
RAPPORT

Sjøfront Nordfjordeid – Mehl renseanlegg

OPPDRAAGSGIVER

Stad kommune

EMNE

Datarapport – Geotekniske
grunnundersøkelser

DATO / REVISJON: 2024-02-02 / 00

DOKUMENTKODE: 10253328-RIG-RAP-001



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Tredjepart har ikke rett til å anvende rapporten eller deler av denne uten Multiconsults skriftlige samtykke.

Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

RAPPORT

OPPDRAG	Sjøfront Nordfjordeid – Mehl renseanlegg	DOKUMENTKODE	10253328-RIG-RAP-001
EMNE	Datarapport – Geotekniske grunnundersøkelser	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Stad kommune	OPPDRAGSLEDER	Markus Glad Rognstad
KONTAKTPERSON	Hans Thomas Solheim	UTARBEIDET AV	Amund Quitzau Growen
KOORDINATER	SONE: 32 ØST: 341843 NORD: 6867272	ANSVARLIG ENHET	10234072 Seksjon Geoteknikk og Ingeniørgeo M&R
GNR./BNR./SNR.	- / - / - / Stad		

SAMMENDRAG

Etter avrop på rammeavtale er Multiconsult Norge AS engasjert av Stad kommune for utførelse av geotekniske grunnundersøkelser på land og sjø i til sammen 5 delområder i Nordfjordeid. Foreliggende rapport presenterer resultater fra utførte geotekniske grunnundersøkelser i delområde Mehl renseanlegg.

Utførte grunnundersøkelser på land omfatter:

- 2 stk. totalsonderinger til antatt berg (BP.1 og 2)

Utførte grunnundersøkelser på sjø omfatter:

- 19 stk. totalsonderinger til antatt berg (BP.100 – 118)
- 5 stk. prøveserier med ø54 mm sylindrerprøver (BP.101, 106, 113, 114 og 116)
- 1 stk. trykksondering (CPTU) (BP.114)

Totalsonderinger utført på moloen i øst (BP.1 og 2) viser et topplag av antatte fyllmasser med 3,8 – 4,4 m mektighet. Derunder er opprinnelig sjøbunn av antatte lagdelte leirmasser. Løsmassemektingen over berg er på 12,3 – 17,3 m.

Grunnundersøkelser utført i sjøen viser at sjøbunnen hovedsakelig består av siltig leire, med enkelte innslag av sand- og gruskorn, og skjellrester. Det er også et sandlag i toppen av borpunkt 101 og 106 til ca. 0,9 og 2,1 meters dybde. Løsmassemektingen over berg varierer mellom 6,3 og 16,9 m.

Antatt bergoverflate varierer mellom kote -9,7 og kote -28,0 i borpunktene og synes å helle i retning med sjøbunnen.

Utførte laboratorieundersøkelser viser at leira i området har udrenert skjærfasthet mellom 21,8 – 155 kPa, som gjør at leira karakteriseres som bløt til fast. Omrørt skjærfasthet ligger mellom 2,0 – 87,2 kPa. Med tilhørende sensitivitet på 2 -33, klassifiseres leira som lite til meget sensitiv.

Målt vanninnhold ligger i intervallet 17,6 – 39,8 %.

00	2024-02-02	Utarbeidet datarapport	Amund Q. Growen	Markus Glad Rognstad	Markus Glad Rognstad
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	5
1.1	Formål og bakgrunn	5
1.2	Utførelse	5
1.3	Kvalitetssikring og standardkrav	6
1.4	Innhold og bruk av rapporten	6
2	Områdebeskrivelse	7
2.1	Befaring	7
2.2	Området og topografi	7
3	Geotekniske grunnundersøkelser	8
3.1	Tidligere grunnundersøkelser	8
3.2	Utførte grunnundersøkelser	8
3.2.1	Feltundersøkelser	8
3.2.2	Laboratorieundersøkelser	9
4	Grunnforholdsbeskrivelse	10
4.1	Kvartærgeologisk kart	10
4.2	Eksisterende faresoner for kvikkleireskred	11
4.3	Grunnforhold tolket ut fra grunnundersøkelser	11
4.3.1	Generelt	11
4.3.2	Dybde til berg	11
4.3.3	Løsmasser	11
4.3.4	Poretrykk og grunnvann	12
5	Geoteknisk evaluering av resultatene	12
5.1	Avvik fra standard utførelsesmetoder	12
5.2	Viktige forutsetninger	12
5.3	Undersøkelses- og prøvekvalitet	12
5.4	Måling av poretrykk	12
5.5	Påvisning av bergnivå	12
6	Behov for supplerende grunnundersøkelser	13
7	Referanser	13

TEGNINGER

10253328-RIG-TEG	-000	Oversiktskart
	-001	Borplan
	-010.1 til -011.1	Sonderingsresultater
	-200.1 til -204.1	Geotekniske data
	-300.1	Korngraderingsanalyser
	-400.1	Ødometerforsøk
	-450.1.1 til -452.1.3	Treaksialforsøk
	-500.1.1 til -500.1.4	Trykksondering (CPTU)
	-600.1 til -603.1	Profiler

VEDLEGG

1. Kalibreringsskjema CPTU-sonde

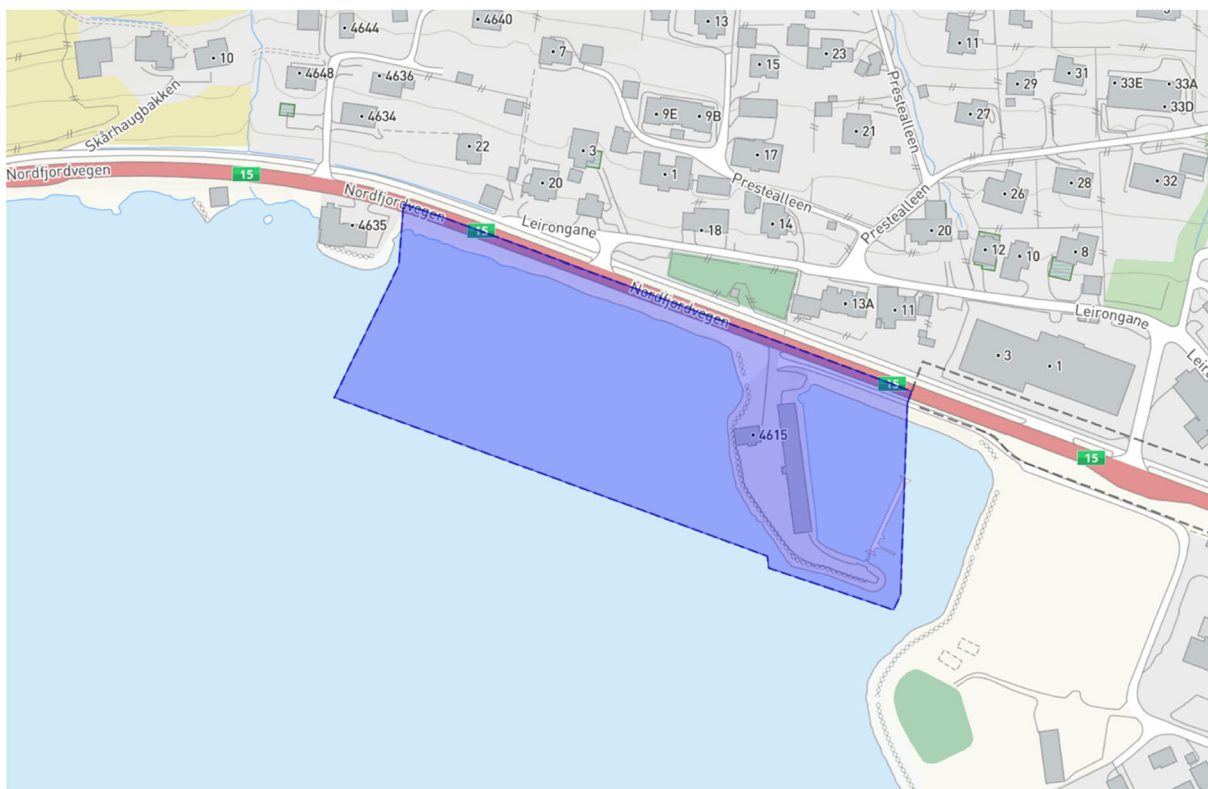
BILAG

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

1 Innledning

1.1 Formål og bakgrunn

Etter avrop på rammeavtale er Multiconsult Norge AS engasjert av Stad kommune for utførelse av geotekniske grunnundersøkelser på land og sjø i til sammen 5 delområder i Nordfjordeid. Foreliggende rapport presenterer resultater fra utførte geotekniske grunnundersøkelser i delområde Mehl renseanlegg.



Figur 1-1: Oversiktskart med tiltaket markert [www.kommunekart.com]

1.2 Utførelse

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

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

Feltarbeidet for geotekniske grunnundersøkelser på land ble utført den 17. oktober 2023.

Undersøkelsene ble ledet av borleder Bård Einar Krogstad, og utført med borerigg av typen Geotech 605FM. Borpunktene er satt ut og innmålt med DGPS utstyr (Trimble GeoExplorer 6000 series GeoXR) av borleder. Systemet opplyses å ha en nøyaktighet på inntil +/- 2,0 cm i horisontalplanet, og +/- 5,0 cm i vertikalplanet.

Feltarbeidet for geotekniske grunnundersøkelser på sjø ble utført i uke 40 og 41/2023.

Undersøkelsene ble ledet av borledere Geir Kristoffer Andersen og Eskil Ulriksen Malin, og utført med Multiconsults borebåt Geo Cat.

Alle kotehøyder refererer til NN2000 og borpunktene er målt inn i koordinatsystem Euref 89 UTM32.

Laboratorieundersøkelsene er utført ved Multiconsults geotekniske laboratorium i Oslo i perioden mellom uke 50/2023 og 2/2024.

1.3 Kvalitetssikring og standardkrav

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

Laboratorieundersøkelsene er utført iht. NS 8000-serien og relevante ISO-standarder. Datarapporten er utarbeidet i henhold til NGF-melding nr. 2 [3] og krav i NS-EN 1997 (Eurokode 7) – Del 2 [4].

Oversikt over utvalgte metodestandarder er vist i geoteknisk bilag 3.

1.4 Innhold og bruk av rapporten

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

Geoteknisk datarapport omhandler ikke data eller vurderinger knyttet til tilstedeværelse av forurensset grunn i det undersøkte området. Dersom det foreligger mistanke om forurensset grunn, anbefaler vi at det bestilles miljøtekniske grunnundersøkelser. Dersom miljøtekniske grunnundersøkelser er utført av Multiconsult, rapporteres disse undersøkelsene med tilhørende analyser og resultater i separat miljøteknisk datarapport.

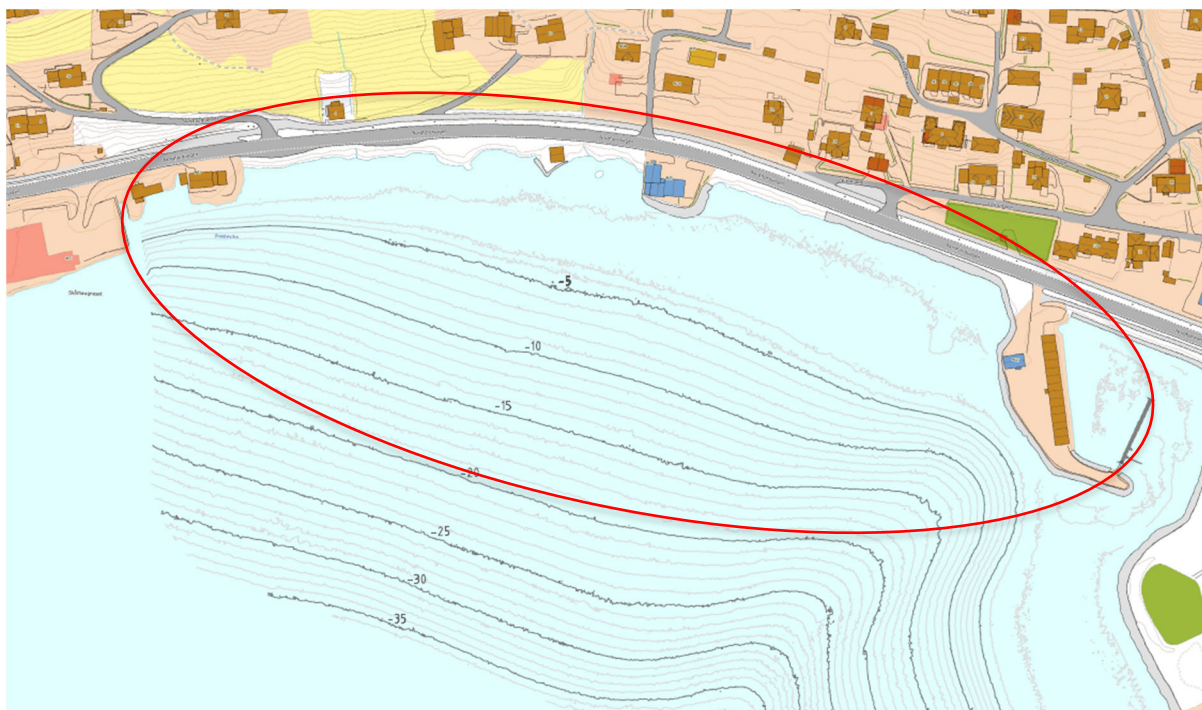
2 Områdebeskrivelse

2.1 Befaring

Befaring ble utført i forbindelse med grunnundersøkelsene.

2.2 Området og topografi

Det aktuelle området ligger ved den Nordvestlige delen av sentrale Nordfjordeid. Nærmere bestemt ble grunnundersøkelsene utført fra Prestevika i vest til moloen i øst, se Figur 2-1. Terrenget på land ligger på mellom kote +2,0 og +3,0 i området for Nordfjordeidvegen og den østlige moloen. Sjøbunnen og terrenget på land ble kartlagt av Longvas Oppmåling AS den 2. og 3. august 2023. Sjøbunnen har svak helning i sørvestlig retning fra land og ca. 60 meter ut, i den midtre og østlige delen av området. Vestover blir helning fra land større. Ved Prestevika er største helninger på sjøbunnen rundt 1:3,5. Videre ligger den generelle helningen av sjøbunnen i hele området på mellom 1:5 og 1:8.



Figur 2-1: Oversiktskart over undersøkt område [www.norgeskart.no], med kartlagt sjøbunn

3 Geotekniske grunnundersøkelser

3.1 Tidligere grunnundersøkelser

Multiconsult kjenner ikke til tidligere utførte grunnundersøkelser i området.

3.2 Utførte grunnundersøkelser

3.2.1 Feltundersøkelser

Utførte grunnundersøkelser på land omfatter:

- 2 stk. totalsonderinger til antatt berg (BP.1 og 2)

Utførte grunnundersøkelser på sjø omfatter:

- 19 stk. totalsonderinger til antatt berg (BP.100 – 118)
- 5 stk. prøveserier med ø54 mm sylinderprøver (BP.101, 106, 113, 114 og 116)
- 1 stk. trykksondering (CPTU) (BP.114)

Borpunktens plassering er vist på borplan, se tegning -001.1. Utskrifter av totalsonderinger er vist på tegning -010.1 og -011.1, samt i profiler på tegning -600.1 tom. -603.1.

Tabell 3-1: Koordinat-/høydesystem

Høydesystem	Koordinatsystem	Sone
NN 2000	Euref 89	UTM 32

Tabell 3-2: Utførte feltundersøkelser

Borpunkt	Koordinater			Metode	Boret dybde			Kommentar
	X	Y	Z		Løs- masse	Ant. Berg	Totalt	
	[m]	[m]	[m]		[m]	[m]	[m]	
1	6868174,3	341207,7	1,7	TOT	17,3		3,0	
2	6868211,6	341238,6	2,3	TOT	12,3		3,0	
100	6868252,1	340741,8	-6,5	TOT	6,4	2,9	9,3	
101	6868262,9	340836,7	-3,4	TOT	6,3	3,0	9,3	
				PR	3,8		3,8	
102	6868260,7	340939,3	-2,2	TOT	10,0	3,0	13,0	
103	6868268,5	341039,0	-1,6	TOT	10,0	3,0	13,0	
104	6868237,0	341021,0	-2,6	TOT	11,6	2,9	14,5	
105	6868193,8	341003,4	-7,3	TOT	12,2	2,9	15,1	
106	6868162,8	340990,8	-12,0	TOT	11,0	0,4	11,4	Avsluttet tidligere i antatt berg pga. lav synkhastighet
				PR	5,3		5,3	
107	6868256,3	341093,1	-1,5	TOT	9,0	3,0	12,0	

108	6868215,7	341079,4	-2,3	TOT	12,7	1,0	13,7	Avsluttet tidligere i antatt berg pga. lav synkhastighet
109	6868174,3	341066,2	-6,8	TOT	14,1	2,9	17,0	
110	6868140,0	341050,5	-12,1	TOT	12,8	3,0	15,8	
111	6868240,4	341139,2	-1,4	TOT	10,5	0,7	11,2	Avsluttet tidligere i antatt berg pga. lav synkhastighet
112	6868201,9	341131,6	-2,3	TOT	11,9	1,9	13,8	Avsluttet tidligere i antatt berg pga. lav synkhastighet
113	6868156,3	341120,1	-6,9	TOT	12,5	0,3	12,8	Avsluttet tidligere i antatt berg pga. lav synkhastighet
				PR	6,0		6,0	
114	6868126,9	341113,0	-13,3	TOT	11,1	1,0	12,1	Avsluttet tidligere i antatt berg pga. lav synkhastighet
				PR	4,0		4,0	
				CPTU	6,8		6,8	
115	6868217,0	341172,2	-1,6	TOT	10,0	3,0	13,0	
116	6868178,8	341175,1	-2,3	TOT	13,8	3,0	16,8	
				PR	5,8		5,8	
117	6868136,4	341179,2	-7,4	TOT	15,0	2,9	17,9	
118	6868101,0	341175,8	-11,2	TOT	16,9	0,2	17,1	Sondering måtte avbrytes pga. feil matekraft etter gassfylling på hammer

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

3.2.2 Laboratorieundersøkelser

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

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

Følgende laboratorieundersøkelser er utført:

- Rutineundersøkelser av 15 sylinderprøver (54 mm)
- Kornfordelingsanalyser av 4 prøver
- 1 stk. ødometerforsøk
- 3 stk. treksialforsøk

Resultatene fra rutineundersøkelser er presentert som geotekniske data i tegning -200.1 tom. -204.1.

Resultatene fra kornfordelingsanalyser er presentert i tegning -300.1.

Resultatene fra ødometerforsøket er presentert i tegning -400.1.

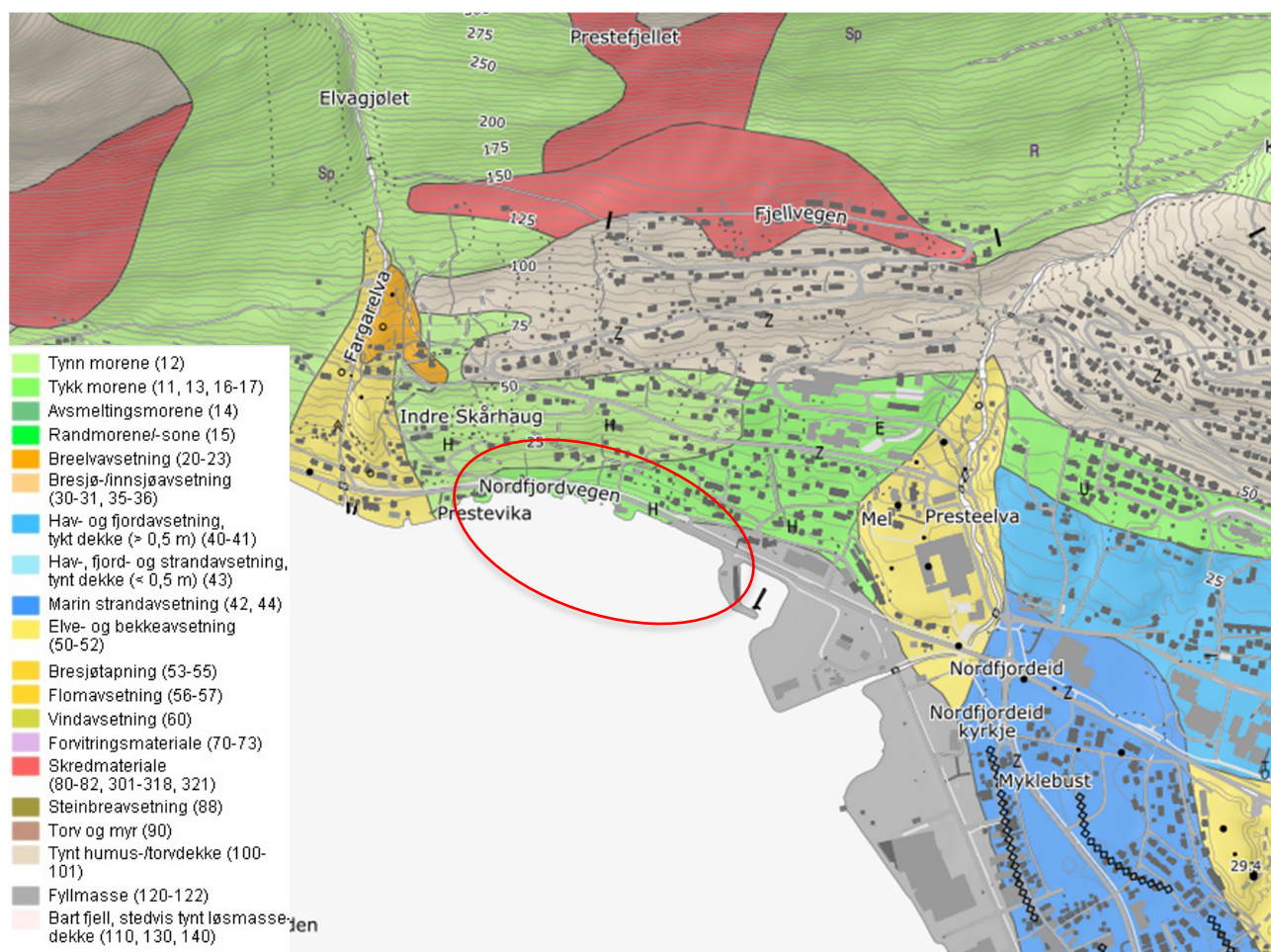
Resultatene fra treaksialforsøkene er presentert i tegning -450.1.1 tom. -452.1.3

4 Grunnforholdsbeskrivelse

4.1 Kvartærgeologisk kart

Figur 4-1 viser et utsnitt av kvartærgeologisk kart for det aktuelle området. Kartet indikerer at løsmassene består av hovedsakelig morene og fyllmasser.

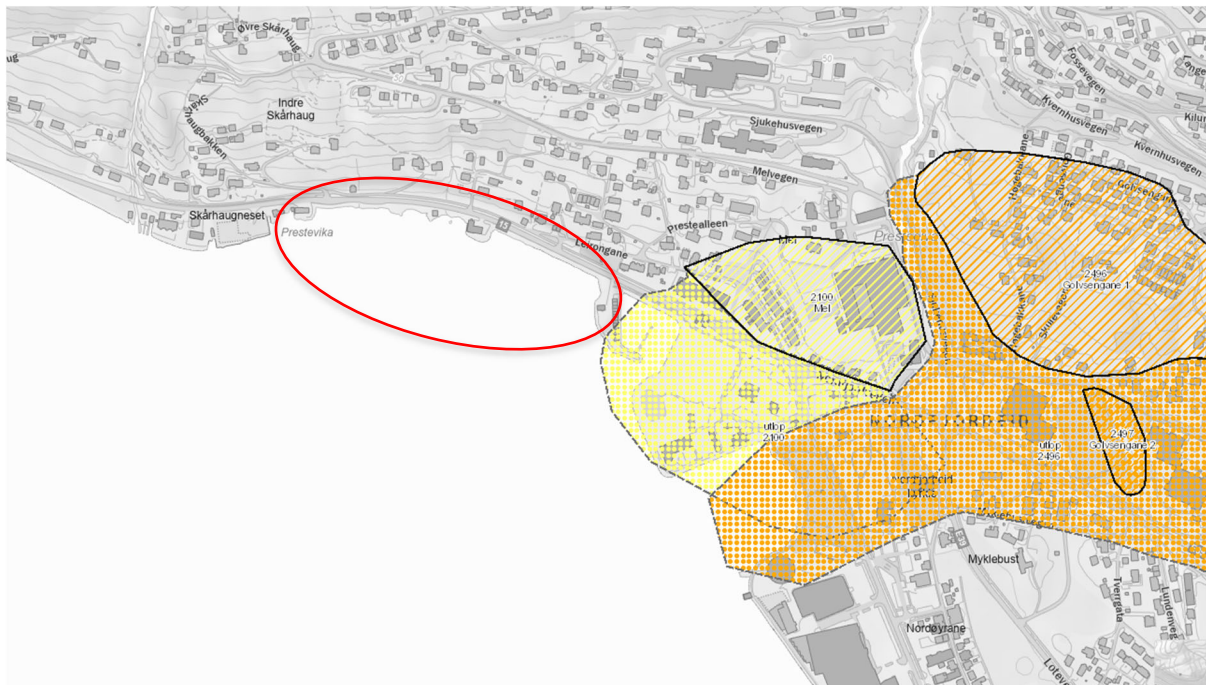
Det kvartærgeologiske kartgrunnlaget gir en visuell oversikt over landskapsformende prosesser over tid, samt løsmassenes overordnede fordeling. Utgangspunktet for disse oversiktskartene er i all hovedsak visuell overflatekartlegging, og kun i begrenset omfang fysiske undersøkelser. Kartene gir ingen informasjon om løsmassefordeling i dybden og kun begrenset informasjon om løsmassemektighet. For mer informasjon om kvartærgeologiske kart og anvendelse/kvalitet vises til www.ngu.no.



Figur 4-1: Kvartærgeologisk kart over området [www.ngu.no]

4.2 Eksisterende faresoner for kvikkleireskred

I henhold til NVE-Atlas [atlas.nve.no] er det flere registrerte faresoner for kvikkleireskred i Nordfjordeid, se Figur 4-2. Den nærmeste er nr. 2100 «Mel» med utløpsområde på den østlige moloen.



Figur 4-2: Registrerte faresoner for kvikkleireskred [atlas.nve.no]

4.3 Grunnforhold tolket ut fra grunnundersøkelser

4.3.1 Generelt

Totalsonderinger utført på moloen i øst (BP.1 og 2) viser et topplag av antatte fyllmasser med 3,8 – 4,4 m mektighet. Derunder er opprinnelig sjøbunn av antatte lagdelte leirmasser. Løsmassemektheten over berg er på 12,3 – 17,3 m.

Grunnundersøkelser utført i sjøen viser at sjøbunnen hovedsakelig består av siltig leire, med enkelte innslag av sand- og gruskorn, og skjellrester. Det er også et sandlag i toppen av borpunkt 101 og 106 til ca. 0,9 og 2,1 meters dybde. Løsmassemektheten over berg varierer mellom 6,3 og 16,9 m.

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

4.3.2 Dybde til berg

Antatt bergoverflate varierer mellom kote -9,7 og kote -28,0 i borpunktene og synes å helle i retning med sjøbunnen.

4.3.3 Løsmasser

Utførte laboratorieundersøkelser viser at leira i området har udrenert skjærfasthet mellom 21,8 – 155 kPa, som gjør at leira karakteriseres som bløt til fast. Omrørt skjærfasthet ligger mellom 2,0 – 87,2 kPa. Med tilhørende sensitivitet på 2 -33, klassifiseres leira som lite til meget sensitiv.

Målt vanninnhold ligger i intervallet 17,6 – 39,8 %.

4.3.4 Poretrykk og grunnvann

Poretrykk ble ikke registrert.

5 Geoteknisk evaluering av resultatene

5.1 Avvik fra standard utførelsesmetoder

Samtlige sonderinger og laboratorieundersøkelser ble utført i henhold til gjeldende standardprosedyrer, se henvisninger i vedlagt bilag 3.

Se kommentarer i Tabell 3-2 for årsaker til tidlige avslutninger av totalsonderinger i berg.

5.2 Viktige forutsetninger

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

5.3 Undersøkelses- og prøve kvalitet

Generelt vurderes kvaliteten på opptatte prøver og utførte undersøkelser som god/akseptabel.

5.4 Måling av poretrykk

Poretrykk ble ikke målt.

5.5 Påvisning av bergnivå

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

1. Påvisning av overgang til antatt berg foregår normalt sett ved at det kontrollbores 2-3 m ned i antatt berg. Slik påvisning kan være utfordrende i tilfeller med fast morene over berg. Dette på grunn av at sonderingsresultatet (responsen) fra fast morenemateriale i noen tilfeller er vanskelig å skille fra respons i berg.
2. I områder med dårlig bergkvalitet i overgangssonen mellom løsmasser og berg er det ofte meget vanskelig å skille ut berghorisonten, spesielt i overgangen mellom faste løsmasser (f.eks. morene) og berg. Som utgangspunkt settes alltid antatt bergnivå til tolket øvre berghorisont, uavhengig av kvaliteten til berget. Antatt sone med dårlig bergkvalitet er evt. beskrevet i tekst i rapporten og/eller angitt på sonderingsutskrifter.
3. I tilfeller der det kan være blokk i grunnen med størrelse over 2-3 m i tverrmål, vil det også være en mulighet for at det som antas som bergnivå i virkeligheten er blokk dersom kontrollboringen avsluttes etter 2-3 m boring i blokk.

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

6 Behov for supplerende grunnundersøkelser

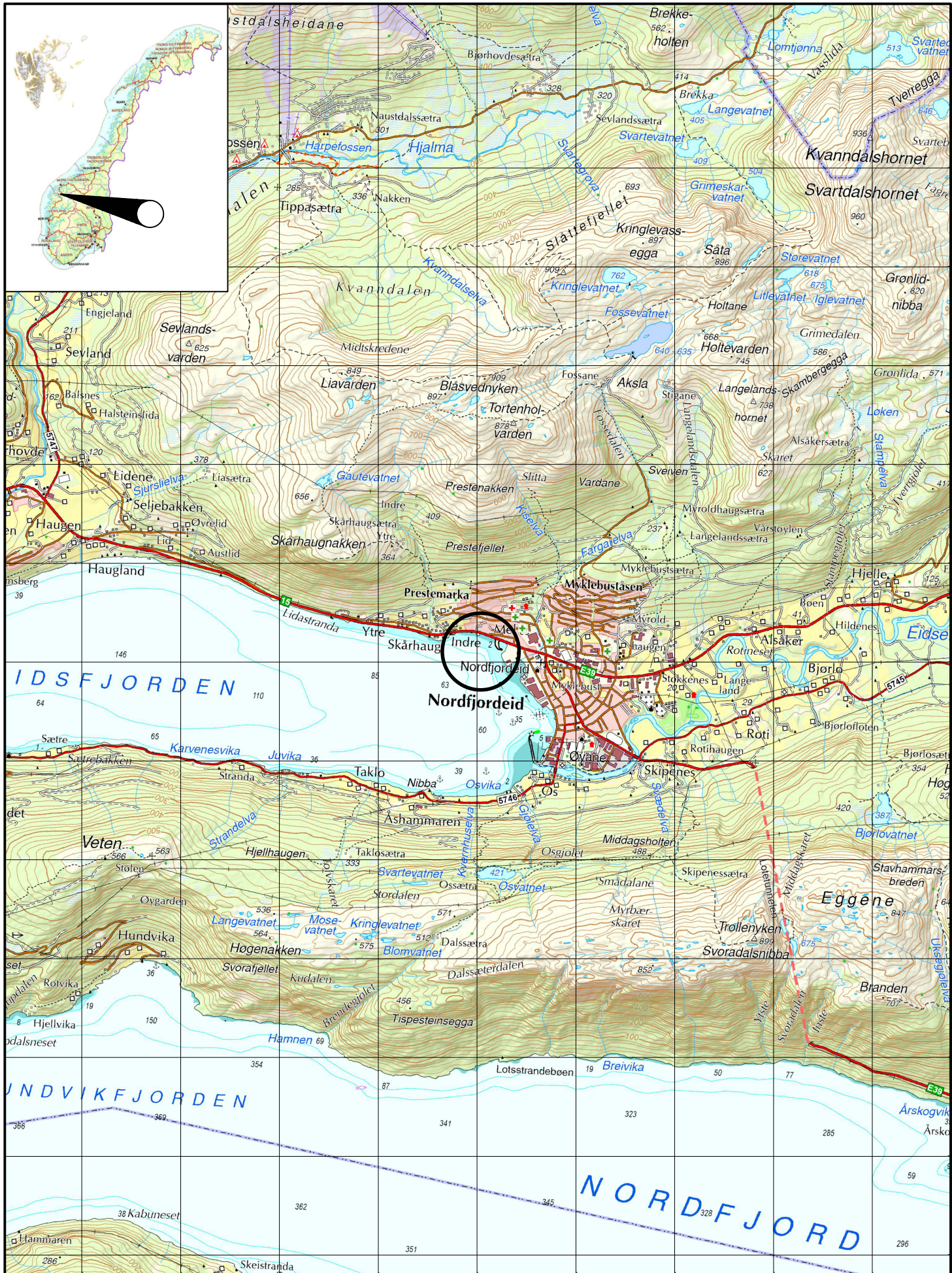
Iht. NS-EN-1997-2 skal grunnundersøkelser normalt utføres i minst to omganger;

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

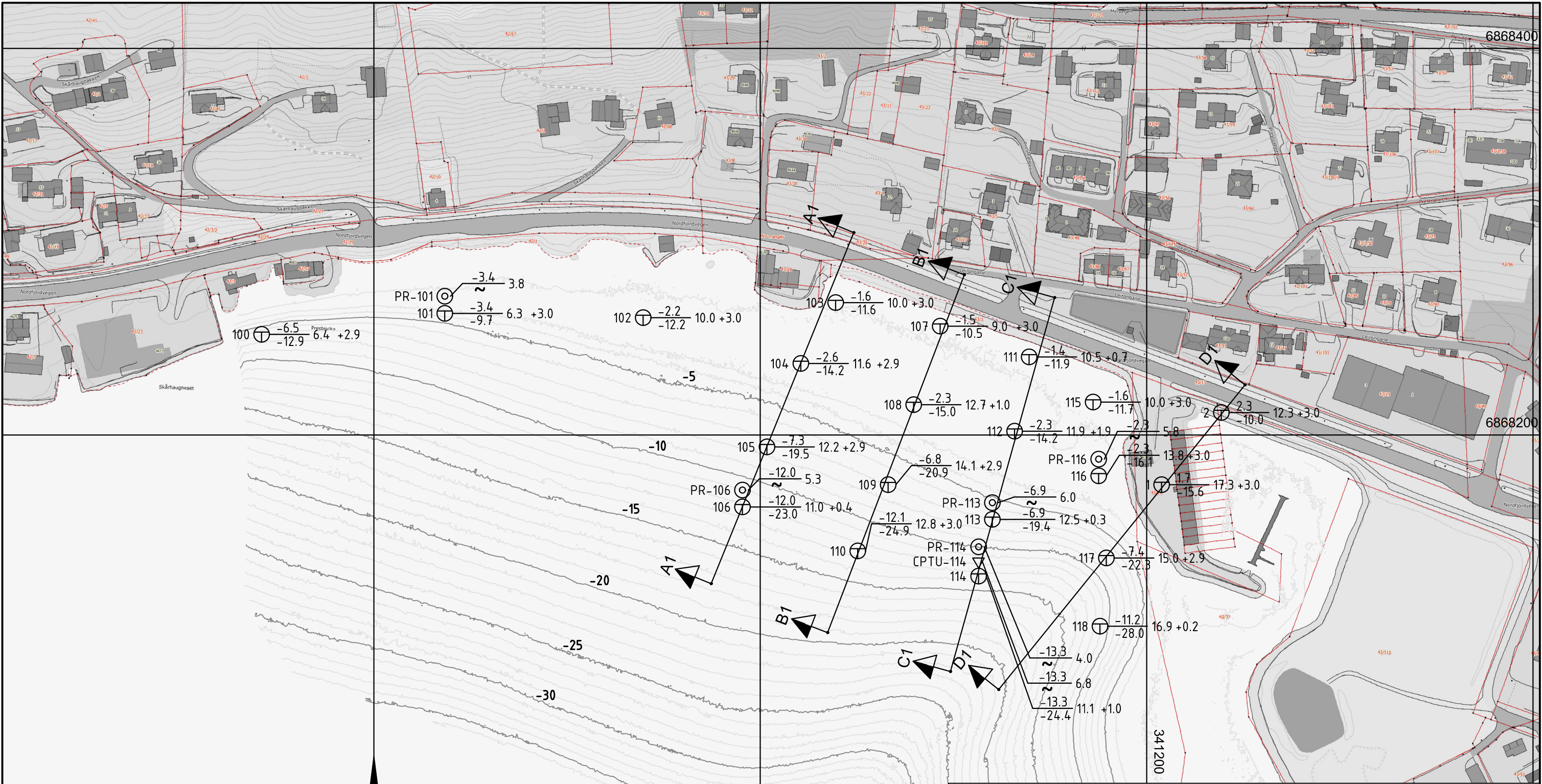
Det er geoteknisk prosjekterende som er ansvarlig for å bedømme nødvendig omfang for geotekniske grunnundersøkelser for aktuelt prosjekt og relevante problemstillinger. Tilsvarende er det også geoteknisk prosjekterende som må vurdere om det er behov for supplerende grunnundersøkelser, utover de undersøkelsene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

7 Referanser

- [1] Standard Norge, 'NS-EN ISO 9001:2015: Ledelsessystemer for kvalitet - Krav (ISO 9001:2015)', Standard Norge, NS-EN ISO 9001:2015, Sep. 2015.
- [2] Standard Norge, 'Qualification criteria for enterprises performing ground investigations Part 1: Geotechnical field investigations', Standard Norge, Norsk Standard NS 8020-1:2016, Jun. 2016.
- [3] Norsk Geoteknisk Forening (NGF), 'NGF-melding nr.2: Veiledning for symboler og definisjoner i geoteknikk. Presentasjon av geotekniske undersøkelser.' NGF, rev2011 1982.
- [4] Standard Norge, 'Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver (NS-EN 1997-2:2007)', Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN 1997-2:2007/AC:2010+NA:2008, Mar. 2007.



Multiconsult www.multiconsult.no	STAD KOMMUNE SJØFRONT NORDFJORDEID MEHL RENSEANLEGG OVERSIKTSKART	Status	UTSENDT	Fag	RIG	Format	A4	Dato	2024-01-31
		Konstr./Tegnet	AMG	Kontrollert	SILM	Godkjent	MGR	Målestokk	1:50 000
		Oppdragsnr.	10253328	Tegningsnr.	RIG-TEG-000.1			Rev.	00



TEGNFORKLARING:

- DREIESONDERING
- ENKEL SONDERING
- ▼ RAMSONDERING
- ▽ TRYKKSONDERING
- ⊕ TOTALSONDERING

- ⊙ PRØVESERIE
- PRØVEGROP
- ◆ DREIETRYKKSONDERING
- ⊠ SKRUPLATEFORSØK
- + VINGEBORING

- ⊕ PORETRYKKMÅLING
- ⊙ KJERNEBORING
- ⊠ FJELLKONTROLLBORING
- ⊠ BERG I DAGEN

KARTGRUNNLAG:
KOORDINATSYSTEM:
HØYDEREFERANSE:

WMS FRA KARTVERKET, SCANNET SJØBUNN FRA LONGVAS OPPMÅLING AS
EUREF89, sone 32
NN2000

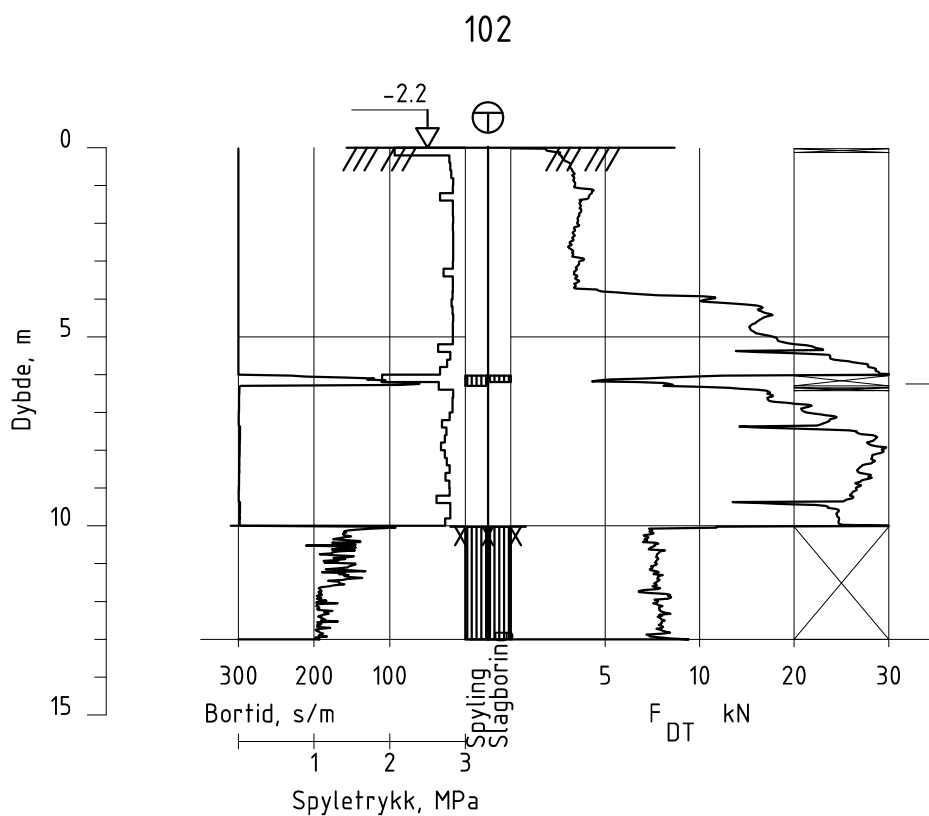
EKSEMPEL:
TERRENGKOTE/SJØBUNNKOTE BORET DYBDE + BORET I BERG
ANTATT BERGKOTE

00	UTARBEIDET TEGNING	2024-01-31	AMG	SILM	MGR
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

STAD KOMMUNE
SJØFRONT NORDFJORDEID
MEHL RENSEANLEGG
BORPLAN

Status	UTSENDT	Fag	RIG	Originalt format	A3	Dato	2024-01-31
Konstr./Tegnet	AMG	Kontrollert	SILM	Godkjent	MGR	Målestokk	1:2000
Oppdragsnr.	10253328	Tegningsnr.	RIG-TEG-001.1	Rev.	00		



Dybde	Jordart		Prøve	Test	Vanninnhold og konsistensgrenser (%)											ρ (g/cm ³)	ρ_s (g/cm ³)	Org. (%)	Udrenert skjærfasthet (kPa)						S _t (-)	
					Kt.														0	10	20	30	40	50		60
0																			0	10	20	30	40	50	60	
1	SAND, siltig	skjellrester, enk. skjell, enk. gruskorn		TK												1,98										
2	LEIRE, siltig	skjellrester, enk. skjell, enk. gruskorn														2,10									11	
3	SILT, leirig	enk. sandkorn														2,08	2,73								4	
4	LEIRE, siltig	enk. sand- og gruskorn, 3,75-3,9m: SILT, sandig														2,14									9	
5																									20	
6																									13	
7																										
8																										
9																										
10																										
11																										
12																										
13																										
14																										
15																										
16																										
17																										
18																										
19																										
20																										

Symboler:

Grunnvannstand:
Borbok:

T: Treaksialforsøk

Ø: Ødometerforsøk

K: Korngradering

ρ Densitet

ρ_s Korndensitet

Org. Organisk innhold

S_t Sensitivitet

Vanninnhold

Plastisitetsindeks (I_p)

Uomrørt konus

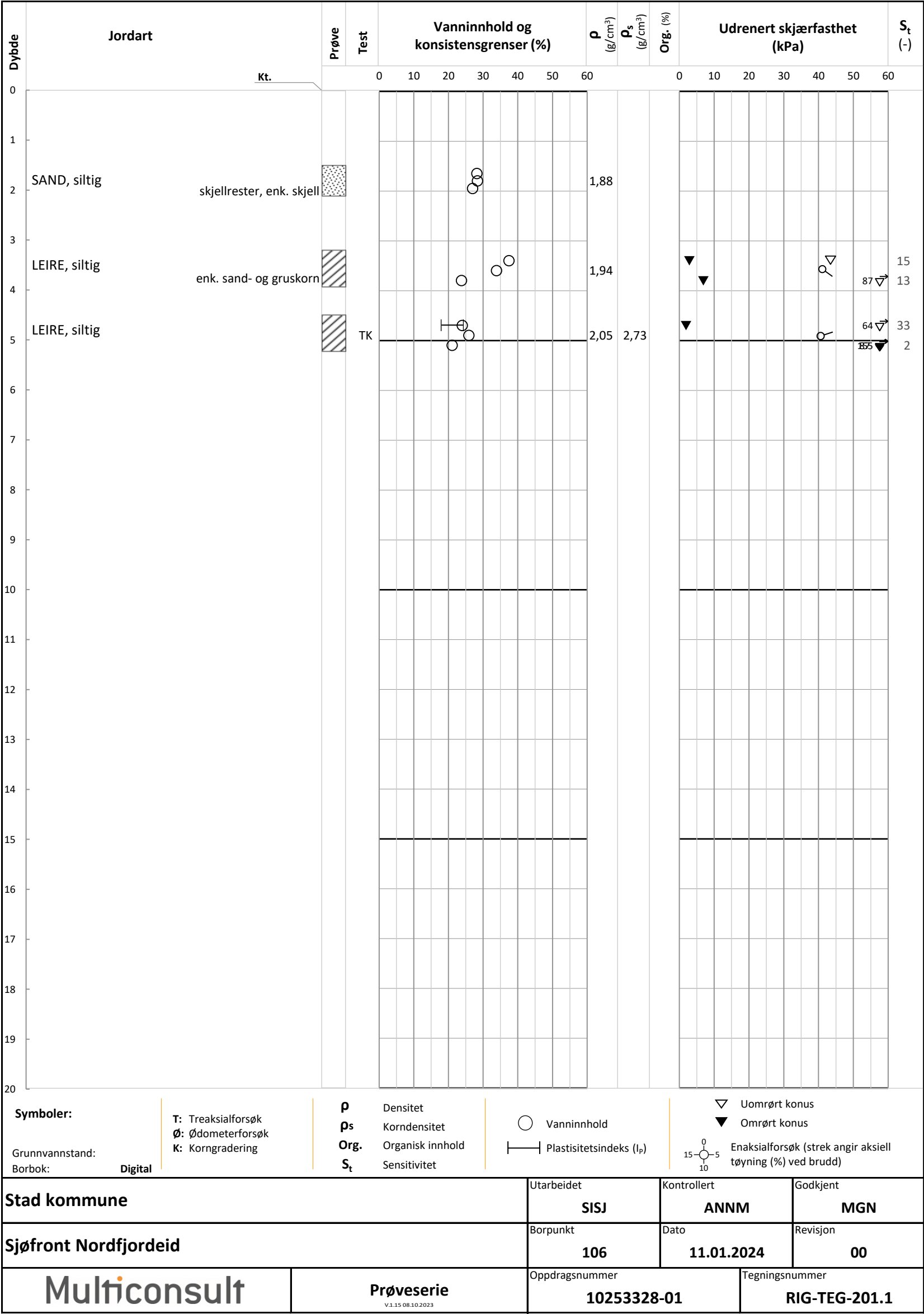
Omrørt konus

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

Stad kommune	Utarbeidet SISJ	Kontrollert ANNM	Godkjent MGN
Sjøfront Nordfjordeid	Borpunkt 101	Dato 11.01.2024	Revisjon 00
Multiconsult	Oppdragsnummer 10253328-01	Tegningsnummer RIG-TEG-200.1	

Prøveserie

V.1.15 08.10.2023



Dybde	Jordart	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																															
1	LEIRE skjellrester, enk. skjell, 1,2-1,5m: SAND, siltig															1,91															8
2																															
3																															
4																1,89															8 15
5	LEIRE, siltig																														
	LEIRE		K													1,89															7 9
6																															
7																															
8																															
9																															
10																															
11																															
12																															
13																															
14																															
15																															
16																															
17																															
18																															
19																															
20																															

Symboler:

Grunnvannstand:
Borbok:

Digital

T: Treaksialforsøk

Ø: Ødometerforsøk

K: Korngradering

ρ

ρ_s

Org.

S_t

Densitet

Korndensitet

Organisk innhold

Sensitivitet

○

—|—

Vanninnhold

Plastisitetsindeks (I_p)

▽

▼

0

15—5

10

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

Stad kommune				Utarbeidet		Kontrollert		Godkjent	
				SISJ		ANNM		MGN	
Sjøfront Nordfjordeid				Borpunkt		Dato		Revisjon	
				113		11.01.2024		00	
Multiconsult		Prøveserie		Oppdragsnummer			Tegningsnummer		
		V.1.15 08.10.2023		10253328-01			RIG-TEG-202.1		

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																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												

Dybde	Jordart	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																				
1	LEIRE, siltig										1,95			▼				○	▽	14
2														▼						8
3	LEIRE, siltig		TØK								1,91	2,74		▼				▽		16
4														▼				▽		12
5	LEIRE, siltig										1,91			▼						15
6	enk. sand- og gruskorn, 5,31-5,32m: siltlag													▼					70○	10
7																				
8																				
9																				
10																				
11																				
12																				
13																				
14																				
15																				
16																				
17																				
18																				
19																				
20																				

Symboler:

Grunnvannstand:

Borbok:

T: Treaksialforsøk

Ø: Ødometerforsøk

K: Korngradering

ρ

ρ_s

Org.

S_t

Densitet

Korndensitet

Organisk innhold

Sensitivitet

○

|—|

Vanninnhold

Plastisitetsindeks (I_p)

▽

▼

15—○—5

10

Uomrørt konus

Omrørt konus

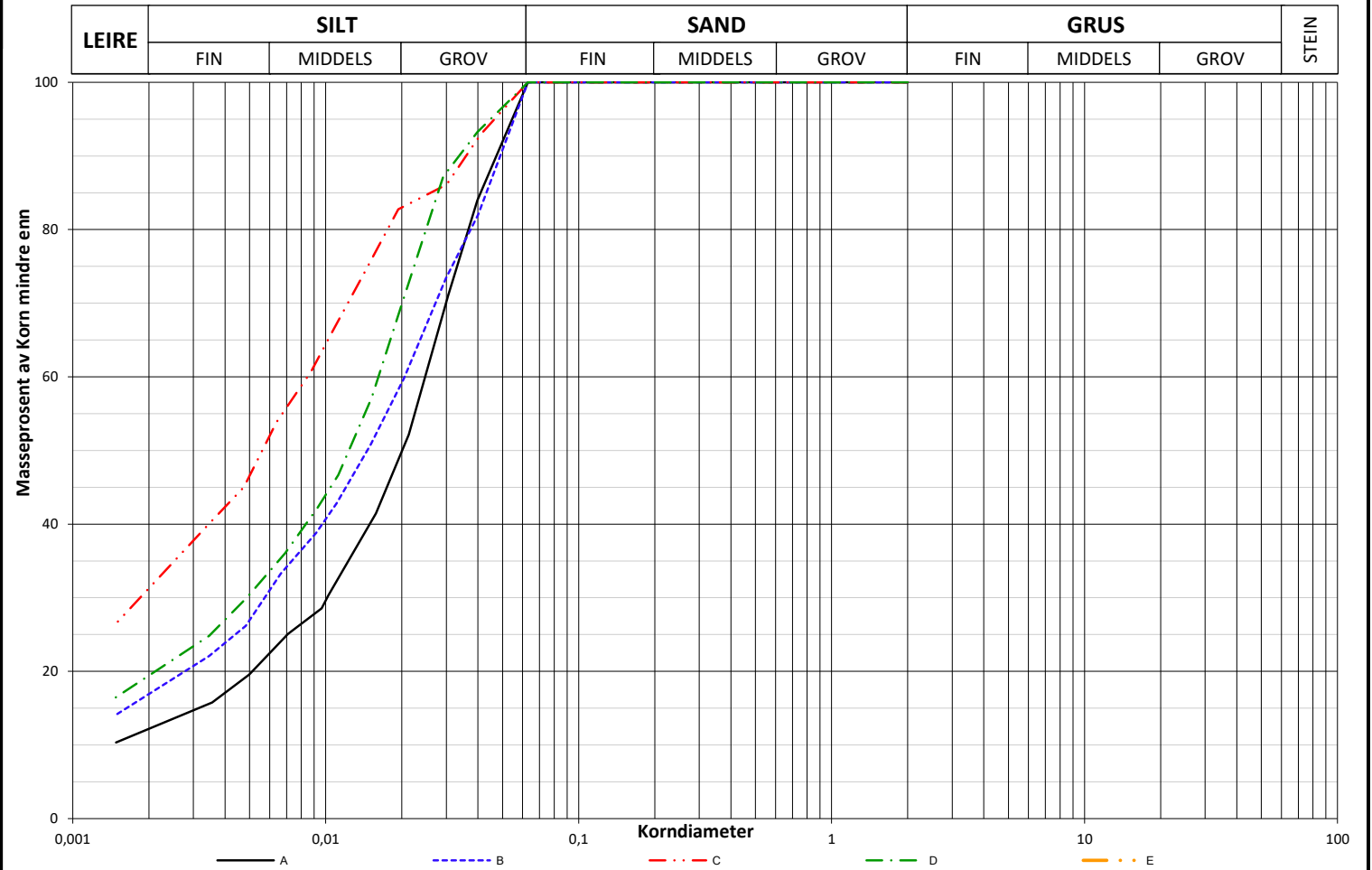
Enaksialforsøk (strek angir aksial tøyning (%) ved brudd)

Stad kommune	Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent
	SISJ	ANNM	MGN
Sjøfront Nordfjordeid	Borpunkt	Dato	Revisjon
	116	11.01.2024	00
Multiconsult	Oppdragsnummer	Tegningsnummer	
	10253328-01	RIG-TEG-204.1	

Prøveserie

V.1.15 08.10.2023

Prøve	Borpunkt	Dybde (m)	*Jordartsbetegnelse	Anmerkinger	Metode		
					TS	VS	HYD
A	101	2,2-3,0	SILT, leirig				X
B	106	4,5-5,3	LEIRE, siltig				X
C	113	5,2-6,0	LEIRE				X
D	116	3,0-3,8	LEIRE, siltig				X
E							

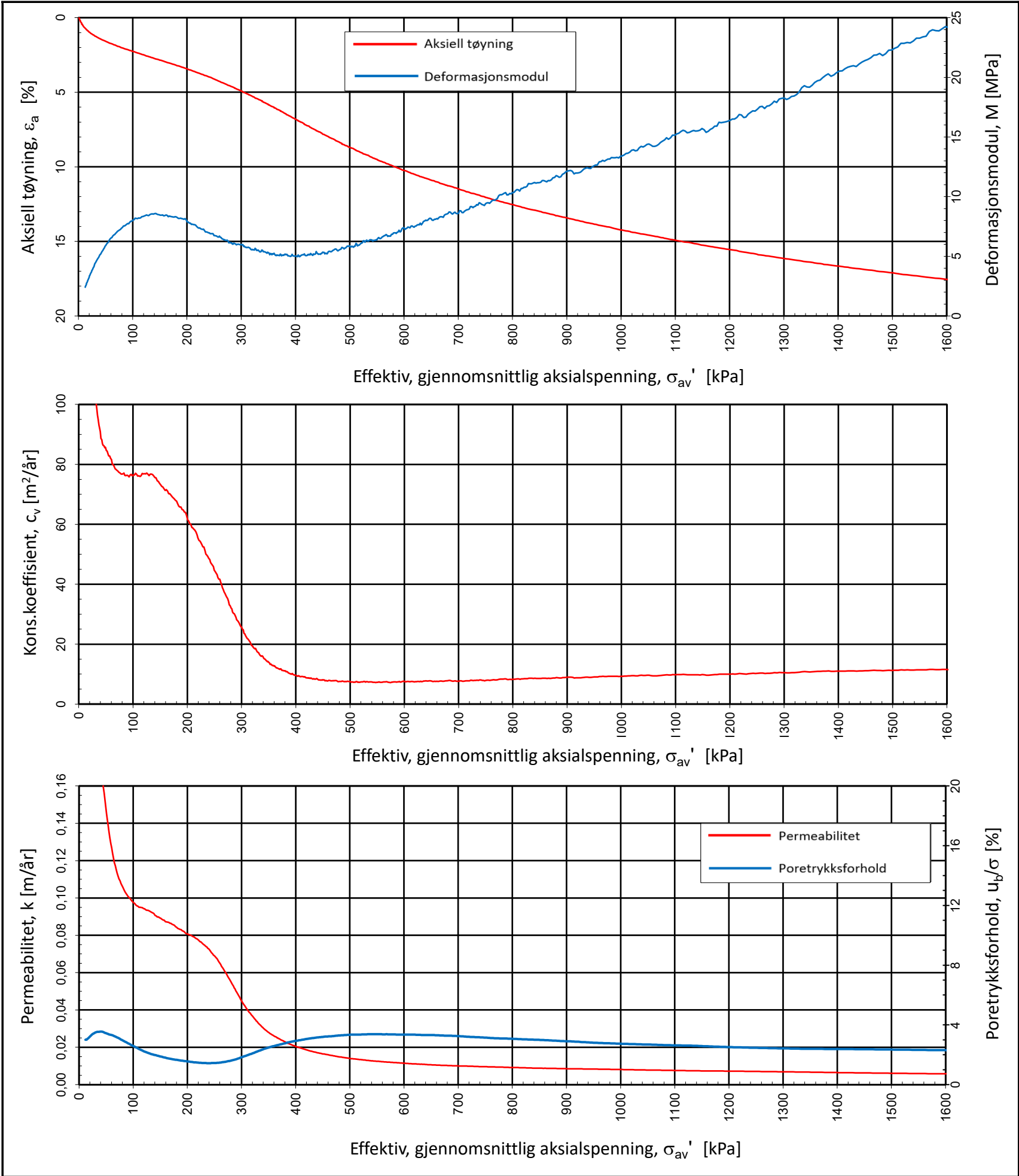


METODE:
TS = Tørrsikt VS = Våtsikt HYD = Hydrometer

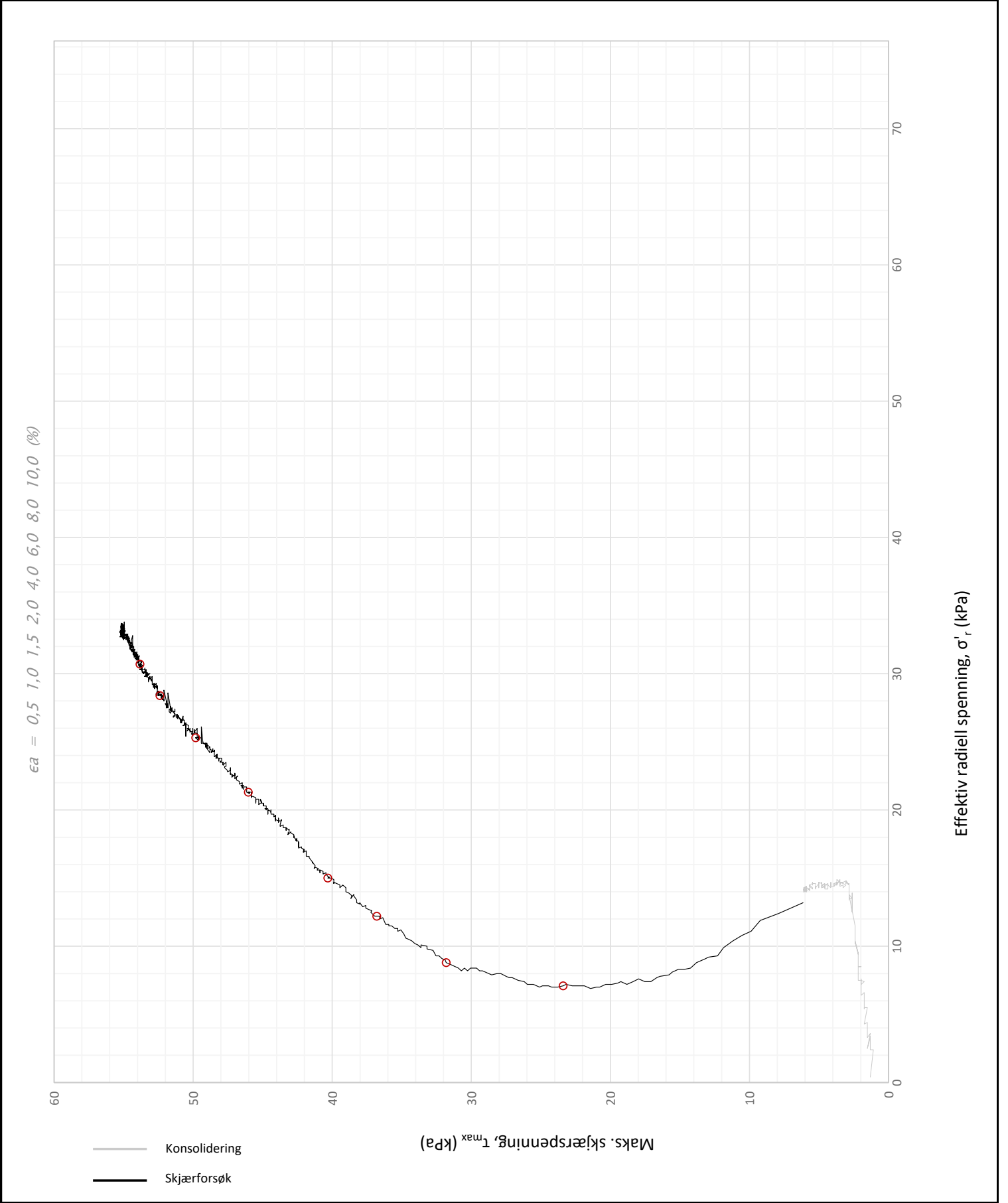
*Jordartsbetegnelse er basert på massefraksjoner fra tabellen under, avvik fra grafen kan forekomme.
**Telefarlighet er beregnet fra massefraksjonene i tabellen under.

Prøve	w (%)	Gløde- tap %	**Tele gruppe	Masse % < diameter (mm)			0,002 - 0,063 mm (%)	0,063 - 2 mm (%)	2 - 63 mm (%)	<i>D</i> ₁₀ mm	<i>D</i> ₃₀ mm	<i>D</i> ₅₀ mm	<i>D</i> ₆₀ mm
				< 0,002	< 0,02	< 0,2							
A			T4	11,7	49,6	100,0	86,6	1,4			0,0101	0,0202	0,0251
B			T4	16,2	59,1	100,0	81,8	1,6			0,0058	0,0146	0,0205
C			T4	30,0	82,9	100,0	68,6	0,6			0,0020	0,0057	0,0085
D			T4	18,6	69,8	100,0	80,3	0,6			0,0049	0,0125	0,0163
E													

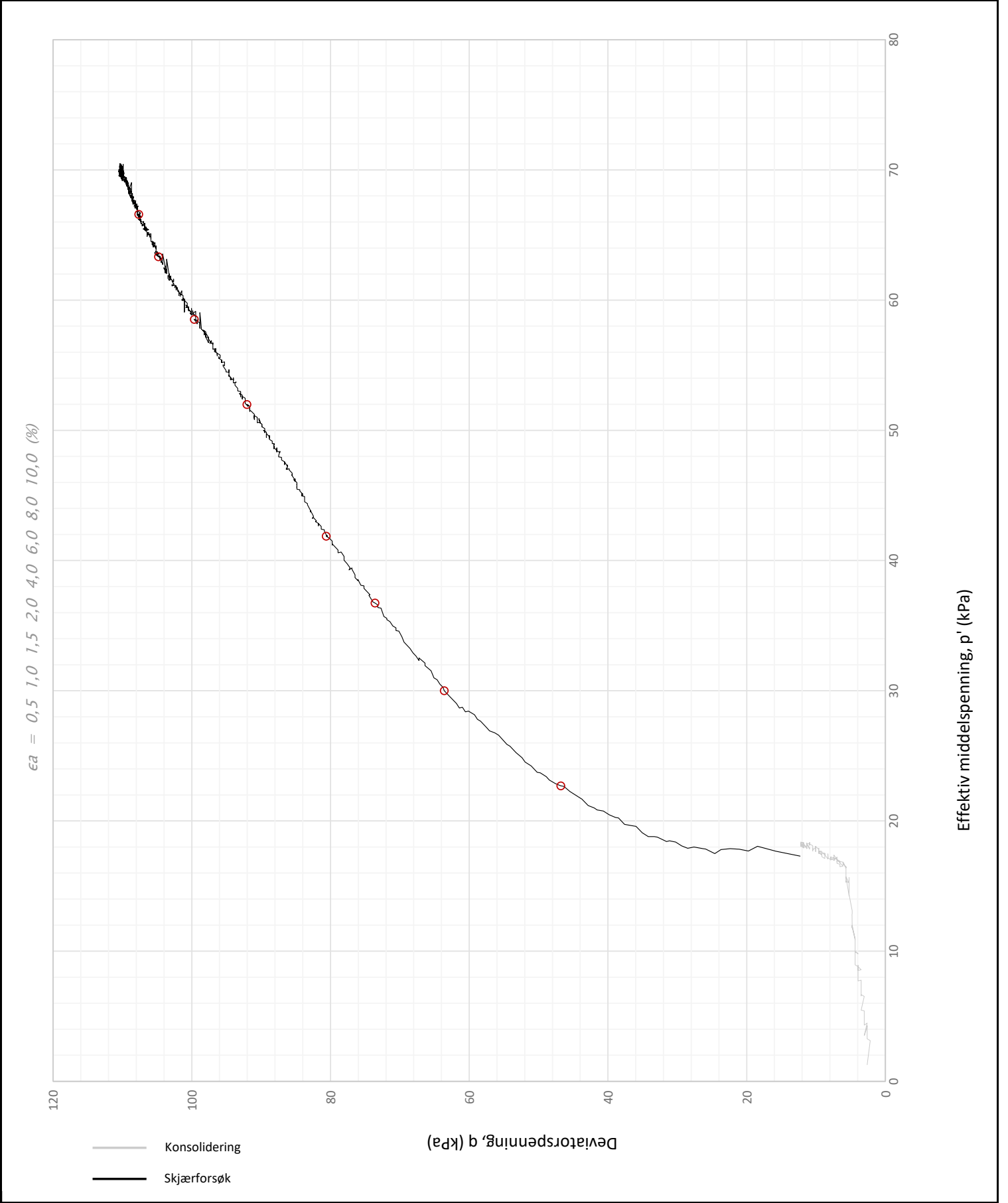
Stad kommune		Utarbeidet MARTIB	Kontrollert SISJ	Godkjent MGN
Sjøfront Nordfjordeid		Borpunkt -	Dato 09.01.2024	Revisjon 0
Multiconsult	Korngradering V.1.17.8 23.11.2023	Oppdragsnummer 10253328-01		Tegningsnummer RIG-TEG-300.1



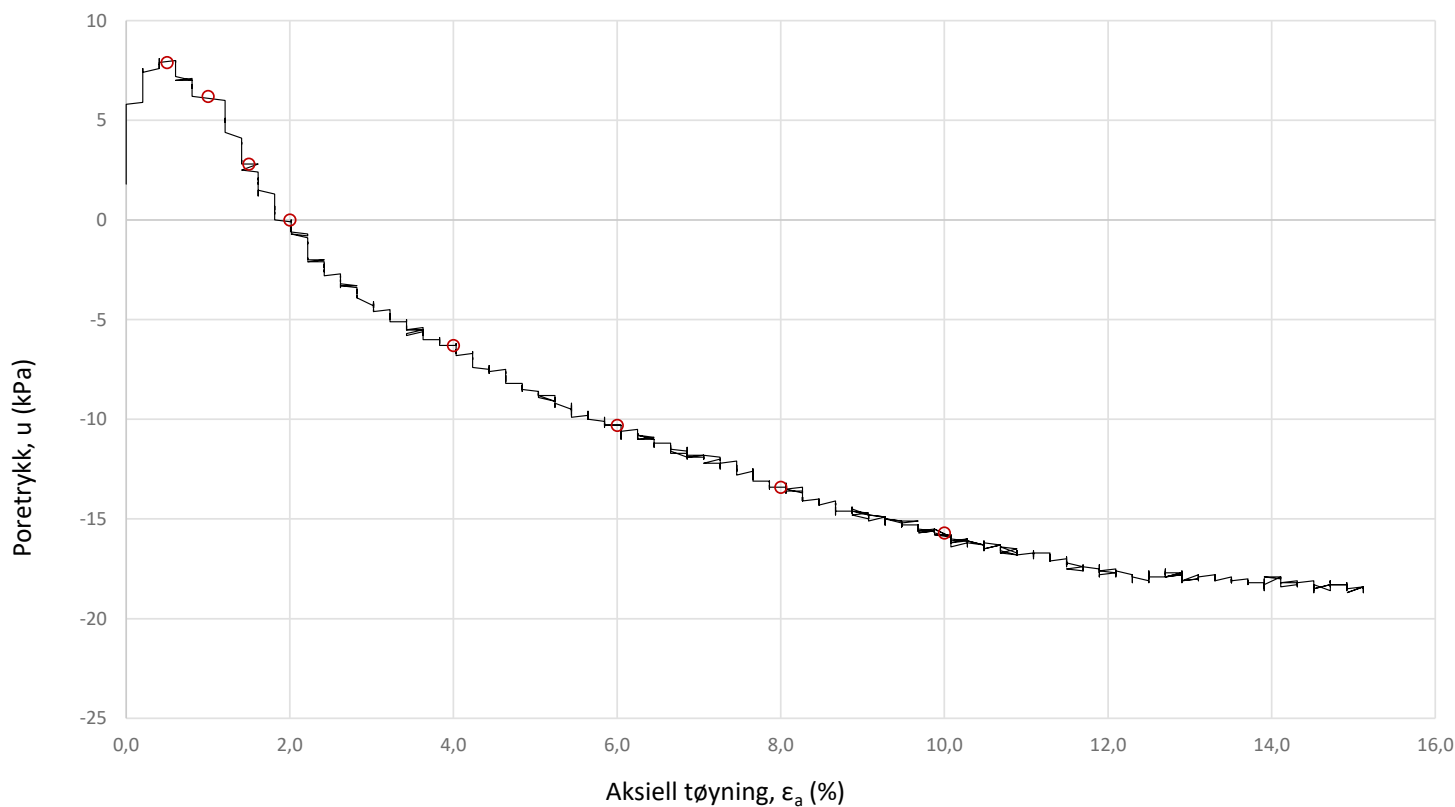
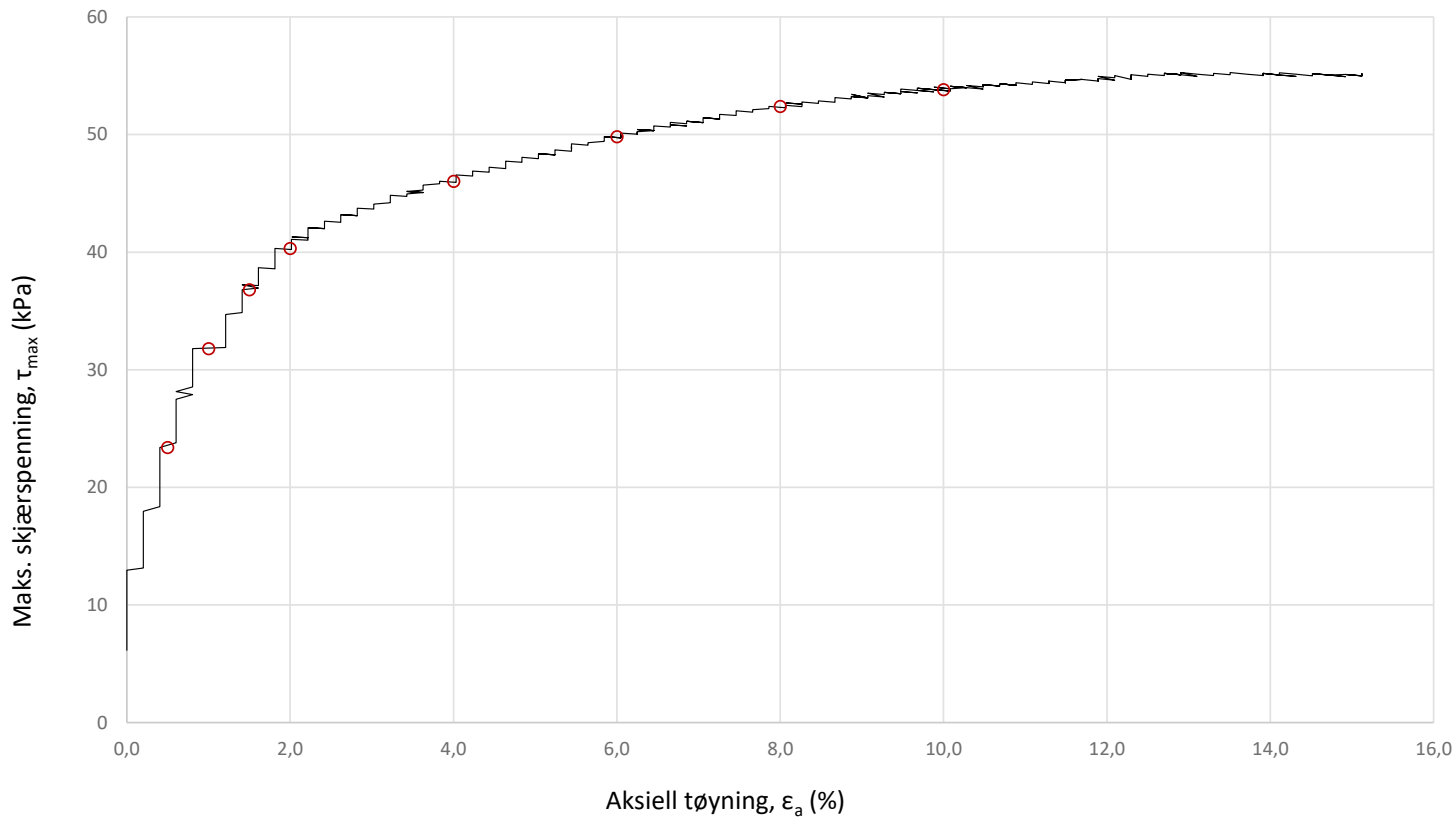
Type forsøk	Prøvehøyde (mm)	Prøvediameter (mm)	Prøvedybde (m)	Densitet, ρ (g/cm ³)	Vanninnhold, w (%)	Forsøk nr.
CRS: 1,5 %/t	20,0	50,0	3,50	1,83	43,2	1
Stad kommune				Utarbeidet GEO	Kontrollert SISJ	Godkjent MGN
Sjøfront Nordfjordeid				Borpunkt 116	Dato 19.12.2023	Revisjon 00
Multiconsult		Ødometerforsøk		Oppdragsnummer 10253328-01	Tegningsnummer RIG-TEG-400.1	



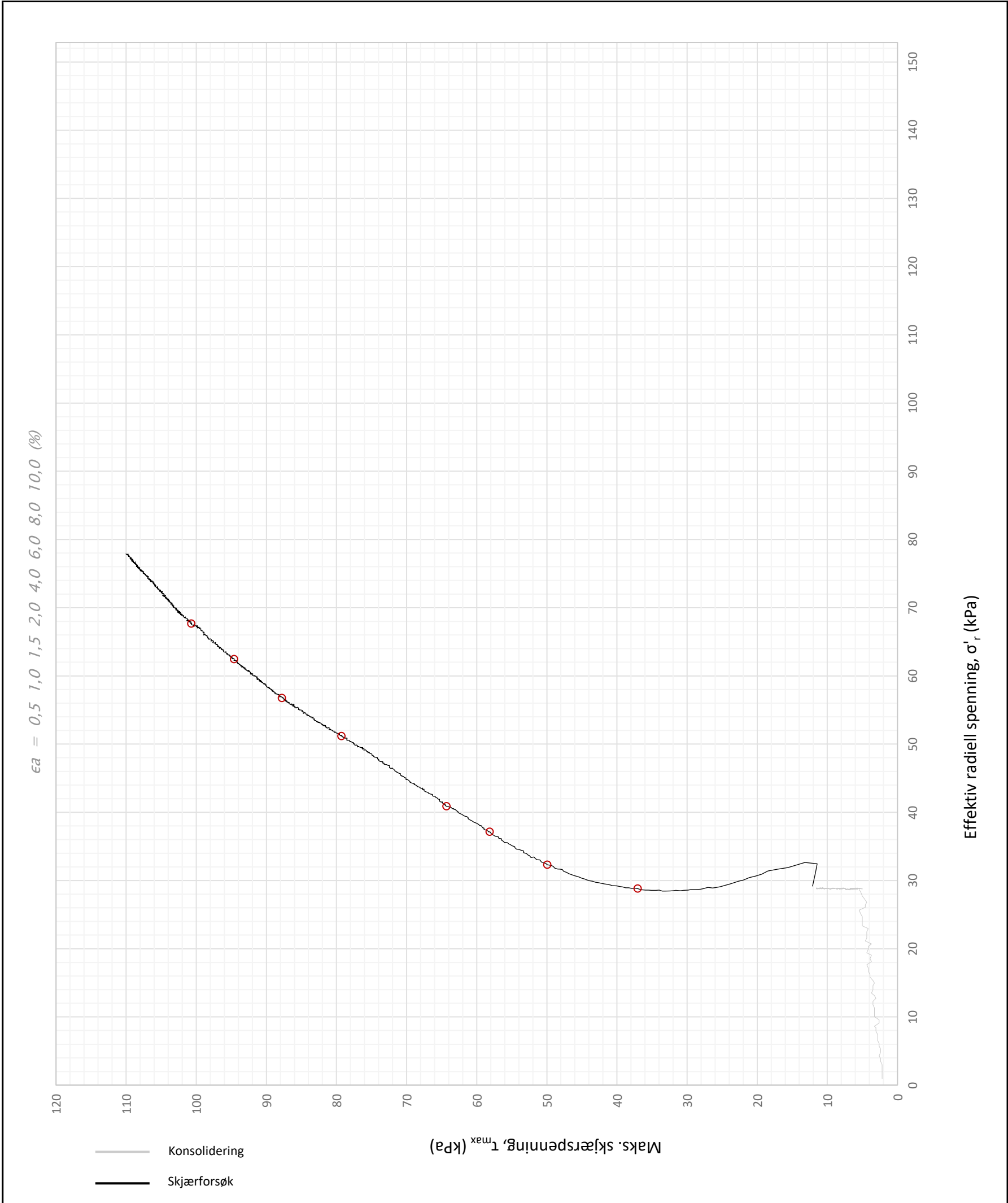
Plott	Type forsøk	Dybde	G.v.s.	γ (kN/m ³)	w (%)	$\Delta e/e_0$	ϵ_{vol} (%)	σ'_{v0} (kPa)	σ'_{ac} (kPa)	σ'_{rc} (kPa)
NTNU	CAUa	2,60 m	0,0 m	20,1	26,3	0,02	0,9	26,8	26,2	14,0
Stad kommune						Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent		
						GEO	SISJ	MGN		
Sjøfront Nordfjordeid						Borpunkt	Dato	Revisjon		
						101	19.12.2023	00		
Multiconsult			Treaksialforsøk			Oppdragsnummer			Tegningsnummer	
						10253328-01			RIG-TEG-450.1.1	



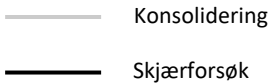
Plott	Type forsøk	Dybde	G.v.s.	γ (kN/m ³)	w (%)	$\Delta e/e_0$	ϵ_{vol} (%)	σ'_{v0} (kPa)	σ'_{ac} (kPa)	σ'_{rc} (kPa)
q vs. p'	CAUa	2,60 m	0,0 m	20,1	26,3	0,02	0,9	26,8	26,2	14,0
Stad kommune						Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent		
						GEO	SISJ	MGN		
Sjøfront Nordfjordeid						Borpunkt	Dato	Revisjon		
						101	19.12.2023	00		
Multiconsult				Treaksialforsøk		Oppdragsnummer			Tegningsnummer	
						10253328-01			RIG-TEG-450.1.2	



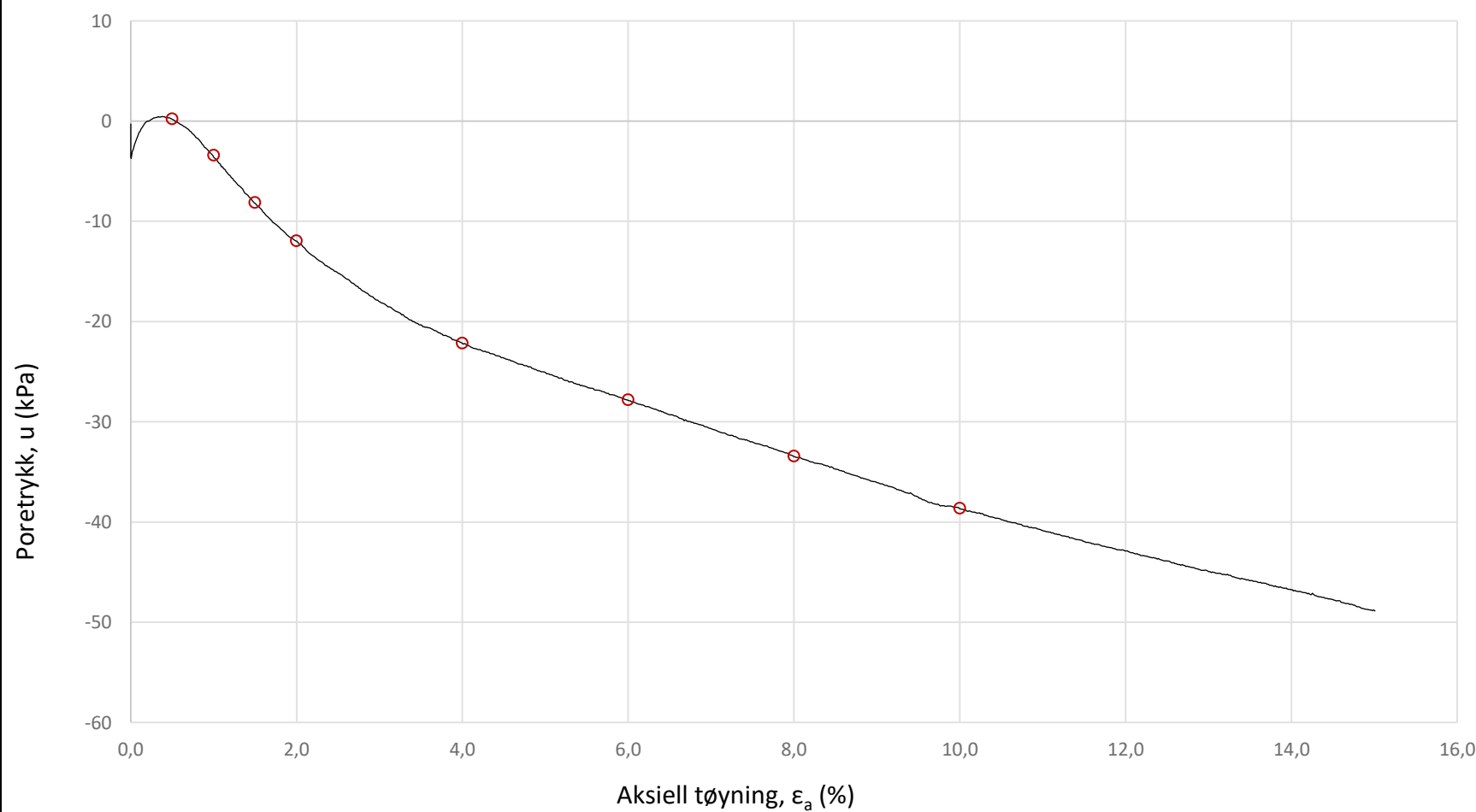
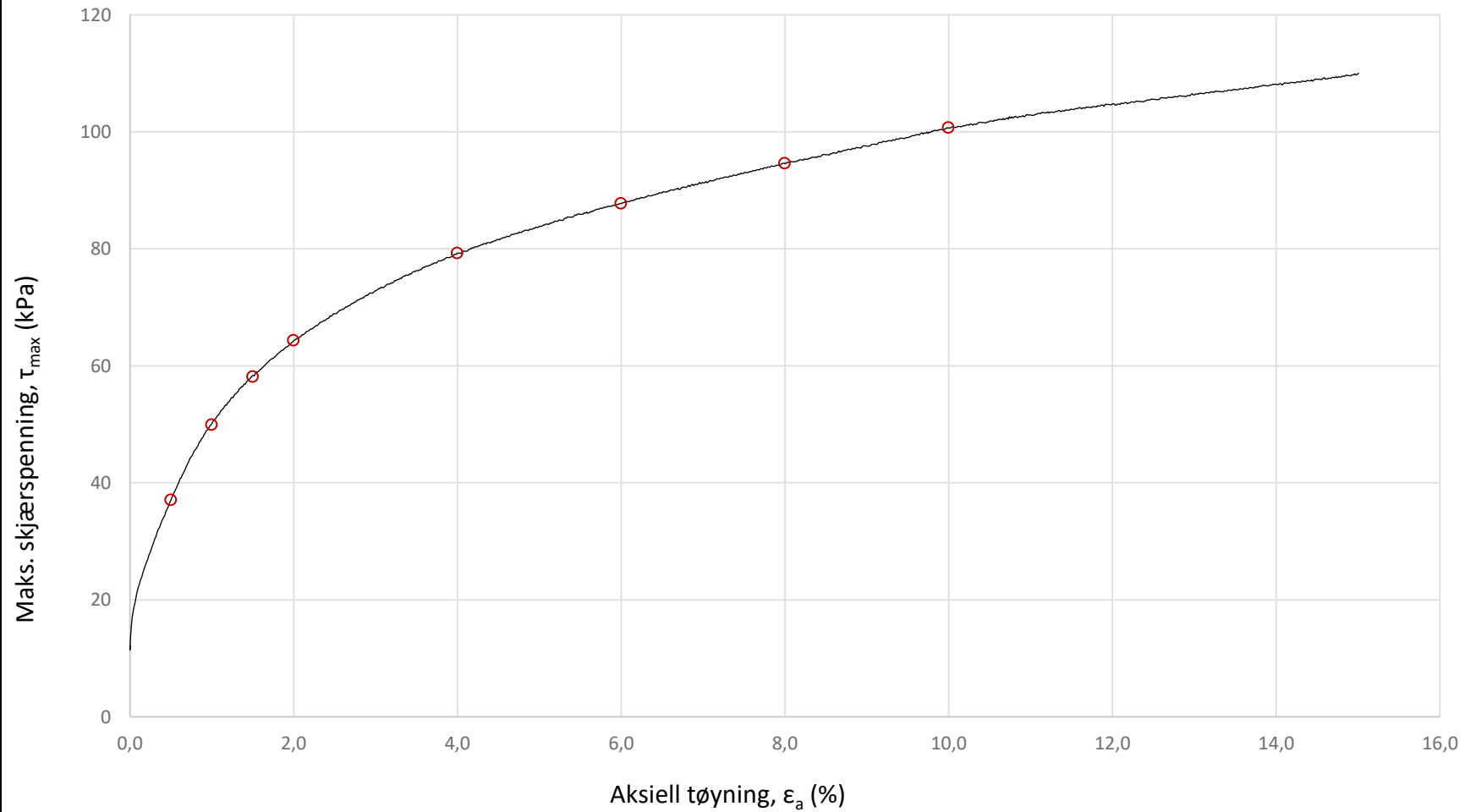
Plott	Type forsøk	Dybde	G.v.s.	γ (kN/m ³)	w (%)	$\Delta e/e_0$	ϵ_{vol} (%)	σ'_{v0} (kPa)	σ'_{ac} (kPa)	σ'_{rc} (kPa)
-	CAUa	2,60 m	0,0 m	20,1	26,3	0,02	0,9	26,8	26,2	14,0
Stad kommune						Utarbeidet	Kontrollert	Godkjent		
						GEO	SISJ	MGN		
Sjøfront Nordfjordeid						Borpunkt	Dato	Revisjon		
						101	19.12.2023	00		
Multiconsult				Treaksialforsøk		Oppdragsnummer		Tegningsnummer		
						10253328-01		RIG-TEG-450.1.3		



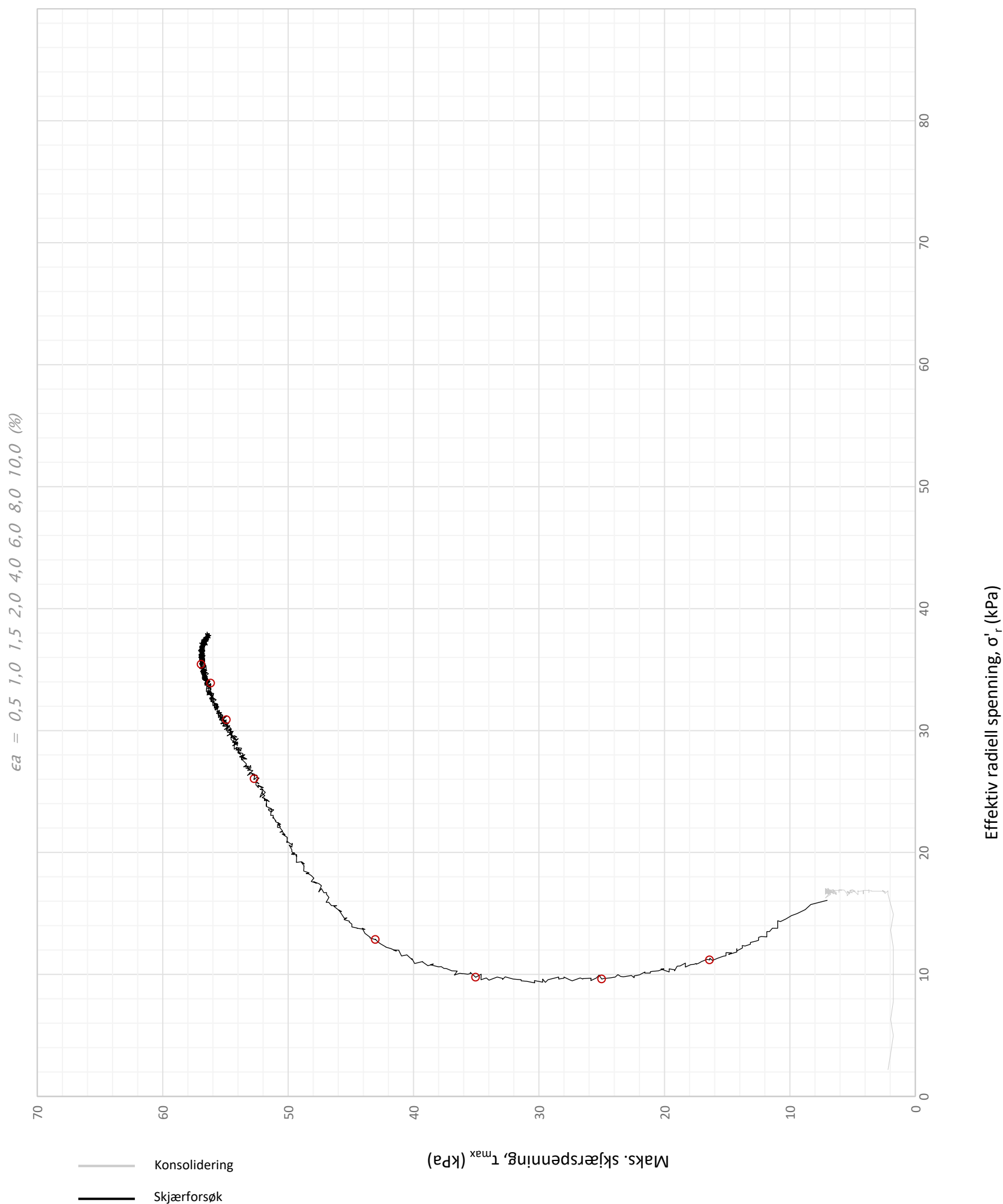
Plott	Type forsøk	Dybde	G.v.s.	γ (kN/m ³)	w (%)	$\Delta e/e_0$	ϵ_{vol} (%)	σ'_{v0} (kPa)	σ'_{ac} (kPa)	σ'_{rc} (kPa)
NTNU	CAUa	4,90 m	0,0 m	20,4	20,6	0,03	1,3	52,0	51,6	28,9
Stad kommune						Utarbeidet GEO		Kontrollert SISJ		Godkjent MGN
Sjøfront Nordfjordeid						Borpunkt 106		Dato 19.12.2023		Revisjon 00
Multiconsult			Treaksialforsøk			Oppdragsnummer 10253328-01			Tegningsnummer RIG-TEG-451.1.1	



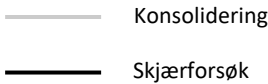
Dokument: V.1.3.4 02.12.2022 / Utviklet av Statens vegvesen / Tilpasset av Multiconsult



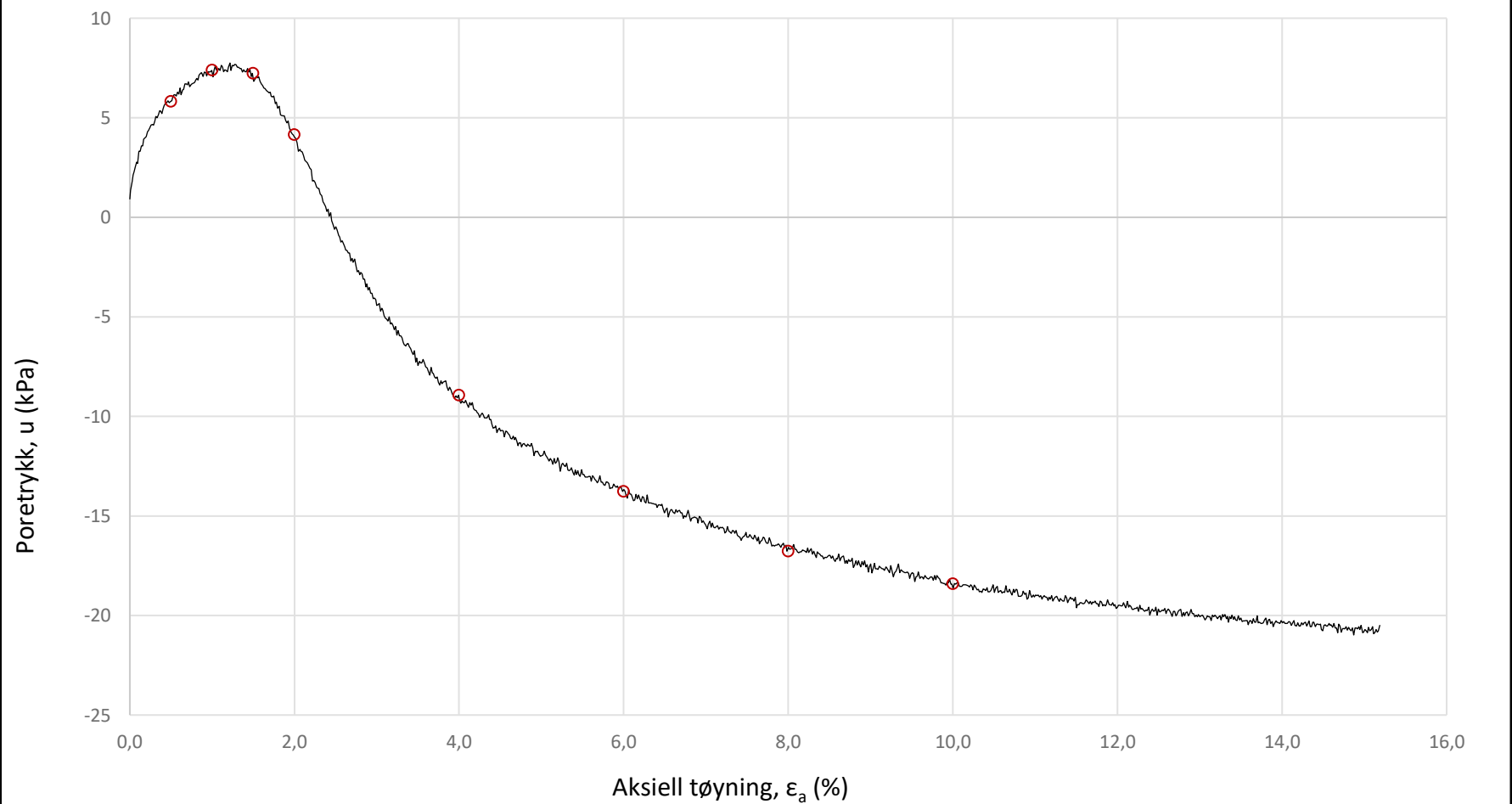
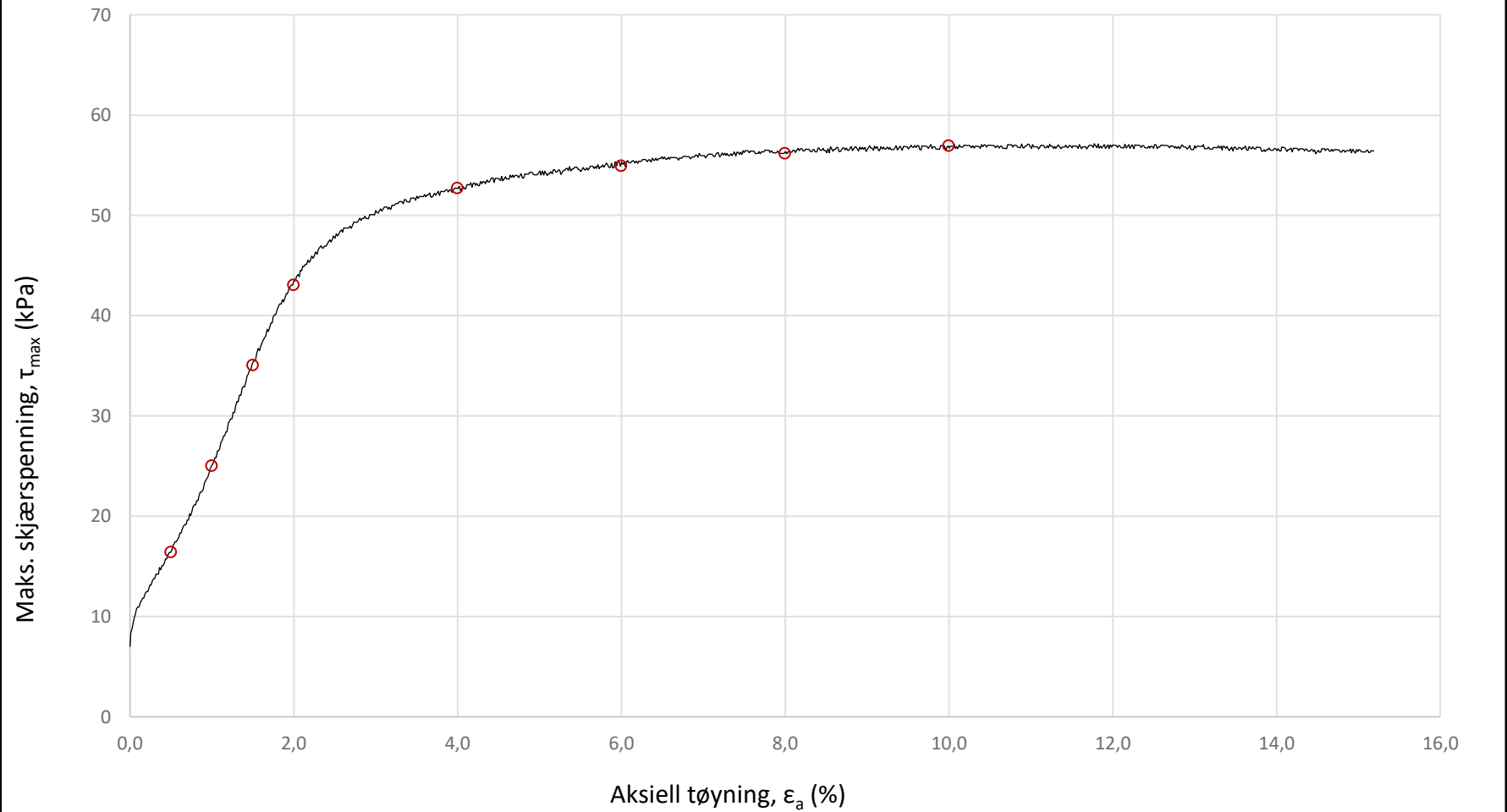
Plott	Type forsøk	Dybde	G.v.s.	γ (kN/m ³)	w (%)	$\Delta e/e_0$	ϵ_{vol} (%)	σ'_{v0} (kPa)	σ'_{ac} (kPa)	σ'_{rc} (kPa)
-	CAUa	4,90 m	0,0 m	20,4	20,6	0,03	1,3	52,0	51,6	28,9
Stad kommune						Utarbeidet GEO		Kontrollert SISJ		Godkjent MGN
Sjøfront Nordfjordeid						Borpunkt 106		Dato 19.12.2023		Revisjon 00
Multiconsult			Treksialforsøk			Oppdragsnummer 10253328-01			Tegningsnummer RIG-TEG-451.1.3	



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	3,40 m	0,0 m	18,8	38,7	0,02	0,9	30,7	31,2	16,9
Stad kommune						Utarbeidet GEO	Kontrollert SISJ		Godkjent MGN	
Sjøfront Nordfjordeid						Borpunkt 116	Dato 19.12.2023		Revisjon 00	
Multiconsult			Treaksialforsøk			Oppdragsnummer 10253328-01			Tegningsnummer RIG-TEG-452.1.1	

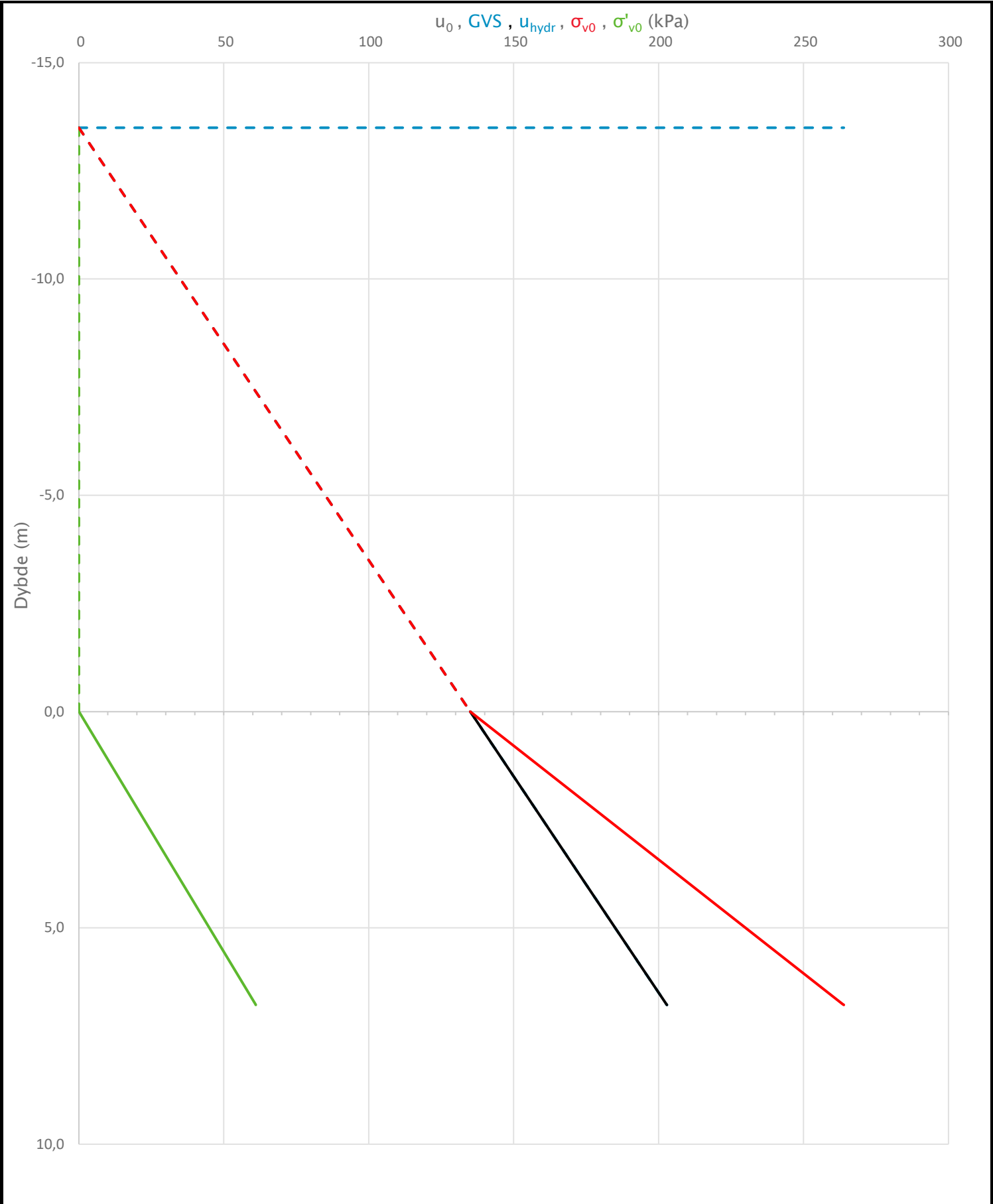


Dokument: V.1.3.4 02.12.2022 / Utviklet av Statens vegvesen / Tilpasset av Multiconsult

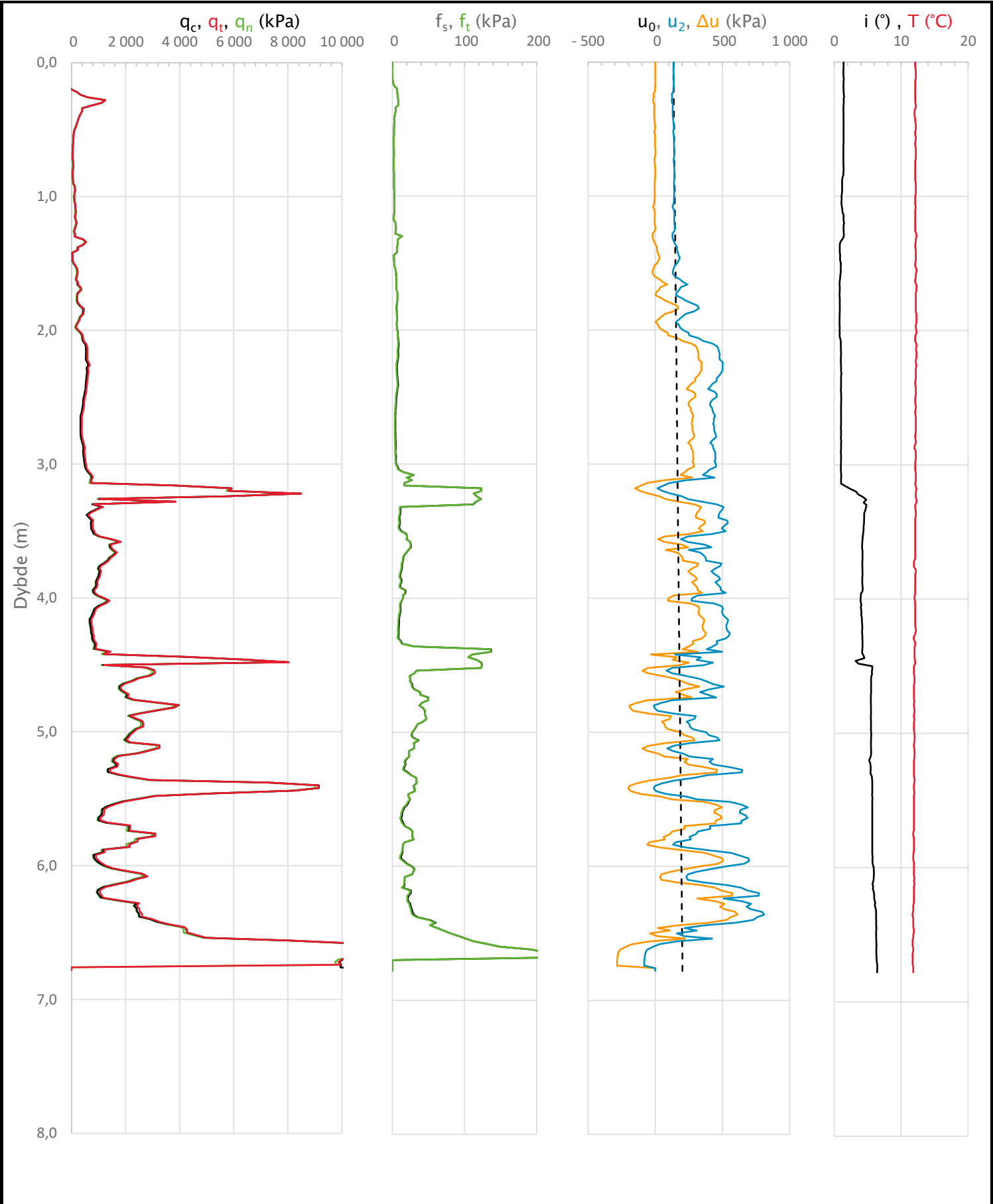


Plott	Type forsøk	Dybde	G.v.s.	γ (kN/m ³)	w (%)	$\Delta e/e_0$	ϵ_{vol} (%)	σ'_{v0} (kPa)	σ'_{ac} (kPa)	σ'_{rc} (kPa)
-	CAUa	3,40 m	0,0 m	18,8	38,7	0,02	0,9	30,7	31,2	16,9
Stad kommune						Utarbeidet GEO		Kontrollert SISJ		Godkjent MGN
Sjøfront Nordfjordeid						Borpunkt 116		Dato 19.12.2023		Revisjon 00
Multiconsult			Treaksialforsøk			Oppdragsnummer 10253328-01			Tegningsnummer RIG-TEG-452.1.3	

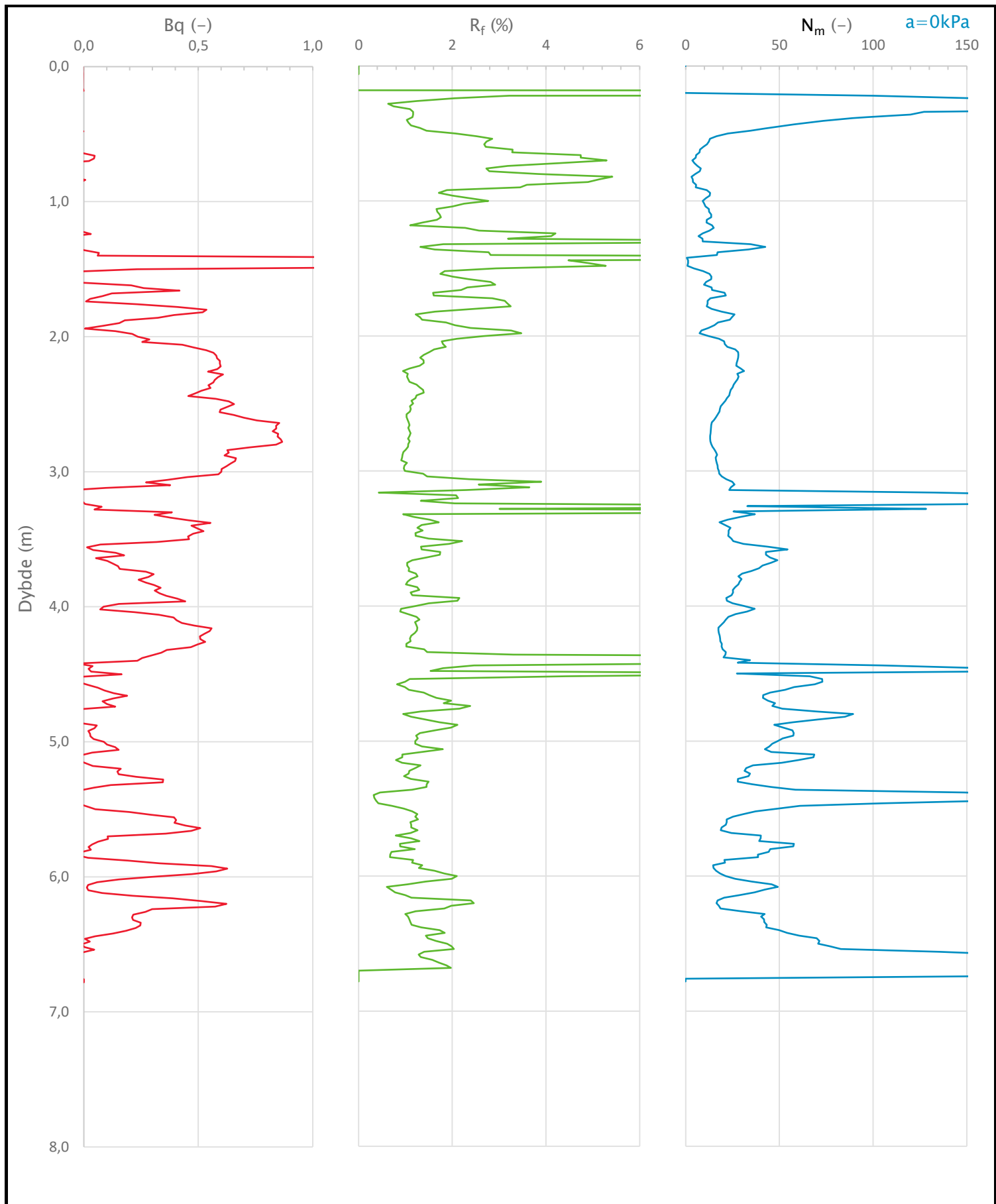
Sonde og utførelse						
Sondennummer	4357		Boreleder		EUM	
Type sonde	Nova		Temperaturendring (°C)		0,6	
Kalibreringsdato	22.03.2023		Maks helning (°)		6,5	
Dato sondering	16.11.2023		Maks avstand målinger (m)		0,02	
Filtertype	Porøst filter					
Kalibreringsdata						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
Maksimal last (MPa)	50		0,5		2	
Måleområde (MPa)	50		0,5		2	
Skaleringsfaktor	1311		3706		3797	
Oppløsning 2 ¹² bit (kPa)	-		-		-	
Oppløsning 2 ¹⁸ bit (kPa)	0,582		0,0103		0,0201	
Arealforhold	0,8500		0,0000			
Maks ubelastet temp. effekt (kPa)	20,938		0,401		0,321	
Temperaturområde (°C)	40					
Nullpunktskontroll						
	NA		NB		NC	
Registrert før sondering (kPa)	7261,5		127,9		380,3	
Registrert etter sondering (kPa)	-25,6		-0,1		0,2	
Avvik under sondering(kPa)	25,6		0,1		0,2	
Maksimal temperatureffekt (kPa)	0,3		0,0		0,0	
Maksverdi under sondering (kPa)	12312,7		218,6		810,8	
Vurdering av anvendelsesklasse ihht. ISO 22476-1:2012						
	Spissmotstand		Sidefriksjon		Poretrykk	
	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)	(kPa)	(%)
Samlet nøyaktighet (kPa)	26,5	0,2	0,1	0,1	0,2	0,0
Tillatt nøyaktighet klasse 1	35	5	5	10	10	2
Tillatt nøyaktighet klasse 2	100	5	15	15	25	3
Tillatt nøyaktighet klasse 3	200	5	25	15	50	5
Tillatt nøyaktighet klasse 4	500	5	50	20		
Anvendelsesklasse	1	1	1	1	1	1
Anvendelsesklasse måleintervall	1					
Anvendelsesklasse	1					
Måleverdier under kapasitet/krav						
Spissmotstand	Sidefriksjon		Poretrykk		Helning	
OK	OK		OK		OK	
Kommentarer:						
Prosjekt			Prosjektnummer: 10253328		Rapportnummer: RIG-RAP-001	
Sjøfront Nordfjordeid			Borhull		Kote -113,3	
					114	
Innhold			Sondennummer			
Dokumentasjon av utstyr og målenøyaktighet					4357	
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent		Anvend.klasse	
	AMG	SILM	MGR		1	
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon		RIG-TEG	
	Multiconsult	16.11.2023	0		500.1.1	
			Rev. dato 31.01.2024			



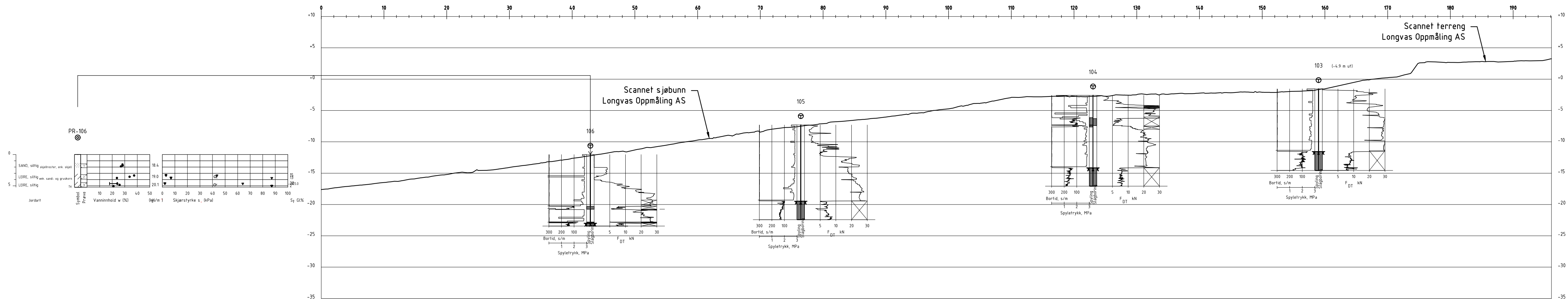
Prosjekt				Prosjektnummer: 10253328 Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull	Kote -113,3
Sjøfront Nordfjordeid						114	
Innhold						Sondennummer	
In-situ poretrykk, total- og effektiv vertikalspenning i beregninger						4357	
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		1	
	AMG	SILM	MGR				
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG		500.1.2	
	Multiconsult	16.11.2023	Rev. dato	0	31.01.2024		



Prosjekt		Prosjektnummer: 10253328 Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull	Kote -113,3
Sjøfront Nordfjordeid				114	
Innhold				Sondenummer	
Måledata og korrigerte måleverdier				4357	
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse	
	AMG	SILM	MGR	1	
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG	
Multiconsult		16.11.2023	0	500.1.3	
			Rev. dato	31.01.2024	



Prosjekt				Prosjektnummer: 10253328 Rapportnummer: RIG-RAP-001		Borhull	Kote -113,3
Sjøfront Nordfjordeid						114	
Innhold						Sondennummer	
Avledede dimensjonsløse forhold						4357	
Multiconsult	Utført	Kontrollert	Godkjent	Anvend.klasse		1	
	AMG	SILM	MGR				
	Divisjon	Dato sondering	Revisjon	RIG-TEG		500.1.4	
Multiconsult	16.11.2023	Rev. dato					



Profil A1-A1

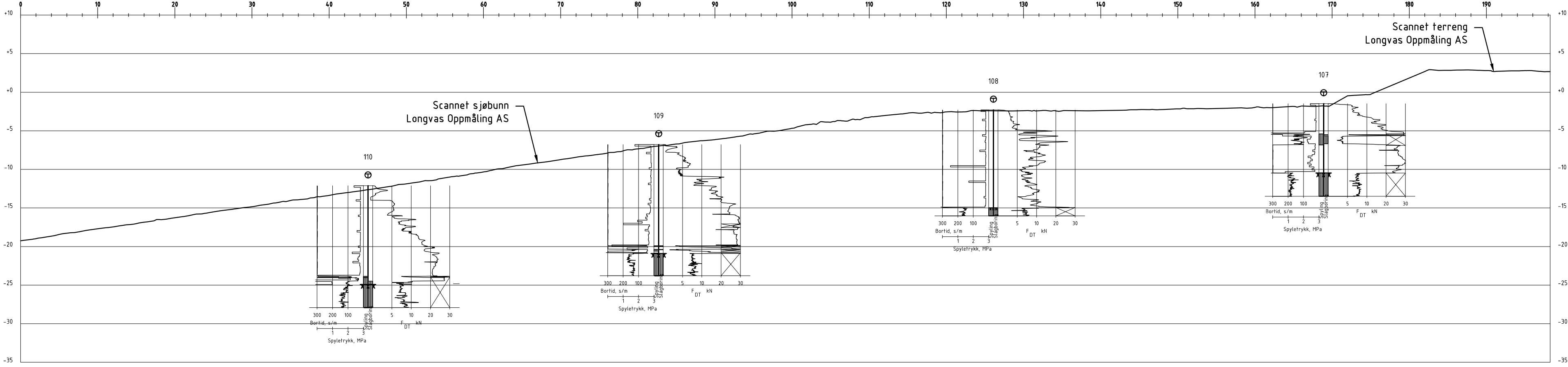
HØYDEREFERANSE: NN2000

00	UTARBEIDET TEGNING	2024-01-31	AMG	SILM	MGR
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

STAD KOMMUNE
SJØFRONT NORDFJORDEID
MEHL RENSEANLEGG
PROFIL A1

Status	UTSENDT	Fag	RIG	Originalt format	A3LLL	Dato	2024-01-31
Konstr./Tegnet	AMG	Kontrollert	SILM	Godkjent	MGR	Målestokk	1:400
Oppdragsnr.	10253328	Tegningsnr.	RIG-TEG-600.1	Rev.	00		



Profil B1-B1

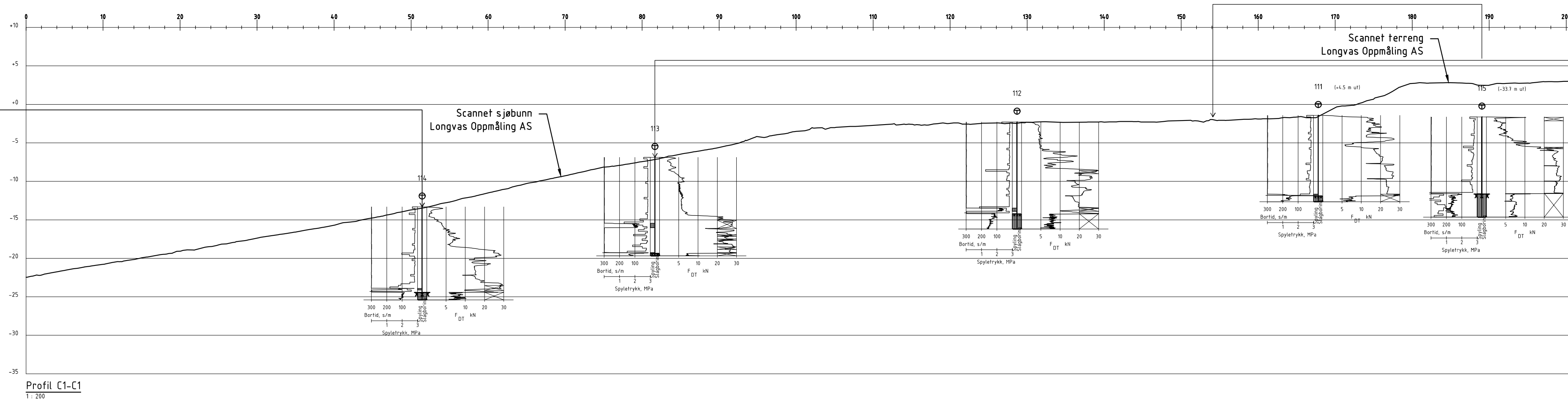
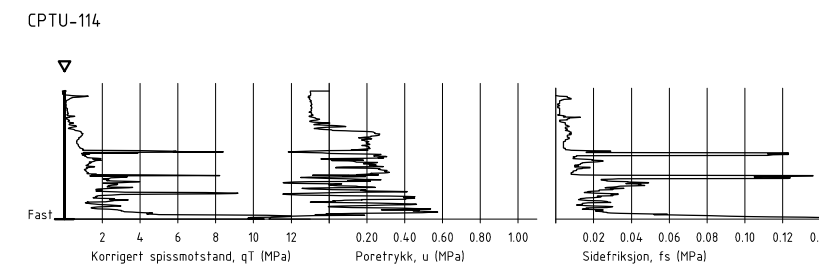
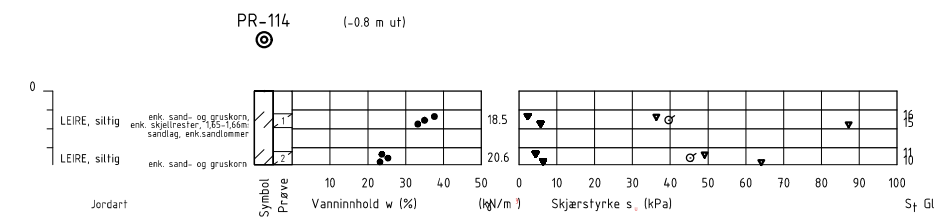
HØYDEREFERANSE:		NN2000	
-----------------	--	--------	--

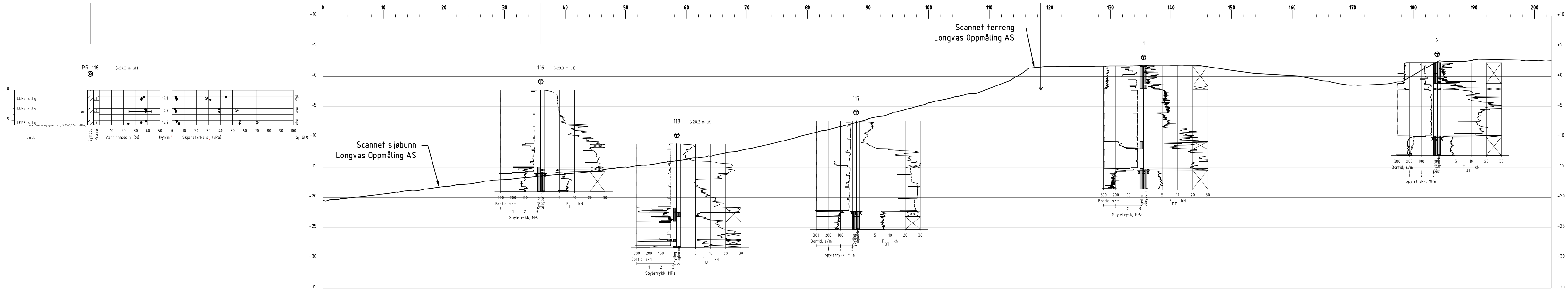
00	UTARBEIDET TEGNING	2024-01-31	AMG	SILM	MGR
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

STAD KOMMUNE
SJØFRONT NORDFJORDEID
MEHL RENSEANLEGG
PROFIL B1

Status	UTSENDT	Fag	RIG	Originalt format	A3L	Dato	2024-01-31
Konstr./Tegnet	AMG	Kontrollert	SILM	Godkjent	MGR	Målestokk	1:400
Oppdragsnr.			Tegningsnr.			Rev.	
10253328			RIG-TEG-601.1			00	





Profil D1-D1

HØYDEREFERANSE: NN2000

00	UTARBEIDET TEGNING	2024-01-31	AMG	SILM	MGR
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

Multiconsult
www.multiconsult.no

STAD KOMMUNE
SJØFRONT NORDFJORDEID
MEHL RENSEANLEGG
PROFIL D1

Status	UTSENDT	Fag	RIG	Originalt format	A3LL	Dato	2024-01-31
Konstr./Tegnet	AMG	Kontrollert	SILM	Godkjent	MGR	Målestokk	1:400
Oppdragsnr.	10253328	Tegningsnr.	RIG-TEG-603.1	Rev.	00		

VEDLEGG 1

KALIBRERINGSSKJEMA CPTU

(1 side)

CALIBRATION CERTIFICATE FOR CPT PROBE 4357

Probe No 4357
 Date of Calibration 2023-03-22
 Calibrated by Alexander Dahlin *Alex Dahlin*
 Run No 2681
 Test Class: ISO 1

Point Resistance	Tip Area 10cm²
Maximum Load	50 MPa
Range	50 MPa
Scaling Factor	1311
Resolution	0,582 kPa
Area factor (a)	0,85
Zero	7,156 MPa

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 20,938 kPa
 Temperature range 5 –40 deg. Celsius.

Local Friction	Sleeve Area 150cm²
Maximum Load	0,5 MPa
Range	0,5 MPa
Scaling Factor	3706
Resolution	0,0103 kPa
Area factor (b)	0
Zero	127,64 kPa

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 0,401 kPa
 Temperature range 5 –40 deg. Celsius.

Pore Pressure	
Maximum Load	2 MPa
Range	2 MPa
Scaling Factor	3797
Resolution	0,0201 kPa
Zero	243,81 kPa

ERRORS

Max. Temperature effect when not loaded 0,321 kPa
 Temperature range 5 –40 deg. Celsius.

Tilt Angle	
Scaling Factor	0,92
Range	0 - 40 Deg.

Backup memory
Temperature sensor

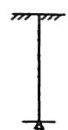


Specialists in
 Geotechnical
 Field Equipment

BILAG 1

Feltundersøkelser

(2 sider)

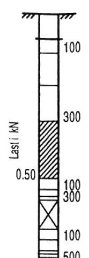


Avsluttet mot stein,
blokk eller fast
grunn



Avsluttet mot
antatt berg

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



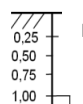
Forboret

Middels stor motstand

Meget liten motstand

Meget stor motstand

Avsluttet uten å nå fast
grunn eller berg



Forboret

Slått med slegge

Halve omdreininger
pr. m synk



DREIESONDERING

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

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

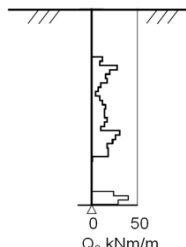


Middels stor motstand

Liten motstand

Stor motstand

0 50 100 150 kNm/m



Q_0 kNm/m



RAMSONDERING

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

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

CPT2

+14.5

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

70

75

80

85

90

95

100

105

110

115

120

125

130

135

140

145

150

155

160

165

170

175

180

185

190

195

200

205

210

215

220

Korr. spissmotstand [MPa]

Poretrykk [MPa]

Sidefriksjon [MPa]

2 4 6 8 10

0.20 0.40 0.60 0.80

0.02 0.04 0.06 0.08 0.10

0 5 10 20 30

F_{DT} kN



TRYKKSONDERING (CPT - CPTU)

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

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

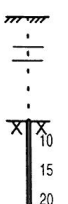


DREIETRYKKSONDERING

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

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

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



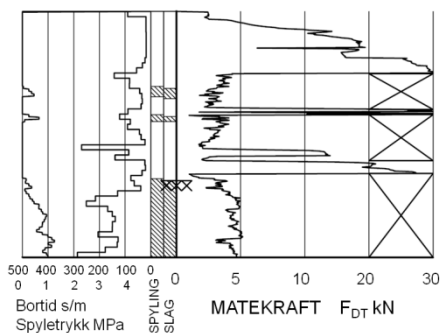
Stein

Borsynk i berg cm/min.



BERGKONTROLLBORING

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



TOTALSONDERING

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

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



Prøvemarkering



PRØVETAKING

Utføres for undersøkelse av jordlagenes geotekniske egenskaper i laboratoriet.

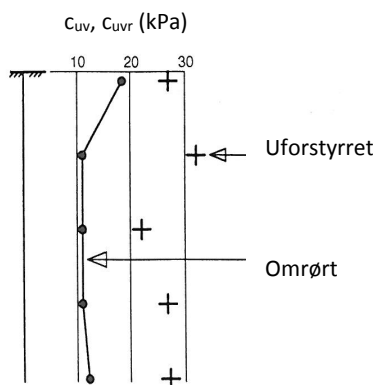
Maskinell naverboring (forstyrrede poseprøver):

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

Sylinder/blokkprøvetaking (Uforstyrrede prøver):

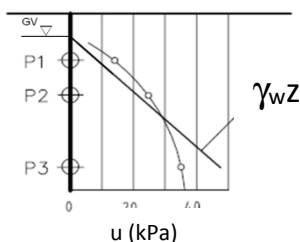
Vanligvis benyttes stempel-prøvetaking med innvendig stempel for opptak av 60-100 cm lange sylinderprøver. Prøvesylinderen kan være av plast eller stål, og det kan benyttes utstyr både med og uten innvendig prøvesylinder. På ønsket dybde skjæres det ut en jordprøve som trekkes opp til overflaten, der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

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



VINGEBORING

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



PORETRYKSMÅLING

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

Grunnvannstand observeres eller peiles direkte i borhullet.

BILAG 2

Geotekniske bilag - laboratorieforsøk

(4 sider)

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

MINERALSKE JORDARTER

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

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

En jordart kan inneholde en eller flere av fraksjonene over. Jordarten benevnes i henhold til korngraderingen med substantiv for den fraksjon som har dominerende betydning for jordartens egenskaper og adjektiv for medvirkende fraksjoner (for eksempel siltig sand). 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

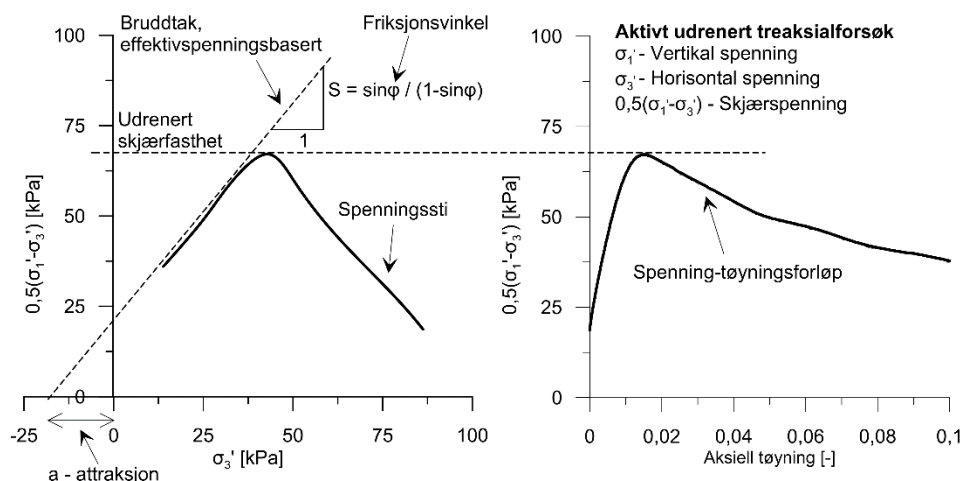
Navn	Symbol	Enhet	Beskrivelse
Densitet	ρ	g/cm ³	Masse av prøve per volumenhet. Bestemmes for hel sylinder og utskåret del
Korndensitet	ρ_s	g/cm ³	Masse av fast stoff per volumenhet fast stoff
Tørr densitet	ρ_d	g/cm ³	Masse tørt stoff per volumenhet
Tyngdetetthet	γ	kN/m ³	Tyngde av prøve per volumenhet ($\gamma = \rho g = \gamma_s(1+w/100)(1-n/100)$, 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 tøyingsutvikling i prøven frem mot brudd. Fra disse, samt fra annen informasjon, bestemmes karakteristiske verdier for skjærfasthetsparametre for det aktuelle problemet.

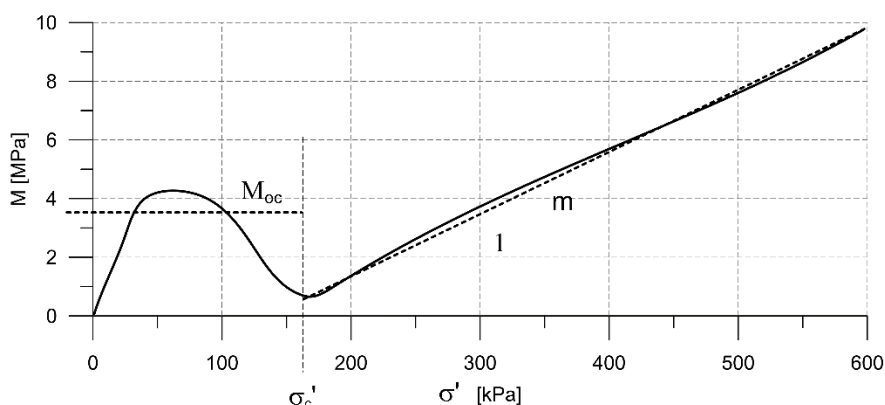
Udrenert skjærfasthet c_u (kPa) bestemmes som den maksimale skjærspenning et materiale kan påføres før det bryter sammen i en situasjon med raske spenningsendringer uten drenering av poretrykk. I laboratoriet bestemmes denne egenskapen ved enaksiale trykkforsøk (c_{ut}), konusforsøk (uforstyrret c_{ufc} , 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 trykksøndering 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), og viser derfor som regel meget høye sensitivitetsverdier.

DEFORMASJONS- OG KONSOLIDERINGSEGENSKAPER

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

**TELEFARLIGHET**

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

KOMPRIMERINGSEGENSKAPER

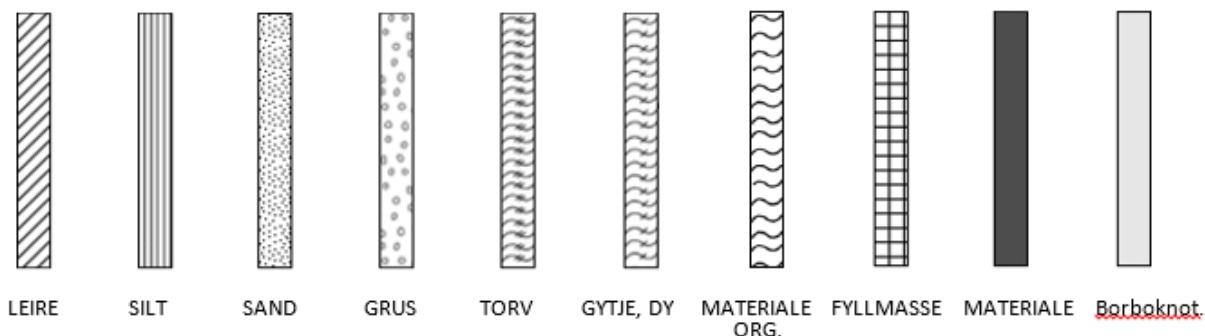
Ved komprimering av en jordart oppnås tettere lagring av mineralkornene. Komprimeringsegenskapene for en jordart bestemmes ved at prøver med forskjellig vanninnhold komprimeres med et bestemt komprimeringsarbeid (Standard eller Modifisert Proctor). Resultatene fremstilles i et diagram som viser tørr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

PERMEABILITET

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

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - PRØVESKRAVERING

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



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

LEIRE: Leirinnholdet er større enn 15 %

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

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

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

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

TORV: Mer eller mindre omvandlede planterester

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

MATERIALE ORG.: Sterkt omdannet organisk materiale med løs struktur

FILLMASSE: Avsetninger som ikke er naturlige (utlagte masser)

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

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

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

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SYMBOLFORKLARING - Vanninnhold og konsistensgrenser

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

Vanninnhold w		Plastisitetsgrense w_p	
		Flytegrense w_f	

OPPTEGNING AV PRØVESERIE - SYMBOLFORKLARING - Udrenert skjærfasthet

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

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

BILAG 3

Oversikt over metodestandarder og retningslinjer

(2 sider)

METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – FELTUNDERSØKELSER

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

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

METODESTANDARDER OG RETNINGSLINJER – LABORATORIEUNDERSØKELSER

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

Dokument	Tema
NS8000	Konsistensgrenser – terminologi
NS8001	Støtflytegrense
NS8002	Konusflytegrense
NS8003	Plastisitetsgrense (utrullingsgrense)
NS8004	Svinngrense
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