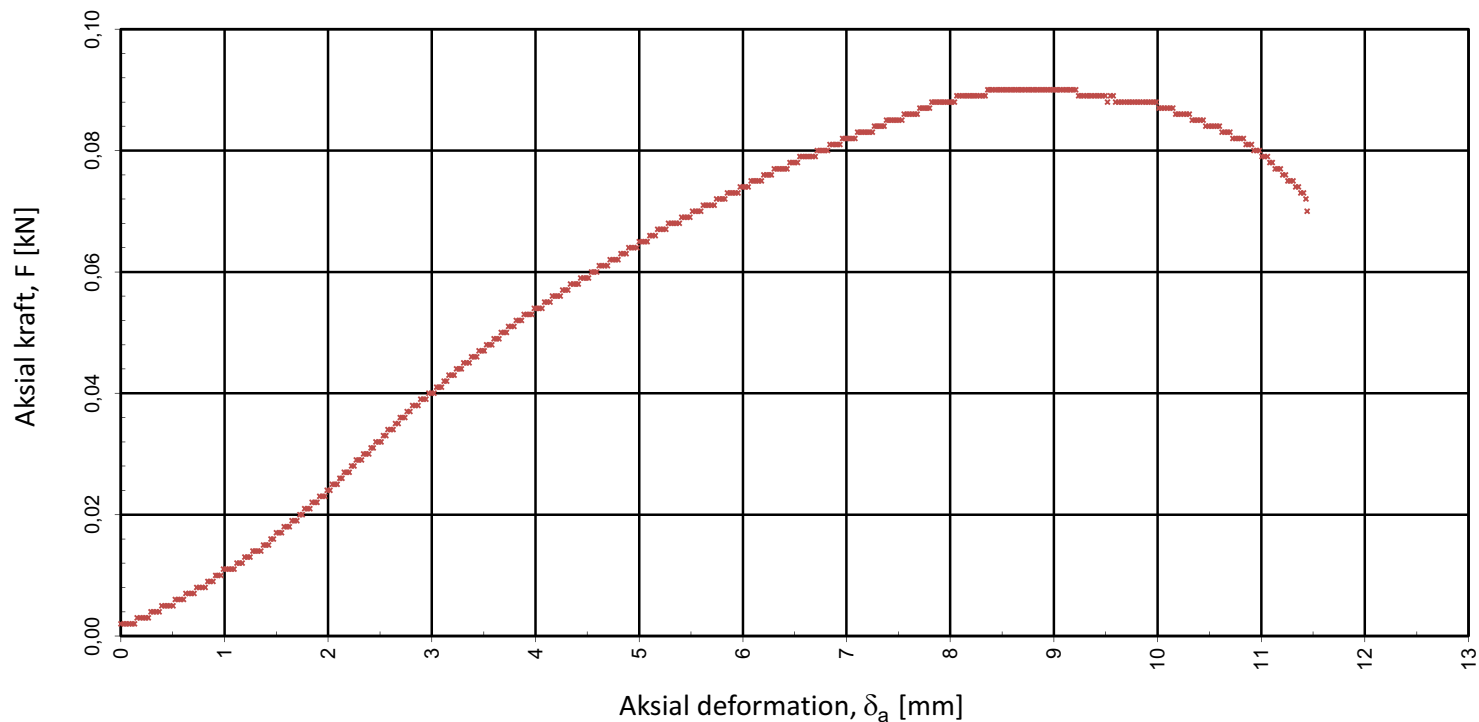
Dybde	Jordart	Kt.	Prøve	Test	Vanninnhold og konsistensgrenser (%)						ρ (g/cm ³)	ρ_s (g/cm ³)	Org. (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)						S_t (-)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
					0	10	20	30	40	50				60	0	10	20	30	40		50	60																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																



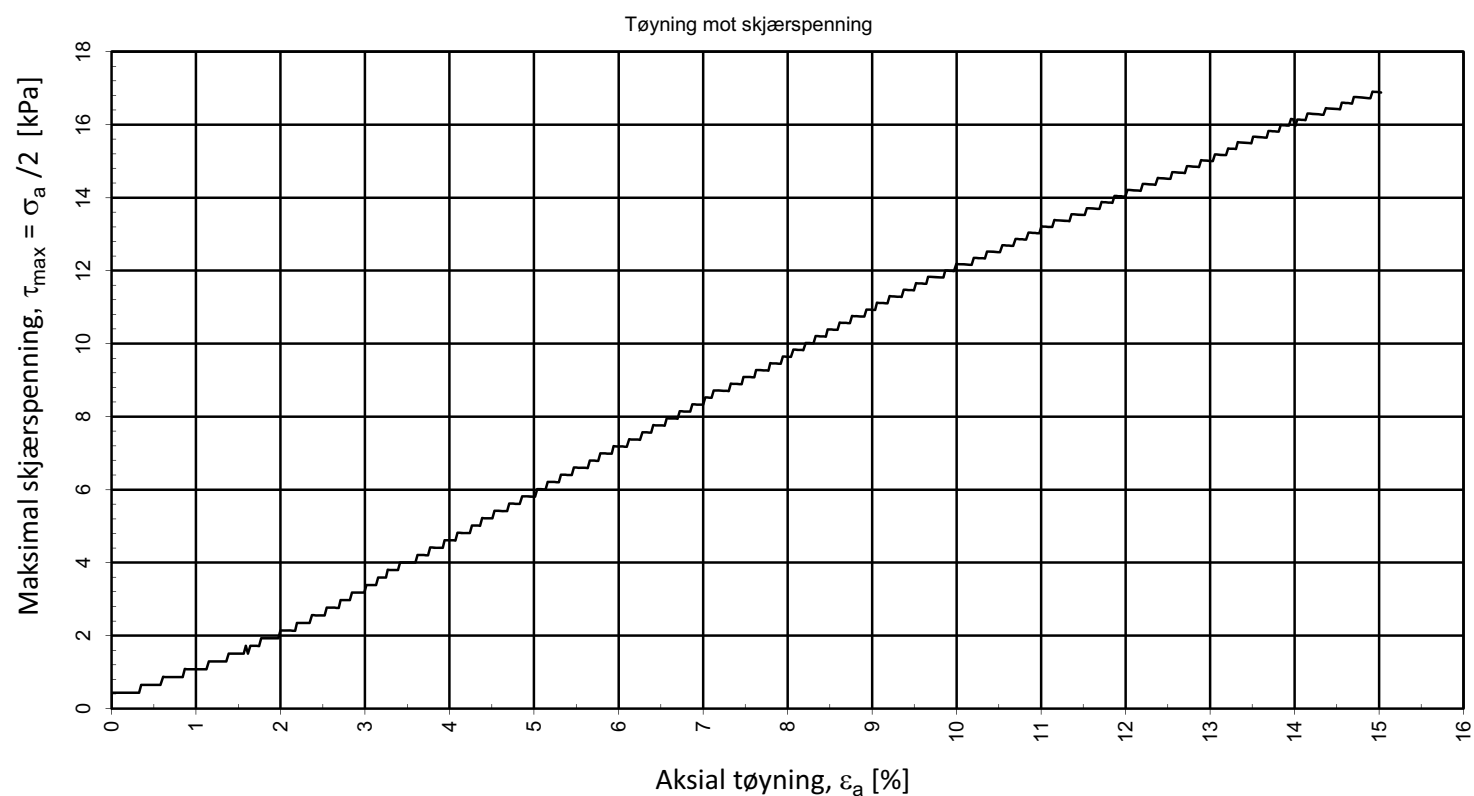
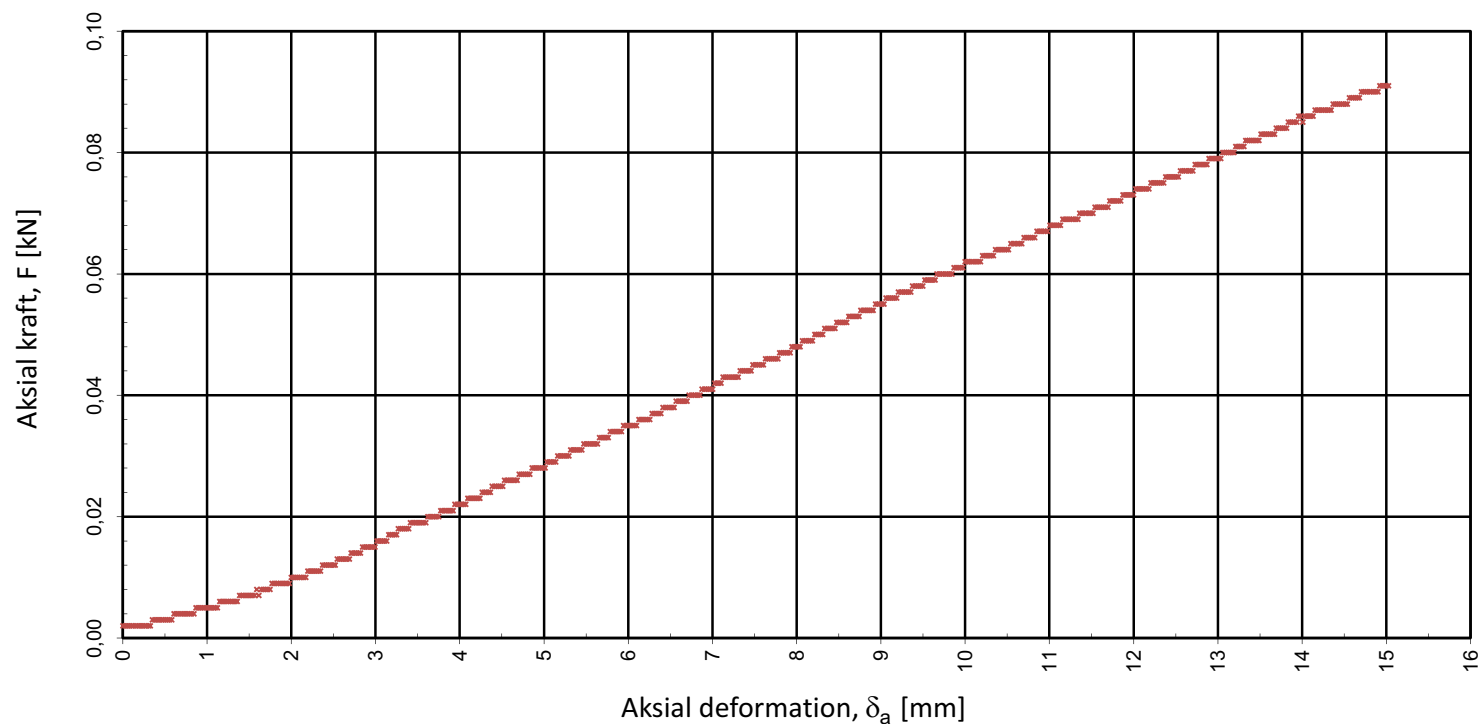
Prøvediameter (mm)	Prøvehøyde (mm)	Dybde, z (mm)		Forsøk nr	
54,0	100,0	3,9		1	
DMR Miljø og Geoteknikk AS		Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent	
		EIVSO	RHS	ANNM	
Vurdering områdeskred kvikkleire, Øystese		Borpunkt	Dato	Revisjon	
		4A	31.10.2023	00	
Multiconsult	Enaksforsøk	Oppdragsnummer		Tegningsnummer	
		10254589		RIG-TEG-250.1	



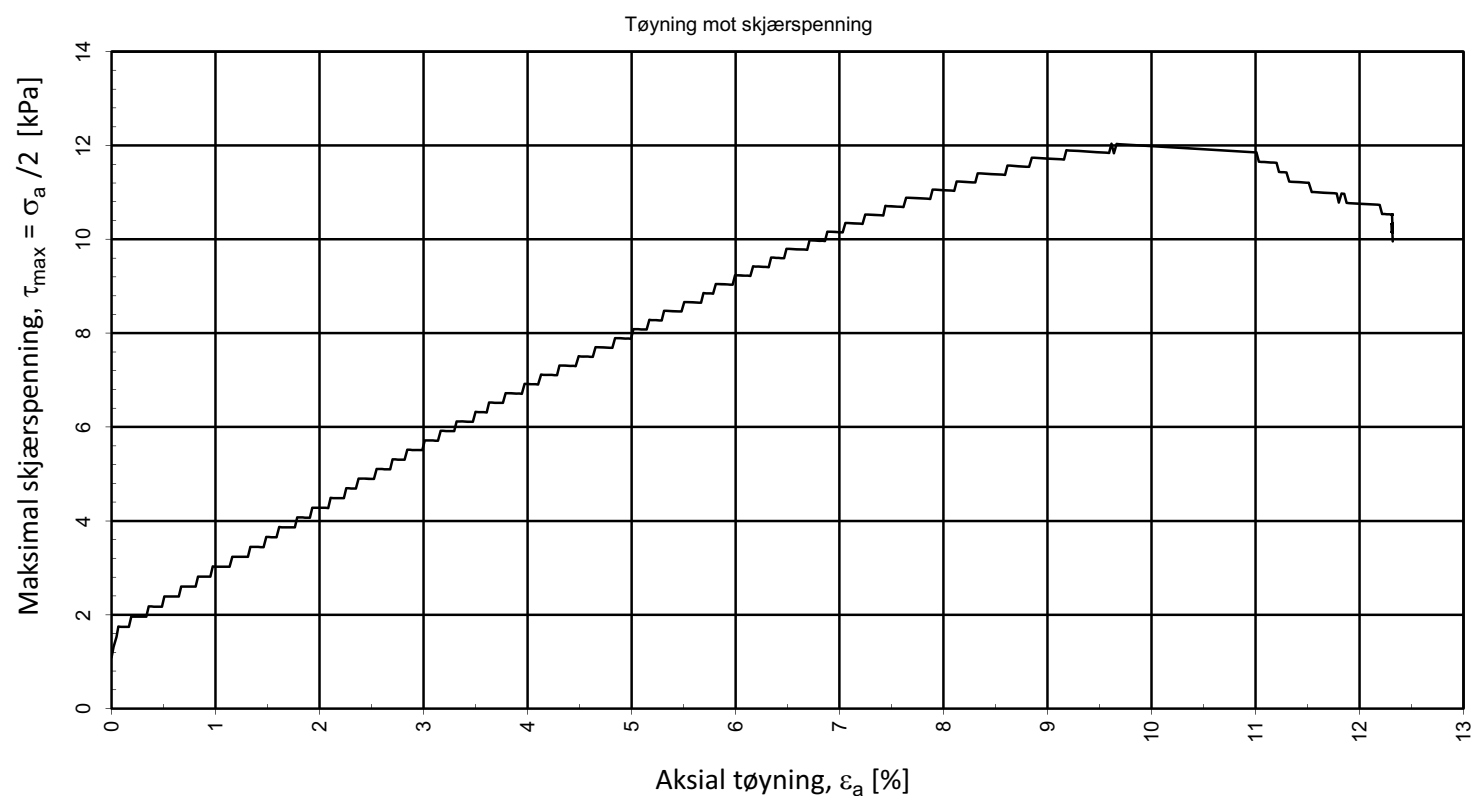
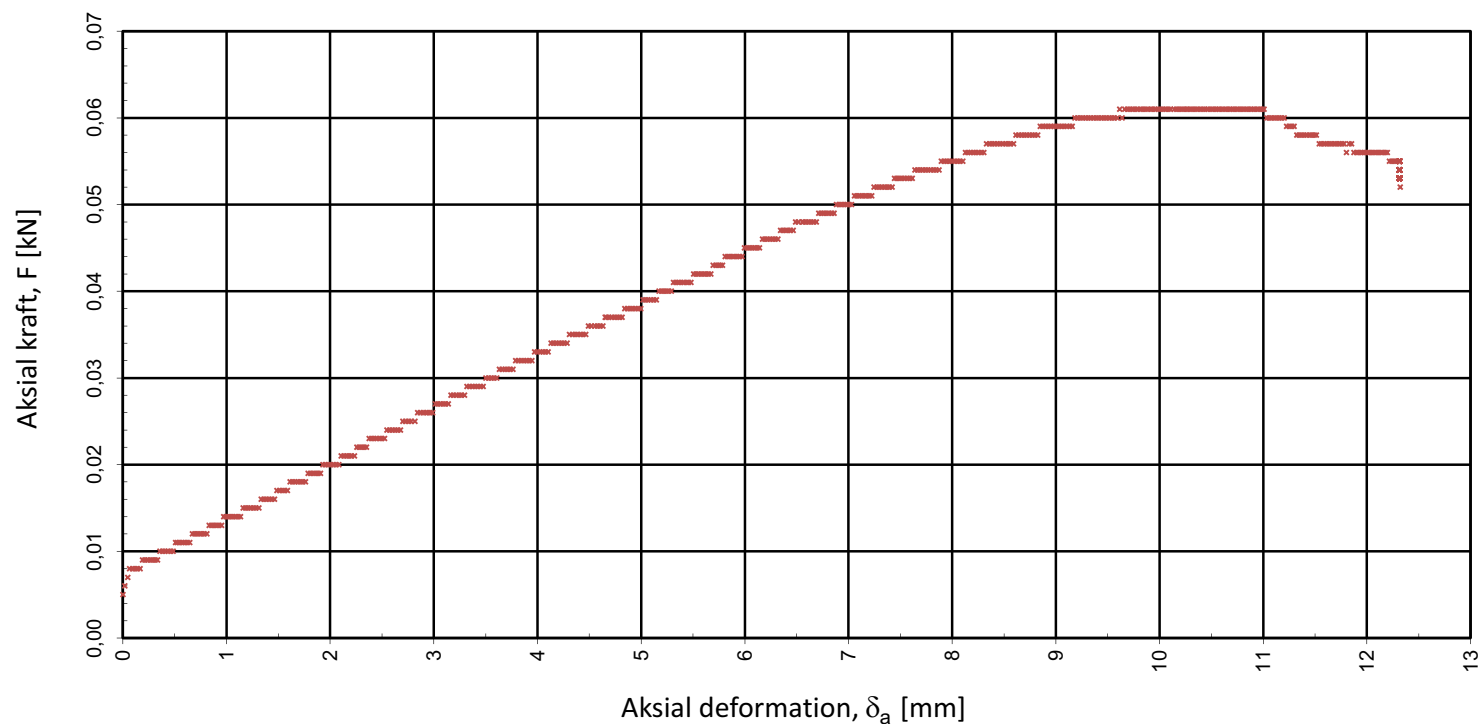
Prøvediameter (mm)	Prøvehøyde (mm)	Dybde, z (mm)		Forsøk nr	
54,0	100,0	4,8		1	
DMR Miljø og Geoteknikk AS		Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent	
		EIVSO	RHS	ANNM	
Vurdering områdeskred kvikkleire, Øystese		Borpunkt	Dato	Revisjon	
		4A	31.10.2023	00	
Multiconsult	Enaksforsøk	Oppdragsnummer		Tegningsnummer	
		10254589		RIG-TEG-250.2	



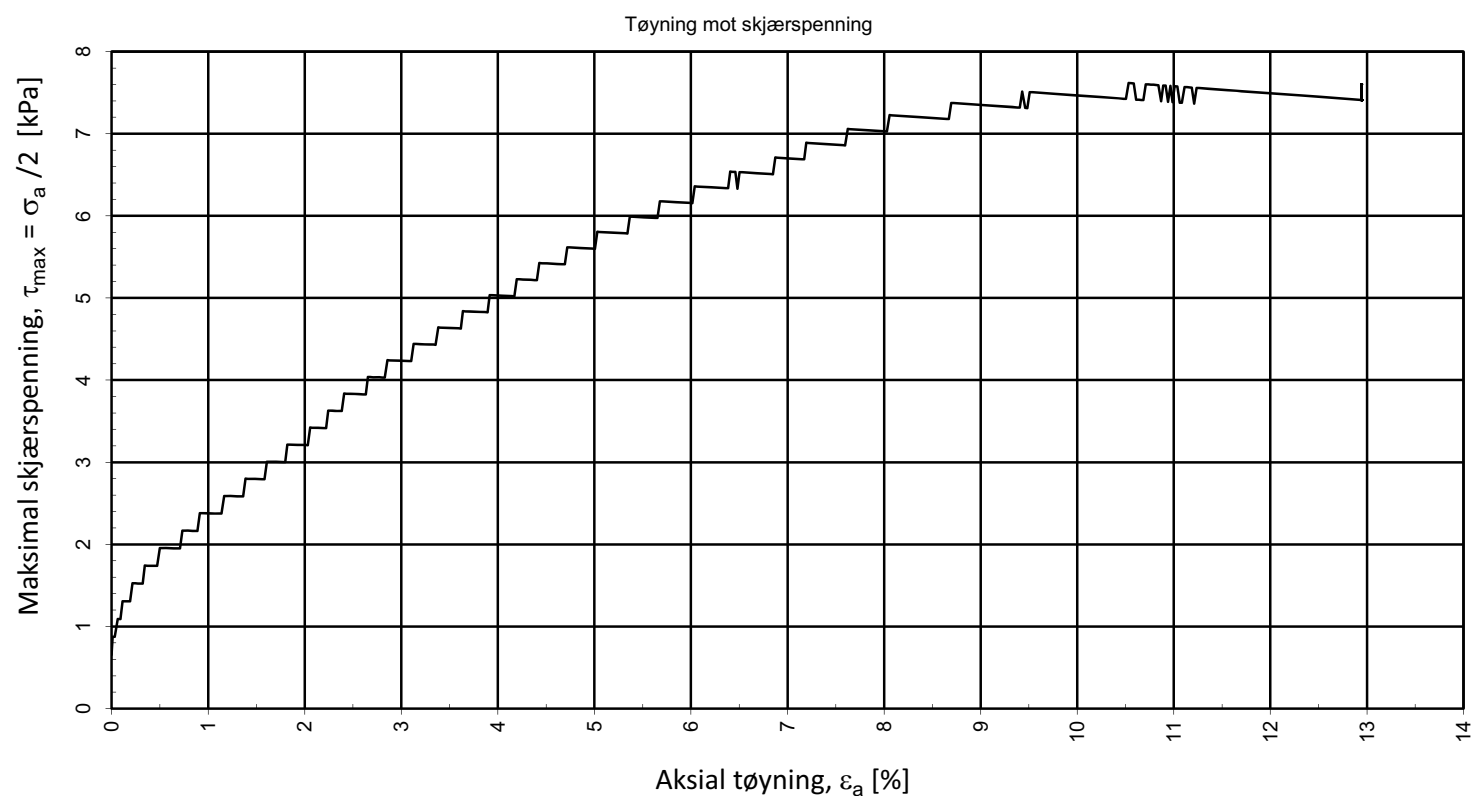
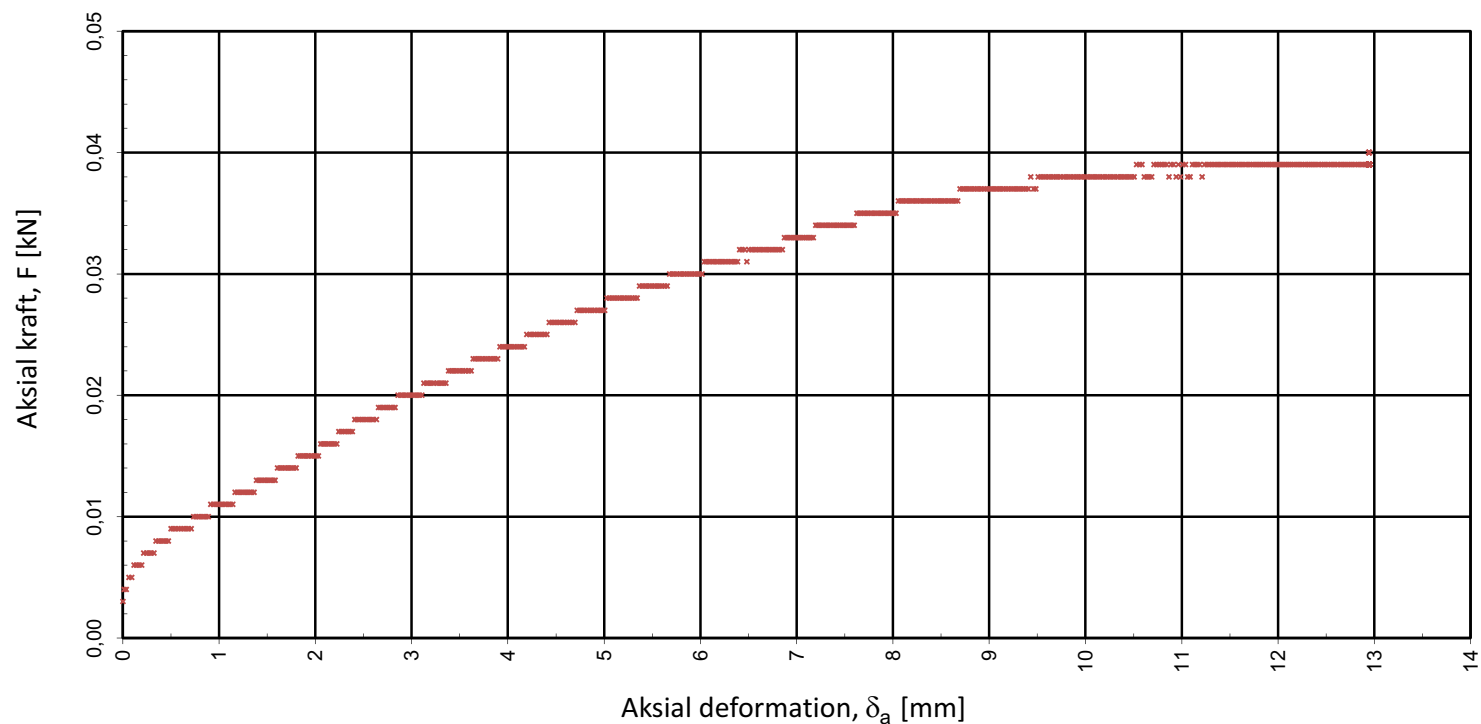
Prøvediameter (mm)	Prøvehøyde (mm)	Dybde, z (mm)		Forsøk nr	
54,0	100,0	2,8		1	
DMR Miljø og Geoteknikk AS		Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent	
		EIVSO	RHS	ANNM	
Vurdering områdeskred kvikkleire, Øystese		Borpunkt	Dato	Revisjon	
		A9	31.10.2023	00	
Multiconsult	Enaksforsøk	Oppdragsnummer		Tegningsnummer	
		10254589		RIG-TEG-251.1	



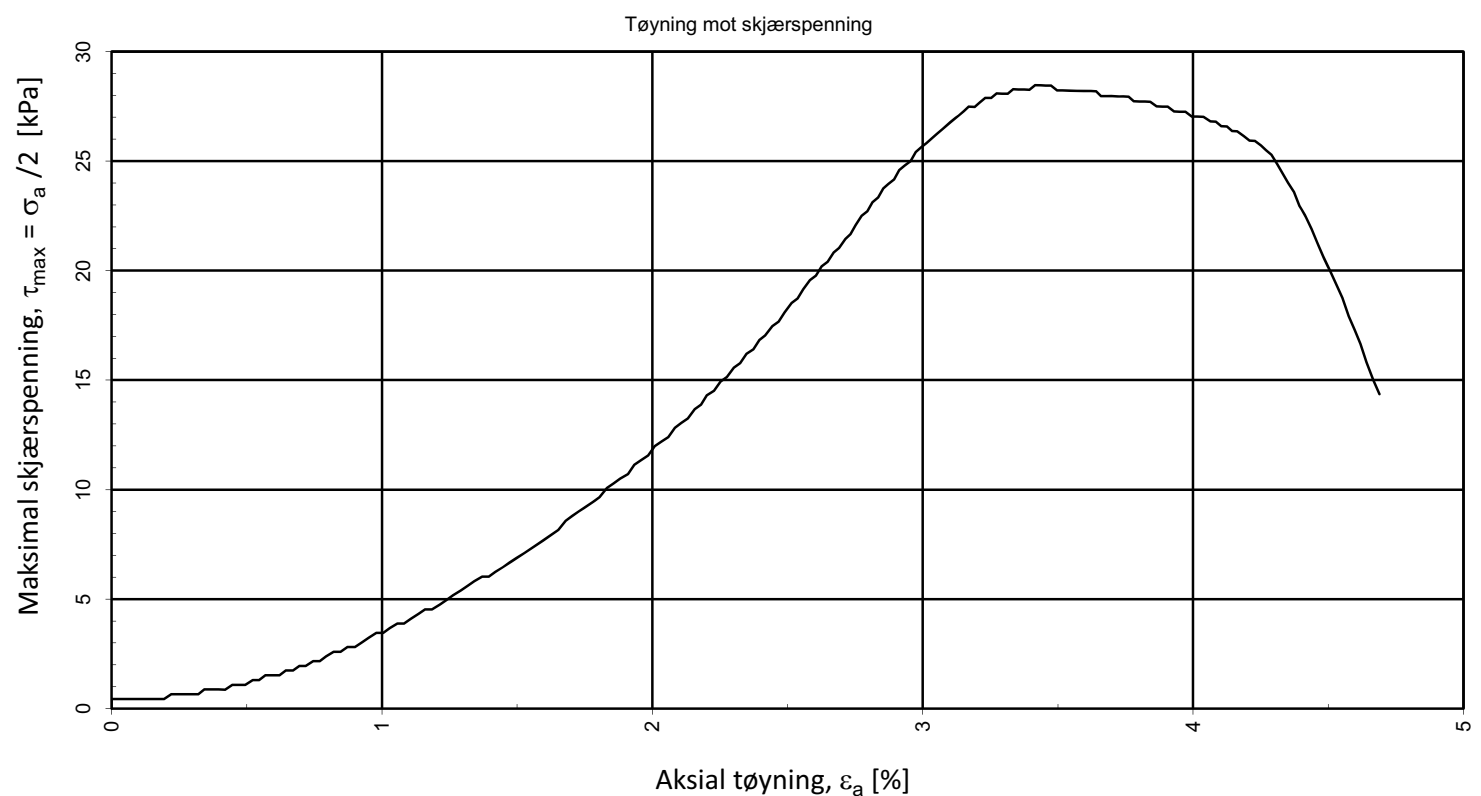
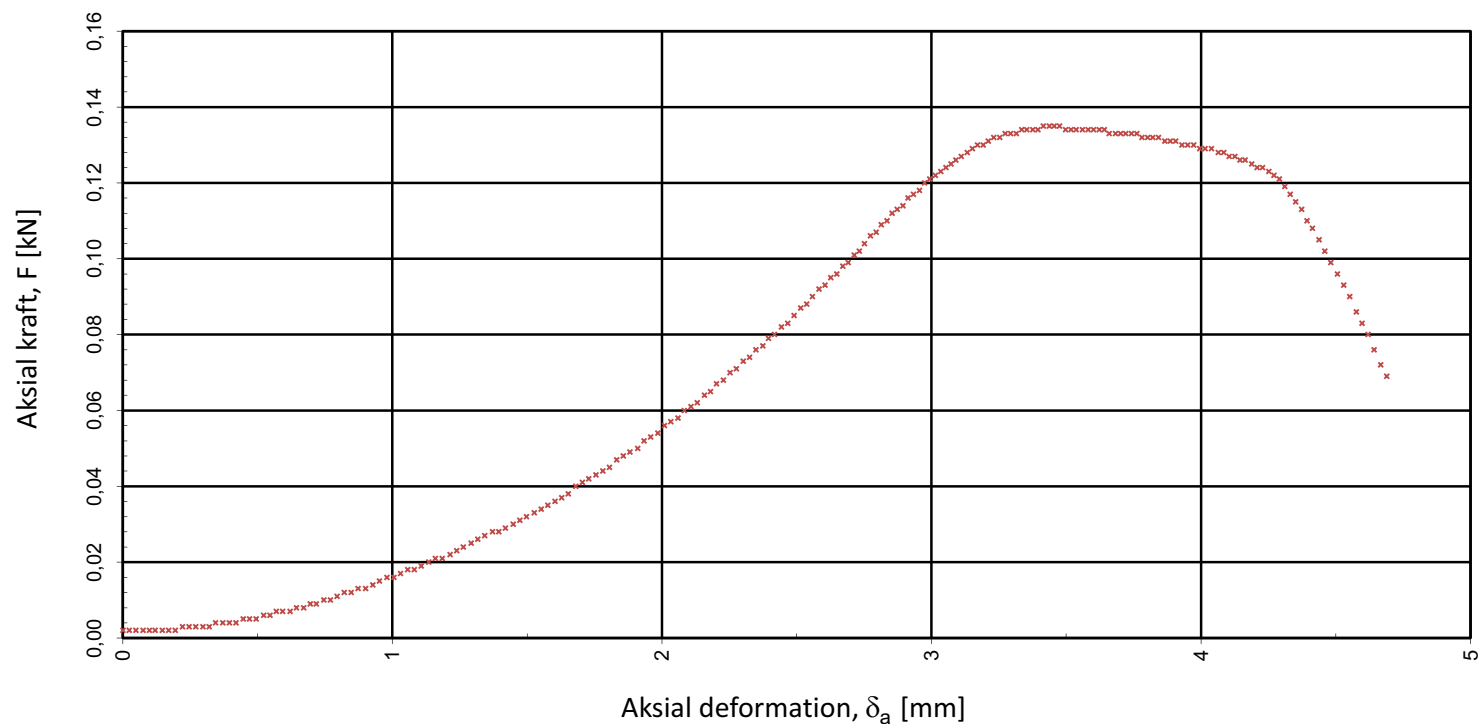
Prøvediameter (mm)	Prøvehøyde (mm)	Dybde, z (mm)		Forsøk nr	
54,0	100,0	6,9		1	
DMR Miljø og Geoteknikk AS		Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent	
		EIVSO	RHS	ANNM	
Vurdering områdeskred kvikkleire, Øystese		Borpunkt	Dato	Revisjon	
		A9	31.10.2023	00	
Multiconsult	Enaksforsøk	Oppdragsnummer		Tegningsnummer	
		10254589		RIG-TEG-251.2	



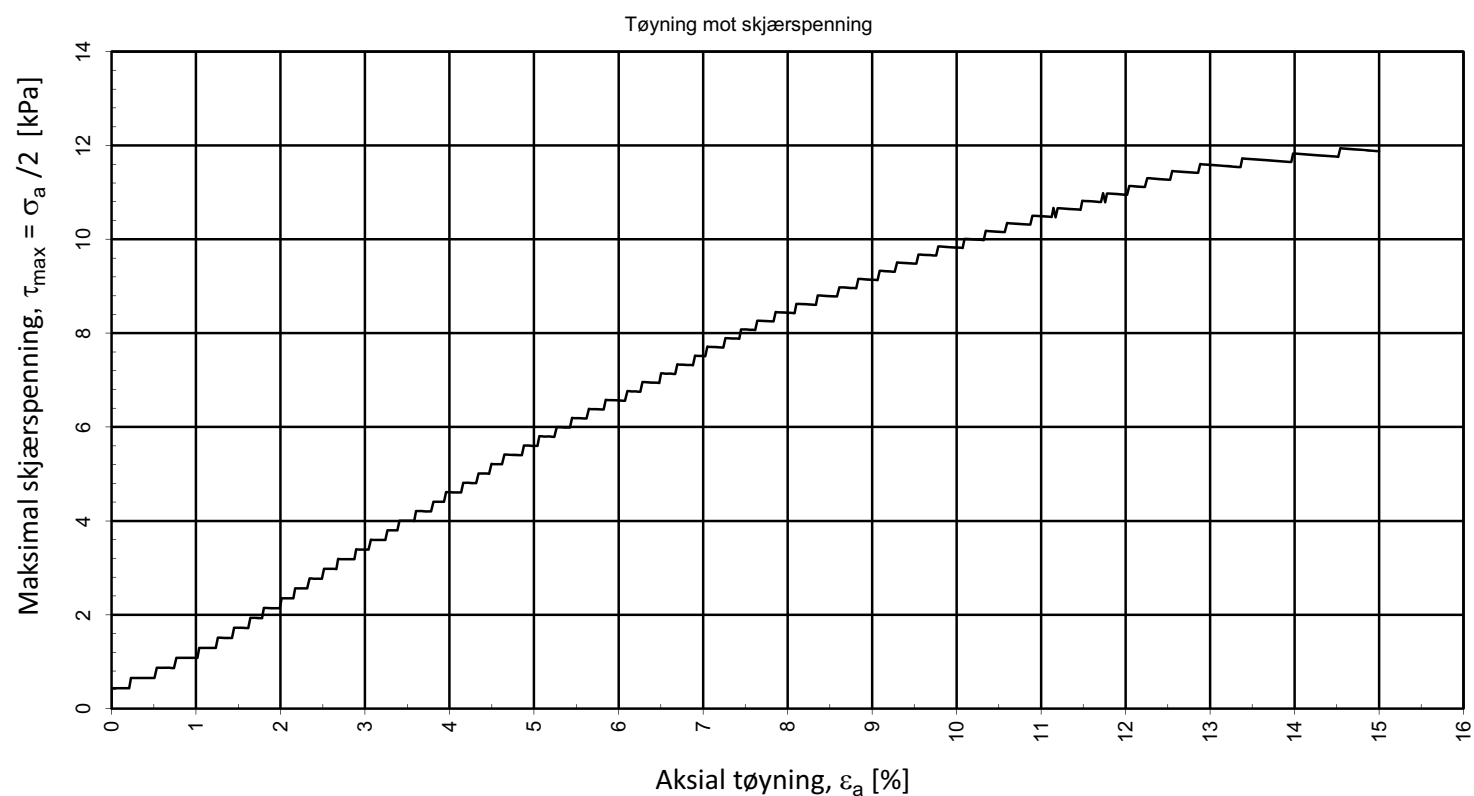
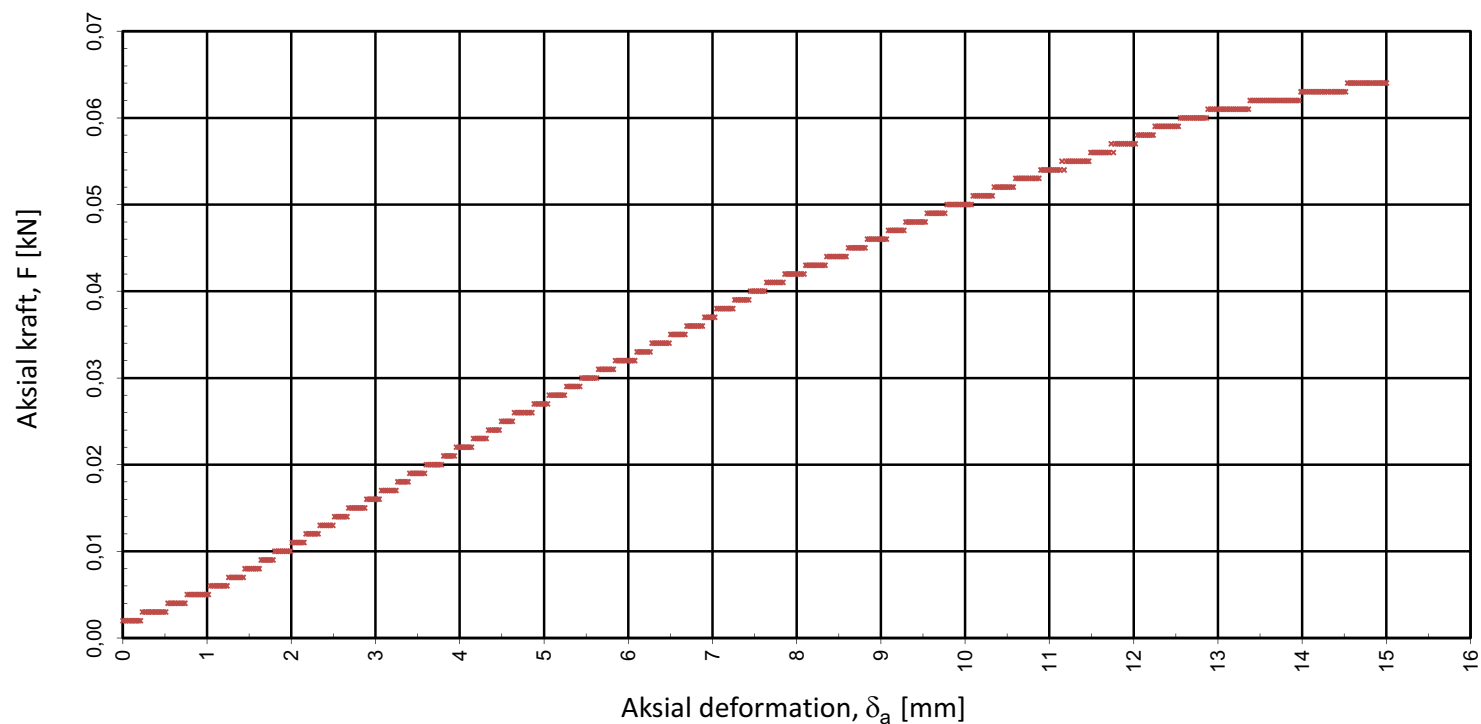
Prøvediameter (mm)	Prøvehøyde (mm)	Dybde, z (mm)		Forsøk nr	
54,0	100,0	9,2		1	
DMR Miljø og Geoteknikk AS		Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent	
		RHS	METS	ANNM	
Vurdering områdeskred kvikkleire, Øystese		Borpunkt	Dato	Revisjon	
		A9	23.10.2023	00	
Multiconsult	Enaksforsøk	Oppdragsnummer		Tegningsnummer	
		10254589		RIG-TEG-251.3	



Prøvediameter (mm)	Prøvehøyde (mm)	Dybde, z (mm)		Forsøk nr	
54,0	100,0	10,5		1	
DMR Miljø og Geoteknikk AS		Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent	
		RHS	METS	ANNM	
Vurdering områdeskred kvikkleire, Øystese		Borpunkt	Dato	Revisjon	
		A9	23.10.2023	00	
Multiconsult	Enaksforsøk	Oppdragsnummer		Tegningsnummer	
		10254589		RIG-TEG-251.4	

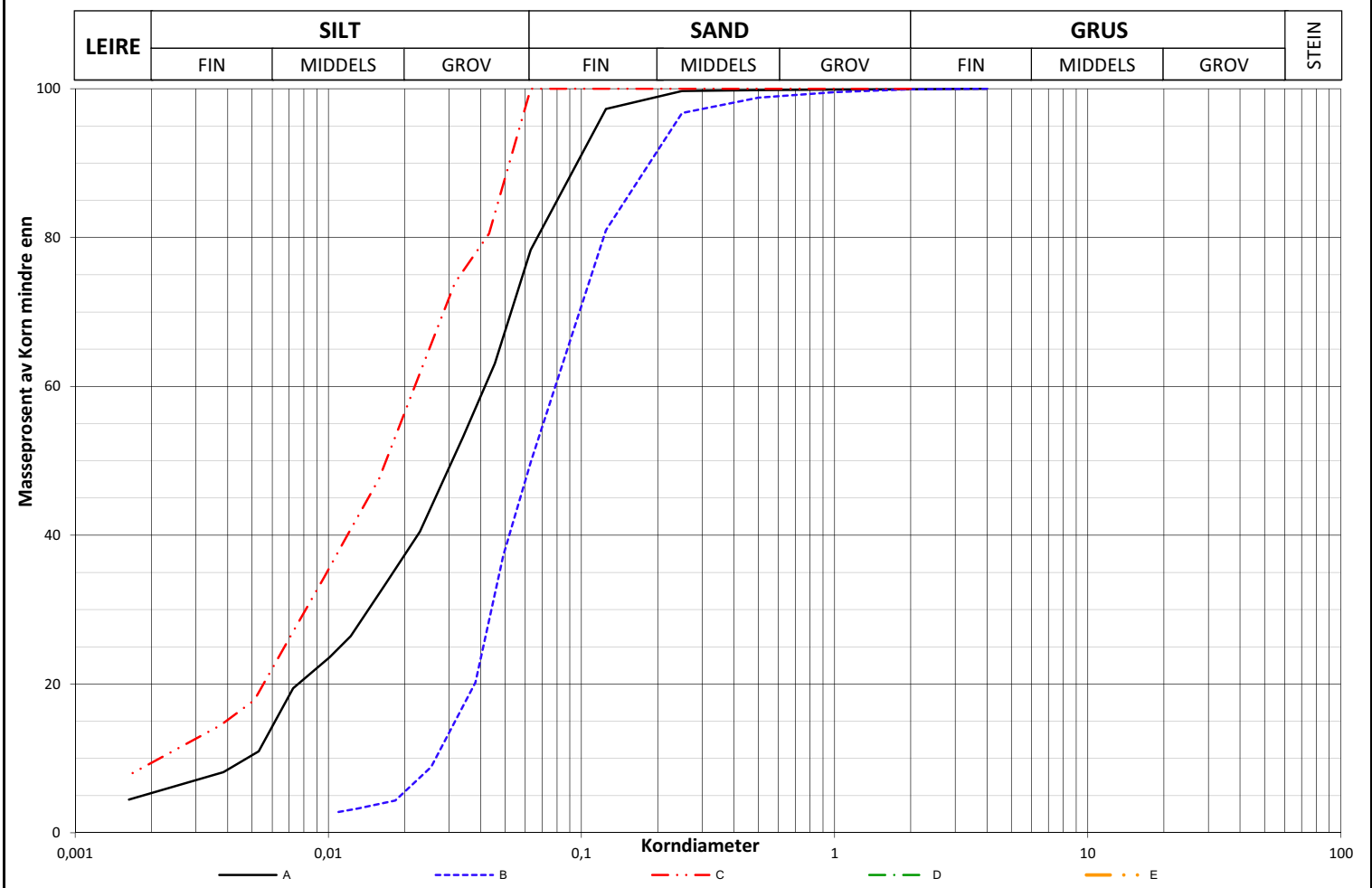


Prøvediameter (mm)	Prøvehøyde (mm)	Dybde, z (mm)		Forsøk nr	
54,0	100,0	2,8		1	
DMR Miljø og Geoteknikk AS		Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent	
		EIVSO	RHS	ANNM	
Vurdering områdeskred kvikkleire, Øystese		Borpunkt	Dato	Revisjon	
		A13	31.10.2023	00	
Multiconsult	Enaksforsøk	Oppdragsnummer		Tegningsnummer	
		10254589		RIG-TEG-252.1	



Prøvediameter (mm)	Prøvehøyde (mm)	Dybde, z (mm)		Forsøk nr	
54,0	100,0	5,0		1	
DMR Miljø og Geoteknikk AS		Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent	
		RHS	METS	ANNM	
Vurdering områdeskred kvikkleire, Øystese		Borpunkt	Dato	Revisjon	
		A13	23.10.2023	00	
Multiconsult	Enaksforsøk	Oppdragsnummer		Tegningsnummer	
		10254589		RIG-TEG-252.2	

Prøve	Borpunkt	Dybde (m)	*Jordartsbetegnelse	Anmerkinger	Metode		
					TS	VS	HYD
A	4A	4,5-5,5	SILT, sandig, leirig			X	X
B	A9	2,5-3,5	SILT, sandig			X	X
C	A9	6,5-7,5	SILT, leirig				X
D							
E							

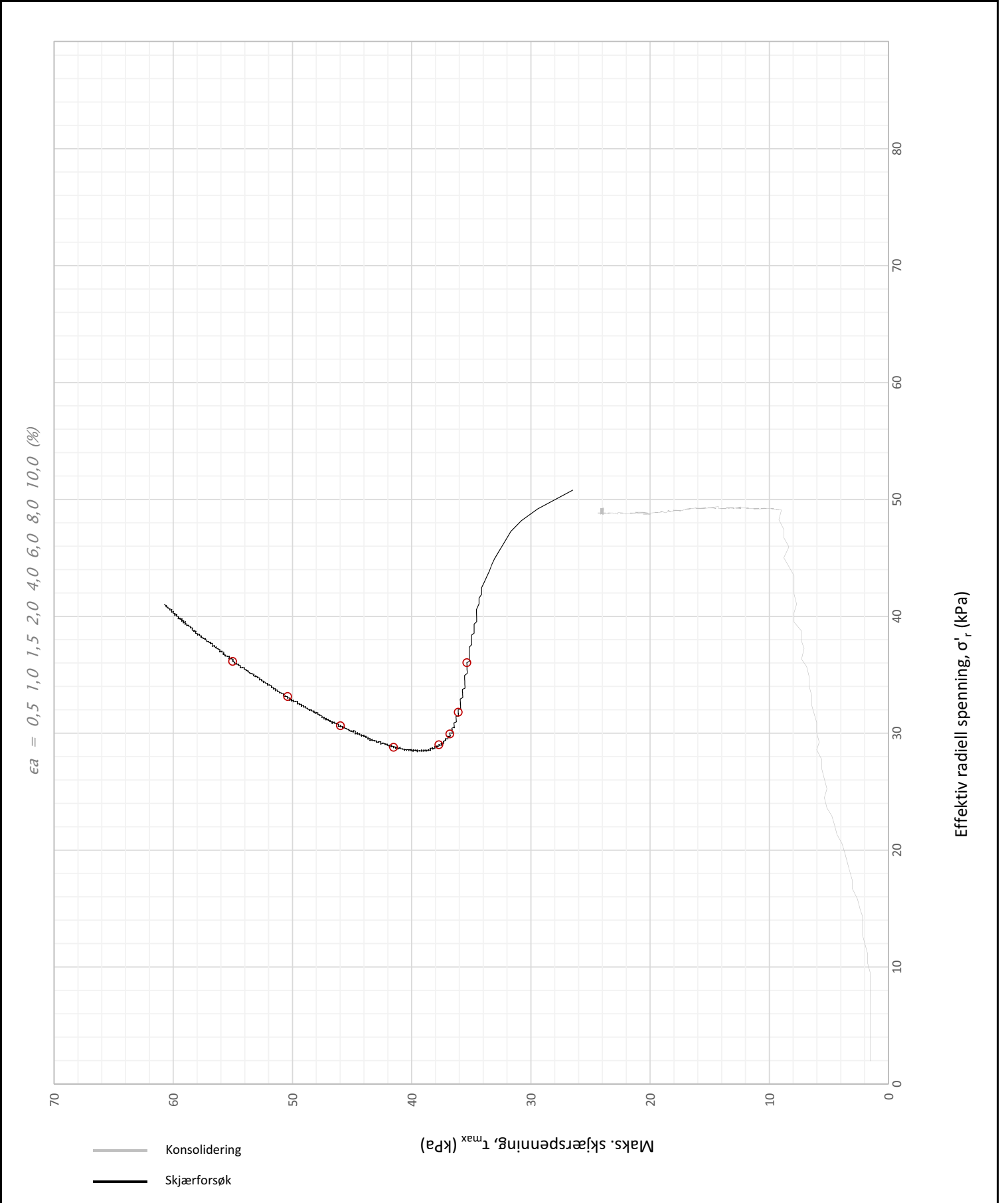


METODE:
TS = Tørssikt VS = Våtsikt HYD = Hydrometer

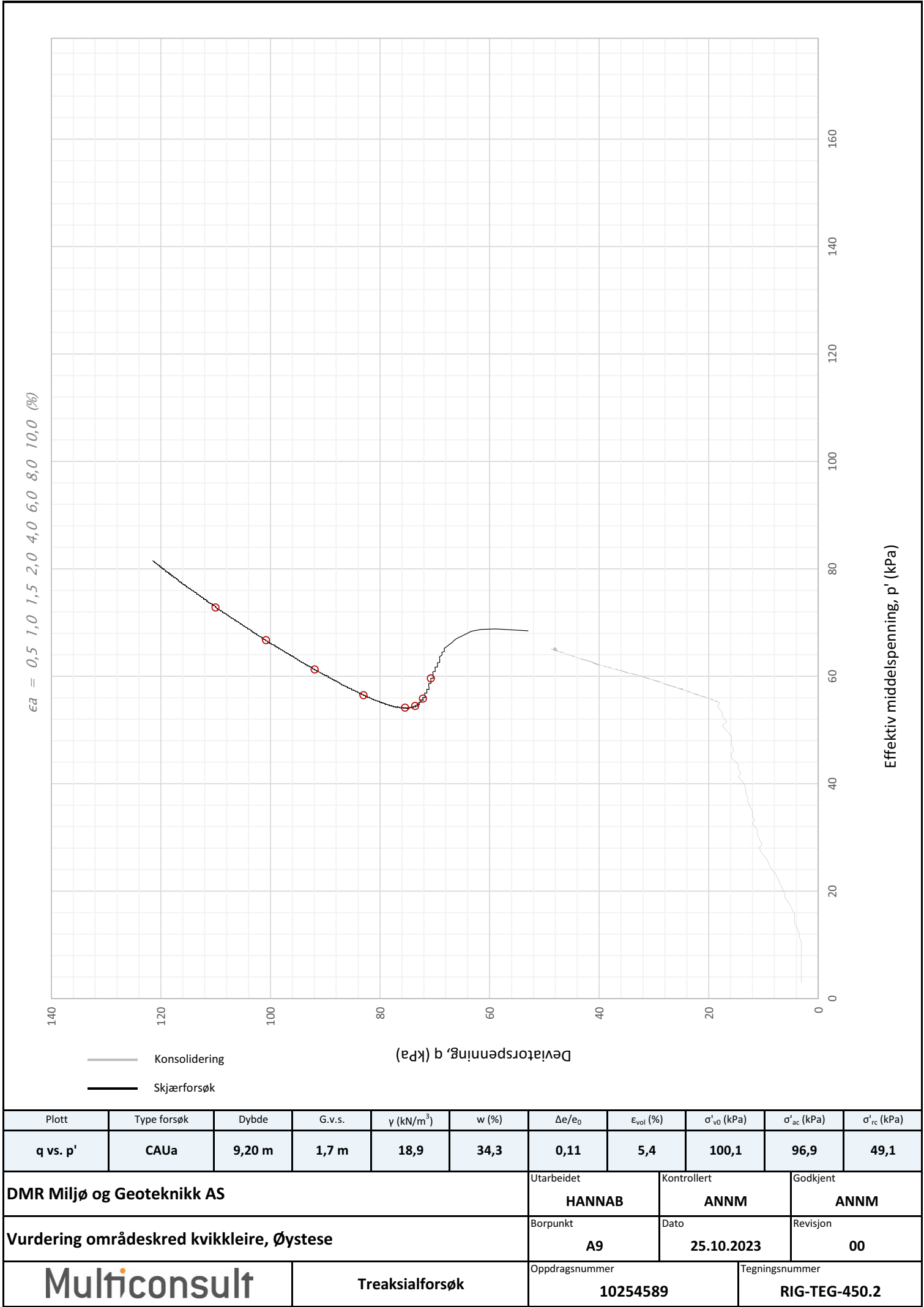
*Jordartsbetegnelse er basert på massefraksjoner fra tabellen under, avvik fra grafen kan forekomme.
**Telefarlighet er beregnet fra massefraksjonene i tabellen under.

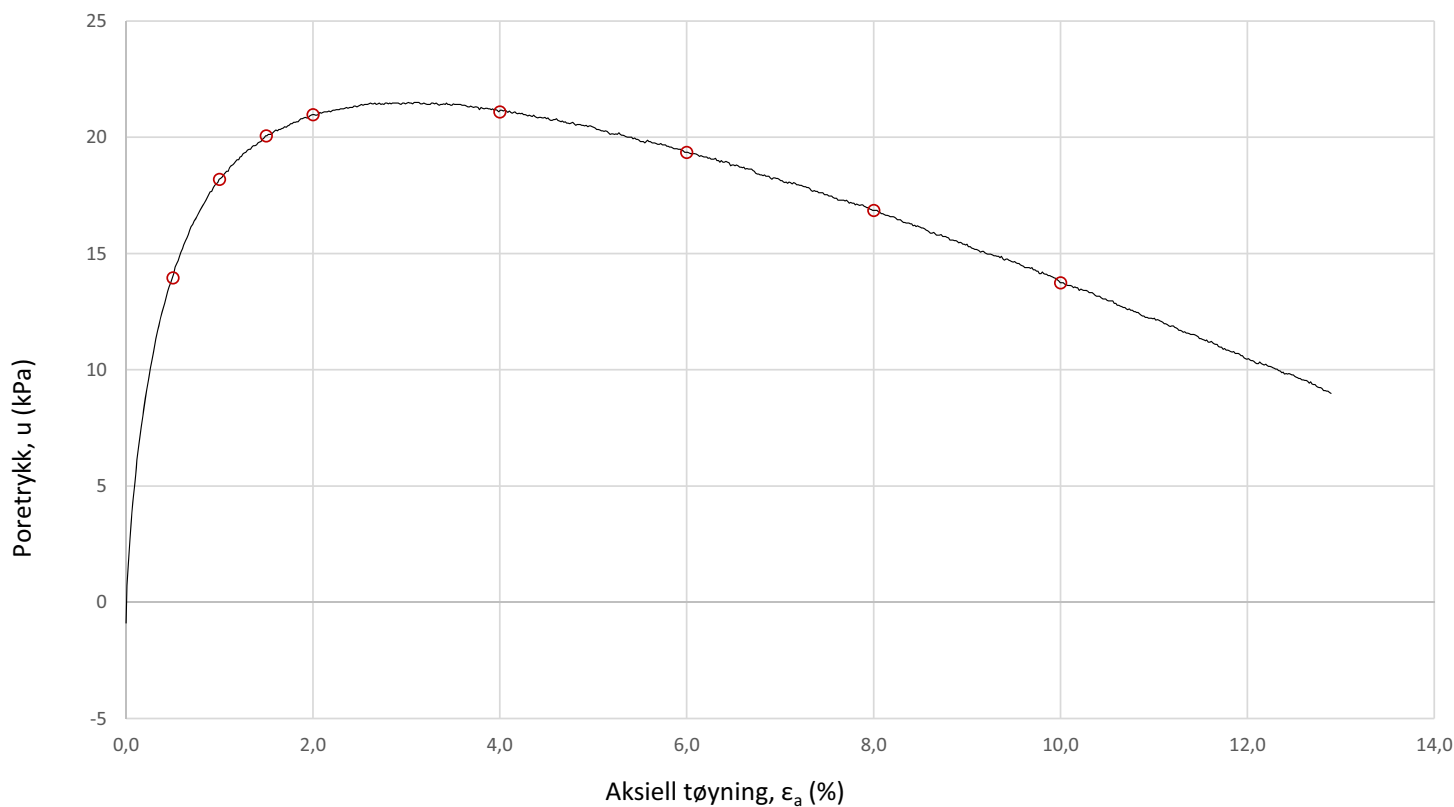
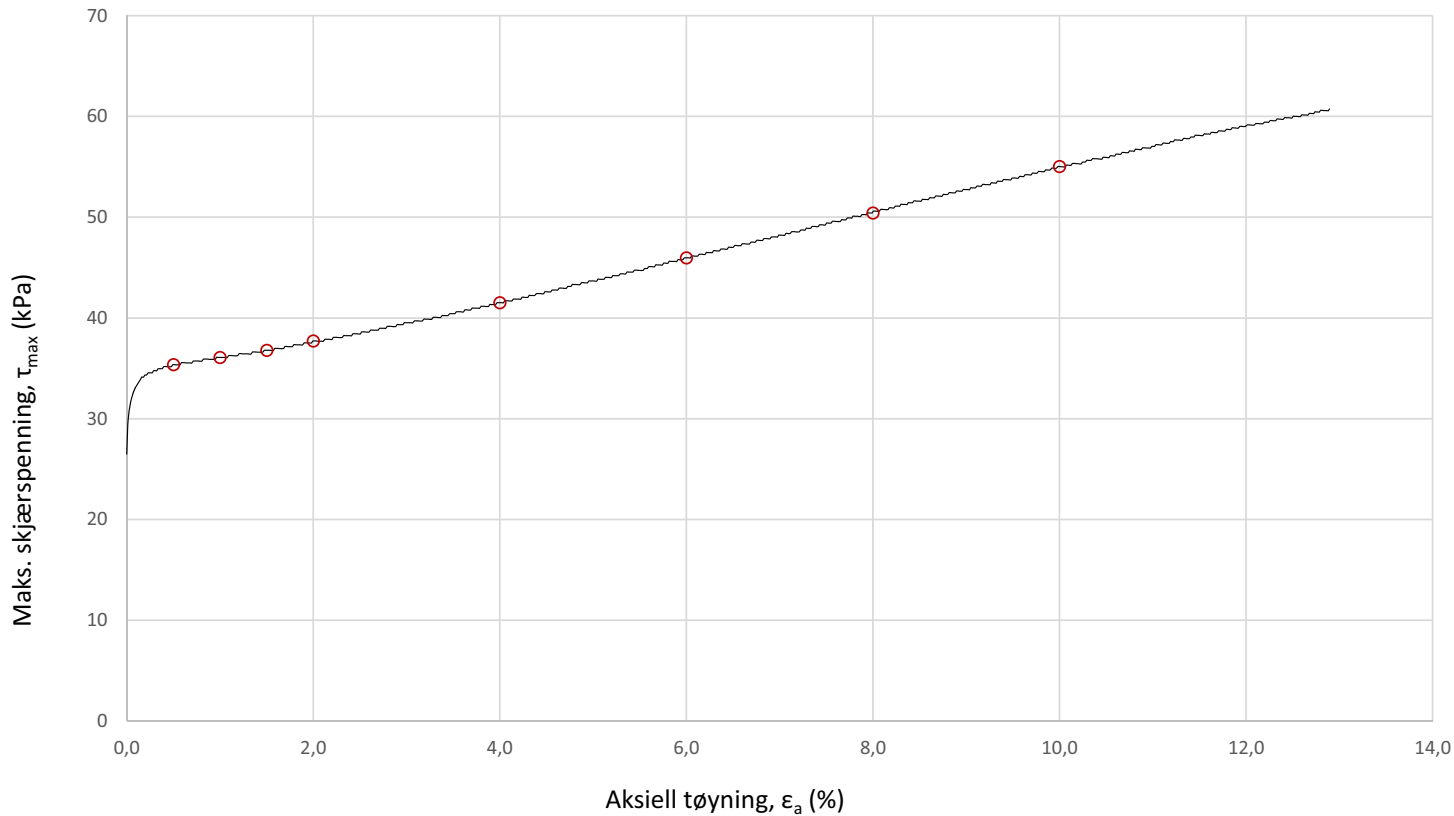
Prøve	w (%)	Gløde- tap %	**Tele- gruppe	Masse % < diameter (mm)			0,002 - 0,063 mm (%)	0,063 - 2 mm (%)	2 - 63 mm (%)	<i>D</i> ₁₀ mm	<i>D</i> ₃₀ mm	<i>D</i> ₅₀ mm	<i>D</i> ₆₀ mm
				< 0,002	< 0,02	< 0,2							
A			T4	5,1	37,1	98,7	71,4	23,3	0,1	0,0048	0,0146	0,0313	0,0420
B			T2		5,4	90,4	48,0	51,9	0,1	0,0267	0,0445	0,0634	0,0833
C			T4	8,9	56,1	100,0	88,8	2,0		0,0024	0,0082	0,0170	0,0221
D													
E													

DMR Miljø og Geoteknikk AS		Utarbeidet ANNM	Kontrollert SISJ	Godkjent ANNM
Vurdering områdeskred kvikkleire, Øystese		Borpunkt -	Dato 06.11.2023	Revisjon 0
Multiconsult	Korngradering V.1.17.6 20.09.2023	Oppdragsnummer 10254589		Tegningsnummer RIG-TEG-300

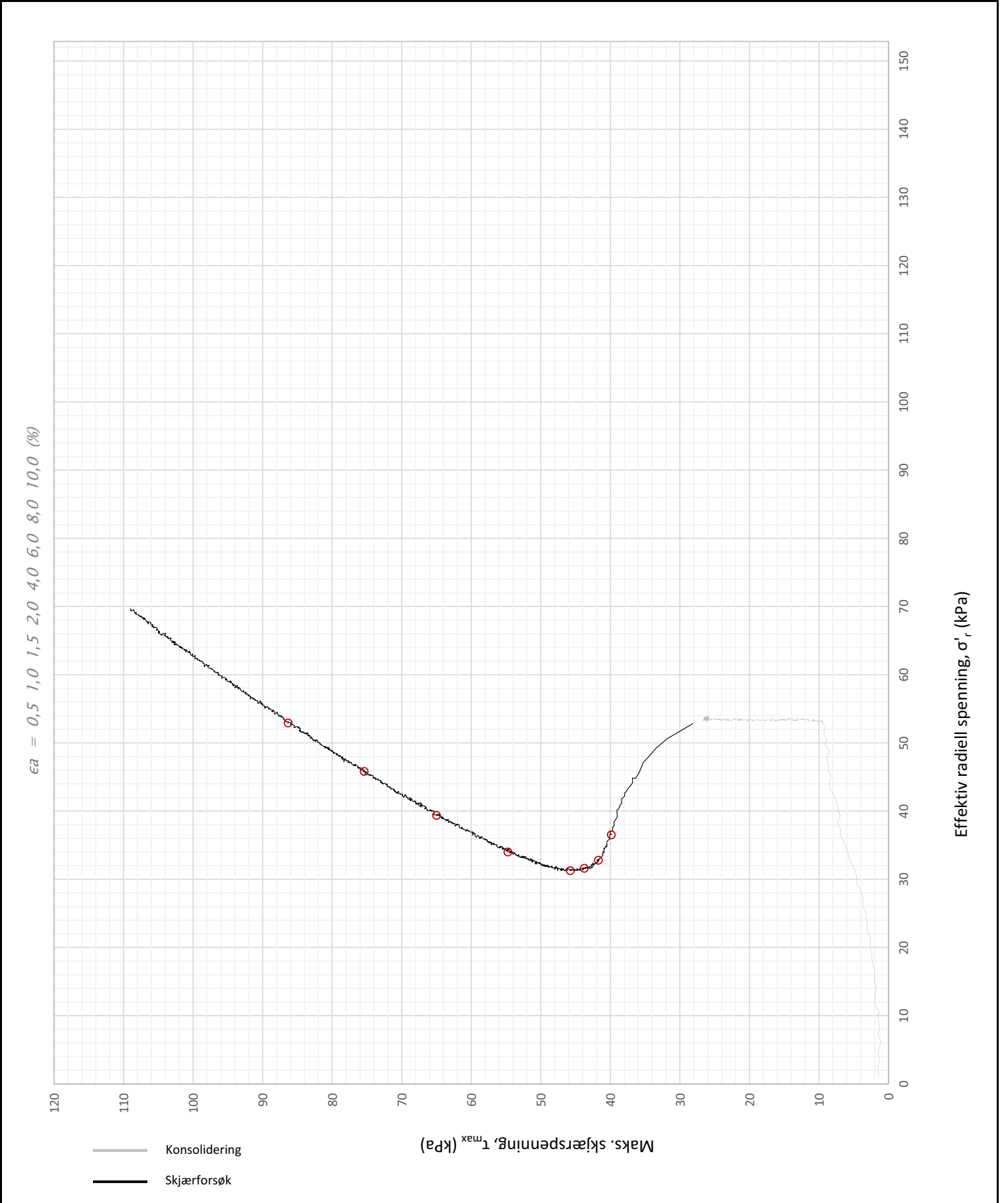


Plott	Type forsøk	Dybde	G.v.s.	γ (kN/m ³)	w (%)	$\Delta e/e_0$	ϵ_{vol} (%)	σ'_{v0} (kPa)	σ'_{ac} (kPa)	σ'_{rc} (kPa)
NTNU	CAUa	9,20 m	1,7 m	18,9	34,3	0,11	5,4	100,1	96,9	49,1
DMR Miljø og Geoteknikk AS						Utarbeidet		Kontrollert		Godkjent
						HANNAB		ANNM		ANNM
Vurdering områdeskred kvikkleire, Øystese						Borpunkt		Dato		Revisjon
						A9		25.10.2023		00
Multiconsult			Treaksialforsøk			Oppdragsnummer			Tegningsnummer	
						10254589			RIG-TEG-450.1	

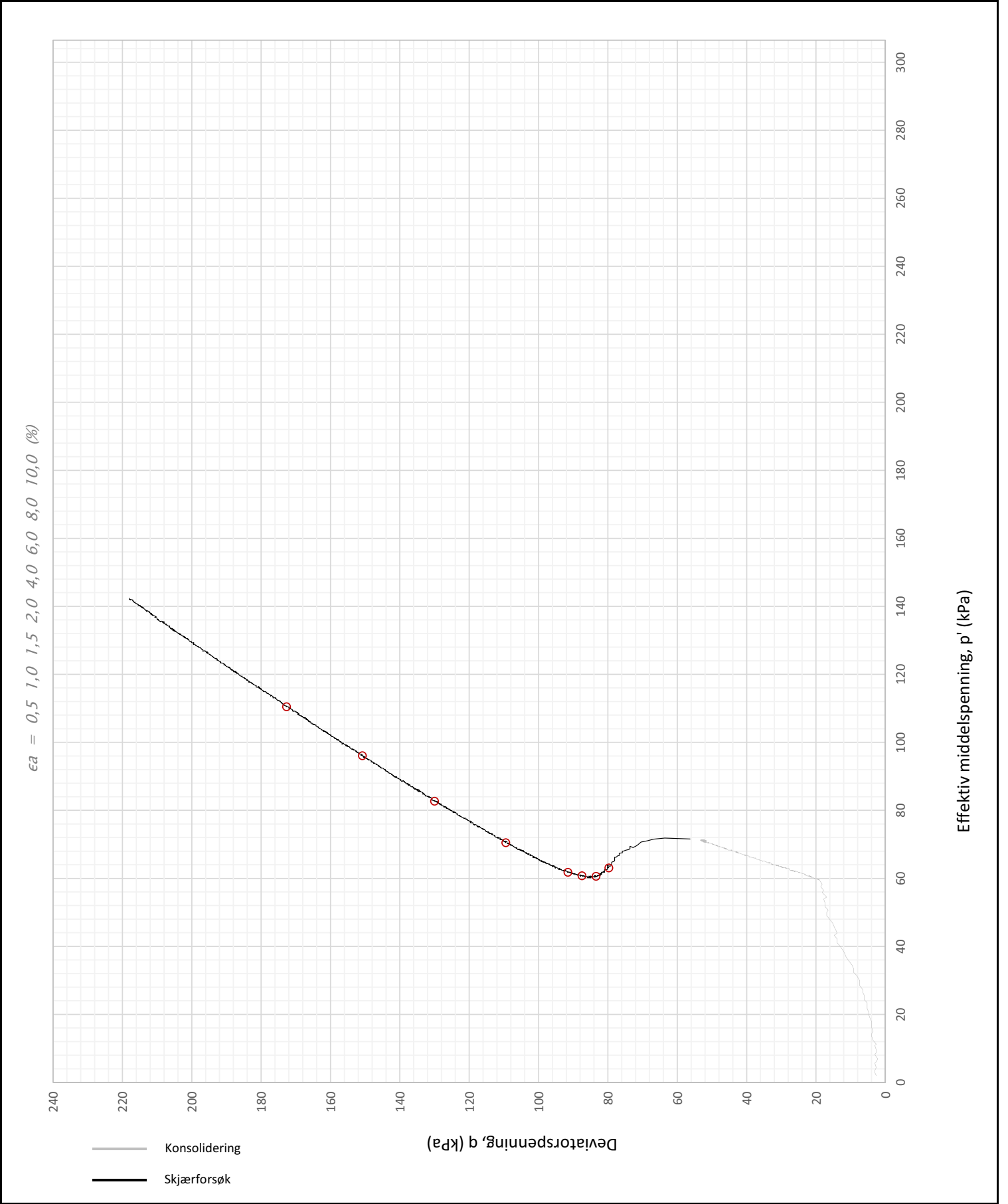




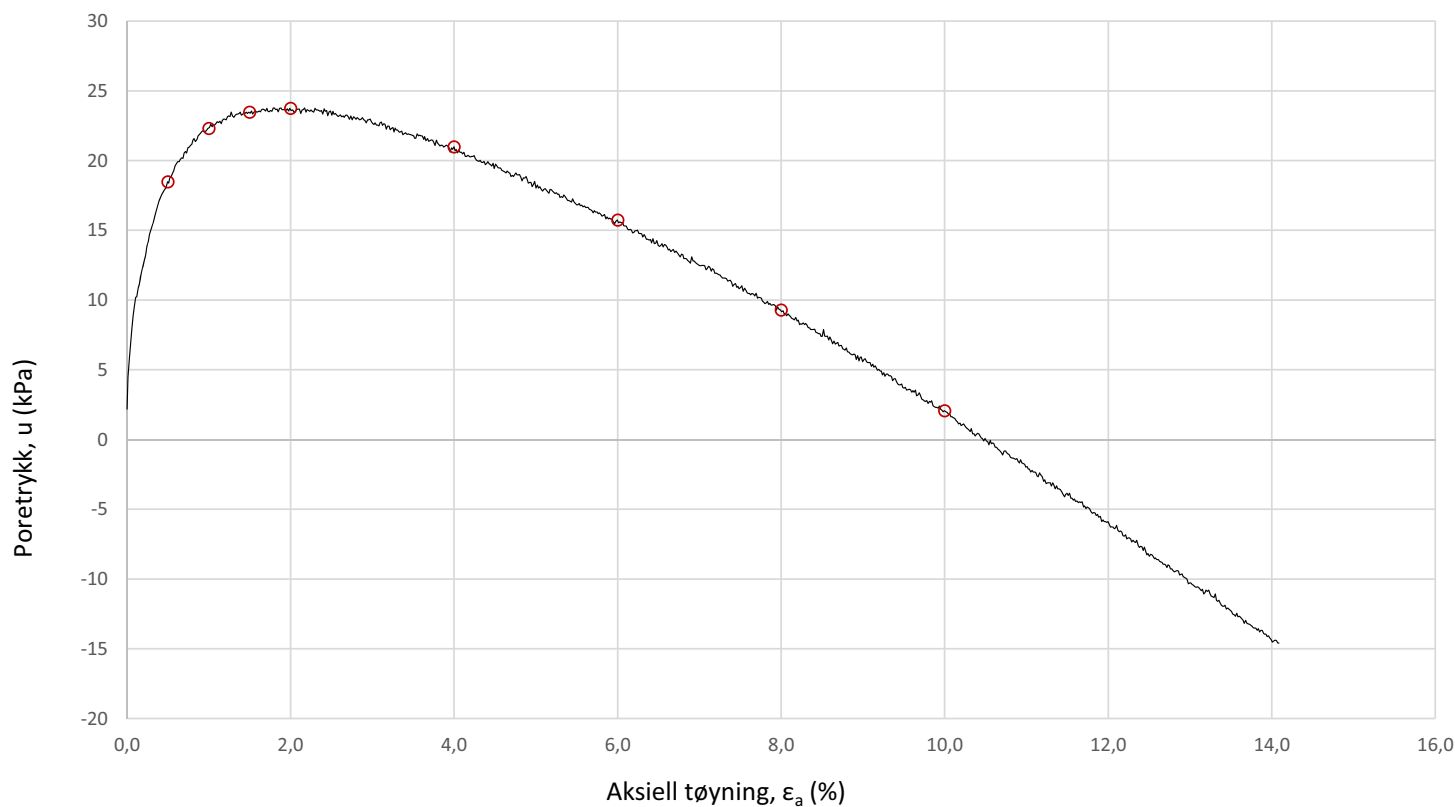
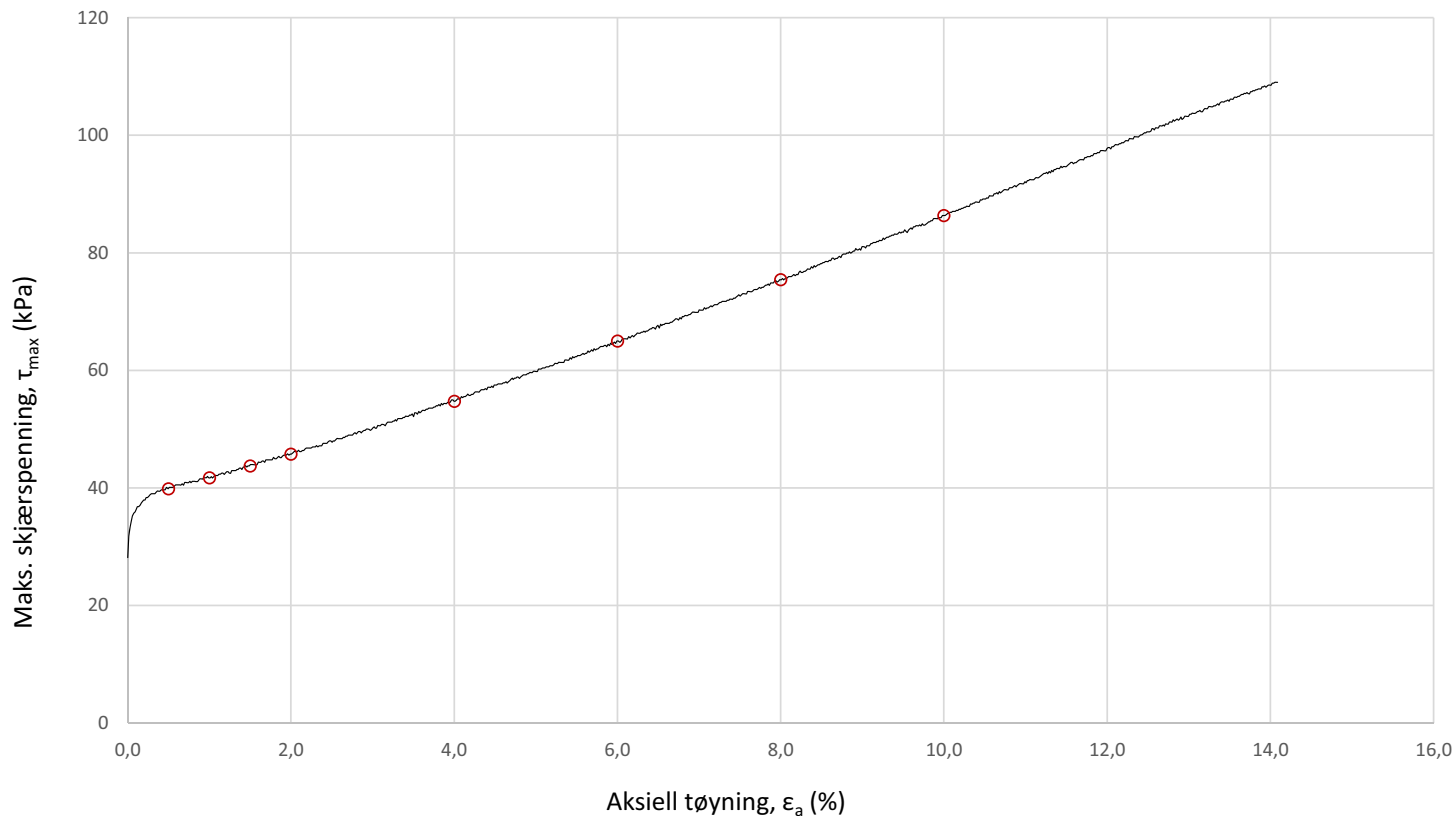
Plott	Type forsøk	Dybde	G.v.s.	γ (kN/m ³)	w (%)	$\Delta e/e_0$	ϵ_{vol} (%)	σ'_{v0} (kPa)	σ'_{ac} (kPa)	σ'_{rc} (kPa)
-	CAUa	9,20 m	1,7 m	18,9	34,3	0,11	5,4	100,1	96,9	49,1
DMR Miljø og Geoteknikk AS						Utarbeidet HANNAB		Kontrollert ANNM		Godkjent ANNM
Vurdering områdeskred kvikkleire, Øystese						Borpunkt A9		Dato 25.10.2023		Revisjon 00
Multiconsult		Treaksialforsøk				Oppdragsnummer 10254589			Tegningsnummer RIG-TEG-450.3	



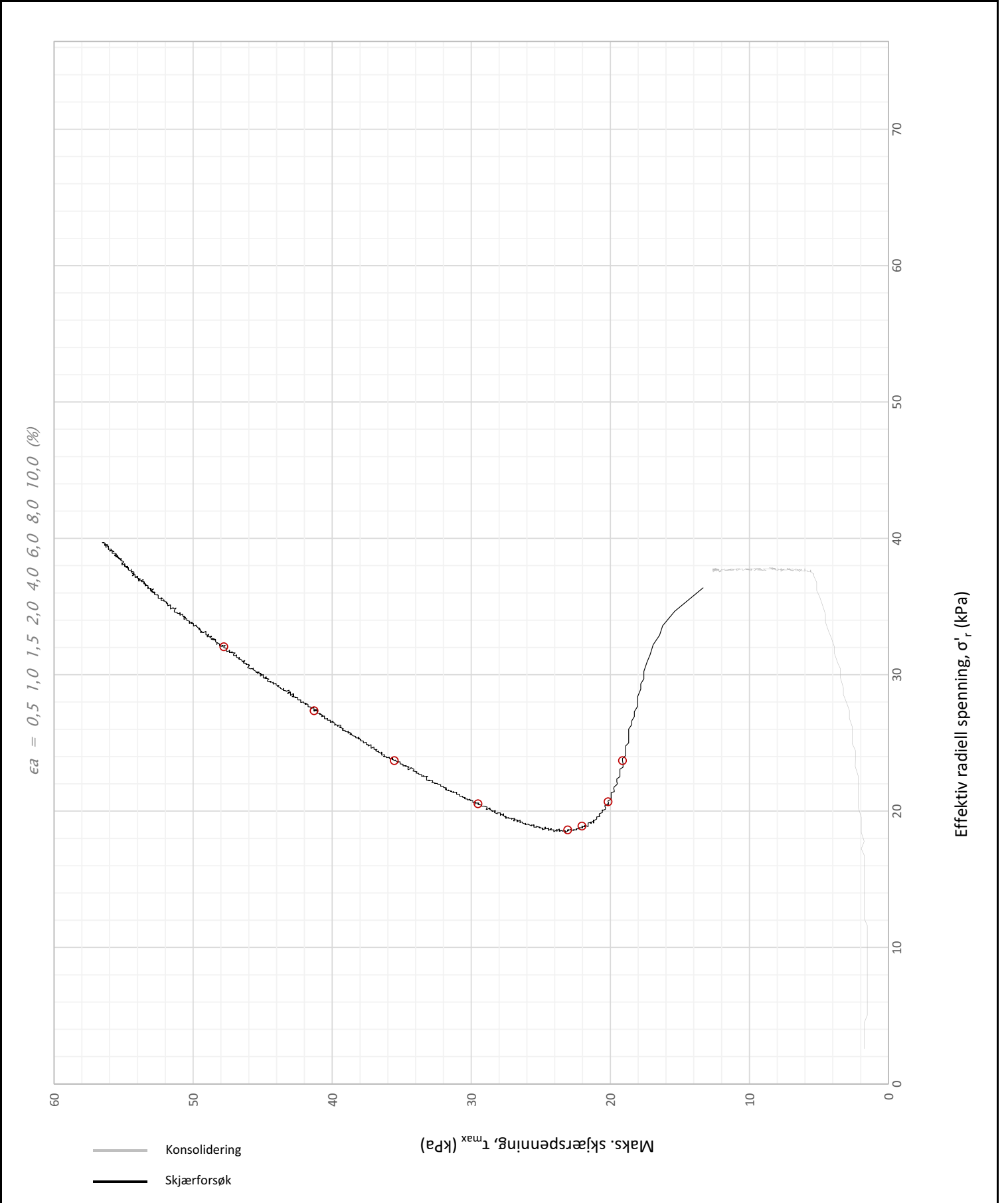
Plott	Type forsøk	Dybde	G.v.s.	γ (kN/m ³)	w (%)	$\Delta e/e_0$	ϵ_{vol} (%)	σ'_{v0} (kPa)	σ'_{ac} (kPa)	σ'_{rc} (kPa)
NTNU	CAUa	10,45 m	1,7 m	18,8	31,1	0,15	7,0	110,9	105,3	53,7
DMR Miljø og Geoteknikk AS						Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent		
						HANNAB	ANNM	ANNM		
Vurdering områdeskred kvikkleire, Øystese						Borpunkt	Dato	Revisjon		
						A9	25.10.2023	00		
Multiconsult			Treaksialforsøk			Oppdragsnummer			Tegningsnummer	
						10254589			RIG-TEG-451.1	



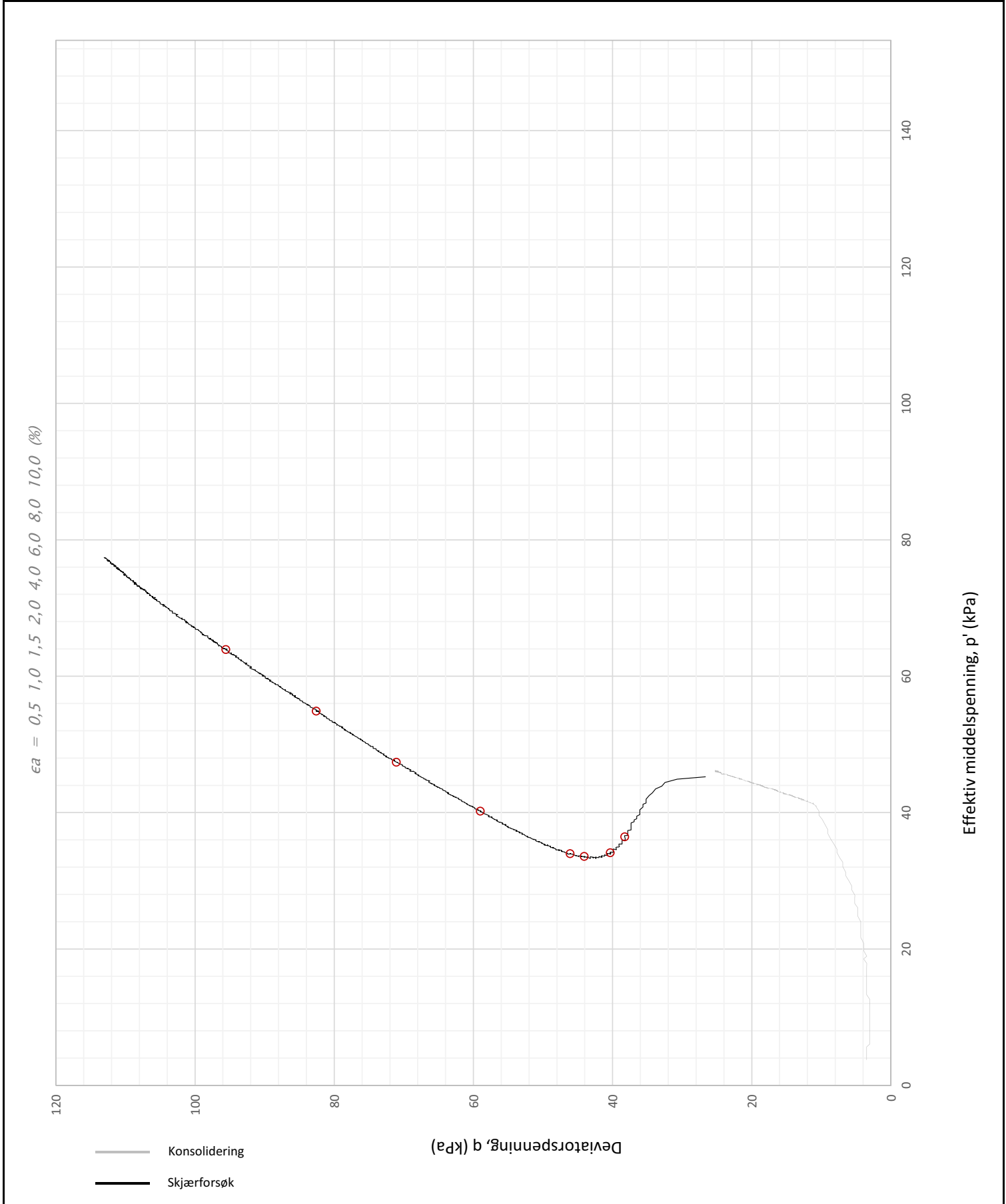
Plott	Type forsøk	Dybde	G.v.s.	γ (kN/m ³)	w (%)	$\Delta e/e_0$	ϵ_{vol} (%)	σ'_{v0} (kPa)	σ'_{ac} (kPa)	σ'_{rc} (kPa)
q vs. p'	CAUa	10,45 m	1,7 m	18,8	31,1	0,15	7,0	110,9	105,3	53,7
DMR Miljø og Geoteknikk AS						Utarbeidet HANNAB		Kontrollert ANNM		Godkjent ANNM
Vurdering områdeskred kvikkleire, Øystese						Borpunkt A9		Dato 25.10.2023		Revisjon 00
Multiconsult			Treaksialforsøk			Oppdragsnummer 10254589			Tegningsnummer RIG-TEG-451.2	



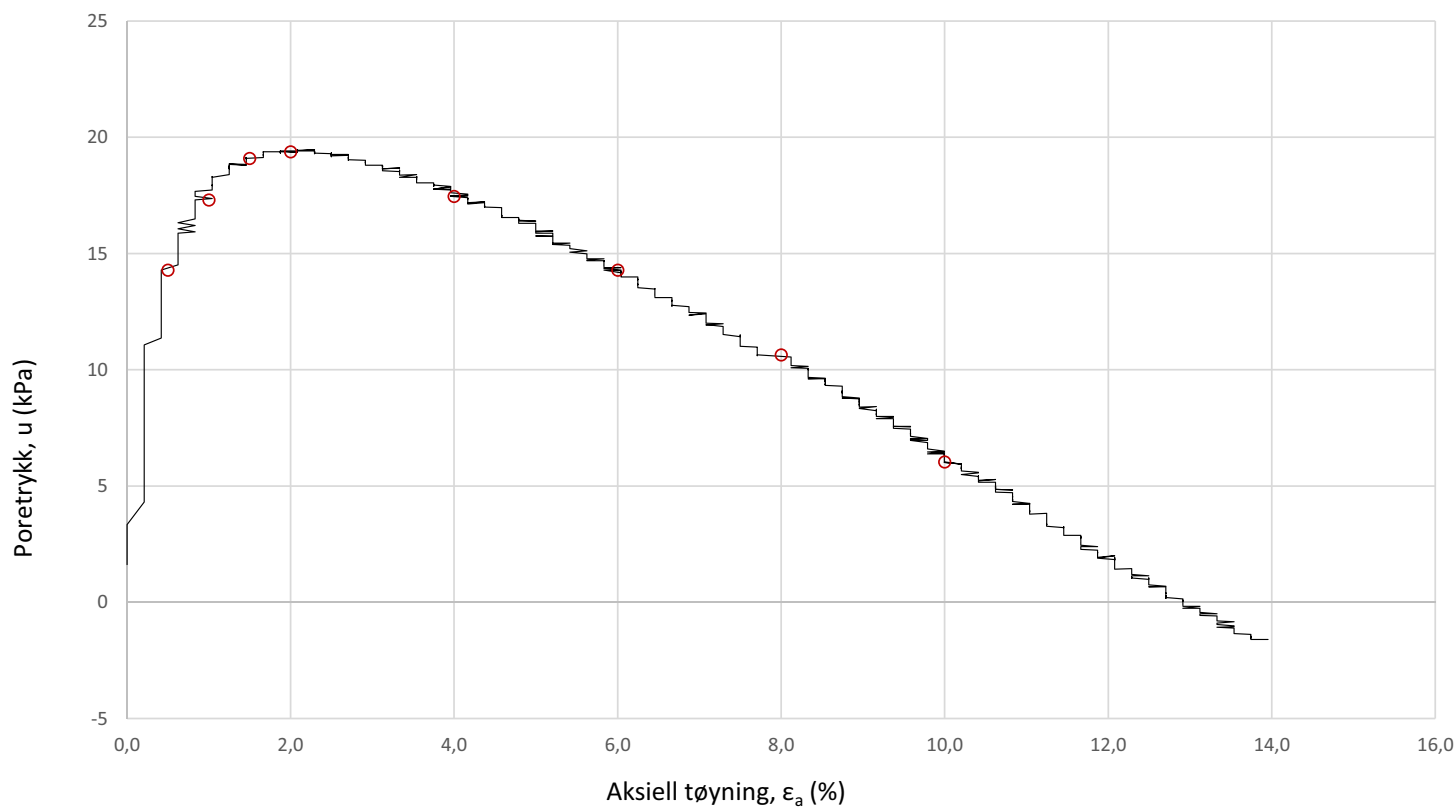
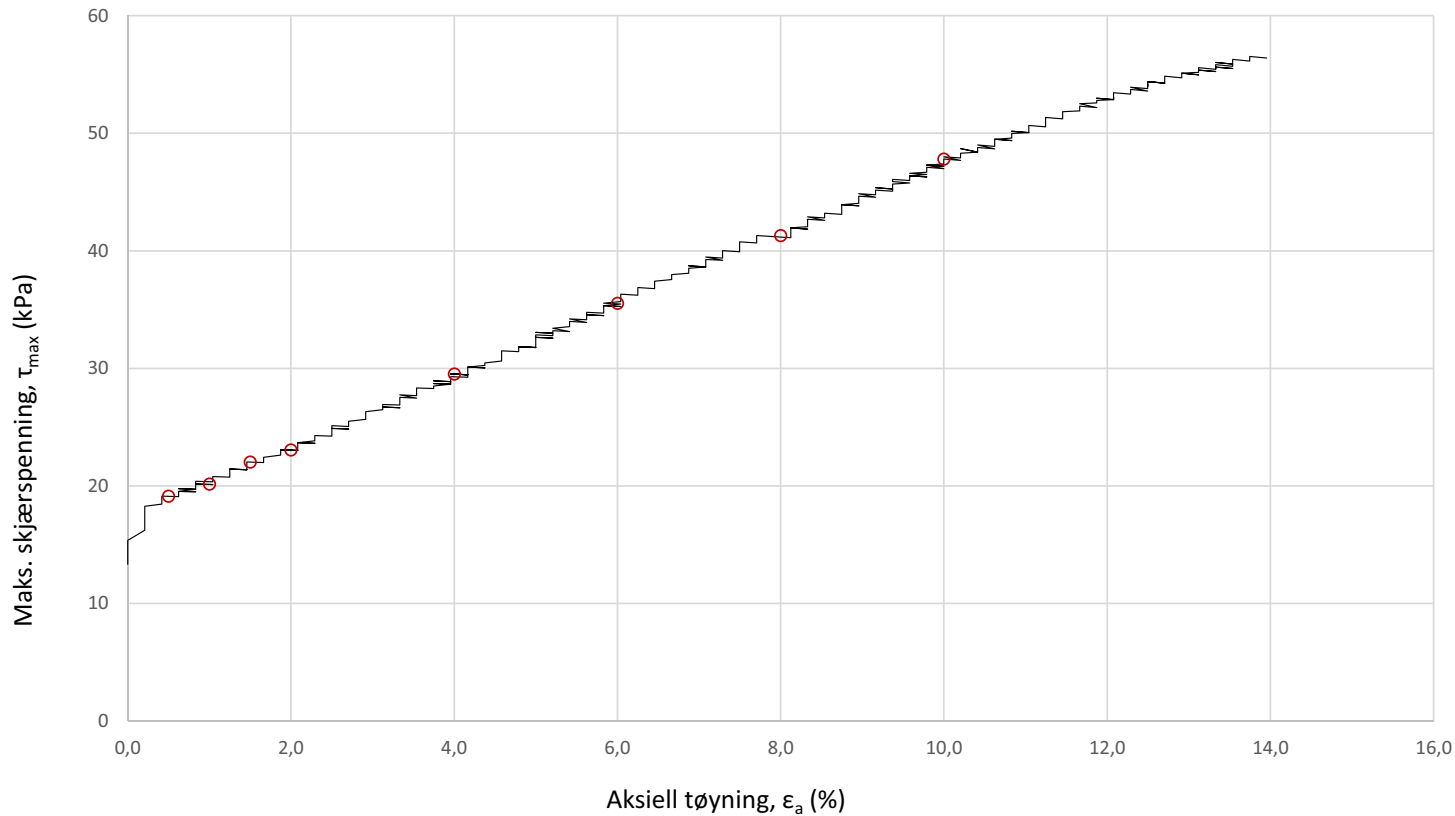
Plott	Type forsøk	Dybde	G.v.s.	γ (kN/m ³)	w (%)	$\Delta e/e_0$	ϵ_{vol} (%)	σ'_{v0} (kPa)	σ'_{ac} (kPa)	σ'_{rc} (kPa)
-	CAUa	10,45 m	1,7 m	18,8	31,1	0,15	7,0	110,9	105,3	53,7
DMR Miljø og Geoteknikk AS						Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent		
						HANNAB	ANNM	ANNM		
Vurdering områdeskred kvikkleire, Øystese						Borpunkt	Dato	Revisjon		
						A9	25.10.2023	00		
Multiconsult						Oppdragsnummer		Tegningsnummer		
Treaksialforsøk						10254589		RIG-TEG-451.3		



Plott	Type forsøk	Dybde	G.v.s.	γ (kN/m ³)	w (%)	$\Delta e/e_0$	ϵ_{vol} (%)	σ'_{v0} (kPa)	σ'_{ac} (kPa)	σ'_{rc} (kPa)
NTNU	CAUa	4,90 m	2,0 m	18,8	29,3	0,11	5,1	63,8	62,9	37,7
DMR Miljø og Geoteknikk AS						Utarbeidet HANNAB		Kontrollert ANNM		Godkjent ANNM
Vurdering områdeskred kvikkleire, Øystese						Borpunkt A13		Dato 25.10.2023		Revisjon 00
Multiconsult			Treaksialforsøk			Oppdragsnummer 10254589			Tegningsnummer RIG-TEG-452.1	



Plott	Type forsøk	Dybde	G.v.s.	γ (kN/m ³)	w (%)	$\Delta e/e_0$	ϵ_{vol} (%)	σ'_{v0} (kPa)	σ'_{ac} (kPa)	σ'_{rc} (kPa)
q vs. p'	CAUa	4,90 m	2,0 m	18,8	29,3	0,11	5,1	63,8	62,9	37,7
DMR Miljø og Geoteknikk AS						Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent		
						HANNAB	ANNM	ANNM		
Vurdering områdeskred kvikkleire, Øystese						Borpunkt	Dato	Revisjon		
						A13	25.10.2023	00		
Multiconsult			Treaksialforsøk			Oppdragsnummer			Tegningsnummer	
						10254589			RIG-TEG-452.2	



Plott	Type forsøk	Dybde	G.v.s.	γ (kN/m ³)	w (%)	$\Delta e/e_0$	ϵ_{vol} (%)	σ'_{v0} (kPa)	σ'_{ac} (kPa)	σ'_{rc} (kPa)
-	CAUa	4,90 m	2,0 m	18,8	29,3	0,11	5,1	63,8	62,9	37,7
DMR Miljø og Geoteknikk AS						Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent		
						HANNAB	ANNM	ANNM		
Vurdering områdeskred kvikkleire, Øystese						Borpunkt	Dato	Revisjon		
						A13	25.10.2023	00		
Multiconsult		Treaksialforsøk				Oppdragsnummer		Tegningsnummer		
						10254589		RIG-TEG-452.3		

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

MINERALSKE JORDARTER

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

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

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

ORGANISKE JORDARTER

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

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

KORNFORDELINGSANALYSER

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

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

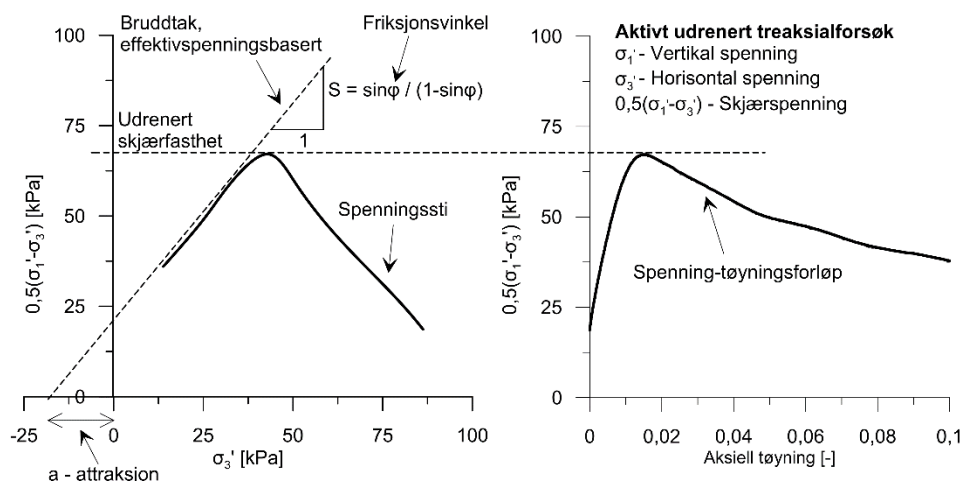
Navn	Symbol	Enhet	Beskrivelse
Densitet	ρ	g/cm ³	Masse av prøve per volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del
Korndensitet	ρ_s	g/cm ³	Masse av fast stoff per volumenhet fast stoff
Tørr densitet	ρ_d	g/cm ³	Masse tørt stoff per volumenhet
Tyngdetetthet	γ	kN/m ³	Tyngde av prøve per volumenhet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

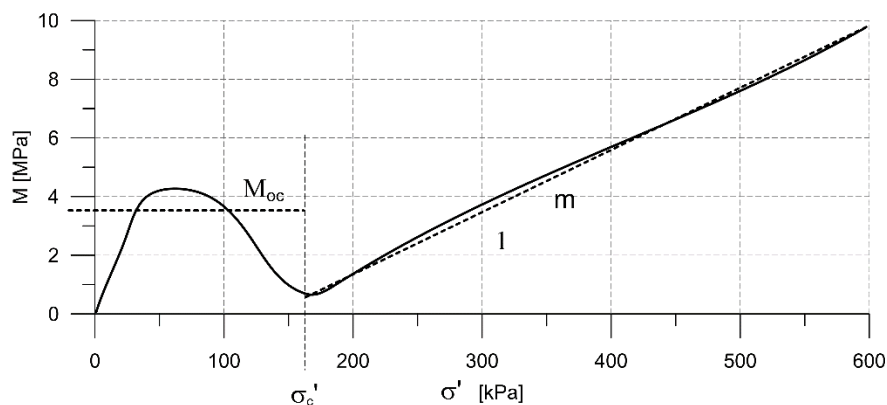
Udrenert skjærfasthet c_u (kPa) bestemmes som den maksimale skjærspenning et materiale kan påføres før det bryter sammen i en situasjon med raske spenningsendringer uten drenering av poretrykk. I laboratoriet bestemmes denne egenskapen ved enaksiale trykkforsøk (c_{ut}), konusforsøk (uforstyrret c_{ufc} , 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_{ucptu}) eller vingebor (uforstyrret c_{uv} , omrørt c_{uvr}).

**SENSITIVITET**

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

DEFORMASJONS- OG KONSOLIDERINGSEGENSKAPER

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

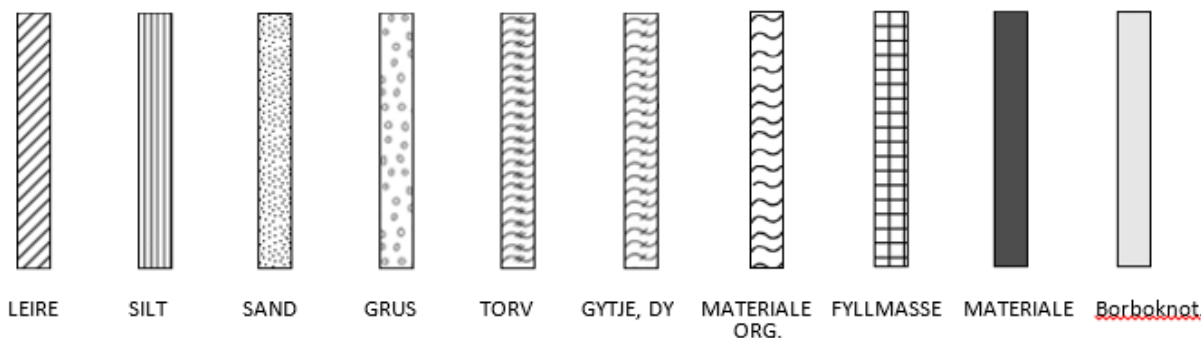
Ved komprimering av en jordart oppnås tettere lagring av mineral Kornene. Komprimeringsegenskapene for en jordart bestemmes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Standard eller Modifisert Proctor). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr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

Vanninnhold w		Plastisitetsgrense w_p	
		Flytegrense w_f	

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SYMBOLFORKLARING - Udrenert skjærfasthet

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

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

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